'97전력연-단45

MASTER

KEPRI

Technical Report
TR.93CJ03.97.20

대형 석탄화력 대기오염 감시망 구축 및 확산 예측기술 개발

(최종보고서)

Development of an Integrated Air Quality Management System for the Large-Capacity Coal-fired Power Plant

1997. 2.

DISTRIBUTION OF THIS DOCUMENT IS UNLIMITED
PROHIBITED

RECEIVED
AUG 0 6 1998
OSTI

전력연구원

〈주의〉

1. 이 보고서는 한국전력공사 전력연구원에서 시행한 연구보고서입니다

2. 이 보고서 내용을 내외적으로 발표하거나, 활용, 인용 및 복사하고자 할 때는 한국전력공사 전력연구원의 사전승인을 받아야 합니다.

DISCLAIMER

Portions of this document may be illegible electronic image products. Images are produced from the best available original document.

'97전력연-단45

KEPRI

Technical Report
TR.93CJ03.97.20

대형 석탄화력 대기오염 감시망 구축 및 확산 예측기술 개발

(최종보고서)

Development of an Integrated Air Quality Management System for the Large-Capacity Coal-fired Power Plant

1997. 2.

전력연구원

제 출 문

전 력 연 구 원 장 귀 하

본 보고서를 "대형 석탄화력 대기오염 감시망 구축 및 확산 예측기술 개발" 연구개발과제의 최종보고서로 제출합니다.

1997. 02.

전력연구원
에너지환경고등연구소 지구환경그룹
연구책임자 : 책임연구원 홍욱희
연 구 원 : 선임연구원 김영배
일반연구원 천성남
일반연구원 김현용

한국과학기술연구원
연구책임자 : 책임연구원 문길주
연 구 원 : 책임연구원 김영성
책임연구원 심상규
선임연구원 김용표
연 구 원 김진영

요 약 문

1. 제목 : 대형석탄화력 대기오염감시망 구축 및 확산예측 기술개발

2. 연구의 목적 및 필요성

최근 수 년간 우리나라 전력수요 성장률은 매년 10%를 넘어서는 급신장 추세를 보이고 있는 바, 우리 공사는 이에 대응하기 위해 전력 설비의 신설 및 기존 설비의 대형화, 운영효율화에 박차를 가하고 있다. 또, 기저부하를 담당할 신규 대형 석탄화력 발전소의 건설과 기존 발전소에의 추가호기 도입을 적극 추진하고 있다. 그러나 이런 화력발전소의 신규 건설 및 발전 용량 증대는 발전소 주변지역의 대기오염 문제를 야기시켜 지역 주민들과 발전소 사이에 마찰을 초래하는 사례가 발생하고 있다. 이러한 지역 주민들의 민원 제기는 급기야 신규 발전소 건설은 물론 기존 발전 설비의 안정적 운영에 지장을 주기도 한다.

이런 대기오염 관련 민원 발생의 소지를 배제하기 위해서는 근본적으로 대기오염 방지설비에의 투자가 증대되어 오염물질의 방출을 원천적으로 저감 또는 차단시켜야 한다. 이러한 목적 달성을 위해 우리 공사는 주요 화력발전소들을 대상으로 배연탈황설비를 건설 중에 있고, 전기집진기의 효율을 개선하고, 회처리장, 석탄야적장 등 다양한 대기오염물 발생원에 대한 관리를 철저히 하는 등 다각적인 노력을 기울이고 있다. 그렇지만 이러한 노력에도 불구하고 발전소에서 불가피하게 배출될 수 밖에 없는 대기오염물질에 대해서도 적절한 관리가 필요하다. 발전소 주변의 대기 오염 상황을 상시 감시하고 만약 대기오염도가 일정 수준 이상을 넘어서면 대기오염물질 배출량을 줄일 수 있는 대책을 시행하는 등 효과적인 관리 기법이 요구되는 것이다. 실제로 선진국의 많은 화력 발전소에서는 이런 대기질 관리법의 일환으로 지난 70년대부터 종합 대기환경감시망(Integrated Air Quality Management System)을 설치

운영 중에 있다.

본 연구는 보령 화력발전소를 대상으로 발전소 주변에 대기오염측정망을 구성하고 이 측정망에 연돌 배출 오염물질 측정설비와 기상계측기를 연계시켜 종합적인 대기환경감시망을 설치하는 것을 목적으로 하였다. 환경관련 민원이 발생하는 원인의 하나는 환경관련 자료의 비공개와 측정 자료에 대한 불신에서 그 원인을 찾을 수 있는 바, 발전소의 원활한 운영과 우리 공사의 홍보차원에서도 정확하고 신뢰성 있는 환경자료의 공개는 필수적이다. 보령 화력발전소에 설치된 대기환경감시망은 24시간 발전소 주변 환경 농도를 감시하면서 그 측정값을 지역 주민들에게 공개함으로 해서 환경친화기업으로서 우리 공사의 이미지 제고에 일익을 담당할 것이다. 이와 동시에 이 감시망의 설치 운영에서 얻어진 귀중한 경험은 다른 화력발전소들이 이와 유사한 설비를 도입할 때 참고 사례로 활용할 수 있을 것이다. 또한 본 시스템 설치에서는 대기오염확산 모델 개발을 위한 기본자료의 구득을 위한 국내 최초의 연구목적 설비라는 점을 감안하여 측정소와 측정항목들의 선정에 특히 심혈을 기울였다. 따라서 여기에서 얻어지는 자료가 바탕이 되어 이제부터는 한국형 대기오염 모델 개발을 본격적으로 추진할 수 있게 되었는 바, 이런 점에서 본다면 본 연구는 우리 나라 대기오염 관리 연구의 한 중요한 이정표가 된다고 하겠다.

3. 연구내용

3.1 화력발전소 대기오염 감시망 설치의 기본조건 검토

본 시스템은 향후 우리나라 대부분의 화력발전소들에 설치하여야 할 종합 환경감시망의 표준안으로 설치되는 것이므로 아래 내용을 설계조건으로 검토하였다.

첫째, 발전소 일원에서 발생하는 대기오염의 상황을 상시 감시할 수 있으며 얻어진 데이터를 정리된 형태로 본사는 물론 환경부에 자동 통보할 수 있는 시스템이 되어야 한다. 또한 발전소 주변의 대기오염 상황을 지역 주민들에게 알려주기 위해서 많은 사람들이 볼 수 있는 옥외 전광판에 대기오염 상태가 표시되도록 하여야 한

다.

둘째, 우리 공사에서 향후 구축할 대기오염감시망의 표준 규격 및 설치 방법을 확립하도록 한다.

셋째, 대기오염 감시망의 설치와 운영은 현재의 대기오염 상황을 보여줄 수 있을 뿐만 아니라 앞으로 예상되는 발전소 주변의 대기오염 상태도 예측할 수 있는 기능을 가져야 한다.

위의 일반적 고려사항 이외에 보령화력 발전소 대기오염 감시망 구축과 관련하여 특별히 검토된 사항은 아래와 같다.

(1) 지역 주민들의 요구사항을 적극 수용할 것.

(2) 국지적인 대기오염 악화로 인해 발생할지도 모르는 민원 문제에 대비하여 환경농도 측정소의 위치를 선정할 것.

(3) 배연탈황 시설 설치 운영의 필요성을 검토할 때 평가자료를 획득할 수 있는 시스템으로 구성할 것.

(4) 중국으로부터의 대기오염물질 이동을 적절히 감시할 수 있을 것.

(5) 대기오염 확산모델개발을 위한 자료 제공이 가능하도록 구성할 것.

이상에서 열거한 내용을 고려하여 구축되는 대기오염 감시망의 설치 절차는 그림 1과 같다.

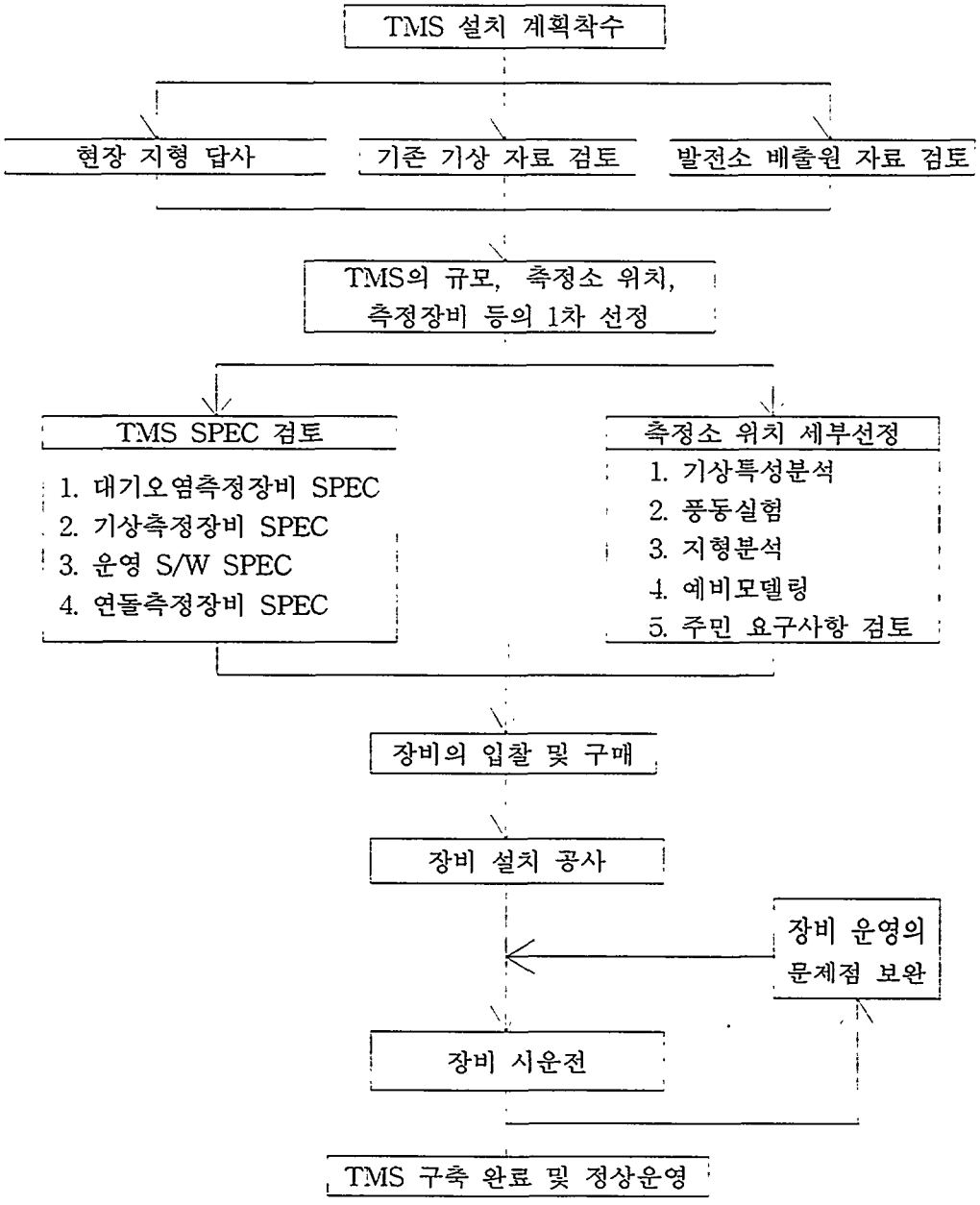

TMS 설치 계획착수
현장 지형 답사
기존 기상 자료 검토
발전소 배출원 자료 검토
TMS의 규모, 측정소 위치,
측정장비 등의 1차 선정
TMS SPEC 검토
1. 대기오염측정장비 SPEC
2. 기상측정장비 SPEC
3. 운영 S/W SPEC
4. 연돌측정장비 SPEC
측정소 위치 세부선정
1. 기상특성분석
2. 풍동실험
3. 지형분석
4. 예비모델링
5. 주민 요구사항 검토
장비의 입찰 및 구매
장비 설치 공사
장비 운영의
문제점 보완
장비 시운전
TMS 구축 완료 및 정상운영

그림 1. TMS 설치 절차

3.2 대기오염 측정소 위치 선정

대기오염감시망 설치의 최적화에 관해서는 아직까지 일반화된 기준이 설정되어 있지 못하다. 우리나라 처럼 지형이 복잡하고 기상의 변화폭이 심한 지역에서는 측정소의 수나 위치 선정이 대단히 중요하기 때문에 이에 대한 고려에 특히 신중할 필요가 있다. 대기오염 감시망은 고가의 장비이고 일단 한번 설치하면 변경이 쉽지 않기 때문에 본 연구에서는 대기오염 측정소의 위치 선정에 많은 노력을 기울였다.

대기오염 측정소의 위치 선정에 있어서는, 먼저 과거 전력연구원에서 수행했던 보령화력 주변 지역에 대한 환경조사의 경험을 충분히 고려하였다. 이와 함께 이제까지 보령 지역에서 측정된 1973년 이후의 기상 자료들을 세밀히 검토하였으며, 대기오염 확산 모델링에서 얻어진 결과를 참고로 하였다. 마지막으로 국내 최초로 보령화력 주변 지역의 축소 모형을 사용해서 풍동 실험(Wind Tunnel Experiment)을 수행해서 얻어진 결과를 검토하여 가장 효율적이고 가장 경제적인 대기오염 측정소의 수와 위치를 결정하였다.

본 연구에서 처음 수행된 대기오염 확산 풍동 실험의 결과는 다음과 같았다.

(1) 풍동내 경계층의 확산 특성을 밝히기 위한 평지확산 실험에서 본 실험의 경계층의 확산 특성은 대기 안정도가 Pasquill Category로 B와 C 의 중간정도에 해당되며 평지확산에서는 수학적 모델의 결과와 상대농도가 잘 일치하였다.

(2) 복잡지형의 확산양상은 평지확산과는 현저히 다르며 대체로 확산의 폭이 크고 고농도 지점이 여러군데에 나타났다. 확산되어가는 방향에 지형지물의 존재여부 및 형태에 따라 확산 양상이 전혀 다르며 이는 유동특성의 변화로 인해 발생되는 현상이다.

(3) 북서풍이 불 때 고농도 지점의 좌표는 발전소의 가장 동쪽에 있는 연돌을 원

점으로 하고 바람불어가는 방향을 X 좌표로 할 때 (X, Y) 좌표가 A_{nw} (1.4㎞, -0.5 ㎞), B_{nw} (2.5㎞, -0.75㎞), C_{nw} (3.2㎞, -0.5㎞)인 지점이 대표적이었다.

(4) 서풍일 경우 고농도 지점은 A_w (1.0 - 1.4㎞, -0.2㎞), B_w (2.57㎞, -0.2 - -0.5 ㎞), C_w (3.4 - 3.8㎞, -1.4㎞)지점이 현저하였다.

복잡한 지형에서 대기오염 확산 현상을 예측하기 위해 종종 사용되는 풍동을 이용한 확산 실험은 복잡한 지형효과를 충분히 고려할수 있다는 장점이 있기는 하지만 그 수행에 비용이 많이들고 여러 계급의 안정도에 대한 확산 현상을 모의 할수 없는 단점이 있다. 따라서 이를 보완하는 방안으로 본 연구에서는 복잡 지형에서 적용할 수 있는 대기오염 확산 모델들을 이용한 수치 모의 실험을 수행 하였으며 그 결과는 다음과 같았다.

(1) 보령화력발전소의 배출량으로부터 예측된 주변지역에서의 오염농도는 지형의 영향이 없을 경우 1차 분석에서는 가장 불안정한 대기에서 오염원으로부터 약 1.3 km 떨어진 지점에서 발생하였다. 이때 풍속 2 m/s는 보령 화력발전소 부지에서 측정한 평균 풍

속 3.2 m/s 보다는 약하지만 보령기상측정소의 연평균 풍속과 거의 같았다.

(2) 계절별 정밀분석 결과는 복잡한 지형을 고려하지는 못하지만 지형의 고도가 증가하는 부분에서 높았으며 주풍방향과 지형의 고도의 증가가 일치하는 여름철에 오염원 북동쪽 조서산 부근에서 오염농도가 최대였다. 겨울철과 가을철에 오염원 남동쪽 차령산맥 남단부근에서 오염농도의 증가는 북서풍의 발생빈도가 적지는 않지만 주풍방향이 북동풍이므로 남동쪽에서의 오염농도는 여름철 오염농도보다 낮았다.

(3) 지표면의 오염농도는 굴뚝의 높이와 연기상승높이의 합으로 나타나는 연기

의 유효 배출고도에 의하여 크게 좌우된다. 또한 연기의 확산이 큰 불안정한 대기에서는 오염원 가까운 곳에서 확산이 작은 안정한 대기에서는 오염원으로부터 먼 거리에서 오염농도가 증가하였다. 복잡지형 확산모델인 ISCST3와 RTDM에서 지표면 오염농도는 중립, 또는 안정한 대기에서 연기상승고도가 더 낮은 ISCST3의 오염농도가 더 높게 예측되었다. 불안정대기에서는 연기상승높이는 RTDM에서 더 낮으나 풍속이 강하여 오염농도가 낮게 나타났다.

(4) 복잡지형 모델에서는 지형에 의한 연기중심선의 변화를 고려하는데, RTDM과 정밀분석에 이용되는 CTDMPLUS만이 연기의 이동시 지형의 주위를 돌아가는 경우와 지형을 따라 상승하는 경우를 모두 고려할 수 있다. 그러나 정밀분석에 이용되는 CTDMPLUS에서도 지형의 영향에 의한 바람장의 변화를 고려하지 못하며, 복잡지형 확산모델은 모두 지형의 후면에서 일어나는 와류효과 등을 고려하지 못하므로 지형후면에서의 오염농도를 예측하는 데는 적합하지 않다.

위의 풍동 실험 및 수치모의 실험 결과와 기상분석 결과, 지역주민들의 민원사항 및 측정소 운영의 적합성 등 제반 요소들을 고려하여 선정한 대기오염 측정소의 위치는 그림 2 및 표1과 같다.

표. 1 대기오염 측정소 선정 위치

ID	측정소명	위치	발전소로 부터의 방향 및 거리
1	영보리	보령시 오천면 영보리 341-2	북서쪽 3.1km
2	오포리	보령시 오천면 오포리 835-12	동쪽 3.3km
3	주교리	보령시 주교면 주교리 192-5	동쪽 6.8km
4	송학리	보령시 주교면 송학리 401	남동쪽 4km
5	궁천동	보령시 궁천동 156-12 (대천세무서)	남동쪽 10km
6	신흑동	보령시 신흑동 911-57	남쪽 9km
7	낙동리	보령시 천북면 낙동리 736-1	북동쪽 9.8km
8	원산도	보령시 오천면 원산도리 423	서쪽 5km
9	학성리	보령시 천북면 학성리 517-6	북쪽 6km

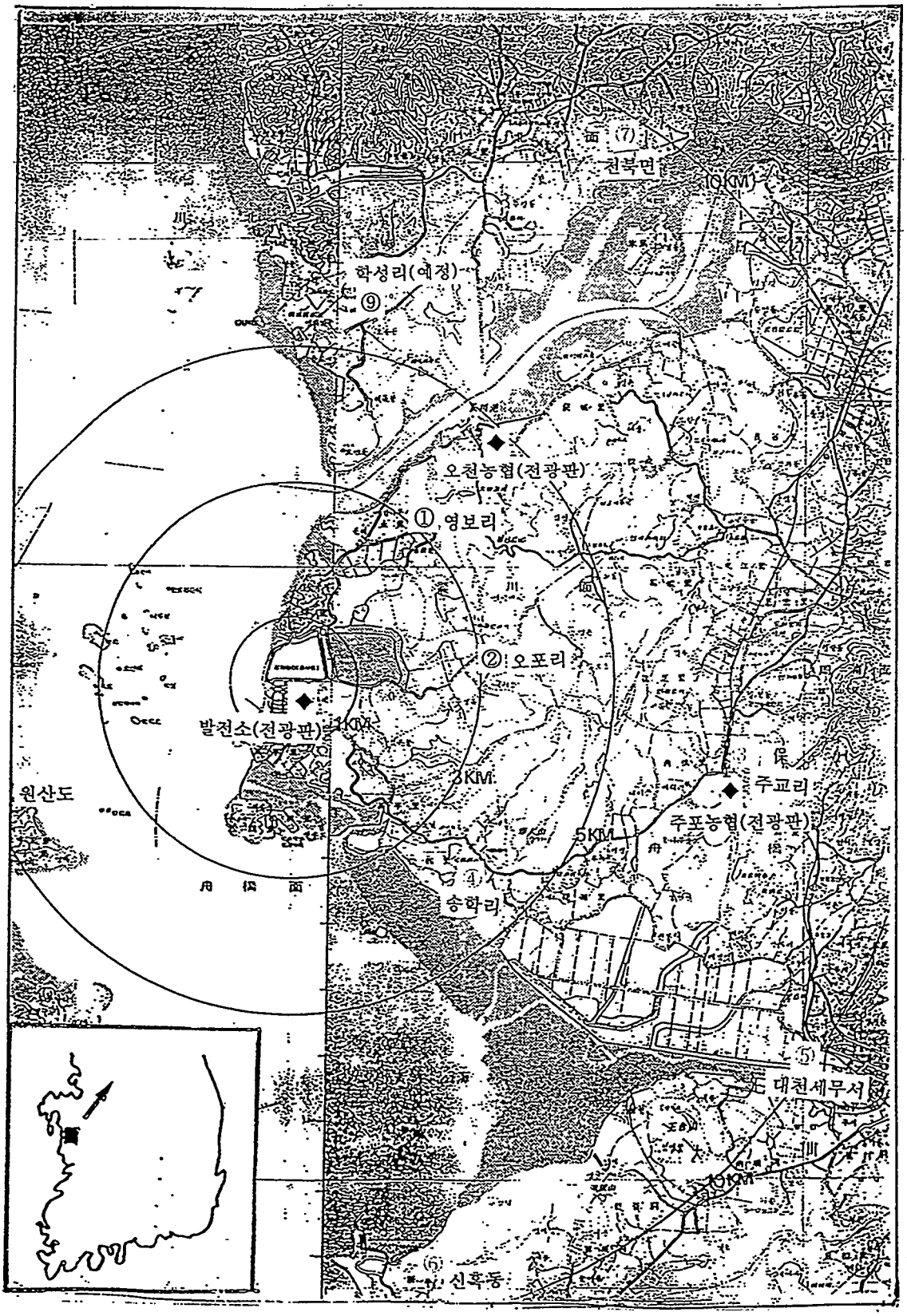


그림 2. 대기오염 측정소 위치도

3.3 대기오염 감시망 구축

3.3.1 대기오염 감시망 설치

본 연구에서 보령화력 발전소에 설치한 대기오염감시망 자료처리 시스템의 설치사진 및 대기오염감시망 구성도는 그림 3 및 4와 같다.

발전소 주변 9개 측정소의 대기환경농도와 기상 측정자료, 발전소 6개 호기의 stack 배출농도 측정자료 등은 RS-232C 인터페이스 방식과 전이중 전용선로를 이용한 2400bps의 전송속도로 Modem, Data Logger, DSD(Digital Sharing Device), Network Controller 등을 통해 중앙제어실에 수신될 수 있도록 구성하였으며, 중앙제어실의 측정 및 분석자료는 RS-232C 인터페이스 방식과 전이중 전용선로를 이용한 2400bps의 전송속도로 PC와 Modem를 통해 발전소 제 1, 2 화학부, 6개 호기 배전반, 발전소 주변 3개 지점 등에 전송될 수 있도록 하였다.

중앙제어실의 자료관리 PC에는 ENVICOM, ENVAID, REPORTⅡ 등의 Software를 설치하여 측정자료의 확인 및 분석과 더불어 실시간 또는 수시의 측정기기 상태파악 및 원격제어가 가능하도록 하였으며, 전광판 제어 PC에서는 6개 호기 배전반 및 발전소 주변 3개 지점에의 전광판에 전송되는 자료를 관리할 수 있도록 하였다. 또한 1kVA UPS(Uninterruptable Power Supply), 4,500kcal/hr 전기 냉난방장치 및 여분의 통신선로를 확보함으로써 시스템의 안정적 운영과 장래의 확장 가능성에 대하여 능동적으로 대처할 수 있도록 하였으며, 대형 Projector를 설치하여 감시망 운영에 대한 교육 및 홍보에도 편리하게 사용할 수 있도록 하였다.

제 1, 2 화학부 및 3~4호기 배전반 등에는 전용의 Software와 PC를 설치하여 발전소 주변 9개 측정소의 대기환경 농도와 기상 측정자료, 발전소 6개 호기의 stack 배출농도 측정 및 분석자료의 확인이 가능하도록 하였다. 또한 6개 호기 배전반에 설치한 전광판에서는 발전소 6개 호기의 stack 배출농도 측정자료 확인이 가능하도록 하였고, 발전소 주변 3개 지점의 전광판에서는 발전소 주변 9개 측정소의 대기환경농도 측정자료에 대한 확인이 가능하도록 하였다.

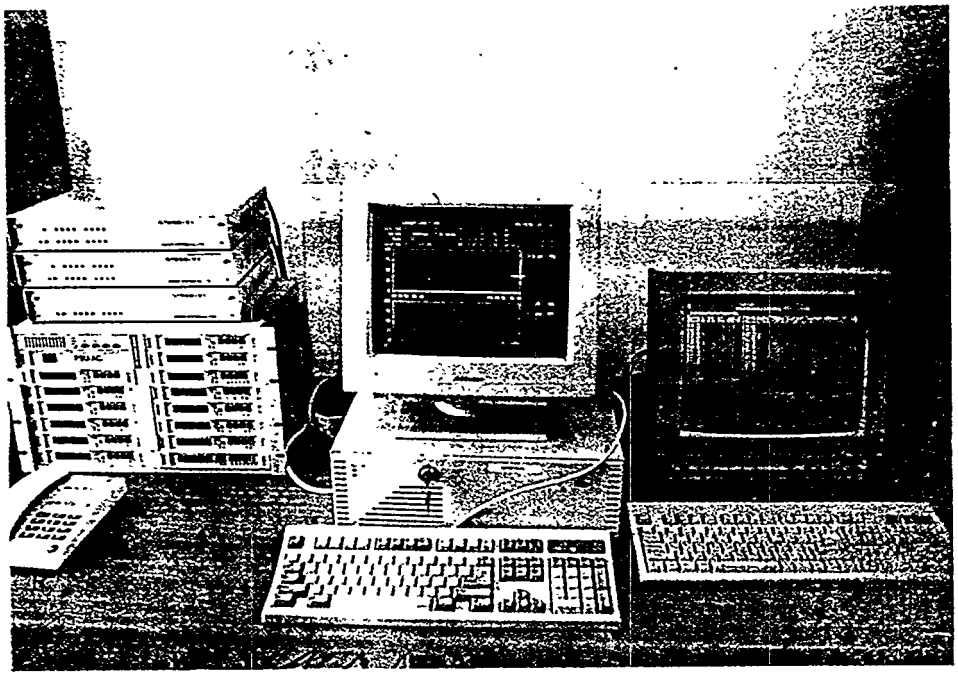


그림 3 보령화력 대기오염 감시망 자료처리 시스템 설치사진

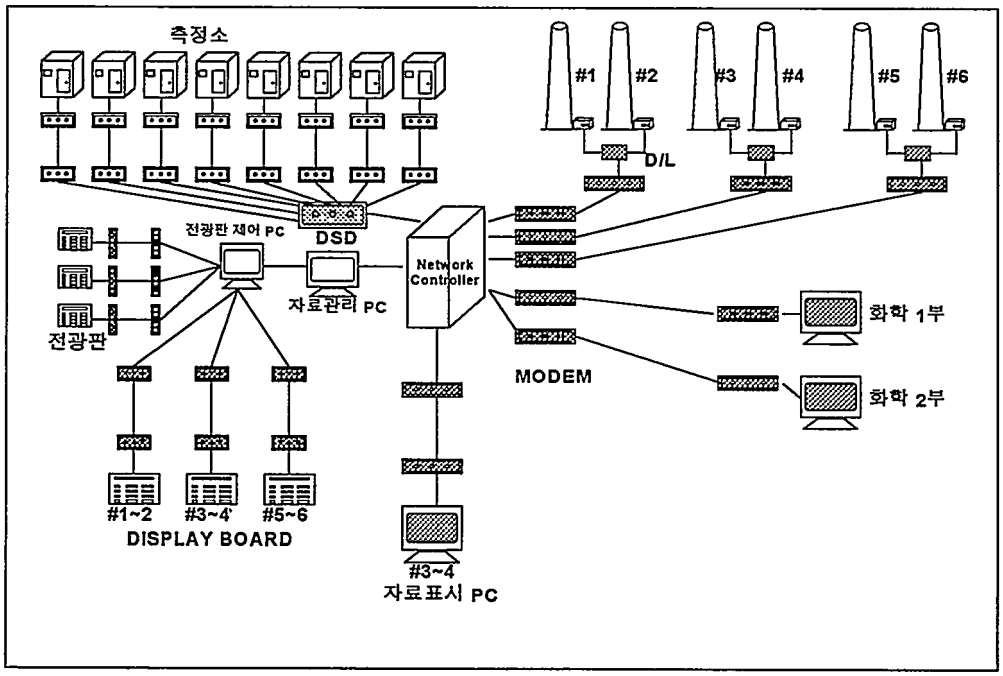


그림 4. 보령화력 대기오염 감시망 시스템 구성도

3.3.2 대기오염 측정소

대기오염 측정소 건물은 기존건물의 일부를 이용하는 경우, 단독 건물을 건축하여 이용하는 경우, 컨테이너를 설치하여 이용하는 경우 등 3가지 유형으로 나누어 볼 수 있다. 기존 건물의 일부를 측정소로 이용하는 경우에는 기존 건물의 구조에 따른 기기설치의 제약 등에 의한 시료채취 위치 선정의 어려움이 있다. 또한 목조 건물, 조립식 건물 및 콘크리트 건물과 같은 단독 건물을 건축하여 측정소로 이용하는 경우에는 다른 장소로의 이전 및 측정소 설치 허가와 관련된 사항에 있어 어려움이 있다. 그러나 콘테이너를 설치하여 측정소로 이용하는 경우에는 다른 장소로의 이전, 측정소 설치 및 설치허가, 방화대책 및 냉·난방 대책면에서 위의 두 경우에 비해 매우 유리하다. 본 연구에서는 장래의 측정위치 조정, 안전대책 및 유지관리의 효율성 등을 검토하여 1개소를 제외한 너머지 측정소는 모두 컨테이너형으로 설치하였다.

대기오염 감시망 측정소의 전기용량은 현재 설치장비의 용량과 장래의 장비 추가를 고려하여 최대 5kVA로 결정하였으며, 전압변동 또는 전기 과부하시의 장비 보호를 위하여 대기오염농도 측정장비, Modem 및 Data Logger 등은 AVR(Automatic Voltage Regulator)에 연결하였다. 또한 자동 온도 조절장치에 의해 각 측정소의 냉난방장치가 자동으로 작동될 수 있도록 하여 동·하절기의 측정소 실내온도 변화에 의한 대기오염 농도 측정장비의 측정오차를 최소화하였다.

측정소의 시료채취구는 주위의 건물이나 기타 설비로 부터 최대한 멀리 설치하여 주변 환경에 의한 영향을 최소화 하였으며, 시료채취는 대량의 시료를 흡입하여 각 측정기로 배분하는 방법을 채택하여 평균화된 시료채취가 가능하도록 하였다. 또한 기상탑 및 측정소는 1종접지, 측정기는 3종접지를 하였으며, 실내환기 Fan과 Vent를 설치하여 낙뢰 및 가스누출에 대한 안전대책을 강구하였다. 대기오염 감시망 설치 측정소별 측정항목은 표 2와 같다.

표 2 대기오염 감시망 설치 측정소 및 측정항목

측정항목 \ 측정소		영보 1	오포 2	주교 3	송학 4	궁천 5	신흑 6	낙동 7	원산 8	학성 9	발전소
아황산가스 (SO_2)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
질소산화물 (NOx)		1	1	1						1	
오존(O_3)		1	1	1						1	
분진 (TSP,PM10)	β-GAUGE SAMPLER		1	1					1		
	HI-VOL SAMPLER	1			1	1	1	1		1	
농도교정기 (CALIBRATOR)	MULTI	1	1	1						1	
	SINGLE				1	1	1	1	1		
기상측정기 (MET.)	FULL				1	1					
	SEMI	1	1	1			1	1	1	1	
고공기상관측장비											1

3.3.3 초기운영 자료분석

본 연구에서 구축된 대기오염 감시망은 초기 시험운영의 과정에서 기기의 불안정, 통신장애 및 기타 시스템 설계중 예측하지 못했던 이상현상 등이 발견되었는바 수많은 수리 작업을 통해 이를 해결하였다. 이러한 시험가동에서 얻어진 경험들은 향후 다른 발전소에서 대기오염감시망을 설치할 때 유용하게 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

시험가동 기간 동안 취득된 자료를 분석한 결과 발전소 배가스로 인한 주변의 영향은 전반적으로 미미한 것으로 나타났는데, 이를 요약하면 다음과 같다.

각 측정소에서 1996년 9월 및 10월 사이에 측정된 환경농도 자료는 SO_2 2.1~15.5ppb(24시간 평균), NO_2 23.9~51.8ppb(1시간 평균), O_3 50.8~109.2ppb(1시간 평균), TSP 35~149.5㎍/㎥으로 나타나 이들 각각의 환경 기준치 150ppb, 150ppb, 100ppb 및 300㎍/㎥을 훨씬 못미치는 값으로 나타났다. 다만 O_3의 경우는 이 기간

중 환경농도가 연평균 기준값 20ppb보다 높게 나타났는데 이런 경향은 발전소가 없는 다른 해안 지역에서도 비슷하게 나타나는 바 발전소 배가스의 영향으로 보기 어려우며, 이의 원인을 규명할 추가적인 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

4. 향후 활용 계획

본 대기오염감시망에서 취득되는 자료는 발전소 주변지역의 환경관리 자료로 이용하게 될 것이다. 환경농도 자료 및 기상자료는 대기오염 관련하여 발생하는 민원에 효과적으로 대응할 수 있는 최적의 객관적 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대되며, 이를 통한 민원 해결로 안정적인 발전 설비 운영에 기여할 수 있을 것이다. 또한 측정된 자료의 실시간 공개로 환경친화적 기업으로서의 우리 공사 이미지 제고에도 크게 기여하게 생각된다.

또 여기에서 얻어진 환경농도 자료들은 이미 사후 환경영향 평가 자료로 환경부에 보고되고 있는 중이며, 이후 계속 측정되는 자료들은 보령 복합화력 건설과 관련해 요구되는 각종 환경보고서들에도 인용될 예정이다. 보령 화력발전소의 TMS 운영은 향후 구축될 여타 발전소의 환경관리 TMS 구축에 설치 기술 및 운영 Know-How를 제공하는 원천으로서도 그 역할을 계속하게 될 것이다.

본 시스템의 구축이 갖는 다른 한 의의는 본 시스템이 단순히 발전소 주변의 대기오염물질 농도를 측정 평가하도록 계획되어진 것이 아니라 기상 및 배출원 자료를 포함한 대기 오염확산 예측 모델의 모든 입력 자료들을 제공할 수 있도록 체계적으로 구성되어 있다는 점이다. 이런 목적에서 각 측정소들은 모델 검증 자료를 제공할 수 있도록 발전소를 중심으로 반경 10㎞의 반원상에 9개가 위치하는 것은 물론 이들의 배경농도를 평가함으로써 발전소 배출원의 영향을 평가할 수 있도록 설계되었기 때문에 국내 실정에 맞는 한국형 대기오염 확산 모델 개발을 위한 자료들을 본격제공할 수 있는 국내 최초의 체계적 대기오염 감시망이라고 말할 수 있다.

대기오염 측정망의 운영은 그 설치에서부터 운전, 유지, 보수에 이르기까지 경제

적인 측면이 항상 고려되어야 하지만 아직까지 환경오염 측정소 설치와 관련해서 자료획득의 유효성 및 경제성등을 고려한 체계적 설치 기준이 제시되어 있지 못하다. 따라서 전력연구원에서는 본 시스템을 운영하면서 얻어지는 자료를 바탕으로 경제성, 취득자료의 유효성 등을 고려한 측정소 설치 기준에 대하여 연구를 계속할 예정이다.

SUMMARY

Development of an Integrated Air Quality Management System
for the Large-capacity Coal-fired Power Plants

The main purpose of this study was to construct an integrated air pollution monitoring network(APMN) at the Boryong Thermal Power Plant site. In general, construction and operation of high level APMN has been regarded to be very costly and to require sufficient manpower and skill. Therefore, it has been highly recommended that in the the planning stage a careful consideration should be given to its system optimization in terms of cost and benefit analysis, particularly to deciding appropriate numbers of the air pollution monitoring stations(APMS) and their sitings. In this sense, the presenting study would serve as a model case which dramatically showed the importance of the preliminary investigation in such decision making.

From the planning stage, it was aimed that the APMN to be constructed at the Boryong Power Plant should satisfy not only the general specifications of the Telemetring System(TMS) for ambient air quality monitoring, but also such strict specifications of an research purpose APMN. Since the power plant is located at the western coast of Korea penninsular where environmental factors like complex terrain and strong land sea breeze are dominant characteristics, application of typical air pollution dispersion modelling was thought not so effective and reliable if a long-term rigorous study hadn't been carried out. Hence, the APMN for the Boryong Power Plant was designed to simultaneously generate quality data of the stack emissions, ambient air qualities as well as

meteorological data at the designated sites within the radius of 10 Km from the power plant.

For siting the air pollution monitoring stations(APMS) and determining appropriate numbers of them, four different approaches were applied; extensive field survey, meteorological data anaysis, dispersion modelling and wind tunnel experiments. After analyzing those results obtained from such different disciplines, 9 APMS sites were selected and facilities of ambient air pollution and meteorological measurements were installed at each site. Analyzers for sulfur dioxide, nitrogen oxides, ozone, and PM10 or total particulates were installed at the 3 stations and only analyzers for sulfur dioxide and particulates were installed at all the other stations. In addition to the 9 APMS, a doppler meter(SODAR, sound detection and ranging) was installed in order to continuously monitor the wind direction and speed upto 1500 meter from the ground.

Ambient air pollution and meteorological data were transmitted through the phone lines via modems and collected at the control center located in the main administrative building of Boryong Power Plant. Source emission data were collected from the 6 stacks and also sent to the control center. The function of main computer was assigned to process, store, and print all the data it has acquisited, send current ambient concentrations of air pollutants to the electric billboard installed at three different locations where the local people can easily recognize, and also send the data to the several designated computer terminals. In addition to these, the main computer has the capabilities of remote control as well as diagnostics of all the gas analyzers.

Many obstacles such as difficulties of negotiating with the local people who own the lands for APMS installation and getting the land use permits from the local government, delay of import and installation of TMS facilities, and frequent

malfunctions of many accessory devices during APMS construction and test operation, particularly in the data transmission and data acqusition system part, had made the construction work quite longer than the period it was planned at the planning stage of this project. However, all the hurdles were finally overcome and after several months test period the system seems to work as originally planned. In the presenting report, these all efforts devoted for constructing and test operating the advanced APMN system were described and the manuals and guidelines of APMN construction and operation were included.

목 차

요약문 ····· 3

제 1 장 서론 ····· 31
제 1 절 연구의 목적 ····· 33
제 2 절 화력발전소 대기오염 감시망 설치의 기본 조건 검토 ····· 35
1. 대기오염 감시망 설치의 일반조건 ····· 35
2. 보령화력 대기오염 측정소 위치 및 측정항목 선정 절차 ····· 37
제 3 절 발전소 주변의 일반현황 ····· 40
1. 입지 현황 ····· 40
2. 발전소 현황 ····· 40

PART A. 대기오염 측정소의 위치선정

제 2 장 보령화력 발전소 지역 기상분석 ····· 47
제 1 절 국지기상 - 보령기상 측정소의 30년 평균 기후 자료 이용 ····· 49
1. 기온 ····· 49
2. 강수량 ····· 50
3. 바람 ····· 50
4. 상대습도, 일조량, 증발량 ····· 54
5. 현상일수 ····· 54
제 2 절 부지기상 - 보령 화력 발전소 ····· 55
1. 바람 ····· 55
2. 안정도 ····· 61
3. 대기 혼합고 ····· 63
제 3 절 보령 화력 발전소 기상 자료의 문제점 ····· 65

제 3 장 보령화력 주변지역 지형모델에 의한 대기확산 풍동실험 ····· 67
제 1 절 서론 ····· 69
1. 연구의 목적 및 의의 ····· 69
제 2 절 대기유동과 풍동실험의 상사성 ····· 71
1. 풍동실험의 일반적 상사법칙 ····· 71
2. 오염물질의 대기확산 풍동실험에 대한 상사법칙 ····· 74
제 3 절 실험장치 및 방법 ····· 75
1. 풍동 ····· 75
2. 경계층 생성장치 ····· 76
3. 모형제작 ····· 79
4. Instrumentation ····· 83
제 4 절 실험결과 및 토의 ····· 84
제 5 절 결론 ····· 97
제 4 장 확산모의 실험 ····· 99
제 1 절 1차 모델 선정 - MPTDS ····· 104
1. 1차 선정 모델의 특징 ····· 104
2. MPTDS 모델의 원리 ····· 105
3. 입력자료 ····· 111
4. 결과 ····· 112
제 2 절 복잡지형 확산모델의 적용 ····· 120
1. 지형효과 고려 방법 ····· 120
2. 모델적용 방법 ····· 122
3. 입력자료 ····· 124
4. 결과 ····· 126
제 3 절 결론 및 검토 ····· 133
제 5 장 대기오염 측정소 위치 선정 ····· 141

1. 대기오염 측정소 후보지 선정 ····· 143
2. 대기오염 측정소 선정결과 ····· 145

PART B. 대기오염 감시망(TMS)의 설치 및 운영

제 6 장 대기오염 감시망 구축 ····· 153
제 1 절 감시망 구성기기 선정 ····· 155
1. 환경대기 중 오염물질 측정기기 선정 및 사양 ····· 155
2. 기상측정기기의 선정 및 사양 ····· 174
3. 자료 수집 및 처리 시스템 ····· 179
제 2 절 감시망 설치 및 운영 ····· 193
1. 감시망 설치 ····· 193
2. 감시망 운영 ····· 198
제 3 절 감시망 운영의 문제점 ····· 205
1. ENVICOM ····· 205
2. 측정소 건물 ····· 208
3. 측정소 설비 ····· 208
4. DATA LOGGER ····· 209
제 7 장 초기관측 자료분석 ····· 219
제 1 절 대상 자료의 선정 ····· 221
제 2 절 기상 자료 분석 ····· 222
1. 측정소별 기상자료 ····· 222
2. 기상 자료에 근거한 안정도 분류 ····· 261
제 3 절 고공 기상 관측자료 ····· 271
1. 대상 자료의 선정 ····· 271
2. SODAR 측정자료의 일례 ····· 272

제 4 절 환경농도 자료 ····· 279
1. 배출원 자료 ····· 279
2. 아황산가스(SO_2)농도 자료 ····· 282
3. 질소산화물(NO_X)농도 자료 ····· 300
4. 오존(O_3)농도 자료 ····· 318
5. 먼지(TSP)자료 ····· 328
제 8 장 향후 운영 계획 ····· 339
제 9 장 결론 ····· 345
부록 A. 분석장비 사용설명서 ····· 353
부록 B. 분석장비 CHECK LIST ····· 422
부록 C. 대기오염감시망 측정소 전경 및 측정기기 설치모습 ····· 431
부록 D. 통신프로그램 사용설명서 ····· 450
부록 E. 대기오염 감시시스템 기기명세서 ····· 509

그 림 목 차

그림 1-1. TMS 설치의 절차 ····· 39
그림 1-2. 보령화력 발전소 주변지형도 ····· 42
그림 1-3. 보령화력 발전소 주변 3차원 지형도 ····· 43
그림 2-1. 보령지역의 30년간 월별 풍배도 ····· 51
그림 2-2. 보령화력 발전소 부지의 계절별 풍속 등급의 발생빈도 ····· 56
그림 2-3. 1992년 보령화력 발전소 부지의 월별 풍배도 ····· 57
그림 2-4. 1992년 보령화력 발전소 부지의 계절별 안정도 발생빈도 ····· 62
그림 3-1. 풍동 실험장치의 개략도 ····· 77
그림 3-2. 축척 50000 : 1 지도상에서 실험 영역 ····· 81
그림 3-3. 풍향에 따른 농도 측정점 ····· 82
그림 3-4. 측정기기의 구성 ····· 84
그림 3-5. 풍동 경계층 평균 유속의 수직분포 ····· 88
그림 3-6. 풍동 경계층 난류강도의 수직분포 ····· 88
그림 3-7. 풍동 경계층 평균 유속과 난류강도의 수직분포 측정 예 ····· 89
그림 3-8. 평판 표면에서 가까운 부분의 Power Spectrum ····· 90
그림 3-9. 평판 표면에서 비교적 떨어진 부분의 Power Spectrum ····· 90
그림 3-10. 중립조건에서 Spectrum에 대한 현장 실험 curve ····· 91
그림 3-11. 평판에서의 확산 특성 측정치에 의한 등농도 곡선 ····· 92
그림 3-12. 평판에서의 확산특성-Plume 중심선에서의 농도변화 ····· 92
그림 3-13. 북서풍이 불 때 바람이 불어가는 방향의 지형 입체도 ····· 93
그림 3-14. 북서풍이 불 때 바람이 불어가는 방향의 지형 평면도 ····· 93
그림 3-15. 북서풍이 불 때 3개의 연돌로부터 배된 추적자의 확산특성 ····· 94
그림 3-16. 북서풍이 불 때 6개의 연돌로부터 배된 추적자의 확산특성 ····· 94
그림 3-17. 서풍이 불 때 바람이 불어가는 방향의 지형 입체도 ····· 95
그림 3-18. 서풍이 불 때 바람이 불어가는 방향의 지형 평면도 ····· 95

그림 3-19. 서풍이 불 때 3개의 연돌로부터 배출된 추적자의 확산특성 ···· 96
그림 3-20. 서풍이 불 때 6개의 연돌로부터 배출된 추적자의 확산특성 ···· 96
그림 4-1. MPTDS 모델을 이용한 안정도 변화와 풍속의 변화에 따른 SO_2의 오염 농도 분포 (㎍/㎥) ····· 114
그림 4-2. 고도의 변화에 따른 오염농도 분포 ····· 116
그림 4-3. MPTDS 모델에 의한 SO_2 농도 분포 (㎍/㎥) ····· 119
그림 4-4. 보령화력 발전소 주변의 지형조건 ····· 124
그림 4-5. 보령 기상 측정소의 1991~1995년 연평균 계절별 풍배도 ···· 125
그림 4-6. 연평균 기온 12℃, 여름 23℃, 겨울 0℃ 일 때, Screen 분석에 의한 풍하거리별 SO_2 지표면 농도 ····· 127
그림 4-7. ISCLT3 모델을 이용한 보령화력 발전소 배출량에 의한 계절별 평균 농도 분포 ····· 135
그림 4-8. RTDM 과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동 방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기 중심선의 이동 모습(안정도 C) ····· 136
그림 4-9. RTDM 과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동 방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기 중심선의 이동 모습(안정도 F) ····· 137
그림 4-10. RTDM 과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동 방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기 중심선의 이동 모습(안정도 D) ····· 138
그림 4-11. RTDM 과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동 방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기 중심선의 이동 모습(안정도 F) ····· 139
그림 5-1. 대기 오염 측정소 예정 위치도 ····· 144
그림 5-2. 대기 오염 측정소 위치도 ····· 147
그림 6-1. API Model 100 SO_2 Analyzer의 계통도 ····· 161
그림 6-2. API Model 200 NOx Analyzer의 계통도 ····· 167
그림 6-3. API Model 400 O_3 Analyzer의 계통도 ····· 169
그림 6-4. Graseby Anderson Model SAUV-2H(TSP)의 계통도 ····· 171

그림 6-5. Graseby Anderson Model SAUV-2H(PM-10)의 계통도 ····· 171
그림 6-6. Wedding & Associates, Inc.의 Model BG-APS ····· 172
그림 6-7. 자료수집 및 처리시스템 기본 구성도 ····· 180
그림 6-8. 병렬 데이타 전송 ····· 183
그림 6-9. 직렬 데이타 전송 ····· 183
그림 6-10. 보령화력 대기오염 감시망 자료처리 시스템 설치사진····· 194
그림 6-11. 보령화력 대기오염 감시망 시스템 구성도 ····· 194
그림 6-12. 측정소 전경 및 측정기기 설치모습 ····· 197
그림 6-13. ENVICOM 주화면 ····· 198
그림 6-14 ENVAID 주화면 ····· 201
그림 6-15. REPORT 주화면 ····· 203
그림 7-1. 9월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍향 변동 ····· 228
그림 7-2. 10월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍향 변동 ····· 232
그림 7-3. 9월 중 각 측정소에서 관측된 풍향의 일변화 패턴 ····· 237
그림 7-4. 10월 중 각 측정소에서 관측된 풍향의 일변화 패턴 ····· 241
그림 7-5. 9월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍속 변동 ····· 245
그림 7-6. 10월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍속 변동 ····· 249
그림 7-7. 9월 중 각 측정소에서 관측된 풍속의 일변화 패턴 ····· 253
그림 7-8. 10월 중 각 측정소에서 관측된 풍속의 일변화 패턴 ····· 257
그림 7-9. 영보리 측정소에서 9월 13일 관측된 풍향 및 풍속의 시간별 변화추이 ····· 258
그림 7-10. 각 측정소의 9월 풍배도 ····· 266
그림 7-11. 각 측정소의 10월 풍배도 ····· 270
그림 7-12. 1996년 11월 1일 0시 15분에 측정된 보령화력 상층의 기상자료 ····· 273
그림 7-13. Backscatter Table의 일례 ····· 275

그림 7-14. 시간에 따른 혼합고 변화 ····· 276
그림 7-15. Backscatter Echogram의 일례 ····· 277
그림 7-16. Backscatter Echogram에 따른 연기의 확산형태 ····· 278
그림 7-17. 9월 중 10분평균 아황산가스 농도의 시간에 따른 변화 ····· 286
그림 7-18. 10월 중 10분평균 아황산가스 농도의 시간에 따른 변화 ····· 290
그림 7-19. 9월 중 24시간평균 아황산가스 농도의 변화 ····· 294
그림 7-20. 10월 중 24시간평균 아황산가스 농도의 변화 ····· 298
그림 7-21. 9월 중 10분평균 NO농도의 변화 ····· 302
그림 7-22. 10월 중 10분평균 NO농도의 변화 ····· 304
그림 7-23. 9월 중 1시간평균 NO농도의 변화 ····· 306
그림 7-24. 10월 중 1시간평균 NO농도의 변화 ····· 308
그림 7-25. 9월 중 10분평균 NO_2 농도의 변화 ····· 311
그림 7-26. 10월 중 10분평균 NO_2 농도의 변화 ····· 313
그림 7-27. 9월 중 1시간평균 NO_2 농도의 변화 ····· 315
그림 7-28. 10월 중 1시간평균 NO_2 농도의 변화 ····· 317
그림 7-29. 9월 중 10분평균 O_3 농도의 변화 ····· 321
그림 7-30. 10월 중 10분평균 O_3 농도의 변화 ····· 323
그림 7-31. 9월 중 1시간평균 O_3 농도의 변화 ····· 325
그림 7-32. 10월 중 1시간평균 O_3 농도의 변화 ····· 327
그림 7-33. 9월 중 10분평균 TSP 농도의 변화 ····· 331
그림 7-34. 10월 중 10분평균 TSP 농도의 변화 ····· 333
그림 7-35. 9월 중 24시간평균 TSP 농도의 변화 ····· 335
그림 7-36. 10월 중 24시간평균 TSP 농도의 변화 ····· 337
그림 8-1. 보령화력 TMS 향후 운영계획 ····· 342

표 목 차

표 1-1. 보령화력 발전소 사용연료의 성상 ····· 41
표 2-1. 보령지역의 30년 평균 기온 ····· 50
표 2-2. 보령지역의 30년 평균 강수량 ····· 50
표 2-3. 보령지역의 30년 평균 상대습도 ····· 54
표 2-4. 보령지역의 30년 평균 일조시간 ····· 54
표 2-5. 보령지역의 30년 평균 증발량 ····· 54
표 2-6. 보령 기상 측정소 및 발전소 부지의 월평균 풍속 ····· 55
표 2-7. 보령화력 발전소의 혼합고 측정 결과 ····· 63
표 2-8. 1992년 보령화력 발전소 기상자료의 오차율 ····· 66
표 3-1. 기하학적 상사 변수 ····· 79
표 3-2. 실제 발전소와 모델에서의 Plume Rise 조건 ····· 80
표 4-1. 복잡지형 확산모델의 특징 ····· 103
표 4-2. 보령화력 발전소의 배출량 및 연돌 조건 ····· 112
표 4-3. Screen 모델에 이용되는 안정도별 풍속 ····· 123
표 4-4. 계절별 대기 안정도의 발생빈도 및 평균기온 ····· 125
표 4-5. 보령화력 발전소 부지에서 안정도별 혼합고 ····· 126
표 4-6. Screen 모델에 의한 SO_2와 분진의 최대 오염농도 및 기상조건 ····· 128
표 4-7. ISCLT3 모델에 의한 SO_2와 분진의 계절별 최대 오염농도 및 위치 ····· 129
표 4-8. 여름철 남서풍 조건과 북서풍 조건에서 대기 안정도별 발생빈도 및 각 안정도별 평균 풍속, 평균 기온 ····· 130
표 4-9. RTDM과 ISCLT3의 안정도별 풍속지수 ····· 132
표 4-10. 복잡지형 확산 모델을 이용한 SO_2와 분진의 최대 오염농도와 오염원으로부터의 거리 ····· 132
표 5-1. 풍동실험 및 대기확산 모의 결과 ····· 143
표 5-2. 대기오염 측정소 선정 위치 ····· 146

표 6-1. DASIBI 및 API 측정장비의 성능비교 ····· 160
표 6-2. DASIBI 및 ODESSA Data Logger의 차이점 비교 ····· 185
표 6-3. 대기오염 감시망 설치 측정소 및 측정항목 ····· 196
표 7-1. 보령화력 대기오염 감시망 초기 측정자료의 유효 측정일수 ····· 221
표 7-2. 각 측정소의 배출원에 대한 상대 위치 ····· 222
표 7-3. 각 측정소에서 측정된 9월 기상자료의 월 평균값 ····· 224
표 7-4. 각 측정소에서 측정된 10월 기상자료의 월 평균값 ····· 233
표 7-5. 풍속등급의 분류기준 ····· 259
표 7-6. 풍향의 분류기준 ····· 260
표 7-7. Pasquill의 대기 안정도 분류 ····· 261
표 7-8. 수형방향의 풍향의 표준편차 및 온도구배에 따른 안정도 구분 ····· 262
표 7-9. 각 측정소의 안정도 등급 평가 결과 ····· 262
표 7-10. SODAR 자료를 이용한 안정도 분류기준 ····· 274
표 7-11. 보령화력 발전소 대기오염물 배출원 자료 (1996. 9)····· 281
표 7-12. 9월 중 24시간 평균 SO_2 농도 자료의 통계량 ····· 282
표 7-13. 10월 중 24시간 평균 SO_2 농도 자료의 통계량 ····· 299
표 7-14. 9, 10월 중 1시간 평균 NO 농도 자료의 통계량 ····· 300
표 7-15. 9, 10월 중 1시간 평균 NO_2 농도 자료의 통계량 ····· 309
표 7-16. 9, 10월 중 1시간 평균 O_3 농도 자료의 통계량 ····· 319
표 7-17. 9, 10월 중 24시간 평균화 시간에 대한 TSP 자료의 통계량 ····· 328

제1장 서 론

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 목적

최근 몇 년간 우리나라 전력수요 성장률은 매년 10%를 넘어서는 급신장 추세를 보이고 있다. 이에 대응하기 위해 우리 공사는 전력설비의 신설 및 기존설비의 운영 효율화를 위해 진력하고 있으며, 이와 관련하여 기저부하를 담당할 신규 대형 석탄 화력발전소의 건설과 기존 발전소에의 추가 호기 도입을 적극 추진하고 있다. 그러나 이런 화력발전소의 신규건설 및 발전용량 증대는 보다 양질의 환경권을 요구하는 인근 주민들의 요구와 맞물려 이제까지 심각하게 제기되지 않았던 발전소 주변 지역의 대기오염 관련 민원을 야기시켜 지역 주민들과 발전소 사이에 마찰을 초래하며, 발전설비의 안정적 운영을 위협할 가능성을 증대시키고 있다.

이런 민원발생의 소지를 배제하기 위해서는 근본적으로 오염물질 정화설비에의 시설투자가 이루어져 오염물질 방출을 원천 차단해야 한다. 이를 위해 우리 공사에서는 배연탈황설비를 설치 중에 있으며, 전기집진기의 효율을 개선하고, 회처리장, 석탄야적장 등 다양한 대기오염물질 발생원에 대한 관리를 철저히 하는 등 다각적인 노력을 기울이고 있다. 한편 이러한 노력에도 불구하고 발전소에서 불가피하게 배출될 수 밖에 없는 대기오염물질에 대해서도 적절한 관리가 필요하다. 발전소 주변의 대기오염 상황을 상시 감시하고 이에 따라 발전소 운영을 조절하는 등 대책을 세우는 것이 요구되는 것이다. 실제로 선진국의 많은 화력발전소에서는 이런 대기질 관리법의 일환으로 지난 70년대부터 종합 대기환경 감시망(Integrated Air Quality Management System)을 운영 중에 있다.

본 연구는 보령화력발전소를 대상 발전소로 하여 이러한 대기오염 측정망을 구성하고 이 측정망에 연돌 오염물질 측정설비와 기상 계측기를 연계시켜 종합적인 대기환경감시망을 설치하는 것을 목적으로 하였다. 환경관련 민원이 발생하는 원인 중의 하나는 환경 관련 자료의 비공개와 자료의 불신으로 돌려질 수 있는 바, 발전소의 원활한 운영과 우리 공사의 양질의 환경질 유지를 위한 노력의 홍보차원에서는 정확

하고 신뢰성 있는 환경자료의 공개는 필수적이다. 대기환경 감시망의 개발은 24시간 상시 환경농도를 감시하면서 그 측정값을 실시간으로 제공함으로써 인근 지역 주민들에게 우리 공사의 환경질 개선을 위한 환경친화기업으로서의 이미지 제고에 일익을 담당하게 할 것이다. 이와 동시에 다른 화력발전소에 종합 대기환경 감시망을 도입할 때 모범적인 사례로 활용할 수 있다. 또한 본 시스템은 국내 최초로 대기오염 확산모델 개발을 위한 기본자료를 제공할 수 있을 정도의 측정소와 측정항목들로 구성되어 있는바 여기에서 얻어지는 자료가 바탕이 되어 한국형 대기오염 모델 개발의 기반을 제공할 수 있을 것이다.

제 2 절 화력발전소 대기오염 감시망 설치의 기본조건 검토

전 세계적으로 화력발전소는 아황산가스, 분진, 질소산화물 등의 각종 대기오염물질을 배출하는 중요한 오염원으로 간주되기 때문에 발전소 주변에 대기오염 감시망을 설치하는 것이 바람직한 추세로 되어 있다. 우리 공사도 금세기 중에 대부분의 화력발전소들에 대기오염 감시망을 설치하여야 할 것으로 기대되는데, 이러한 점에서 본 연구는 우리 공사가 향후 각 발전소에 설치하고자 하는 대기오염 감시망의 표준안으로 활용할 수 있을 것이다.

화력발전소 주변의 대기환경 관리를 위해서 요구되는 대기오염 감시망의 일반적인 사항을 정리하면 다음과 같다.

1. 대기오염 감시망 설치의 일반조건

화력발전소에 설치되는 대기오염 감시망은 일반적으로 다음과 같은 요건은 충족시킬 수 있어야 한다.

첫째, 발전소 일원에서 발생하는 대기오염의 상황을 상시 감시할 수 있으며 얻어진 데이터를 정리된 형태로 본사는 물론 환경부에 자동 통보할 수 있는 시스템이 되어야 한다. 발전소 주변의 대기오염 상황을 지역 주민들에게 알려주기 위해서 필요한 경우 대형 전광판에 대기오염 상태가 표시되도록 할 수도 있다.

둘째, 전 국토를 대상으로 환경 감시망을 설치 운영하고 있는 선진국들의 상황과는 달리 우리나라에서는 앞으로도 상당한 기간동안 화력발전소 주변의 대기오염 감시 업무가 자체적으로 수행되어야 할 것으로 전망되기 때문에 우리 공사는 이 업무의 원활한 추진을 위해서 표준형 대기오염 감시망 규격과 설치방법을 확립하는 것이 필요하다.

우리 공사가 필요로 하는 대기오염 감시망은 시스템 운영의 신뢰도가 높고, 보수와 유지가 용이하며, 시스템의 조작이 간단하여 담당자가 최소한의 교육으로 이를 운영할 수 있어야 한다. 물론 현실적으로 이런 요건을 모두 충족시킬 수 있는 시스

템을 개발하기가 용이한 것은 아니지만, 시스템을 구성할 때 경제성보다는 위와 같은 기본적인 요건을 충족시킬 수 있는지의 여부가 보다 중요한 결정 요소가 되어야 할 것으로 판단된다.

셋째, 대기오염 감시망의 설치와 운영은 현재의 대기오염 상황을 보여줄 수 있을 뿐만 아니라 앞으로 예상되는 발전소 주변의 대기오염 상태도 예측할 수 있는 기능을 가져야 한다. 이러한 기능은 대기오염 감시망 운영 소프트웨어에 대기오염 확산 예측 프로그램을 연계함으로서 가능한데, 특히 오염물질 배출자가 운영하는 감시 시스템에는 이런 기능이 반드시 포함되어야 한다고 생각된다.

한편, 보령화력발전소에 설치한 대기오염 감시망은 위에서 언급한 것과 같은 일반적인 요건을 충족시켰을 뿐만 아니라 보령화력발전소에서 요구되는 사항들 또한 가능한 한 고려해서 설치하였다. 본 연구에서 고려된 보령화력발전소 대기오염 감시망 설치시의 요구 사항은 다음과 같다.

(1) 지역 주민들의 요구사항을 적극 수용할 것 : 대기오염 감시망을 우선적으로 보령화력 주변 지역에 설치하는 것은 일차적으로 보령화력 5, 6호기 환경영향평가시 제기되었던 주민들의 요구사항을 수용하여 주민과의 약속사항을 지키는 데에도 의의가 있을 뿐만 아니라 이를 설치 운영하는 것이 장기적으로 원활한 발전소 가동을 꾀하는데 도움이 되고, 또한 21세기를 앞두고 지속적으로 강화된다고 예고된 바 있는 대기오염 배출규제와 주변 대기환경 농도규제에 대해 우리 공사가 능동적으로 대처하기 위한 수단이라는 점에 있다. 이러한 점을 감안하여 보령화력에 설치되는 대기오염 감시망의 규격 선정시에는 풍부한 확장성을 최우선적으로 고려하였다.

(2) 국지적인 대기오염 악화로 인해 발생할지도 모르는 민원 문제에 대비하여 대기오염도 측정소의 위치를 선정할 것 : 보령화력의 경우 우리나라 최대 규모의 화력발전소 단지로서 1, 2호기만이 가동될 때의 과거와는 달리 이제는 국지적인 대기오염 악화로 농작물에 피해가 있을 수 있는 가능성이 적지 않다고 보여진다. 본 연구에서는 이런 점을 감안해서 특히 대기오염 측정소의 위치선정에 최선을 다하였다.

(3) 배연탈황설비 운영 필요성 결정의 평가자료를 획득할 수 있는 시스템으로 구성할 것 : 보령화력은 우리나라 최대 규모의 석탄 발전소로 배연탈황설비가 설치 중에 있는 바, 만약 발전소 가동이 아무런 대기오염 문제도 야기시키지 않는다고 판단

된다면 배연탈황설비를 운영할 필요가 없거나 있더라도 그 규모를 축소시킬 수 있을 것이다. 따라서 대기오염 감시망의 구성에서 이런 판단자료를 획득할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

(4) 중국으로부터의 대기오염물질 이동을 적절히 감시할 수 있을 것 : 보령화력은 서해안에 위치하여서 중국으로부터 날아오는 대기오염물질의 영향도 발전소 가동에 의한 영향이라는 비난을 받을 가능성이 있다. 이 경우에 대기오염 감시망을 설치, 운영하면 중국으로부터의 영향 정도와 발전소 가동에 의한 영향 정도를 정확히 평가할 수 있어 대기오염에 의한 피해의 모든 책임을 발전소가 지는 것을 예방할 수 있을 것으로 생각되는데 이런 점도 대기오염 감시망 설치에 고려되어야 하는 사항이라고 하겠다.

(5) 대기오염 확산모델 개발을 위한 자료 제공이 가능하도록 구성할 것 : 현재 국내에선 환경영향평가 및 특정 지역의 오염예측을 위해서 UNAMAP(User Network for Applied Modeling of Air Pollution)계열의 여러 대기 오염모델이 사용되고 있다. 그러나 이들 모델은 Gaussian 확산이론식을 근거로 하고 있으며 일부 지형 보정에 대한 고려도 하고 있긴 하지만 근본적으로 확산 현상이 지형 및 기상에 따라 현저히 달라지기 때문에, 이 식에 관련된 입력 변량들이 우리나라의 지형 및 기상과 상이한 환경에서 유도되었으므로 이 식을 사용한 예측 농도의 정확성에 다소의 논란이 야기될 수도 있다. 따라서 본 시스템은 한국형 대기오염 모델을 개발할 수 있는 입력자료들을 제공하고 이에 근거한 모델 개발 작업을 수행할 수 있도록 구성하였다. 특히 대형 화력발전소 주변에 대기오염 측정망을 구성함으로써 오염물질 배출원의 특성을 명확히 규정지을 수 있고, 주변의 복잡지형의 영향을 고려할 수 있도록 하며, 해안의 기상변화 등을 고려할 수 있도록 하였다.

2. 보령화력 대기오염 측정소 위치 및 측정 항목 선정 절차

지금까지 언급한 갖가지 고려 사항들을 검토하여 본 연구에서는 보령화력발전소에 설치되는 대기오염 감시망 측정소 위치를 선정하였다. 측정소 위치를 구체적으로 선정하는 데에 있어서는 이제까지 얻어진 보령화력 주변 지역의 기상자료들를 이용하여 오염물질의 확산 방향과 범위를 일차적으로 검토하였다. 이어서 여러차례 현지를

답사하여 측정소 예정지점을 선정하였다.

그런데 이러한 과정에서 이 지역의 지형 특성에 대한 정밀한 검토가 있지 않고서는 합리적인 측정소 위치선정이 어려울 것이라는 판단이 내려졌다. 그 이유는 이 지역의 지형이 복잡하고 기상 특성도 다양하여 일반적인 기상현상에 대한 고려나 일반적인 대기오염 확산모델링에 의한 고려만으로는 이 지역의 전반적인 대기오염 확산 분포를 예측하는 데에 불확실성이 너무 높다고 생각되었기 때문이다. 바로 이런 맥락에서 본 연구에서는 보령화력 주변 지형의 축소모형을 제작하여 풍동실험을 시행하였다.

보령화력 주변의 대기오염 상황을 파악할 수 있는 다른 한 수단으로 본 연구에서는 이 지역을 대상으로 대기오염 모사를 수행하였다.

결국, 대기오염 측정소 위치의 합리적인 선정을 위해서 본 연구에서는 이제까지 전력연구원이 보령화력 주변 지역을 대상으로 연구를 수행하면서 축적했던 발전소 주변 지역에 대한 체험적 경험, 발전소 주변 지역의 기상 특성, 지형 특성을 반영한 풍동실험 결과, 그리고 대기오염 모사 결과 등을 종합적으로 검토하였다.

대기오염 감시망에서 감시 대상으로 삼는 측정항목의 선정에 있어서는 이미 앞에서 언급한 대로 발전소 주변 지역 주민들의 요구와 향후 예상되는 대기오염규제 강화의 추세를 검토하고, 또 이 감시망 설치의 한 부수적인 목적이 대기오염모델 개선의 기초자료를 얻는데 있다는 점을 고려하였다. 특히 본 감시망에서는 각 측정소마다 풍향, 풍속을 연속 측정할 수 있도록 했는데, 그것은 이 지역의 해륙풍 특성을 후에 정확히 파악하여 모델링에 반영하고자 하였기 때문이다. 특히 모델링 작업의 기초자료 확보를 위해서 본 연구에서는 고공기상관측장비(Doppler Acoustic Sounder System; SODAR(Sound Detection and Ranging))를 설치하였는데, 이는 고층 50m~1km 지점의 풍향과 풍속을 측정하기 위한 것이다.

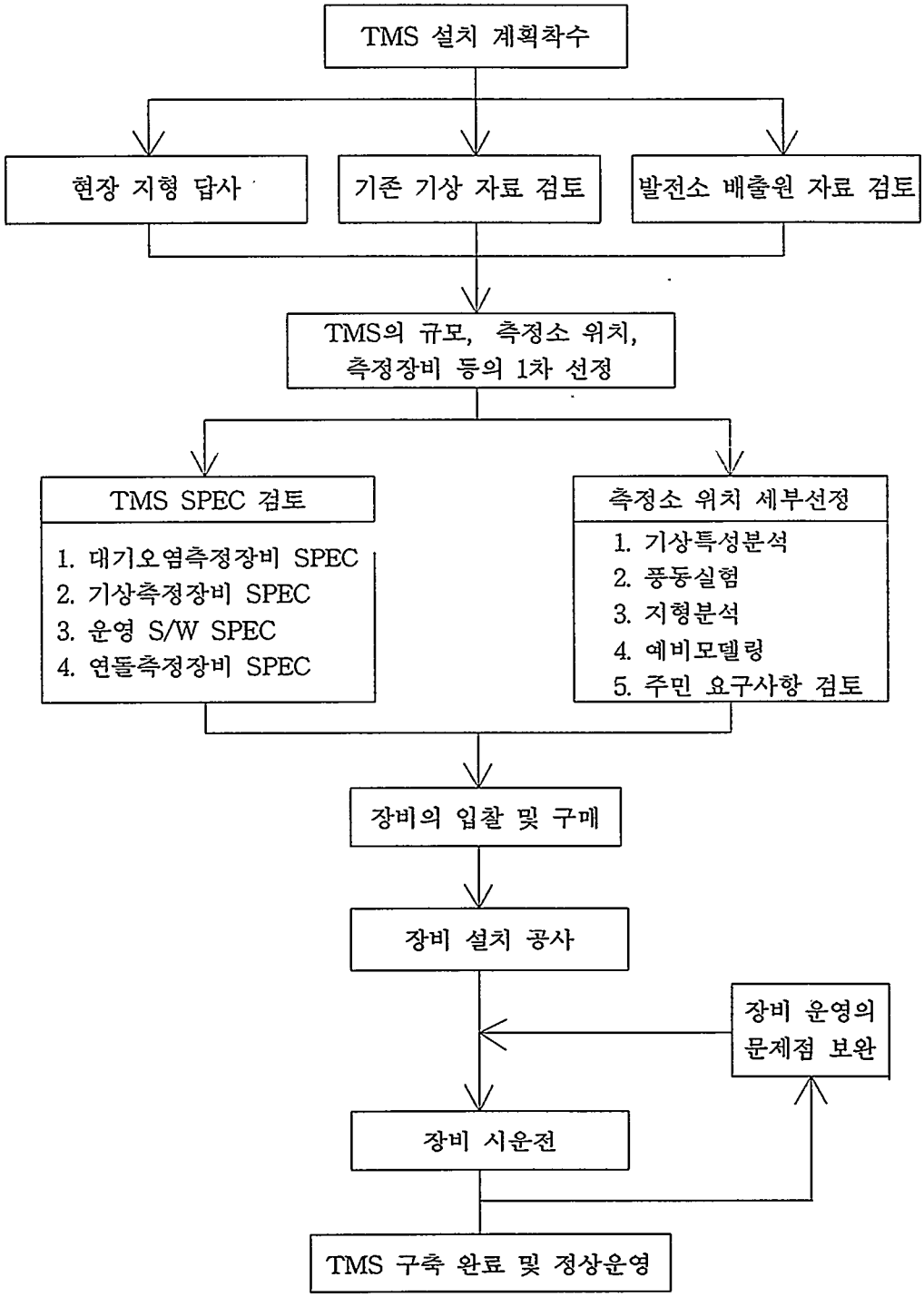


그림 1-1 TMS 설치 절차

제 3 절 발전소 주변의 일반현황

1. 입지현황

충남 보령시 오천면 오포리에 위치하는 보령화력발전소는 대천 북쪽 10km지점의 해안에 위치하여, 서해바다를 끼고 안면도와 마주하고 있으며 북동쪽으로는 조서산을 비롯한 일련의 산계와 남동쪽으로는 차령산맥의 남단에서 분지된 낮은 산맥들에 의해 둘러싸여 있다. 따라서 발전소를 중심으로 하여 반경 5km이내에는 농가들이 적고, 다만 해안선에 가까운 지역과 산맥과 산맥사이의 골짜기에 해당하는 지역에만 논과 밭이 분포한다(그림1-2).

바다쪽에서 살펴본 보령화력발전소의 위치는 태안반도와 내륙 사이에 형성된 천수만의 입구에 돌출된 지역이며, 맞은편 해안에는 태안반도의 하단부인 안면도가 5km 거리에 인접하고 있다. 발전소 남쪽 2km지점에는 송학도가 위치하며 태안반도 쪽으로는 효자도와 원산도를 비롯한 많은 섬들이 자리잡고 있다.

발전소 주변지형은 대체로 해발 50~70m의 야산이 분포하고 있으나 산림의 발달은 미약하며 발전소로부터 동남쪽으로 3km 떨어진 곳에 위치하는 해발 229m의 봉대산을 정점으로 하는 일련의 산계는 발전소와 내륙지역을 차단시키고 있는데 이러한 산계의 골짜기에는 농가들이 분포하고 있다(그림 1-3).

2. 발전소 현황

보령화력발전소의 일반현황과 환경오염 방지설비 실태는 다음과 같다.

가. 일반현황

- 위치 : 충청남도 보령시 오천면 오포리
- 부지 : 115만평 (380만m^2)
- 시설용량 : 500,000kW x 6unit
- 형식 : 유연탄 중유 혼소 (Coal & B.C oil firing)

- 착공 : 1979년 12월 (1, 2 호기)
- 준공 : 1983년 12월 (1호기), 1984년 9월 (2호기),
  1994년 6월 (3, 4, 5, 6호기)

나. 환경오염 방지설비

- 집진기 : 저온식 6기
- 연돌 : 150 m 고연돌 6기
- 소음기 : 운전시 45 db
- 종합 폐수처리 설비

다. 대기오염물질 배출량

- 아황산가스 : 369.2 g/s
- 질소산화물 : 166.1 g/s
- 분진 : 18.4 g/s

본 발전소는 500 MW 발전기 6기를 보유하고 있는 국내 최대의 유연탄 연소 발전소로써 연간 발전량은 약 1,800만 MWH에 달하며 국내에서 생산되는 총발전량의 11.2%를 차지한다.

보령화력발전소의 연간 유연탄 사용량은 약 600 만톤이며, 사용하는 유연탄은 유황분 0.6%이하, 회분 16% 정도이며 대기오염 방지를 위하여 집진 효율 99.85% 이상의 전기집진기를 갖추고 있으며, 높이 150 m의 높은 굴뚝은 배가스를 효과적으로 대기에 확산시킨다.

표 1-1 보령화력발전소 사용 연료의 성상 (1996년 9월 평균치)

연 료 구 분	유 연 탄			경 유	
	발열량 (kcal/kg)	유황함량 (%)	회분함량 (%)	발열량 (kcal/l)	유황함량 (%)
	6,817	0.40	15.5	9,030	0.85

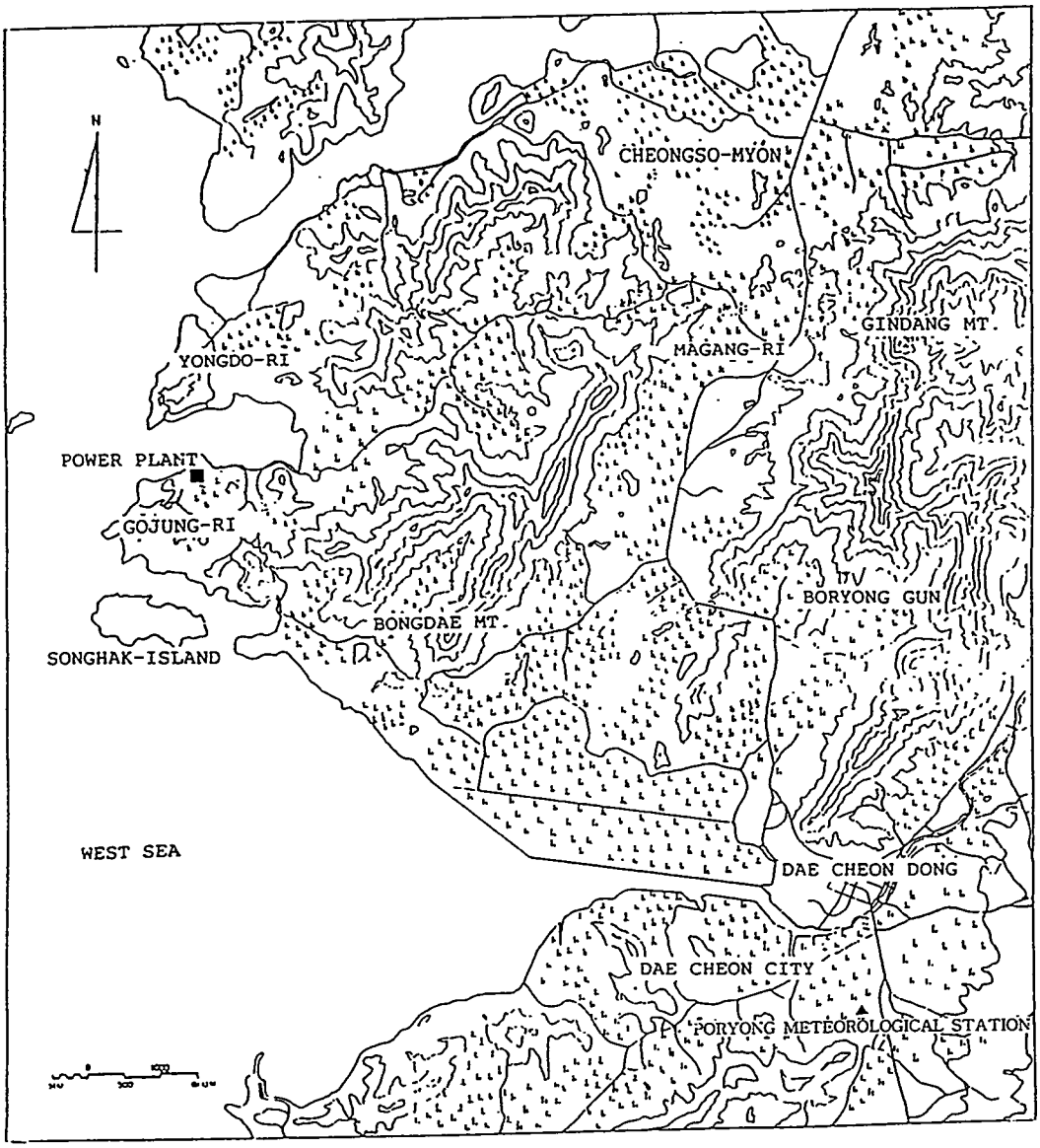


그림 1-2 보령화력발전소 주변 지형도

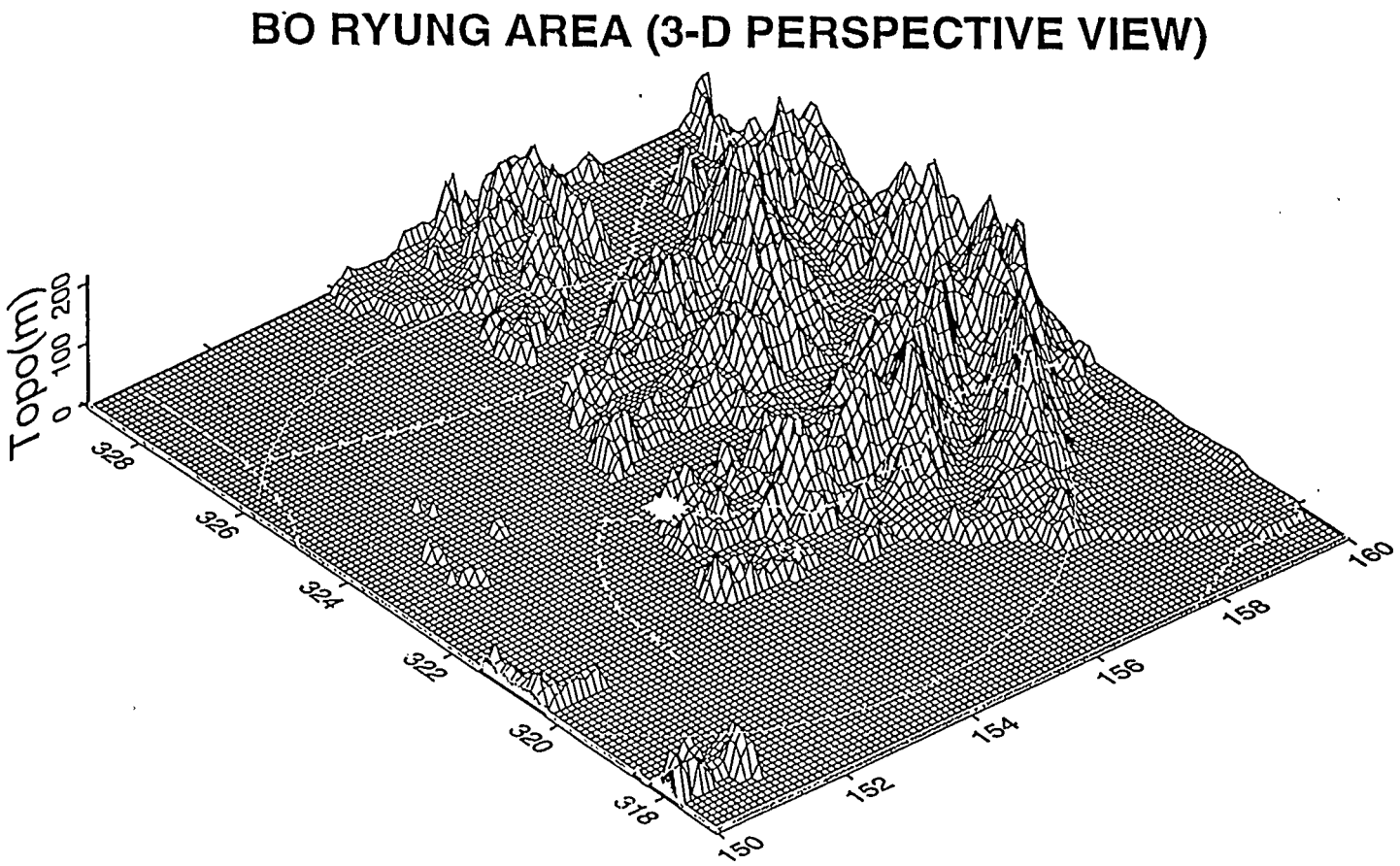


그림 1-3 보령화력발전소 주변 3차원 지형도

PART A

대기오염 측정소의 위치선정

대기오염측정소의 수효, 위치, 측정항목 등을 선정하는 데에는 앞의 그림 1에서와 같은 절차를 따르는 것이 보통이지만 각각의 절차마다 세심한 검토가 수반되어야만 한다. TMS는 고가의 장비이고 구입과 설치에 오랜시간이 소요되며 일단 설치된 장비와 시설물은 이전이나 개선이 어렵기 때문에 설치에 앞서 준비를 철저히하는 것이 바람직하다. PART A에서는 보령화력 발전소의 주변에 설치하기로한 대기오염측정소의 위치 결정을 위해 수행했던 기상분석, 대기확산 풍동실험, 확산모델링 등의 연구 내용을 설명하였다.

제 2 장 보령화력발전소 지역 기상분석

제 2 장 보령화력발전소 지역 기상 분석

대기 중에 존재하는 오염물질의 농도를 좌우하는 중요한 인자로는 기상 조건, 오염물질 배출량의 변화, 지형적 조건 등 여러가지를 들 수 있으나 이중 대기오염에 영향을 줄 수 있는 가장 중요한 인자는 기상 조건이 된다.

특히 어떤 지역의 대기오염 상태를 효과적으로 감시하기 위한 대기오염 측정소를 설치하는데에 있어서는 그 지역의 장기적인 기상 상태뿐만 아니라 수시로 변하는 단기적인 기상조건에 대한 사전조사가 필요하다.

보령 화력발전소에서 약 4.5 km 거리에 있는 보령 기상관측소(1973년~1990년)의 기상자료에 의한 국지기상과 발전소 내에서 관측된 부지기상의 현황과 특징은 다음과 같다.

제 1 절 국지기상 - 보령 기상 측정소의 30년 평균 기후자료 이용

1. 기온

보령지역의 연평균 기온은 11.9 ℃로서 같은 위도상의 내륙지역에 비하여 0.6 ℃ 가량 높고 8월의 평균기온은 25.2 ℃, 1월의 평균기온은 -1.6 ℃로서 평균 연교차는 26.8 ℃ 정도가 되며 이 기간중 최고기온은 1990년 8월에 35.4 ℃, 최저기온은 1990년 1월에 -17.6 ℃를 기록하였다.

표 2-1. 보령지역의 30년 평균 기온

월 / 기온	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	전년
최고 (℃)	3.0	4.8	10.0	16.6	21.6	25.5	28.3	29.6	25.7	20.3	12.7	6.1	17.0
평균 (℃)	-1.6	0.0	4.5	10.8	16.1	20.6	24.3	25.2	20.2	14.1	7.4	1.3	11.9
최저 (℃)	-5.9	-4.5	-0.7	5.0	10.7	16.2	20.9	21.2	15.2	8.4	2.5	-3.0	7.2

2. 강수량

연 강수량은 평균 1219.8 mm이고 연 최대 강수량은 1987년의 1897.5 mm, 연 최소 강수량은 1988년의 725 mm이다. 월별로는 7월에 가장 많은 강수량을 보이고 있는데 6월~9월에 전체 강수량의 65% 정도가 집중되고 있다. 지금까지 기록된 월 최다 강수량은 1987년 8월에 657.4 mm이다.

표 2-2. 보령지역의 30년 평균 강수량

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
강수량 (㎜)	31	31	49	92	90	133	277	253	125	51	57	32	1219

3. 바람

그림 2-1에서 풍향은 북풍 및 남서풍 계열이 우세하고 풍속은 평균 2.03 m/s로 해안지역으로서는 약한 풍속임을 알 수 있다. 해안에 위치한 다른 지역의 평균 풍속은 군산 4.1 m/s, 부산 4.3 m/s, 인천 3.7 m/s 등으로 보령지역보다 더 강하다.

4월부터 8월까지 남서풍이 많이 불고 9월에 주풍이 북동풍으로 바뀌면서 10월부터 2월까지는 북풍 내지 북동풍이 우세하게 된다. 계절별로는 봄과 여름철에는 남서풍이 많고 가을과 겨울철에는 북풍 내지 북동풍의 빈도수가 많은데 이는 계절풍과 해륙풍의 혼합된 결과로 해석할 수 있다. 30년간의 최대풍속은 북서풍이 불 때 나타났

으며 이때 풍속은 16.5 m/s로 기록되었다.

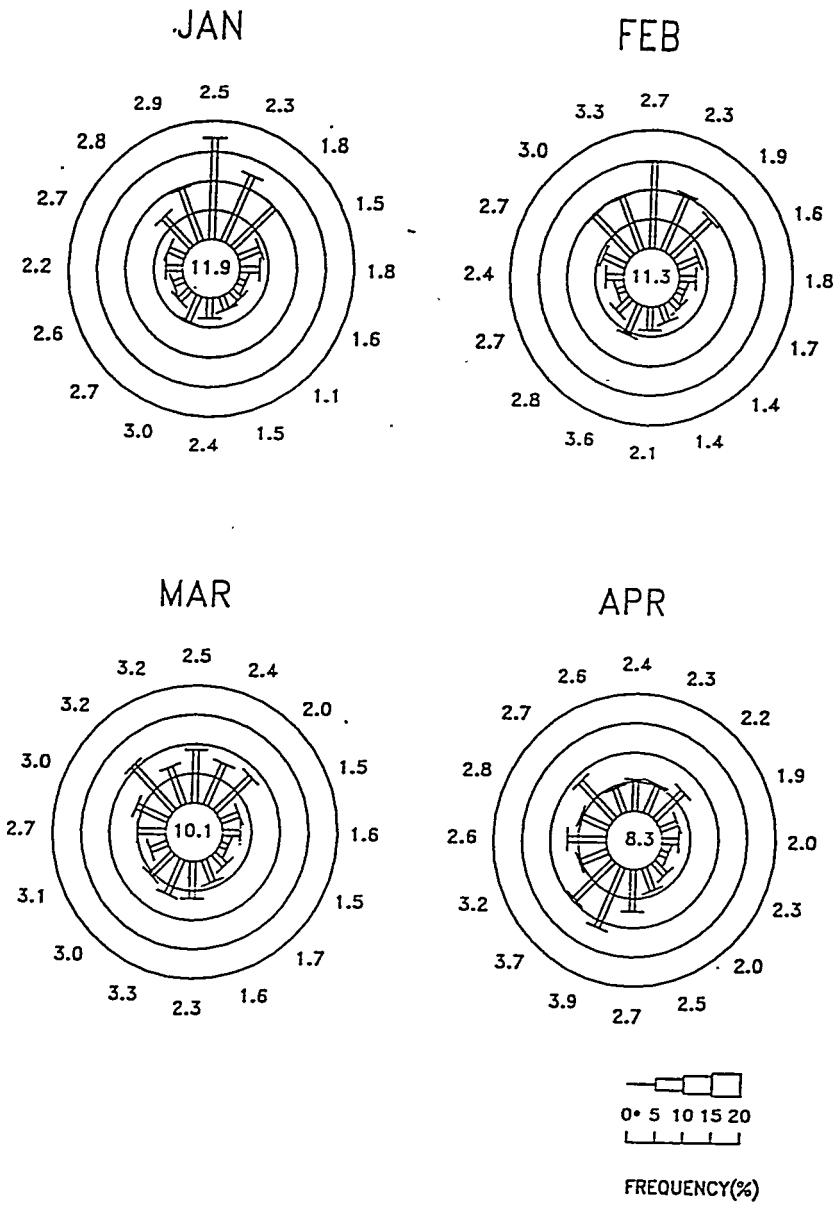


그림 2-1 보령지역의 30년간 월별 풍배도

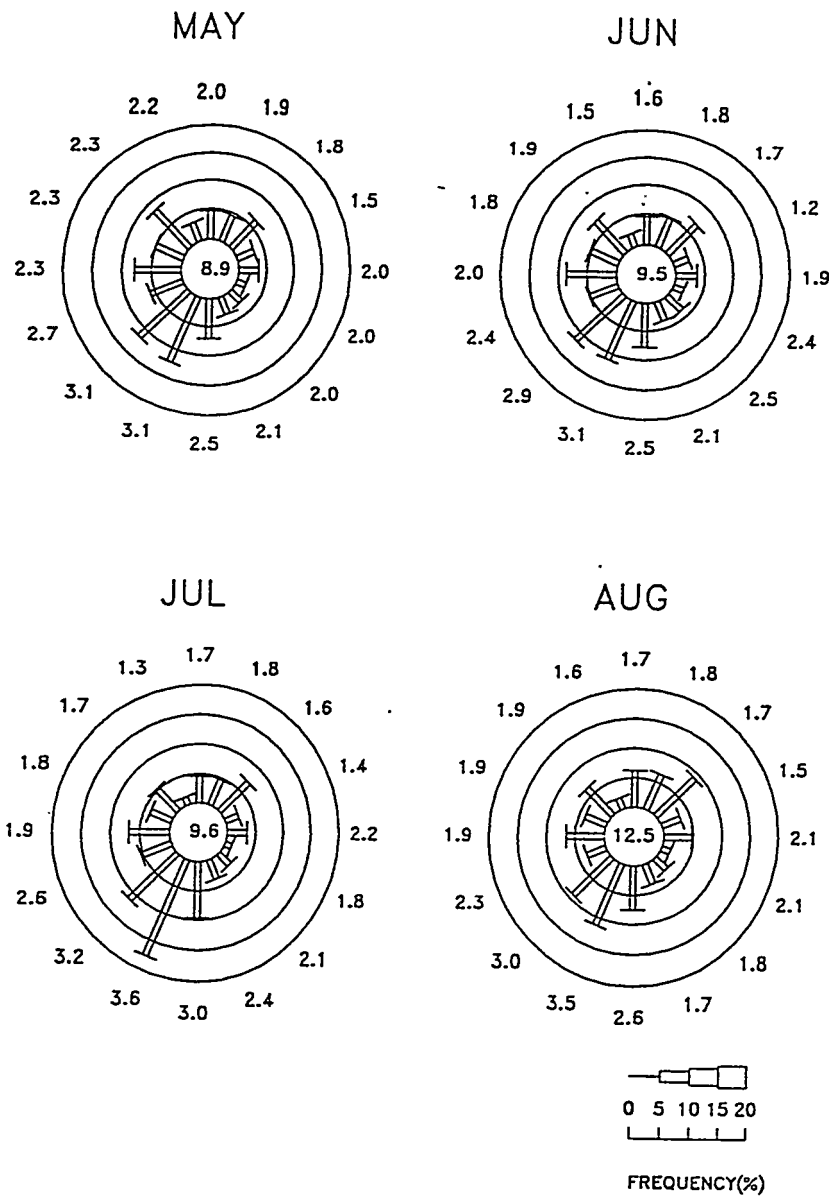

MAY
2.0
1.9
1.8
1.5
2.0
2.0
2.0
2.1
2.5
3.1
3.1
2.7
2.3
2.3
2.3
2.2
8.9
JUN
1.6
1.8
1.7
1.2
1.9
2.4
2.5
2.1
2.5
3.1
2.9
2.4
2.0
1.8
1.9
1.5
9.5
JUL
1.7
1.8
1.6
1.4
2.2
1.8
2.1
2.4
3.0
3.6
3.2
2.6
1.9
1.8
1.7
1.3
9.6
AUG
1.7
1.8
1.7
1.5
2.1
2.1
1.8
1.7
2.6
3.5
3.0
2.3
1.9
1.9
1.6
12.5
0 5 10 15 20
FREQUENCY(%)

그림 2-1 계속

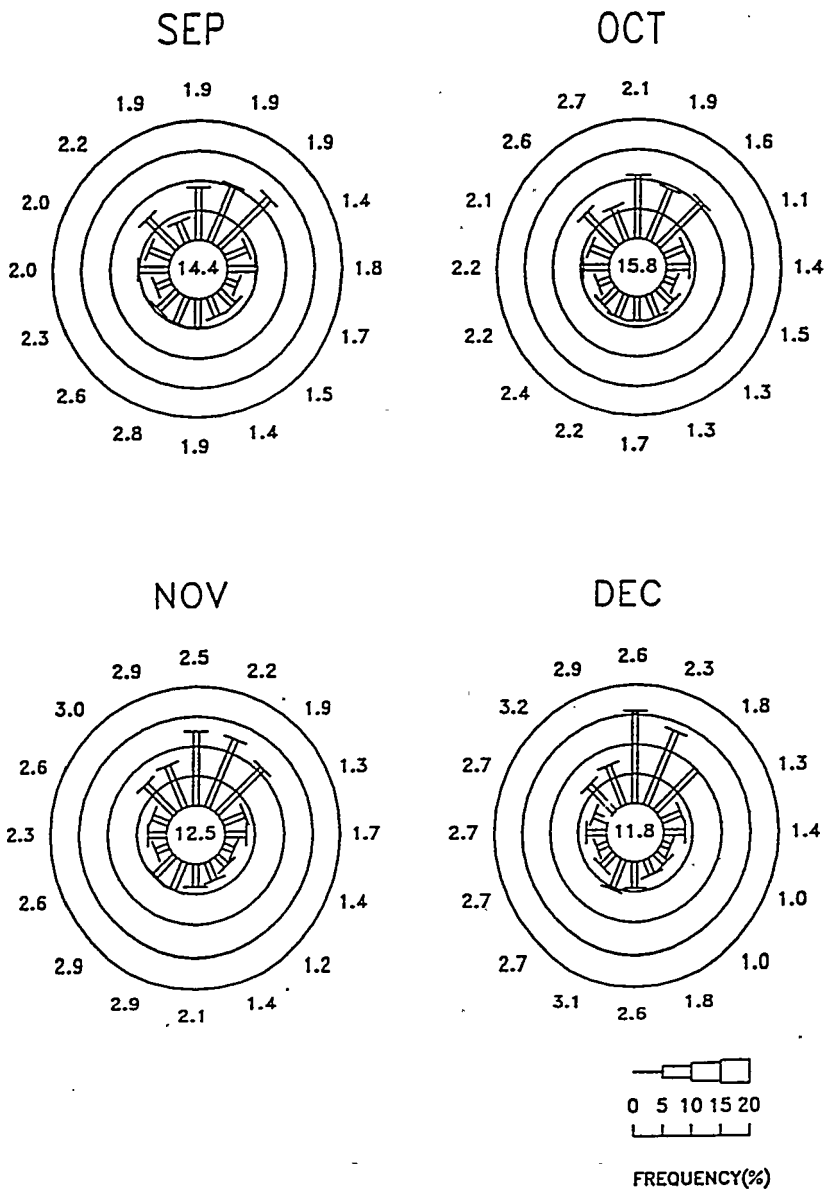

SEP
1.9 1.9 1.9 1.9 1.4 1.8 1.7 1.5 1.4 1.9 2.8 2.6 2.3 2.0 2.0 2.2
14.4
OCT
2.1 1.9 1.6 1.1 1.4 1.5 1.3 1.3 1.7 2.2 2.4 2.2 2.2 2.1 2.6 2.7
15.8
NOV
2.5 2.2 1.9 1.3 1.7 1.4 1.2 1.4 2.1 2.9 2.6 2.3 2.6 3.0 2.9
12.5
DEC
2.6 2.3 1.8 1.3 1.4 1.0 1.0 1.8 2.6 3.1 2.7 2.7 2.7 3.2 2.9
11.8
0 5 10 15 20
FREQUENCY(%)

그림 2-1 계속

4. 상대습도, 일조량, 증발량

연평균 상대습도는 77%에 이르며 특히 6월에서 9월 사이에는 상대습도 80% 이상의 습한 기후를 보인다.

일조시간은 2583시간으로서 57%의 일조율을 나타내고 일조시간이 가장 많은 달은 8월, 일조율이 가장 높은 달은 10월로 나타났다.

증발량은 연평균 1123.0 mm로서 월별로는 12월에 40.7 mm로 가장 낮고 5월에 142.6 mm로 가장 높았다.

표 2-3. 보령지역의 30년 평균 상대습도

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
상대습도 (%)	74	74	73	73	75	80	85	83	80	76	76	76	77

표 2-4 보령지역의 30년 평균 일조시간

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
일조시간 (hr)	167	176	229	241	273	246	220	248	233	229	164	157	2583

표 2-5 보령지역의 30년 평균 증발량

월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
증발량 (㎜)	41	49	84	117	143	136	126	137	107	89	54	41	1123

5. 현상일수

안개일수는 4월에서 7월 사이에는 월평균 2일 이상이고 겨울철에는 1일 미만으로서 연간 17일로 나타났다.

연평균 강설일수는 25일, 서리일수는 88일, 결빙일수는 117일로 다른 지역에 비해 다소 적게 나타나고 있다.

제 2 절 부지 기상 - 보령 화력발전소

우리나라 중부 서해안에 위치하고 있는 보령 지역은 온난습윤기후구에 속하는 곳으로서 해양의 영향을 받아 연평균기온 12.0℃의 비교적 온화한 기후를 나타내고 계절풍의 영향을 많이 받는다.

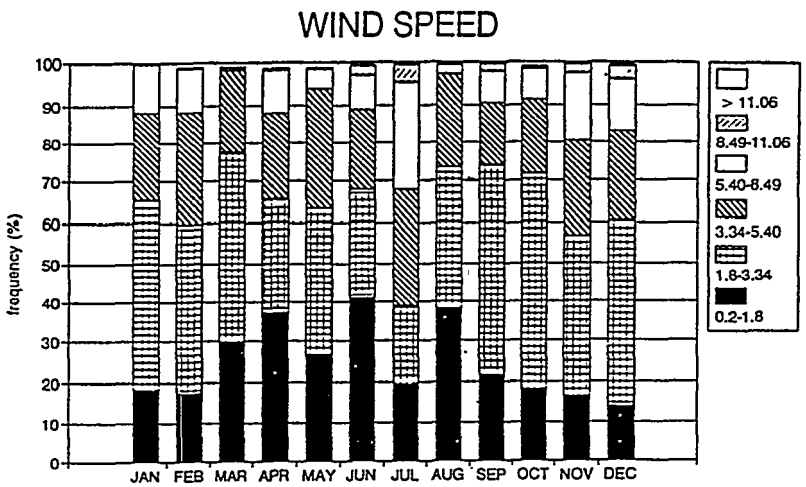
발전소 부지에서의 기상관측은 1984년 기존 1,2호기 가동 후부터 측정되었으며 1992년의 부지기상 측정결과는 다음과 같다.

1. 바람

보령지역과 발전소 부지의 월별 평균풍속은 표 2-6에 나타나 있는데 발전소에서의 연 평균 풍속은 3.12 m/s, 보령지역의 연 평균 풍속은 2.03 m/s 로 전체적으로 발전소 부지의 풍속이 강함을 알 수 있다. 이것은 보령화력발전소가 해안가에 위치한 반면에 보령기상 측정소는 조금 내륙으로 들어간 곳에 위치하고 있기 때문인 것으로 생각된다.

표 2-6. 보령기상 측정소(30년평균)와 발전소부지(1992년)의 월평균 풍속

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
화력 발전소	3.13	3.12	2.51	2.82	2.90	2.87	4.26	2.54	2.93	2.96	3.68	3.54	3.12
기상 측정소	2.07	2.24	2.32	2.57	2.20	2.02	2.27	1.96	1.68	1.64	2.01	2.09	2.03



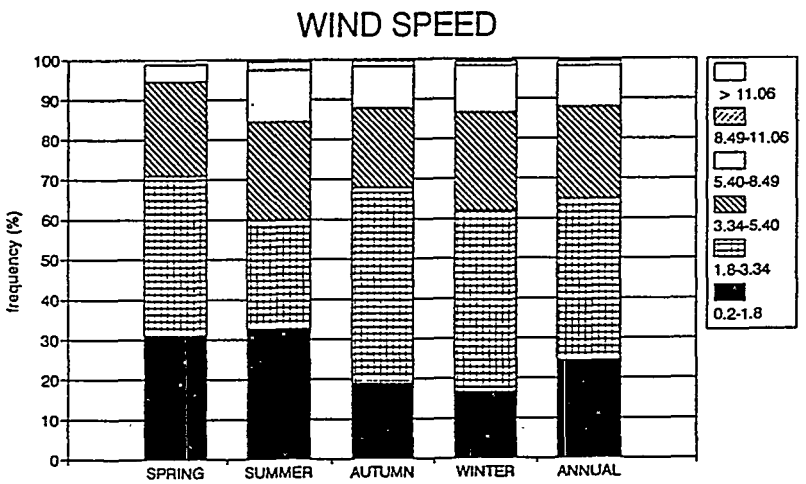


그림 2-2 보령화력발전소 부지의 계절별 풍속등급의 발생빈도

ANNUAL

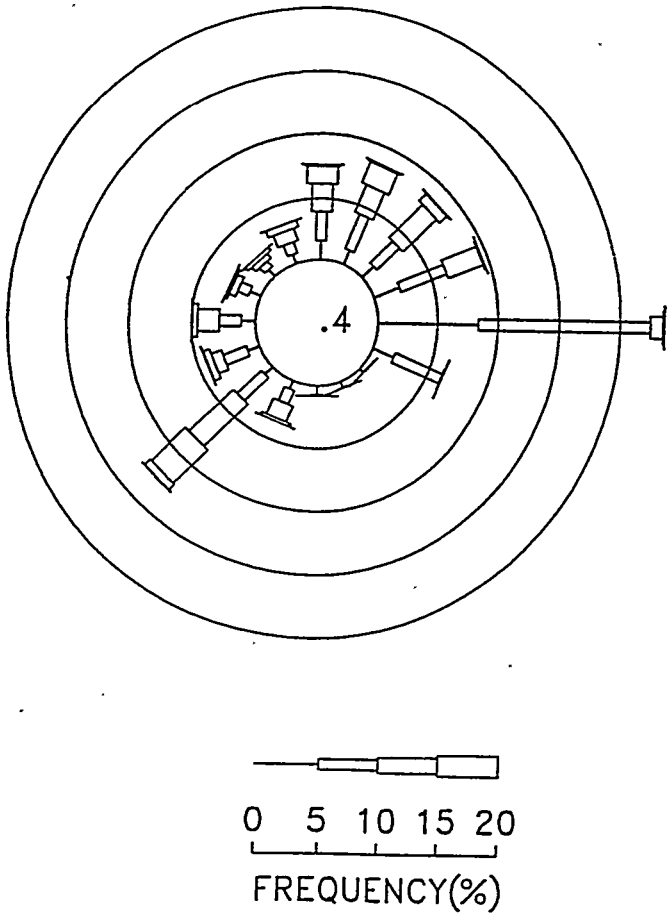


그림 2-3 1992년 보령화력발전소 부지의 풍배도

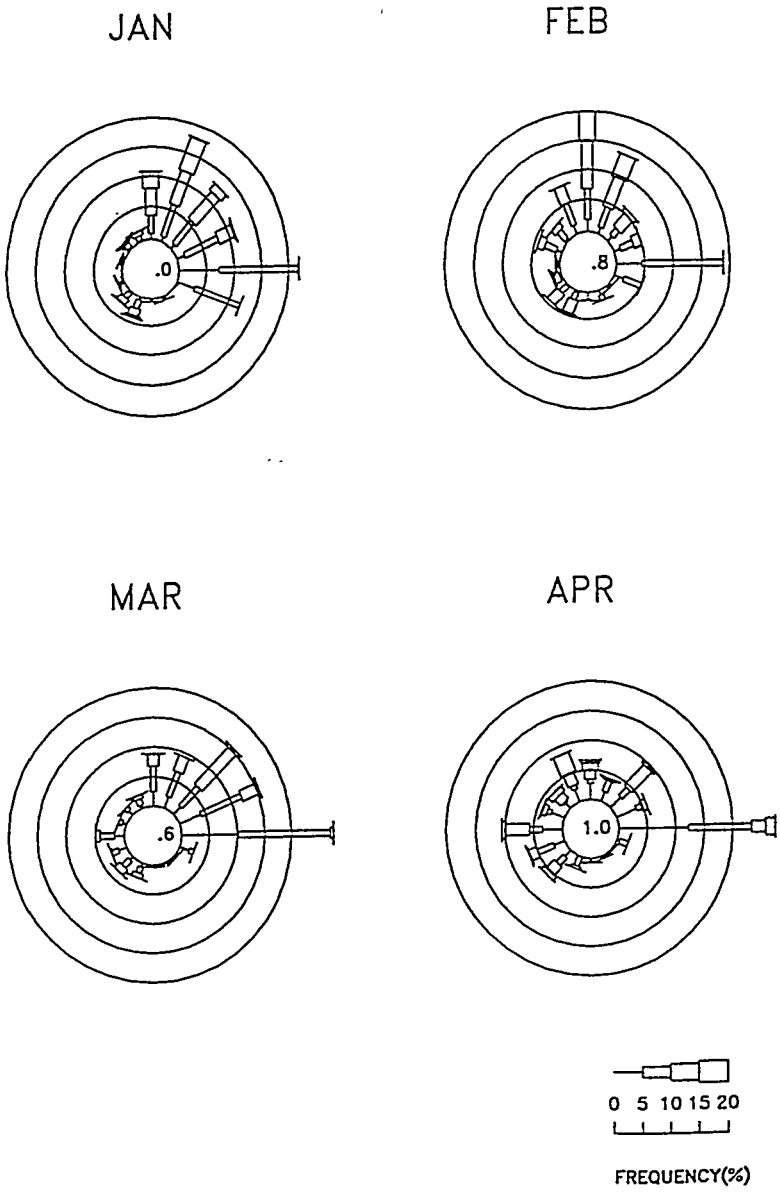


그림 2-3 계속

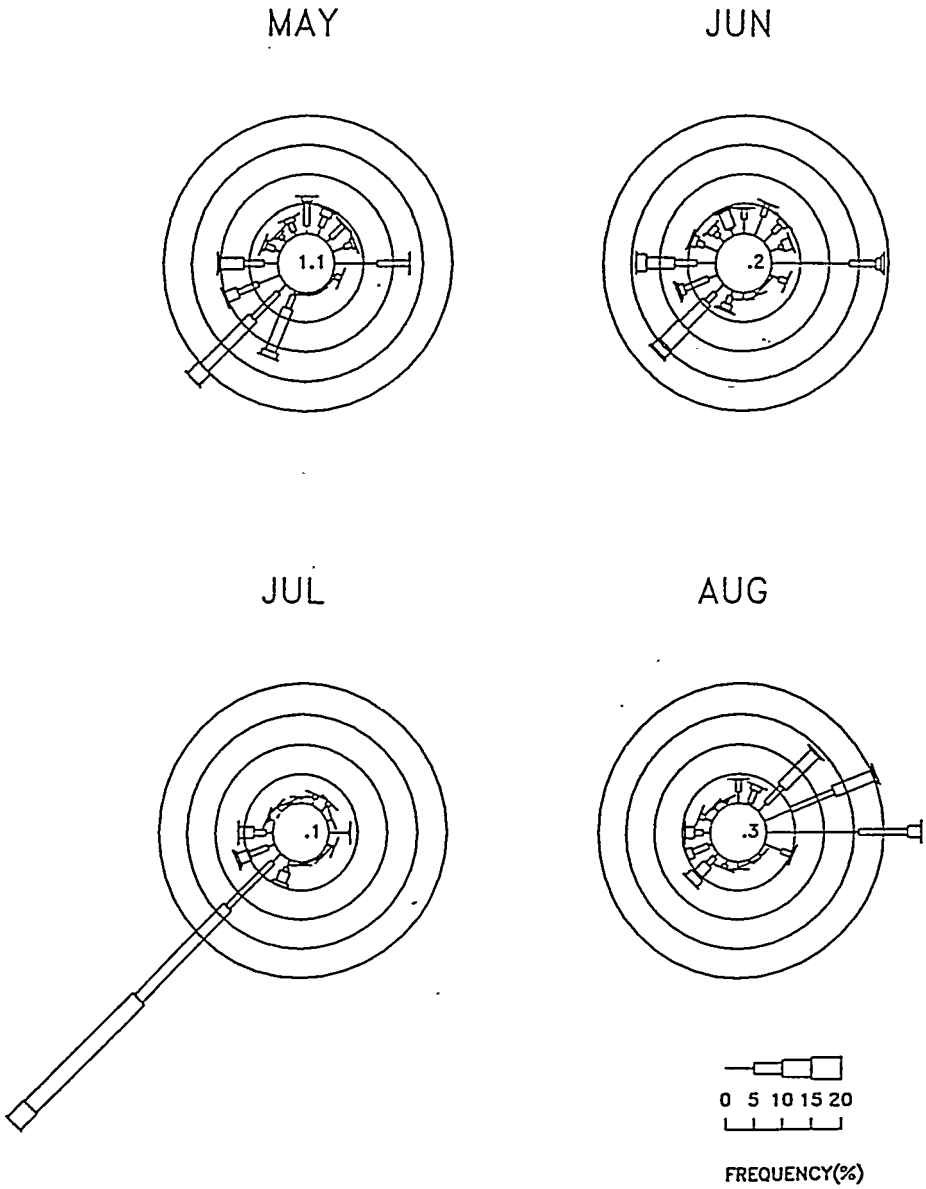


그림 2-3 계속

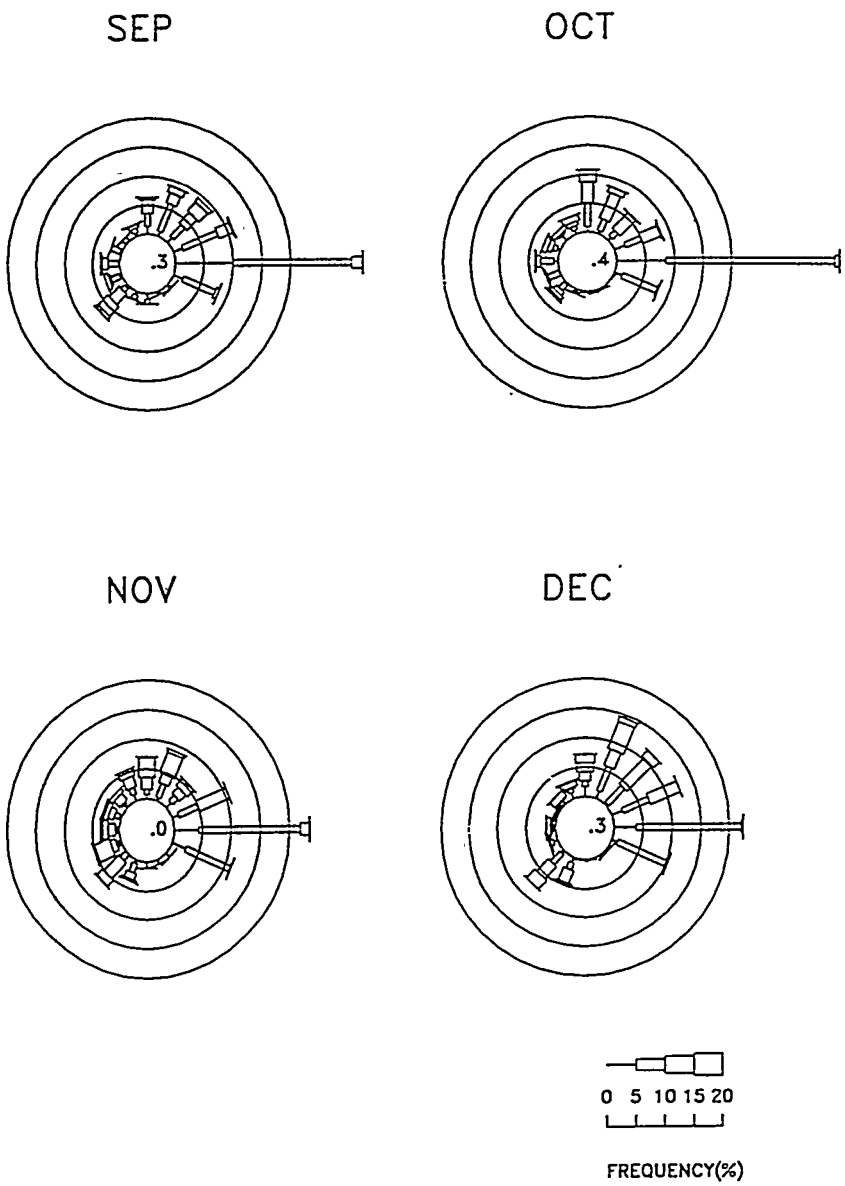


그림 2-3 계속

풍속 등급에 따른 바람의 월별 및 계절별 분포는 그림 2-2에 나타나 있는데 전반적으로 2등급의 풍속이 많이 나타나지만 농작물 성수기인 여름에 특히 7월에는 1, 2 등급의 풍속이 40% 미만, 3, 4 등급의 풍속이 55% 이상을 차지함으로써 강한 바람이 많이 불고 있음을 알 수 있다. 표 2-6 서 보면 7월의 평균 풍속은 4.26 m/s이다.

연간 풍배도를 보면(그림 2-3) 동풍이 약 25% 정도를 차지하고 있으며 그 다음 남서풍, 북동풍, 북풍 등의 순으로 빈도가 높게 나타난다. 그러나 동풍의 경우는 풍속 1.8 m/s 미만이 8% 정도, 1.8~3.34 m/s 의 풍속이 15% 정도를 차지함으로써 동풍의 대부분이 평균보다 약한 바람과 함께 나타나는 반면 남서풍 또는 북풍 내지 북동풍이 불 때는 풍속 3.34 m/s 이상의 비교적 강한 바람이 많이 나타남을 알 수 있다.

월별로 바람의 분포를 보면 7월을 제외한 거의 전년에 걸쳐서 약한 풍속의 동풍이 많이 나타났다. 그러나 동풍을 제외하면 5월부터 7월까지는 남서풍의 비율이 높고 10월부터 2월까지는 북풍 내지 북동풍의 비율이 높게 나타남으로써 전체적인 풍향의 분포가 보령지역의 30년 평균 자료와 유사하게 나타남을 알 수 있다. 즉 발전소 부지의 바람도 보령 지역과 마찬가지로 계절풍과 해륙풍의 영향을 많이 받는 것을 알 수 있다.

2. 안정도

대기 안정도는 대기의 온도구조 및 풍속에 의해 좌우되는 양으로서 연돌에서 배출된 오염물질이 연직방향으로 얼마나 확산될 수 있는가를 판가름하는 지표가 된다. 즉 대기가 안정한 경우에는 연직확산이 되지 않고 먼 거리까지 수송되며 대기가 불안정한 경우에는 연직방향의 혼합이 활발하여 가까운 거리에서 최고농도가 나타난다.

보령 화력발전소에서는 기상 측정자료와 METSTAB 프로그램을 이용하여 안정도를 산출하고 있으며 1992년의 안정도 분포는 그림 2-4에 나타난 바와 같다.

월별분포를 보면 전년에 걸쳐서 중립의 빈도수가 50% 정도로 높게 나타나고 있으며 특히 7월에는 중립의 빈도수가 60% 이상이다. 바람이 강할 때는 대기상태가 중립에 가까워지므로 7월에 중립의 빈도가 높은 것은 이 달에 특히 풍속이 강했던 것과 연관지어 설명할 수 있다.

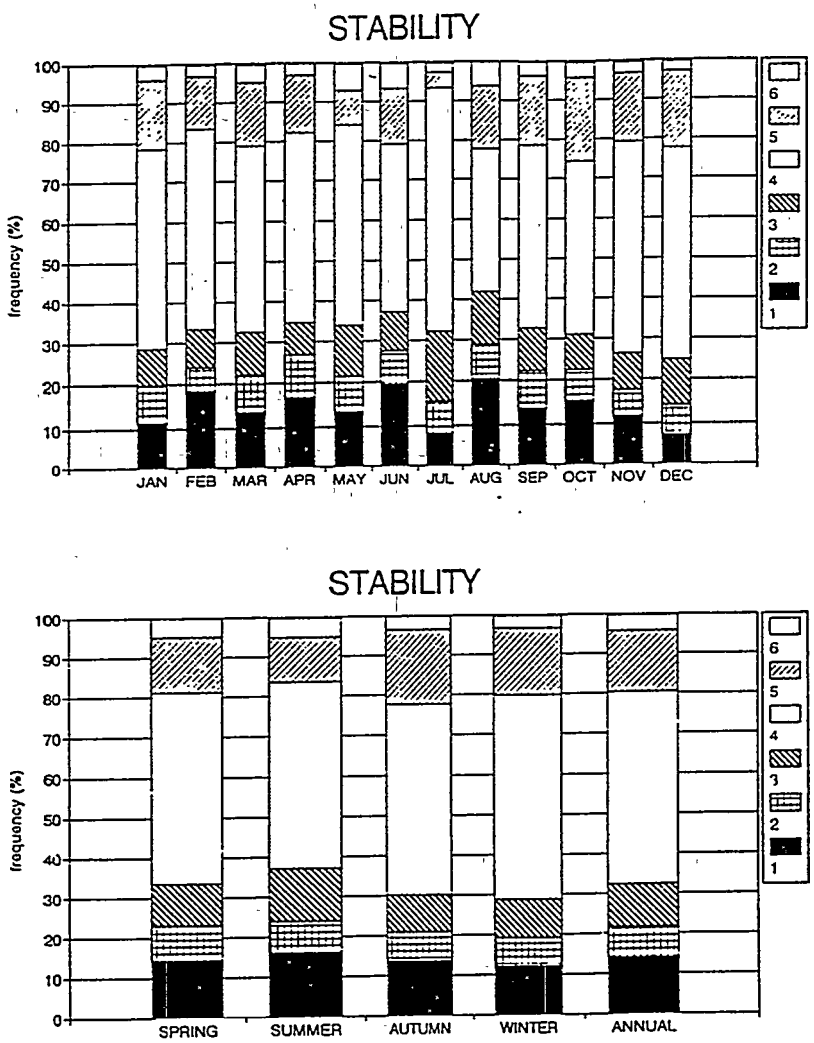


그림 2-4 1992년 보령화력발전소 부지의 계절별 안정도 발생빈도

계절별로는 여름에 불안정의 빈도가 가장 높으며 가을에 안정의 빈도가 높아져서 가을과 겨울에 다른 계절보다 안정의 비율이 다소 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 1992년 전체적으로는 4등급 > 5등급 > 1등급 > 3등급 > 2등급 > 6등급의 순으로 안정도의 분포가 나타났으며 여름에는 4등급 > 1등급 > 3등급 > 5등급 >2등급 > 6등급의 순으로 다르게 나타났다.

3. 대기 혼합고

대기 하층부에서의 오염물질의 확산은 주로 대류에 의한 혼합이나 난류에 의한 혼합에 의해 이루어지는데 이 경우 혼합이 일어날 수 있는 최대한의 높이를 혼합고라고 한다. 즉 혼합고는 고도에 따라 온위가 증가하기 시작하는 점까지의 높이를 말하며 밤낮 또는 계절에 따라 변하게 된다. 배출된 오염물질은 혼합고가 높을수록 보다 많은 양의 공기와 혼합될 수 있으며 따라서 오염물질의 농도는 보다 낮게된다.

보령 화력발전소에서 1985~1989년 사이에 Tethersonde System으로부터 얻은 자료를 이용하여 산출한 대기혼합고 자료는 표 2-7과 같으며 하루중 혼합고의 최대 높이는 430 m~2190 m 로 나타났다.

표 2-7 보령화력발전소의 혼합고 측정결과

측정 일시	대기혼합고 (m)		기온 (℃)		비 고
	최대	최소	최고	최저	
1985. 04. 25	1,050	0	26.0	15.5	
1985. 06. 26	1,600	450	31.0	20.0	
1985. 11. 08	1,250	0	18.0	15.0	
1986. 01. 31	1,250	100	-1.0	-3.0	
1986. 02. 01	1,900	450	0.0	-4.0	
1986. 04. 03	-	150	16.0	11.0	
1986. 05. 22	1,100	0	20.6	14.8	
1986. 06. 21	1,400	0	28.5	21.8	
1986. 07. 24	850	0	27.5	23.5	
1986. 08. 07	1,100	0	27.5	22.0	
1986. 10. 02	2,150	0	20.5	12.5	
1986. 10. 25	1,050	0	18.0	9.5	
1986. 11. 28	2,000	0	8.5	2.7	
1986. 12. 11	1,050	0	12.0	4.0	

표 2-7. 계속

측정일시	대기혼합고 (m)		기온 (℃)		비고
	최대	최소	최고	최저	
1987. 02. 24	1,700	0	16.0	1.0	
1987. 03. 25	900	0	17.7	6.5	
1987. 04. 17	950	0	17.5	6.5	
1987. 05. 24	1,400	400	26.5	15.2	
1987. 06. 25	1,500	0	30.0	20.0	
1987. 08. 27	880	0	29.6	23.9	
1987. 10. 23	2,090	0	18.5	5.8	
1987. 11. 21	1,070	0	15.6	9.6	
1987. 12. 22	1,460	0	10.5	-2.0	
1988. 01. 26	1,400	0	1.9	-7.1	
1988. 02. 24	2,190	0	14.8	-4.6	
1988. 03. 24	1,680	0	11.8	-3.8	
1988. 04. 28	1,040	0	23.0	18.0	
1988. 05. 30	700	0	21.0	14.3	
1988. 06. 29	1,020	0	26.1	21.1	
1988. 07. 31	1,200	0	31.5	22.9	
1988. 08. 29	1,380	0	28.5	18.1	
1988. 09. 30	2,150	0	24.8	13.0	
1988. 10. 28	1,000	0	18.9	7.7	
1988. 11. 29	1,550	0	9.0	-0.3	
1988. 12. 29	1,000	0	4.9	-2.7	
1989. 04. 27	800	0	17.4	8.35	
1989. 05. 31	430	0	23.4	11.9	
1989. 06. 30	1,200	0	28.3	16.8	
1989. 07. 31	630	550	28.4	21.6	
1989. 08. 31	1,900	1,400	28.8	19.8	
1989. 09. 30	800	700	22.6	10.5	
1989. 10. 30	1,280	540	15.5	7.0	
1989. 11. 30	700	0	10.7	-1.2	
1989. 12. 30	500	0	7.5	-4.5	

제 3 절 보령 화력 발전소 기상 자료의 문제점

어떤지역의 보편적인 기상특성을 파악하기 위해서는 5년 이상의 자료를 이용하는 것이 바람직하며 적어도 3년간의 자료는 확보하고 있어야 한다. 보령 화력발전소에서는 1984년 1, 2호기 가동 이후부터 기상을 측정하여 왔으며 1994년 현재까지 측정이 계속 이루어져왔다면 거의 10년 이상의 자료가 축적되어 왔을 것으로 판단된다. 설혹 중간에 얼마간의 미측정 기간이 있을지라도 보령 지역의 기상현황을 파악하고 모델링을 위한 기초자료로 사용하기에는 부족함이 없을 것으로 생각된다.

그러나 보령발전소에서는 측정된 기상자료를 전산 양식으로 보관하지 않았기 때문에 이용할 수 있는 자료는 극히 제한되며 이 연구에서도 1992년 한 해의 자료만을 분석할 수 밖에 없었다.

또한 1992년의 풍향, 풍속, 안정도 자료를 분석한 결과 여러 이상 자료가 발견되었는데, 자료 보관시 이상자료의 처리가 미흡하다는 것도 하나의 문제점으로 지적될 수 있다. 자체적으로 판단한 이상자료의 선정기준은 다음과 같다.

첫째, 1시간 풍향의 표준편차가 '0'인 경우를 선정하였다. 주어진 각 시간별 기상자료가 1시간에 몇 번 측정하여 평균한 것인지는 알 수 없으나 풍향은 원래 수시로 변하는 값이므로 풍향의 표준편차가 '0'이라는 것은 상식적으로 받아들이기 힘들다. 게다가 풍향 표준편차가 '0'으로 나타나는 경우에 풍향은 대부분 '4(북풍)'로, 대기안정도는 '6(안정)'으로 일정하게 나타났는데, 특히 4월 18일부터 5월 8일 사이의 기간에는 98%가 이러한 값들을 가짐으로써 이 기간중에는 기상 측정기기가 정상적으로 작동하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 기상상태를 단지 측정하는 것 뿐만 아니라 제대로 측정되고 있는지 정기적으로 기기를 점검해 보는 것도 필수적으로 해야 할 일이라고 생각된다.

둘째, 풍향, 풍향 표준편차, 풍속, 안정도의 기상자료가 24시간 동안 완벽히 똑같은 경우를 선정하였다. 기상 현상은 1시간 내에서도 자꾸 바뀌는 것이므로 어떤 날의 24시간 기상 상태가 다른날과 완벽히 똑같을 수는 없다. 그런데 보령 화력발전소 자료 중에서 5월 11일에서 17일까지의 자료는 5월 22일에서 28일까지의 자료와 같고 6월 25일의 자료가 28일까지 같게 나타나는 등 같은 자료가 여러 번 반복된다. 따라서 이렇게 반복되는 자료는 하루를 제외하고 나머지를 이상 자료로 처리하였다.

위와 같은 기준에 의해 자료를 분석한 결과 1992년 자료의 경우 오차율은 표 2-8과 같이 나타났는데 특히 5월의 경우는 50%를 넘는 오차율을 보여줌으로써 보다 세심한 자료의 측정 및 관리가 요구된다고 하겠다.

표 2-8. 1992년 보령화력발전소 기상자료의 오차율

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
오차율 (%)	10.3	27.2	3.2	43.3	50.3	14.3	9.7	9.7	0.0	3.2	3.2	22.6	16.4

제 3 장 보령화력 주변지역 지형모델에 의한 대기확산 풍동실험

제 3 장 보령화력 주변지역 지형모델에 의한 대기확산 풍동실험

제 1 절 서 론

1. 연구의 목적 및 의의

본 연구의 목적은 보령화력 주변지역에서의 대기확산에 대한 물리적 모델링(Physical Modeling)을 수행하여 내륙지방으로 오염물의 확산특성을 밝혀내기 위한 것이다. 보령화력발전소는 동경 126° 29' 북위 36° 24', 우리나라 서해안 충남 보령시 오천면 오포리에 위치하고 있으며 발전소의 동쪽에는 안면도의 남단이 5㎞정도에 있고 북쪽에는 해변지역, 남쪽에는 인접하여 송학도, 남서쪽 10㎞ 정도에 대천시가 위치하고 있다. 발전소와 대천시의 사이는 구릉지대로 해발 235m의 봉대산이 가장 높으며 동쪽, 북동쪽도 유사한 구릉지대를 이루고 있다. 발전소 배가스를 중심으로 8방위를 고려해 보면 N, NW, W, SW, S 방향으로는 거의 편평한 지역 (Flat Terrain)으로서 수학적 모델링으로 오염물질의 확산이 예측가능한 지역이다. 나머지 3방위, 즉 SE, E, NE으로의 지형은 전술한 바와 같이 구릉지대로서 복잡지형에 속하므로 수학적 모델링으로 예측하기가 어려운 지역이다. 특히 이 방향은 발전소 지역의 주풍향이고 내륙으로 향한 확산이 이루어지게 되므로 환경영향평가의 주 관심 대상이며 더구나 Plume이 강풍이나 역전현상에 의해 낮아질 때는 인근 지역에 심각한 대기오염을 유발할 소지가 있다. 이 3방위로의 확산, 즉 복잡지형에서의 확산에 대해서는 물리적 모델링이 적당한 방법(R. H. Schulze, 1990 : W. H. Snyder, 1981) 이다. 따라서 당 연구에서는 물리적 모델링의 일환으로 축소모델에 의한 풍동실험을 수행하였으며 연구내용은 중립상태의 두꺼운 경계층 생성 및 유동의 특성 측정 실험과 축소모델상의 농도측정으로 나눌 수 있는데 대기경계층과의 상사를 위한 풍동내의 경계층 생성은 Spire와 Fence의 조합을 이용하였고 농도측정은 추적자를 모델상의

연돌에서 방출하여 축소모델 각 지점에서의 농도를 측정하였다.

물리적 모델이 국내에서는 다소 생소한 방법이므로 서론의 후반부에서는 물리적 모델의 의의와 필요성에 대해 간략히 설명하고 제 2 절에서는 대기 경계층내의 확산 현상과 풍동실험과의 상사성에 관해 기술하였다. 본 보고서의 제 3 절에서는 실험장치, 제 4 절에서는 결과와 토의의 순서로 작성되어 있다.

오염물질의 대기확산에 관한 예측모델은 수학적 모델(Mathematical Model)과 물리적 모델 (Physical Model)로 대별할 수 있다. 수학적 모델에는 Gaussian, Numerical 및 통계적 모델등이 있으며 각각에 대해서 수많은 Code가 발표되어 있다. 물리적 모델은 풍동 혹은 수조내에 지형모델을 설치하여 유동과 확산특성을 규명하는 방법으로서 대표적으로 복잡지형내의 배출원으로부터의 확산현상에 관한 연구나 건물주위의 난류유동(Turbulence)과 연돌로부터 배출되는 Plume에 영향을 조사할 때 이용되고 있다. 물리적 모델의 사용에 관한 자세한 안내(Guideline)는 1981년 U.S. EPA에 의해 출판된 바 있다. (W.H.Snyder, 1981)

수학적 모델은 대부분 컴퓨터에 의한 수치적 방법에 의존하고 있는데 컴퓨터의 속도나 용량이 수십년동안 엄청난 발전을 이루었음에도 불구하고 오염물질의 대기확산에 관련된 기본적인 유동현상을 정확히 수치적으로 simulation하기에는 아직 요원한 실정이다. 또한 난류 확산 특성자체가 수학적으로 잘 알려져 있지 않으므로 수학적 모델에서는 과다한 단순화 (Simplification)가 불가피하다. 현재까지의 수학적 모델은 비교적 편평한 지역내에서 오염원이 지상에서 그다지 높지않고 확산에 관련된 입력자료가 확보되어 있는 경우에 사용되었으며 건물주위, 복잡지형 및 도시열섬 (Urban Heat Island) 등에는 적용하기가 곤란하다.

물리적 모델은 수학적 모델로써 현재까지 예측이 어려운 문제 - 즉, 건물이나 언덕에 의해 유동 또는 확산이 달라지는 경우나 도시열섬 등-에는 상당한 성과와 잠재력을 보유하고 있으며 대기상태를 조절할 수 있는 실험장치에서 빠르게는 수 주일이내에 결과를 얻을 수 있다. 현장실험이 기상조건, 지형의 형태, 오염원의 높이와 형태 등의 변수로 인해 수년의 기간과 막대한 경비가 요구되는데 비하면 물리적 모델은 대기 경계층내의 유동현상을 재현하면서 시간과 경비의 절감이 가능하고 상기의 여러가지 변수를 쉽게 조절할 수 있는 장점이 있다. 그러나 지형모델의 축소비가 대단히 커지면 대기유동과 지형모델간의 상사 (Similarity)에 필요한 모든 무차원 수를

일치시킬 수 가 없으므로 요구되는 특성에 맞는 상사 무차원수의 선택이 중요하다.

풍동실험은 물리적 모델 중 대표적인 것이라 할 수 있으며 연돌로부터의 Plume rise 나 건물주위의 유동과의 상호작용에 관한 것 등의 오염원과 근접거리에 있는 것은 Near-field로 분류하고, 복잡지형에서 오염물질의 대기확산 모사는 Far-field 로 구분한다. Near-field에 대한 풍동실험은 1940년도부터 시작되어 이미 50여년의 역사를 가지고 있으며 이에 대한 상사조건이나 실험기술은 잘 확립되어 있어서 거의 정확한 상사가 가능하다. Far-field에 대해서도 많은 실험이 수행되었으나 (Ludwig and Skinner, 1976 : Liu and Lin, 1975) 일반적으로 축척이 대단히 커지므로 연돌의 상사조건은 near field처럼 정교하지는 않다. Far-field 에서는 대기경계층의 특성이 연돌의 특성보다 더 중요하며 이러한 기상조건을 모사할 수 있는 풍동을 기상 풍동 (Meteorological Wind Tunnel)이라 한다.

요컨대 오염물질의 대기확산에 관한 풍동실험의 역할은 첫째는 기본연구로서 대기경계층내의 오염물질의 확산에 관한 조직적 연구, 특히 산지나 건물주위 혹은 고속도로 주변의 확산에 대한 이해와 수학적 모델과의 비교, 분석을 통한 수학적 모델 개발에 기여하는 것이며 둘째로는 응용연구로서 실제 지형이나 건물의 축소모델에 의한 대기확산 특성실험을 수행하여 원하는 자료를 얻고자 하는 것이다.

제 2 절 대기 유동과 풍동실험의 상사성

1. 풍동실험의 일반적 상사법칙 (Simialrity Law)

실제 대기 경계층에서 일어나는 제현상과 실험실내의 모델실험결과를 비교, 분석하기 위해서는 상사조건이 설정되어야 한다. 유동이나 확산의 근본적인 상사성은 모두 지배방정식으로부터 얻어질 수 있는데 유동에 관해서는 운동량 방정식과 연속방정식에서, 온도나 질량 등의 스칼라 (Scalar)양은 에너지 방정식 혹은 확산 방정식에서 상사 조건을 구할 수 있다. 에너지 방정식과 확산방정식은 모두 스칼라 양으로서 지배방정식이 동일하다. 무차원화된 방정식들은 아래에 보여지는 바와 같으며 주요

한 가정은 대기의 압력, 온도 및 밀도의 변화가 크지 않다는 점, 점도와 열전달(확산)계수의 변화가 적다는 점, 그리고 경계층내에 특별한 운동량, 열원, 질량원이 없다는 점이다.

Conservation of Momentum

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_i \frac{\partial U}{\partial x_j} + \frac{2}{R_o} \varepsilon_{ijk} U_k \Omega_i = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \delta P}{\partial x_i} + \frac{1}{Fr^2} \delta T \delta_{3i} + \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_k^2}$$

Continuity

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0$$

Energy Equation

$$\frac{\partial \delta T}{\partial t} + U_i \frac{\partial \delta T}{\partial x_i} = \frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 \delta T}{\partial x_i^2}$$

Molecular Diffusion Equation

$$\frac{\partial \delta x}{\partial t} + U_i \frac{\partial \delta x}{\partial x_i} = \frac{1}{RePe} \frac{\partial^2 \delta x}{\partial x_i^2}$$

이상의 무차원 방정식에서 보여지는 무차원수는 Reynols number, $Re = U_R L/\nu$, Froude number, $Fr = U_R/\sqrt{(gL\delta T_R/T_O)}$, Rossby number $Ro = U_R/L\Omega_R$, Peclet number, Pe =URL/K, Schmit number Sc =Re*Pe의 다섯가지이며 이 다섯개의 무차원 수가 동일하면 유속, 크기, 물성에 관계없이 유동, 확산의 모든 특성은 동일하게 된다.

그러나 실제 현상과 모델간의 축척이 커지면 위의 무차원 수들의 동일성을 만족시키기는 거의 불가능하다. 특히 오염물질의 대기확산현상의 척도(Scale)와 실험실내의 유동, 확산의 척도의 비는 수백 내지 수천배에 달하고 회전유동, 부력에 의한 유동(Buoyancy Driven Flow)를 동시에 재현할 수 없으므로 위의 모든 무차원수를 동시

에 만족시키지는 못하고 지배적인 현상에 맞는 무차원수를 선택하거나 근사하여 실험을 수행하게 된다.

Rossby number, Ro는 지구의 회전에 의한 Coriolis force에 관계된 것으로서 대상지역이 커질수록 중요한 무차원 수가 된다. Ro를 무시할 수 있는 대상지역의 길이척도(Length Scale)에 대해서는 여러 가지 견해가 있으나 U. S. EPA Guideline에서는 오염물질의 대기확산 실험에 대해서 최대 길이 척도를 5㎞로 추천하고 있다.

Reynolds Number, Re는 대기확산의 풍동실험에 관한 한 정확한 상사가 불가능하다. Re를 같도록 하려면 실제현상에서나 실험실에서 같은 공기를 사용하므로 풍속과 길이 척도의 곱이 일정해야 하는데 모델의 길이척도가 수백내지 수천배나 작아서 풍속을 수백내지 수천배 빠르게 하여야 한다. 초음속 풍동내에서나 Re를 맞출 수 있지만 이때는 공기의 압축성으로 인해 유동의 특성이 전혀 달라진다. 그러나 Townsend(1956)는 "Re가 충분히 크면 난류유동의 난류구조는 Re에 관계없이 일정하다" 는 Reynolds number similarity를 주장하였으며 Re에 따른 Free Jet의 난류구조를 예시하였다. 그외에도 이를 증명할 수 있는 많은 실험자료가 있으므로 Re의 상사가 불가한 점은 풍동실험에서 그다지 큰 문제가 되지 않는다. Pe와 Sc는 분자 scale의 열전도, 물질전달에 관한 무차원 수로서 그 크기는 난류유동의 Eddy에 의한 열전달과 확산에 비하면 수백배가 적으나 난류확산에 있어 분자 scale의 확산을 무시할 수 없으므로 Pe*Re*Pr와 Re*Sc의 값이 500,000 이상이 되도록한다. Prandtl number Pr이나 Sc는 공기나 물의 경우 보통 1근처의 값을 가지므로 Re의 값이 500,000이상이 되면 만족된다.

위에 상사 무차원수 중 Fr은 관성력과 부력의 비를 나타내는 것으로서 모델실험에 있어서는 가장 중요한 무차원 수이다. 특히 풍동이나 Towing Tank 내의 안정된 성층 (Stably Stratified) 대기에서의 확산에 대해서는 반드시 일치시켜야 한다. 모델실험에서 Fr를 일치시키려면 δT_R을 크게하고 유속을 적게 하여야 하는데 이 경우에는 Re가 적어져서 소위 "Reynolds number independent flow"가 되기 위해 충분한 Re값을 가지지 못할 수가 있다. 대기확산에 대한 풍동실험에서는 Fr가 2개가 있는데 하나는 연돌의 배기가스의 Fr이며 또 하나는 경계층의 안정도에 관한 Fr이다. 여러가지 실험 조건에 대해 Fr의 일치는 연돌의 경우라면 가스의 밀도를 바꾸는 방법으로 해결될 수 있으며 외기의 Fr 경우에는 소금물 농도에 의한 성층화에 의해 강한

안정도를 얻는 등의 방법을 모색하여 Fr를 일치시키도록 한다.

2. 오염물질의 대기확산 풍동실험에 대한 상사법칙

연돌로부터 방출된 배가스의 대기확산에 대해서는 Near-field 와 Far-field 두가지로 구분하여 풍동실험의 상사법을 다르게 적용하게 된다. Near-field는 주로 연돌과 건물배치로 인한 Plume Rise, Downwash 및 근접지역에서의 확산에 관한 실험이며 대체로 축척이 수백배 정도이고 Far-field는 복잡지형내의 오염원으로부터 수 Kilometer, 혹은 특별한 경우에 수십 Kilometer에 달하는 지역으로의 확산을 실험하는 경우로서 축척이 수천배 혹은 수만배에 이른다. Near-field에서의 상사는 수십년 동안 수행되어 왔으므로 정확한 상사가 가능하고 실험기술도 이미 잘 확립되어 있지만 Far-field의 경우는 축척이 대단히 큰 관계로 상사법칙에 관한 논쟁점이나 실험기술상에 아직도 어려움이 남아있다. 본 보고서의 연구내용은 Far-field에 해당되므로 여기서는 Far-field 의 상사법칙만을 기술하기로 한다.

Far-field에서는 Near-field와는 달리 대기경계층 유동과 풍동내의 경계층 유동의 상사성이 더욱 중요하다. 그 상사조건을 요약하면 다음과 같다. (W.H.Snyder, 1981)

(1) 평균유속과 난류강도 및 Reynolds Stress의 수직분포가 대기경계층과 유사할 것이며 경계층의 특성이 유동방향이나 축방향으로 거의 변화하지 않을 것. 성층화된 유동에서는 평균온도와 온도변동(Temperature Fluctuation)이 안정도 인자 (Stability Parameter)와 상응할 것.

(2) 난류 스펙트럼의 형상과 적분길이(Integral Scale or Spectral Scale)가 대기경계층에 상응할 것.

(3) 모델이 없을 때 확산특성이 재현코자 하는 대기유동에 유사할 것, 즉 적당한 Pasquil Stability Category를 밝힐 것.

경계층 외에 상사가 필요한 것은 Plume Rise Δh의 형상에 관한 것으로서 Briggs (1969, 1975)는 아래와 같은 식을 제안하였다.

$$[\frac{\Delta h}{H_s}]^3 = \frac{3}{\beta_1^2}[\frac{\rho_s W_s^2}{\rho_a U^2} \cdot \frac{D^2}{4H_s^2}][\frac{x}{H_s}] + \frac{3}{\beta_2^2}[\frac{gD^2 W_s \Delta\rho}{4\rho_a U^3}][\frac{x}{H_s}]^2$$
$$= \frac{3}{\beta_1^2}[\frac{l_m}{H_s}]^2[\frac{x}{H_s}] + 4.2[\frac{l_B}{H_s}][\frac{x}{H_s}]^2$$

여기서 β_1, β_2는 Entrainment Coefficient이며 β_1 = 1/3 + U/Ws, β_2 = 0.6이다. l_m은 운동량 길이척도이며 l_B는 부력길이 척도로서 다음과 같다.

$$l_m = \frac{1}{2}[\frac{\rho_s}{\rho_a}]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{W_s}{U} D$$

$$l_B = g\frac{D^2}{4}\frac{W_s}{U^3}\frac{\Delta\rho}{\rho_a}$$

따라서 Plume Rise형상을 일치시키려면 l_m과 l_B를 상사시켜, 즉

$$[\frac{l_m}{H_s}]_{Model} = [\frac{l_m}{H_s}]_{Prototype}$$
$$[\frac{l_B}{H_s}]_{Model} = [\frac{l_B}{H_s}]_{Prototype}$$

의 조건을 만족하면 된다.

제 3 절 실험장치 및 방법

1. 풍동 (Wind Tunnel)

본 실험에서 사용된 풍동은 Suction Type, 경계층 풍동으로 수축 면적비 (Contraction Area Ration)가 3 : 1이다. 풍동은 일본 Izumi사의 15㎾ 가변속 교류모터로 가동되고 경계층 발생장치가 없을 경우에 시험부의 최대 풍속은 10m/s, 최저풍

속은 1m/s까지 균일한 풍속장을 얻을 수 있다. 측정부에서의 난류강도(Turbulence Intensity)는 0.5%이하로 낮은 편이며 이는 또한 평균유속이 균일함을 의미하기도 한다. 풍동 시험부 단면의 크기는 1.2m * 1.2m, 길이는 6.0m이며 길이는 더 확장이 가능하다. 풍동바닥은 철판으로 제작되어 있고 체인(Chain)이나 각목등으로 표면거칠기를 조절한다. 시험부의 회전판(Turn Table)은 직경 800mm, 두께 15mm의 철판으로 제작되어 있고 회전판의 중심부는 Tracer Gas나 Sampling Tube등 측정 센서용 Wiring이 통과할 수 있도록 250mm의 구멍이 뚫어져 있다. 회전판은 스텝 모터에 의해 가동되며 해상도는 0.1° 이다. 3차원 센서이송기는 THK Linear Motion Guide를 사용하여 X축 Pitch 6mm, Stoke 850mm, 축 Pitch 5mm, Stoke 380mm, Z축 Pitch 10mm, Stoke 778mm이며 최대위치 오차 0.1mm이다. 본 실험에서의 장치의 개략도를 그림 3-1에 나타내었다. 추적자로는 99.9%의 일산화탄소를 사용하였고 축소모델상의 6개의 연돌로 가스가 균등하게 분배되도록 직경 150mm, 높이 200mm의 가스 분배기를 제작하였다. 분배기의 각 토출구에는 Neddle Valve 를 설치하여 유량을 조절할 수 있도록 하였다.

2. 경계층 생성장치

대기경계층은 지표면의 마찰과 현열 및 잠열에 의한 운동량 및 유속의 영향을 받는 지상 400m - 1000m정도 높이의 경계층으로 혼합고(Mixing Height)라고도 불리워진다. 경계층 내의 풍속 수직분포는 지표면의 거칠기에 따라 다르며, 아래와 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{U}{U_h} = \left(\frac{y}{h}\right)^n$$

U : 유동속도 Uh : 지상풍의 속도

y : 지표면으로부터의 높이 h : 혼합고

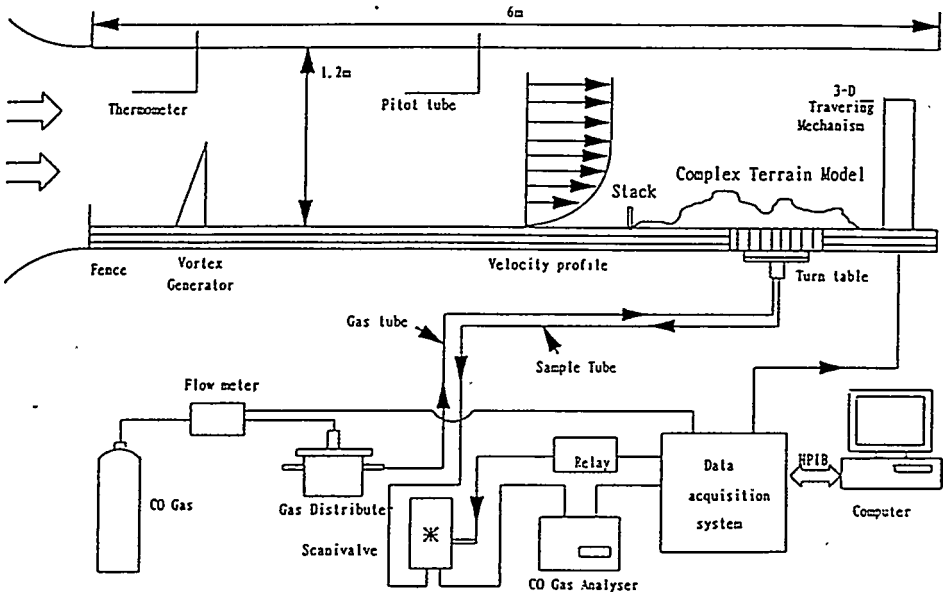


그림 3-1. 풍동 실험 장치의 개략도

풍동내의 건물이나 어떤 지역의 유동과 오염물질 확산을 연구하기 위해 대기경계층과 유사한 두꺼운 경계층을 생성시킨 풍동을 경계층 풍동(Boundary layer wind tunnel)이라고 한다. 경계층을 생성시키는 방법은 여러가지가 있으며 그 중 몇가지를 소개하면 다음과 같다.

1. 표면 마찰만으로 생성된 경계층(Naturally grown boundary layer)
2. Vortex generator 와 Fence의 조합
3. 비균일 그리드 (Nonuniform grid)
4. Shaped gauze (Screen)
5. Multiple horizontal jet

대기경계층은 지표면의 마찰과 열유속에 의해 생겨나는 것이므로 (중립경계층은 마찰에 의해서만 발생) 풍동내의 경계층을 작성하는 데에는 1의 방법이 가장 이상적이라 할 수 있다. 이 방법은 풍동 시험부 초입에 경계층 Trip 을 두고 긴 시험부에서 자연적으로 경계층이 생성되도록 하는 것으로 바람 진행 방향으로 압력 구배가

생기지 않도록 시험부 천정을 조절한다. 이 방법으로 두꺼운 경계층을 얻기 위해서는 대단히 긴 시험부가 있어야 하며 풍동 모서리 부분에서 발생되는 2차유동(Secondary flow)을 최소화 하기 위한 고려가 필요하다. 경계층이 짧은 거리에서 빨리 두꺼워지도록 역압력을 조성할 수도 있으나 이 경우에는 전단력(Shear stress)의 수직분포가 최대치를 가지는 비정상조건이 발생하여 전단력의 영향을 많이 받는 확산실험에는 적합하지 못하다. 2의 방법은 비교적 짧은 시험부 길이로 (경계층 높이의 7-8배) 대단히 두꺼운 경계층을 발생시킬 수도 있다. 여기에서는 Vortex generator와 Tripping fence를 조합 사용하는데 Tripping fence는 초기 경계층을 발생시키며 Vortex generator는 이들을 적절히 혼합시켜 주는 역할을 한다. 이 방법으로는 평균유속, 난류강도와 난류 스펙트럼 또 간헐성 (Intermittency)까지도 자연발생된 경계층과 일치하는 것으로 되어있다. 3의 방법은 가장 짧은 시험부 길이에서 경계층과 같은 평균 유속분포를 발생시킬 수 있는 방법이나 난류특성에 대한 상사조건을 만족시킬 수 없으므로 확산장의 실험은 매우 힘들다. 그러나 고층 건물주위의 속도장의 해석에 크게 영향을 미치지 않는다. 또한 3의 방법에서 발생하는 비균일 현상은 비점성의 유동 이론을 이용해서 계산될 수 있으며 실험치와 잘 일치한다. 4의 방법은 곡선 스크린을 여러장 겹쳐서 경계층과 같은 평균유속 분포를 생성시키는 방법으로 곡선의 형상은 3의 방법처럼 이론적으로 구할 수 있다. 스크린을 통과한 난류는 평균속도 구배에 의해 생성, 소멸되며 평형에 달하지 않는 것으로 되어 있다. 이 방법에 의해 생성된 경계층의 유동 특성도 3번에서의 그것과 유사하다. 4번까지의 방법이 유동에 피동적인 방법에 의한 것이라고 볼 때 5의 방법은 분류 (Jet)를 이용한 능동적 방법이라 할 수 있다. 5의 방법은 여러개의 수평분류를 수직방향으로 겹쳐놓고 분류의 강도를 조절함으로써 원하는 평균속도 분포를 얻을 수 있다. 피동적인 방법은 평균속도 분포가 난류특성을 지배하는 형태임에 반해 능동적 방법에서는 분류의 초기 난류특성에 의해서도 평균류가 영향을 받으므로 난류특성이 조절될 수 있다는 점이 피동적인 방법에 비해 다른 점이라고 할 수 있다.

건물주변의 속도장은 난류에 의한 영향이 평균유속에 미치는 영향이 크지 않기 때문에 건물주위의 속도장의 평가만을 위해서는 위에 열거한 방법이 모두 사용될 수 있다. 그러나 난류에 의한 영향평가를 수행하거나 확산에 관한 연구를 할 때에는 3번 이하의 방법은 적절하지 못하다. 본 실험에서는 2번 방법을 선정하고 와류발생기

는 흔히 사용되고 있는 삼각형 Spire로 하부넓이 13mm, 높이 259mm, 간격 130mm 이며 진동이 없도록 풍하류 (Lee Side)에 길이 30mm의 버팀판을 용접하여 고정시켰다. Spire를 거쳐 도포면을 통과한 유동은 풍동시험부, 즉, 회전판상에서 두께 220mm, 지수 1/7의 Power Law유속분포를 가지는 경계층을 형성한다. 건물주위의 유속과 건물외벽의 풍압을 측정하기에 앞서 그 모형으로 접근하는 연직분포와 주류 방향과 직각방향(Y방향)의 균일도는 대단히 중요하다. 주지의 사실이지만 접근류의 경계층이 Y방향으로 균일하지 못하면 예기치 못한 부차적 유동이 생길 가능성도 있다.

3. 모형제작

보령화력 주변지역의 복잡지형 모델의 축척은 풍동의 크기를 고려하여 Rossby number에 영향이 없도록 오염원으로부터 5㎞ 지역을 주대상으로 하고 산지 지형의 최대 높이인 봉대산(발전소의 동남쪽, 해발 235m)이 표면 거칠기보다 충분히 클 수 있도록 축척 1/3500로 선정하였다. 모델의 전경은 사진 3-1과 3-2에 나타나 있다. 이 경우에 지형 및 발전소 모델의 여러가지 기하학적 형상은 표 3-1과 같다.

표 3-1. 기하학적 상사 변수

	실제 지형 (㎞)	모델 (mm)
풍향의 측방향 길이	4.0	1,180
풍향의 축방향 길이	7.0	2,000
최대 높이	0.235	72.0-
연돌의 높이	0.150	42.8
연돌의 직경	0.007	2.0

모델에서의 Plume rise 조건은 아래 표 3-2에 나타낸 바와 같다. 표 3-2에서 알 수 있는 바와 같이 공기와 유사한 밀도의 일산화탄소를 추적자로 사용하는 한 Plume rise 조건, 즉 Froude number(외기 기준, 밀도 Fr)를 일치시킨다는 것은 불가능하다. 연돌 직경을 변화시키는 방법으로 운동량 상사를 하고 Helium 가스,

Methane 가스를 이용하여 Fr수을 일치시킬 수는 있지만 현재 실험실의 장비확보에 난점이 있고 또 당 실험이 Far-field에 관한 것이므로 경계층의 특성이 더 중요하다고 사료되어 Plume rise조건의 일치는 당 실험에서 심각히 고려하지는 않았다. 그리고 모델의 지도상의 영역은 그림 3-2에 나타낸 바와 같으며 농도측정점은 그림 3-3과 그림 3-4에 나타내어져 있는데 그리드간의 간격은 50mm로서 175m에 해당된다.

표 3-2 실제 발전소와 모델에서의 Plume Rise 조건

For Power Plant :

Stack exhaust velocity	12.00015	Atmosperic pressure	1.02E + 05
Stack inner diameter	6.5		
Stack Height	150		
Stack gas temperature	117	Absolute temperature	390
Stack tip wind speed	5.5	Gas density	0.906817
Stack gas flow rate	398		
Air temperature	20	Absolute temperature	293
Air density	1.207026		
Temperature Froude number	2.613154	Density Froude number	3.014834
Momentum Similarity Parameter	0.225362		
Buoyancy Similarity Parameter	0.01238		

For Wind Tunnel Model :

Stack exhaust velocity	5.263989	Atmosperic pressure	1.02E + 05
Stack inner diameter	0.0011	Area	9.5E - 07
Stack Height	150		
Stack gas temperature	20	Absolute temperature	293
Stack tip wind speed	5.5	Gas density	1.207026
Stack gas flow rate	300	cc/min, m^3/s	0.000005
Air temperature	20	Absolute temperature	293
Air density	1.207026		
Temperature Froude No.	#DIV/O !	Density Froude No.	#DIV/O !
Momentum Similarity Parameter	3.51E-06		
Buoyancy Similarity Parameter	#DIV/O !		

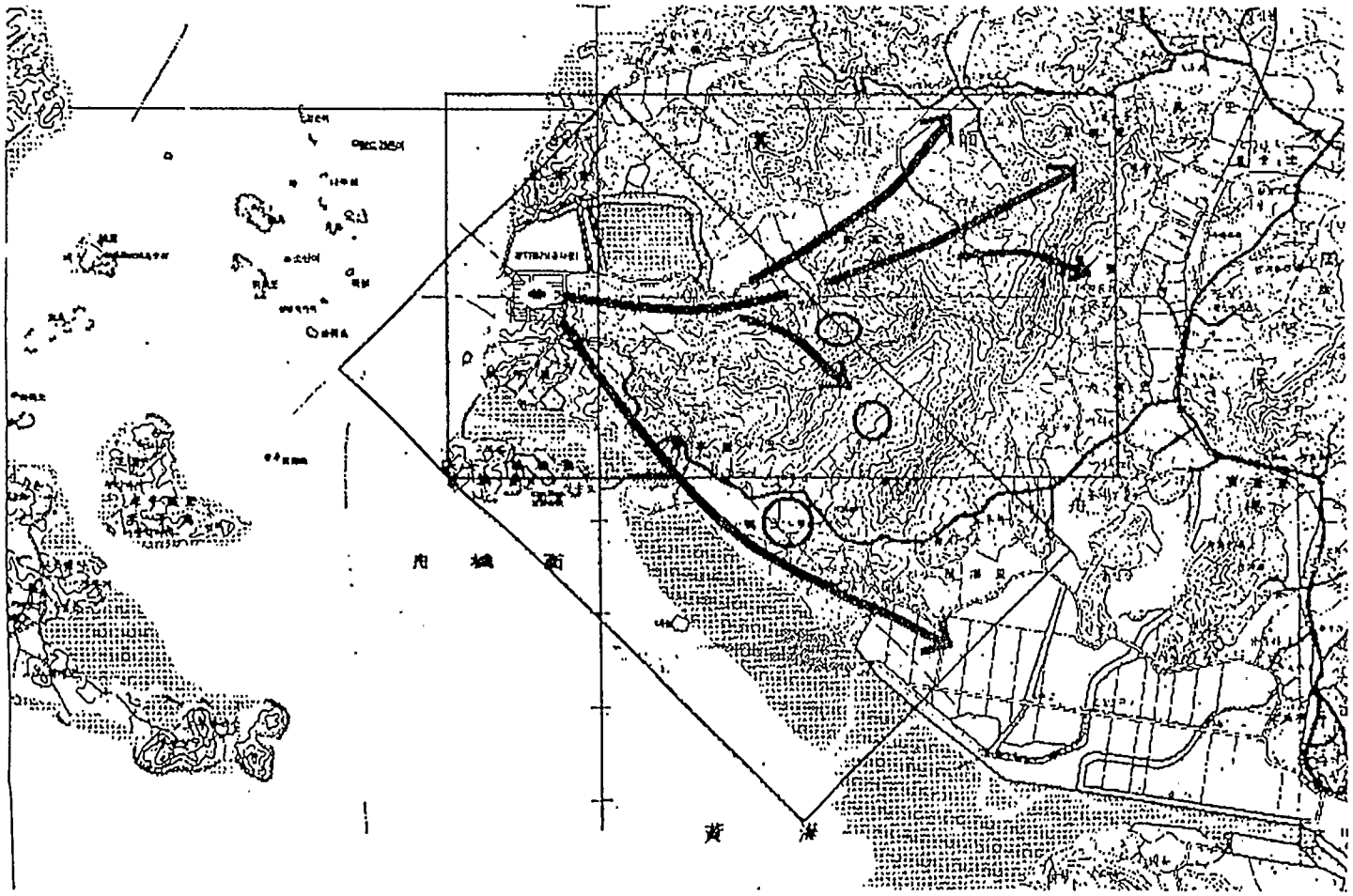
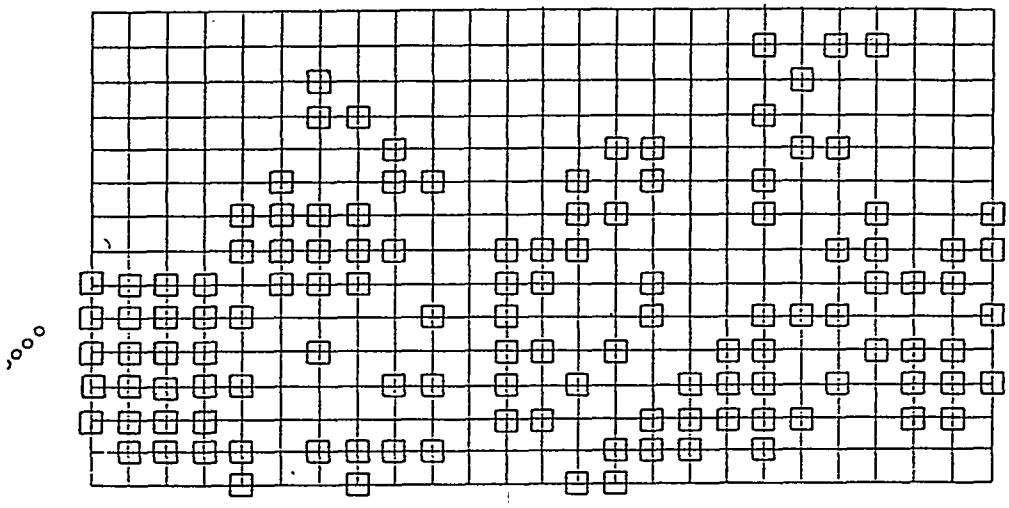
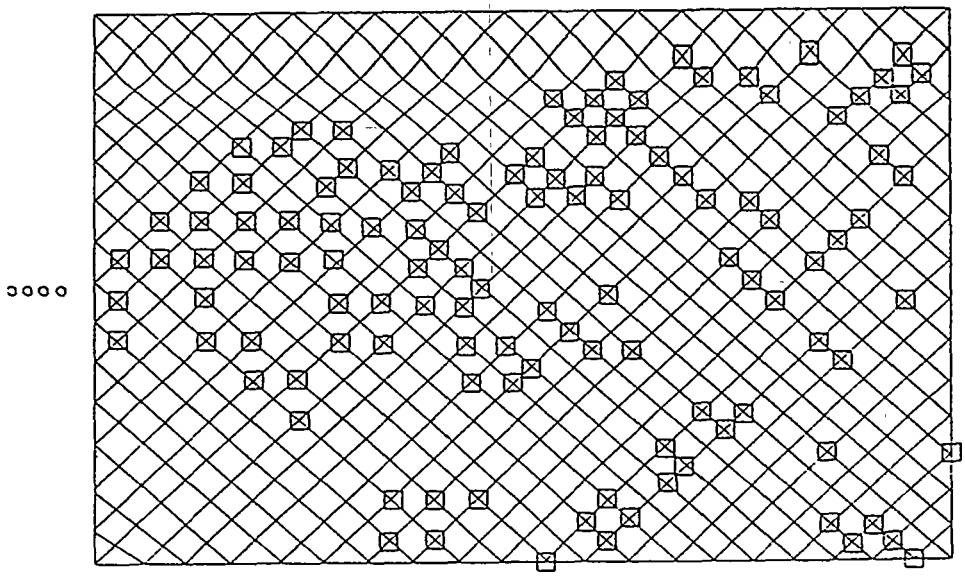


그림 3-2. 축척 50000 : 1 지도상에서 실험영역



(a) 북서풍이 불 때



(b) 서풍이 불 때

그림 3-3. 풍향에 따른 농도 측정점

4. Instrumentation

대기경계층의 유속측정은 열선풍속계(Hot Wire Anemometer)를 사용하였으며 센서는 I형 5㎛ 직경, 1.5mm 길이의 tungsten wire, TSI (Thermo systems inc.) Model 1211을, bridge는 IFA100 Model (TSI)이다. 3dB attenuation 주파수 응답은 20㎑정도이며 1㎑ Low Pass Filter를 사용하여 잡음(Noise)을 줄였다. 이 신호는 다중절환기 (Multiflexer, Hewlette Packard 3488)를 거쳐 전압계 (DVM, Hewlette Packard 3470)로 직류(DC)와 교류성분 (AC, RMS)을 측정한다. 이 값은 HP-IB(Hewlette Packard Interface Bus)를 통해 컴퓨터로 입력되어 저장된다. 위 신호는 아래와 같은 식에 의해 평균유속과 난류강도로 변환된다.

$$E^2 = A + BU^n$$

E : Anemometer output in DC voltage

U : Mean Velocity

A, B, n : Constants (n=0.45 by Collis and Willians Law)

$$u' = \frac{2eE}{BnU^{n-1}}$$

u′ : Fluctuating Velocity

e : Anemometer Output in RMS

일산화탄소 가스분석은 Themo Environmental Instruments Inc. 의 Model 48을 사용하였고 가스분석기의 Analog신호를 다중절환기로 입력하였다. 가스의 Sampling은 모델표면에 측정구를 뚫어 내경 1.2mm의 동관으로 관통시킨 후 비닐호스로 Scanivalve에 연결하였다. 가스분석기의 Reading Interval 은 10초이며 풍동실험에서

의 안정된 농도를 얻기 위해 20회 측정분을 평균하여, 즉 200초 동안 Sampling 하여 농도를 산출하였다. 농도측정점은 각 모델당 약 120점이며 Sample Line 들을 3부분으로 나누어 48 ports Scanivalve를 사용하여 컴퓨터로 제어된다. Scanivalve의 Multiplexing은 Lab 8800 Digital Output을 통해 Relay를 작동하고 이 On-off 신호가 Scanivalve Solenoid Driver를 구동하도록 하였다. 그림 3-4의 개략도에서 보여진 바와 같이 모든 장비는 컴퓨터에 의해 제어되며 제어 프로그램은 Quick Basic Language 로 짜여져 있다.

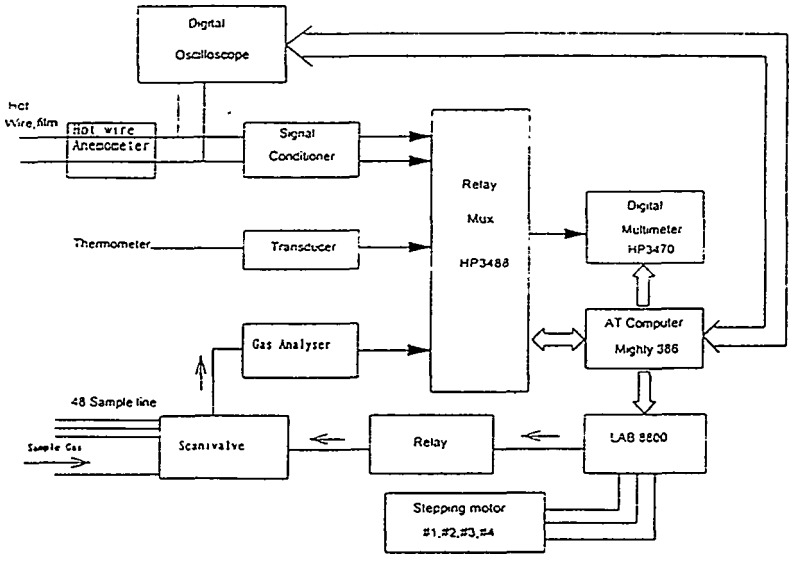


그림 3-4. 측정기기의 구성

제 4 절 실험결과 및 토의

Far- field에서의 확산에서는 제2절에 기술되어 있는 바와 같이 대기경계층의 상사가 더 중요하므로 이 상사성의 검토를 위한 실험이 선행되었다. 내륙지방으로의 접근 유동은 서해를 통과하고 있으므로 표면거칠기가 대단히 적은 것으로 간주하여 표면거칠기 요소는 사용하지 않았으며 풍속의 고도에 따른 변동을 나타내는 지수함

수의 n값을 1/7이 되도록 Fence와 Spire를 조절하였다. 그림 3-5에는 유속의 측정치가 1/7 Power Law의(실선)와 비교되어 있다. 난류강도와의 동시측정을 위해 열선풍속계를 사용하였으므로 평균유속이 다소 Scattering이 심하지만 Power Law와 잘 일치하는 편이다. 경계층 상부의 평균유속은 7.1m/s, 경계층의 높이는 220mm로 축척 3500 : 1을 고려하면 실제 대기경계층 높이 770m에 해당한다. 난류강도는 그림 3-6에 나타내어져 있으며 경계층의 상단에서 지표면의 약 10% 정도이다. 대상지역에서의 난류강도에 대한 기상 자료가 없으므로 직접 비교할 수는 없으나 풍동실험에서 나타나는 대표적인 형태와 크기를 가지고 있다. (J.E. Cermak, 1974, Murakami, 1988). 난류 Spectrum의 형태는 확산특성에 중요한 영향을 미치는데 풍동에서의 표면거칠기와 경계층 생성방법에 따라 난류 Spectrum이 달라질 수 있으므로 확산특성도 각기 다를 수 있다 (W.H. Snyder, 1981). 당 실험에 사용된 풍동에서의 난류 Spectrum은 그림 3-8와 3-9에 나타나 있으며 Kansas에서의 중립상태 대기에 대한 현장실험자료(그림 3-10 : Kaimal et al., 1972)와 비교해 보면 형태도 유사하고 Spectrum의 최대점이 거의 일치하고 있음을 알 수 있다. 이것은 대형 난류구조, 즉 Large Scale Eddy의 분포가 양자간에 상사가 있음을 의미하는 고무적인 자료이다. 풍동 경계층내의 난류확산 특성을 알기 위해 지형 지물이 없는 평판에서의 확산을 측정하였다.

그림 3-11은 오염원으로부터의 일산화탄소가 평판의 표면에서 확산되는 정도를 등고선으로 나타낸 것이다. 그림 3-12는 오염원으로부터 풍향 방향으로의 거리와 농도비를 도식화한 것인데 검은 원은 연돌출구의 유속이 5.26m/s, 흰 원은 8.77m/s일 때이다. 실선은 전자의 경우이며 점선은 후자의 경우 각각 수학적 모델인 ISC (Industrial Source Complex) 컴퓨터 코드에 의한 Pasquill Category로 C, 즉 중립상태에 대한 예측치이다.

수학적 모델과 물리적 모델은 절대 오염농도 크기는 2-3배 정도 차이가 나지만 상대 오염농도는 상호간에 잘 일치하고 있다. 연돌 출구의 유속은 Plume Rise 형태에 영향을 주는데 본 평판실험에서 연돌출구 유속이 적은 경우에는 연돌출구 유속과 연돌 끝에서의 풍속비가 0.96(Rs=Ws/Us)이고 연돌출구 유속이 큰 경우에는 Rs는

1.6 이 되며 Rs가 1.5이하이면 연돌에서는 Stack Downwash가 발생하는 것으로 알려져 있다. 유속이 작은 경우에 오염원 인접지역의 농도가 높은 것은 Stack Downwash때문에 생기는 현상으로 생각되며 최대농도 지점도 $\Delta X/h_s$ = 5정도의 차이가 있다. 이를 실제 대기유동에서 환산하면 약 700 - 800 m의 차이가 된다. 풍동실험에서의 착지가 다소 빠른 것으로 미루어 보아 풍동실험의 확산특성은 대기 안정도가 Pasquill Category로 B와 C의 중간정도에 해당된다.

풍동내의 풍속이 느리게 되면 같은 거리를 진행할 때 확산시간이 길어져서 대기안정도가 불안정한 경우에 해당하는 확산특성이 생길 수 있으므로 본 실험에서는 풍속을 비교적 빠른 7.1m/s로 정하였다. 이 경우에 Stack Downwash를 피하려면 연돌에서의 유속이 대단히 빨라져야 하므로 (약 8.3m/s 이상) 가스의 소비량이 대단히 많아지며 일산화탄소의 농도가 커져서 측정에 난점이 있다. 따라서 전체적인 확산을 볼 때 Stack Downwash의 영향은 그리 크지 않다고 보고 실험시에는 연돌유속이 적은 쪽을 선정하였다.

그림 3-13은 북서풍이 불 때 확산되어 나가는 지형을 입체적으로 보여주고 그림 3-14는 발전소의 위치가 표시된 확산 측정지형의 평면도이다. 남동쪽 끝부분에 있는 높은 산이 해발 235m의 봉대산이며 그림 3-13에서 볼 때 우상단의 산맥 지형이 바람부는 방향에 대해 수직으로 놓여져 있다. 그림 3-13의 하단은 거의 해변 내지 바다이므로 농도를 측정하지 않았다. 그림 3-15는 6개의 발전소 연돌 중 3개의 연돌에서만 오염물질이 배출될 때 확산된 가스의 농도분포를 보여주고 있다. 그림 3-11의 평지확산에 비교해 보면 우선 복잡지형에서의 확산양상은 확산범위가 넓고 여러곳에서 오염농도의 최대점이 나타나는 것을 알 수 있다. 그림 3-16의 6개 발전소에서 모두 가스를 배출했을 때와 비교해 보면 6개의 경우의 오염농도가 1.5 내지 2배가량 높은데 비해 Plume의 폭은 그다지 넓지 않다. 좌표의 원점을 연돌 중 가장 동쪽에 있는 연돌의 위치로 설정하면 3개의 연돌이나 6개의 연돌의 경우에나 오염농도가 크게 높아지는 지점의 (X,Y) 좌표는 A(1.4, -0.5), B(2.5, -0.75), C(3.2, -0.5)등의 대표적이다. 연돌에서 상당히 가까운 지역에서도 오염농도가 높아지고 있는데 자세한 원인규명은 Near-field에 대한 풍동실험이 필요하지만 이 현상은 상사법칙을 고려할

때 Plume의 낮은 배출유속 선정으로 인해 발생한 Stack Downwash, 또한 후류쪽의 건물 및 지형에 의한 Downdraft 때문에 비정상적으로 농도가 높아진 것으로 생각된다. A지점은 바람부는 방향에서 만나는 첫번째 구릉지역, B지역은 '조금날'근처 그리고 C 지점은 '송학저수지'의 해변쪽 부근이다. 농도는 A지점과 B지점사이가 C지점 부근보다 더 높다. B, C 지점은 구릉의 후류지역이기 때문에 오염물질의 적체로 인해 농도가 주위보다 높아진 것으로 보인다. 그림 3-2에는 Plume의 진로를 도시해 놓았으며 산지지형을 피해서 초기에는 남서쪽으로 진행하다가 산지가 끝나면 동쪽으로 진행하는 것으로 생각되어진다.

그림 3-17, 3-18은 그림 3-13, 3-14와 마찬가지로 서풍이 불 경우 바람부는 방향으로의 지형의 입체도와 평면도를 보여주고 있다. 이 지형은 발전소 연돌에서 바람부는 방향으로 점점 깊어지는 계곡의 형상을 가지고 있으며 북서풍이 불 때 수직으로 가로막던 우상단의 산맥이 여기에서는 45도 각도로 비스듬히 Pocket과 같은 형태를 이루고 있다. 그림 3-19과 3-20에서 보여지는 바와 같이 전체적 확산양상은 3개의 경우나 6개의 경우가 대동소이하지만, 그림 3-15, 3-16과 비교해 보면 전혀 다른 확산특성을 가지고 있다. 여기서 연돌에서 가장 가까운 고농도지점은 연돌과 1㎞정도 떨어진 A(1.0-1.4, -0.2)지점으로 그림 3-15, 3-16에서보다 2배 가량 된다. 그 이유로는 서풍이 불 때의 경우에도 Stack Downwash는 불가피하지만 풍하류쪽에 건물이 없어서 건물에 의한 Downwash는 여기에서 발생하지 않기 때문으로 생각된다. 그외의 고농도 지점은 B(2.57, -0.2 - -0.5), C(3.4-3.8, -1.4)지점이 있다.

A지점은 오염원 풍하측에서 처음으로 만나는 해발 100m정도의 구릉지역이며 B지역은 수정동 마을 부근, C지역은 전술한 Pocket과 같은 지역이다. 등농도선을 살펴볼 때 Plume이 풍하류쪽으로 진행하다가 계곡을 따라 북쪽으로 휘어져 가고 있으며 이곳에서 높은 농도 경향을 보이고 있다. 그림 3-2에 Plume의 진로를 도시해 보았으며 산지지형에서 충돌후에는 북동쪽 계곡을 따라가는 경향을 알 수 있으며 C지역에서는 산지 후류지역의 적체현상으로 농도가 높아진 것으로 보인다.

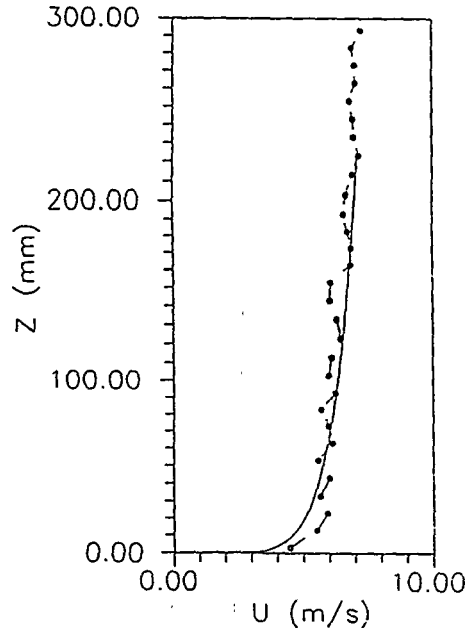


그림 3-5. 풍동경계층 평균 유속의 수직분포

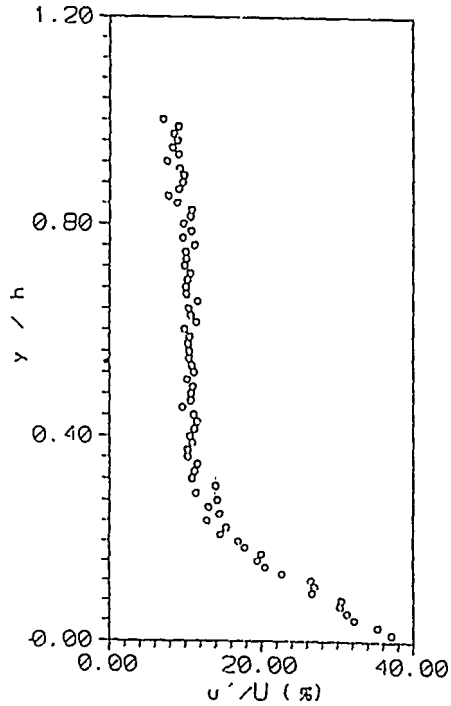


그림 3-6. 풍동경계층 난류강도의 수직분포

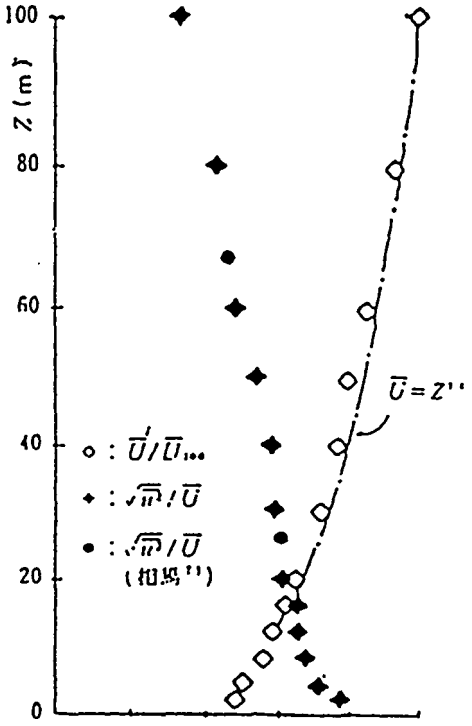


그림 3-7. 풍동경계층 평균유속과 난류강도의 수직분포 측정례(Murakumi, 1988)

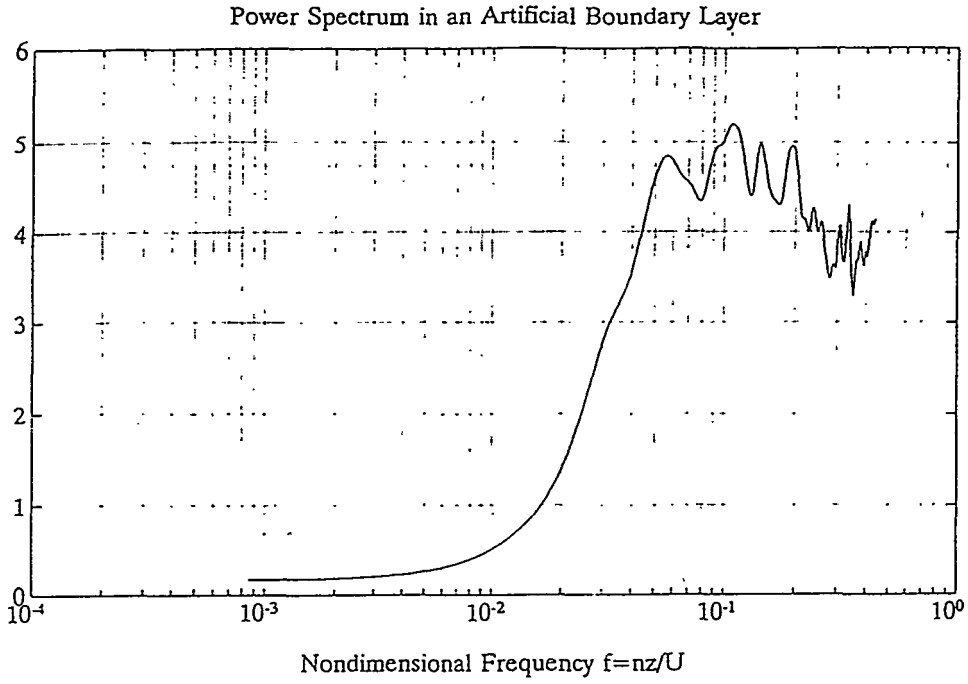


그림 3-8. 평판표면에서 가까운 부분의 Power Spectrum

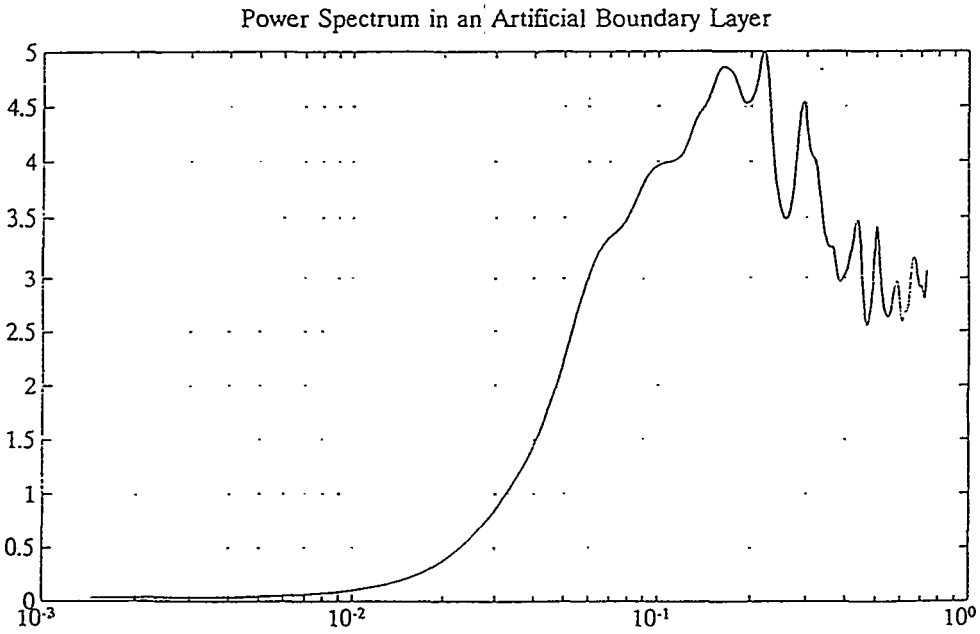


그림 3-9. 평판표면에서 비교적 떨어진 부분의 Power Spectrum

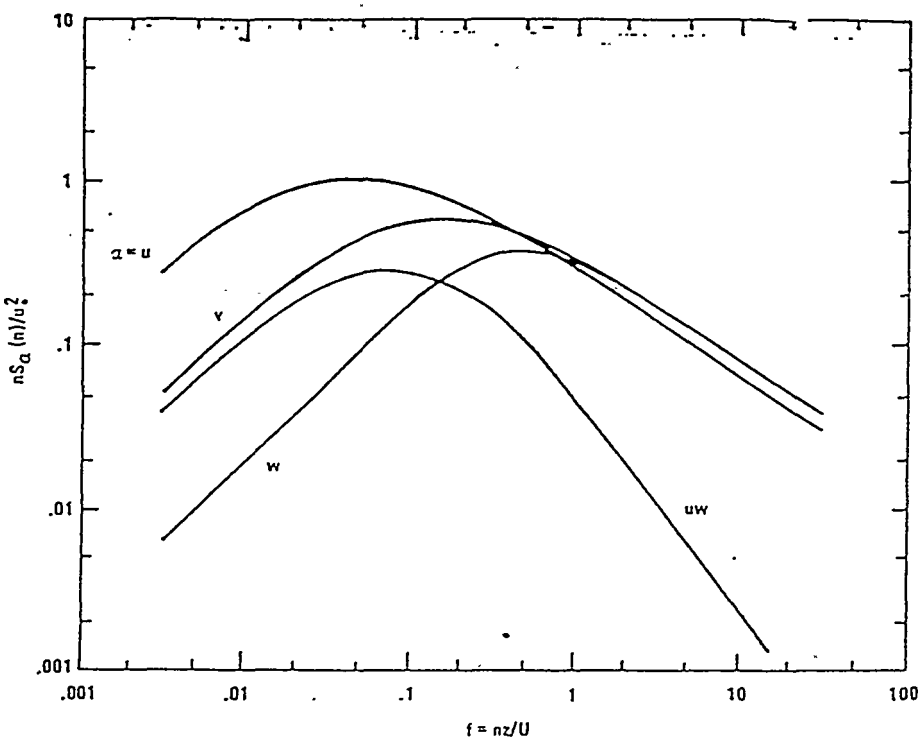


그림 3-10. 중립조건에서 Spectrum에 대한 현장실험 Curve
(Kaimal et al, 1972)

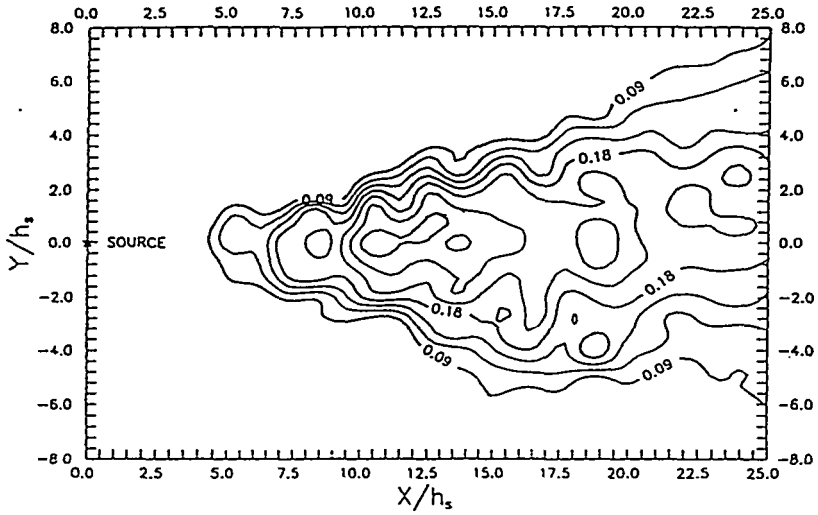


그림 3-11. 평판에서의 확산특성 측정치에 의한 농도 Contour

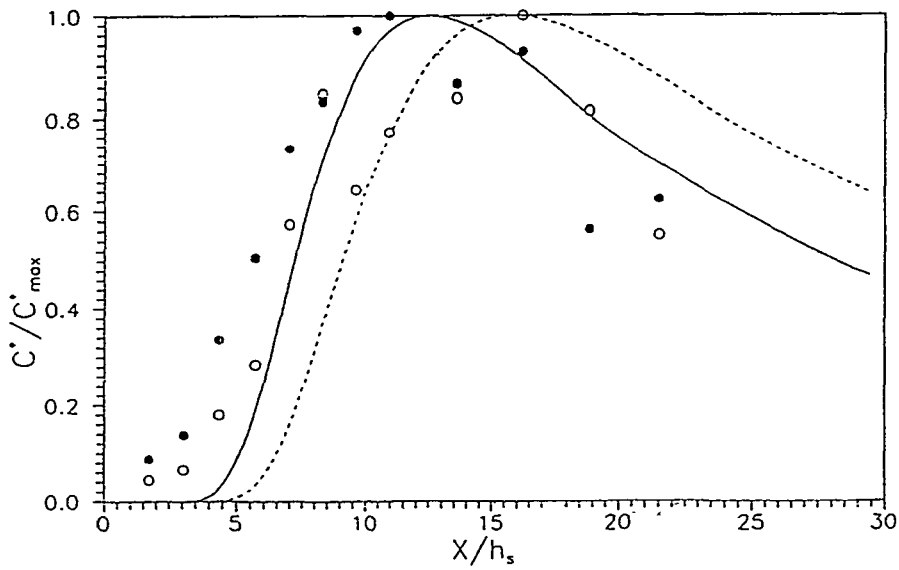


그림 3-12. 평판에서의 확산특성 - Plume Centerline 에서의 농도변화

● : 연돌출구 유속 5.26m/s일 때의 측정치
◎ : 연돌출구 유속 8.77m/s일 때의 측정치
— : 연돌출구 유속 5.26m/s일 때의 예측치
---- : 연돌출구 유속 8.88m/s일 때의 예측치

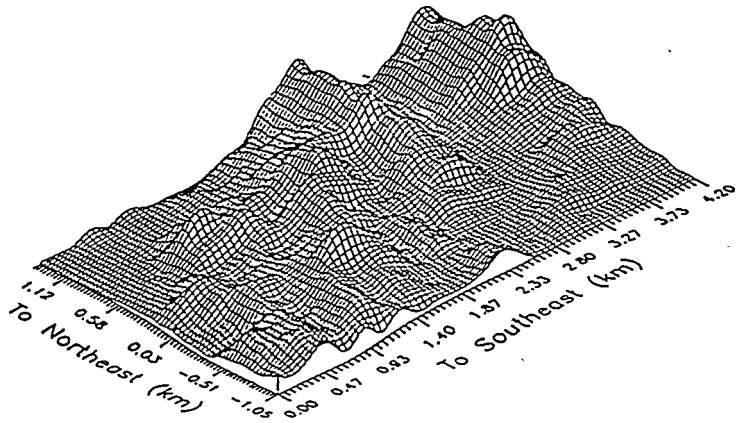


그림 3-13. 북서풍이 불 때 바람 불어가는 방향의 지형 입체도

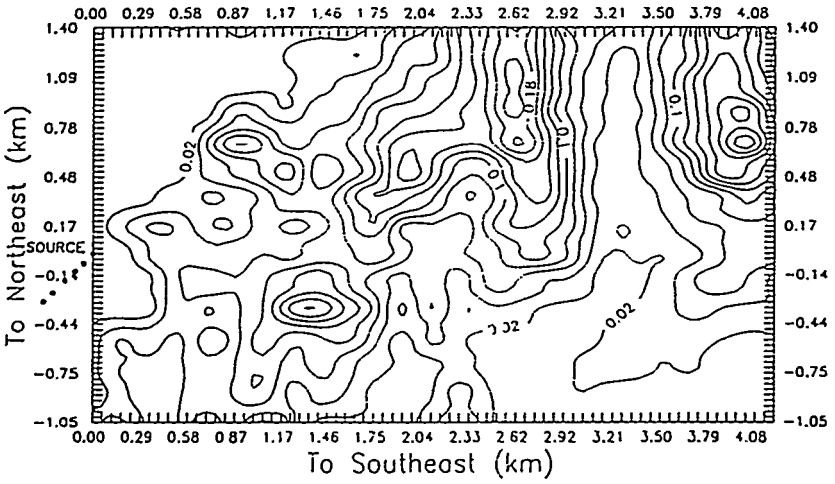


그림 3-14. 북서풍이 불 때 바람 불어가는 방향의 지형 평면도

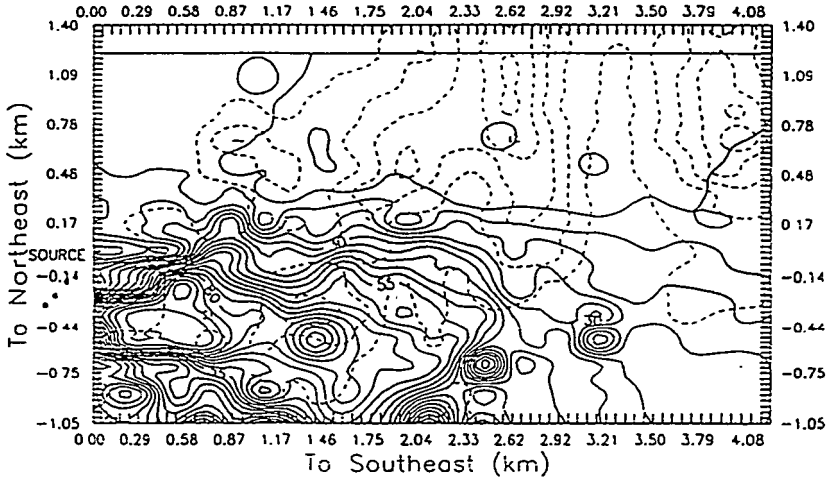


그림 3-15. 북서풍이 불 때 3개의 연돌로부터 배출된 추적자의 확산특성

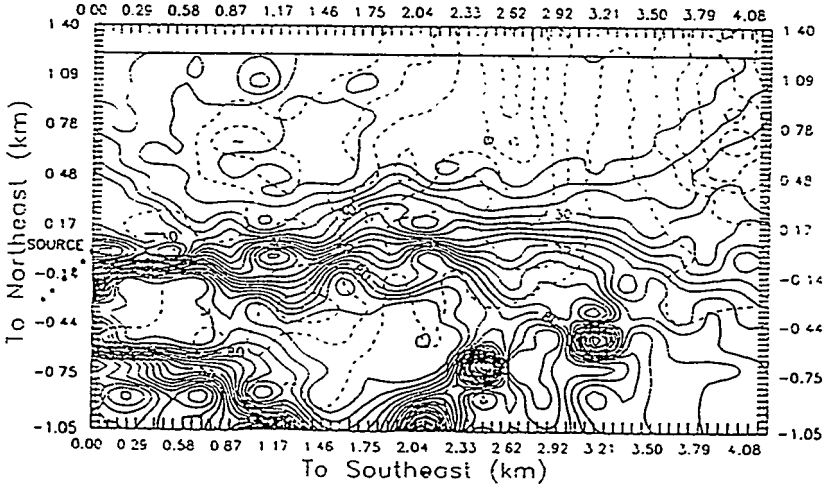


그림 3-16. 북서풍이 불 때 6개의 연돌로부터 배출된 추적자의 확산특성

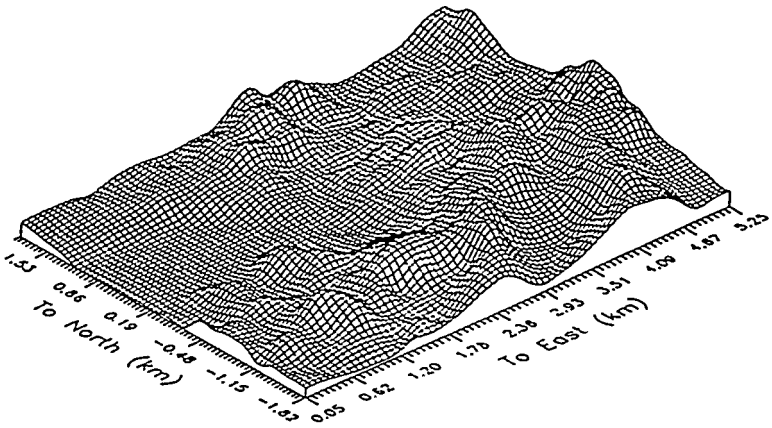


그림 3-17. 서풍이 불 때 바람 불어가는 방향의 지형 입체도

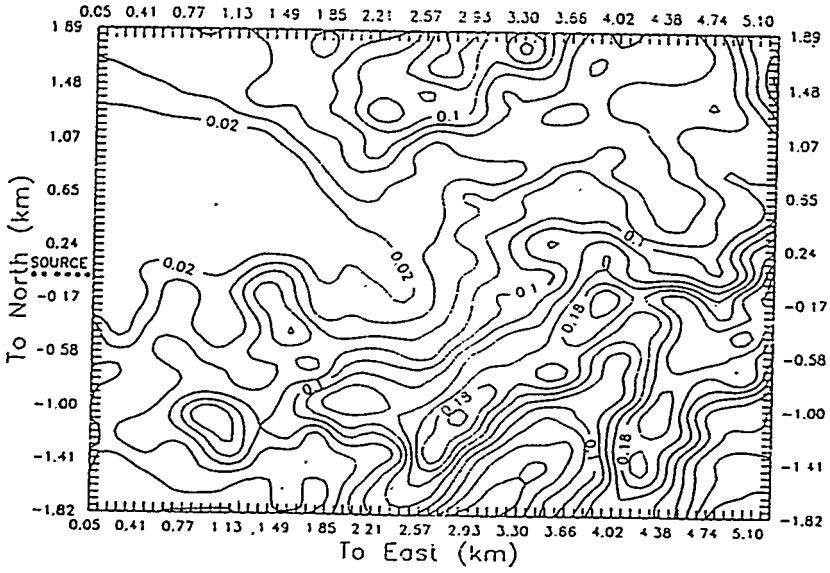


그림 3-18. 서풍이 불 때 바람 불어가는 방향의 지형 평면도

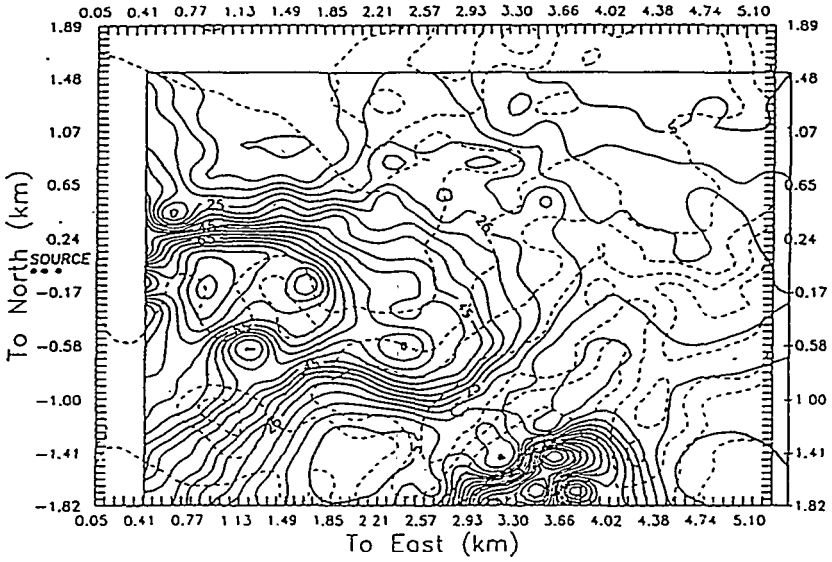


그림 3-19. 서풍이 불 때 3개의 연돌로부터 배출된 추적자의 확산특성

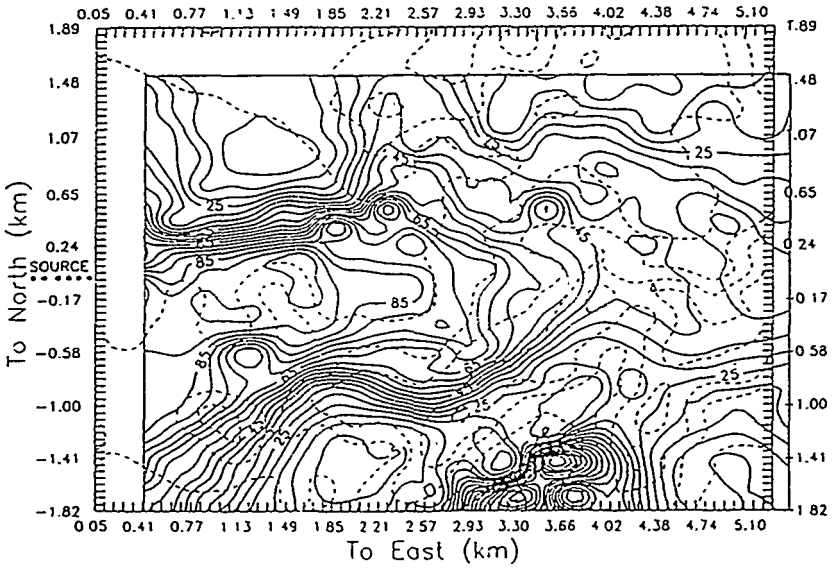


그림 3-20. 서풍이 불 때 6개의 연돌로부터 배출된 추적자의 확산특성

제 5 절 결론

보령화력발전소의 주변지역을 축척 3,500:1로 축소 모델화하여 풍동에 의한 물리적 모델링을 수행하였다. 축소모델은 그 지역의 주풍향인 북서풍과 서풍에 대해 각각 제작하였고 추적자로는 일산화탄소, 발전소 연돌은 기존의 3개 연돌에서 추적자 가스를 방출할 때와 6개 연돌에서 추적자 가스를 방출할 때에 대해 모델내의 확산특성을 실험하였다. 그 주요한 결과는 다음과 같다.

1. 풍동내 경계층의 확산특성을 밝히기 위한 평지확산 실험에서 본 실험의 경계층의 확산특성은 대기 안정도가 Pasquill Category로 B와 C 의 중간정도에 해당되며 평지확산에서는 수학적 모델의 결과와 상대농도가 잘 일치하고 있다.

2. 복잡지형의 확산양상은 평지확산과는 현저히 다르며 대체로 확산의 폭이 크고 고농도 지점이 여러군데에 나타나고 있다. 확산되어가는 방향에 지형지물의 존재여부 및 형태에 따라 확산 양상이 전혀 다르며 이는 유동특성의 변화로 인해 발생되는 현상이다.

3. 북서풍이 불 때 고농도 지점의 좌표는 발전소의 가장 동쪽에 있는 연돌을 원점으로 하고 바람불어가는 방향을 X 좌표로 할 때 (X, Y) 좌표가 A_{nw} (1.4㎞, -0.5㎞), B_{nw} (2.5㎞, -0.75㎞), C_{nw} (3.2㎞, -0.5㎞)인 지점이 대표적이다.

4. 서풍일 경우 고농도 지점은 A_w (1.0 - 1.4㎞, -0.2㎞), B_w (2.57㎞, -0.2 - -0.5㎞), C_w (3.4 - 3.8㎞, -1.4㎞)지점이 현저하다.

참고문헌

1. Birkhoff, G., 1950 : Hydrodynamics, Princeton Univ. Press, Princeton, NJ. Barotropic Planetary Boundary Layers, J. Atmos. Sci., v.25, p. 1015 - 20

2. Briggs, G.A., 1969 : Plume Rise, Critical Review Series, U.s. Atomic Energy Comm., TID-25075, Nat. Tech. Infor. Serv., Springfield, VA, 81p

3. Briggs, G.A., 1972 : Discussion of Chimney Plums In Neutral and Stable Surrondings, Atmos. Envir., v.6, p. 507-10

4. Briggs, G.A., 1975 : Plume Rise Predictions, ATDL No. 75/115, Atmos. Turb. and Diff. Lab., NOAA Envir. Res. Lab., Oak Ridge, TN, 53p

5. Cermak, j.E., 1971 : Laboratory Simulation of the Atmospheric Boundary Layer, AIAA J., v.9, p.1746-54

6. Cermak, j.E., 1975 : Application of Fluid Mechanics to Wind Engineering A Freeman Scholar Lecture, J. Fluids Engr., v.97, ser. 1, no. 1, p. 9-38

7. Corrsin, S., 1961a : Turbulent Flow, Am. Scientist, v.49., no. 3, p. 300-25

8. Corrsin, S., 1961b : Theories of Turbulent Dispersion, Mechanique de la Turbulence, Marseille, France, p. 27-52

9. Corrsin, S., 1963 : Turbulence : Experimental Methods, Handbuch Der Physik, Encyclopedia of Physics, edited by S. Flugge/Freiburg, v. Ⅷ/2, p/524-90

10. Counihan, J., 1969 : An Improved Method of Simulating an Atmospheric Boundary Layer in a Wind Tunnel, Atmos. Envir., v.3, p.197-214

11. Counihan, J., 1975 : Adiabatic Atmospheric Boundary Layer : A Review and Analysis of Data from the Period 1880-1972, Atmos. Envir. v.9, no. 10, p. 871-905

12. R.H. Schulze, 1990 : Practical Guide to Atmospheric Dispersion Modeling : Trinity Consultants, Inc.

13. W.H.Snyder, 1981 : Guideline for Fluid Modeling of Atmospheric Diffusion : U.S.EPA, Environmental Science Research Lab.

제 4 장 확산모의 실험

제 4 장 확산모의 실험

전력수요의 급증에 따라 건설 및 증설되는 화력발전소의 대형화는 대기오염 방출의 다량화를 수반하게 된다. 따라서 화력발전소가 주변지역의 대기환경에 미치는 영향을 평가, 제어하기 위해서는 발전소 주변에 대기오염 감시망을 설치하여 실측을 통한 계속적인 감시 뿐만 아니라 사전에 이를 예측하여 이에 대한 적절한 대책을 마련하는 것이 필요하다.

오염원이 주변환경에 미치는 영향을 예측하는 방법은 가우시안 확산모델이나 격자모델 등의 수치모델의 이용, 또는 풍동실험과 같은 물리적 모형을 이용하는 방법 등 여러 가지가 있으나 복잡한 자연현상을 많은 가정을 통해 단순화하여 쉽게 적용할 수 있도록 개발된 가우시안 확산모델이 가장 널리 쓰이고 있다.

가우시안 확산모델을 적용시킬 때는 대상 지역의 오염원 종류, 대상 오염물질, 지형, 기상 등을 고려하여 가장 적합한 모델을 선정하여야 한다. 이 때 가장 기본적으로 고려되어야 할 것은 선정 모델에 대한 신뢰성과 정확성이며 이를 위하여 미국 환경보호청(US EPA)에서는 여러 가지 모델들을 개발, 검증하여 대기오염 규제에 이용할 수 있는 대기 확산모델을 선정하여 우선적으로 사용하도록 추천하고 있다. 미국 환경보호청에서는 우선 추천모델인 "Preferred Model"과 "Alternate Model"로 구분하여 놓았다. "Preferred Model"은 해당 항목에서 다른 모델들보다 좋은 결과를 보이며 사용상 용이하거나 계산이 용이하여 미국 환경보호청에서 추천한 모델을 말한다. 이에 반해 "Alternate Model"은 모델 결과가 "Preferred Model" 에 상응하다는 것을 증명할 수 있거나 측정치와의 통계분석을 통하여 "Preferred Model" 보다 나은 결과를 보이는 경우, 또는 적용할 만한 "Preferred Model"이 없는 경우에 사용하는 모델을 말한다.

가우시안 확산 모델에서는 오염원의 배출고도보다 높은 지형을 복잡지형으로 정의한다. 평탄한 지형 또는 지형의 고도가 배출고도보다 낮은경우를 단순지형으로 정의하며, 이때 적용하는 모델은 오염농도의 계산시 착지점의 고도만을 고려하는 반면에 복잡지형에 적용하는 모델은 지형의 고도변화에 의한 연기중심선의 높이 변화를 고려한다. 그러나 복잡지형에 적용하는 가우시안 확산 모델은 오염물질이 이동하면

서 마주치는 지형의 전면에서의 오염도 변화를 고려하였을 뿐 지형의 후면에서 와류 발생 또는 복잡지형에 의한 바람장의 변화 등은 고려하지 못하는 것이 문제점으로 지적되고 있다(US EPA, 1986). 그러므로 지형 후면에서의 오염농도 값은 오차를 많이 포함하고 있으므로 오염농도값을 그대로 적용하지 않는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

대기질 영향 평가시에는 1차 분석에서 최악의 상황에서 발생할 수 있는 기상조건을 가정하여 환경기준치를 초과할 만큼 우려가 되는 현상을 파악한 뒤 2차 정밀분석 모델을 이용하여 보다 현실에 가까운 조건에서 분석하도록 한다. 복잡지형에 적용하는 가우시안 확산모델을 간단히 표 4-1에 정리하였으며, 여기서 CTDMPLUS만이 2차 정밀분석에 이용하는 우선 추천 모델이며, 굴뚝높이보다 높은 착지점에서의 오염도를 계산할 수 있다. 그 밖의 RTDM, COMPLEX1, SHORTZ/LONGZ, Valley 모델은 1차 분석에 이용하도록 추천되고 있다. 이러한 1차 분석모델은 연기상승높이보다 높은 착지점에만 적용하도록 권장하고 있으며, 1차 분석모델을 이용할 경우 굴뚝높이보다 높고 연기상승높이보다 낮은 착지점에서 대해서는 단순지형에 적용하는 모델과 복잡지형의 모델의 결과 중 높은 농도값을 이용하도록 한다 (US EPA, 1986).

정밀분석에 이용되는 CTDMPLUS는 지상에서의 기상자료 뿐만 아니라 sounding 자료와 같은 상층의 기상자료가 필요하므로 대상지역 주변에서 상층 기상 측정이 이루어지지 않았을 경우 CTDMPLUS를 이용하기가 쉽지 않다. 평탄한 지형이나 오염물질 배출고도보다 낮은 단순지형에 적용할 수 있고 그 사용범위가 광범위하여 대기 환경영향 평가에 가장 많이 이용되고 있는 ISC2 모델은 오염원 배출고도보다 높은 지형을 굴뚝높이로 낮추어 처리하므로 배출고도보다 높은 지형에서의 오염도는 그 신뢰성이 떨어진다. 그러나 최근 단기모델인 ISCST2를 개정한 ISCST3 모델에서는 배출고도보다 높은 지형을 고려할 수 있도록 COMPLEX1의 복잡지형 알고리즘을 추가하였다.

따라서 본 연구에서는 보령화력발전소의 주변대기질의 영향을 평가하기 위하여 MPTDS 모델을 이용하였던 이전의 연구를 바탕으로 복잡지형에 적용할 수 있도록 RTDM과 ISCST3 모델을 이용하여 비교하고자 한다. 또한 풍동실험의 결과 및 가

우시안 확산모델을 이용한 모의실험 결과가 대기오염 감시망을 구축하는데 기초적인 자료로 이용될 수 있도록 한다.

표 4-1 복잡지형 확산모델의 특징

CTDMPLUS	점오염원에 대하여 정상 상태에서의 확산모델이다. 초기의 안정, 중립 대기에 적용하였던 CTDM에 불안정한 대기 일때의 확산 현상을 추가하여 개발된 모델로써 정밀분석에 이용된다. 불안정한 대기에서 오염물질의 확산은 비정규 분포를 가정한다. 연기가 지형을 만날 때 복잡 지형 확산모델 중 유일하게 연기 모양의 변화를 고려할 수 있다.
RTDM	1차 분석모델이나 Valley, COMPLEX1, SHORTZ / LONGZ 모델보다 좀 더 정밀한 분석에 이용된다. 점오염원에 대해 도시지역, 시골지역에 모두 적용 가능하며, 대상지역에서 직접 측정한 난류의 크기를 이용하여 확산계수로 이용할 수 있다.
COMPLEX1	단순지형에 적용하는 MPTER 모델을 복잡지형에 적용하도록 개선한 점오염원에 대한 가우시안 확산모델, 1차 분석에 이용된다.
SHORTZ /LONGZ	도시지역에서의 1차 분석에 이용할 수 있는 복잡지형 확산모델 단기분석에 이용되는 SHORTZ 모델과 장기분석에 이용되는 LONGZ 모델이 있다. 점오염원 뿐만 아니라 면오염원, 건물 오염원에 대해서도 고려할 수 있다.
VALLEY	복잡지형에 적용하는 1차 분석 모델이며, 점오염원과 면오염원에 대하여 24시간 평균농도를 산출하는 모델, 16방위로 고정된 착지점에서만 오염농도를 산출할 수 있다.
ISCST3	단순지형에서 정밀분석에 가장 많이 이용되던 ISC2 모델에 COMPLEX1 모델의 복잡지형에서의 확산 알고리즘을 추가하였다. 그러므로 굴뚝 높이보다 높은 착지점에 대해서는 1차 분석의 결과로 이용하는 것이 바람직하다.

제 1 절 1차 선정모델

- MPTDS (MPTER model including Deposition and Sedimentation
  MPTER : Multiple Point source model with TERrain adjustments)

1. 1차 선정 모델의 특징

미국 EPA 우선 추천 모델들의 특징을 비교 분석한 결과 지형 효과, 중력 침강 및 건조 침착 등을 고려할 수 있는 모델로서 시골 지역을 대상으로 개발된 MPTDS 모델을 선정하였다. MPTDS 모델의 대표적인 특징은 다음과 같다.

가. 시골 지역을 대상으로 한다.

발전소가 위치해 있는 보령 지역은 전형적인 농촌 지역으로서 보령군 전체 인구의 66 %가 농업에 종사하고 있으며 농경지는 전체면적의 약 26 %를 차지하고 있다. 따라서 도심지 또는 산업 공단보다는 시골 지역에 적용 가능한 모델을 선정하였다.

나. 구릉 지역에 대해 지형 고려가 가능하다.

우리 나라 대부분의 지역은 낮은 야산들에 의해 구릉을 형성하고 있으며 보령 화력발전소 주변도 북동쪽 4.5 km 지점의 해발 215.9 m 높이의 산을 중심으로 하는 약한 산계와 남동쪽 4.5 km 지점에 해발 234.9 m의 봉대산을 정점으로 하는 일련의 산계가 남북 방향으로 비스듬히 발달해 있는 것을 제외하면 대략 반경 8.5 km 이내 지역이 모두 구릉지역이다. MPTDS는 이러한 구릉 지역에 대해서 적용가능한 모델이다.

다. 굴뚝 와류효과

굴뚝 와류효과는 배출구의 배출가스 유속이 풍속의 1.5배보다 낮은 경우에 발생하는 현상으로 배출구의 풍하방향에서 연기가 휘말려 떨어지는 것을 일컫는 말이다. MPTDS 모델에서는 풍속과 배출가스 속도에 따라 굴뚝의 높이를 변형시키는 방법을 이용하여 와류현상을 고려하였다.

라. 중력 침강 및 건조 침착

대기 오염물질 중 분진과 같이 비교적 질량이 큰 입자들은 이동 도중에 중력에 의해 지면으로 침강하기도 하고 강수에 의한 습성 침착이나 지면에 부딪쳐서 떨어지는 건성 침착 과정에 의해 그 양이 감소하게 되는 바, MPTDS 모델에서는 중력 침강과 건성 침착 과정을 통한 질량 손실을 고려하였다.

마. 기타

대부분의 대기확산 모델처럼 MPTDS 모델은 비반응성 물질에 대해 적용가능하고 배출원으로부터 10 km 이내 지역에서 잘 맞는 모델이며 그 원리에 있어서는 Gaussian 확산식과 Briggs 연기 상승식을 이용한 단기 모델이다.

2. MPTDS 모델의 원리

가. Gaussian 확산식

Gaussian 확산식은 "Gaussian Plume Hypothesis"에 기초하여 대기중에서 확산되는 오염물질의 농도가 정규분포를 보인다고 가정한다. 따라서 농도식에서 난류확산계수를 y방향의 분산과 z방향의 분산 형태로 바꾸어 표시한다.

MPTDS 모델에서는 다음과 같은 세 가지 경우에 대해 확산식을 각각 달리 표현하여 사용하고 있다.

① 안정하거나 연직 방향 혼합에 제한을 받지 않는 경우

$$C = \frac{Q}{2\pi\,\sigma_y\sigma_z U}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{y^2}{\sigma_y^{\,2}}\right)\left[\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(z-H_e)^2}{\sigma_z^{\,2}}\right)+\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(z+H_e)^2}{\sigma_z^{\,2}}\right)\right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.1)$$

② 불안정하거나 중립이면서 $\sigma_z \geq 1.6L$

(연직방향으로 일정한 혼합) 인 경우

$$C = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_y U}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{y^2}{\sigma_y^{\,2}}\right)\frac{1}{L} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.2)$$

③ 불안정하거나 중립이면서 $\sigma_z < 1.6L$ 인 경우

$$C = \frac{Q}{2\pi\,\sigma_y\sigma_z U}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{y^2}{\sigma_y^{\,2}}\right)\sum_{N=-\infty}^{\infty}\left[\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(z-H_e+2NL)^2}{\sigma_z^{\,2}}\right) + \exp\left(-\frac{1}{2}\frac{(z+H_e+2NL)^2}{\sigma_z^{\,2}}\right)\right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.3)$$

C : 농도 (g/m^3), Q : 오염물질 배출률 (g/s), U : 풍속 (m/s)

σ_y : 수평농도분포의 표준편차 (m), σ_z : 연직농도분포의 표준편차(m)

L : 혼합고 (m), H_e : 유효 굴뚝 높이 (m)

y : 연기의 중심선에서 수직방향으로의 거리 z : 지면위 높이 (m)

나. 연기 상승식

굴뚝에서 배출된 가스는 주위 공기와의 온도차에 의한 부력과 배출가스 속도에 의한 운동량 때문에 배출고도보다 일정높이 상승하게 된다. 이 상승고도(Δh)를 구하는 방법은 Holland, Carson and Moses, Briggs, Turner, Smith, Bosanquet 등 여러

사람에 의해 소개되고 있으나 가장 보편적으로 쓰이고 있는 식은 Briggs 식으로서 MPTDS 모델에서도 이 식을 사용하고 있다.

굴뚝에서 배출된 오염물질은 처음에는 연직 방향으로 상승하다가 점차 수평 방향으로 방향을 바꾸어 나중에는 완전히 수평방향으로만 이동하게 되며 이때부터는 굴뚝의 유효높이가 거리에 따라 일정하게 된다. 다음의 ①, ②, ③, ④ 식은 이와 같은 최종 상승을 가정한 경우이고 식 ⑤는 최종 상승에 도달하기 이전의 거리에 대해 적용하기 위한 식이다. 그리고 F와 s는 각각 부력 매개변수, 안정도 매개변수로서 다음과 같이 정의된다.

$$F = \frac{g V_S d^2 \Delta T}{4 T_S} \quad , \qquad s = g \frac{\partial \theta / \partial z}{T}$$

① 불안정하거나 중립인 경우 - 부력에 의한 상승

$H_e = h_p + 1.6\ F^{1/3}\ u(h)^{-1}\ X_f^{2/3}$ 에서

F 값이 55보다 작을 때는 $X_f = 0.049\ F^{5/8}$

F 값이 55보다 작을 때는 $X_f = 0.119\ F^{2/5}$ 를 적용시키면

$$F < 55 : H_e = h_p + 21.425\ F^{3/4}/u(h) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.4a)$$

$$F \geq 55 : H_e = h_p + 38.71\ F^{3/5}/u(h) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.4b)$$

② 불안정하거나 중립인 경우 - 운동량에 의한 상승

$$H_e = h_p + 3\ d\ V_s/u(h) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.5)$$

③ 안정한 경우 - 부력에 의한 상승

$$H_e = h_p + 2.6 \left[\frac{F}{s\ u(h)}\right]^{1/3} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.6)$$

이 경우 특히 정온(calm) 상태이면 다음 식을 이용한다.

$$H_e = h_p + 4\ F^{1/4}\ s^{-3/8} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.7)$$

④ 안정한 경우 - 운동량에 의한 상승

$$H_e = h_p + 1.5 \left[\frac{V_s^2\ d^2\ T}{4\ T_s\ u(h)}\right]^{1/3} s^{-1/6} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.8)$$

⑤ 안정, 중립, 불안정의 모든 대기상태에 대해 최종 상승(final rise)에 도달하기 전까지는 다음의 식을 사용한다.

$$H_e = h_p + \frac{160\ F^{1/3}\ X^{2/3}}{u(h)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.1.9)$$

g : 중력 가속도 (m/s^2), V_s : 배출가스 속도 (m/s)

H_p : 굴뚝 높이 (m) d : 굴뚝 직경 (m), T : 주위 온도 (˚K)

u(h) : 높이 h에서의 풍속 (m/s)

T_s : 배출가스 온도 (˚K), θ : 온위 (˚K)

다. 지형 효과

MPTDS 모델은 굴뚝높이보다 낮은 구릉지대에 대하여 지형의 영향을 고려한다. 지형 보정 계수를 이용하여 유효 굴뚝 높이를 수정하고 Gaussian 확산식에서 유효

연기 배출고도 H_e를 대신하여 수정된 값을 대입함으로써 지형에 의한 영향을 나타내는 것이다. 지형 보정 계수가 '1'인 경우 연기는 지형을 따라 이동하게 되며 '0'인 경우에는 연기는 지형에 관계없이 일정한 높이를 유지하게 된다. 결과적으로 지형 보정 계수가 '1'인 경우에는 유효 굴뚝높이의 변화가 없으므로 해발고도를 고려한 각 측정 지점에서의 농도값이 지형을 고려하지 않은 평지에서의 농도값과 같게 나타나며 '0'인 경우에는 유효 굴뚝 높이가 낮아짐으로써 고도가 높은 지역에서 농도가 높게 나타난다.

지형 효과를 고려하는데 사용되는 방정식은 다음과 같다.

$$H_a = H_e - \Delta E + F_t \Delta E \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.10)$$

H_a : 수정된 유효 굴뚝 높이, H_e : 유효 굴뚝 높이, F_t : 지형보정 계수

$\Delta E = E_R - E_s$ E_R : 착지점의 고도, E_s : 오염원의 고도

라. 굴뚝 와류효과

굴뚝 와류효과를 고려하기 위해서는 실제 굴뚝 높이를 변형시키는 Briggs의 방법을 사용하는데 그 식은 다음과 같다.

$$Vs < 1.5u(h) \ : \ h_a = h_p + 2\,[(V_s / u(h)) - 1.5]d \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.11)$$

$$Vs \geq 1.5u(h) \ : \ h_a = h_p \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.12)$$

마. 중력 침강 및 건성 침착

중력 침강 및 건성 침착 과정은 (4.1.1)~(4.1.3)의 기본적인 Gaussian 확산식에서 몇몇 항들을 변형시킴으로써 고려하였다.

① 안정하거나 연직 방향 혼합에 제한을 받지 않는 경우

$$C = \frac{Q}{2\pi\,\sigma_y\sigma_z U}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{y^2}{\sigma_y{}^2}\right)\times g_2 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.13)$$

$$g_2 = \exp\{-2\dot{W}\,(\dot{z} - \dot{H})\,\dot{x} - \dot{W}^2\,\dot{x}^2\} \times$$
$$[\exp\{-(\dot{z} - \dot{H})^2 + \exp\{-(\dot{z} + \dot{H})^2\}(1-4\sqrt{\pi}\,\dot{V}_1\,\dot{x}\,e^{k^2}\mathrm{erfc}\,(k))]$$

② 불안정하거나 중립이면서 $\sigma_z \geq 1.6L$

(연직방향으로 일정한 혼합) 인 경우

$$C = \frac{Q}{2\pi\,\sigma_y\sigma_z U}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{y^2}{\sigma_y{}^2}\right)\times g_3 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.14)$$

$$g_3 = \sum_{N=-\infty}^{\infty}[\exp\{-2\dot{W}\,(\dot{z} - \dot{H})\,\dot{x} - \dot{W}^2\,\dot{x}^2\} \times$$
$$[\exp\{-(\dot{z} - \dot{H})^2 + \exp\{-(\dot{z} + \dot{H})^2\}(1-4\sqrt{\pi}\,\dot{V}_1\,\dot{x}\,e^{k^2}\mathrm{erfc}\,(k))]]$$

③ 불안정하거나 중립이면서 $\sigma_z < 1.6L$ 인 경우

$$C = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_y U}\exp\left(-\frac{1}{2}\frac{y^2}{\sigma_y{}^2}\right)\frac{1}{L}\times g_4 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.1.15)$$

1) $\dot{V}_2 = 0$인 경우

$$g_4 = (\dot{V}_1/\dot{V}_2)\exp(4\,\dot{V}_d\,\dot{V}_2\,\dot{x}^2)\,\mathrm{erfc}(2\dot{V}_1\dot{x}) - (\dot{W}/2\,\dot{V}_2)\mathrm{erfc}(\dot{W}\dot{x})$$

2) $\dot{V}_2 \neq 0$인 경우

$$g_4 = (1 + 2\,\dot{x}_1)\,\mathrm{erfc}\;\dot{x}_1 - (2\,\dot{x}_1/\sqrt{\pi})\,\exp(-\;\dot{x}_1{}^2)$$

C : 농도 (g/m^3), Q : 오염물질 배출률 (g/s), U : 풍속 (m/s),

σ_y : 수평 농도 분포의 표준편차 (m),

σ_z : 연직 농도 분포의 표준편차 (m)

H_e : 유효 굴뚝 높이 (m), $H_1 = H_e + 2NL$,

N : 난류 반사수, L : 혼합고 (m)

V_d : 건성 침착 속도, W : 중력 침강 속도

3. 입력 자료

MPTDS 모델에서 필요로 하는 주요한 입력 자료로는 배출원 자료, 기상 자료, 측정지점 자료 등을 들 수 있다. MPTDS는 점오염원에 적용하는 모델로서 배출원 자료로는 배출원의 위치, 오염물질 배출률, 굴뚝의 높이, 배출 가스 온도, 굴뚝 내경, 배출 가스 속도 등을 필요로 하며 그외에 지형을 고려한 모델이기 때문에 배출원의 해발고도를 필요로 한다. 보령 화력 발전소의 배출원 자료는 표 4-2에 정리하였다. 기상자료로는 각 시간별 안정도, 풍향, 풍속, 기온, 혼합고 등을 필요로 하며 측정 지점 자료로는 지형 효과를 고려하기 위해서 측정 지점의 해발고도 및 지면 위 고도를 필요로 한다.

특히 이 모델에서는 각 안정도별로 지형 고려 계수를 사용자가 임의로 입력시켜 사용할 수 있는데 본 연구에서는 VALLEY 모델의 지형 보정 계수를 사용하였다. 즉 대기상태가 불안정에서 중립인 경우에는 지형 보정 계수 '1'을 사용함으로써 연기의 모양이 지형을 따라 움직인다고 가정하였으며 연직 확산이 잘 되지 않는 안정한 경우에는 지형 보정 계수 '0'을 사용하여 연기가 지형에 관계없이 일정하게 이동한다고 가정하였다.

그외에 중력 침강과 건성 침착 과정을 고려하기 위해서는 중력 침강 속도와 건성 침착 속도를 입력시켜 주어야 하는데 SO_2의 경우는 기체이므로 중력 침강 속도 0 cm/s, 건성 침착 속도 1 cm/s를 사용하고 분진의 경우는 미세 입자를 가정하여 중력 침강 속도 0.2 cm/s, 건성 침착 속도 2 cm/s를 사용하였다 (US EPA, 1982).

표 4-2. 보령화력발전소의 배출량 및 연돌조건

	Stack #1 & #2	Stack #3 ~ #6
SO_2 배출량 (g/s)	970.19	961.47
분진 배출량 (g/s)	33.83	33.52
굴뚝높이 (m)	150.0	
배출가스 온도 (℃)	120.0	
굴뚝 내경 (m)	6.9	
배출가스 배출속도 (m/s)	20.0	

4. 결과

대기확산에 가장 큰 영향을 주는 인자는 대기안정도와 바람이므로 다른 조건은 동일하게 주고 일정한 풍향 하에 대기안정도와 풍속을 변화시켜 가면서 오염물질의 확산 분포를 살펴보았다.

그림 4-1은 발전소에서 남동쪽 방향으로 연직 단면을 따라 MPTDS 모델에 의한 지상 농도 분포를 본 것이다. 안정도가 증가할수록 오염물질이 멀리까지 수송되는 것을 알 수 있으며 최고농도 착지 거리도 멀어진다. 단, 안정한 경우에는 지형의 영향에 의해 고도가 높을수록 농도가 높게 나타나는데 이때는 오염물질이 멀리까지 수송되기 때문에 그 영향도 먼 거리에서 잘 나타나고 있다. 최고농도 착지거리는 풍속이 강해질수록 그 거리가 짧아진다. 그러나 안정도가 중립(안정도 등급 4)인 경우에 그 농도가 너무 낮게 나타나고 안정도 3과 4 사이, 또는 4와 5 사이에 그 분포변화가 너무 급격하므로 안정도 4인 경우에 지형보정 계수를 '1'로 적용시키는 것은 조금 무리가 있는 것으로 판단된다. 즉 오염농도 분포는 연기의 이동 형태에 따라 판이하게 달라지므로 각 안정도별로 실제 오염농도 분포를 잘 모사할 수 있는 지형보정 계수를 선정하여 모델에 적용시키는 것이 필요한 문제라고 하겠다.

그림 4-2는 지표면으로부터 고도의 변화에 따른 농도 분포를 나타내는 것인데 앞의 결과와 마찬가지로 지형 보정 계수의 영향으로 안정한 경우를 제외하고 불안정에서 중립까지 거의 비슷한 분포를 보여주고 있다. 우선 불안정에서 중립인 경우에 최대농도가 나타나는 고도를 살펴보면 풍속이 1~2 m/s일 때는 지면 위 300 m 높이, 풍속이 4 m/s일 때는 250 m, 6~9 m/s일 때는 200 m로 바람이 강해질수록 연기의 상승보다는 바람에 의한 풍하측 수송이 활발해지므로 최대농도가 나타나는 고도가 낮아지는 것을 알 수 있다. 풍속이 2 m/s 이상일 때 대기 안정도가 불안정에서 중립쪽으로 가까와지면 200~300 m 고도에서는 농도가 증가하지만 150 m 고도 이하에서는 오히려 농도가 감소하고 있다. 즉 대기가 안정할수록 연직 확산이 저해되므로 최대농도가 나타나는 고도가 낮아진다. 한편 오염물질이 배출되고 있는 배출원 위치에서는 굴뚝 높이인 150 m 고도에서 농도가 가장 높고 위로 올라갈수록 낮아져야 할 것으로 생각되는데 이 결과에서는 높은 고도일수록 높거나 고도에 관계없이 농도가 거의 0에 가깝게 나타남에 따라 배출원 근처에서의 오염물질 농도 계산 방법을 모델상에서 다소 개선해야 할 것으로 판단된다.

그림 4-3은 1992년 2월 11일 오전 10시부터 오후 3시까지 6시간 동안의 보령 화력발전소 기상자료를 이용하여 1) 바람이 강하고 중립인 경우, 2) 바람이 약하고 안정인 경우 3) 바람이 약하고 불안정한 경우의 세 가지 대기 상태를 가정해 본 것이다. 앞의 그림이 지면 위 고도를 나타내는 반면 이 그림의 고도는 해발고도를 나타낸다. 앞에서 예상한대로 고도 200~285 m에서는 안정한 경우의 농도가 가장 높게 나타나지만 그 이상 또는 그 이하의 고도에서는 불안정한 경우의 농도값이 가장 높게 나타나고 있다. 해발고도 285~370 m에서는 바람이 강하고 중립인 경우와 바람이 약하고 안정인 경우에 서로 유사한 분포를 보이고 있다.

MPTDS 모델을 이용할 경우 지형의 고도가 굴뚝의 높이보다 낮아야 한다는 제한요소 때문에 실제로 굴뚝높이보다 높은 곳에서의 오염농도의 변화를 살펴보지 못하였다. 그러므로 이후의 연구에서는 복잡지형을 고려할 수 있는 모델을 선정하여 화력발전소 주변지역에서의 영향을 살펴보고자 한다.

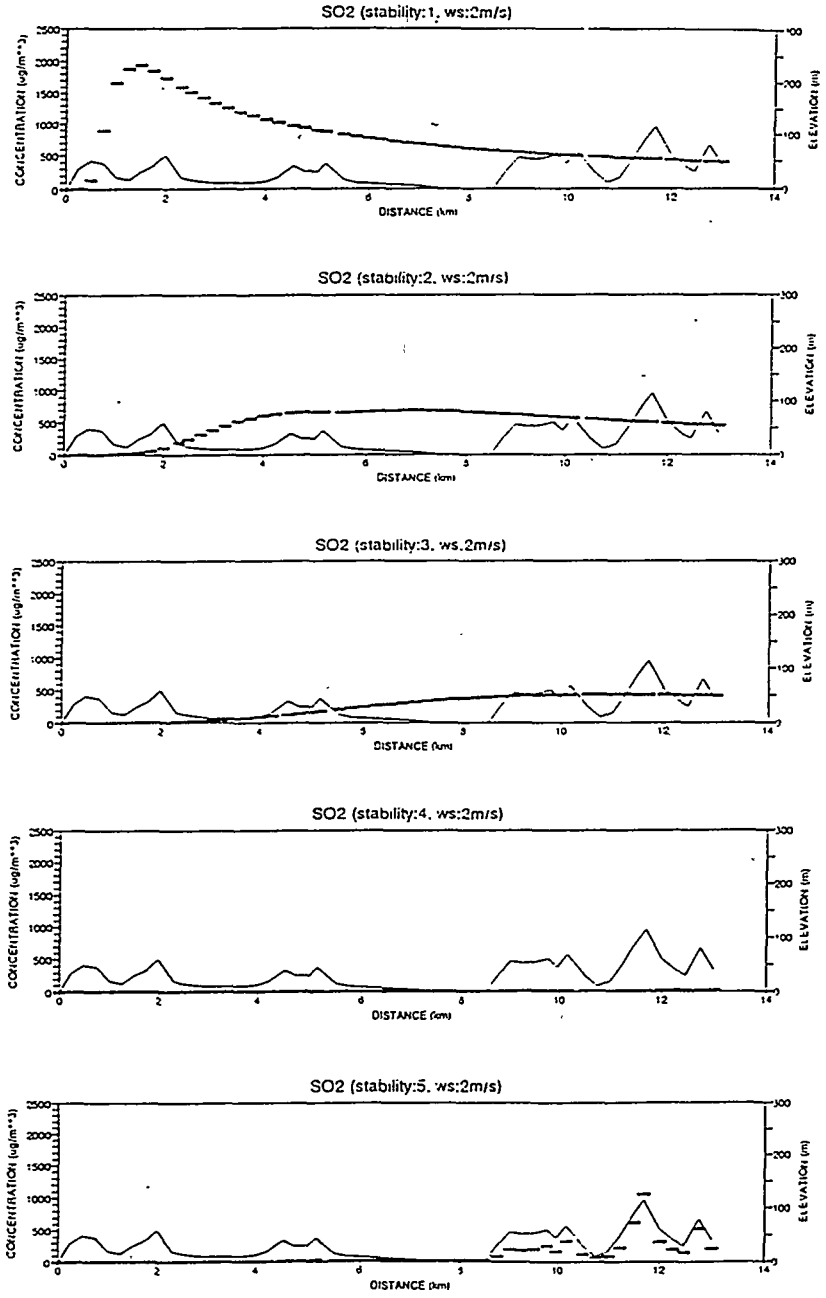


그림 4-1. MPTDS 모델을 이용한 안정도 변화와 풍속의 변화에 따른 SO_2의 오염농도 분포($\mu g/m^3$)

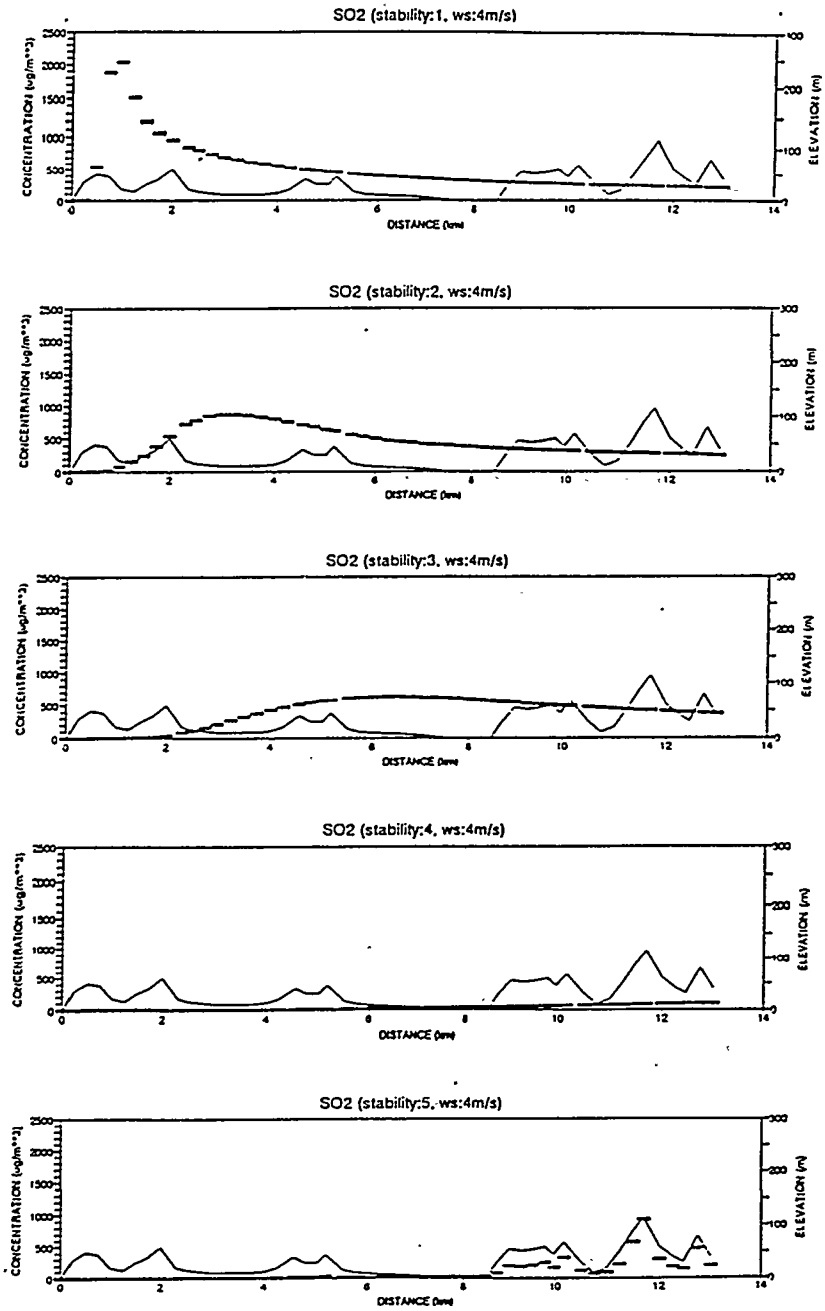

SO2 (stability:1, ws:4m/s)
SO2 (stability:2, ws:4m/s)
SO2 (stability:3, ws:4m/s)
SO2 (stability:4, ws:4m/s)
SO2 (stability:5, ws:4m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
ELEVATION (m)
DISTANCE (km)

그림 4-1 계속

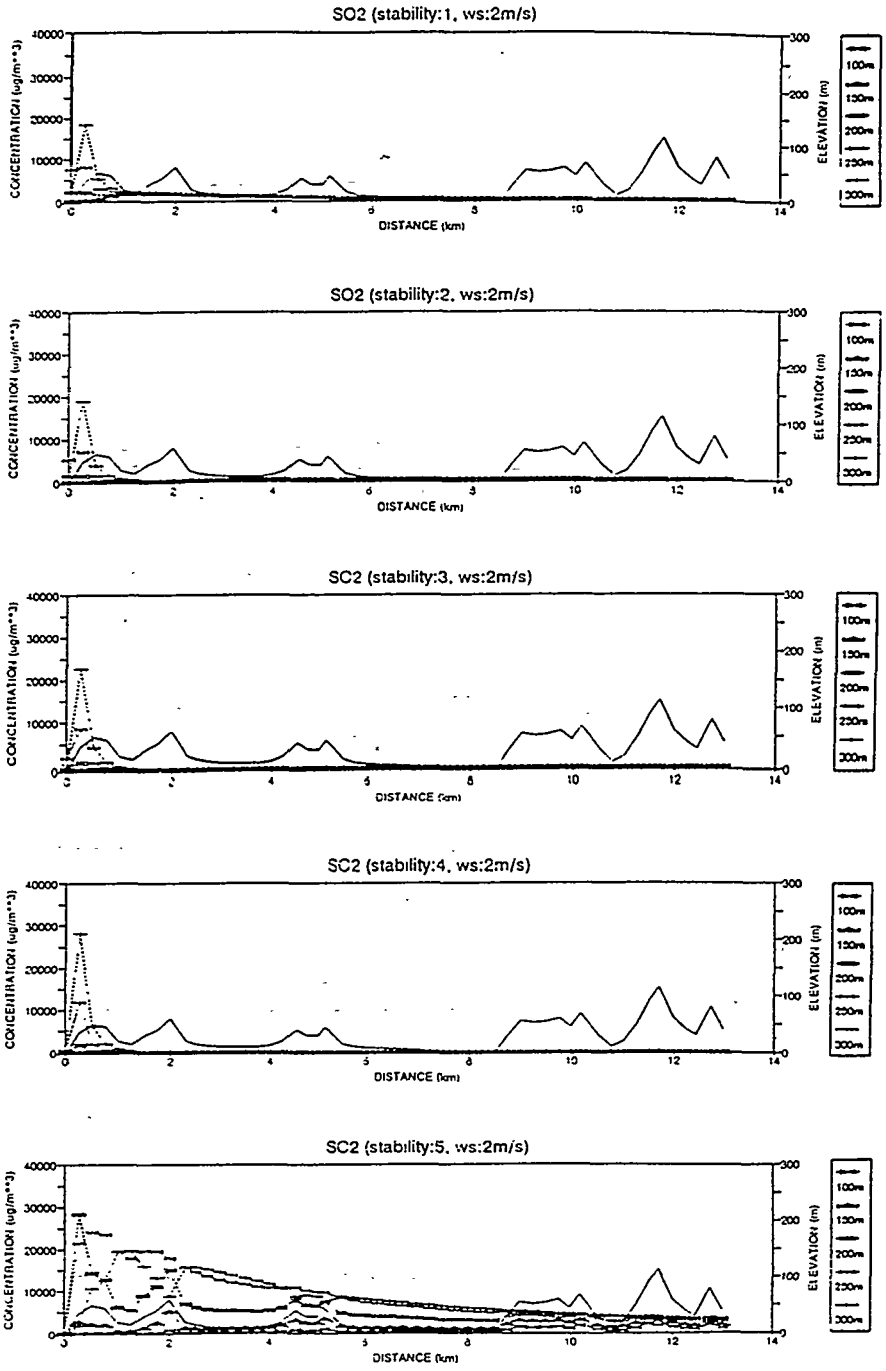
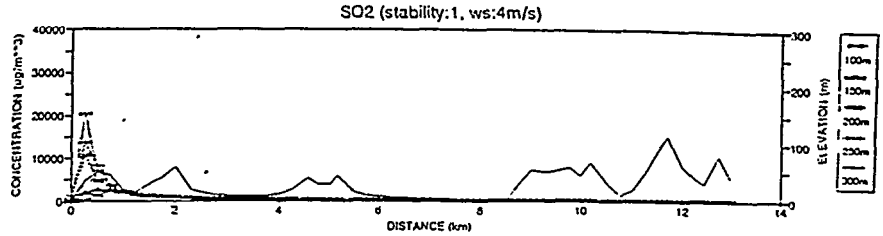
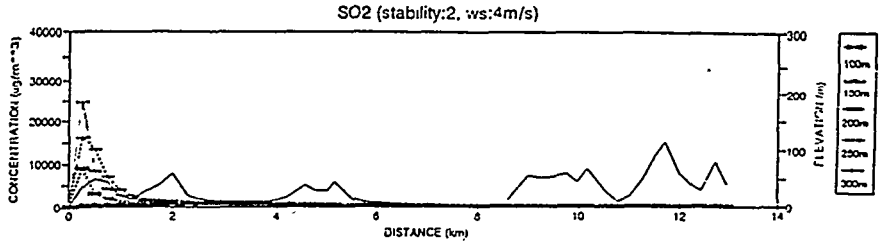
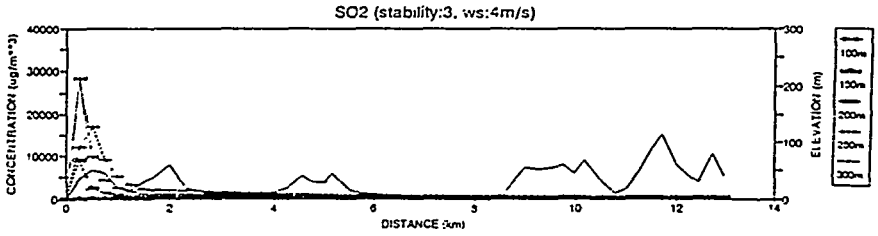
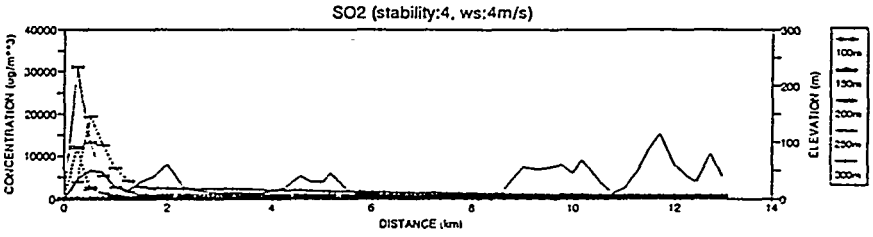


그림 4-2. 고도의 변화에 따른 오염농도 분포


SO2 (stability:1, ws:4m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
ELEVATION (m)
DISTANCE (km)


SO2 (stability:2, ws:4m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
DISTANCE (km)


SO2 (stability:3, ws:4m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
ELEVATION (m)


SO2 (stability:4, ws:4m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
ELEVATION (m)
DISTANCE (km)

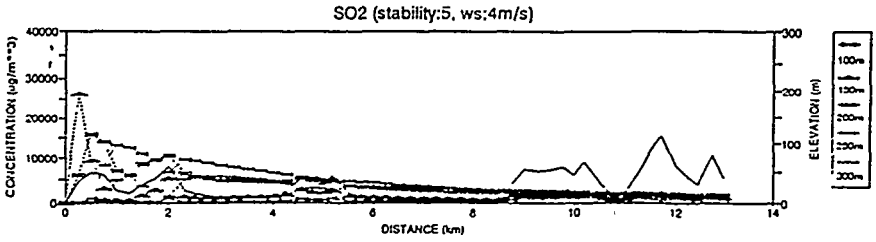

SO2 (stability:5, ws:4m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
ELEVATION (m)
DISTANCE (km)

그림 4-2 계속

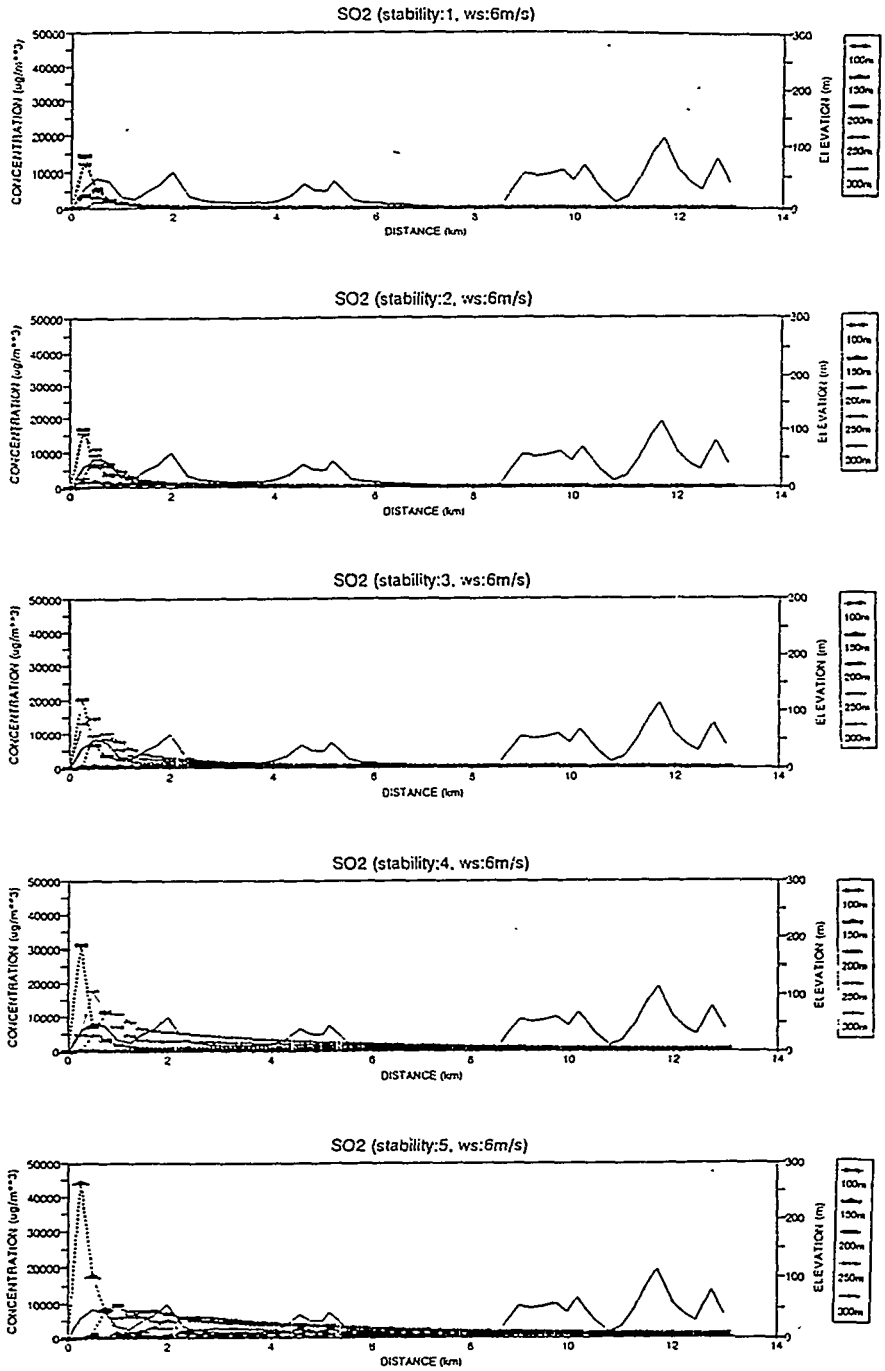

SO2 (stability:1, ws:6m/s)
SO2 (stability:2, ws:6m/s)
SO2 (stability:3, ws:6m/s)
SO2 (stability:4, ws:6m/s)
SO2 (stability:5, ws:6m/s)
CONCENTRATION (ug/m**3)
DISTANCE (km)
ELEVATION (m)
100m
150m
200m
250m
300m

그림 4-2 계속

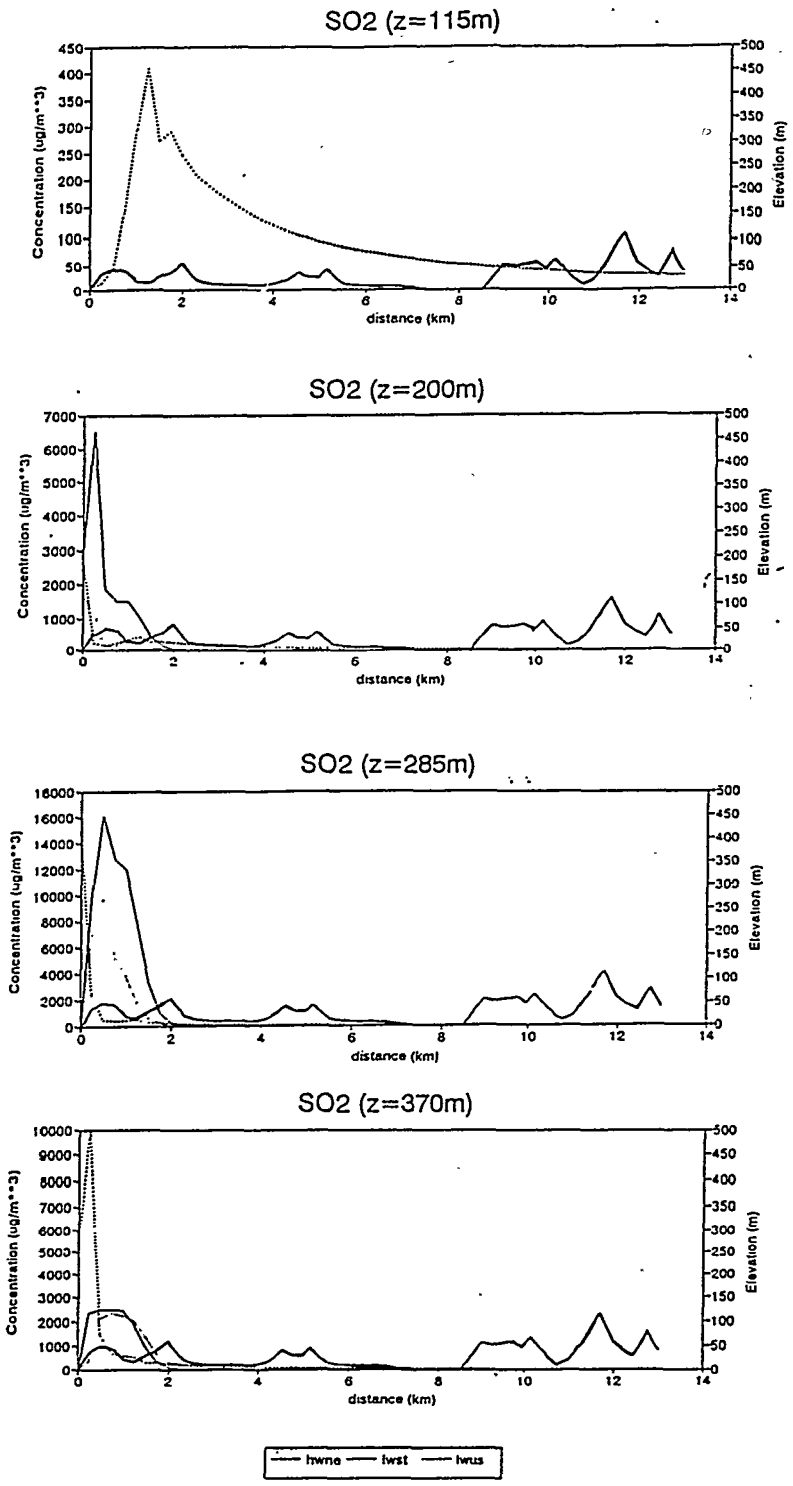


그림 4-3. MPTDS 모델에 의한 SO_2 농도분포($\mu g/m^3$)

제 2 절 복잡지형 확산모델의 적용

1. 지형효과 고려방법

복잡지형에 적용하는 우선추천 모델인 CTDMPLUS는 기상 sounding 자료와 같은 입력할 자료가 없는 경우 적용이 곤란하다. 그러므로 본 연구를 위해 선정한 복잡지형효과를 고려하는 단기확산모델은 유효 연기배출고도 보다 높은 지형에 대하여 1차 분석에 이용될 수 있는 ISCST3 (Industrial Source Complex Short Term - version 3, 1995)모델과 RTDM 3.2 (Rough Terrain Diffusion Model - version 3.2, 1987)이며, 모델의 특징 및 지형고려 방법은 다음과 같다.

가. ISCST3

점오염원을 비롯하여 면오염원, 체적(volume) 오염원에 대한 가우시안 확산모델로 Briggs의 연기상승식과 도시지역 또는 교외지역에 모두 적용할 수 있도록 Briggs의 확산계수, Pasquill-Gifford의 확산계수를 이용한다. 배출가스 배출속도가 풍속의 1.5배보다 작을 때 발생하는 굴뚝 와류효과와 오염원 풍하측에 건물이 존재할 때 건물 뒤쪽에서 발생하는 건물와류효과를 고려할 수 있다. 그러나 지형의 후면에서 발생하는 와류효과 등은 고려하지 않는다.

이전의 ISC2 모델까지는 평탄한 지형 또는 오염원의 배출고도보다 낮은 단순한 지형에 적용하는 모델로 오염원의 배출고도보다 높은 지형이 있을 경우 지형의 높이를 굴뚝의 높이로 낮추어 처리하였다. 그러나 ISCST3 모델은 복잡지형에서도 적용할 수 있도록 1차 분석에 이용되는 COMPLEX1의 복잡지형 고려방법과 동일하게 적용된다.

복잡지형에서 연기중심선의 높이(h_e')는 MPTDS 모델의 지형효과 고려방법과 마찬가지로 다음과 같이 수정된다.

$$h_e' = h_e - (1 - F_t)H_t \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.2.1)$$

여기서 H_t는 지형의 고도이며, F_t 는 지형보정계수로써 불안정, 중립대기에서는

0.5, 안정대기인 E, F 등급에서는 0을 적용한다. 그러나 연기중심선의 높이가 지표면에서 10 m 이하인 경우는 없는 것으로 한다. 복잡지형에서는 유효 연기배출고도로부터 400 m 고도에서는 오염농도를 0으로 가정하여 연기가 지형을 따라 상승함에 따라 오염도는 선형적으로 감소한다.

ISCST3 모델에서는 연기중심선의 고도보다 높은 착지점에 대해서는 식(4.2.1)을 적용한 결과를 이용하며, 굴뚝높이보다 높고 연기중심선의 높이보다 낮은 착지점에 대해서는 본래의 단순지형에 적용한 결과와 복잡지형에 적용한 결과 중 높은 농도값을 사용한다.

나. RTDM

점오염원에 대한 가우시안 확산모델로, Briggs의 연기상승식을 이용하며, 굴뚝 와류효과는 고려하나 건물 와류효과는 고려하지 않는다. 도시지역에 적용하는 Briggs의 확산계수와 교외지역에 적용하는 Pasquill-Gifford 확산계수, 또는 모델링 대상지역에서 직접 측정한 바람의 수평, 수직 변동성분을 이용하여 확산계수를 적용할 수 있다.

지형이 존재할 경우 지형효과 고려방법은 다음과 같다.

대기중에서 연기가 높은 산악지형을 만났을 때 연기가 지형을 넘어갈 수 있는 충분한 에너지를 가질 수 있는 임계높이(Critical height)를 정의하여 이 높이 이상의 연기만이 산악지형을 넘어갈 수 있도록 하였다.

임계높이(H_c)는 Froud 수를 이용하여 정의한다.

$$H_c = H(1 - F_r) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.2.2)$$

여기서 H는 지형의 높이, F_r은 Froud 수로써, 다음과 같이 정의된다.

$$F_r = \frac{u}{NH} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \qquad (4.2.3)$$

u는 굴뚝높이에서의 풍속, N은 Brunt-Väisälä 진동수이다. 보통 $F_r \leq 1$일 때 주로 안정한 대기에 해당되며, $F_r > 1$일 때 불안정한 대기이다. 그러므로 중립과 불안정 대기에서 임계높이 $H_c = 0$ 이다.

임계높이 이상에서는 연기 중심선의 높이가 지형의 고도보다 높을 때와 낮을때로 구분하여 다음과 같이 지형보정계수를 적용한다.

$$H_a = H_{pc} - (1-c)H_{tc} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.2.4a)$$

$$H_a = cH_{pc} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4.2.4b)$$

H_a는 지형효과를 고려하여 수정된 지면으로부터 연기중심선까지의 높이이며, c는 0~1사이의 지형보정계수로 안정도에 따라 적용한다. RTDM에서는 모든 안정도에서 0.5값을 적용하였다. H는 지형이 없을 경우 연기중심선의 고도, H_t은 지형의 고도, H_c는 경계면 높이이며, $H_{pc} = H - H_c$ $H_{tc} = H_t - H_c$ 이다.

안정한 대기에서 연기중심선이 임계높이보다 낮은 경우에는 연기중심선의 높이가 해수면으로부터 일정한 높이를 유지하도록 하였으므로 연기가 산의 풍상측에서 만날 경우 연기는 지형의 주위를 돌아가게 된다.

2. 모델 적용 방법

가. SCREEN 분석

SCREEN 모델은 오염물질의 확산에 가장 악영향을 줄 수 있는 안정도와 풍속을 차례로 대입하여 1시간 최대 오염농도만을 산출하는 1차 분석 전문모델로 평탄한 지형 또는 단순지형에 적용된다. 보령화력발전소 주변에는 굴뚝 높이보다 높은 지형뿐만 아니라 서해와 같은 평탄한 지역도 함께 있으므로 지형의 영향이 없는 곳에서 오염농도가 높아질 조건 및 최대 오염농도를 조사하는 데 의의가 있다.

SCREEN 모델에 이용되는 안정도별 풍속조건은 표 4-3과 같다. 이 때 중립 또는 불안정 대기에서 기계적 난류에 의한 혼합고를 10 m 높이에서의 풍속의 320배로 가정하며, 만약 연기가 혼합층 위에 있을 때 혼합고는 연기의 유효상승높이보다 1 m 높게 한다.

표 4-3. SCREEN 모델에 이용되는 안정도별 풍속 (Brode, 1988)

안정도	10m 높이에서의 풍속 (m/s)								
	1	2	3	4	5	8	10	15	20
A	+	+	+						
B	+	+	+	+	+				
C	+	+	+	+	+	+	+		
D	+	+	+	+	+	+	+	+	+
E	+	+	+	+	+				
F*	+	+	+	+					

* 전원지역에만 적용

나. 장기분석 모델의 적용

계절평균 오염농도 또는 연평균 오염농도와 같은 장기간의 평균 오염도를 조사하기 위해서는 장기모델을 이용하는 것이 좋다. 그러나 복잡지형에 적용하는 모델은 LONGZ 모델만을 제외하고 모두 단기분석에 이용될 수 있으며, LONGZ 모델은 도시지역에 적용하도록 개발된 모델이므로 보령 화력발전소 주변에 적용하는데는 적합하지 못하다. 그러므로 보령화력발전소 주변의 평지 및 단순지형을 모두 고려하기 위해서 환경영향평가시 정밀분석에 많이 이용되는 ISCLT3 모델을 이용하였다. ISCLT3 모델은 16방위의 풍향과 6등급의 풍속, 6등급의 대기안정도의 결합빈도함수를 기상 입력자료로 이용하는 장기 확산모델이다. ISCST3 모델과 기상입력자료에서 차이가 있을 뿐이며, 각 풍향에 대하여 각각의 안정도와 풍속조건으로부터 예상되는 오염농도의 평균값을 산출할 수 있다.

ISCST3 모델과는 달리 복잡지형을 고려하지 않으므로 이전의 ISC2 모델과 마찬가지로 굴뚝높이보다 높은 지형은 굴뚝높이로 낮추어 처리한다.

다. 복잡지형을 고려한 단기확산모델의 적용

계절별로 오염농도가 높게 나타나는 위치 및 기상조건에서 복잡지형을 고려할 수 있는 단기확산모델을 적용한다. 단기확산모델의 적용은 ISCST3 모델과 RTDM을 이용하였다.

3. 입력조건

가. 주변 지형조건 입력자료

그림 4-4와 같이 해안에 위치한 보령 화력발전소는 서해바다를 끼고 안면도와 마주하고 있으며, 발전소 가까이에는 대체로 해발 50~70 m의 야산이 분포하고 있으나 남동쪽으로 3 km 떨어진 곳에 위치한 해발 235 m의 봉대산으로부터 북동쪽으로 연결된 약 200 m 고도의 일련의 낮은 산맥은 발전소의 동쪽을 둘러싸고 있는 모습이다. 발전소 남동쪽으로 약 15 km 떨어진 해발 600 m 이상의 차령산맥이 북동방향으로 연결되어 있으며, 발전소 북동쪽으로 약 16 km 떨어진 해발 791 m의 조서산이 이 지역에서는 가장 높은 산이다. 그러므로 발전소의 배출물질이 발전소의 북동쪽 또는 남동쪽으로 이동할 경우 지형에 의한 영향을 고려해야 될 것으로 판단된다.

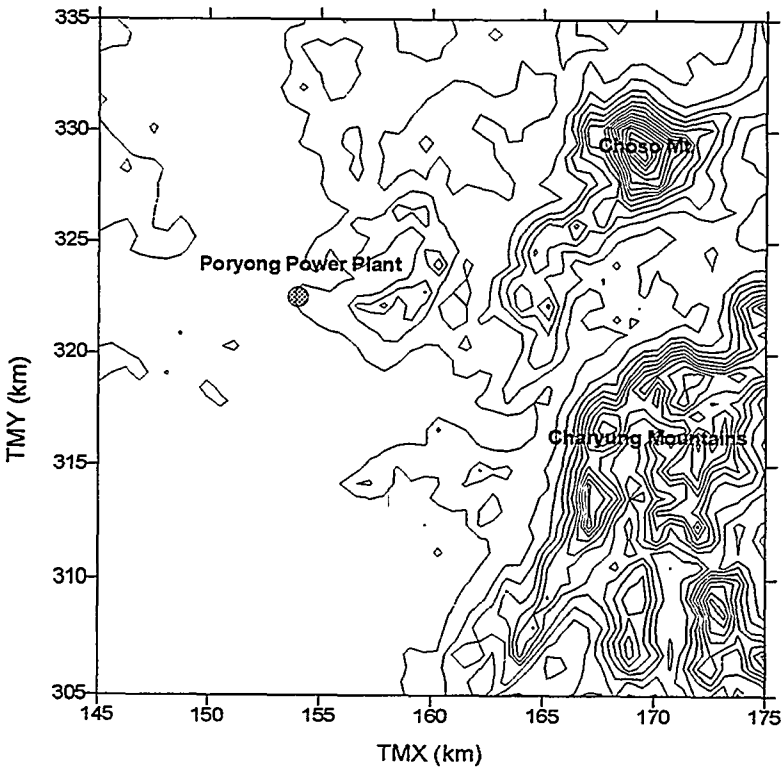


그림 4-4 보령화력 발전소 주변의 지형조건

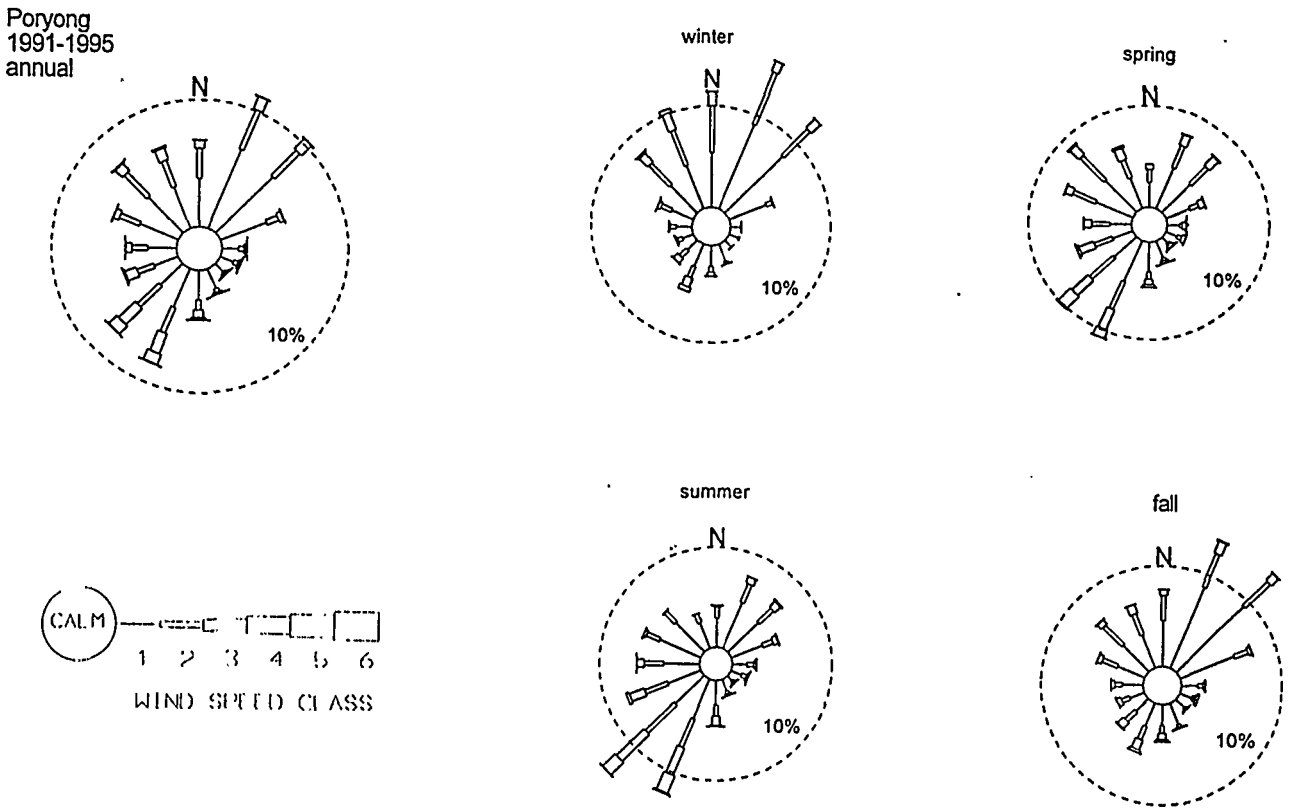


그림 4-5. 보령기상측정소의 1991~1995년 연평균 계절별 풍배도

표 4-5. 보령화력발전소 부지에서 안정도별 혼합고

안정도	산출방법	혼합고 (m)			
		겨울	봄	여름	가을
A	1.5 Z_{max}	2,075	1,508	1,833	2,136
B	Z_{max}	1,383	1,005	1,222	1,424
C	Z_{max}	1,383	1,005	1,222	1,424
D	$(Z_{max} + Z_{min})/2$	829	640	1,011	1,022
E	Z_{min}	275	275	800	620
F	Z_{min}	275	275	800	620

Z_{max} : 최대 혼합고, Z_{min} : 최소 혼합고

다. 오염원

화력발전소에서 배출되는 SO_2 및 분진의 배출량과 굴뚝원 조건은 앞의 표 4-2와 같다.

4. 결과

가. 1차 분석

그림 4-6은 평평한 지형에 대하여 SO_2의 풍하거리별 최대오염농도를 SCREEN 모델을 이용하여 계산한 결과이다. 가장 불안정한 A등급일 때 오염원으로부터 약 1300 m 떨어진 지점에서 오염농도가 가장 높았다. 여름철과 겨울철의 최대 오염농도도 같은 조건에서 나타났으며, 기온이 높은 여름철에 오염도가 더 높았다. 기온이 높은 여름철에 온도차이가 감소하므로 부력에 의한 연기상승 높이가 감소하여 지표면의 오염도는 높아진다.

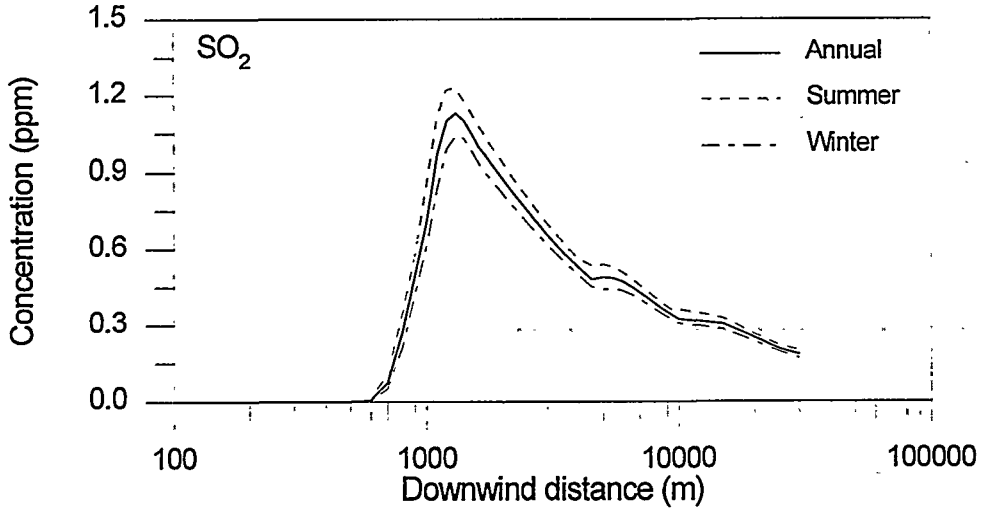


그림 4-6. 연평균 기온 12℃, 여름 23℃, 겨울 0℃ 일 때
SCREEN 분석에 의한 풍하거리별 SO_2 지표면 농도

SCREEN 모델에서는 오염물질의 물리화학적 변환을 고려하지 않으므로 배출조건이 같을 때 오염물질의 농도분포는 같고 배출량에 따른 오염농도만이 변한다. 표 4-6은 보령화력발전소 6개 굴뚝의 총 배출량에 대하여 예측된 SO_2와 분진의 최대농도와 발생조건이다. 대기 안정도는 가장 불안정한 A등급, 풍속 2 m/s일 때 오염농도가 가장 높게 나타난다. 안정도 A등급은 발생빈도가 적으나 풍속 2m/s는 보령지역의 연평균 풍속과 같다. 배출량 방지시설이 가동되지 않을 때의 배출량이므로 예측되는 SO_2의 최대 오염농도도 1 ppm 이 넘는다. 분진은 배출량이 다르므로 오염

농도만 다를 뿐 농도분포와 최대 농도 발생지점, 기상조건 등은 SO_2와 같다. 이때 혼합고는 유효 연기배출고도보다 1 m 높은 경우로써 연기는 혼합층내에서 위쪽으로 확산되지 못하고 지표면쪽으로만 확산되는 fumigation 조건을 나타낸다.

표 4-6. SCREEN 모델에 의한 SO_2와 분진의 최대 오염농도 및 기상조건

	최대오염농도		오염원으로부터의 거리 (m)	10m에서의 풍속(m/s)	안정도	혼합고 (m)
	SO_2 (ppm)	분진 (㎍/㎥)				
연평균	1.13	105.4				924.7
여름	1.24	115.1	1286	2.0	A	875.7
겨울	1.04	96.9				974.2

나. 장기분석 모델을 이용한 계절별 오염농도 분포

그림 4-7에서와 같이 겨울철에 북서풍의 발생빈도가 북동풍의 발생빈도보다 많지 않음에도 불구하고 지형의 높이가 굴뚝 높이보다 높은 오염원 남동쪽 차령산맥 남단부분에서 오염도가 가장 높았다. 남서풍이 많은 봄철과 여름철에는 오염원 북동쪽의 조서산 부근의 오염농도 증가가 두드러지게 나타났다. 또한 북동풍이 우세한 가을철에 오염원 남서쪽 해안에서도 오염농도가 증가하며, 남동쪽 차령산맥 남단부분에서도 오염농도가 증가한다.

즉, ISCLT3 모델에서는 착지점의 높이를 고려하여 오염농도를 산출하므로 차령산맥 남단부근이나 오염원 북동쪽의 조서산 부근과 같이 지형의 고도가 높아지는 지점에서 농도가 증가한다. 그러나 북동쪽의 조서산 근처에서 오염농도가 높아진 지점은 조서산의 정상이 아닌 이보다 약간 북쪽으로 치우친 곳이다. 이것은 16방위로 고정된 바람의 방향이 조서산의 정상지점을 통과하지 않기 때문이며, 1×1 km 간격으로 설정된 착지점이 조서산의 정상부근에서 나타나지 않았기 때문이다. 또한 보령화력발전소 남동쪽 약 3 km 떨어진 봉대산으로부터 동쪽을 둘러싸고 있던 해발

200여 m의 낮은 산지지형 근처에서도 봄철과 여름철에 오염농도가 증가되는 모습이 나타나지만 700여 m의 산지지형 근처에서 나타나는 농도보다 낮다.

표 4-7은 계절별로 SO_2와 분진의 최대 농도의 발생지점 및 최대농도이다. 최대농도는 여름철에 가장 높으며, 봄철에 최대농도 발생지점이 오염원과 가장 가깝다. 연평균 오염농도는 여름철의 오염농도가 높기 때문에 여름철의 최대오염농도 발생지점과 일치한다.

표 4-7. ISCLT3 모델에 의한 SO_2와 분진의 계절별 최대 오염농도 및 위치

	SO_2 (ppb)	분진 (㎍/㎥)	오염원으로부터의 거리 및 방향 (km)
겨울	6.4	0.6	17.6 SE
봄	6.5	0.6	4.3 SE
여름	9.9	0.9	15.5 NE
가을	5.3	0.5	16.7 SE
연평균	5.1	0.5	15.5 NE

오염농도가 높게 나타나는 겨울철 북서풍이 우세할 때와 여름철 남서풍이 주풍일 때 대기 안정도, 풍속, 기온을 표 4-8에서 정리하였다. 겨울철 북서풍의 발생빈도는 전체 풍향의 7.4% 정도이며, 가장 안정한 F등급의 발생빈도가 가장 많고 약간 불안정한 C등급과 중립인 D등급의 발생이 비교적 많다. 여름철에 남서풍의 발생빈도는 14.9%이며 이 때, 중립인 D등급과 가장 안정한 F등급이 많다. 주간보다는 야간에 안정한 경우가 많기 때문에 가장 안정한 F등급에서 풍속이 약하고 기온이 비교적 낮게 나타났다.

표 4-8. 여름철 남서풍 조건과 겨울철 북서풍 조건에서 대기안정도별 발생 빈도 및 각 안정도별 평균풍속, 평균기온

	안정도	비율 (%)	평균풍속 (m/s)	평균기온 (K)
여름 SW (14.9%)	A	0.3	0.7	298.4
	B	6.6	2.3	298.6
	C	3.2	2.0	298.2
	D	43.8	4.1	297.8
	E	7.5	3.2	297.0
	F	38.6	1.3	296.4
겨울 NW (7.4%)	A	0.0	-	-
	B	5.4	1.3	277.6
	C	27.7	2.4	276.2
	D	24.6	2.9	276.3
	E	3.6	3.6	271.8
	F	38.8	1.2	273.7

다. 복잡지형 확산모델을 이용한 오염농도 조사

풍향이 그림 4-7에 나타낸 여름철과 겨울철에 오염농도가 가장 높게 나타난 지역을 향하여 바람이 불 때를 가정하여 가장 발생빈도가 높았던 표 4-8의 여름철의 중립과 가장 안정한 대기조건, 그리고 겨울철에 약간 불안정한 대기와 가장 안정한 대기조건에서의 기상조건을 대상으로 지형과 오염농도의 변화의 관계를 분석하였다.

겨울철에 약간 불안정한 C 등급의 대기에서 바람이 남서쪽의 차령산맥 남단부근을 향할 때, 그림 4-8에서 연기중심선의 이동방향을 따라 RTDM과 ISCST3 모델의 오염농도는 오염원으로부터 각각 6km, 9km 떨어진 지점에서 가장 높아졌다. RTDM의 최대농도 발생지점 앞에서는 RTDM의 지표면 농도 예측값이 ISCST3 모델의 결과보다 높으며, 그 이후의 거리에서는 ISCST3의 결과가 더 높아져 최대 농도는 2배 정도 높게 나타난다. 불안정한 대기에서는 연기의 상승높이가 높을 뿐만 아니라 연기의 확산이 크므로 오염원 가까운 곳에서 오염농도가 증가하고 약 16km

떨어진 지형에 의한 영향은 고도가 증가하는 부분에서 오염농도가 약간 증가하는 것은 보이지만 거의 나타나지 않는다. 그림 4-8의 조건에서 연기상승높이는 RTDM에서 더 낮으므로 오염원 근처에서는 RTDM의 오염농도가 더 높았다. 그러나 어떤 기준높이에서 측정한 풍속을 기준으로 혼합층내에서 풍속의 고도에 따른 변화가 지수분포를 한다고 가정하여 표 4-9와 같은 안정도별 지수를 사용하여 계산된 배출원 높이에서의 풍속은 불안정 조건에서는 RTDM이 보다 높게 나타나므로 오염원으로부터 멀어질수록 오염농도가 오히려 더 낮아진다.

$$u = u_{ref}\left(\frac{h}{h_{ref}}\right)^{p}$$

여기서 u는 높이 h에서의 풍속(m/s), u_{ref}는 기준높이에서 측정된 풍속(m/s), h_{ref}는 기준높이(m), p는 안정도별 지수를 의미한다.

그림 4-9의 겨울철 안정한 대기에서는 연기의 상승높이가 낮고 확산크기가 작으므로 거리가 멀더라도 굴뚝보다 높은 지형에서 오염농도가 증가한다. RTDM에서는 지형의 고도증가와 함께 연기가 지형을 따라 상승하면서 오염농도도 증가되는 반면에 ISCST3에서는 지형의 전면에서 오염농도가 가장 높고 연기가 지형을 따라 상승하면서 감소한다.

여름철 중립대기에서 풍속이 4.1 m/s로 비교적 강할 때 그림 4-10에서와 같이 RTDM은 연기가 지형을 따라 상승하면서 오염농도도 증가하여 지형의 고도가 가장 높은 곳에서 오염농도가 가장 높았으며 ISCST3에서는 연기가 지형과 만나는 지형의 전면에서 오염농도가 가장 높았다. 안정 또는 중립대기에서 연기상승높이는 ISCST3에서 더 낮다. 연기상승높이는 배출가스와 대기와의 온도차에 의한 부력, 그리고 풍속에 따라 달라진다. 풍속이 약할수록 연기상승높이는 높아지며, 이 경우에 부력에 의한 연기상승효과는 같으므로 연기상승높이의 차는 굴뚝높이에서의 풍속에 따라 달라졌다.

그림 4-11의 여름철에 가장 안정한 F 등급의 안정도에서 RTDM과 ISCST3 모두 지형의 전면부에서 오염농도가 증가하고 지형의 고도가 높아짐에 따라 오염농도는 감소한다. 특히 RTDM은 지형의 정상부근에서 오염농도가 0으로 나타났다. 이러

한 사례는 RTDM에서 연기의 상승높이가 지역극복의 기준이 되는 임계높이 이하이므로 연기는 지형을 따라 상승하지 못하고 지형의 주위를 돌아갈 때 나타난다. 그러므로 지형의 정상부근에서 오염농도는 나타나지 않았다.

대체적으로 겨울철 불안정한 경우를 제외하고 ISCST3 모델에서 산출된 연기상승높이가 RTDM의 결과보다 낮으므로 오염농도는 ISCST3에서 더 높게 나타난다. 대기가 안정할수록 연기상승높이가 낮아지고 연기의 확산이 작아지므로 최대 오염농도 발생지점은 멀어진다. ISCST3 모델에서는 연기가 지형을 따라 상승하면서 오염농도가 감소하므로 연기가 지형을 만나는 지형의 전면부, 그리고 RTDM은 지형의 정상부분에서 오염농도가 가장 높아졌다. 표 4-10은 복잡지형 확산모델의 결과이다.

표 4-9. RTDM과 ISCT3의 안정도별 풍속지수

안정도	RTDM	ISCST3
A	0.09	0.07
B	0.11	0.07
C	0.12	0.10
D	0.14	0.15
E	0.20	0.35
F	0.30	0.55

표 4-10. 복잡지형 확산모델을 이용한 SO_2와 분진의 최대 오염농도와 오염원으로부터의 거리

		겨울		여름	
		안정도 C	안정도 F	안정도 D	안정도 F
ISCST3	SO2 (ppm)	0.19	0.82	0.27	0.92
	분진 (㎍/㎥)	17.7	76.3	25.1	85.7
	거리	(6㎞)	(15㎞)	(14.9㎞)	(15㎞)
RTDM	SO2 (ppm)	0.09	0.61	0.11	0.83
	분진 (㎍/㎥)	8.4	56.8	10.2	77.3
	거리	(9㎞)	(15.5㎞)	(16.5㎞)	(16㎞)

제 3 절 결론 및 검토

이전의 MPTDS 모델이 굴뚝높이보다 높은 복잡지형에서 오염농도를 산출하지 못하는 단점이 있어 이를 이용하여 보령화력발전소 주변의 오염도를 조사할 때 나타났던 문제점을 보완하고자 복잡지형 확산모델인 RTDM과 ISCST3 모델을 이용하였다.

앞의 풍동실험에서는 안정도가 약간 불안정한 B와 C등급의 중간정도 조건에서 실험했을 때 지형 후면, 그리고 오염원 근처 수 km 내의 산지지형의 영향을 보다 상세히 볼 수 있었다. 또한 연기가 산지 지형을 만날 경우 연기의 이동경로가 바뀌는 것이 나타났다. 그러나 가우시안 확산모델에서 연기가 이동하는 동안 지형의 후면에서 일어나는 현상을 고려하지 못하며, 연기의 이동방향을 따라 착지점의 고도만을 고려하므로 지형의 3차원적인 모양에 따른 연기의 변화를 고려하지 못한다.

사례분석한 결과에서는 발전소 근처에 있던 200여 m의 산지지형의 고도가 낮게 나타나서 풍동실험의 결과와 최대 오염농도 발생지역은 다소 차이가 있다. 풍동실험의 주 대상 영역이 4~5 km 정도이며, 풍동실험이 약간 불안정한 대기에 대한 실험이므로 오염원 가까운 지역에서 오염농도가 증가하였으나 가우시안 확산모델에서는 안정한 대기조건일 때 배출원에서 15~16 km 떨어진 지점에서 오염농도의 증가는 나타나지 않았다.

이상의 확산모형실험에서의 결론을 정리하면 다음과 같다.

(1) 보령화력발전소의 배출량으로부터 예측된 주변지역에서의 오염농도는 지형의 영향이 없을 경우 1차 분석에서는 가장 불안정한 대기에서 오염원으로부터 약 1.3 km 떨어진 지점에서 발생하였다. 이때 풍속 2 m/s는 보령 화력발전소 부지에서 측정한 평균 풍속 3.2 m/s 보다는 약하지만 보령기상측정소의 연평균 풍속과 거의 같다.

(2) 계절별 정밀분석 결과는 복잡한 지형을 고려하지는 못하지만 지형의 고도가 증가하는 부분에서 높았으며 주풍방향과 지형의 고도의 증가가 일치하는 여름철에 오염원 북동쪽 조서산 부근에서 오염농도가 최대였다. 겨울철과 가을철에 오염원 남동쪽 차령산맥 남단부근에서 오염농도의 증가는 북서풍의 발생빈도가 적지는 않지

만 주풍방향이 북동풍이므로 남동쪽에서의 오염농도는 여름철 오염농도보다 낮다.

(3) 지표면의 오염농도는 굴뚝의 높이와 연기상승높이의 합으로 나타나는 연기의 유효 배출고도에 의하여 크게 좌우된다. 또한 연기의 확산이 큰 불안정한 대기에서는 오염원 가까운 곳에서 확산이 작은 안정한 대기에서는 오염원으로부터 먼 거리에서 오염농도가 증가한다. 복잡지형 확산모델인 ISCST3와 RTDM에서 지표면 오염농도는 중립, 또는 안정한 대기에서 연기상승고도가 더 낮은 ISCST3의 오염농도가 더 높게 예측된다. 불안정대기에서는 연기상승높이는 RTDM에서 더 낮으나 풍속이 강하여 오염농도가 낮게 나타났다.

(4) 복잡지형 모델에서는 지형에 의한 연기중심선의 변화를 고려하는데, RTDM과 정밀분석에 이용되는 CTDMPLUS만이 연기의 이동시 지형의 주위를 돌아가는 경우와 지형을 따라 상승하는 경우를 모두 고려할 수 있다. 그러나 정밀분석에 이용되는 CTDMPLUS에서도 지형의 영향에 의한 바람장의 변화를 고려하지 못하며, 복잡지형 확산모델은 모두 지형의 후면에서 일어나는 와류효과 등을 고려하지 못하므로 지형후면에서의 오염농도를 예측하는 데는 적합하지 않다.

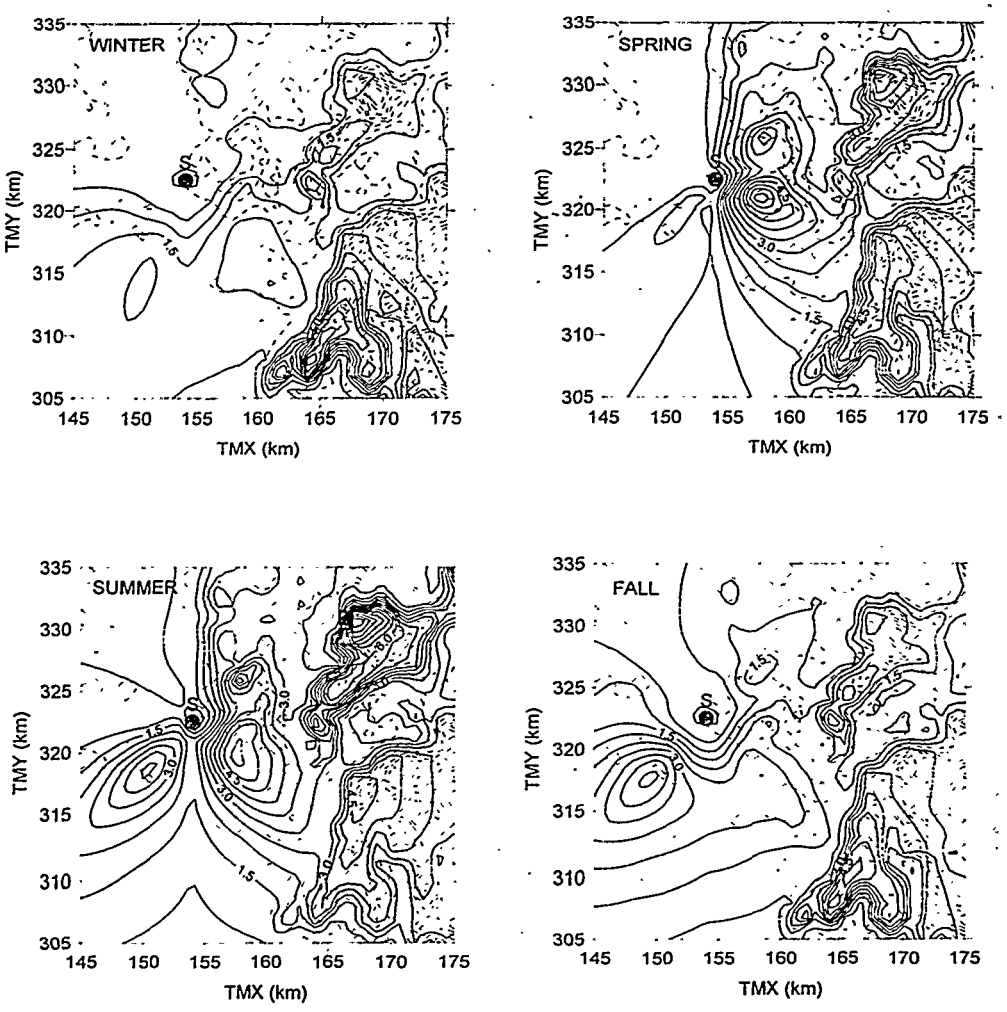


그림 4-7 ISCLT3 모델을 이용한 보령화력발전소의 배출량에 의한 계절별 평균 농도분포

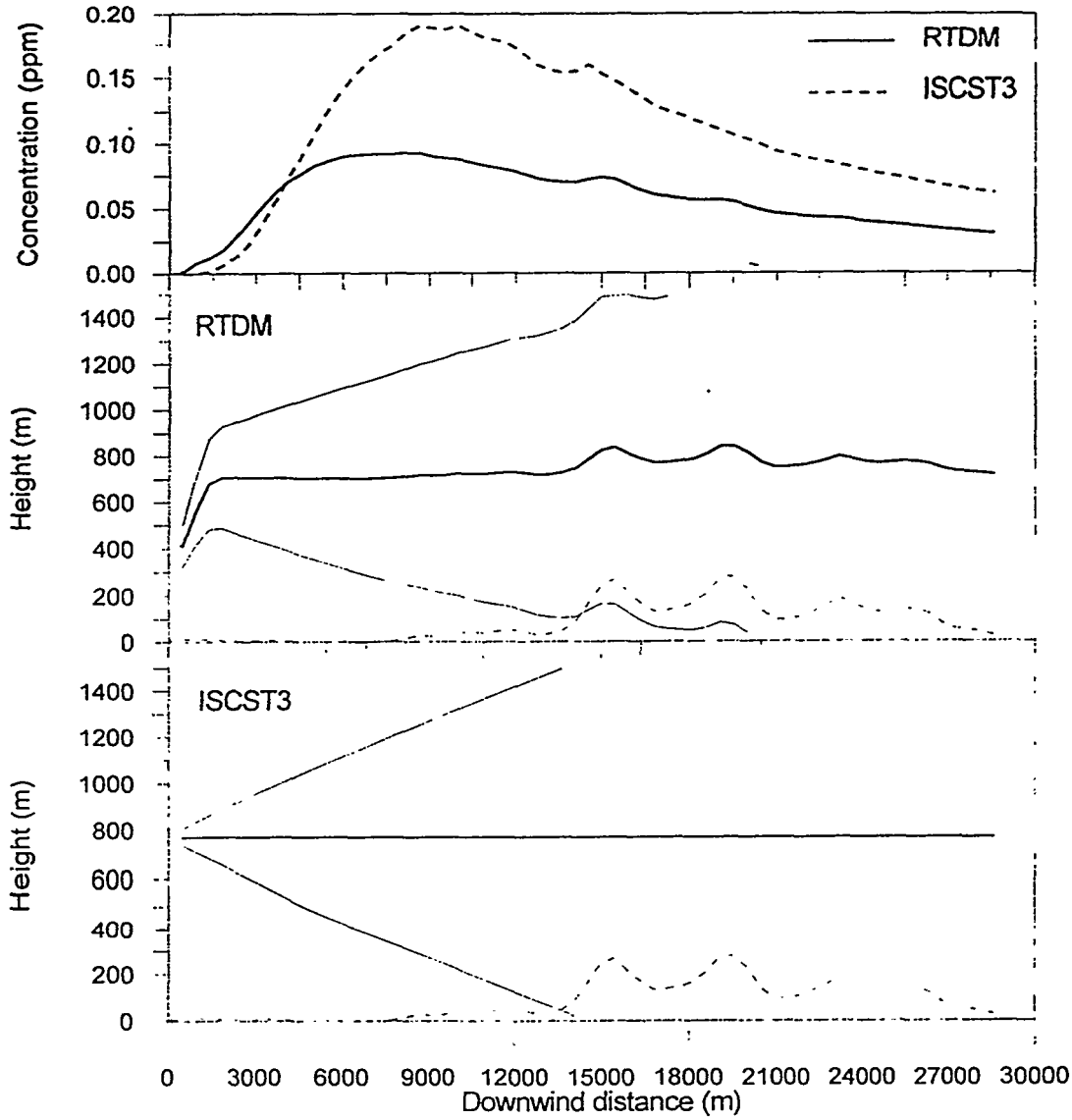


그림 4-8 RTDM과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기중심선의 이동모습
(풍속은 2.4m/h, 풍향은 북서풍, 기온 3.0℃, 안정도는 약간 불안정한 C등급)

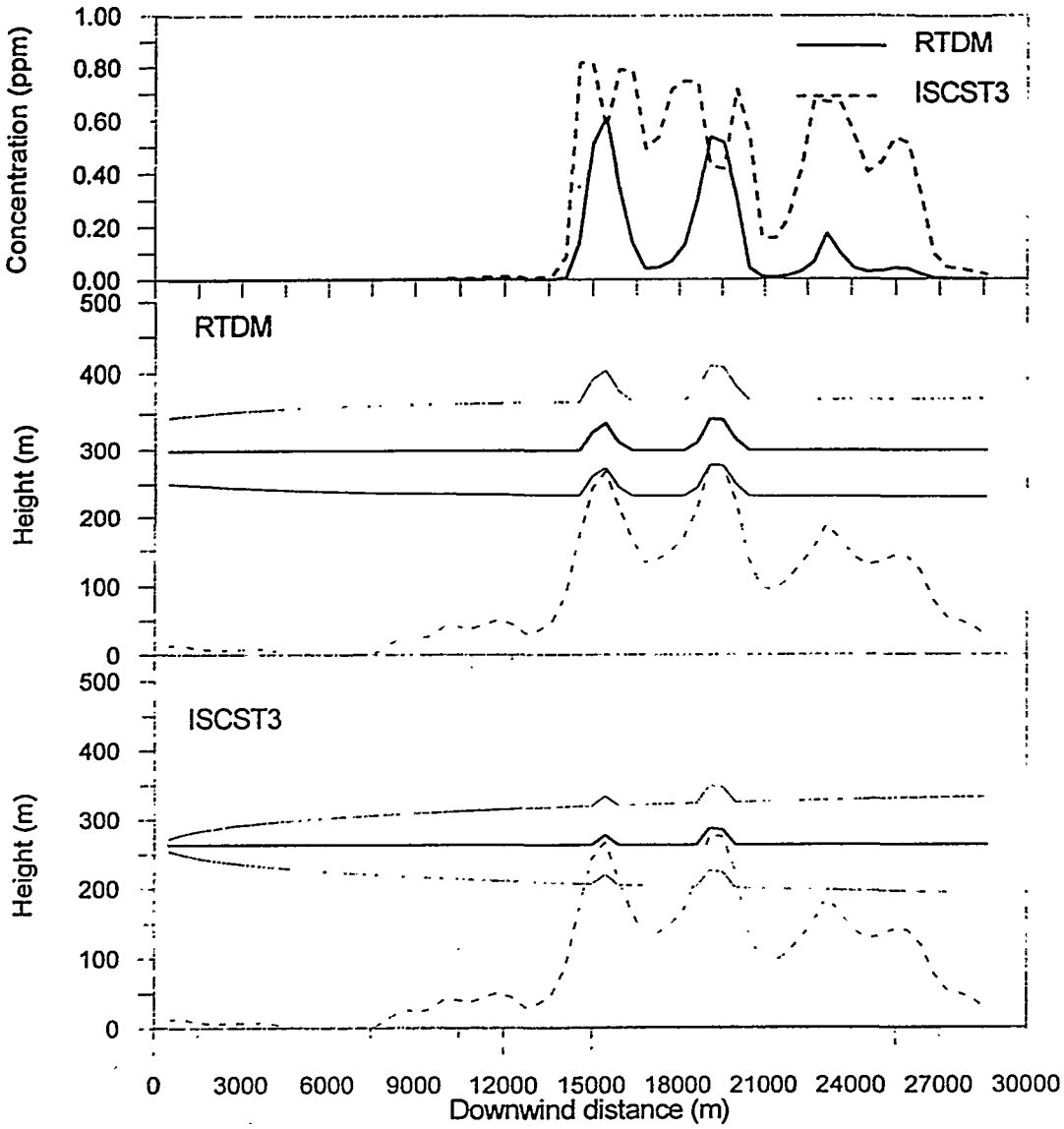


그림 4-9 RTDM과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기중심선의 이동모습
(풍속은 1.2m/h, 풍향은 북서풍, 기온 0.5℃, 안정도는 가장 안정한 F등급)

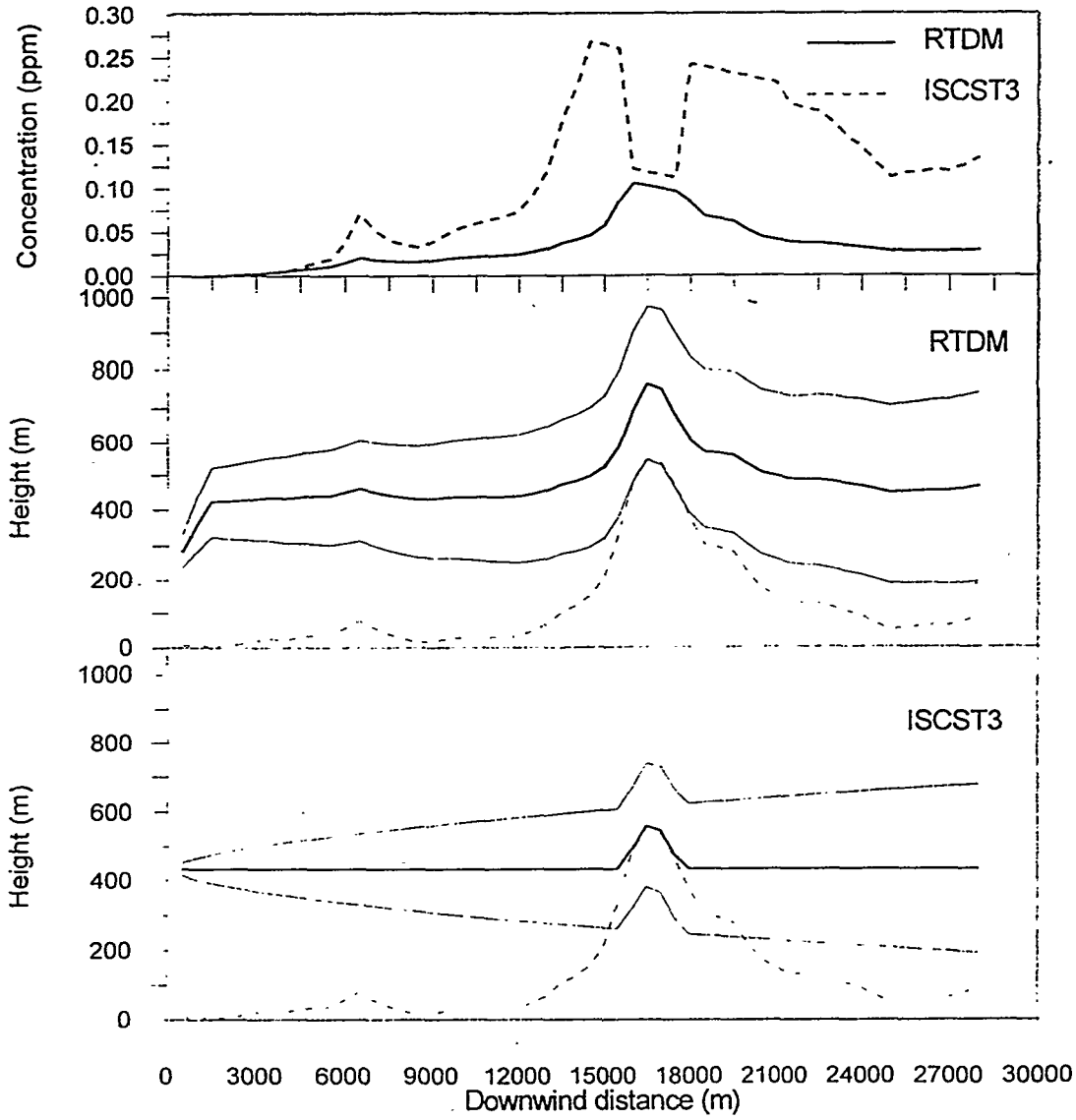


그림 4-10 RTDM과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기중심선의 이동모습 (풍속은 4.1m/h, 풍향은 남서풍, 기온 24.6℃, 안정도는 중립인 D등급)

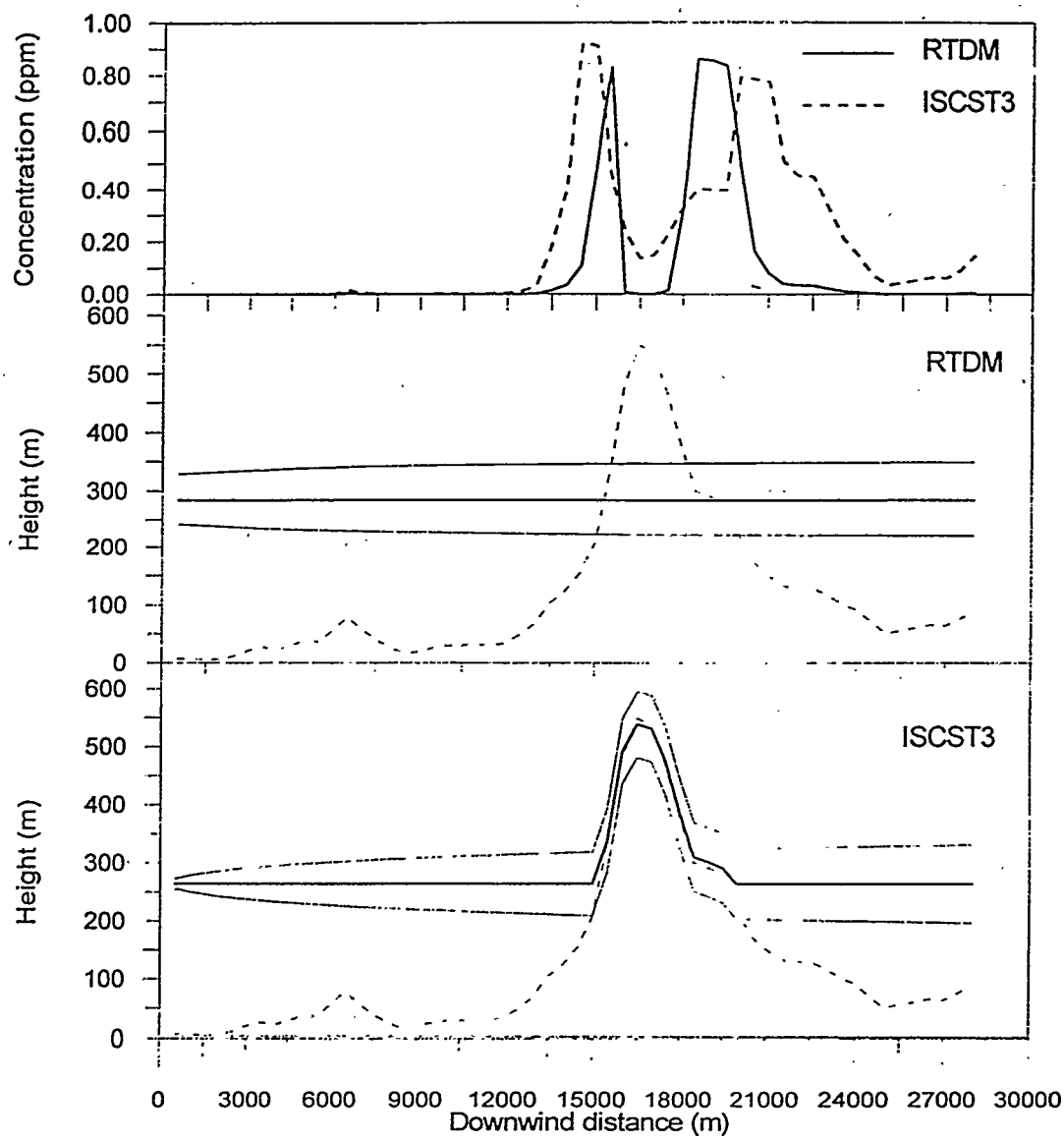


그림 4-11 RTDM과 ISCST3 모델을 이용하여 연기 중심선의 이동방향을 따라 계산된 SO_2의 지표면 농도와 연기중심선의 이동모습

(풍속은 1.3m/h, 풍향은 남서풍, 기온 23.2℃, 안정도는 가장 안정한 F등급)

참고문헌

Brode, R. W. (1988) Screening procedures for estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, EPA Publication No. EPA-450/4-88-010, Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

Paine, R. J. and B.A. Egan (1987) User's guide to the Rough Terrain Diffusion Model. Trinity Consultants, Inc.

Rao, K. S. and L. Satterfield (1982) MPTER-DS : The MPTER model including Deposition and Sedimentation, EPA-600/8-82-024.

US EPA (1982) MPTER-DS: The MPTER model including deposition and sedimentation, EPA-600/8-82-024

US EPA (1986) Guideline on air quality models(revised), EPA-450/2-78-027R.

US EPA (1995) User's guide for the Industrial Source Complex(ISC3) Dispersion Models, Vol. Ⅰ,Ⅱ, EPA-454/B-95-003a,b.

Bjorklund J. R. and J. F. Bowers (1982) User's instructions for the SHORTZ and LONGZ computer program - Volume Ⅰ, EPA-903/9-82-004a, H. E. Cramer Co., Inc.

Burt, E. W. (1977) VALLEY model user's guide, EPA-450/2-77-018

Perry, S. G., D. J. Burns, L. H. Adams, R. J. Paine, M. G. Dennis, M. T. Mills, D. G. Strimaitis, R. J. Yamartino, and E. M. Insley (1989) User's guide to the complex terrain dispersion model plus algorithms for unstable situations (CTDMPLUS), Volume Ⅰ : Model description and user instructions, EPA-600/8-89-041

제 5 장 대기오염 측정소 위치 선정

제 5 장 대기오염 측정소 위치 선정

1. 대기오염 측정소 후보지 선정

본 연구에서는 보령화력발전소를 대상으로한 대기오염 측정소 위치 선정을 위하여 여러차례의 현지답사와 함께 발전소 주변 지역의 기상특성, 지형특성을 반영한 풍동실험 및 대기확산 모의를 수행하였으며, 이 과정에서 얻어진 풍동실험 및 대기확산 모의 결과는 표 5-1과 같다.

표 5-1 풍동실험 및 대기확산 모의 결과

			북서풍시 고농도 지점	서풍시 고농도 지점
풍동실험			풍하쪽 1.4, 2.5, 3.2km 부근	풍하쪽 1.0~1.4, 2.57, 3.8km 부근
대기확산 모의	단기모델	불안정	풍하쪽 6, 9km 부근	-
		안정	풍하쪽 15km 부근 (차령산맥 남단부)	-
	장기모델		- 봄 : 남동쪽 4.3km 부근 - 기타 : 15km 이상	

현지답사와 풍동실험 및 대기확산 모의 결과를 기초로 1차적으로 선정한 대기오염 측정소의 위치는 그림 5-1과 같이 내륙쪽 반경 5km 이내에 2개 지점, 5~10km 사이의 4개 지점, 10km 바깥쪽에 1개 지점과 해안쪽 2km 거리에 위치한 월도 또는 4km 정도 떨어진 효자도 1개 지점 등 발전소를 중심으로 반경 15km 이내의 총 8개 지점으로 하였다.

그림 5-1 대기오염 측정소 예정 위치도

2. 대기오염 측정소 선정 결과

대기오염 측정소를 선정하는 과정에서는 현지답사, 풍동실험 및 확산 예측 모의 등과 같은 기술적인 측면에 의해 도출된 결과와 더불어 측정소의 접근 및 설치 인·허가 등의 용이성, 기타 오염원의 영향 배제, 주민 요구 수용 등에 대한 종합적인 검토가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서도 대기오염 측정소 후보지로 선정된 8개 지점의 위치에 이동이 이루어졌으며, 그 내용은 다음과 같다.

○ 보령 시가지 외곽 측정소(보령시가지 2)의 이동

: 보령 시가지 외곽 측정소가 발전소 가동에 의한 순수 영향을 평가하기 어렵다는 지적이 있었다. 따라서 이 측정소를 풍동실험에서 북서풍이 부는 경우 대기오염 농도가 높은 것으로 나타난 발전소로 부터 남동쪽으로 약 4km 떨어진 송학리 측정소로 이동하였다.

○ 월도 또는 효자도 측정소의 이동

: 월도 또는 효자도는 선박 운항 횟수가 적어 유지, 보수가 쉽지 않으므로 해안쪽의 측정소를 원산도로 이동하였다.

○ 학성리 측정소의 추가

: 기존 8개 측정소 외에 주민들의 민원에 대처하고 남풍이 부는 경우의 발전소 가동에 따른 대기오염 농도의 변화를 평가하기 위해 발전소로 부터 북쪽으로 약 6km 떨어진 학성리 측정소를 추가하였다.

본 연구를 통해 최종적으로 선정된 대기오염 측정소는 표 5-2 및 그림 5-2과 같이 내륙쪽 반경 5km 이내에 3개 지점, 5~10km 사이의 5개 지점, 해안쪽 약 5km 거리에 위치한 원산도에 1개 지점 등 발전소를 중심으로 반경 10km 이내의 총 9개 지점으로 하였으며, 각 측정소의 선정배경과 대기오염 감시망으로서 기대되는 역할은 다음과 같다.

표 5-2 대기오염 측정소 선정 위치

	측정소명	위치	발전소로 부터의 방향 및 거리
1	영보리	보령시 오천면 영보리 341-2	북서쪽 3.1km
2	오포리	보령시 오천면 오포리 835-12	동쪽 3.3km
3	주교리	보령시 주교면 주교리 192-5	동쪽 6.8km
4	송학리	보령시 주교면 송학리 401	남동쪽 4km
5	궁천동	보령시 궁천동 156-12 (대천세무서)	남동쪽 10km
6	신흑동	보령시 신흑동 911-57	남쪽 9km
7	낙동리	보령시 천북면 낙동리 736-1	북동쪽 9.8km
8	원산도	보령시 오천면 원산도리 423	서쪽 5km
9	학성리	보령시 천북면 학성리 517-6	북쪽 6km

1. 영보리 측정소

: 발전소 북서쪽 약 3.1km 지점에 위치하고 있는 영보리 측정소는 농작물 성장기인 여름철에 주풍향인 남서풍의 발전소 풍하쪽에 위치하며, 발전소 가동에 의한 농작물 피해 호소가 있을 뿐만아니라 대기 확산 모의 결과 기상조건에 따라서는 최대 지표 농도가 나타난 지역이다.

2. 오포리 측정소

: 발전소 동쪽 약 3.3km 지점, 회처리장으로 부터 약 1.5km 지점에 위치하고 있는 오포리 측정소는 편서풍과 해풍의 풍하쪽에 위치하고 있다. 따라서 마을 양쪽으로 약 200m 높이의 산이 있는 계곡 형태의 지형을 가지는 이 지역은 해풍의 경우에 발전소에서 취급하는 석탄 분진과 연돌로부터의 오염물질이 도달할 가능성이 있으며, 발전소 가동에 의한 피해 주장이 있는 지역이기도 하다.

3. 주교리 측정소

: 발전소 동쪽 6.8km에 위치한 주교리 측정소는 해풍에 의해 오염물질이 도달하는 최대 거리로 평가되었다. 발전소 동쪽 4km와 10km에 둘러치고 있는 산계들 사이에 위치한 이 지역은 대기가 중립 상태에서 동서방향의 바람이 불때 이동된 오염물이 산과 산사이에 머무를 수 있으며, 측정소 위치가 이 지역 주민들의 주 거주지에 인접하여 측정자료의 인지도가 높은 지역이다.

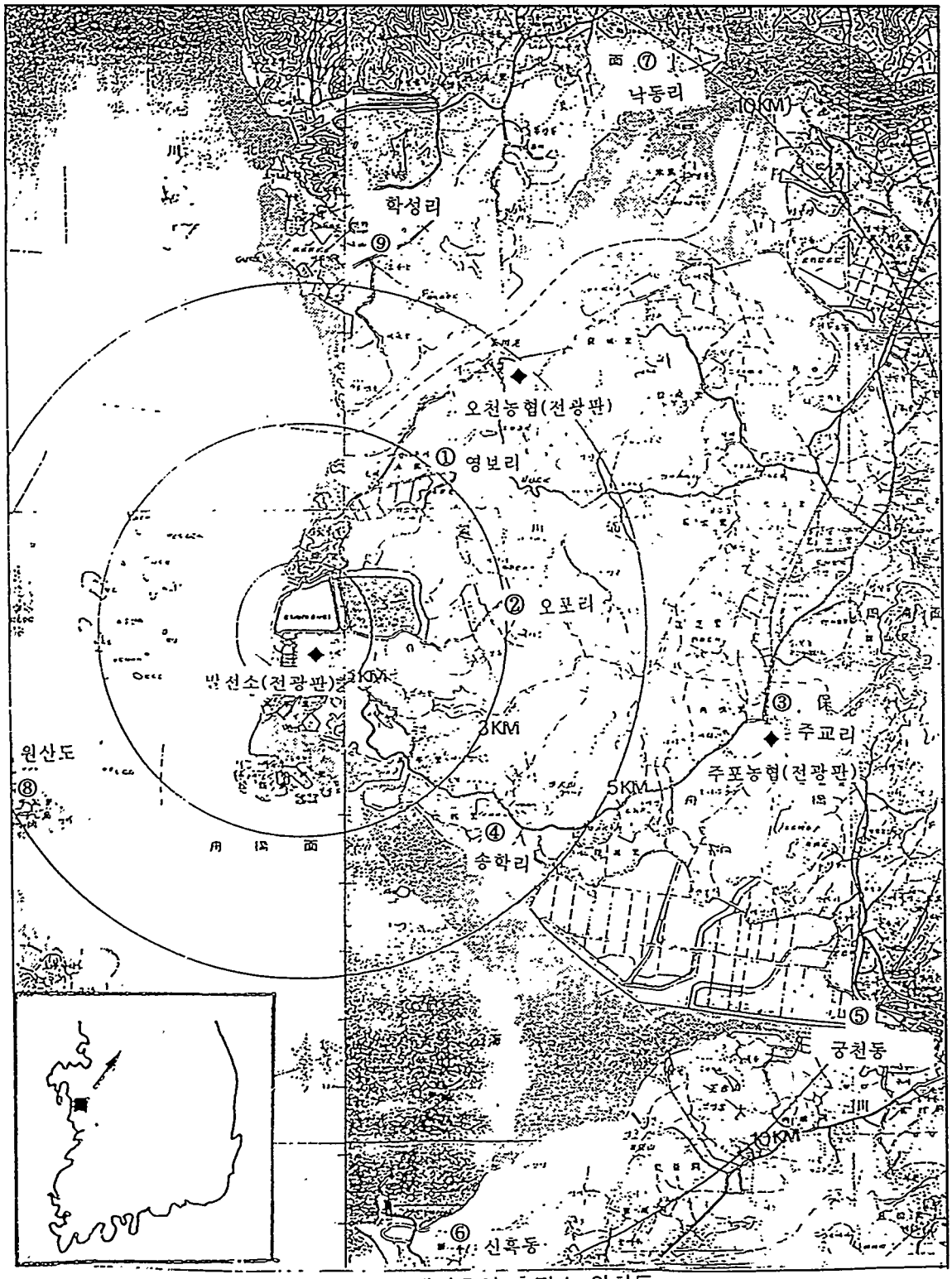


그림 5-2 대기오염 측정소 위치도

4. 송학리 측정소

: 발전소 남동쪽 약 4km에 위치한 송학리 측정소는 풍동실험에서 북서풍이 불 때 최대농도가 발생하는 지점과 인접하고 있다. 또한 이 지역은 바로 옆의 봉대산을 정점으로 하는 산계와 비교할때 해안쪽에 위치하여 산의 경사면에 부딪힌 다른 방향의 바람이 휘돌아나오는 통로 역할을 하는 지점일 뿐만아니라 발전소 가동에 의한 피해 주장이 있는 지역이기도 하다.

5. 궁천동 측정소

: 발전소 남동쪽 약 10km에 위치한 궁천동 측정소는 대천시 입구에 자리하고 있어 발전소로 부터 대천시로 유입되는 오염물질을 감시할 수 있을 뿐만아니라 반대 방향의 바람이 불때 대천시로 부터 시외곽으로 확산되는 오염물질의 농도를 평가할 수 있는 지점이다.

6. 신흑동 측정소

: 발전소 남쪽 약 9km 지점에 위치한 신흑동 측정소는 겨울철 북풍의 발전소 풍하쪽에 위치할 뿐만아니라 발전소와의 사이에 바다가 있어 겨울철의 발전소 가동에 의한 순수 영향을 파악할 수 있는 지점이다.

7. 낙동리 측정소

: 발전소 북동쪽 약 9.8km에 위치한 낙동리 측정소는 여름철 주풍인 남동풍의 발전소 풍하방향에 위치하고 있어 대기 확산 모의 결과 중립 대기 상태에서 최고 지표농도가 나타날 수 있는 지점으로 평가되었으며, 발전소 가동에 의한 피해 주장이 있는 지역이기도 하다.

8. 원산도 측정소

: 발전소 서쪽 약 5km에 위치한 원산도 측정소는 발전소와의 사이에 다른 오염원이 없어 보령화력 대기오염 감시망의 배경농도를 제공할 수 있는 지역이다. 또한 이 지역은 지정학적 위치상 중국으로 부터의 오염물질과 분진의 원거리 이동 자료 확보가 가능하여 향후 산성우 등의 문제와 같은 국가간 분쟁 발생시 활용이 기대되는 장소이기도 하며, 봄과 가을철에 동풍이 불거나 육풍이 불 때 발전소 배출 오염물질의 이동과 농도변화 등에 대한 파악이 기대되는 지점이다.

9. 학성리 측정소

: 발전소 북쪽 약 6km에 위치한 학성리 측정소는 여름철에 남풍이 불 때 발전소 배출 오염물질의 농도변화에 대한 평가가 가능할 뿐만아니라 발전소 가동에 의한 농작물 피해 주장이 있는 지역이기도 하다.

위와 같이 선정한 대기오염 측정소 위치와 관련된 몇가지 특징을 살펴보면 다음과

같다.

1. 여름철 주풍향인 남서풍의 발전소 풍하방향인 북동쪽에 영보리와 낙동리 측정소 2개를 시리즈로 선정하여 발전소에서 배출되는 오염물질과 농작물 간의 관계 파악이 가능하도록 하였다.

2. 발전소 남동 방향에 송학리와 궁천동 측정소 2개를 시리즈로 선정하여 발전소 가동이 이 지역 최대 인구 밀집 지역인 대천시에 미치는 영향을 평가할 수 있도록 하였다.

3. 발전소 가동에의한 피해 주장이 있는 영보리, 오포리, 송학리, 낙동리, 학성리 등 5개 지역에 측정소를 선정함으로서 발전소와 지역주민들의 유대관계 강화에 역점을 두었으며, 향후 민원 발생시의 자료로 활용 가능하도록 하였다.

4. 발전소 동쪽에 주교리와 오포리 측정소를, 서쪽에 원산도 측정소를 선정하여 이 지역의 기상특성인 해륙풍에 의한 영향을 평가할 수 있도록 하였다.

5. 발전소와 측정소 사이에 다른 오염원이 거의 없는 원산도, 신흑동 측정소를 선정하여 보령화력발전소의 배경농도를 측정할 수 있도록 하였으며, 중국으로 부터의 오염물질 유입과 오염물질의 해양 이동 특성을 파악할 수 있도록 하였다.

6. 풍동실험 및 대기 확산 모의 결과를 충실히 반영하여 대기오염 측정소를 선정하였으며, 장래의 대기오염 확산 예측 모의시 충분한 자료를 제공할 수 있도록 발전소를 주변으로 여러 방향에 대기오염 측정소가 분포하도록 하였다.

PART B

대기오염 감시망(TMS)의 설치 및 운영

제 6 장 대기오염 감시망 구축

제 6 장 대기오염 감시망 구축

제 1 절 감시망 구성기기 선정

1. 환경대기중 오염물질 측정기기 선정 및 사양

가. 환경대기중 오염물질 측정방법

본 연구를 통해 보령화력 발전소 주변에서 측정하고 있는 환경대기중 오염물질은 아황산가스, 질소산화물, 오존, 먼지 등이며, 각 오염물질별 자동·연속 측정방법을 간략히 서술하면 다음과 같다.

(1) 아황산가스

(가) 용액전도율법

용액전도율법은 흡수액(황산 산성의 과산화용액)에 시료대기를 흡수시켰을 때 흡수액의 전도율의 변화로부터 시료대기중에 포함되어 있는 아황산가스 농도를 연속적으로 측정하는 방법으로 간헐형 및 연속형 두 종류가 있다.

① 간헐형

일정량의 흡수액에 일정량의 시료대기를 일정시간 통과시키면 아황산가스를 흡수하여 그 전도율의 증가에 대응하여 지시기록을 하게 된다.

② 연속형

흡수액과 시료대기를 일정유량비로 접촉시켜 아황산가스를 흡수시킨다. 이 전도율의 변화를 측정해서 시료대기중에 포함된 아황산가스 농도를 연속적으로 순간치로 측정기록한다.

(나) 불꽃광도법

불꽃광도법은 수소염중에 황화합물을 함유한 시료대기를 흡입시키면 황화합물이 불꽃중에서 열분해할 때 근자외선 영역에서 상당히 강한 발광 현상을 일으키는 것을 이용하여 그 빛의 강도를 광전자증배관에 의해 측정해서 시료대기중에 포함되는 황화합물을 아황산가스로 연속측정하는 방법이며, 측정범위는 0.005~1.0ppm이다.

(다) 자외선형광법

자외선형광법은 비교적 단파장영역의 자외선에 의해 여기되어진 아황산가스 분자로부터 발생되는 형광강도에 의해 시료대기중에 포함되는 아황산가스 농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

(2) 질소산화물

(가) 화학발광법

이 방법은 일산화질소 또는 질소산화물($NO+NO_2$) 농도를 연속측정하는 방법으로 시료대기중의 일산화질소와 오존과의 반응에 의해 NO_2가 생성될 때 생기는 화학발광광도가 일산화질소 농도와 비례관계가 있는 것을 이용해서 시료대기중에 포함되는 일산화질소 농도를 측정한다.

또한 질소산화물($NO+NO_2$) 농도는 시료대기중의 이산화질소를 컨버터를 통하여 일산화질소로 변환시킨 후 일산화질소의 측정과 같은 방법으로 측정하여 이산화질소 농도를 측정한후 여기에 일산화질소 농도를 합하여 계산한다.

(나) 살츠만법

이 방법은 흡수발색액(Saltzman시약)을 사용하여 흡광광도법에 의해 시료대기중에 포함되어 있는 일산화질소와 이산화질소 농도를 동시에 연속측정하는 방법이다.

흡수발색액 *n-(1-naphthyl) ethylene diamine* 2염산염, *sulfanilic acid* 및 초산혼합액의 일정량에 일정유량의 시료대기를 일정시간 통과시켜서 이산화질소를 흡수시켜 흡수발색액의 흡광광도를 측정하여 시료대기중에 포함되어 있는 이산화질소 농도를 연속적으로 측정한다.

일산화질소는 흡수발색액과 반응하지 않으므로 산화액(황산과 과망간산칼륨 혼합액)으로 이산화질소로 산화시켜 이산화질소와 같은 방법으로 측정한다.

(3) 오존

(가) 자외선흡광광도법

이 방법은 자외선 광도에 의해 파장 254nm 부근에서 자외선 흡수량의 변화를 측정하여 환경대기중의 오존농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

(나) 화학발광법

이 방법은 화학발광에 의해 환경대기중에 포함되어 있는 오존 농도를 연속적으로 측정하는 방법이다. 시료대기중에 오존과 에틸렌가스가 반응할 때 생기는 발광도가 오존농도와 비례관계에 있다는 것을 이용하여 오존농도를 측정한다. 이 측정방법의 최저 감지농도는 0.003ppm이며 수분에 의해 약간 영향을 받으나 다른 물질에 대하여는 영향을 받지 않는다.

(다) 중성요오드화칼륨법

이 방법은 중성 요오드화칼륨 흡수액을 사용하는 흡광광도법으로서 시료대기중에 함유하는 전옥시단트 농도를 연속적으로 측정한다. 흡수액에 시료대기를 일정유량으로 흡수시켜 유리되는 요오드의 흡광도를 측정하여 시료대기중에 함유된 전옥시단트 농도를 구한다.

(4) 먼지

(가) 고용량공기포집법

이 방법은 대기중에 부유하고 있는 입자상물질을 고용량공기포집기를 이용하여 여과지상에 포집하는 방법으로 입자상물질 전체의 질량농도를 측정하거나 금속성분의 분석에 이용한다. 이 방법에 의한 포집입자의 입경은 일반적으로 0.1~100μm 범위이다.

(나) 저용량공기포집법

이 방법은 환경대기중에 부유하고 있는 입자상물질을 로우볼륨에어샘플러를 사용하여 여과지위에 포집하는 방법으로 일반적으로 직경 10μm 이하의 입자상물질을 포집하여 질량농도를 구하거나 금속 등의 성분분석에 이용된다.

(다) 광산란법

대기중에 부유하고 있는 입자상물질에 빛을 조사하면 입자상물질에 의하여 빛이 산란하게 되는데 .물리적성질이 동일한 입자상물질에 의한 산란광의 양은 질량농도에 비례하게 된다. 광산란법은 이러한 원리를 이용하여 산란광의 양을 측정하고 그 값으로부터 입자상물질의 농도를 구하는 방법이다.

(라) 광투과법

이 방법은 대기중 부유하고 있는 입자상 물질을 일정시간(1시간 이상) 여과지 위에 포집한 후 빛(파장 : 400nm 정도)을 조사해서 빛의 투과량을 측정하고 그 값으로부터 입자상물질의 농도를 구하는 방법이다.

(마) 베타선흡수법

이 방법은 대기중에 부유하고 있는 10μm 이하(단, 분립장치에 따라 포집입자의 크기를 조절할 수 있음)의 입자상물질을 일정시간 여과지 위에 포집하여 베타선을 투과시켜 입자상물질의 중량농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

나. 환경대기중 오염물질 측정기기의 선정 및 사양

환경대기중에 존재하고 있는 오염물질을 자동·연속으로 측정하기 위한 측정기기는 여러종류가 있으나 현재 국내에서는 DASIBI(Dasibi Environmental Corp.)와 API (Advanced Pollution Instruments)의 제품이 주종을 이루고 있으며, 각 제품 공히 아황산가스 측정에는 자외선형광법을, 질소산화물 측정에는 화학발광법을, 오존 측정에는 자외선흡광광도법을 이용하고 있다. 또한 먼지의 측정에는 Wedding & Associates, Inc.와 DASIBI는 베타선흡수법을, Graseby Anderson은 고용량공기포집법을 이용하고 있다.

환경대기중 SO_2, NO_X, O_3 등의 오염물질을 측정하기 위한 DASIBI와 API의 제품은 표 6-1과 같이 전반적인 사양에서는 비슷한 성능을 보이고 있으나 측정 range 및 response time에서 API의 제품이 다소 우수한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 장비의 수급 및 유지관리 측면에서 SO_2, NO_X, O_3 등의 측정기기는 공히 API의 제품을 선정하였으며, 먼지 측정기기는 Wedding & Associates, Inc.와 Graseby Anderson의 제품을 각각 선정하였다.

표 6-1 DASIBI 및 API 측정장비의 성능비교

항 목		SO_2	NO_X	O_3
RANGE	DASIBI	0~500ppb	0~5,000ppb	0~1,000ppb
	API	0~100, 200, 500, 1,000, 10,000ppb	0~0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 10.0ppm	0~10,000ppb
ZERO DRIFT	DASIBI	F.S.±2 ppb/24 h	F.S.±1ppb/24h	F.S.±0.5%/24h
	API	F.S.±1%/24h	F.S.±5ppb/24h	F.S.±1ppb/24h
SPAN DRIFT	DASIBI	F.S.±0.5%/24h	F.S.±1%/24h	F.S.±0.5%/24h
	API	F.S.±1%/24h	F.S.±5%/week	F.S.±1%/24h
RESPONSE TIME	DASIBI	F.S.95%, 190sec	F.S.90%, 190sec	F.S.90%, 150sec
	API	F.S.95%, 120sec	F.S.95%, 60sec	F.S.90%, 20sec
LINEARITY	DASIBI	-	-	F.S.±1ppb
	API	-	-	F.S.±1%
LOWER DETECTABLE LIMIT	DASIBI	1ppb	-	1ppb
	API	1ppb	-	1ppb
TEMPERATURE RANGE	DASIBI	5~40℃	5~40℃	0~45℃
	API	5~40℃	5~40℃	5~40℃

(1) 아황산가스

본 연구에서 선정한 API의 Model 100 아황산가스 측정기기의 측정원리는 다음과 같다.

본 모델 100은 공기중이나 간섭이 없는 공간에서 190 내지 230nm의 자외선에 분해되지 않는 이산화황의 자외선 흡수작용에 따른 빛을 측정한다. 자외선 불빛을 214nm 필터에 통과시키면 이산화황분자가 자극되어 빛이 발하게 되는데 이 빛을 250 내지 390nm 필터를 장착한 전자증폭기에 통과시켜 측정한다.

이상의 설명은 다음의 식으로 표시된다.

$$SO_2 + h\nu_1 \rightarrow SO_2^*$$

자외선이 흡수되는 비율(I_a/I_o) 는 다음과 같다.

$$I_a/I_o = e^{(-abc)}$$

여기서, I_o는 초기 자외선 강도이며, I_a는 이산화황에 흡수되고 남은 자외선의 강도이다. a는 이산화황에 의해 흡수되는 율을, b는 경로 길이를, c는 이산화황의 농도를 나타낸다.

자극된 이산화황은 특수한 빛을 내뿜으며 안정된 상태로 되돌아가는데 이산화황의 농도가 낮고, 빛의 이동 경로가 짧고, 공기중에 있을 경우, 자외선 불빛의 율은 이산화황의 농도에 직접적으로 비례하는 PMT 출력을 보여준다.

$$SO_2^* \rightarrow SO_2 + h\nu_2$$

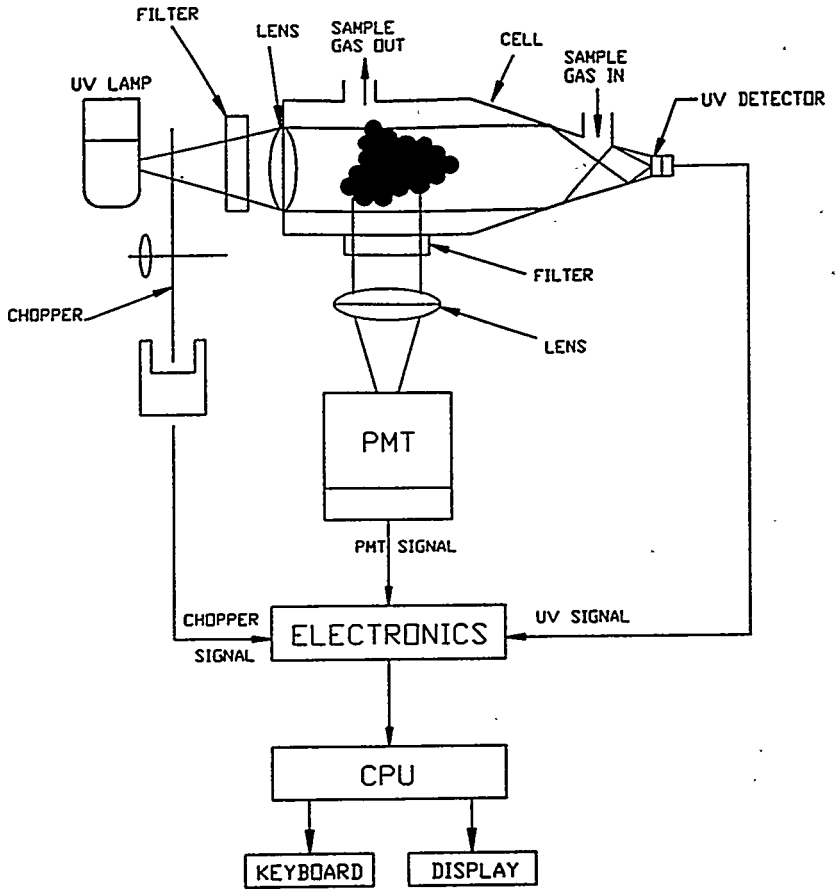


그림 6-1 API Model 100 SO_2 Analyzer의 계통도

본 연구에서 선정한 API의 Model 100 아황산가스 측정기기 및 아황산가스 측정기기에 관련된 기기의 사양은 다음과 같다.

(가) API Model 100 Sulfur Dioxide Analyzer

Ranges : 0~100, 0~200, 0~500, 0~1,000, 0~10,000ppb

Noise at zero : 0.5ppb

at 400ppb : 1% of reading (above 100ppb)

Lower Detectable Limit : 1ppb

Total Interference Equivalent : Less than 11ppb

Zero drift : Less than 1ppb/24hr

Less than 2ppb/7day

Zero Drift with Dynamic Zero : 0

Span drift : Less than 1%/24hr(@ 400ppb)

Less than 2%/7day

Span Drift with Dynamic Span : 0

Lag Time : 20sec

Rise Time(95%) : Less than 120sec

Fall Time(95%) : Less than 120sec

Sample Flow Rate : 500cc/min. ±10%

Temperature Range : 5~40℃

Temperature Coefficient : < 0.2% per ℃

Voltage Coefficient : <-0.1% per V

Dimensions H×W×D : 7"×17"×27"(178mm×432mm×686mm)

Weight, Analyzer : 25kg

Weight, Pump Pack : 6kg

Power, Analyzer : 110V/60Hz, 220V/50Hz, 250W

Power, Pump : 110V/60Hz, 220V/50Hz, 180W

Recorder Instantaneous : 0±100mV, 0±1, 5, 10V

Recorder Average : 0±100mV, 0±1, 5, 10V

Status : 12 status outputs with opto-isolators

(나) API Model 700 Mass Flow Multi-Gas Calibrator

① Dilution System

Flow Measurement Accuracy : ±1% F.S.

Repeatability of Flow Control : ±0.2% F.S.

Linearity of Flow Measurement : ±0.5% F.S.

Flow Range of Diluent Air : 0 to 10SLPM

0 to 20SLPM(optional)

Flow Range of Cylinder Gases : 0 to 100cc/min.

0 to 50cc/min.(optional)

0 to 200cc/min(optional)

Dilution Ratio(typical) : 50 : 1 to 2000 : 1 ratio

Zero Air Required : 10SLPM @ 30PSIG

20SLPM @ 30PSIG(optional)

CAL Gas Input Ports : 4

Zero Gas Input Ports : 1

Response Time : 60sec (98%)

② Ozone Generator Module

Ozone Generator Output

MAX Output : 6ppm LPM

MIN Output : 100ppb LPM

Response Time : 180secs.(98%)

③ General Specifications

Input Pressure : 25~30PSIG

Temp. Range : 5~40℃

Weight : 60lbs

Dimension H×W×D ; 7″×17″×24″ (18cm×43cm×61cm)

Maximum Operating Altitude : 10,000ft

Power : 115V/60Hz, 220V/50Hz, 240V/50Hz, 250W

(다) API Model 701 Zero Air Module

Output : 20SLPM at 30psig

Dewpoint : <20℃

SO_2 : <0.5ppb

NO : <0.5ppb

NO_2 : <0.5ppb

O_3 : <0.5ppb

HC/CO/CO_2 : Undetectable (options)

Purge Air : 500cc/min. continuous

Compressor : 2-cylinder, internal

Mounting : Bench type (standard)
Rack mount (optional)

Dimensions : 8.75″H×17″W×23.5″D(22.2cm×43.2cm×60cm)

Weight : 25kg

Power : 115/230VAC, 50/60Hz, 350Watts, 3-wire grounded

(라) Single Gas Calibrator for SO_2

Flow Rate : Orifice control

Temperature Stalbility : 0.1℃

Warm-up time-oven : 1 hour (permeation device can take 24 hours to be stabilized)

Carrier Gas Flow : 60SCCM nominal

Chamber Size : 12cm in total length and 1 cm in diameter.

Additional Features

- This should satisfy most requirements for typical zero/span instrumentation checks.
- The flow system must utilize differential pressure controlled orifices to ensure stable gas flows.
- Internal timer must allow interface of the SO_2 analyzer with the calibrator to give a total automatic system for monitoring zero and span checks.

(마) Air Sampling Manifold System

Funnel : U-type

Probe : Standard 6ft

Material : Sample inlet, extension tube, L tube, T type and drain pot should be made of pyrex glass or euivalent glass materials.

Diameter of the manifold : More than 50mm

Number of sampling ports : More than 5

Distance between sampling ports : More than 200mm

Blower flow rate : 1,600~2,000L/min.

Additional Features

- This should be to bring the air sample to each of the analyzers.
- The sample should not be degraded or diluted between air inlet and analyzers.
- Calibration valve, particulate filter assembly and moisture trap essential.

(2) 질소산화물

본 연구에서 선정한 API의 Model 200 질소산화물 측정기기의 측정원리는 다음과 같다.

본 모델 200은 NO, NO_2, NOx 농도 및 NOx와 NO_2 농도의 차이 등을 측정하기

위해 아래의 반응과 같은 NO와 O_3의 화학발광반응의 빛 강도를 측정한다.

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2^* + O_2$$

$$NO_2^* + O_3 \rightarrow NO_2 + h\nu$$

전기적으로 여기된 NO_2 분자가 광자를 방출하며 낮은 에너지 상태로 떨어질 때 발생되는 빛 강도는 NO농도에 직접 비례한다. 이 기기는 PMT 출력으로부터 NO 농도를 먼저 측정한 후 가스를 가열된 Molybdenum이 있는 Converter로 보내어 아래의 반응에 의해 NO_2를 NO로 변환시켜 NOx 농도를 측정한다. NO_2 농도는 NOx와 NO의 농도 차를 구하여 계산한다.

$$3\ NO_2 + Mo \xrightarrow{315℃} 3\ NO + MoO_3$$

본 연구에서 선정한 API의 Model 200 질소산화물 측정기기의 사양은 다음과 같다.

Ranges : 0~0.1, 0~0.2, 0~0.5, 0~1.0, 0~10ppm
(Output ranges are independently settable with Option T)
Noise at zero : 0.5ppb(0.25ppb with low noise option)
Noise at span : <1% of reading above 100ppb
Lower Detectable Limit : 1ppb
Zero Drift : <0.5ppb/24hour
Span Drift : <±0.5% F.S./7day
Lag Time : 15sec
Rise Time : 95% in <60sec
Fall Time : 95% in <60sec
Sample Flow Rate : 700cc/min. ±10%
Temperature Range : 5~40℃
Temperature Coefficient : <0.2% per ℃
Voltage Coefficient : <0.2% per V
Dimenstions H×W×D : 7″×17″×27″(177mm×432mm×686mm)

Weight, Analyzer : 59lbs (28kg)

Weight, Pump Pack : 13lbs (6kg)

Power, Analyzer : 110V/60Hz, 220V/50Hz, 240V/50Hz, 250W

Power, Pump : 110V/60Hz, 220V/50Hz, 240V/50Hz, 180W

Recorder Output : 0~100mV, 0~1, 5, 10V

Status Option : 12 Status Outputs from opto-isolator

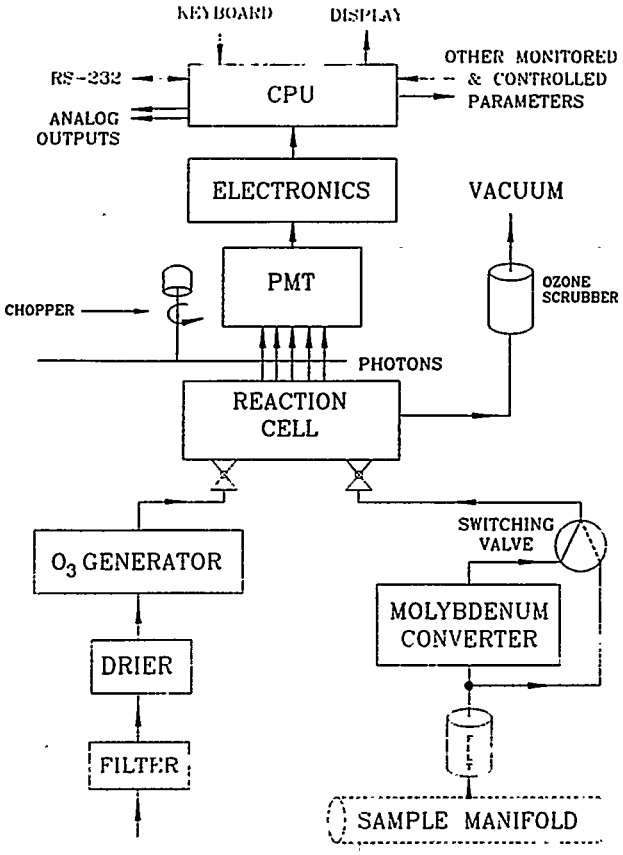


그림 6-2 API Model 200 NOx Analyzer의 계통도

(3) 오존

본 연구에서 선정한 API의 Model 400 오존 측정기기의 측정원리는 다음과 같다.

본 모델 400의 O_3 농도 측정은 수은등(Mercury Lamp)에 의해 방출되는 자외선인

254nm 광원에 대한 O_3 분자 내부의 전자공명으로 야기되는 흡수량을 분석하여 얻어진다. 이 광원은 유리관을 통해 비춰지며 Sample Gas(I)와 O_3이 없는 Gas(I_o)를 번갈아 통과시켜 줌으로써 얻게 되는 빛의 강도의 비(I_o/I)로써 농도를 산출하게 되는데 이것은 아래의 *Beer Lambert*법칙에 기인한다.

$$C = \frac{10^6 \cdot P_o \cdot T}{K \cdot L \cdot P \cdot T_o} \ln \frac{I_o}{I}$$

여기서,

C_{O_3} = O_3농도(*ppm*)
I = O_3이 존재하는 시료측정 주기에서의 자외선 강도
I_o = O_3이 존재하지 않는 시료측정 주기에서의 자외선 강도
K = O_3의 흡수계수
L = 광원길이
P = 흡수 *Cell*에서의 가스포집온도(°*K*)
T_o = 표준온도(273 °*K*)

본 연구에서 선정한 API의 Model 400 오존 측정기기의 사양은 다음과 같다.

Ranges : User selectable to any full scale range from 100ppb to 10ppm

Zero Noise : <0.3ppb

Span Noise : <0.5% of reading (above 100ppb)

Lower Detectable Limit : <0.6ppb

Zero Drift (24 hours) : <1.0ppb

Zero Drift (7 days) : <1.0ppb

Span Drift (24 hours) : <1% of reading

Span Drift (7 days) : <1% of reading

Linearity : Better than 1% full scale

Precision : 0.5% reading

Lag Time : <10sec

Rise/Fall Time(95%) : <20sec

Sample Flow Rate : 800cc/min. ±10%

Temperature Range : 5~40℃

Temperature Coefficient : <0.05% per ℃

Voltage Coefficient : <0.05% per V

Dimensions (H×W×D) : 7″×17″×27″ (178mm×432mm×686mm)

Weight : 45lbs (21kg).

Power : 100V/60Hz, 220V/50Hz, 240V/50Hz, 250W

Recorder Output : ±100mV, ±1V, ±5V, ±10V

Status : 12 Status outputs from opto-isolators

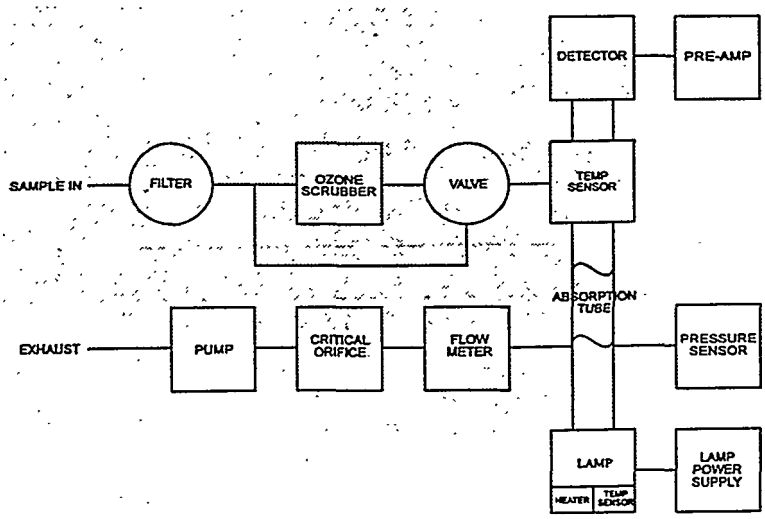


그림 6-3 API Model 400 O_3 Analyzer의 계통도

(4) 먼지

본 연구에서는 먼지 측정을 위하여 Graseby Anderson의 Model SAUV-2H 및 Wedding & Associates, Inc.의 Model BG-APS 등을 선정하였으며, 각 측정기기의 측정원리는 다음과 같다.

Graseby Anderson의 제품은 고용량공기포집법을 이용하고 있으며 TSP를 측정하는 경우에는 그림 6-4와 같은 inlet을 사용하여 대기중 부유입자를 40ACFM정도로 흡입한 후 Filter에 포집하여 측정한다. PM-10을 측정하는 경우에는 그림 6-5와 같은 특수한 Inlet을 통해 대기중 부유입자가 40ACFM 정도로 흡입되며, 흡입된 입자

는 여러 Circular Impactor Nozzle (Acceleration Jet)에 의해 가속되어지며, 10μm이상의 큰 입자는 가속에 의한 운동량에 의해 Impaction Chamber (Fractionation Zone)에 있는 Collection Shim에 포집되며, 10μm이하의 작은 입자는 공기흐름에 의해 수직 상승한후 여러 Vent Tube를 통해 아래의 Filter에 포집된다.

Wedding & Associates, Inc.의 제품은 베타선흡수법을 이용하여 PM-10 및 TSP을 측정한다. 베타선을 방출하는 광원으로부터 조사된 베타선이 PM-10 및 TSP inlet을 통하여 여과지 위에 포집된 먼지를 통과할 때 흡수 소멸되는 베타선의 차로서 측정되어지며 다음 식에 따른다.

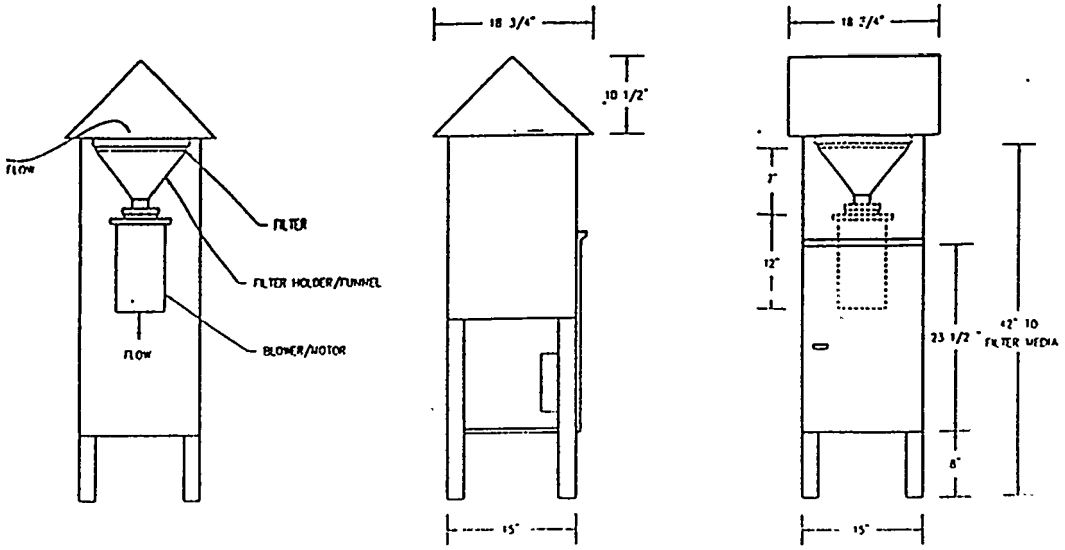
$$I = I_o \exp(\mu \cdot X)$$

I = 여과지에 포집된 먼지를 투과한 베타선 강도
I_o = *Blank* 여과지에 투과된 베타선 강도
μ = 먼지에 의한 베타선 질량 흡수소멸계수(cm^2/mg)
X = 단위면적당 포집된 먼지의 질량(mg/cm^2)

여기서, I_o는 먼지가 포집되지 않은 여과지를 통과한 베타선 강도이며, μ는 상수로써 먼지의 성분에 무관하다. 따라서, 먼지농도는 단위면적당 포집된 먼지의 질량에 의한 베타선의 흡수량으로 결정되어 진다.

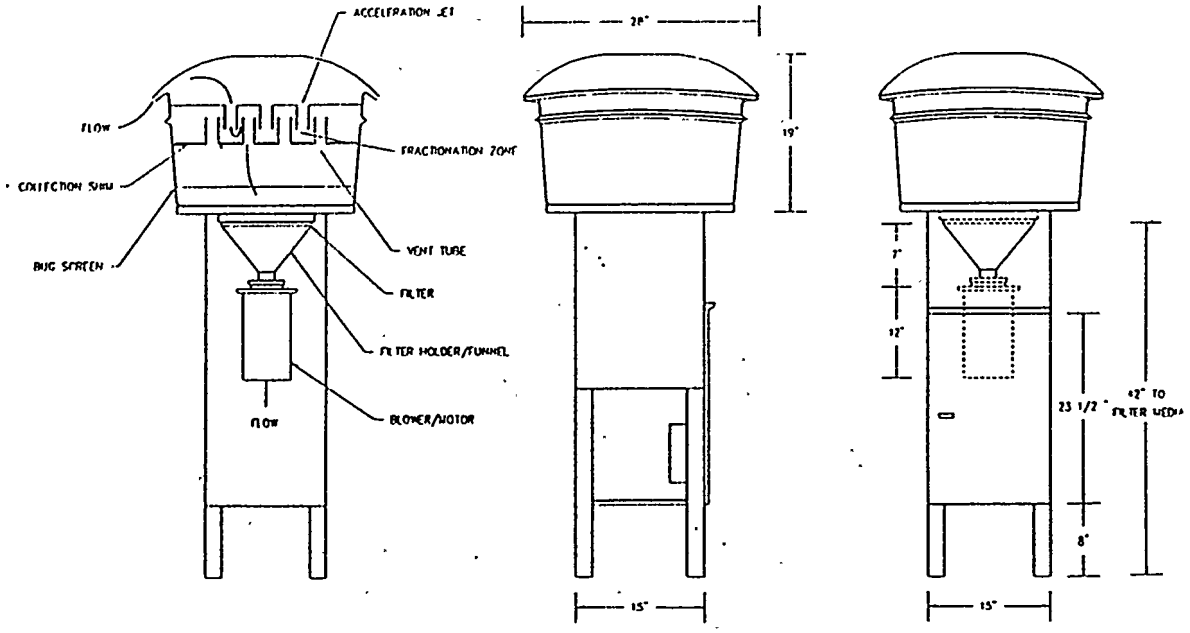
$$C = \frac{S}{\mu \cdot V \cdot \Delta t} \ln(I/I_o)$$

C = 먼지 농도(mg/m^3)
S = 먼지가 포집된 여과지의 면적(cm^2)
V = 흡입된 공기량(cm^3)
Δt = 포집시간(min)



Flow Diagram Side View Front View

그림 6-4 Graseby Anderson의 Model SAUV-2H(TSP)



Flow Diagram Side View Front View

그림 6-5 Graseby Anderson의 Model SAUV-2H (PM-10)

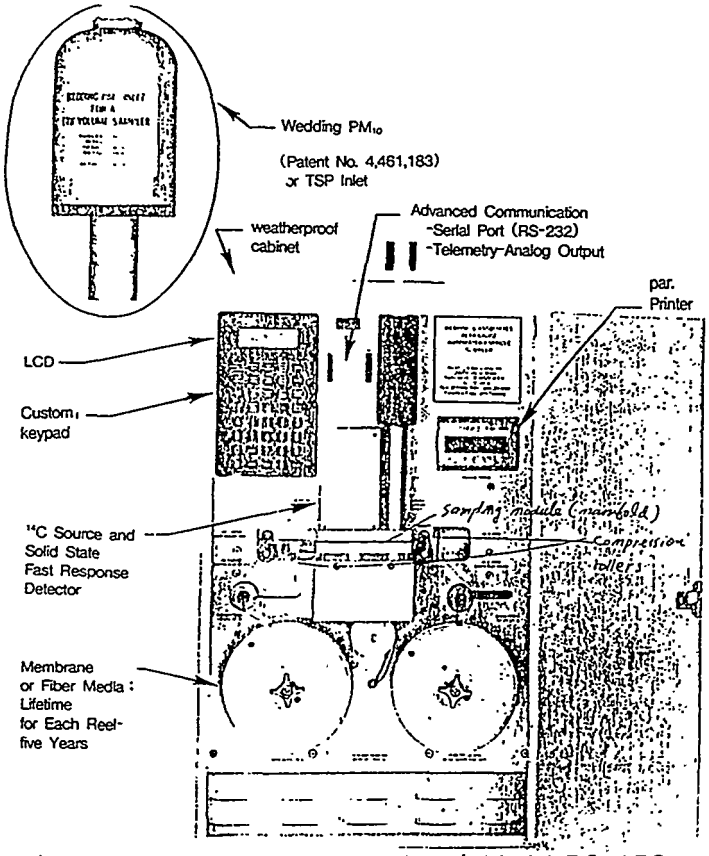


그림 6-6 Wedding & Associates, Inc.의 Model BG-APS

본 연구에서 선정한 Graseby Anderson의 Model SAUV-2H 및 Wedding & Associates, Inc.의 Model BG-APS 등의 사양은 다음과 같다.

(가) Graseby Anderson의 Model SAUV-2H

① Flow-Controlled High Volume Sampling System for TSP

Flow rate : 40 cubic feet per minute(CFM) or 1.13m^3/min or more

Filter media : 8in.×10in.(20cm×25cm) quartz fiber filter media

Accuracy of mass flow control (@40CFM)

: ±2.5% deviation over 24-hour sampling period

Accuracy of volumetric flow control (@40CFM)

: < 1% deviation over 24-hour sampling period

Mechanical timer

: 7-day or longer timer, fully adjustable start and stop times 15 minutes interval at shortest

Elapsed time indicator : resettable range up to 9999min

② PM-10 Hi-Vol Size Selective Inlet only

- The PM-10 performance specifications designated by the U.S. EPA guide lines should be fully met.
- A removable greased collection shim to prevent large particle pass-through at site with high concentrations of coarse particles included.
- This inlet has to adaptable to all Hi-Vol systems.

(나) Wedding & Associates, Inc.의 Model BG-APS

Range : 0~10,000㎍/㎥

Mass resolution : ±4㎍/㎥

Main flow rate : 18.9L/min.

Data averaging : 30min, 1, 8, 24hr

Data output : Parallel connetor, RS-232C

Analog output : 0~5VDC or user selectable

Additional Features

- The instrument should measure indoor or outdoor particulate concentrations directly and in real time
- The device calculates 30-minute, hourly, eight hour and daily averages of particulate concentration
- The instrument should be equipped with a choice of inlets for PM-10 or TSP and must be supplied with a TSP and a PM-10 inlet for each main body

- The instrument should allow users to retrieve real-time and stored information and change instrument parameters, both remotely and at the sampling location.

2. 기상측정기기의 선정 및 사양

가. 풍향 및 풍속계

바람은 풍향과 풍속의 두 요소로 측정된다. 계측기의 형태는 풍향과 풍속을 각각의 독립된 수감부로 구성한 것과 풍속의 직교성분을 측정하여 풍향을 산출하는 것으로 크게 분류할 수 있다.

풍향 측정 계측기는 꼬리부분의 모양에 따라 평판 풍향계, Splayed Vane 풍향계, 프로펠러 풍향계, Bivane 풍향계 등이 사용되고 있으며, 풍속 측정 계측기는 컵 풍속계(Cup Anemometer), 프로펠러 풍속계, 음속 풍속계(Sonic Anemometer) 및 열선 풍속계(Hot-wire Anemometer) 등 다수의 계기들이 사용되고 있다.

본 연구에서 풍향계는 기상 관측용으로 가장 널리 쓰이는 평판 풍향계를 선정하였다. 평판 풍향계는 평판으로된 방향키가 풍압에 의하여 자유로이 회전함으로서 그 회전판이 풍향과 일치하게 되어 그때의 풍향을 정북 방향으로부터의 각도로 표시할 수 있게 한 계측기이다. 풍속계는 구조가 간단할 뿐만 아니라 견고하며, 풍향에 상관없이 연속측정이 용이하여 가장 널리 사용되고 있는 컵 풍속계(Cup Anemometer)를 선정하였다. 또한 풍향 및 풍속 계측기의 전기적 출력은 Data Logger에 의해 기록되도록 하였다.

본 연구에서 선정한 Met One Instruments의 Model 020C 풍향계 및 Model 010C 풍속계의 사양은 다음과 같다.

(1) 풍향계

Azimuth : Electrical 0~356° , Mechanical 0~360°

Threshold : 0.6mph

Linearity : ±½% of full scale

Accuracy : ±3°

Damping Ratio : 0.4~0.6

Delay Distance : Less than 3ft

Temperature Range : −50℃ to +85℃

(2) 풍속계

Maximum Operating Range : 0~125mph or 0~60m/sec

Starting Speed : 0.6mph or 0.27m/sec

Calibrated Range : 0~100mph or 0~50m/sec

Accuracy : ±1% or 0.15mph

Temperature RAnge : −50℃ to +85℃

Response : Distance constant less than 5 feet of flow

나. 습도계

기상계측용으로 사용되는 습도계에는 자기온습도기록계, 열전식 노점습도계, 통풍식 건습구 습도계, 염화리튬 습도계, 고분자 또는 Al_2O_3박막 습도계 등이 사용된다.

과거에는 습도 측정을 위하여 자기온습도기록계와 아스만 통풍식 건습구습도계가 주로 사용되어 왔으나 본 연구에서는 온도 의존성을 줄이고 정확도를 향상시켰을 뿐만 아니라 습도센서로 부터 전기적 신호를 받아 자동 측정기록를 하도록 한 박막습도계를 선정하였다.

본 연구에서 선정한 Met One Instruments의 Model 083C 습도계의 사양은 다음과 같다.

Sensing Element : Thin-film capacitor

Range : 0~100% RH

Temperature Range : −20°F to +50℃

Response Time : 15 seconds at 68°F, 90% of final RH value

Accuracy : Better than ±3% between 10% and 90%

Hysteresis : For 0% to 100% to 0% excursion less than ±1%

Temperautre Coefficinet : ±0.04% per 1℃

Output : 0~1V at full scale(standard)

Input Power : 12V DC±2V, 12mA

다. 기압계

기상목적으로 쓰이는 기압계에는 수은 기압계(Mercury Barometer)와 아네로이드 기압계(Aneroid Barometer)가 많이 이용되고 있다. 수은 기압계의 기본원리는 기압이 수은주의 무게에 대해 평형을 이루도록 하는 것이다. 어떤 기압계는 평형상태에서 수은주의 무게를 측정하지만, 일반적으로는 수은주 길이를 압력단위로 새겨진 눈금으로 측정한다. 기상관측에서는 여러형태의 수은 기압계 중에서 고정수조형(Fixed-cistern)과 퍼틴(Fortin)형이 널리 사용된다. 아네로이드 기압계는 액체를 쓰지 않는 즉 수은을 사용하지 않는 기압계를 말한다. 아네로이드 기압계는 보통 기압을 감지하여 미소변위로 바꾸어 주는 Force-summing 요소, 미소변위를 확대하여 큰 직선운동이나 회전운동으로 바꾸어 주는 요소, 미소변위를 그에 해당하는 전기적 신호로 바꾸어 주는 요소로 구성된다.

본 연구에서는 사용이 간편할 뿐만 아니라 기압보정장치를 갖추고 있어 중력보정이 필요치 않으므로 기계오차에 대한 보정만 고려하면 되는 아네로이드 기압계를 선정하였다.

본 연구에서 선정한 Met One Instruments의 Model 090D 기압계의 사양은 다음과 같다.

Calibrated Range : 26~32" (standard)

Calibrated Operating Range : - 10℃ to +50℃

Operating temperature range : -40℃ to +50℃

Resolution : Infinite

Accuracy : ±0.04inHg(±1.35mb) or ±0.125% F.S.

Output : 0~1VDC

라. 일사량계

태양면 크기의 입체각 내에 들어오는 직달일사와 대기 통과시 산란되어 하늘 전체로부터 들어오는 복사 즉, 수평면 위 입체각(Solid Angle) 2π 스테라디안(sr) 범위에서 들어오는 일사를 전천복사(全天輻射 : Global Radiation)라한다.

본 연구에서는 경사면에서의 일사량 측정 뿐만 아니라 지면에 반사되는 복사량측정, 산란 복사만의 측정 등의 광범위한 용도로 사용할 수 있는 입체각 2π 스테라디안 범위에 들어오는 파장 0.3~3.0μm인 전천복사를 측정하는 수평면일사계(Pyranometer)를 선정하였다.

본 연구에서 선정한 Met One Instruments의 Model 096-1 일사계의 사양은 다음과 같다.

Calibration : Calibrated against an Eppley Pyranometer under natural daylight clear conditions. Absolute accuracy under these conditions is ±5%. All sensors are calibrated to within 1% of each other

Sensitivity : Typically 80microamp/1000Wm^{-2}

Linearity : Maximum deviation of 1% to 3000Wm^{-2}

Stability : Less than 2% change over a 1year period

Response Time(10~90%) : 10microsecond

Temperature Dependence : ±0.15% per ℃ maximum

Cosine Correction : Cosine corrected up to 82° angle of incidence

Azimuth Error : Less than 1% over 360° at 45° elevation

Sensor Case : Weather-proof anodized aluminum case with diffuser and stainless steel hardware. Precision level supplied

마. 고공기상관측장비

본 연구에서는 발전소 주변의 지상 10m에서의 기상측정과 더불어 대기오염물질 배출원인 발전소 고공에서의 기상변화를 측정하여 발전소 배기가스의 확산 방향 및 정도를 연속적으로 조사하기 위하여 Radian Co.의 Doppler Acoustic Sounder System Model 600을 고공기상관측장비로 선정하였다.

Doppler Acoustic Sounder System은 고공에 초음파 신호를 보낸후 공기의 상태에 따라 다르게 반향되어 돌아오는 신호를 Fourier방식으로 계산한 후, 디지탈 신호로 표현하여 혼합고, 안정도, 3차원 바람성분, 표준편차 등을 조사하는 장비로서 순간적인 기온, 기압, 혼합고 등을 측정하는 Radiosonde에 비해 다양한 항목에 대한 정밀측정 및 연속측정이 가능한 장점을 가지고 있다.

본 연구에서 선정한 Radian Co.의 Doppler Acoustic Sounder System Model 600 고공기상관측장비의 사양은 다음과 같다.

Range

: Horizontal wind speed components : 0~±30m/s

Horizontal wind speed vector : 0~±42m/s

Vertical wind speed component : 0~±10m/s

Horizontal wind direction : 0~359 deg

Accuracy

: Horizontal wind speed components : ±0.2m/s

Horizontal wind speed vector : ±0.2m/s

Vertical wind speed component : ±0.1m/s

Horizontal wind direction : ±5 deg when wind speed >1.5m/s

Output resolution

: Horizontal wind speed components : ±0.1m/s

Horizontal wind speed vector : ±0.1m/s

Vertical wind speed component : ±0.1m/s

Horizontal wind direction : 1 deg

Other Specifications

: Host Processor : PC 486DX2 50MHz

Operating Frequency : 1850Hz

Sampling Height : up to 1000m

Sampling Height Interval : 10m(or higher operator selectable)

Minimum Sampling Height : 10m

Averaging Period : 1~60min

3. 자료 수집 및 처리 시스템

가. 자료 수집 및 처리 시스템의 역할

일반적으로 자료 수집 및 처리 시스템은 크게 측정부(계측기), 자료수집부(Data Logger), 자료전송부(Modem), 자료처리부(PC) 등의 4부분으로 나눌 수 있다. 측정부에는 각 계측기로부터 출력되는 신호를 전압 또는 전류의 형태로 자료수집부로 보내며, 자료수집부에서는 전압 또는 전류의 아나로그 신호를 디지탈 신호로 변환, 처리, 저장한다. 자료전송부에서는 Modem에서 신호를 변·복조하여 서로 멀리 떨어져 있는 Data Logger와 PC사이에 Data를 주고 받을 수 있도록 한다. 자료처리부에서는 자료수집부의 작동상태를 감시하고, 저장된 자료를 전송하도록 하며, 보내진 자료를 저장하거나 저장된 자료를 수작업을 거치지 않고 처리하여 출력한다.

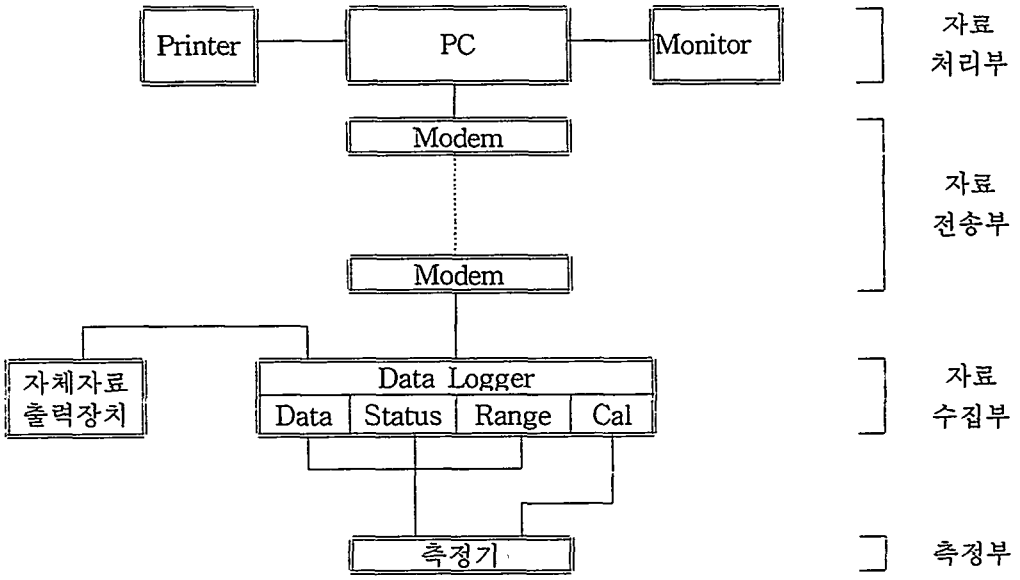


그림 6-7 자료 수집 및 처리시스템 기본 구성도

(1) Data Logger

Data Logger는 측정기기에서 측정한 자료를 수집, 분석, 저장할 수 있을 뿐만 아니라 실시간 그 자료를 주 컴퓨터(Host Computer)에 보낼 수 있으며, 필요한 경우에는 주 컴퓨터의 원격제어명령에 의하여 측정기기를 교정할 수 있는 장치이다.

Data Logger가 갖추어야 할 기능은 다음과 같다.

○ Real Time Data Disply
○ 계측기 보정
○ 통신
○ Data 저장
○ Data Printout
○ 제어

(2) Modem

Modem은 음성신호를 전송하기 위한 전화선로를 이용하여 컴퓨터와 단말기 또는 컴퓨터와 컴퓨터 간에 Data를 전송하는 장비이다. 송신측 모뎀은 디지탈 데이타를 전화선로를 통하여 전송하기 용이한 음성대역의 아나로그 신호로 변조(Modulation) 시키고, 수신측 모뎀은 수신된 아나로그 신호를 디지탈 신호로 복조(Demodulation) 시킨다.

Modem은 형태에 따라서 내장형과 외장형으로 구분된다. 내장형 Modem은 PC 내부에 설치되기 때문에 별도의 설치공간이 필요치 않고, 외부와 연결하기 위한 RS-232C 케이블이나 통신용 포트가 따로 필요하지않아 가격이 저렴한 반면에 작동상태를 육안으로 확인할 수 없으며, 호환성이 없는 PC에서는 사용할 수 없다. 외장형 Modem은 작동상태를 눈으로 직접 확인할 수 있어 편리하나, 외부에 설치하여야 하기 때문에 별도의 공간과 전원이 필요하며, 내장형 Modem에 비해 가격이 비싸다. 또한 Modem은 기능에 따라서 수동다이얼 Modem, 자동다이얼/자동응답 Modem으로 나눌 수 있다. 수동다이얼 Modem은 외부에서 다이얼을 돌려 상대방이 수화기를 들 때 연결이 되도록 하는 방식이며, 자동다이얼 Modem은 자체에 다이얼 기능을 가지고 있어 입력된 전화번호에 신호를 보내고 수신측에서는 자동응답하여 컴퓨터와 연결시켜 준다. 수동 Modem이나 자동 Modem은 공중 통신회선 혹은 사선을 사용하여 통신을할 수 있다. 또한 Modem은 전송속도에 따라 저속 Modem, 중속 Modem, 고속 Modem으로 분류한다.

(3) 전송로

PC를 이용하여 멀리 떨어져 있는 계측기로 부터 측정 Data를 이송·수집하거나, 계측기에 대한 원거리 감시 및 Calibration 실시 등을 하기 위해서는 PC와 계측기 사이에 신호를 주고 받을 수 있는 통신선을 연결하여야 한다. 통신선 연결과 함께 PC와 계측기 간에 서로 정보를 주고 받기 위해서는 두 장치의 포토파라미터, 통신모드, 전송속도 및 문자형식 등이 같아야 한다. 또한 Data Bit의 수, Stop Bit의 수, Parity

Bit도 인터페이스를 결정하는데 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 송수신측은 모두 일정한 약속이 전제되어야 하며, 그렇지 않을 경우에는 에러가 발생하게 된다.

또한 통신하려는 장치간의 거리에 따라서 통신모드를 선택하여야 한다. 일반적으로 근거리 통신에는 병렬(Parallel)통신모드를 사용하고 원거리통신에는 직렬(Serial) 통신모드를 사용하여 데이타를 전송한다. 병렬 데이타 전송은 8개의 데이타비트를 한 장치에서 다른 장치로 동시에 전송할 수 있다. 즉, 컴퓨터가 8개의 데이타 라인을 통해서 8개의 데이타 비트를 송신하면 이들 데이타 비트는 역시 같은 8개의 데이타 라인을 갖은 수신장치로 전송되며, 데이타의 수정이나 변환이 없이 그대로 사용된다. 반면에 직렬 데이타 전송은 데이타 비트가 한번에 하나씩 전송되므로 8개의 데이타 비트가 동시에 전송되는 병렬 데이타 전송에 비하여 전송속도가 느리다. 그러나 직련 데이타 전송은 하드웨어의 설계가 간단하고 경제적이라는 이점 때문에 널리 사용되고 있다. 병렬 통신방식은 속도가 빠르지만, 원거리 전송이 어렵기 때문에(최대 4 m) 현장과 멀리 떨어져 있는 경우에는 대부분 직렬 전송방식이 사용된다. RS-232C는 직렬 데이타 전송방식의 대표적 장비로서, 현재 시중에서 보급되고 있는 PC에는 대부분 표준장비로서 RS-232C 카드가 내장되어 있다. RS-232C란 1969년 EIA(미국 전자공업협회)에서 그 전기신호의 의미나 코넥터의 형상 등 물리적인 규정을 정한 것으로 RS는 Recommended Standard의 약어이고 232는 그 특정규격에 대한 식별번호를 나타낸다. 그리고 C는 RS-232에 대한 개정의 상태를 나타낸다. RS-232C를 이용하여 data를 먼거리까지 전송하는 방법으로는 1. 공중 또는 특정 통신회선의 사용, 2. 전용 통신회선의 사용, 3. 무선회선의 사용 등을 생각할 수 있다. 공중회선을 사용하는 경우 이의 사용이 가능한 장소이어야 하고, 잡음의 혼입 가능성, 통화량이 많을 시 연결불능 등의 단점이 있는 반면 설치비가 적게 드는 이점이 있다. 전용회선을 사용하면 전송속도가 빠르고, 잡음이 없으며, 상시 사용이 가능하나 설치비용 및 보수 유지비가 많이 든다. 무선회선을 사용하는 경우 설비비용이 많이드나 운영 및 보수 유지비가 적게든다.

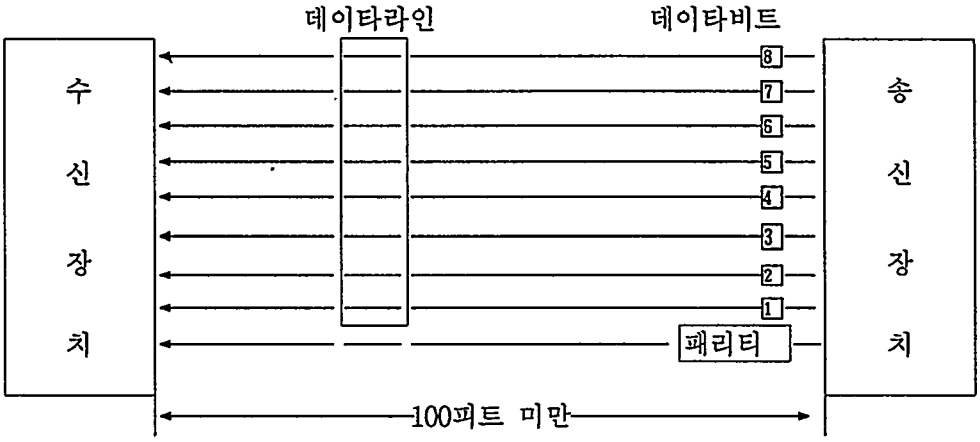


그림 6-8 병렬 데이타 전송

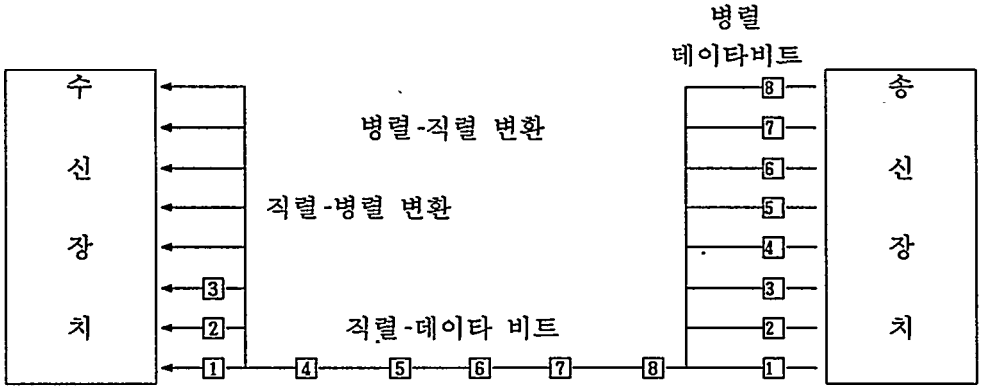


그림 6-9 직렬 데이타 전송

(4) 자료 처리 시스템

자료 처리 시스템은 크게 시스템 제어 프로그램과 데이타 처리 프로그램으로 나눌 수 있다. 시스템 제어 프로그램은 시스템을 제어하며 통신이 원활하게 이루어질 수 있도록 하고, 데이타처리 프로그램은 수집된 자료를 분석, 처리하거나 각종 보고서를 작성하는 등의 업무를 수행한다.

자료 처리 시스템이 갖추어야 할 기능은 다음과 같다.

○ 데이터 관리 기능

- 방대한 양의 오염물질 데이타를 오류없이 효율적으로 처리할 수 있는 데이터 처리 및 관리기능
- 데이타 저장기능
- 측정되는 데이타에 오류가 발생했을 때 이들 데이타를 쉽게 모니터링 또는 관리할 수 있는 데이타 관리 기능

○ 사용자가 쉽게 오염물질의 농도, 시간적인 변동추세, 오염물질의 생성관계, 오염원의 추정 등 대기오염의 분석 및 예측업무을 수행할 수 있는 모니터링 및 분석 지원 시스템

- 온라인 모니터링
- 측정장비의 원격 제어 기능
- 화면 출력 및 보고서 출력 기능
- 사용자 정의 검색 및 통계치 작성 기능
- 향후 GIS 또는 Image Map에 의한 인터페이스 기능

○ 데이타 및 명령의 전송, 원격제어에 필요한 통신기능

- 장비간의 호환성을 갖을 수 있는 통신규약의 작성
- 측정기의 원격제어 및 원격 보정 기능
- 전체 네트워크를 관리할 수 있는 기능

나. 자료 수집 시스템의 선정 및 사양

(1) Data Logger

Data Logger는 제작사에 따라서 사용방법 및 제어명령이 각기 다르기 때문에 시스템의 계획 단계에서는 사용 목적에 맞는 제품을 신중히 검토하여야 하며, 시스템 확장시에는 동일 제품이나 호환성이 있는 제품을 선정하여야 한다. 또한 정전시에 대비한 보조전원 및 일주일 이상의 저장용량을 갖추어야 하며, 계측기의 자동보정

및 보정결과에 대한 보고기능과 한개이상의 통신포트(RS-232C)를 갖추도록 하여야 한다.

국내에서 많이 사용되고 있는 DASIBI(Dasibi Environmental Corp.) 및 ODESSA (Odessa Engineering Inc.) Data Logger의 차이점에 대한 비교는 표 6-2와 같다.

DASIBI의 Data Logger는 환경부의 대기오염 감시망 전송방식인 V.26을 사용하고 있으며, Data Logger의 key board를 통해 program에 대한 현장확인이 가능하다. 또한 폴링그룹의 경우 A, B, C의 3그룹으로 각 8 channel씩 총 24 channel을 연결할 수 있어 ODESSA 경우의 16channel보다 channel을 더 많이 연결할 수 있다. 그러나 ODESSA Data Logger는 7일 동안의 측정자료를 저장할 수 있어 option을 연결하지 않은 경우의 DASIBI Data Logger에 비해 3일 더 자료를 저장할 수 있을 뿐만아니라 Solar 측정 자료에 대한 연결·전송이 가능하다는 장점을 가지고 있는 것으로 나타났다.

표 6-2 DASIBI 및 ODESSA Data Logger의 차이점 비교

항목 / 제품	전송방식	Program 접근방식	폴링그룹	저장기간	Solar연결
DASIBI	V26	key board	있음	4일 (option 설치시 41일)	불가능
ODESSA	~V27	PC 연결	없음	7일	가능

본 연구에서는 환경변화에 대한 자료획득 가능성, 유지관리 및 기타 계측기와의 연결 등을 고려하여 ODESSA의 DSM 3260 Data Logger을 선정하였으며, 선정 Data Logger의 사양은 다음과 같다.

Analog data inputs : 16 channels, voltage range selectable to -100mV, -1V, -5V, -10V

Digital status inputs : 24 Digital Inputs decets Contact Closures (Dry Relay)

Digital control outputs(TTL) : 16 TTL

Program storage : 32K EEPROM

Datastorage : 128K RAM

Communication interface : two RS232C port for computer interface and a standard centronics port

Battery backup : 120 hrs or more for internal memory and clock protection

Sample intervals : 1, 2, 3, 5, 15, 50, 60min.

Additional Features

- This unit must be a commercialized, well known brand
- All functions should be controlled by touching a built-in key pad (or a keyboard) or by using a notebook computer at the site.
- Remote control via computer network essential.
- Internal model would be necessary if required.

(2) MODEM

본 연구에서의 Modem은 자료 수집 장치로 선정된 ODESSA의 DSM 3260 Data Logger의 V.27 전송방식에 대한 지원 및 선로 특성 보상 등을 고려하여 GARNET (Garnet Systm Co.)의 GTM-9604N Modem으로 결정하였다. 선정 Modem은 QAM /DPSK 변조방식을 사용한 9600, 7200, 4800, 2400BPS의 intelligent Modem으로 자동 적응식 등화기 및 선로 특성(군지연, 진폭특성) 보상용 고정등화기를 보유하고 있으며, V.29, V.27, V.26 등의 지원이 가능한 외장형 Modem이다. 선정 Modem의 사양은 다음과 같다.

동작형태 : 4선식 전이중방식, 2선식 반이중방식

동기방식 : 동기식/비동기식

전송속도 : 9600/7200/4800/2400BPS

변조방식 : QAM 9600/7200/4800BPS 및 DPSK 4800/2400BPS

변조율 : 2400Baud : QAM(9600/7200/4800BPS)

1600Baud : DPSK(4800BPS)

1200Baud : DPSK(2400BPS)

반송주파수 : QAM : 1700/1800±1Hz,

DPSK : 1800±1Hz

송신 출력레벨 : -1~-16dBm

수신 가능레벨 : 0~-43 dBm, 0~-33dBm

0~-26 dBm, 0~-16dBm

선로 임피던스 : 600 ohm 평형±20%

단말기측 임피던스 : 3~7kΩ

단말기측 출력전압 : ±5~15V

(3) 자료 처리 시스템

(가) Operating Software

운영 Software는 실시간 자료확인, 기기의 이상상태 유무 확인, 일자 및 시간 교정, 기기보정, 저장 자료 이송, 자료 처리 등의 업무를 현장에 직접 가지 않고도 신속하고 정확하게 처리할 수 있는 제품을 선정하여야 한다.

현재 국내에서 사용하는 운영 Software는 각자의 용도에 따라 개발하여 이용하는 것과 PROCOM 또는 ENVICOM과 같은 기존의 Software를 이용하는 경우로 나누어 볼 수 있다. 그러나 PROCOM과 같은 대부분의 기존 Software는 통계 및 그래픽 기능 등 자료 처리 기능이 없는 1 : 1 통신 Software이다.

본 연구에서는 일정 시간 간격으로 자료를 수집, 저장, 분석할 수 있으며, 분석된 자료를 보고서 형식이나 그래프 형태로 화면 및 프린터를 통하여 출력할 수 있을 뿐만 수집된 자료를 다른 장소에 전송할 수 있는 ENVICOM Series(Odessa Engineering Inc.)를 운영 Software로 선정하였다. ENVICOM Series는 ENVICOM, ENVAID, ENVAIS, REPORTⅡ 등으로 구성되어 있으며, ENVICOM은 통신, 자료 수집 및 Display, 기기의 이상상태 유무 확인, 보고 기능을, ENVAID는 자료 처리, 관리, 분석 및 보고 기능을, ENVAIS는 추가적인 자료 분석 기능을, REPORTⅡ는 보고서 작성 기능을 수행한다.

ENVICOM Series가 갖고 있는 구체적 기능은 다음과 같다.

① ENVICOM

- Data collection for up to 99 local and remote locations
- Data recovery from local and remote solid state data cartridges
- Communication with remote units through telephone dial-up, leased line, radio or direct RS-232 connections
- Formatted data listings and reports
- DOS command access from within ENVICOM
- Automatic and on-demand polling of local and remote sites
- Communication and time drift alarms
- Real-time display of polled data
- Computation of data values
- Data, data status and calibration drift alarms
- Barchart, Trend and customized display features
- Automatic printer log of data, status, calibrations and alarms
- Automatic data correction using calibration information
- Operator override of data status
- Operator entry of reason and action codes for excess emissions and system failures
- Three-level password protection for ENVICOM procedures
- Control output via the OptoMux interface

② ENVAID

- Full screen editing with block search and replace functions
- Frequency distirbution
- Statistics(max, min, mean, standard deviation, percentile levels)
- Time plots/trends

- Scatter plot/linear regression
- Formation of new time averages
- Linear data transformation
- Limit cheching and reporting
- Data listings and ASCII file creation
- AIRS and SAROD reporting per EPA specification
- Pollution Standard Index(PSI) calculations
- Wind rose (graphical & tabular)
- Pollution rose

③ ENVAIS

- Computation of atmospheric stability class based on sigma theta data
- Computation of atmospheric stability based on sigma phi data
- Computation of atmospheric stability based on temperature data
- Computation of relative humidity based on temperature and dew point data
- Multiple time trend plots
- Multiple diurnal plots
- Statistical analysis and tables stratified by stability class
- Pollution rose plots and tables

④ REPORT II

- Data listings with
  - · Any combination of parameters
  - · Any mathematical processing of existing data
  - · Data status information
  - · Digital input information
  - · Summary information

· Excess emissions reports including

· All the features listed above

· Time in excess

· Peak values

· Multiple conditions to locate critical periods

· Interactive or automatic entry of reasons and actions

- Data acquisition system reports including

· All the features listed above

· Monitor downtime information

· Startup/shutdown information

· Calibration information

(나) COMPUTER

대기오염 감시망 운영 Computer는 각종 자료를 처리, 저장하여야 하기 때문에 용량이 커야하고 처리속도가 빨라야 하며, Data Logger와의 통신 및 다른 장소로의 자료 전송을 위하여 Serial Port(RS-232C)를 2개 이상 확보하여야 한다. 그러나 대기오염 감시망 운영 Computer는 24시간, 365일 동안 계속 작동할 뿐만 아니라 전체 시스템을 제어하는 장비이므로 안정성이 우선적으로 고려 되야한다. 따라서 본 연구에서는 여러종류의 Hard Drive중 SCSI 방식의 Hard Drive를 사용하는 CIL Computer를 선정하여 시스템 운영이 원할히 이루어질 수 있도록 하였다. 선정 Computer의 사양은 다음과 같다.

- Board with 7 EISA bus and 256K cache
- 486-50MHz Intel CPU, 16Mb RAM, 270Mb SCSI hard drive
- EISA SCSI controller
- 101 keyboard, microsoft serial mouse(2button)
- 1.2, 1.44 floppy disk drives
- 2 serial and 1 parallel ports

- MS-DOS VER 6.22
- 14″ SVGA monitor

(다) PRINTER

Printer는 수집 자료 및 처리 자료를 출력·확인하기 위한 장치로서 해상도 및 인쇄속도 등을 고려하여 선정하여야 한다. 본 연구에서는 삼보컴퓨터의 Stylus-1000H Inkjet Printer와 Hewlett Packard의 HP Laserjet 5 Printer를 각 1대씩 선정하였으며, 선정 Printer의 사양은 다음과 같다.

① Stylus-1000H Inkjet Printer

- 용지사양 : A3, B4, A4, OHP, 연속용지
- 해상도 : 360DPI
- 프린터속도 : 한글/한자 167CPS(고속), 100(고품위),
  영문 300CPS(고속), 250CPS(고품위)
- 지원글자체 : 영문; 5가지, 한글; 3가지, 한문; 1가지
- 전원 : 220V

② HP Laserjet 5 Printer

- 용지사양 : A4
- 해상도 : 600DPI
- 프린터속도 : 12PPM
- Memory : 2MB
- 지원글자체 : 45가지
- 전원 : 110V, 220V

(라) PROJECTOR

Projector는 OHP 자료를 발표할 경우에 널리 이용되는 장치로서 LCD Projection Panel과 연결하여 사용할 경우에는 Computer Monitor의 적은화면을 크게 확대하여 보여줄 수 있어 교육 및 홍보용으로 널리 이용되고 있다. 보령화력 대기오염 감시망 제어실에는 감시망 운영에 대한 교육 및 방문객에 대한 홍보를 목적으로 Combus Engineering의 Famulus 336 Projector와 LCD Projection Panel을 연결하여 사용하고 있다. 본 연구에서 선정한 Projector의 사양은 다음과 같다.

- 투영판 크기 : 285×285mm
- 3겹렌즈, 촛점거리 f=300mm
- 화면색상 조절장치
- 반투명 fresnel 렌즈
- 할로겐램프 2개
- 램프 플러그 간격 : 6.35mm
- 사용전압 : 110/220V
- 소비전력 : 500W

제 2 절 감시망 설치 및 운영

1. 감시망 설치

가. 시스템

본 연구에서 보령화력 발전소에 설치한 대기오염 감시망 자료 처리 시스템의 설치 사진 및 대기오염 감시망 구성도는 그림 6-10 및 6-11과 같다.

발전소 주변 9개 측정소의 대기환경농도와 기상 측정자료, 발전소 6개 호기의 stack 배출농도 측정자료 등은 RS-232C 인터페이스 방식과 전이중 전용선로를 이용한 2400bps의 전송속도로 Modem, Data Logger, DSD(Digital Sharing Device), Network Controller 등을 통해 중앙제어실에 수신될 수 있도록 구성하였으며, 중앙제어실의 측정 및 분석자료는 RS-232C 인터페이스 방식과 전이중 전용선로를 이용한 2400bps의 전송속도로 PC와 Modem를 통해 발전소 제 1, 2 화학부, 6개 호기 배전반, 발전소 주변 3개 지점 등에 전송될 수 있도록 하였다.

중앙제어실의 자료관리 PC에는 ENVICOM, ENVAID, REPORTⅡ 등의 Software를 설치하여 측정자료의 확인 및 분석과 더불어 실시간 또는 수시의 측정기기 상태 파악 및 원격제어가 가능하도록 하였으며, 전광판 제어 PC에서는 6개 호기 배전반 및 발전소 주변 3개 지점에의 전광판에 전송되는 자료를 관리할 수 있도록 하였다. 또한 1kVA UPS(Uninterruptable Power Supply), 4,500kcal/hr 전기 냉난방장치 및 여분의 통신선로를 확보함으로서 시스템의 안정적 운영과 장래의 확장 가능성에 대하여 능동적으로 대처할 수 있도록 하였 으며, Projector를 설치하여 감시망 운영에 대한 교육 및 홍보에 편리하게 사용할 수 있도록 하였다.

제 1, 2 화학부 및 3~4호기 배전반 등에는 전용의 Software와 PC를 설치하여 발전소 주변 9개 측정소의 대기환경 농도와 기상 측정자료, 발전소 6개 호기의 stack 배출농도 측정 및 분석자료의 확인이 가능하도록 하였다. 또한 6개 호기 배전반에 설치한 전광판에서는 발전소 6개 호기의 stack 배출농도 측정자료 확인이 가능하도록 하였고, 발전소 주변 3개 지점의 전광판에서는 발전소 주변 9개 측정소의 대기환

경농도 측정자료에 대한 확인이 가능하도록 하였다.

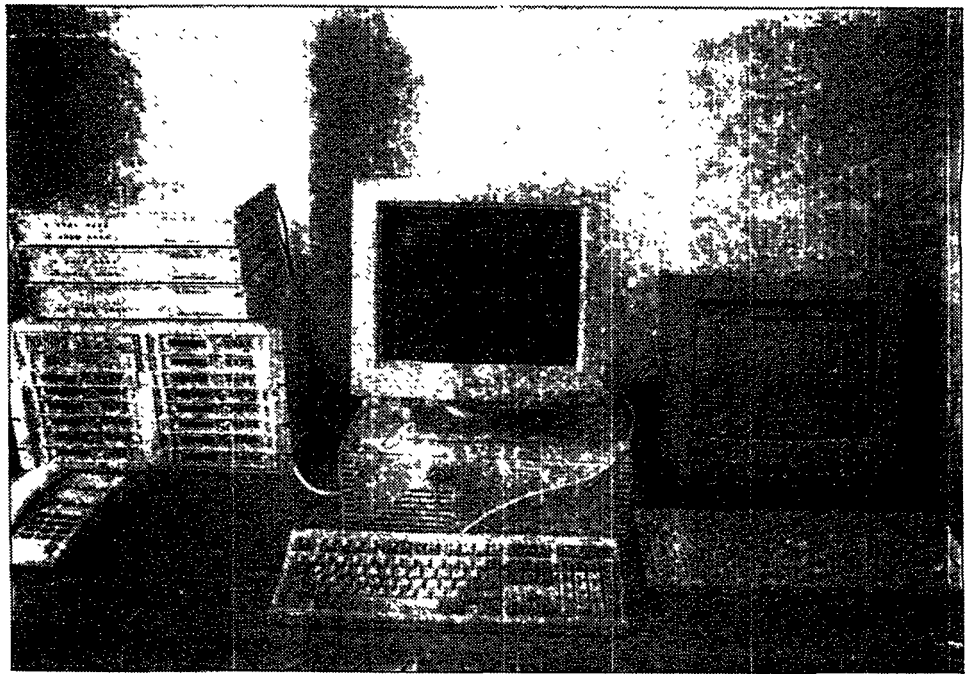


그림 6-10 보령화력 대기오염 감시망 자료처리 시스템 설치사진

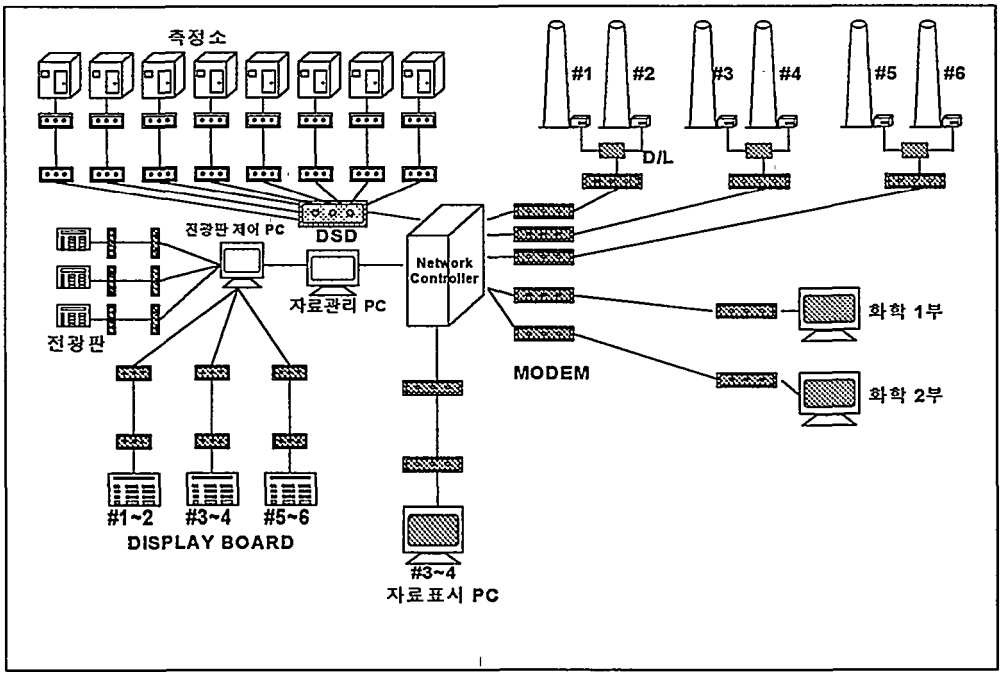


그림 6-11 보령화력 대기오염 감시망 시스템 구성도

나. 측정소

(1) 측정소 건물

일반적인 측정소 건물은 기존건물의 일부를 이용하는 경우, 단독 건물을 건축하여 이용하는 경우, 컨테이너를 설치하여 이용하는 경우 등 3가지 유형으로 나누어 볼 수 있다.

기존 건물의 일부를 측정소로 이용하는 경우에는 기존 건물의 구조에 따른 기기설치의 제약 등에 의한 시료채취 위치 선정의 어려움이 있다. 또한 목조 건물, 조립식 건물 및 콘크리트 건물과 같은 단독 건물을 건축하여 측정소로 이용하는 경우에는 다른 장소로의 이전 및 측정소 설치 허가와 관련된 사항에 있어 어려움이 있다. 그러나 콘테이너를 설치하여 측정소로 이용하는 경우에는 다른 장소로의 이전, 측정소 설치 및 설치허가, 방화대책 및 냉·난방 대책면에서 위의 두 경우에 비해 매우 유리하다.

본 연구에서는 장래의 측정위치 조정, 안전대책 및 유지관리의 효율성 등을 검토하여 컨테이너형의 측정소를 설치하였다.

(2) 측정소 설비

대기오염 감시망 측정소의 전기용량은 현재 설치장비의 용량과 장래의 장비 추가를 고려하여 최대 5kVA로 결정하였으며, 전압변동 또는 전기 과부하시의 장비보호를 위하여 대기오염농도 측정장비, Modem 및 Data Logger 등은 AVR(Automatic Voltage Regulator)에 연결하였다. 또한 자동 온도 조절장치에 의해 각 측정소의 냉난방장치가 자동으로 작동될 수 있도록 하여 동·하절기의 측정소 실내온도 변화에 의한 대기오염 농도 측정장비의 측정오차를 최소화하였다.

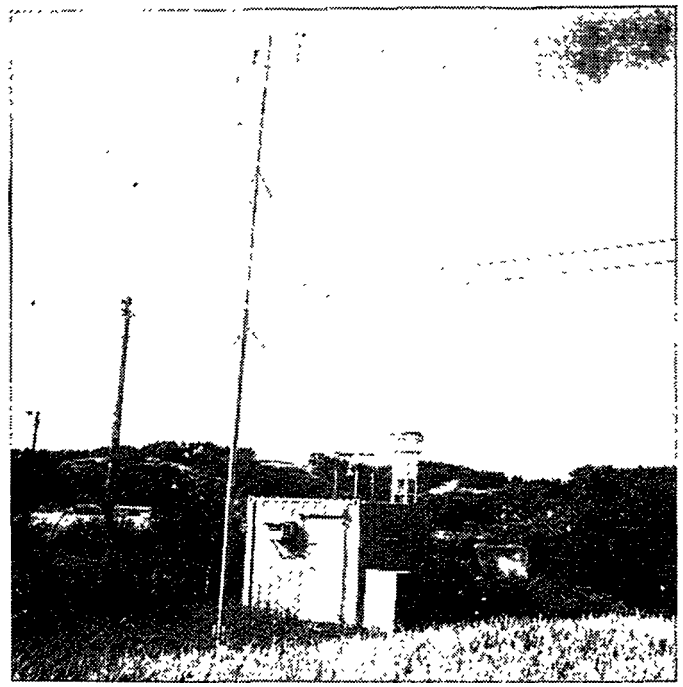
측정소의 시료채취구는 주위의 건물이나 기타 설비로 부터 최대한 멀리 설치하여 주변 환경에 의한 영향을 최소화 하였으며, 시료채취는 대량의 시료를 흡입하여 각 측정기로 배분하는 방법을 채택하여 평균화된 시료채취가 가능하도록 하였다. 또한 기상탑 및 측정소는 1종접지, 측정기는 3종접지를 하였으며, 실내환기 Fan과 Vent를

설치하여 낙뢰 및 가스누출에 대한 안전대책을 강구하였다.

대기오염 감시망 설치 측정소별 측정항목은 표 6-3과 같으며, 측정소의 전경 및 측정기기의 설치모습은 그림 6-12과 같다.

표 6-3 대기오염 감시망 설치 측정소 및 측정항목

측정항목 \ 측정소		영보 1	오포 2	주교 3	송학 4	궁천 5	신흑 6	낙동 7	원산 8	학성 9	발전소
아황산가스 (SO_2)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
질소산화물 (NOx)		1	1	1						1	
오존(O_3)		1	1	1						1	
분진 (TSP,PM10)	β-GAUGE SAMPLER		1	1					1		
	HI-VOL SAMPLER	1			1	1	1	1		1	
농도교정기 (CALIBRATOR)	MULTI	1	1	1						1	
	SINGLE				1	1	1	1	1		
기상측정기 (MET.)	FULL				1	1					
	SEMI	1	1	1			1	1	1	1	
고공기상관측장비											1



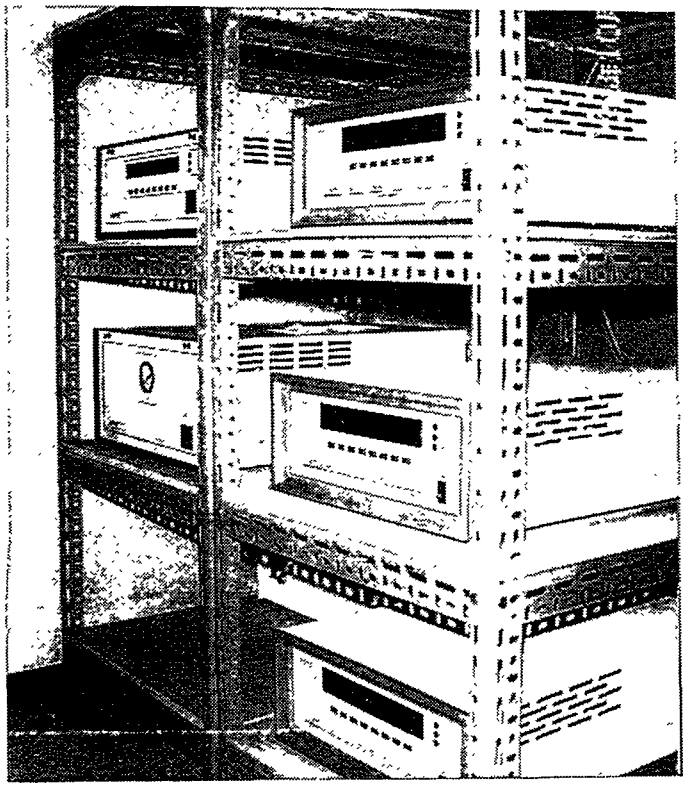


그림 6-12 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

2. 감시망 운영

가. 시스템

본 장에서는 보령화력 대기오염 감시망의 운영시스템으로 설치·이용하고 있는 Software인 ENVICOM, ENVAID, REPORTⅡ 등의 운영방법에 대해 개략적으로 설명하겠다.

(1) ENVICOM

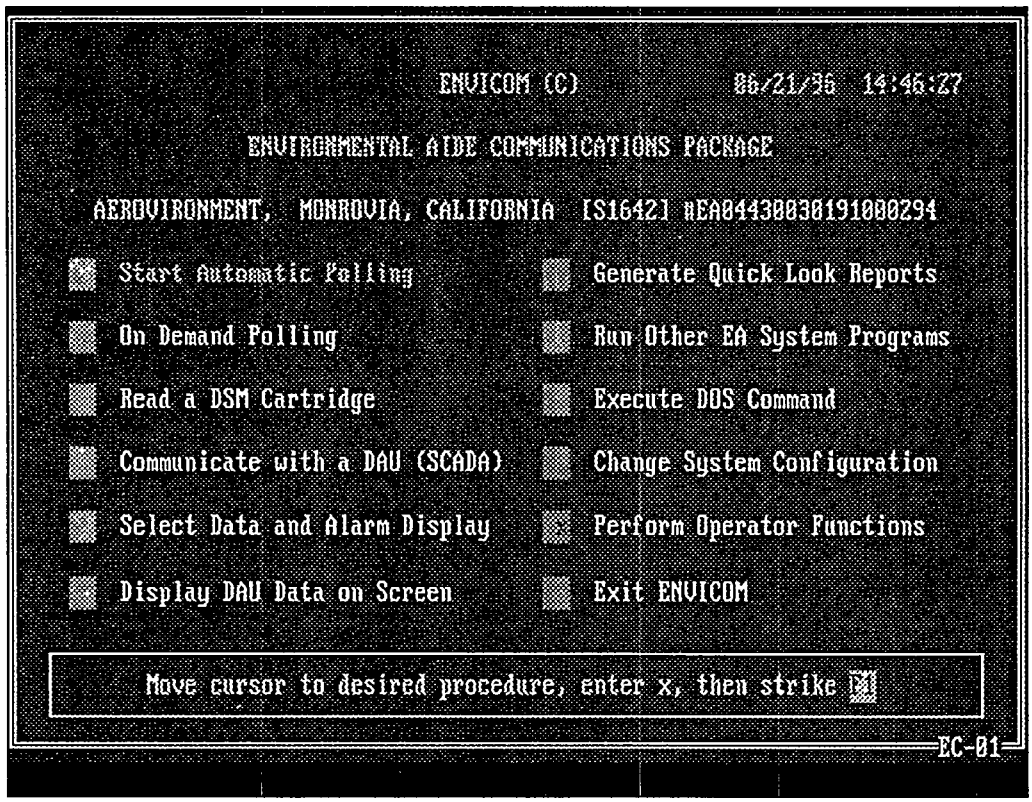


그림 6-13 ENVICOM 주화면

위의 ENVICOM의 주화면에서 원하는 항목에 X표를 하고 F1키를 누르면 각 기능이 실행된다. 각 기능에 대한 설명은 다음과 같다.

(가) Start Automatic Polling

지정한 시간 간격이 되면 자동으로 polling을 시작해 각 측정소의 측정자료를 받아오는 기능을 수행한다. 통신이 정상적이면 측정소의 자료를 받아볼 수 있지만 통신이 정상적이지 않을 경우에는 자료획득이 불가능하며 정상적으로 통신이 복원될 경우에 그 동안 받지 못했던 자료를 일시에 받아볼 수 있다.

(나) On Demand Polling

운영자가 원할때 polling할 수 있는 기능이다.

(다) Read a DSM Cartridge

Data Logger에 설치된 Cartridge에서 측정자료를 받아오는 기능을 수행한다. 이 기능은 Data Logger에 Cartridge가 장착되었을 경우에 이용 가능한 기능이며, Cartridge를 설치하면 Data Logger는 장기간의 자료를 보관할 수 있다.

(라) Communicate with a DAU (SCADA)

Data Logger와 직접 통신을 할 수 있는 기능이다. Data Logger에 직접 명령을 내려서 원하는 작업을 할 수 있다.

(마) Select Data and Alarm Display

측정소에서 받아들인 자료를 그래프로 표시하고 각종 경고 메시지를 보여줄 수 있는 기능이다. ENVICOM은 bar-chart 및 strip-chart를 지원한다.

(바) Display DAU Data on Screen

지정한 측정소의 자료를 지정된 양식으로 보여주는 기능을 수행한다.

(사) Generate Quick Look Report

ENVICOM이 저장한 자료를 보고서 형식으로 출력할 수 있는 기능이다. 프린터나

파일로 출력할 수 있으며 원하는 시간, 날짜, 월, 년에 따라 원하는 자료를 뽑아볼 수 있다.

(아) Run Other EA System Programs

ENVICOM이 실행된 상태에서 ENVAID 및 REPORTⅡ 등과 같은 프로그램을 실행할 수 있는 기능이다.

(자) Execute DOS Command

ENVICOM을 빠져나가지 않고 도스 명령을 실행할 수 있는 DOS Shell 기능이다.

(차) Change System Configuration

ENVICOM의 각종 설정사항을 지정하는 기능이다. 이 기능에서 지정된 채널이름, 단위, full scale, zero value 및 폴링간격 등의 형태에 따라 ENVICOM의 각종 작업이 수행된다.

(카) Perform Operator Functions

프린터 출력 유무, 접근 level, 상태라인 출력 유무 등 부가적인 설정사항을 지정하는 기능으로서 토글방식으로 지정된다.

(타) Exit ENVICOM

ENVICOM을 끝내고 도스로 빠져나가는 기능이다.

(2) ENVAID

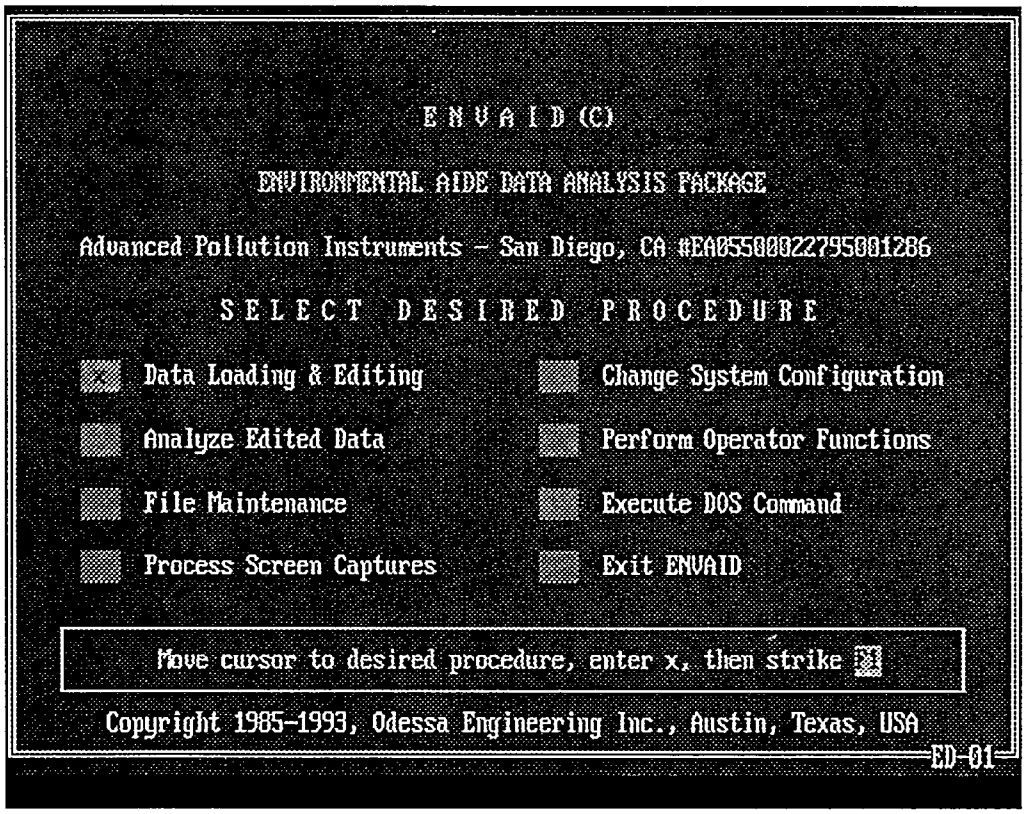


그림 6-14 ENVAID 주화면

위의 ENVAID의 주화면에서 원하는 항목에 X표를 하고 F1키를 누르면 각 기능이 실행된다. 각 기능에 대한 설명은 다음과 같다.

(가) Data Loading & Editing

ENVICOM program에 의해 수집된 data를 ENVAID에서 편집, 분석할 수 있도록 하는 기능을 수행한다.

(나) Analyze Edited Data

위의 data loading & editing에 의해 만들어진 data file에서 풍배도, 히스토그램, time plot 및 통계에 이르기까지 다양한 분석기능을 수행한다.

(다) File Maintenance

다양한 data file들을 편리하게 유지, 관리할 수 있도록 하는 기능을 수행한다.

(라) Process Screen Captures

Analyze Edited Data의 수행에서 만들어진 screen capture들을 검토, 출력할 수 있도록 하며, 삭제, 이동, 복사 등의 기능을 수행할 수 있다.

(마) Change System Configuration

다양한 default parameter, value, 화일명, 경로 등을 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 정의하는 기능을 수행한다.

(바) Perform Operator Functions

이 Software에서 이용되는 절차를 확장할 수 있도록 하는 기능이다.

(사) Execute DOS Command

ENVAID를 빠져나가지 않고 도스 명령을 실행할수 있는 DOS shell 기능이다.

(아) Exit ENVAID

ENVAID를 끝내고 도스로 빠져나가는 기능이다.

(3) REPORT II

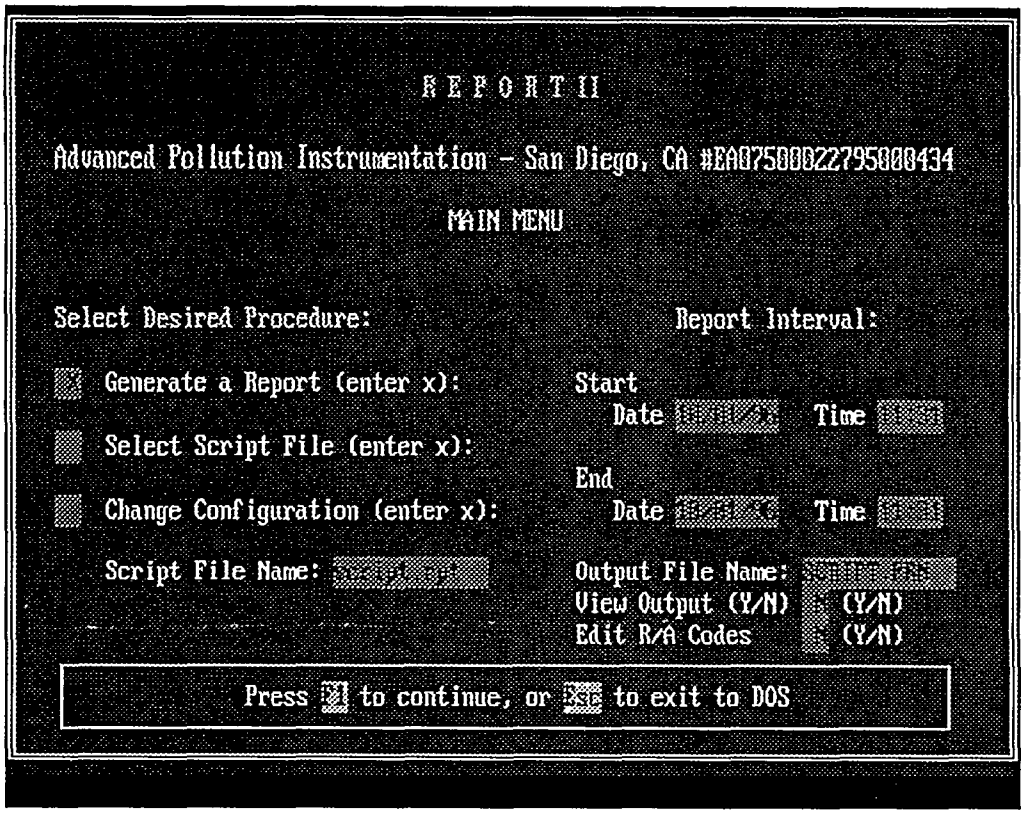


그림 6-15 REPORT 주화면

위의 REPORTII의 주화면에서 원하는 항목에 X표를 하고 F1키를 누르면 각 기능이 실행된다. 각 기능에 대한 설명은 다음과 같다.

(가) Generate a Report

Script File Name에 입력된 file에 대한 report를 생성하며, 생성 report의 타당성 및 오류에 대한 확인이 가능한 기능이다.

(나) Select Script File

Script File을 선택하는 기능을 수행한다.

(다) Change Configuration

자료화일의 경로, 출력 화일명, 프린터 정보등에 대한 설정사항을 지정하는 기능을 수행한다.

나. 측정소

측정기기 자체가 정밀하게 제작·설치 되었더라도 운영경비를 최소화하면서 정확한 검교정과 지속적인 유지보수가 이루어지지 않으면 양질의 자료를 얻을 수 없게 된다. 따라서 본 장에서는 보령화력 발전소 주변에 설치·운영되고 있는 대기오염 감시망 측정기기를 정기적으로 점검하는데 있어 고려해야 할 항목들을 중심으로 점검표를 작성, 사용함으로서 일관성 있는 검교정이 이루어질 수 있도록 함과 동시에 신뢰성있는 자료획득에 만전을 기하였다.

점검표는 부록 ○○과 같이 측정소 일반 점검표와 측정기기 점검표 등 2가지로 형태로 나누어 작성하였다. 측정소 일반 점검표에는 전압, Manifold, Sample Tube, Silicagel, Modem, Data Logger 등 측정소를 점검하는데 있어 기본적으로 고려해야 할 항목들로 구성되어있다. 측정기기 점검표에는 SO_2, NO_X, O_3, 분진 등의 측정기기가 정상작동하여 양질의 자료를 획득하기 위해 요구되는 항목들에 대하여 각 측정기기별로 작성하였다.

제 3 절 감시망 운영의 문제점

본 절에서는 발전소 주변에서 급속히 고조되는 대기오염과 관련된 민원에 대처하며 발전소 가동에 따른 오염물질의 환경규제치 준수 여부를 판단하기 위해 보령화력 발전소 주변에 설치·운영하고 있는 대기오염 감시망의 운영과정에서 나타난 문제점을 열거함으로써 차후의 대기오염 감시망 개선 방향을 제시하고자 한다.

1. ENVICOM

대기오염 감시망 운영 시스템은 24시간 연속 작동되므로 Computer의 CPU, Main Board 및 Monitor 등과 같은 Hardware의 안정성 확보는 물론 시스템 전반을 운영·제어하는 Software에 대한 검토가 충분히 이루어져야 한다.

따라서 본 장에서는 보령화력 대기오염 감시망 운영 Software인 ENVICOM의 문제점 중 몇가지를 지적하고, 그 해결방안을 제시하고자 한다.

가. 조작이 쉽지 않다

ENVICOM은 DOS 운영체제를 기반으로 하는 프로그램이기 때문에 Windows 지향 프로그램보다는 조작이 어렵다는 것이다.

메뉴설명이 자세히 되어있기 때문에 이해하기 쉬운감은 있지만 전반적으로는 현재 작업모드가 어떤 상태인지 그리고 메인메뉴가 어떤 화면인지, 메인메뉴로 돌아가려면 어떻게 해야하는지에 대해서 난감할 때가 많았다. 또한 프로그램 전반에 걸쳐서 X를 누르고 F1를 이용해 실행하는 방법이기 때문에 숙달되려면 상당한 시간이 소요된다.

따라서 운영 Software는 이러한 점을 보안해서 Windows지향 프로그램이 되어야 하겠고 메뉴방식도 객체메뉴를 사용하는 것이 조작이 쉬울 것으로 판단된다. 또한 Windows의 멀티태스킹 기능을 사용하게 되면 각 Manu 창을 열어 동시에 보면서 작업할 수 있어 작업사항에 대한 충분한 인식과 함께 작업이 수행될 수 있을 것이

다.

나. 설정사항이 즉시 반영되지 않는다.

ENVICOM은 각 측정소마다 설정화일이 필요하며 상당히 복잡하고 기능에 제한이 있을 뿐만 아니라 설정사항을 변경하면 이 사항이 즉시 ENVICOM에 반영되지 않는다는 것이다. 따라서 ENVICOM의 채널이 바뀌거나 채널이름을 변경해야되는 경우 설정화일을 지워버리고 다시 만드는 것이 훨씬 쉬운 경우가 많다. 더욱이 이렇게 되면 자료화일도 변경해야 되고 이렇게 되면 자료의 신뢰성에도 문제가 생길수 있다.

이것은 ENVICOM이 설정사항을 자료화일과 연계시키는데 그 원인이 있다. 설정화일을 한번 만들고 나면 그 내용을 자료화일에 저장하게 된다. 이때 설정사항을 변경하게 되면 자료화일을 지우거나 이름을 변경하기 전에는 설정사항이 반영되지 못하게 된다. 그러나 자료화일과 연계되지 않는 설정사항 즉, 프린터로 찍을것인가 하는 내용 등이 즉시 반영되는것도 바로 이런 이유이다.

이러한 문제는 자료화일과 설정화일을 분리하면 해결가능하다. 또한 시스템이 불안한 경우 가끔은 설정화일 자체가 손상되는 문제가 발생하는데 이런 문제도 설정화일의 백업기능을 넣어서 안전한 설정화일 관리가 이루어질 수 있게 해야 한다.

다. 자료의 보안성이 없다.

ENVICOM은 하나의 화일에 한달치의 자료를 저장한다. 각 화일이름은 달과 년을 사용하여 지정되고 있다. 저장위치도 ENVICOM이 위치한 폴더에 계속해서 만들어 나간다. 또한 똑같은 자료화일이 여러형태로 저장되어 있다. 일반 아스키화일로도 저장되고 이진화일로도 저장된다. 이것은 자료의 저장이 중복된다는 것이다. 자료가 많아지게 되면 이런 점은 심각한 단점으로 지적될 것이다. 사실 이 시스템에서는 측정된 자료의 보관이나 관리가 중요한 문제가 된다.

이러한 문제해결을 위해서는 자료의 보관과 관리에 많은 노력이 있어야 할 것이다. 먼저 자료만 보관하는 폴더를 만들어 ENVICOM이 알아서 그 곳에 저장해야 할 것이다. 또한 저장은 한가지 형태로 하고 이 형태로서 모든 작업을 처리할 수 있어

야 한다. 특히 실수로 지우거나 시스템 이상으로 자료화일이 손상될 수 있으므로 ENVICOM에 자료화일의 백업기능을 넣어야 한다. Data Base 전문 프로그램들이 많이 나와 있기 때문에 이들과 연계시켜 자료화일관리를 한다면 업그레이드시 상당한 수고를 덜어 줄 것이다.

라. 확장성이 없다.

프린터로 출력하는 것은 잘 되지만 통신포트를 통해서 출력할 수 있는 방법이 없어 외부기관 등에 자료를 전송하는데 취약점을 갖고있다. 또한 설정사항을 입력할때 자리수가 고정되어 있어 일정글자 이상의 입력은 곤란하게 되어 있다. 따라서 여러개의 통신포트를 통해서도 자료를 보낼 수 있는 방법이 고안되어야 할 것이며, Data Logger에서 받는 데이터를 수정없이 다른 컴퓨터나 프린터 혹은 화일로 저장할 수 있는 방법이 있으면 앞으로의 시스템 변경이나 사양변화시 적절히 대처할 수 있을 것이다.

마. 도움말 기능이 없다.

전문적인 프로그램이기 때문에 상세한 도움말이 필요한데 ENVICOM에서는 도움말 기능이 없어 Manual을 통해서만 이해할 수 밖에 없다. 이러한 문제는 Windows 운영체제를 기반으로 업그레이드를 하게 되면 아주 편리한 도움말 기능을 삽입할 수 있을 것이다.

위에서 보는 바와 같이 ENVICOM은 과거 DOS 운영체계에서는 매우 우수한 프로그램으로 인정받아 왔지만 WIN95가 유행하는 현 시점에서는 미래 지향적인 프로그램이라고 판단되지 않는다. 따라서 대기오염 감시망 운영 Software는 윈도우즈를 기반으로하는 아니면 좀 더 나은 운영체제를 기반으로하는 프로그램으로 업그레이드되어야 하며, GIS(Geographic Information System) 등의 개념을 도입하여 현장감 있는 시스템으로 발전해야 할 것이다.

2. 측정소 건물

본 연구를 통해 보령화력발전소 주변에 설치한 대기오염 감시망의 측정소 건물은 측정소의 다른 장소로의 이전, 측정소 설치 및 설치허가, 방화대책 및 냉·난방 대책 등을 고려하여 콘테이너형의 측정소를 설치 하였다.

그러나 SO_2, NOx, O_3, 분진, 기상 등을 측정하기 위해 SO_2 측정기, NOx 측정기, O_3 측정기, 분진 측정기, 농도교정기, Zero Air Module, Data Logger, Modem, AVR, 표준가스, 책상, 의자 등 여러가지 설비를 설치한 영보리, 오포리, 주교리, 학성리 등의 측정소와 SO_2, 분진, 기상 등을 측정하기 위해 SO_2 측정기, 분진 측정기, Data Logger, Modem, AVR, 책상, 의자 등의 설비를 설치한 송학리, 궁천동, 신흑동, 낙동리, 원산도 등의 측정소의 규격을 동일하게 3000×2438×2591mm의 콘테이너를 이용함으로써 영보리, 오포리, 주교리, 학성리 측정소에서의 기기운영 및 점검이 매우 불편한 실정이다.

따라서 본 연구의 경우처럼 SO_2, 분진, 기상 등을 측정하기 위한 측정소는 3000×2438×2591mm 정도의 규모가 타당한 것으로 판단되며, SO_2, NOx, O_3, 분진, 기상 등을 측정하기 위한 측정소는 보령화력발전소 주변에 설치한 대기오염 감시망 규모의 약 2배 정도의 규모가 타당한 것으로 판단된다.

3. 측정소 설비

보령화력 대기오염 감시망의 측정소 설비에 있어서의 문제점은 AVR 용량과 냉·난방장치 등 2가지로 나눌수 있다.

가. AVR

보령화력발전소 주변에 설치된 대기오염 감시망 측정소 중 SO_2, NOx, O_3, 분진, 기상 등을 측정하기 위한 오포리, 주교리 등 2개 측정소는 3kVA 및 1kVA AVR을 각 1대씩 설치하였고, 영보리, 학성리 등 2개 측정소는 3kVA AVR을 각 1대씩 설치하였다. 또한 SO_2, 분진, 기상 등을 측정하기 위한 원산도 측정소는 3kVA AVR 1대

를 설치하였고, 송학리, 궁천동, 신흑동, 낙동리 등 4개 측정소는 1kVA AVR을 각 1대씩 설치하였다.

대기오염농도 측정기기 및 부대설비 중 AVR에 연결된 SO_2와 NOx Analyzer는 각각 430W, O_3 Analyzer와 Calibrator는 각각 250W, Zero Air Module은 350W, Beta Gauge Sampler는 1440W, Modem은 8W, Data Logger는 5W의 전력을 요구한다. 따라서 오포리, 주교리는 약 3.2kW, 원산도는 약 1.9kW, 영보리, 학성리는 약 1.7kW, 송학리, 궁천동, 신흑동, 낙동리 등 4개 측정소는 약 0.4kW의 전력을 요구한다.

각 측정소에 설치된 AVR 용량이 비교적 충분한 것으로 보여진다. 그러나 SO_2, NOx Analyzer 및 Beta Gauge Sampler 등에 연결된 펌프의 기동시 전력요구량이 정상운전시의 전력요구량에 비해 약 1.5~2배정도 전력을 더 요구한다는 점과 연속운전시의 AVR의 용량저하 등을 고려한다면 현재 각 측정소에 설치된 AVR 용량을 확대하는 것이 타당하다고 판단된다.

나. 냉·난방 장치

측정기기가 정밀하게 제작·설치되었더라도 각 기기의 운전 온도가 적정 범위를 벗어날 경우에는 양질의 자료를 얻을 수 없게된다. 따라서 보령화력 발전소 주변에 설치된 대기오염 감시망 측정소에는 동·하절기의 측정소 실내온도 변화에 의한 측정기기의 측정오차를 최소화하기 위해 자동온도조절장치에 의해 5~6평형의 냉난방장치가 작동될 수 있도록 하여 동·하절기의 측정소 실내온도 변화에 의한 대기오염농도 측정장비의 측정오차를 최소화 하였다. 그러나 측정장비 가동에 의한 발생열을 고려하지 않고 측정소의 규모를 기준으로 측정소의 냉방장치 용량을 결정함으로서 하절기의 측정소 실내온도 조절이 적절히 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

4. Data Logger

본 연구에서 선정한 ODESSA의 DSM 3260 Data Logger는 저장용량, 유지관리 및 기타 계측기와의 연결 등의 측면에서 장점을 갖고 있으나 보령화력 대기오염 감

시망을 운영하는 과정에서 나타난 문제점을 열거하면 다음과 같다.

가. 윤년계산

ODESSA의 DSM 3260 Data Logger의 첫번째 문제는 Data Logger가 윤년을 계산할 수 없다는 것이다. 따라서 윤년의 경우에는 ENVICOM의 자동 시간교정 기능을 사용할 수 없게되고, 시스템의 운영시 Time Drift가 발생하게되며, Data Logger와 ENVICOM의 접속이 이루어지지 못하게 된다.

본 연구에서는 Data Logger가 윤년을 계산하지 못함으로써 발생하는 문제를 근본적으로 해결하기 위하여 Data Logger의 프로그램을 수정한 RAM을 구입하여 설치하였다. 그러나 RAM의 구입이 어려운 경우에는 2~3일에 한번씩 time drift를 제거하여 Data Logger와 ENVICOM 간의 접속이 이루어지도록 하여도 임시적인 운영은 가능하다.

나. 전송방식

ODESSA의 DSM 3260 Data Logger는 V.27 전송방식를 사용함으로써 환경부의 대기오염 감시망 전송방식인 V.26과 차이를 보이고 있다. 따라서 지방 환경청 및 일부지역에서 현재 시행하고 있는 환경부로의 실시간 자료전송을 목적으로 DSM 3260 Data Logger를 이용하는 경우에는 Protocol를 변경해야하는 어려움이 있다.

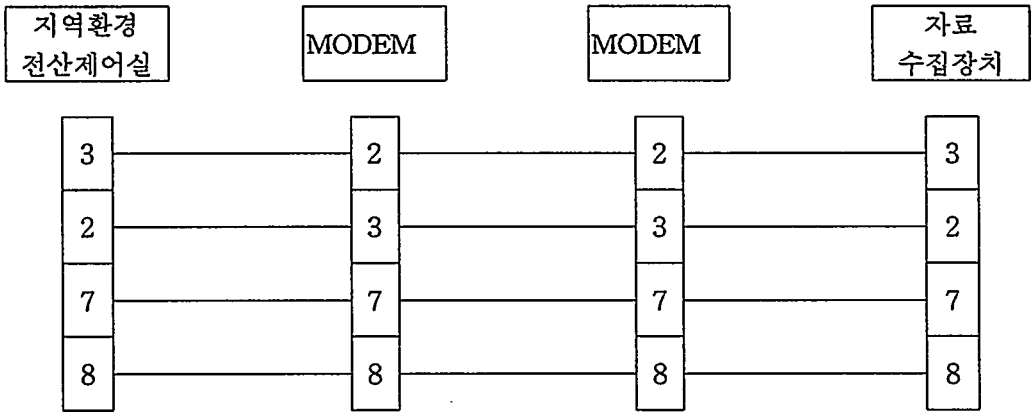
현재 시행되고 있는 환경부의 Protocol을 소개하면 다음과 같다.

(1) 송·수신 포로토콜(Protocol)

(가) 통신방법(지방환경전산제어실 ↔ 자료수집장치)

구 분	내 용
통 신 방 법	RS-232C, Asynchronous
전 송 속 도	1200~4800BPS
자 료 전 송 방 식	반이중(Half Duplex), Block 전송
접 속 방 식	4Wire Point to Point MOdem Connection
기 동 방 식	Contention
부 호 코 드	ASCII 8BIt No Parity

(나) RS-232C Pin 연결 구성



(2) 자료 송·수신 양식(Format)

(가) 배출업소 자료출력

○ 자료출력

	배 출 업 소 정 보 (32)						측 정 자 료(0)		
stx1	report-id RPT (4)	배출업소 코드 Ⅲ (3)	굴뚝 no NNN (2)	DCD 1	측정기 상태 ANAL-STAT (12)	날짜 YYMMDD -hhmm (10)	측정 항목 CCC (3)	측정치 XXX.XX (6)	단위 FUU (3)

측정자료(1)	측정자료(2)	측정자료(3)	측정자료(4)	측정자료(5)
길이:12Byte				

측정자료(6)	측정자료(7)	측정자료(8)	측정자료(9)	측정자료(10)			
					etx1	ehk1	cr1

○ 전송완료(EOT)

기본적으로 자료출력은 3분 이내에 전송이 완료되어야 하며 그렇지 않은 경우에는 Time-out으로 처리한다.

① Report-id(RPT)의 종류

-"RPT_1" : 5분 평균값 출력(5분마다 자동출력)

-"RPT_2" : 1시간 평균값 출력(1시간마다 자동출력)

-"DUMP" : Battery Backup-Memory에 저장된 1시간 평균값 출력

-"CALB" : 최종 교정시 Zero 가스의 표준농도값, Zero 교정값,
Span 가스의 표준농도값, Span 교정값 출력

-"RANV" : 현 RANGE의 최대값과 최소값 출력

② 배출업소 코드(Ⅲ) : 001-999

③ 굴뚝번호(NNN) : 01-99

④ 통신상태(DCD) :지방환경전산제어실과 자료수집장치 사이의 회선상태,
("0" : 회선정상, "1" : 회선이상)

⑤ 측정기 상태(ANAL-STAT)

ANAL-STAT(0-10) : 각 연도별 지정 측정기 상태

ANAL-STAT(11) :자료수집장치의 상태

-측정기 상태 종류-

* ANAL-STAT(0)-ANAL-STAT(0)

"0" : 정상

"1" : 교정중(Calibration)

"2" : 동작불량(Sampling불가)

"4" : 전원단

"8" : 보수중

"X" : 측정기 없음

* ANAL-STAT(11)

"0" : 정상(반드시 scanning의 hit rate가 75% 이상이어야 함)

※"0"를 제외한 모든 경우 자료 무효 처리

⑥ 날짜(YYMMDD-hhmm)

예) 1990년 12월 14일 오후 1시 25분을 표시하면

YYMMDD-hhmm = 9012141325

00:00 시간평균자료 : 00시 00분-00시 59분 사이의 5분 자료 평균

00:00 5분평균자료 : 00시 00분-00시 04분 59초 사이에 채취한 시료의 시간 자료 평균

⑦ 측정항목(CCC)

- 아황산가스 : "SO_2"
- 먼　　지 : "TSP"
- 질소화합물 : "NOX"
- 염화수소 : "HCL"
- 불화수소 : "HFb"
- 암모니아 : "NH_3"
- 염소가스 : "Cl_2"

- 일산화탄소 : "COb"
- 산　　소 : "O_2B"
- 유　　량 : "VEL"

⑧ 측정치(XXX.XX)

XXX.XX : 측정값(소수점은 측정항목에 따라 변동 가능함)

⑨ 단위(FUU)

- 아황산가스 : "ppm"
- 먼　　지 : "UGm"
- 질소화합물 : "ppm"
- 염화수소　: "ppm"
- 불화수소　: "ppm"
- 암모니아　: "ppm"
- 염소가스　: "ppm"
- 일산화탄소 : "ppm"
- 산　　소 : "(%)"
- 유　　량 : "M3H"

단, FUU의 "F"는 해당항목의 ANAL-STAT이 "0"이면 해당 단위의 문자로, "0"이 아니면 "*"으로 출력한다.

(나) 지방환경청 주 컴퓨터의 원격 제어 명령

① 원격 제어 명령(길이:28byte)

stx	CTRL+T	배출업소코드	굴뚝no	DCD	측정항목	명령어	날짜	etx	chk	cr
		Ⅲ	NNN			Command	YYMMDD-hhmm			
1	1	(3)	(2)	1	(3)	(4)	(10)	1	1	1

㉮ 측정항목은 "SO_2", "TSP", "NOX", "HCL", "HFb", "NH_3", "Cl_2", "COb", "O_2b", "VEL"로 구분되며, 측정되는 측정항목 전부를 선택할때는 "ALL"로 표시한다.

㉯ 이 명령 실행시에는 해당 배출업소 굴뚝 측정기는 시료채취를 중단하고 현재 시간의 측정기 상태를 주 컴퓨터에 전달한 후에 주 컴퓨터의 다음 명령을 기다리며, 배출업소 자료수집장치의 명령은 무시되어야 한다. 이때 자료수집장치는 원격제어의 정보를 나타내며 자료수집장치 화면에 "Remoto control"을 표시(Blinking)한다.

㉰ 배출업소에서 측정기를 조정 및 보수중에 있거나 정전인 경우 또는 배출업소측과 주 컴퓨터측의 통신회선 상태가 이상인 경우에는 이 명령은 자동적으로 무시된다.

㉱ 명령어 : 명령어는 아래와 같이 구별함

○ CALB : 측정기 조정 실행(Zero 교정, Span 교정, Purge 순)
이 명령에 대한 응답은 측정기의 특성을 고려하여 가스주입 안정시간이 경과된 후의 교정값을 출력한다. 출력형태는 배출업소 자료출력양식의 측정자료 (0)-(3)에 Zero가스의 표준농도, Zero 교정값, Span가스의 표준농도, Span 교정값 순으로 출력한다.

○ REST : 현재의 측정기 동작을 중단하고 시료채취를 다시 시작한다.

○ SETM : 환경전산제어실에서 자료수집장치의 시간과 주 컴퓨터의 시간을 일치시키는 작업

○ TRNG : 측정기의 측정범위값(최대값, 최저값)을 주 컴퓨터로 전송한다. 출력형태는 배출업소 자료 출력 양식의 측정자료(0)-(1)에 최저범위값, 최대 범위값 순으로 출력한다.

○ 자료일괄 송신명령

- DMP0 : 금일 00:00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP1 : 1일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP2 : 2일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP3 : 3일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP4 : 4일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP5 : 5일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP6 : 6일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMP7 : 7일전 00: 00부터 현재시간까지의 1시간 평균값 DUMP
- DMPL : 최종 측정한 시점의 Zero값과 Span값을 DUMP

② 전송완료(EOT)

이 신호를 감지하여 주 컴퓨터에 정상이라는 신호를 출력하고 측정기는 다시 오염도를 측정하는 원래의 기능을 시작하게 된다.

(다) 부호설명과 수행 절차의 예

① 부호설명

부 호	Hexa Code	내 용
stx	02	문장의 시작
etx	03	문장의 끝
ENQ	05	전송의 시작통보
ACK	06	수신양호, 다음 진행요구
NAK	15	수신불량, 재송신 요망
X-ON	11	재송신 개시(CTRL+Q)
X-OFF	13	송신 일시 중단(CTRL+S)
EOT	04	전송 완료
CAN	18	작업 취소
chk		자료 검증(byte)

② 수행 절차의 예

㉮ 기본 수행 절차

```
주 컴퓨터                                  배출업소
|<------------ENQ------------|  ① 배출업소의 자료전송
|------------ACK------------>|
|<--------stx(DATA) etx chk--|
|------------ACK------------>|
|<------------EOT------------|
|------------EOT------------>|

|------------ENQ------------>|  ② 주 컴퓨터의 원격제어 명령
|<------------ACK------------|
|--------stx(DATA) etx chk-->|
|<------------ACK------------|
|------------EOT------------>|
|<------------EOT------------|
```

○ 송신오류가 발생한 경우

```
주 컴퓨터                                  배출업소
|<------------ENQ------------|  송신 개시 요구
|------------ACK------------>|  주 컴퓨터 O.K(Receiving ready)
|<---stx DATA-BLOCK etx chk--|  자료 Block을 송신
|      ⇒ DATA PARITY ERROR   |  검증 오류 발생
|------------NAK------------>|  자료 Block 재송신 요구
|<---stx DATA-BLOCK#2 etx chk-|  자료 Block를 재송신
|------------ACK------------>|  주 컴퓨터 수신 양호
|<------------EOT------------|  전송 완료
|------------EOT------------>|  주 컴퓨터 O.K
```

○ 주 컴퓨터의 Buffer가 포화상태인 경우

```
주 컴퓨터                                  배출업소
|<------------ENQ------------|  송신 개시 요구
|------------ACK------------>|  주 컴퓨터 O.K(Receiving ready)
|<---stx DATA-BLOCK etx chk--|  자료 Block을 송신
|   ⇒ BUFFER FULL(80% 이상)  |  Buffer overflow
|------------X-OFF---------->|  송신보류 하시오
| ⇒ WAIT(Maximum 30초 이내)  |  30초 이내에 Buffer의
| ⇒ BUFFER NOT FULL(60% 미만)|  여유가 40% 이상이면
|------------X-ON----------->|  송신재개 하시오
|<---stx DATA-BLOCK etx chk--|  자료 Block을 송신
|------------X-ON----------->|  주 컴퓨터 수신 양호
|<------------EOT------------|  전송 완료
|------------EOT------------>|  주 컴퓨터 O.K
```

- 검증오류(Data Parity Error)발생시 5회까지 재송신 가능하다.
- 송신측에서 전송개시 신호를 보내면 송수측은 자료를 수신 할 준비후에 ACK 신호를 송신측으로 보냄
- 송신측에서 마지막 자료 전송후에 수신측의 ACK신호를 접수한 후에 EOT로 전송을 마친다.
- 각 단계(Step)별 시간은 30초 이내로 한다.
- 전송 시작에서 EOT까지 시간은 3분 이내로 한다.
- Buffer overflow(해당 Channel Bufer가 80%이상 쓰여진 때)는 X-OFF를 전송하고 시간이 경과되어 Buffer가 60%정도에 도달한 때에 X-ON을 전송하여 잔여 자료를 수집함
- 주 컴퓨터가 처리하는 과정에서 처리속도 저하로 인한 과적상태에 있을때도 위와 같이 처리함
- HALT(주 컴퓨터가 자료를 전혀 받을 수 없는 상태의 H/W적인 장해 또는 배출업소 장해), 응답불능(DCD Drop에 의한 통신불능 상태)시에도 각 단계별로 30초간 기타리고 그 이상 지체되면 Time-out으로 처리한다.
- Time-out으로 전송이 무시된 후 배출업소에서 발생되는 5분 자료는 2시간분량까지 배출업소에서 일시적 보관한 후에 주 컴퓨터에 전송하여야 하며 양측 통신장해중 DCD DROP시에도 일시 통신 보류후, 회선 회복후에 통신 재개전 최대 2시간 분량의 5분 평균 자료 보관 가능해야 함
- 2시간 경과시는 주 컴퓨터에서 1시간 평균자료 일괄송신으로 손실된 자료를 수집 처리한다.

제 7 장 초기관측 자료분석

제 7 장 초기 관측자료분석

제 1 절 대상자료의 선정

보령화력본부 인근에 설치된 대기오염감시망에서 얻어진 자료 중 초기 분석 대상은 본 시스템이 시운전을 시작해서 대체로 안정화 단계에 들어간 1996년 9월 1일 부터 동년 10월 18일 까지의 48일의 자료를 대상으로 했다. 이 기간 중 자료전송을 위한 통신 선로의 이상, 계측기 교정 및 정전 등 외부 요인에 의해 결손 자료가 발생하였는 바 각 측정소에서 수집된 자료의 유효 측정일수는 표 7-1과 같다.

표 7-1 보령화력 대기오염감시망 초기 측정자료의 유효 측정일수

Site	9 月		10 月		합 계	
	유효측정 일수	유효측정 분율	유효측정 일수	유효측정 분율	유효측정 일수	유효측정 분율
영보리	26	0.78	6	0.33	32	0.67
오포리	25	0.76	18	1.00	43	0.90
주교리	12	0.36	15	0.83	27	0.56
송학리	14	0.45	18	1.00	32	0.67
궁촌동	9	0.23	18	1.00	27	0.56
신흑동	26	0.78	9	0.50	25	0.52
낙동리	24	0.64	13	0.72	37	0.77
원산도	9	0.23	14	0.78	23	0.48
총유효 측정일수	145		111		256	
평균유효 측정일수 및 분율	18.13	0.60	13.88	0.77	32.00	0.67

모든 대상지역의 총 평균 유효측정 백분율은 약 67%를 나타내고 있다. 이 중 주교리, 송학리, 궁촌동에서 9월 중 낮은 유효 측정일수가 나타나는 것은 이들 지역의 AVR(Automatic Voltage Regulator) 용량 부족으로 9월 중순까지 측정시스템을 정

상적으로 가동하지 못해 9월 16일 까지 결손 자료가 기록된 데 기인하며, 이들 지역의 설비 교체 후 10월 중 유효 측정일수는 10월 중 모든 지역의 평균 측정 백분율 77%보다도 훨씬 높게 기록되고 있다. 원산도 측정소에서 9월 중 유효 측정백분율이 23%로 현저히 낮게 나타나고 있는 것은 본 지역이 도서지역으로 내륙에 비해 순간 정전이 많기 때문으로 생각된다. 본 시스템에서 사용되고 있는 AVR은 전기적 충격(surge)로부터 기기를 보호하기 위한 장비로 순간 정전이나 과도한 전압이 유입되는 경우 자동차단되어 그 후단에 접속되어 있는 계측기 및 통신 장비를 보호하는 역할을 하게 되나 일단 단락이 되면 인위적으로 가동(on)시키기 전에는 가동이 불가능한 맹점이 있다. 특히 원산도 측정소는 섬에 위치한 곳으로 육지에서의 접근이 용이하지 못하고, 순간 정전이 잦다는 점을 고려할 때 연속, 안정적 자료 획득을 위해서는 AVR보다는 축전 기능이 있는 소용량의 UPS(Uninterrupted Power System)를 사용할 필요가 있을 것으로 생각된다.

제 2 절 기상자료분석

1. 측정소별 기상자료

그림 7-1에 표시된 각 측정소별 기상자료는 인근 지역의 지형에 크게 영향을 받으므로 이의 분석에 앞서 배출원과 각 측정소의 방위, 거리 및 주변환경 등을 고려해 볼 필요가 있는 바 이를 표 7-2에 나타내었다.

표 7-2 각 측정소의 배출원에 대한 상대 위치

측정소명	방향	거리(㎞)	위치
영보리	NE	3.7	농경지(저수지변)
오포리	NNE	3.9	농경지(도로변)
송학리	ESE	3.9	농경지(저수지변)
주교리	E	8.0	마을
궁촌동	ESE	11.4	시가지
신흑동	SSE	8.3	해변
낙동리	NE	10.7	농경지
원산도	WSW	4.8	도서지역

영보리 측정소는 보령화력본부로 부터 북동쪽으로 직선거리 3.7㎞에 위치하며 측정소의 남 및 북쪽에 동서 방향으로 50~80 m정도의 야산이 길게 늘어서 있고 동쪽으로는 216m의 감신 고개가 가로막고 있으며 서쪽으로는 서해로 트여있는 만의 지형을 나타내고 있다.

오포리 측정소는 발전소를 중심으로 북북동 방향의 3.9㎞ 지점에 위치하며 발전소와 이어진 도로를 따라 양쪽으로 100~200m 정도의 야산이 길게 이어져 있으며 이 측정소로부터 발전소 연돌을 육안으로 관측할 수 있다. 이 측정소는 도로에 인접해 있어 각종 운송수단의 통행에 의해 총 먼지 측정량이 일부 영향을 받을 수 있을 것으로 생각된다.

송학리 측정소는 발전소의 동남동쪽 3.9㎞지점에 위치하며 남서쪽으로는 서해에 가깝고 북동쪽으로는 234m의 태봉산이 위치하며 보령화력 발전소와의 사이에 124m의 야산이 위치하고 있다.

주교리 측정소는 보령화력발전소의 동쪽으로 8㎞지점에 있는 주교면의 면소재지에 설치되었으며 북동쪽으로 116m의 새터와 그 뒤에 357m의 배재산이 있고, 보령화력 발전소와의 사이에는 태봉산이 위치하고 있다. 이 측정지점의 서쪽에는 보령에서 홍성으로 이어지는 21번 국도가 위치하며 이곳의 많은 교통량으로 볼 때 측정오염농도에 이들에 의한 측정 오염농도에의 기여가 나타날 수 있을 것으로 생각되며, 또한 이 측정소의 북방 약 1㎞에 위치한 관산 농공단지와 남동방향으로 약1㎞에 조성되고 있는 관창농공단지로부터의 오염물질 유입이 본 측정소 측정오염농도에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

궁촌동 측정소는 보령화력을 기준으로 동남동쪽 11.4㎞에 위치하며, 보령시내에 설치되어있다. 이 측정소와 보령화력사이에는 큰 지형 장애물은 없이 들판이 넓게 펼쳐져 있으며 서해와 인접해 있어 해풍의 영향을 많이 받을 수 있을 것으로 생각된다. 특히 이 측정소는 도시지역에서 발생될 수 있을 것으로 생각되는 가스상 오염물질 및 입자상 오염물질의 농도를 측정 평가할 목적으로도 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

신흑동 측정소는 보령화력으로부터 남남동으로 8.3㎞ 지점에 위치하며 측정소와 보령화력 사이에는 서해바다가 위치하여 연돌로부터 배출된 오염물이 바로 바다를 건널 것으로 예상되며 측정소 배후는 약 100m의 야산으로 둘러싸여 있다.

낙동리 측정소는 보령화력 발전소로부터 북동쪽으로 10.7㎞ 지점에 위치하며 보령화력과의 사이에는 만이 길게 가로놓여 있고, 연돌의 일부가 육안 관측 가능하다.

본 시스템의 측정소 중 유일하게 도서지역에 위치하는 원산도 측정소는 보령화력으로부터 서남서 방향으로 4.8㎞에 위치하며 보령화력과의 사이에 해발 40m정도의 효자도가 위치하고 있다. 이 측정지점은 보령 지역 인근의 바람이 내륙으로 향할 때 대기 오염농도의 배경농도(background concentration)를 제공할 수 있을 것으로 생각되며, 서풍이 현저한 봄철에 중국으로부터의 오염물질 이동량을 평가하는데 유용한 측정소가 될 것이다.

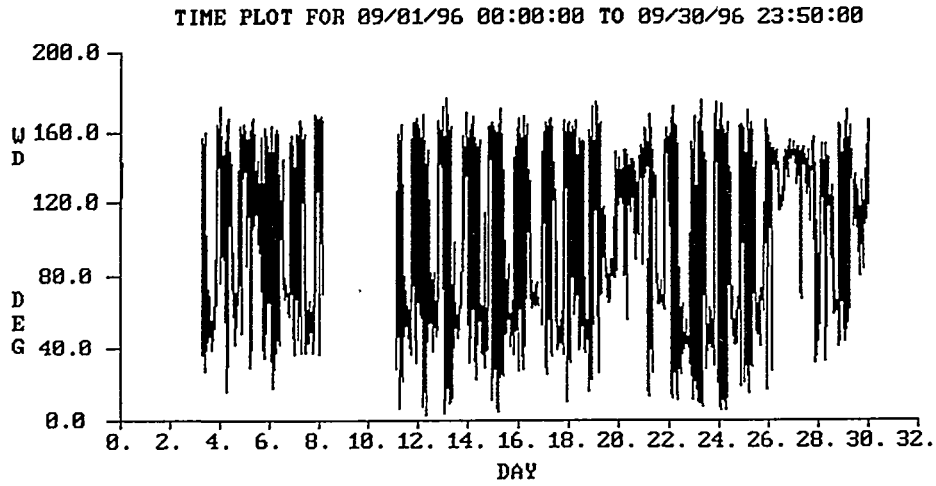
이렇게 설치된 각 측정소에서 측정된 기상자료의 9월 및 10월 평균값을 표 7-3 및 7-4에 각각 나타내었다.

이 자료는 평균화시간 10분에 대한 각 기상자료를 9월의 측정일수 30일, 10월의 18일에 대해 각각의 한 달간 평균치를 구한 값이다.

이 표와 함께 각 측정소에서 9월 및 10월에 걸쳐 측정된 기상 자료 중 풍향의 시간에 따른 변화를 그림 7-1 및 그림 7-2에 나타내었다.

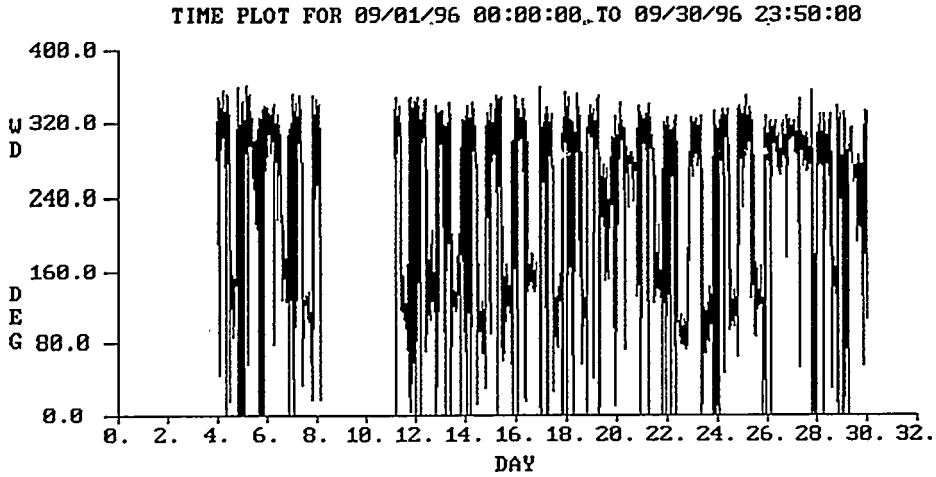
표 7-3. 각 측정소에서 측정된 9월 기상자료의 월 평균값

항목 / 측정소	풍 향(°)		풍 속(m/s)		습 도(%)		기 압(㎜Hg)		일사량 (MJ/m²/hr)	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
영보리	103.0	44.1	3.7	2.5						
오포리	235.6	93.0	1.4	0.9						
주교리	95.1	37.7	1.2	0.6						
송학리	114.5	35.9	2.6	1.4	79.7	16.1	776.4	15.0	0.1	0.2
궁촌동	100.1	35.3	2.3	1.4	73.3	26.2	755.4	5.7	0.2	0.2
신흑동	82.1	30.5	2.2	2.5						
낙동리	89.6	34.6	0.4	0.3						
원산도	64.5	23.1	0.7	1.3						



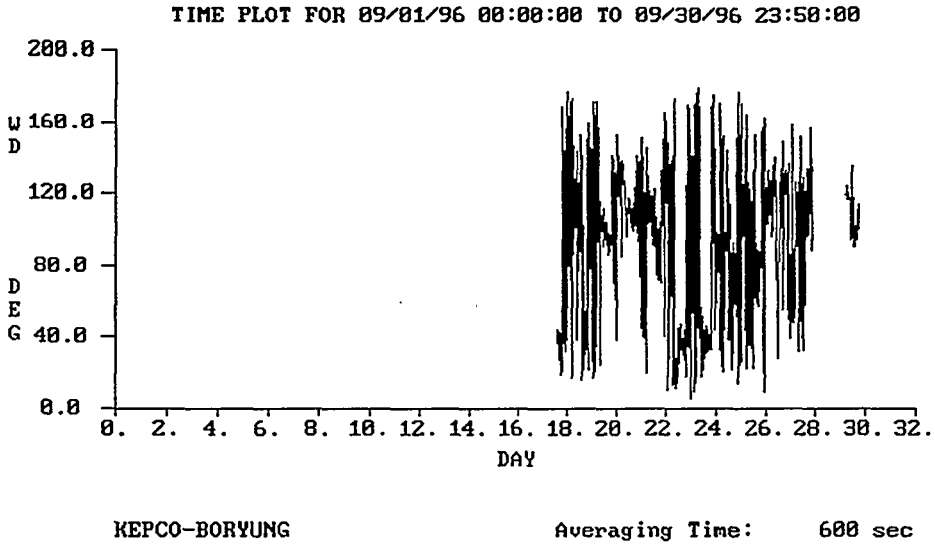
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

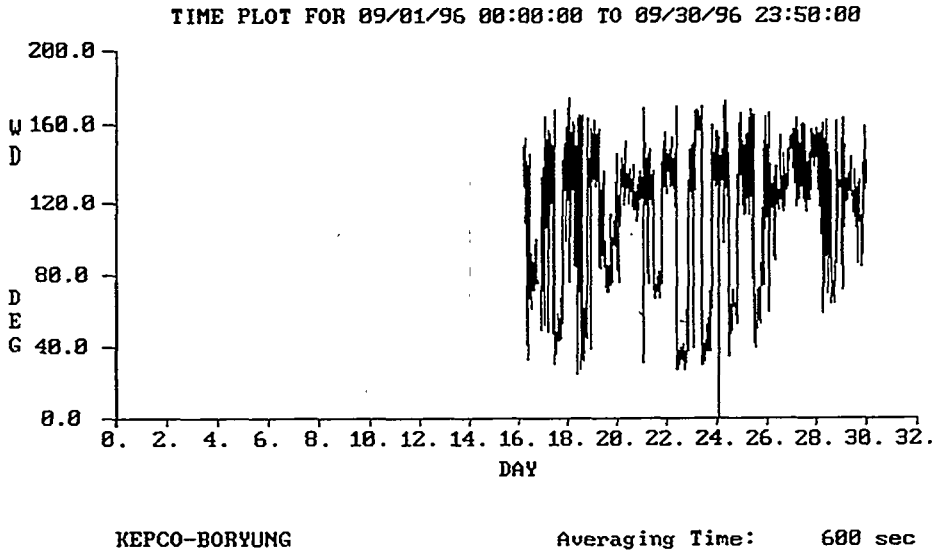


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

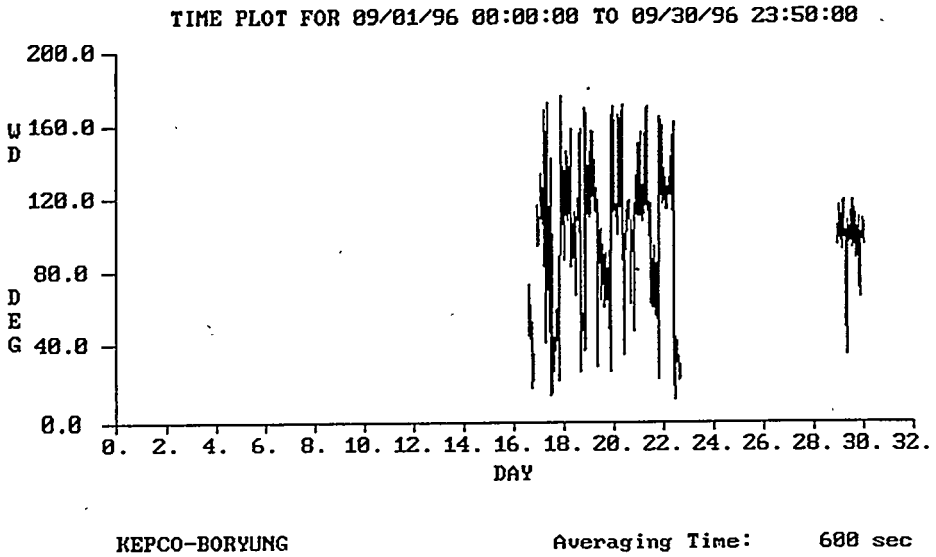
(b) 오포리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD
DEG
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

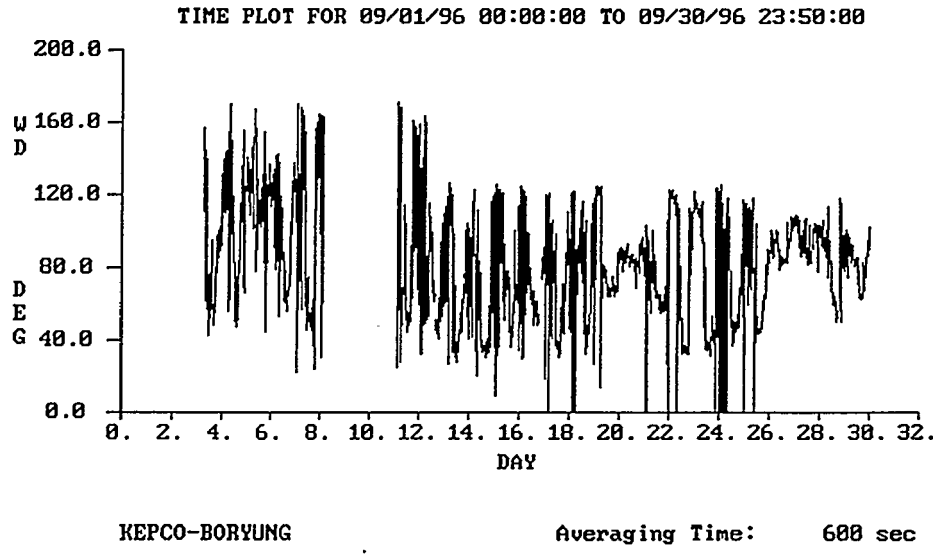
(c) 주교리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD
DEG
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

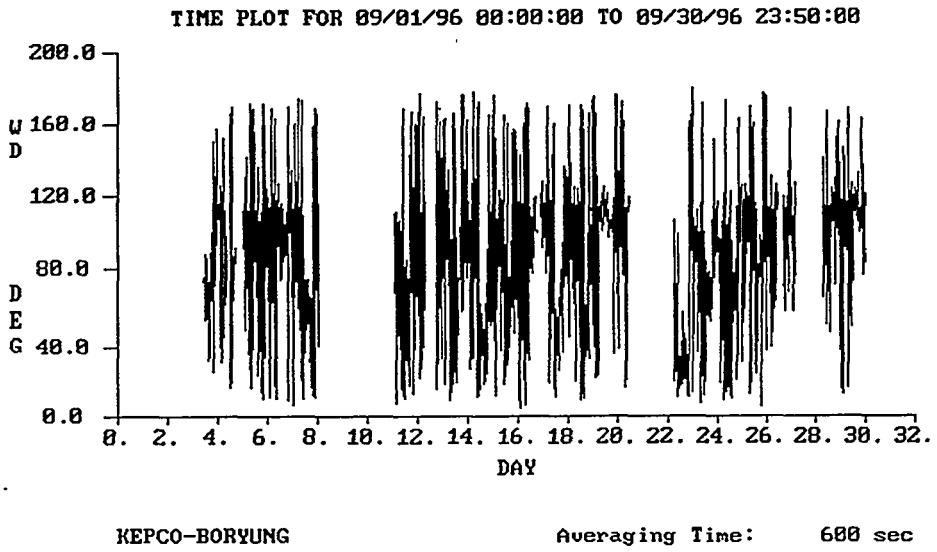
(d) 송학리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD
DEG
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

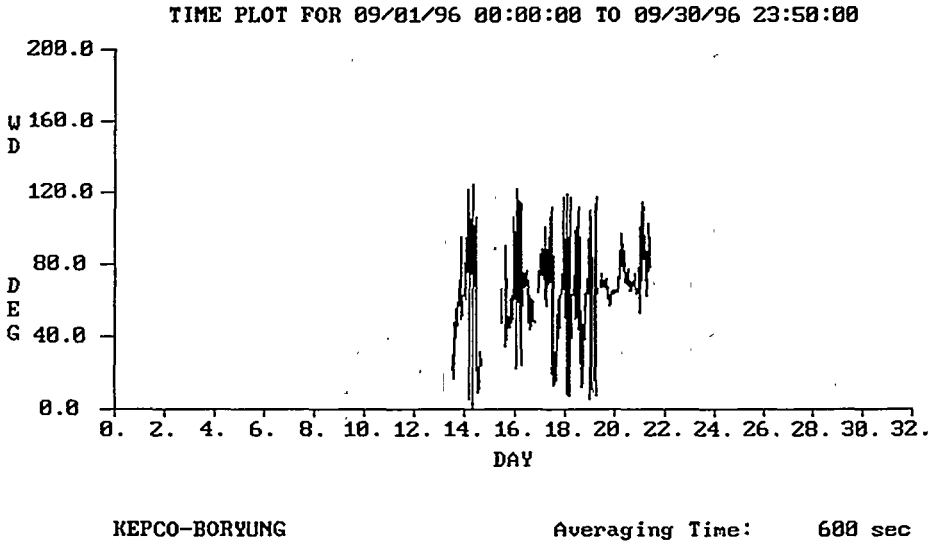
(e) 궁촌동


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD
DEG
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동

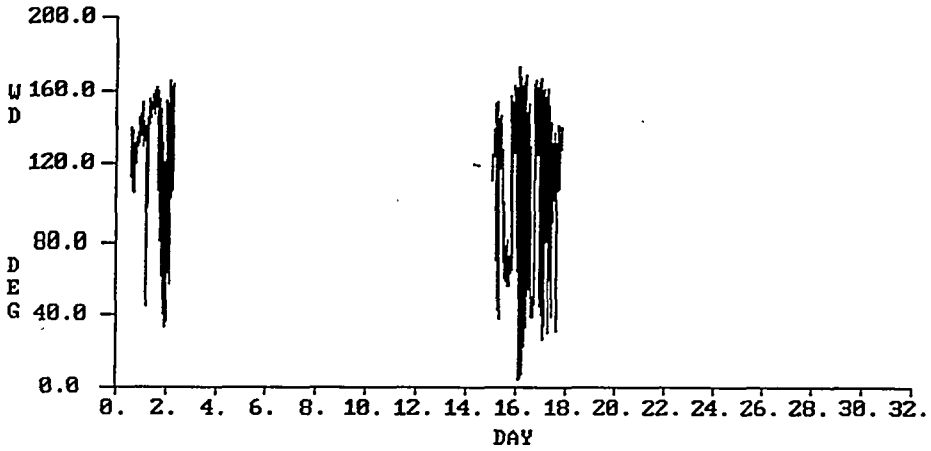


(g) 낙동리



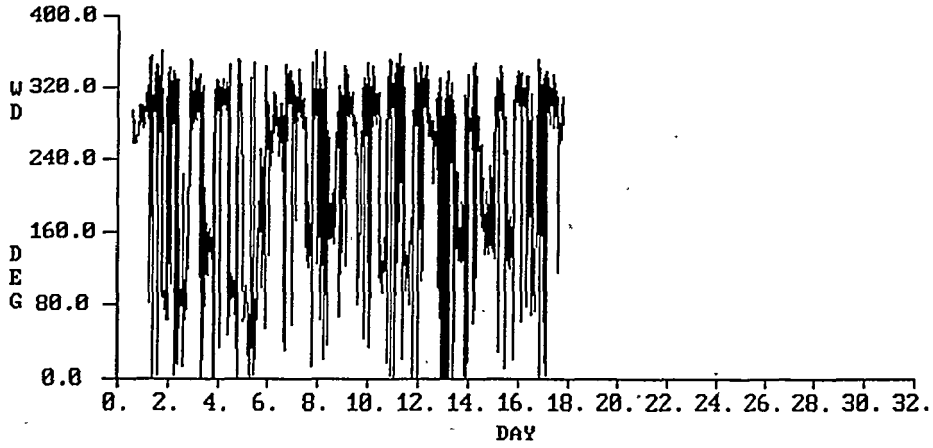
(h) 원산도

그림 7-1. 9월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍향 변동



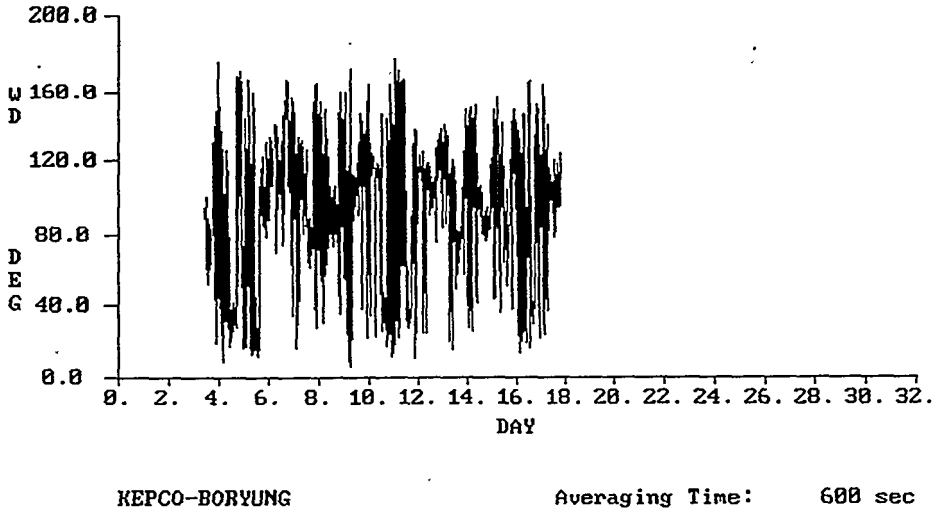
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

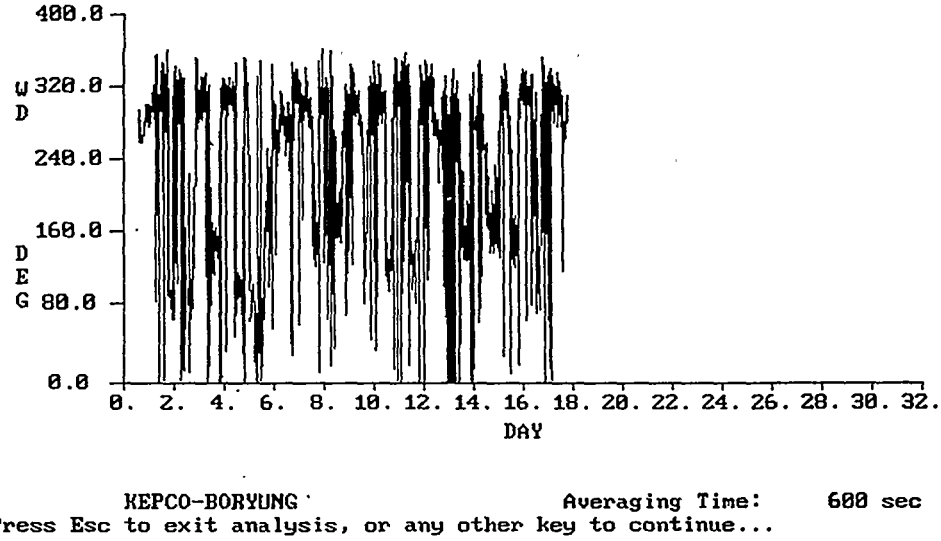


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

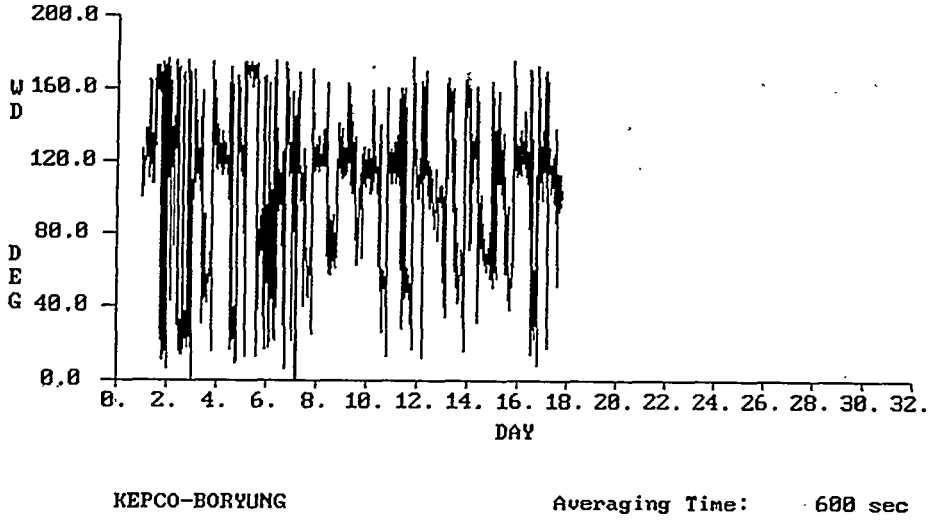
(b) 오포리


200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
W D
D E G
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

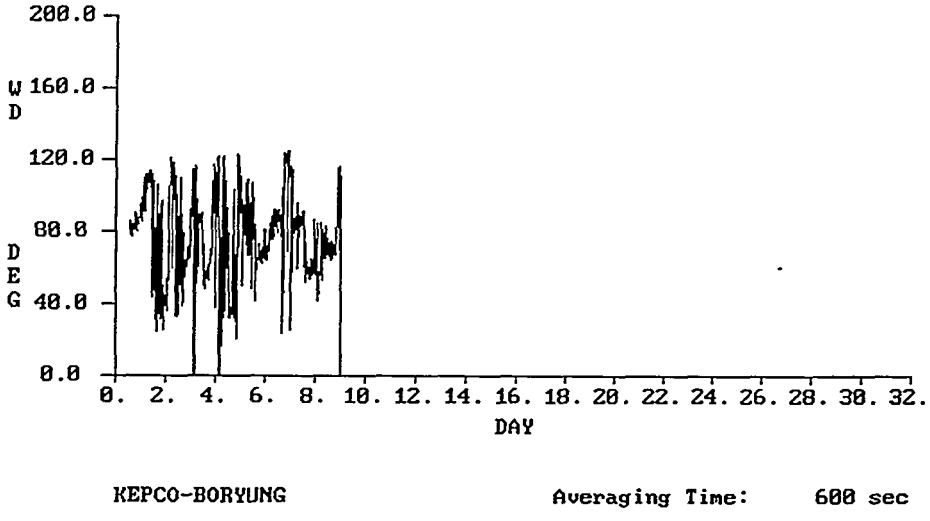
(c) 주교리


400.0
320.0
240.0
160.0
80.0
0.0
W D
D E G
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

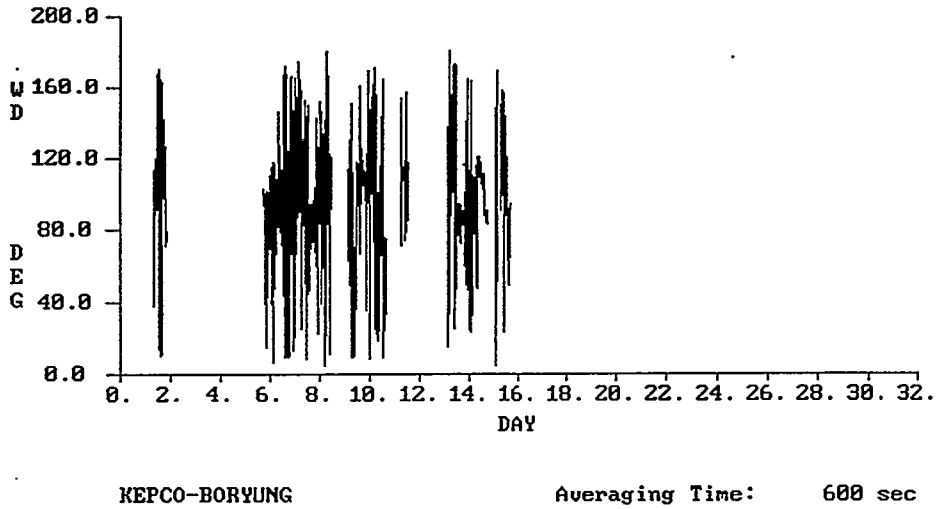
(d) 송학리


200.0
WD 160.0
120.0
80.0
DEG 40.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

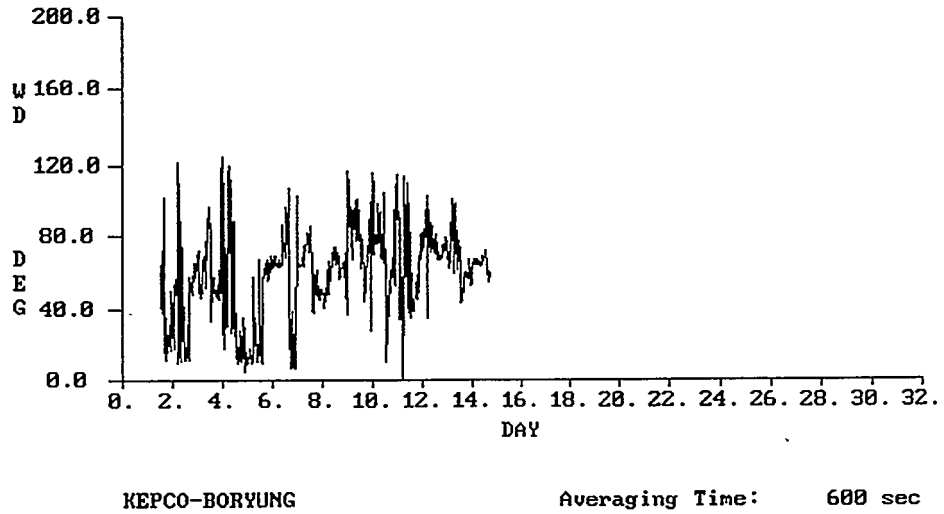
(e) 궁촌동


200.0
WD 160.0
120.0
80.0
DEG 40.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동



(g) 낙동리



(h) 원산도

그림 7-2. 10월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍향 변동

표 7-4. 각 측정소에서 측정된 10월 기상자료의 월 평균값

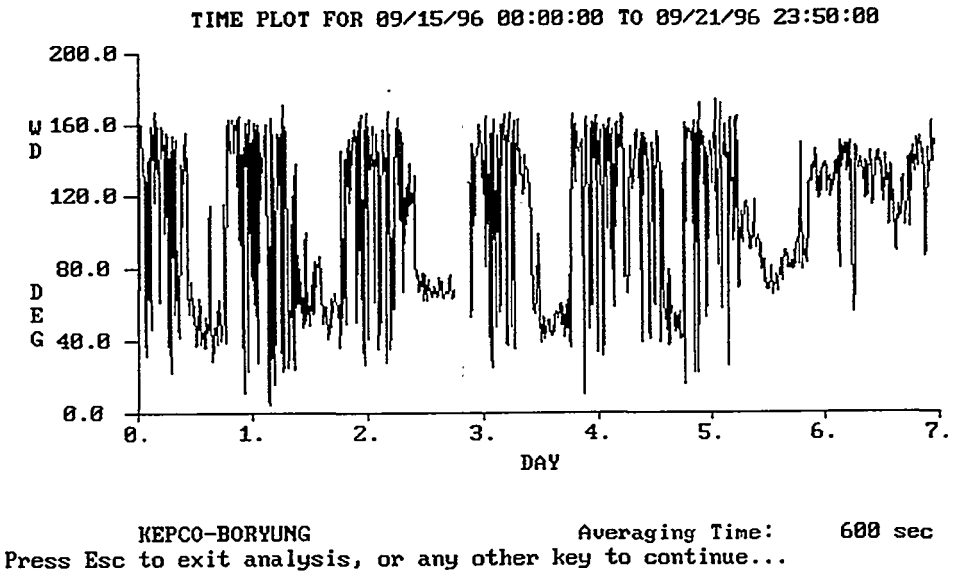
항 목 / 측정소	풍 향(°)		풍 속(m/s)		습 도(%)		기 압(㎜Hg)		일사량 (MJ/m²/hr)	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
영보리	115.7	38.6	4.4	2.5						
오포리	234.3	90.9	1.5	0.9						
주교리	94.6	34.7	1.4	0.6						
송학리	112.0	35.9	2.2	1.4	65.3	28.5	683.0	261.0	0.15	0.23
궁촌동	105.3	35.3	2.2	1.4	74.0	24.0	774.9	15.2	0.18	0.20
신흑동	77.0	30.5	2.5	2.5						
낙동리	95.3	34.6	0.4	0.3						
원산도	58.8	23.1	1.3	1.3						

대상기간동안 보령 지역의 풍향은 오포리를 제외하면 64.5° ~ 114.5° 로 대체적으로 동풍의 바람이 우세한 것으로 나타났으며 바람의 변동량도 오포리를 제외하고 23° -44° 로 비슷한 값을 나타내고 있다. 한편 오포리 지역에서의 풍향변동은 9월 및 10월에 걸쳐 전 방향의 바람이 기록되고 있어 다른지역과 다소 상이함을 보이고 있다. 또 각 지역에서의 9월 및 10월 사이의 풍향 변동은 거의 없는 것으로 판단된다. 그림 7-1 및 7-2에서 알 수 있는 바와 같이 각 측정소에서 측정된 풍향의 시간에 따른 변동은 일변화 패턴을 보이는 것으로 생각되므로 이를 확인하기 위해 그림 7-1을 일주일에 대해 보다 긴 시간 간격으로 plot하여 그림 7-3 및 7-4에 나타내었다.

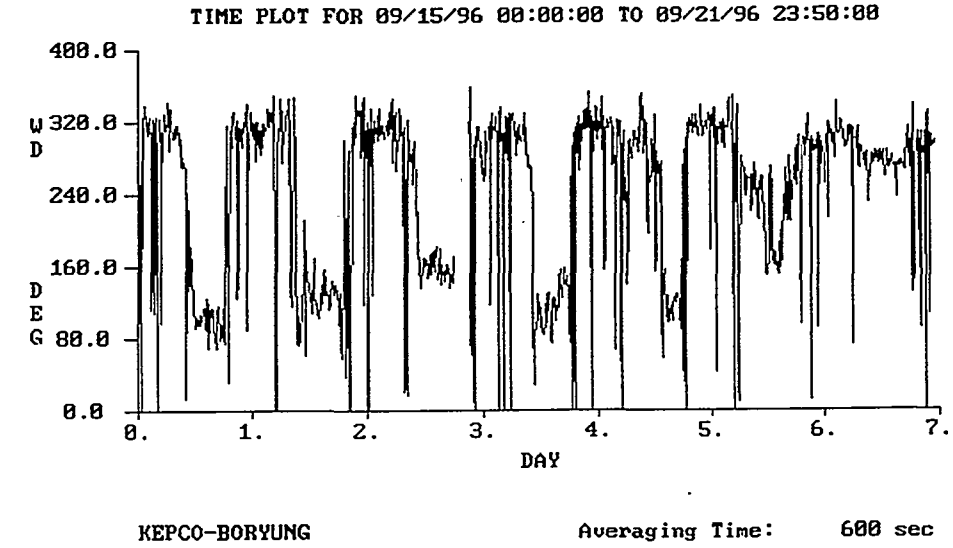
그림 7-3 및 7-4로부터 알 수 있는 바와 같이 전 측정소에서 풍향의 일간 변동 패턴을 확실히 보여 주고 있다.

각 측정소에서 측정된 풍속의 9월 및 10월 평균값을 표 7-3 및 7-4에 나타내었고 이들 자료의 시간에 따른 변화를 그림 7-5 및 7-6에 나타내었다.

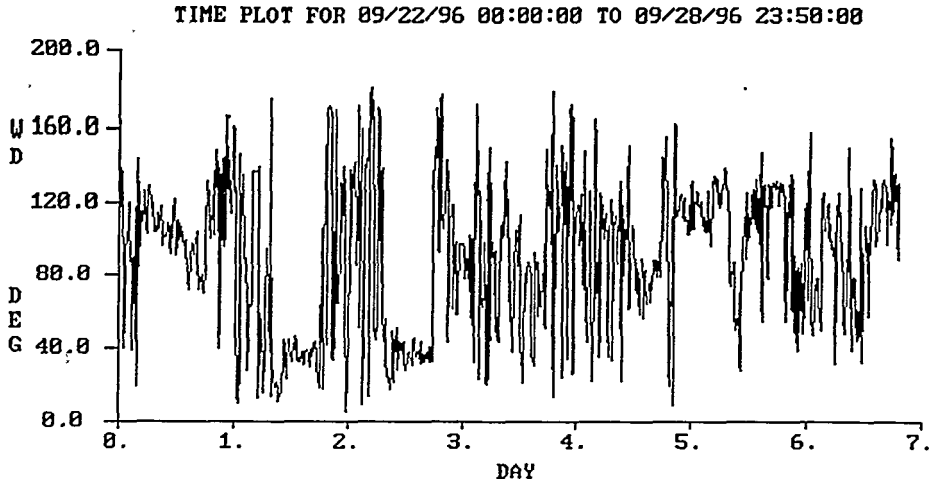
9월 중 각 측정소의 평균 풍속은 0.4~3.7m/sec의 범위에 걸쳐 기록되었으며 10월 중 그 값은 0.4-4.4m/sec의 범위에 걸쳐 있으며 각 측정소별 9월 및 10월 사이의 풍속의 차이는 거의 없는 것으로 평가되었다.


TIME PLOT FOR 09/15/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD DEG
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

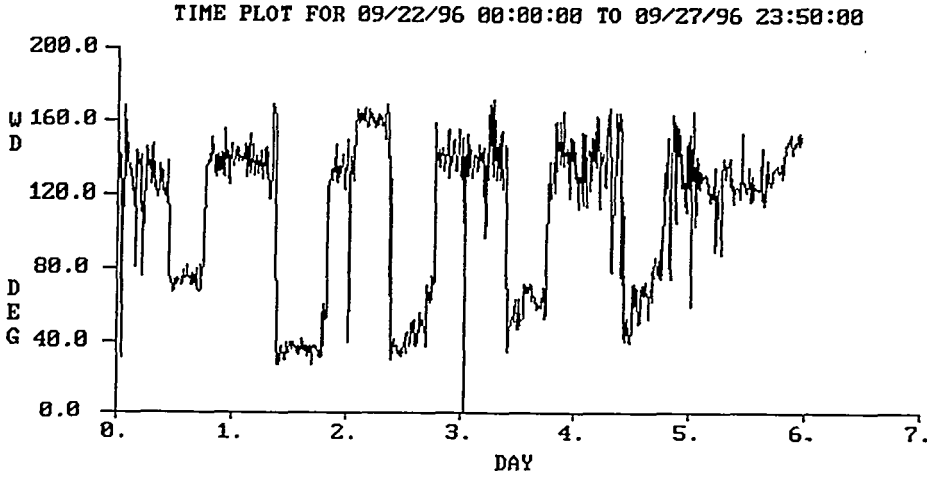

TIME PLOT FOR 09/15/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
400.0
320.0
240.0
160.0
80.0
0.0
WD DEG
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(b) 오포리



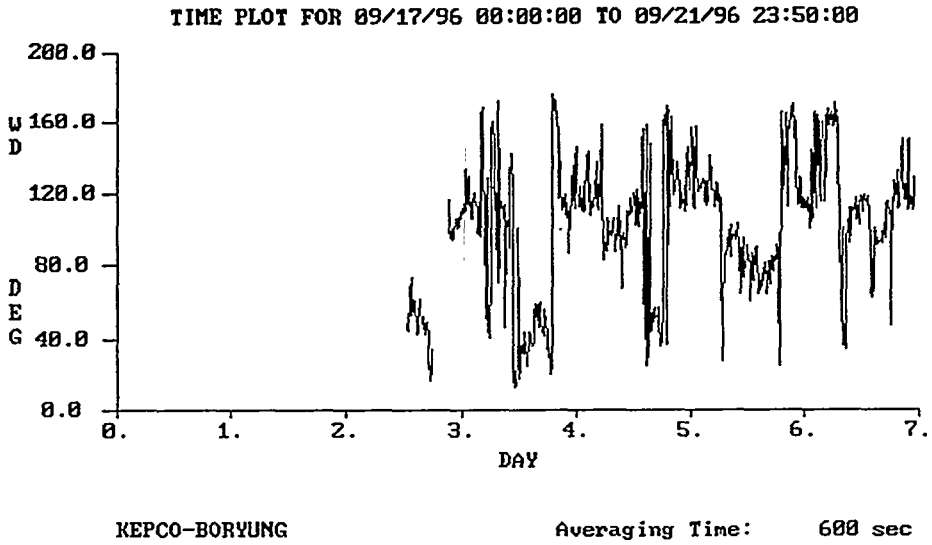
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

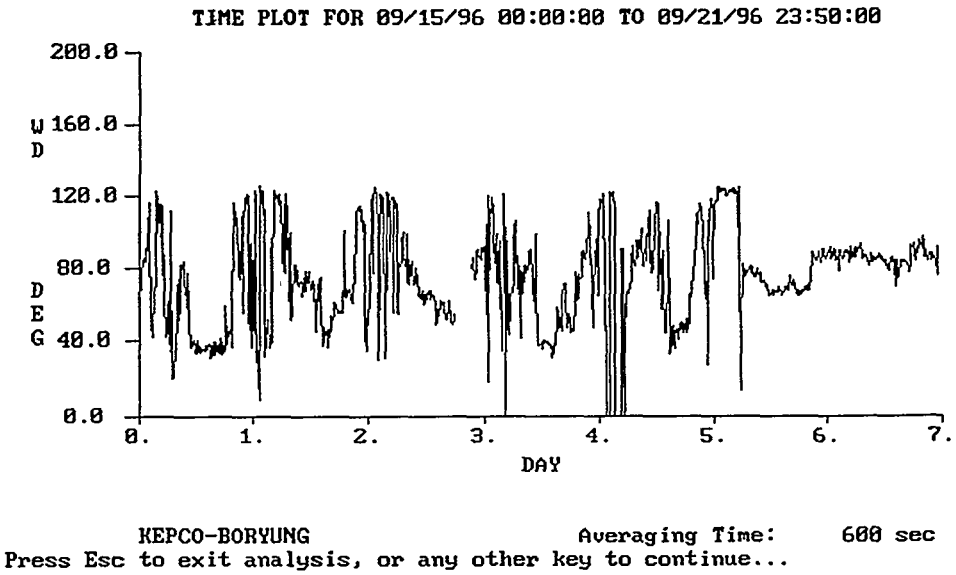


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

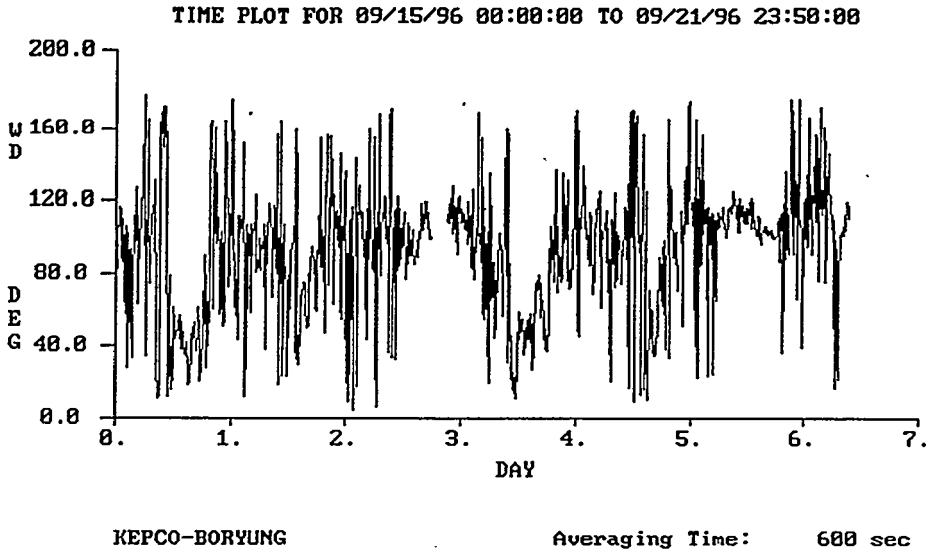
(d) 송학리


TIME PLOT FOR 09/17/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD
DEG
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

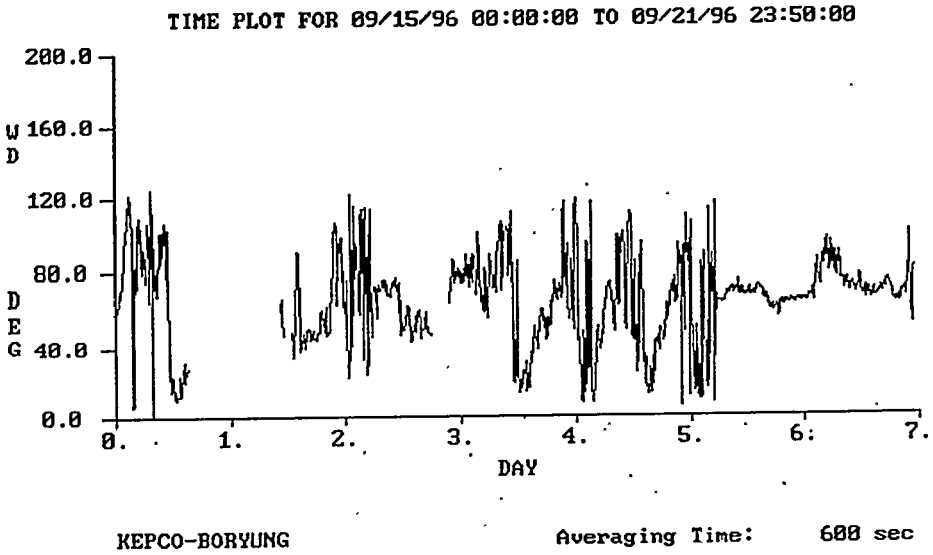
(e) 궁촌동


TIME PLOT FOR 09/15/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
WD
DEG
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(f) 신흥동

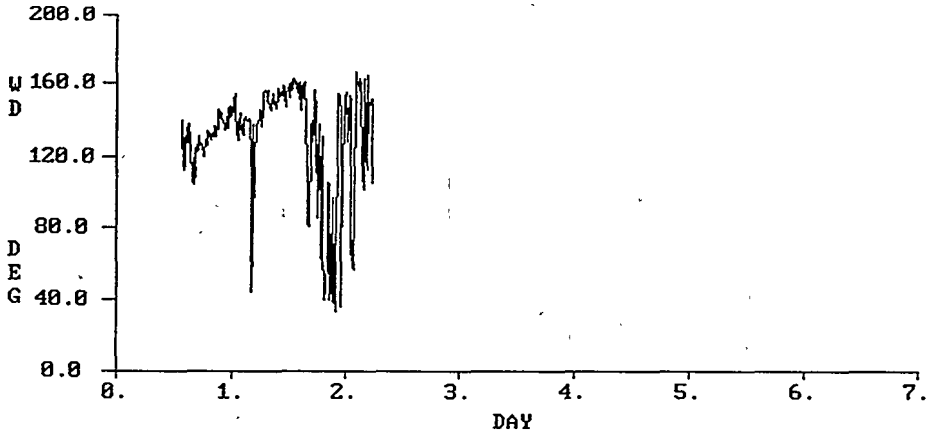


(g) 낙동리



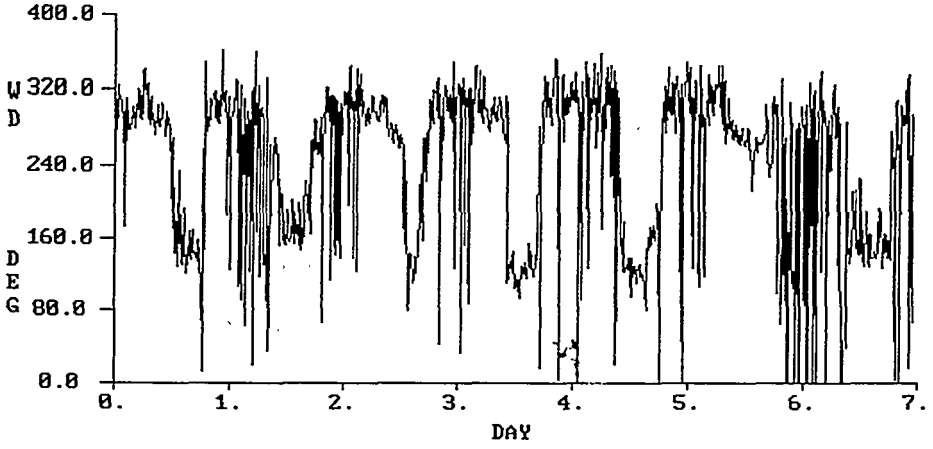
(h) 원산도

그림 7-3. 9월 중 각 측정소에서 관측된 풍향의 일변화 패턴



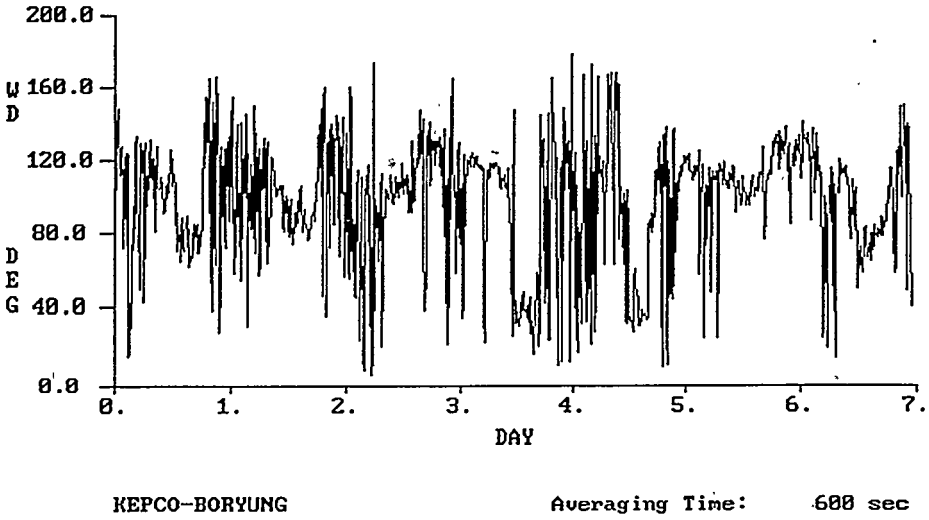
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

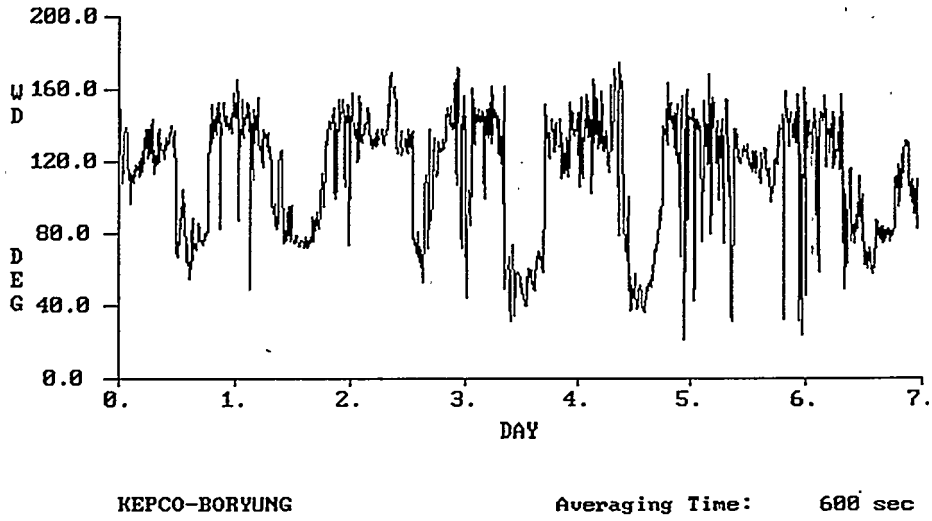


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

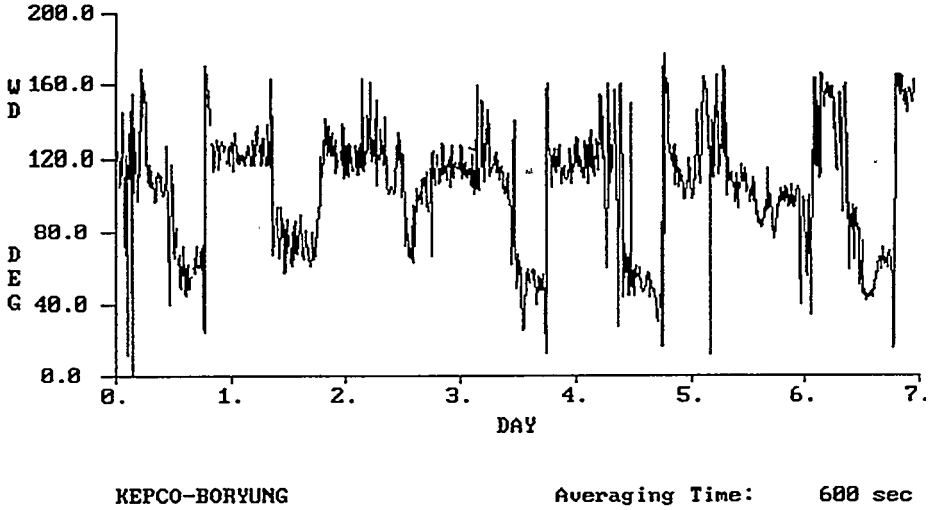
(b) 오포리


200.0
WD 160.0
120.0
80.0
DEG 40.0
0.0
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

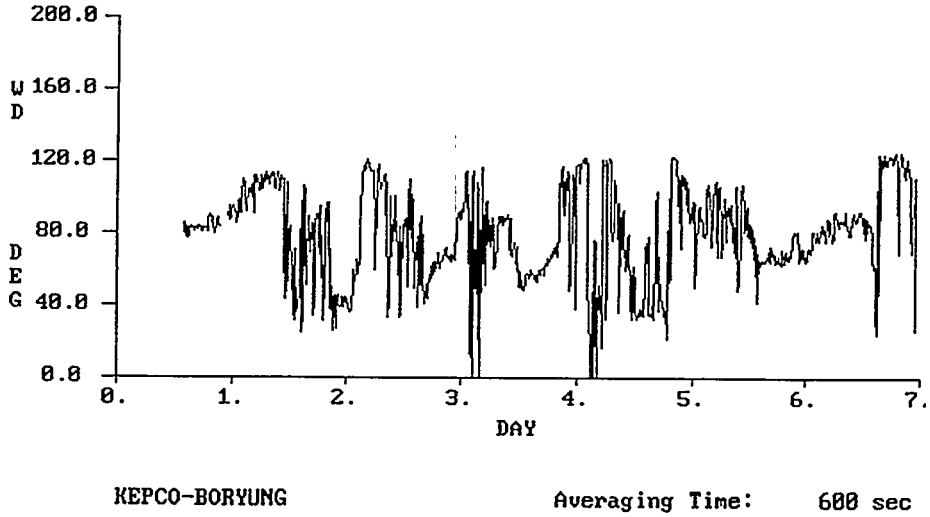
(c) 주교리


200.0
WD 160.0
120.0
80.0
DEG 40.0
0.0
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

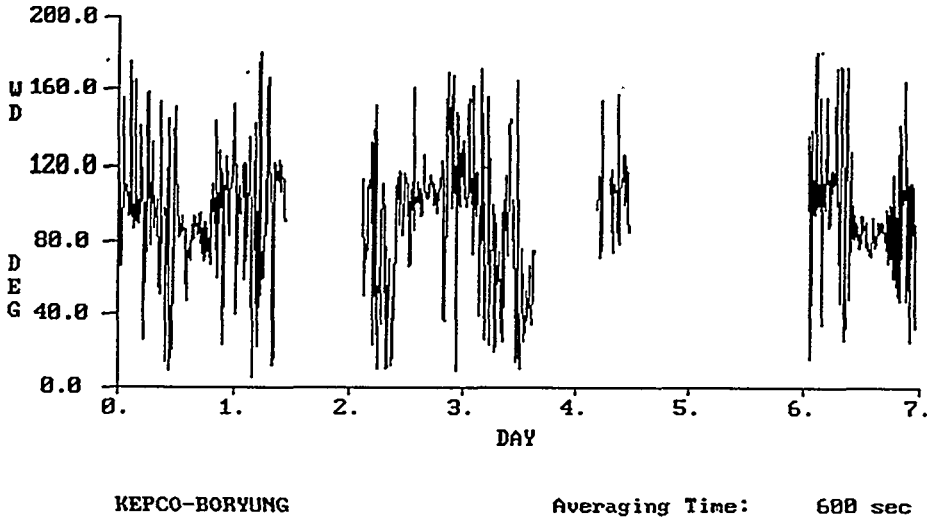
(d) 송학리


200.0
WD 160.0
120.0
80.0
DEG 40.0
0.0
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

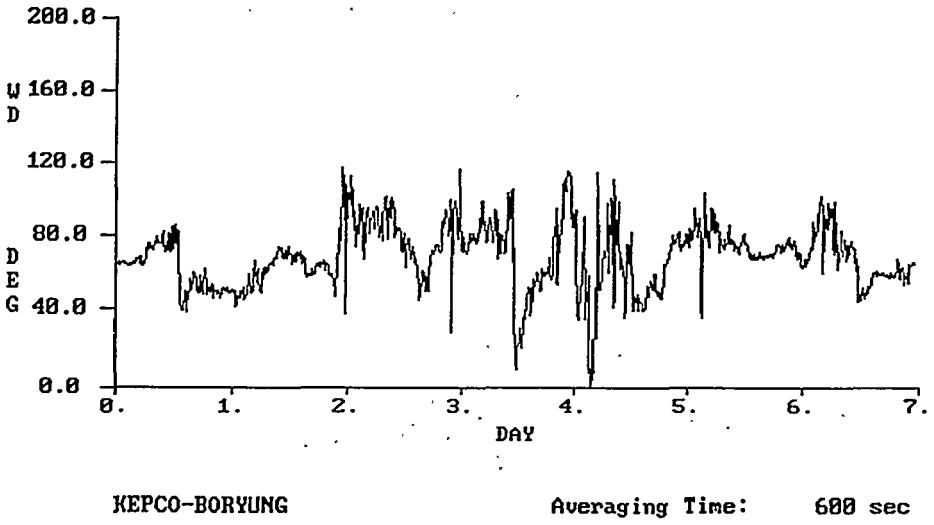
(e) 궁촌동


200.0
WD 160.0
120.0
80.0
DEG 40.0
0.0
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동

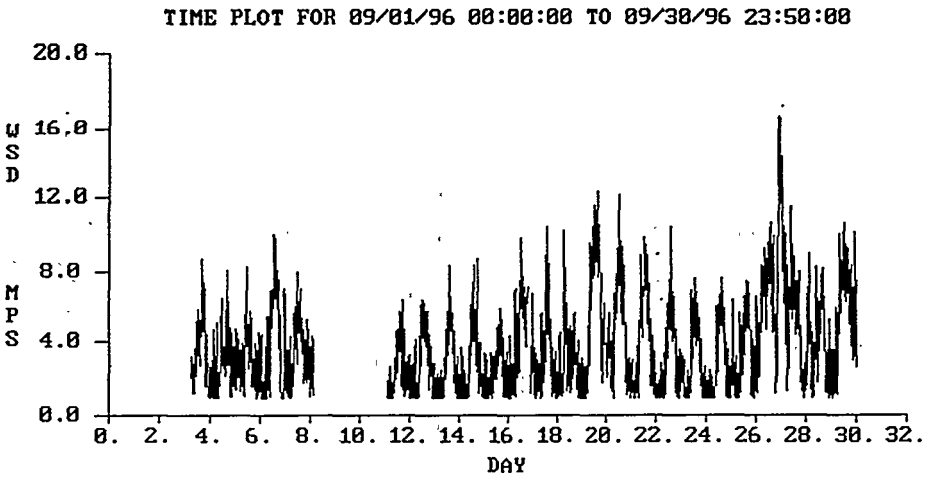


(g) 낙동리



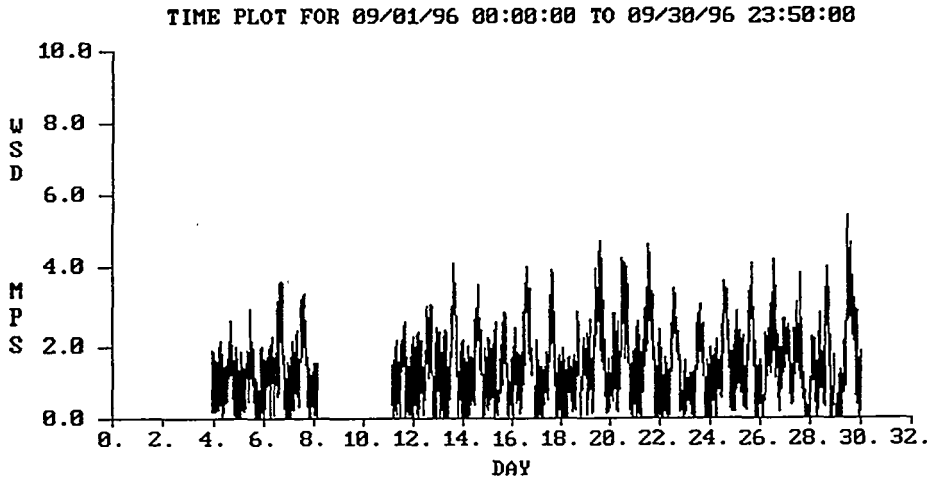
(h) 원산도

그림 7-4. 10월 중 각 측정소에서 관측된 풍향의 일변화 패턴



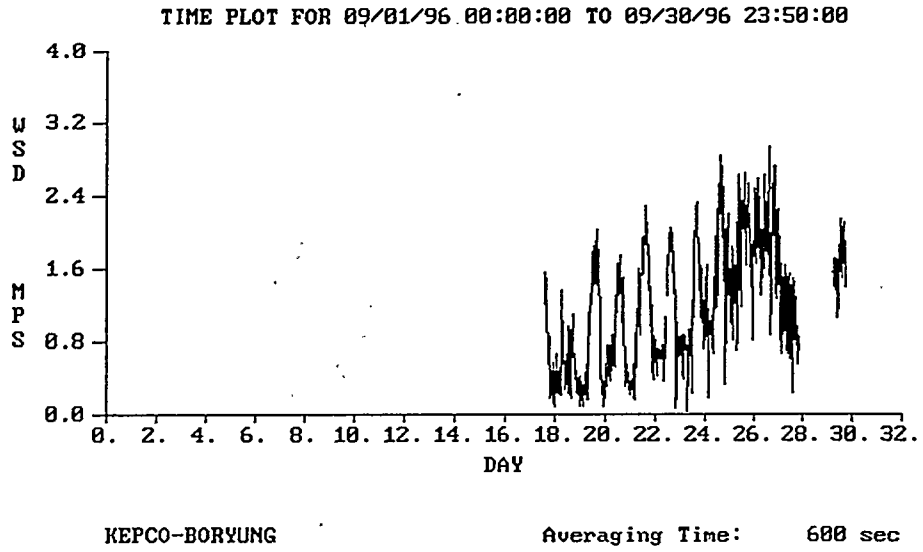
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

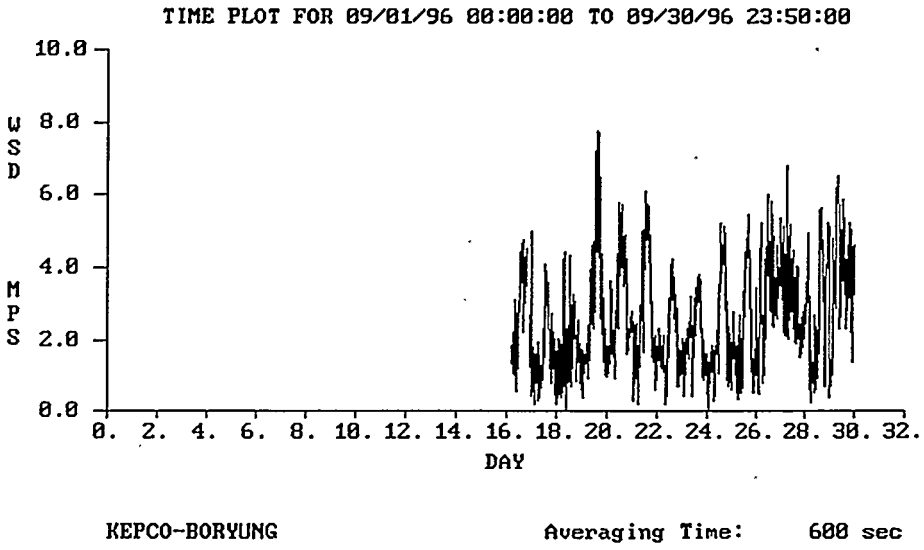


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

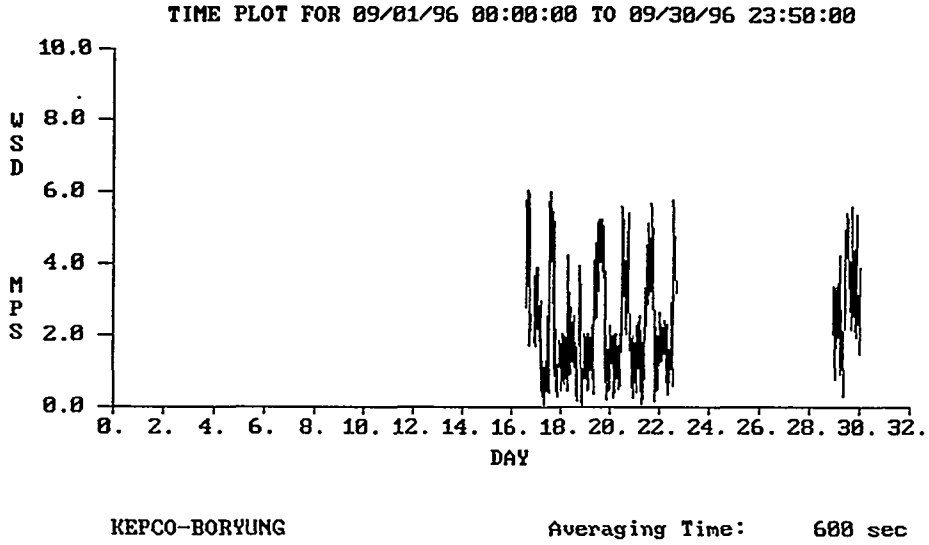
(b) 오포리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
WSD MPS
4.0
3.2
2.4
1.6
0.8
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

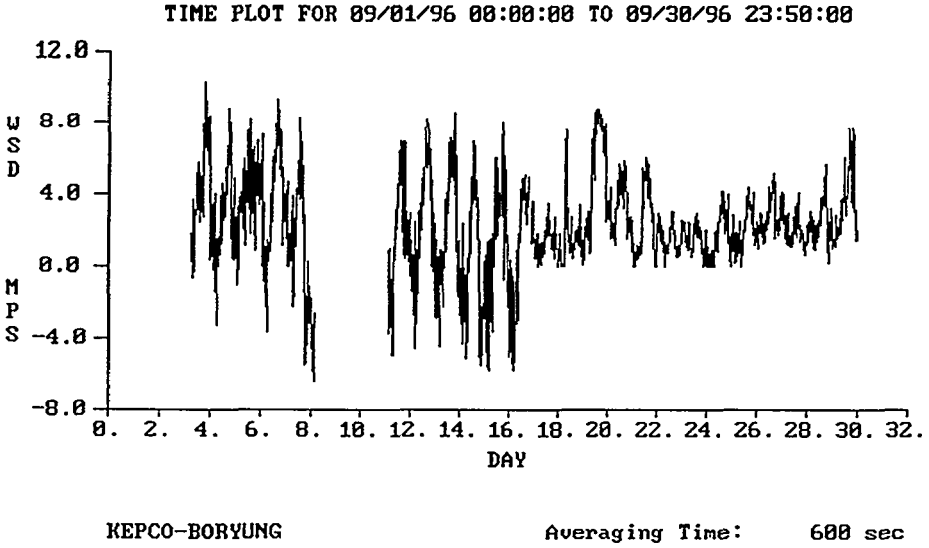
(c) 주교리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
WSD MPS
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

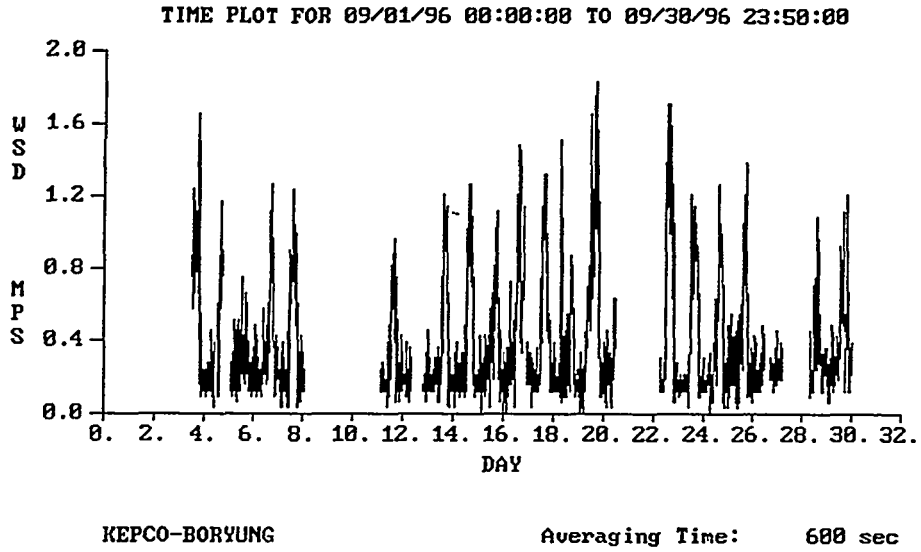
(d) 송학리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
WSD MPS
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

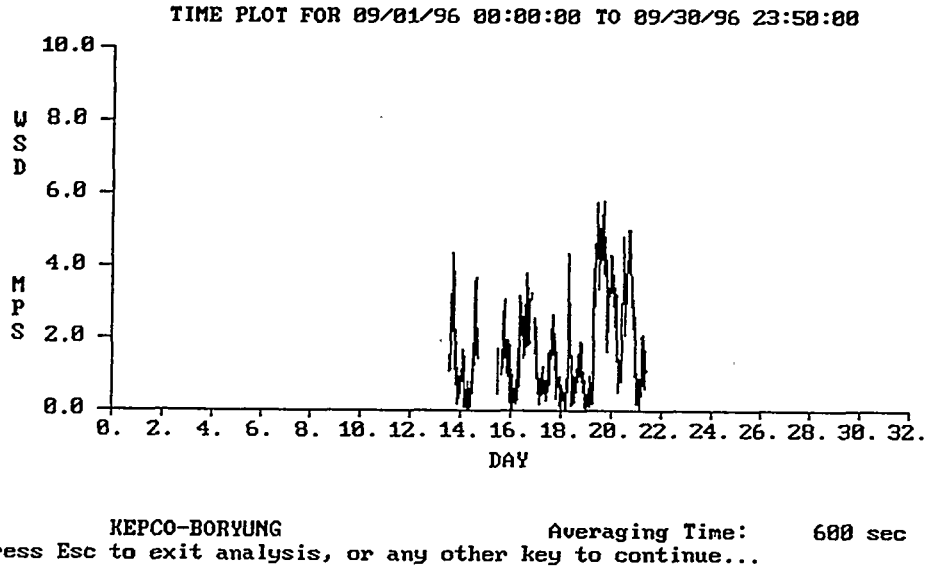
(e) 궁촌동


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
WSD MPS
12.0
8.0
4.0
0.0
-4.0
-8.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동

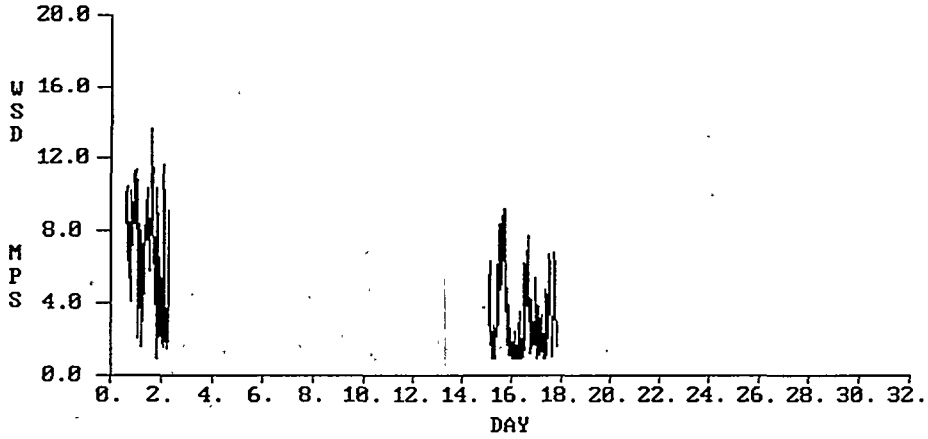


(g) 낙동리



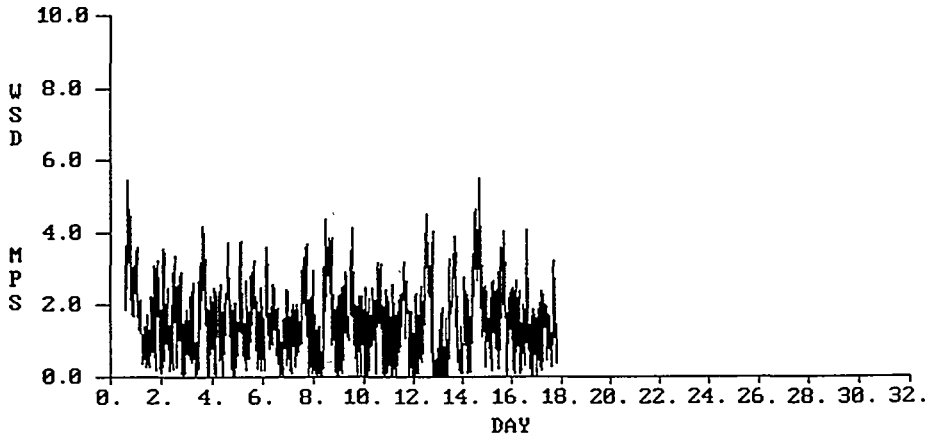
(h) 원산도

그림 7-5. 9월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍속 변동



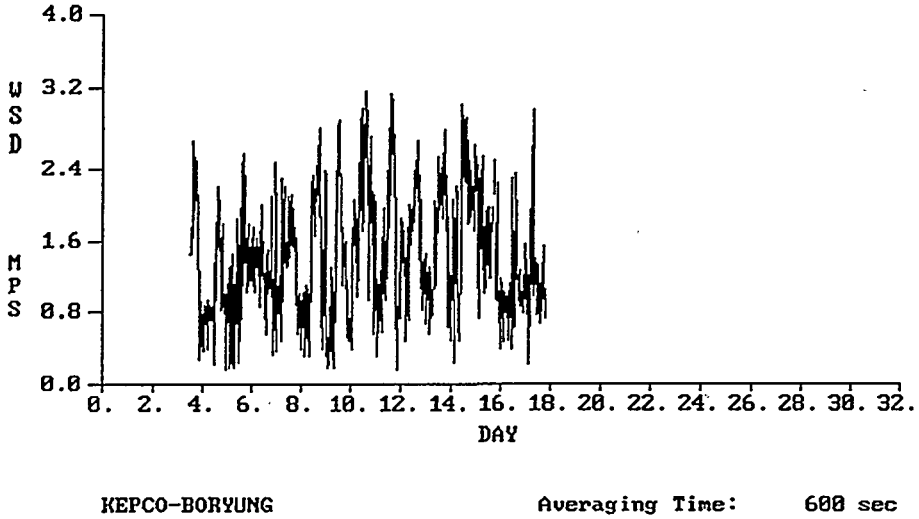
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

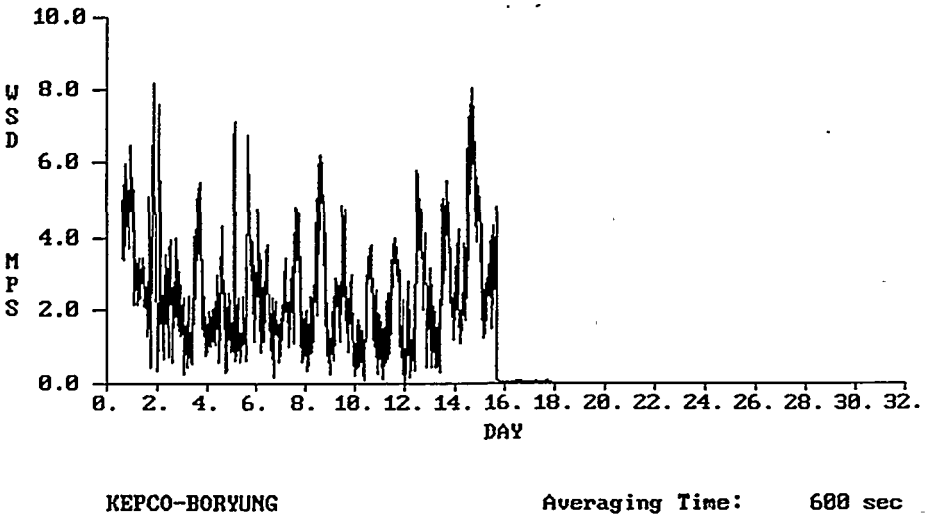


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

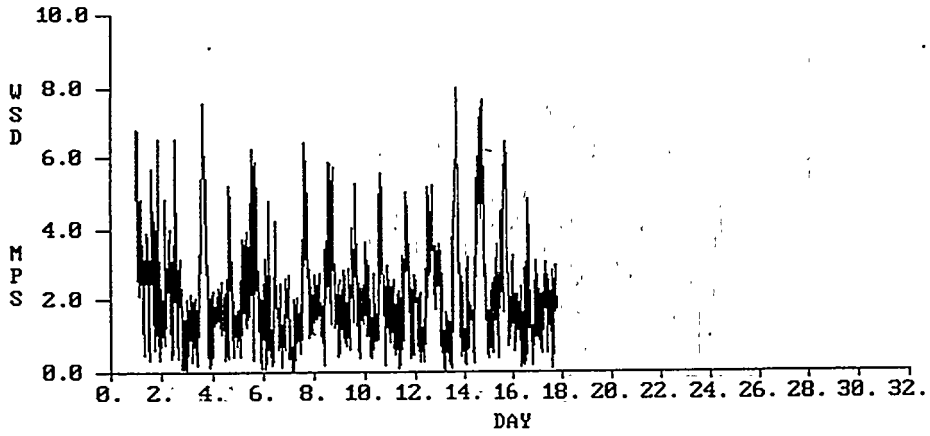
(b) 오포리


4.0
3.2
2.4
1.6
0.8
0.0
WSD
MPS
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(c) 주교리

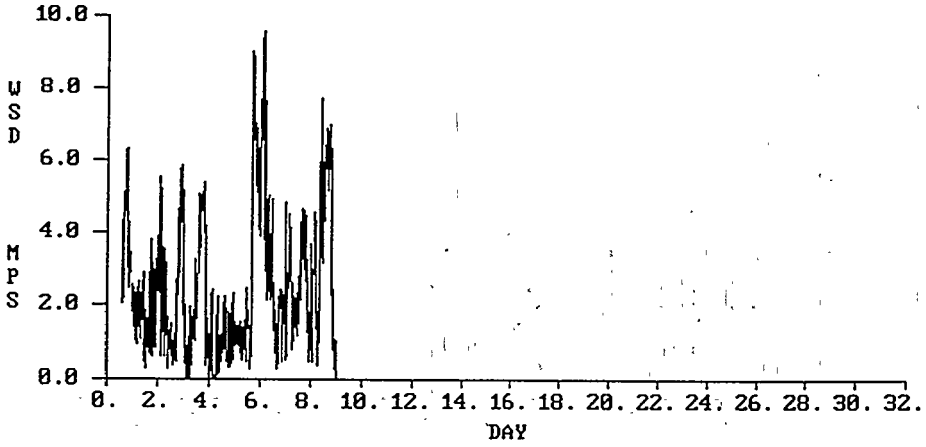

10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
WSD
MPS
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(d) 송학리



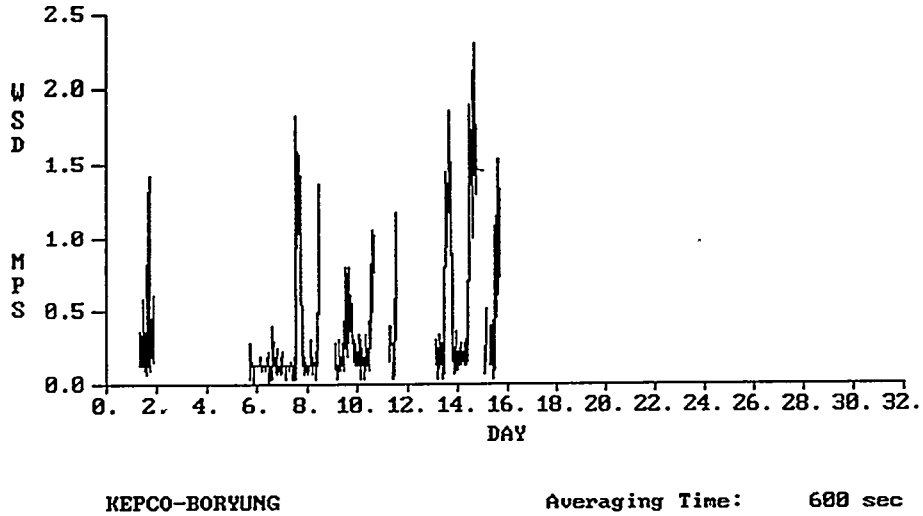
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

(e) 궁촌동

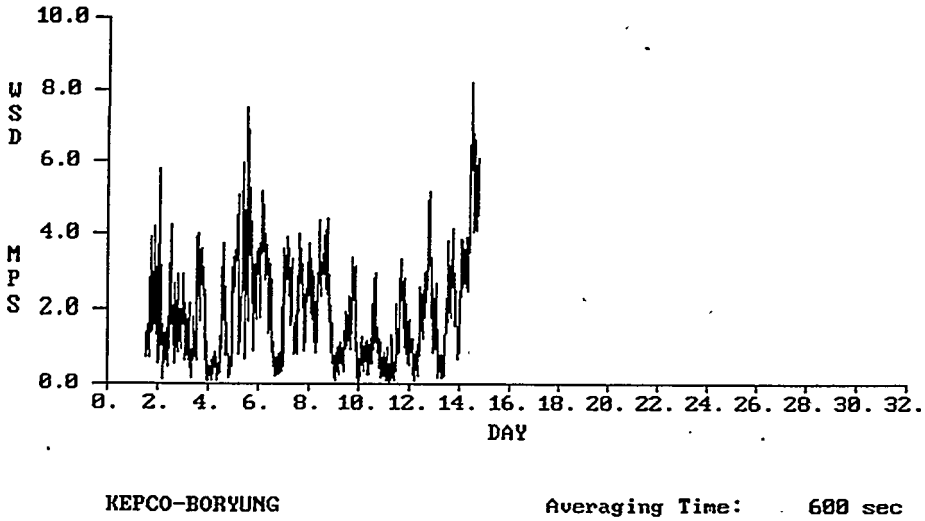


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(f) 신흑동

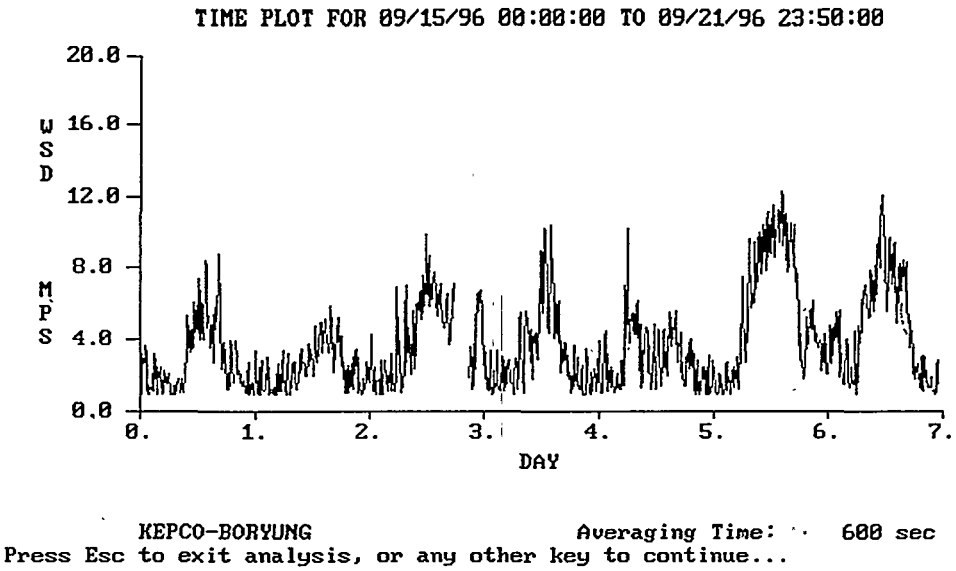


(g) 낙동리

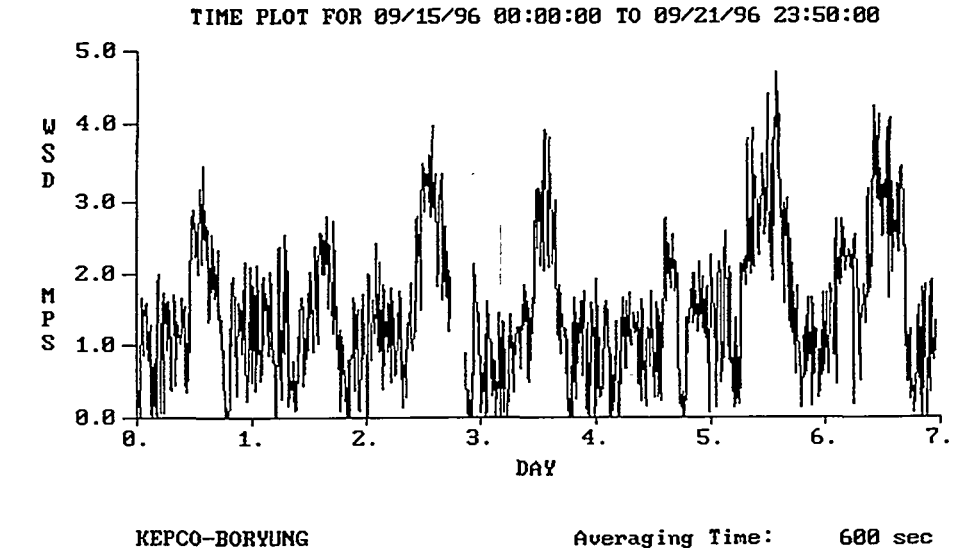


(h) 원산도

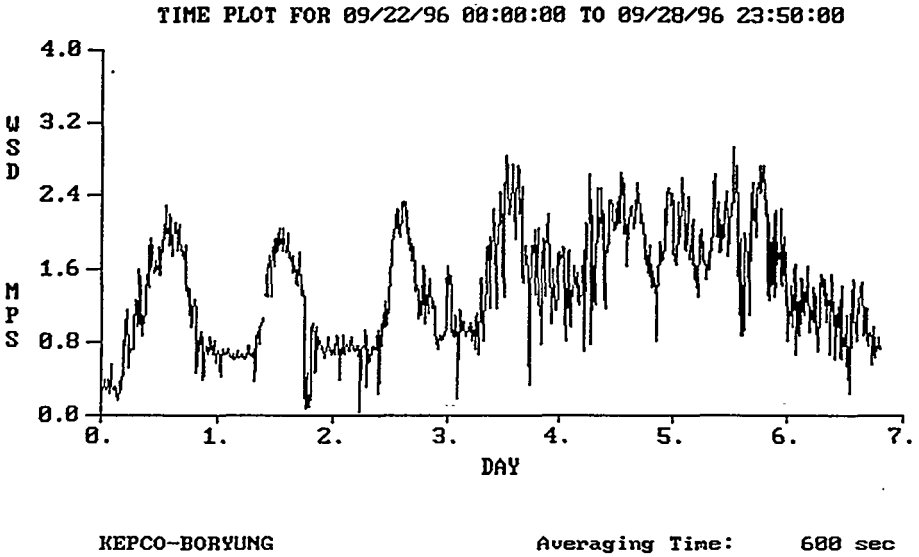
그림 7-6. 10월 중 각 측정소에서 관측된 시간에 따른 풍속 변동


TIME PLOT FOR 09/15/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
WSD MPS
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

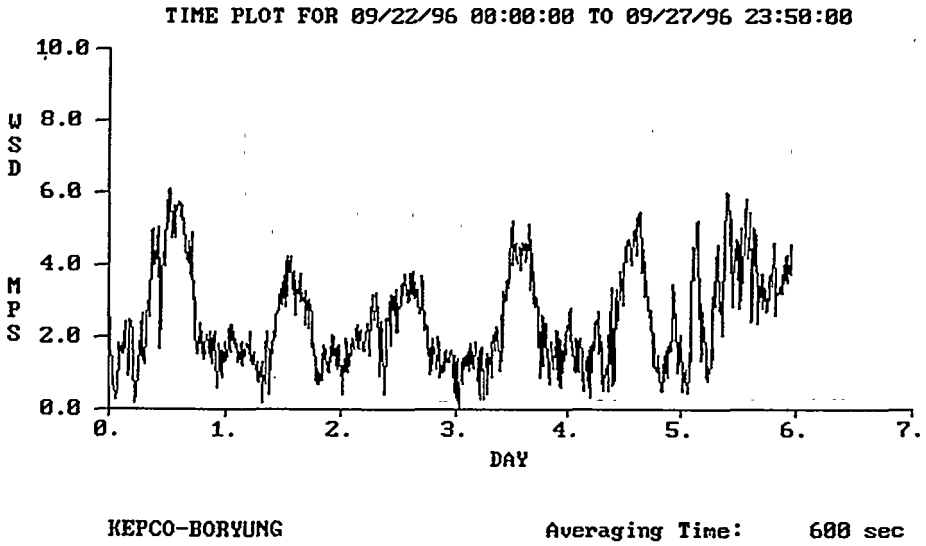
(a) 영보리


TIME PLOT FOR 09/15/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
WSD MPS
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

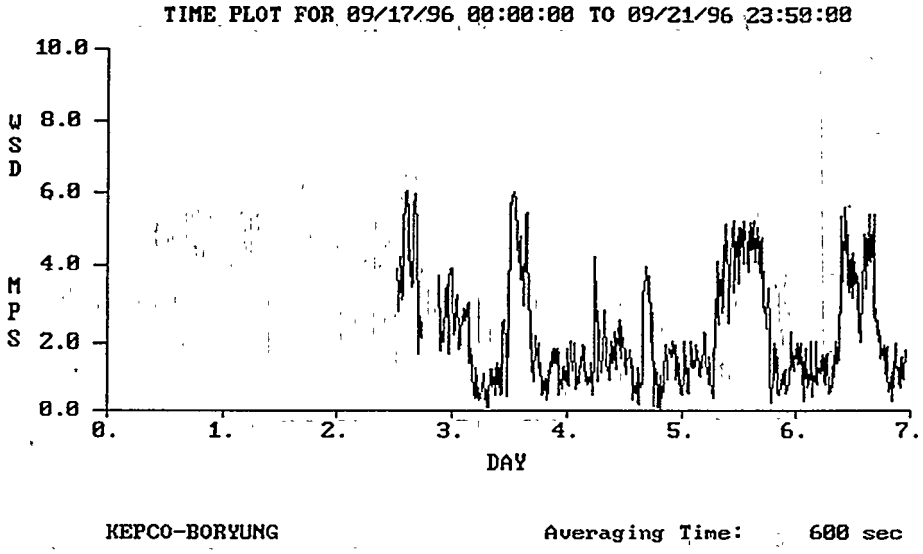
(b) 오포리


TIME PLOT FOR 09/22/96 00:00:00 TO 09/28/96 23:50:00
WSD MPS
4.0
3.2
2.4
1.6
0.8
0.0
0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

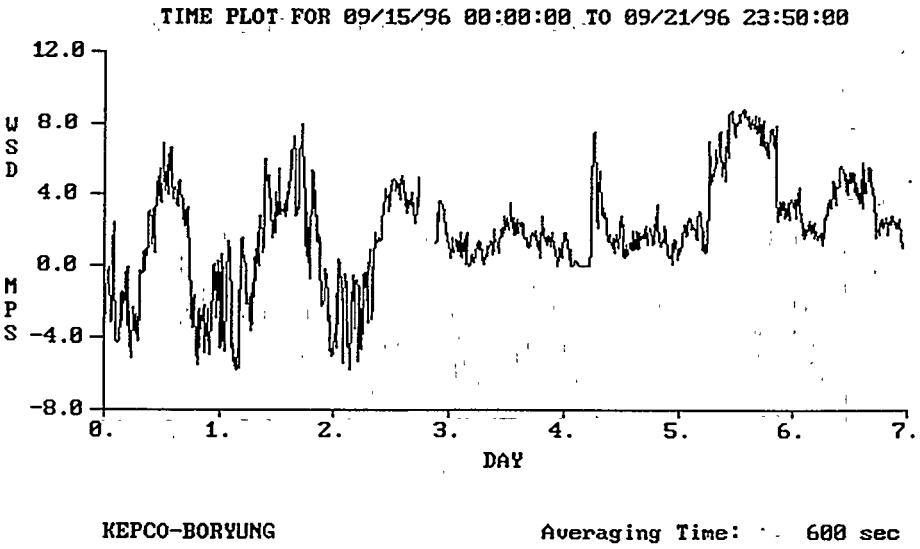
(c) 주교리


TIME PLOT FOR 09/22/96 00:00:00 TO 09/27/96 23:50:00
WSD MPS
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

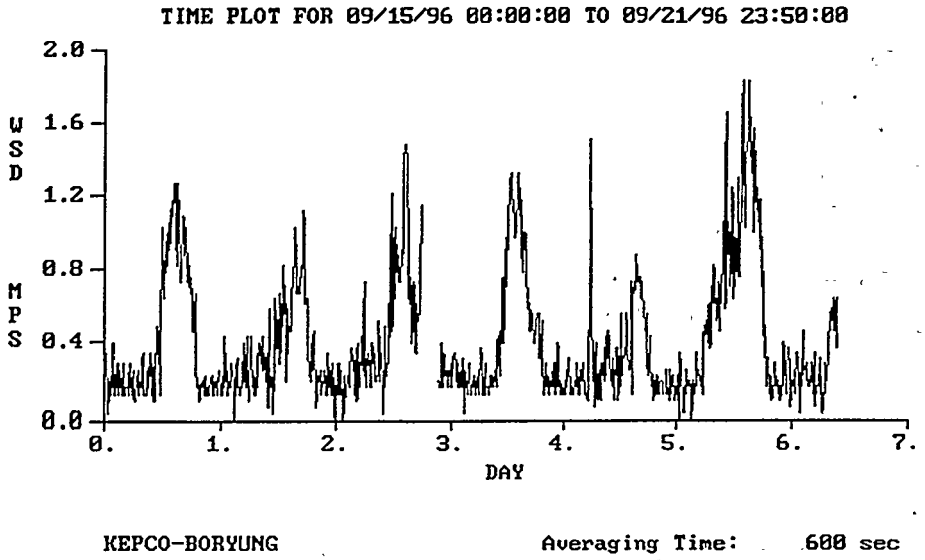
(d) 송학리


TIME PLOT FOR 09/17/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

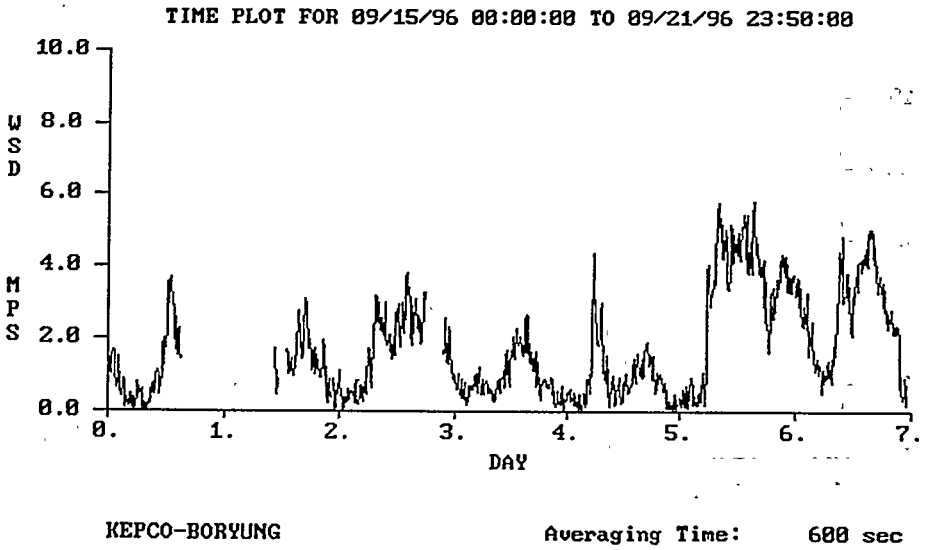
(e) 궁촌동


TIME PLOT FOR 09/15/96 00:00:00 TO 09/21/96 23:50:00
12.0
8.0
4.0
0.0
-4.0
-8.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동

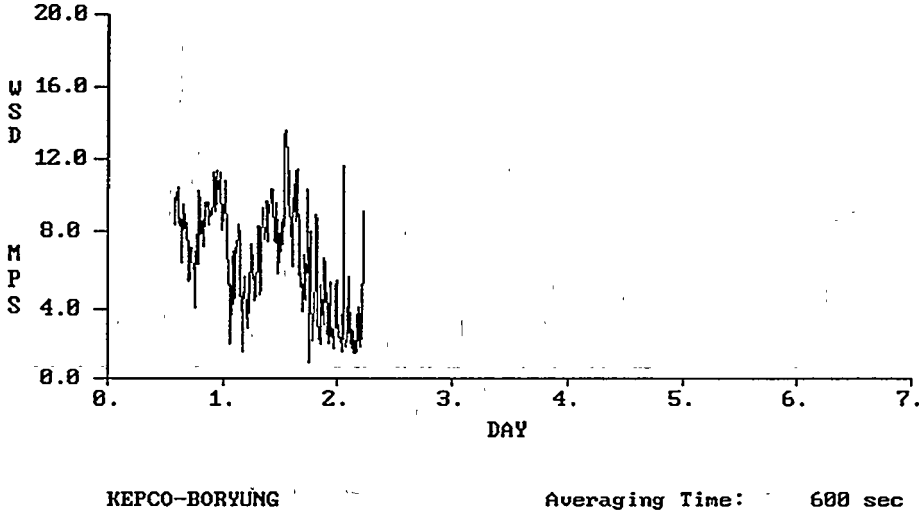


(g) 낙동리

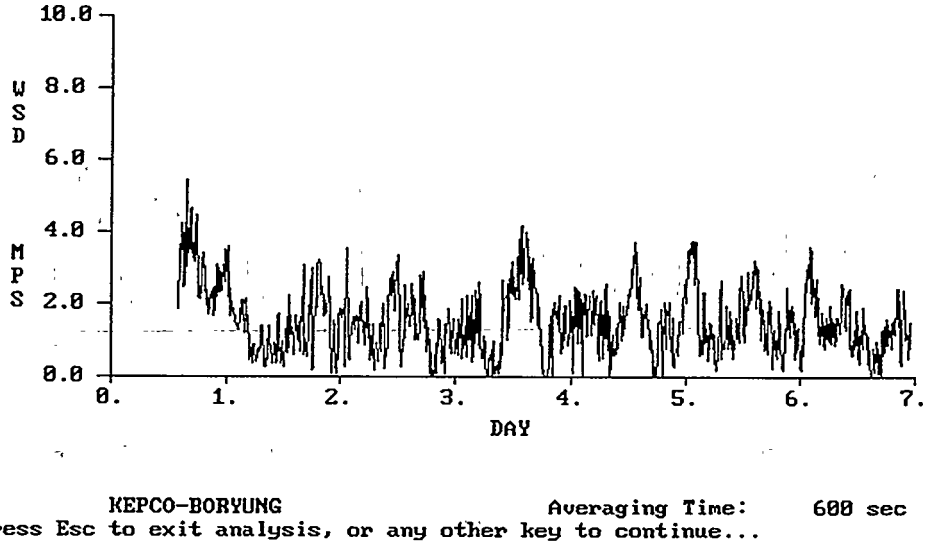


(h) 원산도

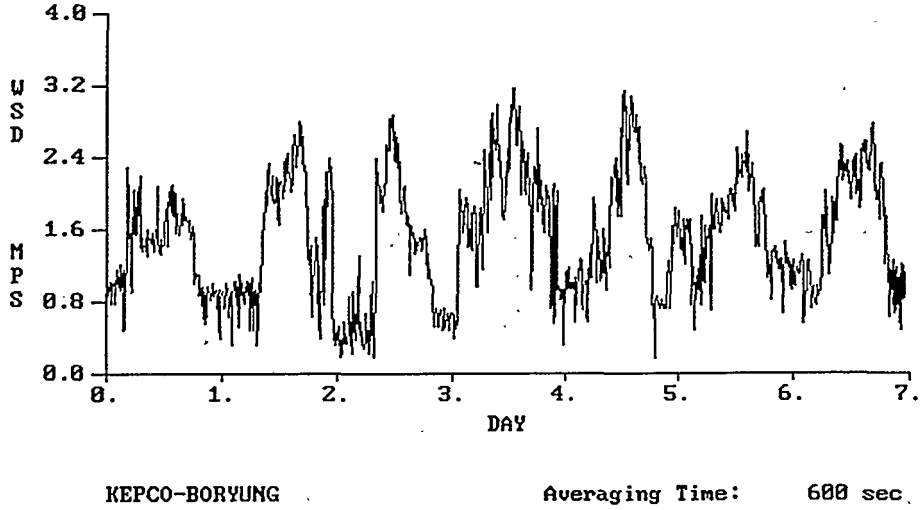
그림 7-7. 9월 중 각 측정소에서 관측된 풍속의 일변화 패턴


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

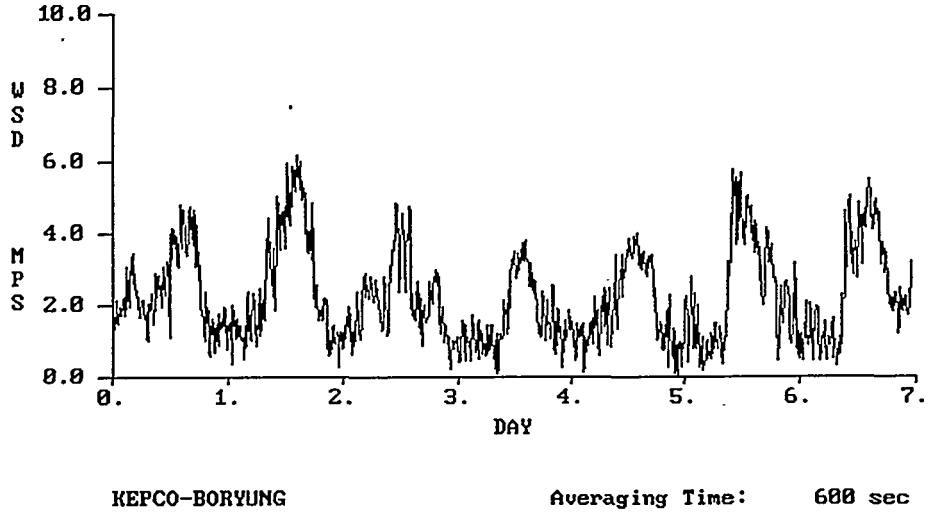
(a) 영보리


10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

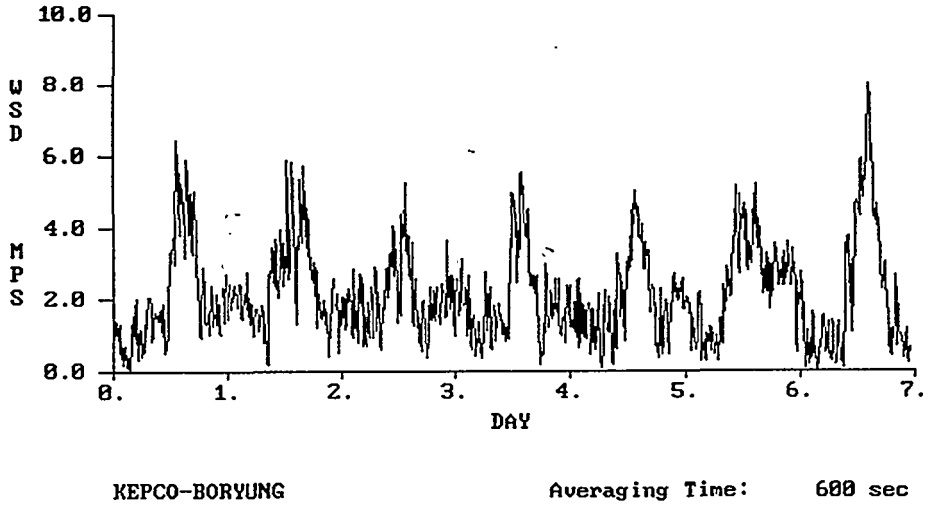
(b) 오포리


4.0
3.2
2.4
1.6
0.8
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

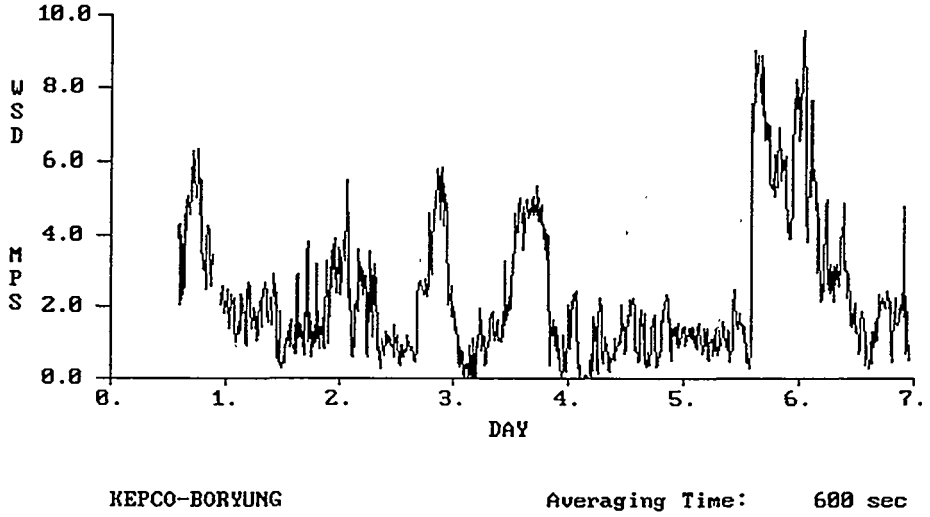
(c) 주교리


10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

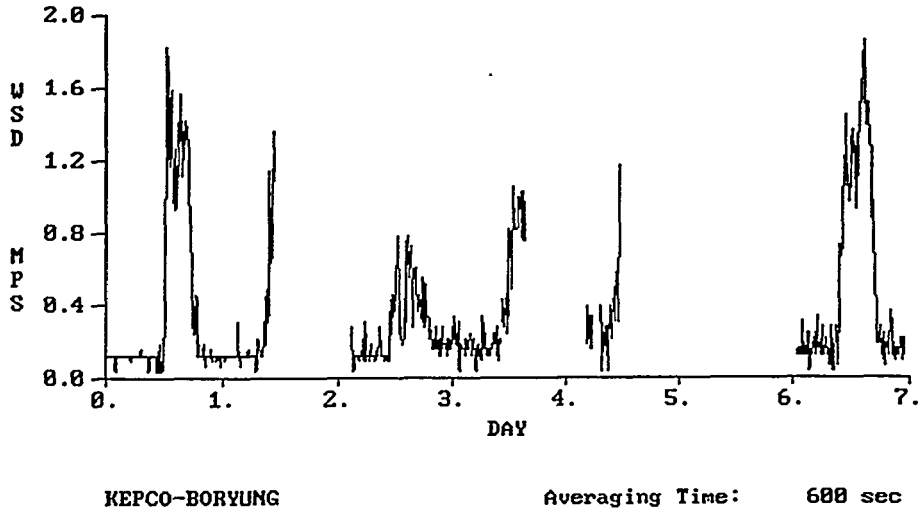
(d) 송학리


10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

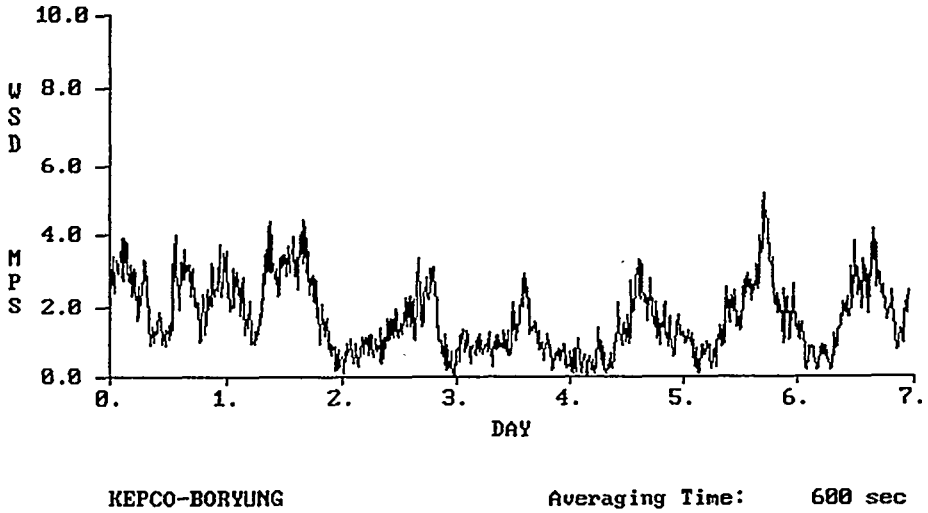
(e) 궁촌동


10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
WSD
MPS
0.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동

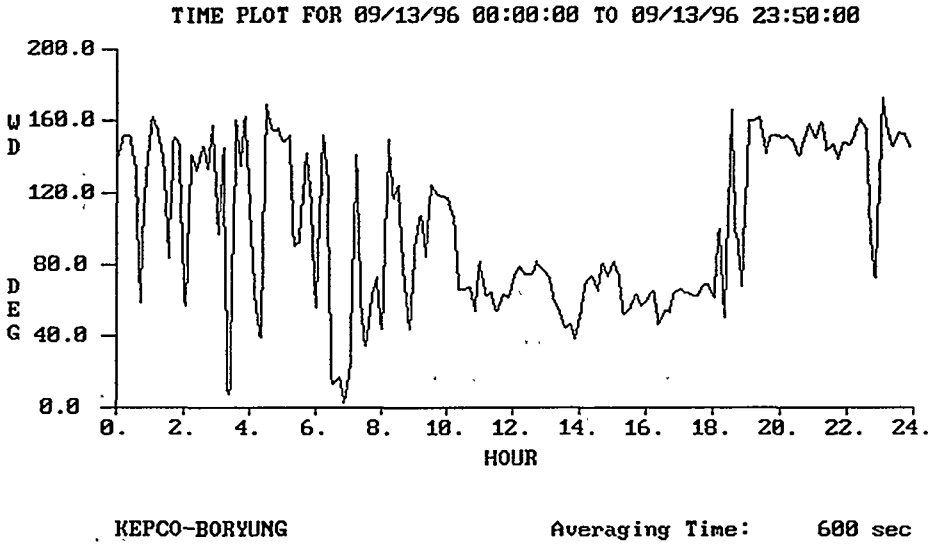


(g) 낙동리

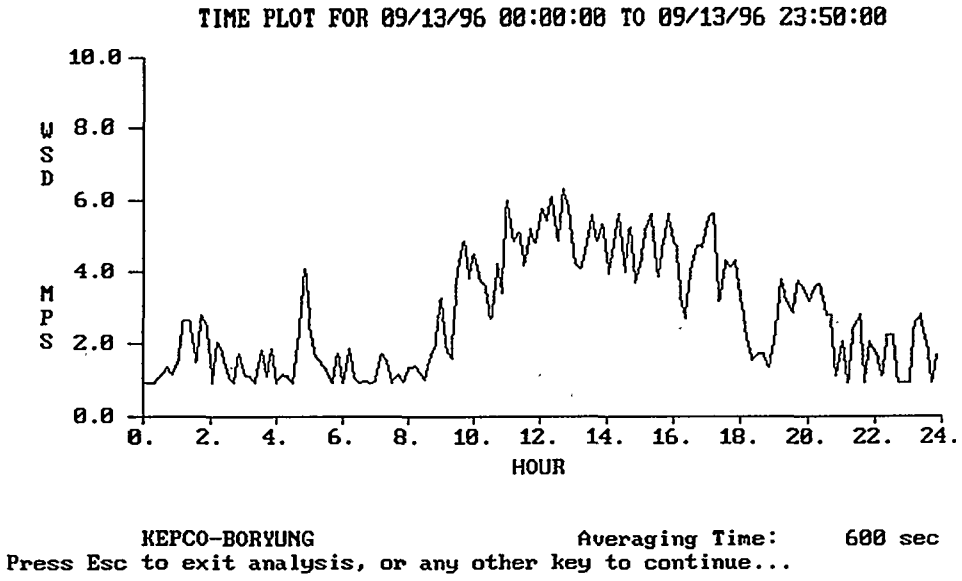


(h) 원산도

그림 7-8. 10월 중 각 측정소에서 관측된 풍속의 일변화 패턴



(a) 풍향



(b) 풍속

그림 7-9. 영보리 측정소에서 9월 13일 관측된 풍향 및 풍속의 시간별 변화추이

한편 풍속의 최대값은 영보리 측정소의 9월 관측치 17 m/sec에서 낙동리 측정소의 9월 및 10월 관측치 2m/sec까지 넓게 분포한다. 또 측정소가 협곡, 만 및 능선과 같은 복잡 지형 중에 위치한 영보리, 송학리, 궁촌동 및 신흑동 측정소에서 평균값보다 높은 풍속이 관측된 반면 측정소 전방으로 개활지가 넓게 펼쳐져 있고 측정소 바로 후면에 얕은 언덕이 있는 낙동리 측정소에서 최소 풍속이 관측되었다. 그림 7-3 및 7-4에 나타낸 풍향의 일 변동 패턴이 그림 7-5 및 7-6에 나타낸 풍속의 시간 변화 그림에서도 나타나는 것으로 판단되어 이를 확인할 목적으로 그림 7-3 및 7-4를 작성한 방법과 동일한 방법을 사용하여 일주일간의 풍속 변화를 그림 7-7 및 7-8에 나타내었다.

대부분의 측정소에서 관측된 풍속자료의 일변화 패턴은 야간에 풍속이 낮아졌다가 오전을 거치면서 증가하며 정오를 전후하여 최대풍속을 나타내는 일변화 특성을 나타내고 있다. 한편 오포리 측정소의 일간 풍속 변동은 다른 측정소에서 관측된 것만큼 뚜렷한 일간 변동 패턴을 보이지 않고 있다. 이 풍향 및 풍속 자료의 일간 변동 패턴을 확인하기 위해 '96년 9월 13일 하루동안 영보리 측정소에서 관측한 풍향 및 풍속 자료를 그림 7-9에 나타내었다. 풍속의 일간 변동은 정오에서 오후 5시에 걸쳐 최대가 되며 아침 저녁 및 밤으로 낮은 값을 나타냄을 볼 수 있고 풍향 변동량은 풍속이 커지는 시간에선 작아지고 풍속이 낮아지는 아침 저녁 및 밤의 시간에는 커짐을 볼 수 있다. 이들 기상자료를 근거로 작성한 각 측정소에 대한 9월 및 10월의 풍배도는 그림 7-10 및 그림 7-11과 같다.

풍배도 작성을 위한 풍향의 분류기준 및 풍속의 등급 기준은 표 7-5 및 표 7-6과 같다.

표 7-5. 풍속 등급 분류 기준

등급	풍속범위 (m/sec)
1	≤1.80
2	1.81 - 3.34
3	3.35 - 5.40
4	5.41 - 8.49
5	8.50 - 11.06
6	≥11.07

표 7-6. 풍향의 분류기준

방위	각도 (°)
N	349-11
NNE	12-33
NE	34-56
ENE	576-78
E	79-101
ESE	102-123
SE	124-146
SSE	147-168
S	169-191
SSW	192-213
SW	214-236
WSW	237-258
W	259-281
WNW	282-304
NW	305-326
NNW	327-348

그림 7-10 및 7-11에 나타낸 풍배도로부터 전술한 바와 마찬가지로 보령지역의 대부분 측정소에서 9월 및 10월 동안 동풍, 남동풍 및 북동풍 계열의 바람이 우세함을 확인할 수 있고 정온으로 표시된 풍속 1.8m이하의 바람이 동기간 중 약 49% 정도 차지하고 있음을 알 수 있다. 오포리 측정소를 제외한 나머지 측정소들에서는 동풍계열의 바람만이 나타나고 있음을 보여주는데 비해 오포리 측정소는 9월 및 10월에 걸쳐 북서 및 남동풍 계열의 바람이 대칭적으로 주풍으로 나타나고 있음을 보여주고 있다. 풍향, 풍속의 바람에 관련된 기상자료외에 송학리 및 궁촌동 측정소에서 측정되는 습도, 기압, 일사량 및 기온 측정자료의 9월 및 10월 측정값을 표 7-3 및 7-4에 나타내었다.

2. 기상자료에 근거한 안정도 분류

대기오염물질의 확산예측의 정확도는 확산계수의 정확한 평가와 입력자료들의 적합성에 의해 좌우되며 이들 확산계수의 평가는 통상 기상자료를 기본으로 대기 안정도를 평가해서 구하게 된다. 이런 대기안정도 평가 방법은 이용 기상 자료에 따라 표 7-7 및 표 7-8처럼 다르게 정의된다.

표 7-7 Pasquill의 대기 안정도 분류

10m높이에서의 풍속(m/s)	낮			밤	
	태양복사선 강도			저층 운량	
	강*	중	약**	흐림(구름량 ≥ 3/8)	맑음(구름량≤ 3/8)
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

* 태양 복사선 강도 "강"은 한여름 청명한 날에 태양 고도가 60° 이상에 해당하며 일사량이 50cal/㎠ · hr 이상인 경우

** 태양 복사선 강도 "약"은 여름이나 겨울 청명한 날에 태양고도가 15-35° 일 때에 해당하며 일사량이 24cal/㎠ · hr 이하인 경우

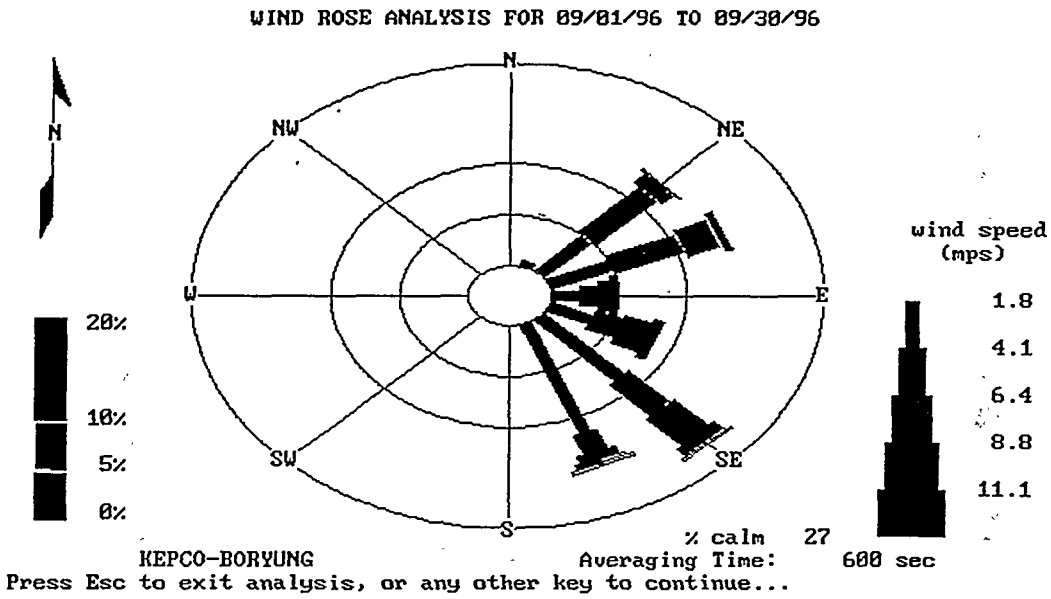
표 7-8 수평방향의 풍향의 표준편차 및 온도구배에 따른 안정도 구분

분 류	Pasquill의 안정도 분류	σ_θ (°)	$\Delta T/\Delta Z$ (℃/100m)
매우 불안정	A ~	25.0	<-1.9
중정도 불안정	B	20.0	-1.9 - -1.7
약간 불안정	C	15.0	-1.7 - -1.5
중립	D	10.0	-1.5 - -0.5
약간 안정	E	5.0	-0.5 - 1.5
중정도 안정	F	2.5	1.5 - 4.0
매우 안정	G	1.7	>4.0

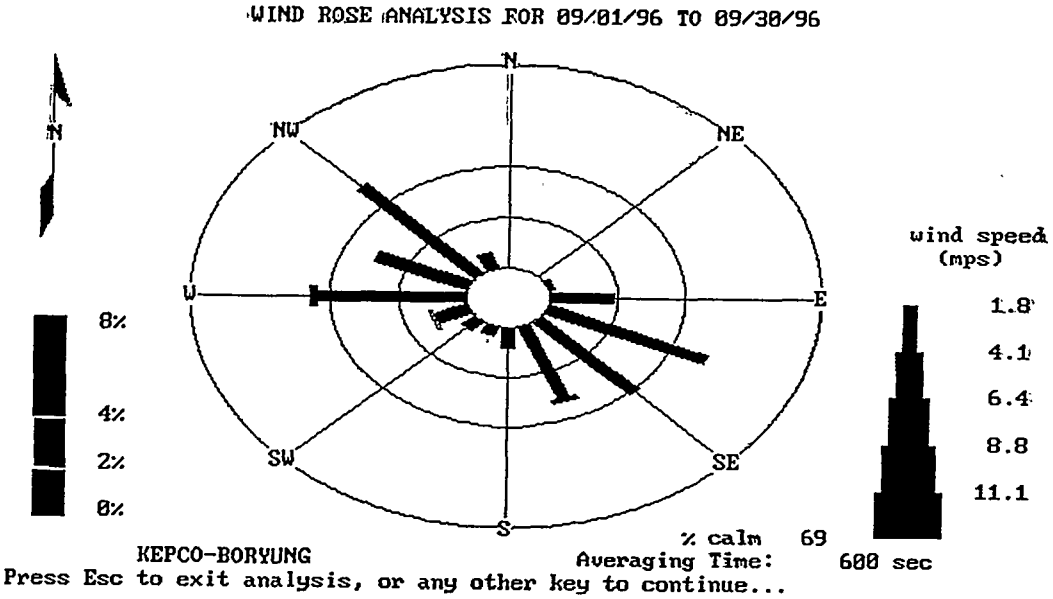
표 7-9에 각 측정소별 안정도 평가 결과를 나타내었다.

표 7-9 각 측정소의 안정도 등급 평가 결과

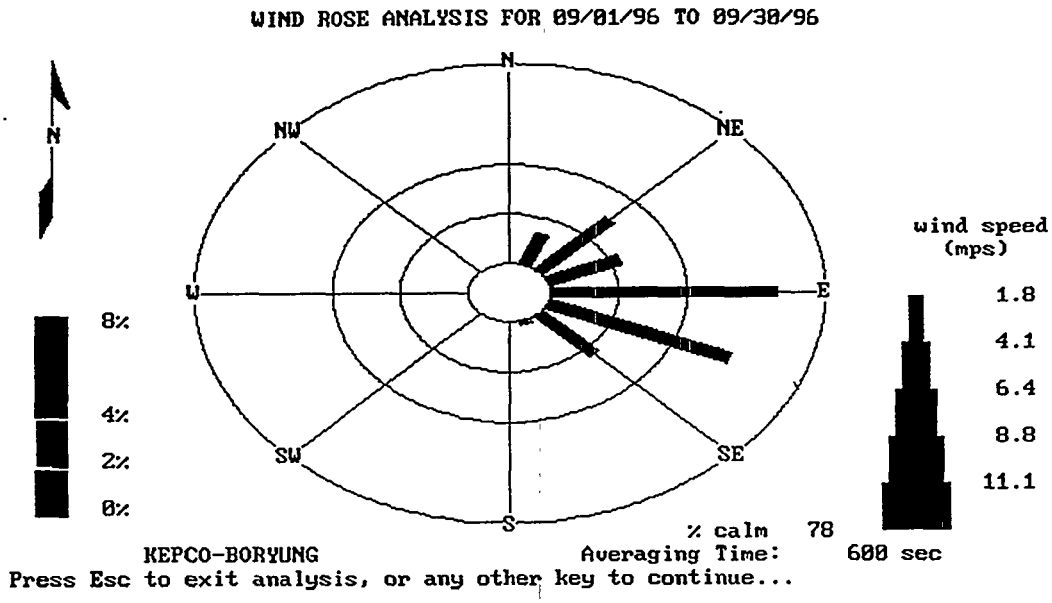
측정소	수평방향 풍향의 표준편차에 의한 평가		풍속 및 일사량 지수에 의한 평가	
	9월	10월	9월	10월
영보리	A	A	B	B
오포리	A	A	A-B	A-B
주교리	A	A	A	A-B
송학리	A	A	B	B
궁촌동	A	A	B	B
신흑동	A	B	A-B	B
낙동리	B	A	A	A
원산도	B	B	A	A


WIND ROSE ANALYSIS FOR 09/01/96 TO 09/30/96
N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 27
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

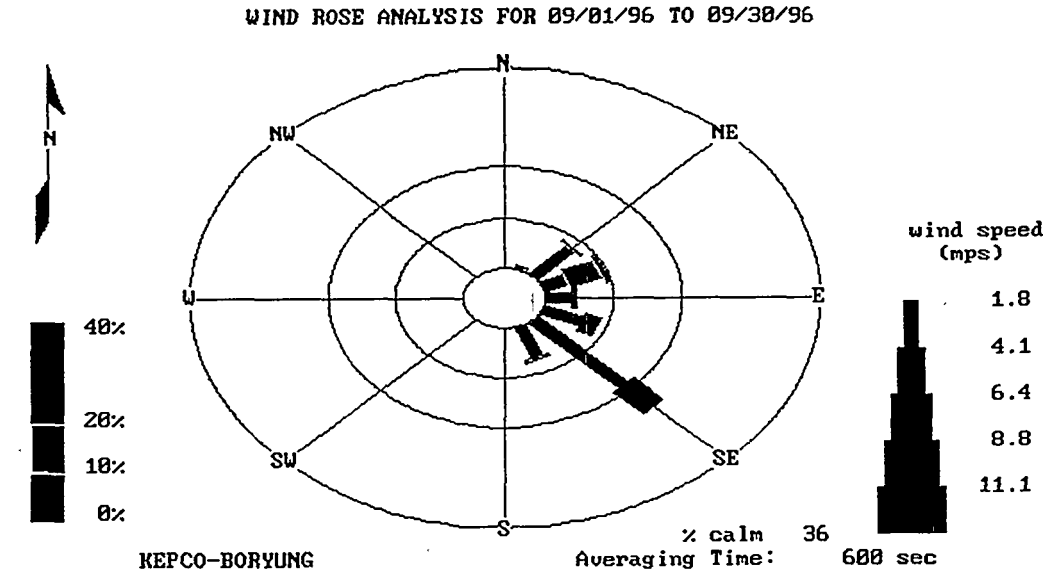
(a) 영보리


WIND ROSE ANALYSIS FOR 09/01/96 TO 09/30/96
N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
8%
4%
2%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 69
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

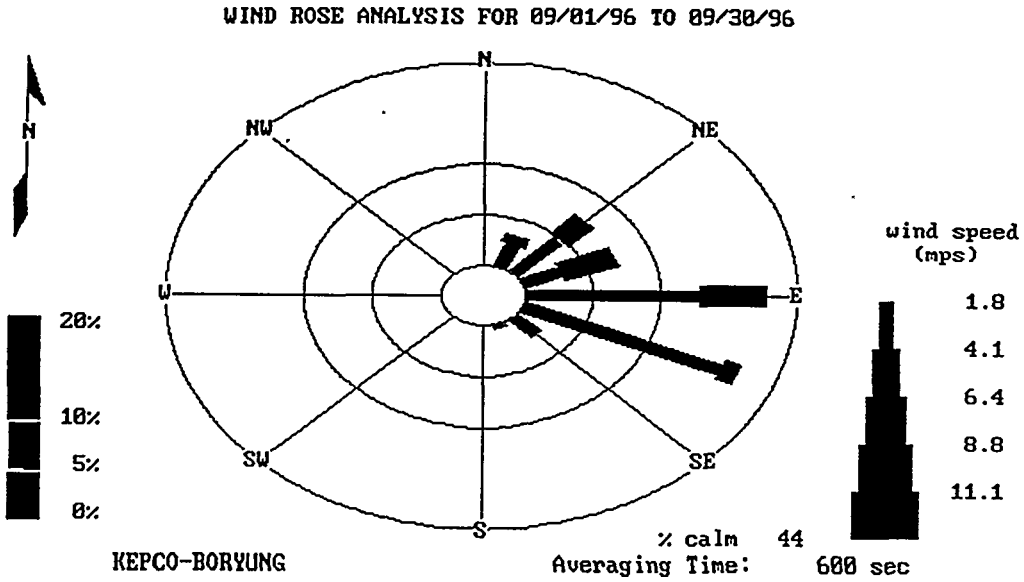
(b) 오포리


WIND ROSE ANALYSIS FOR 09/01/96 TO 09/30/96
N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
8%
4%
2%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 78
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

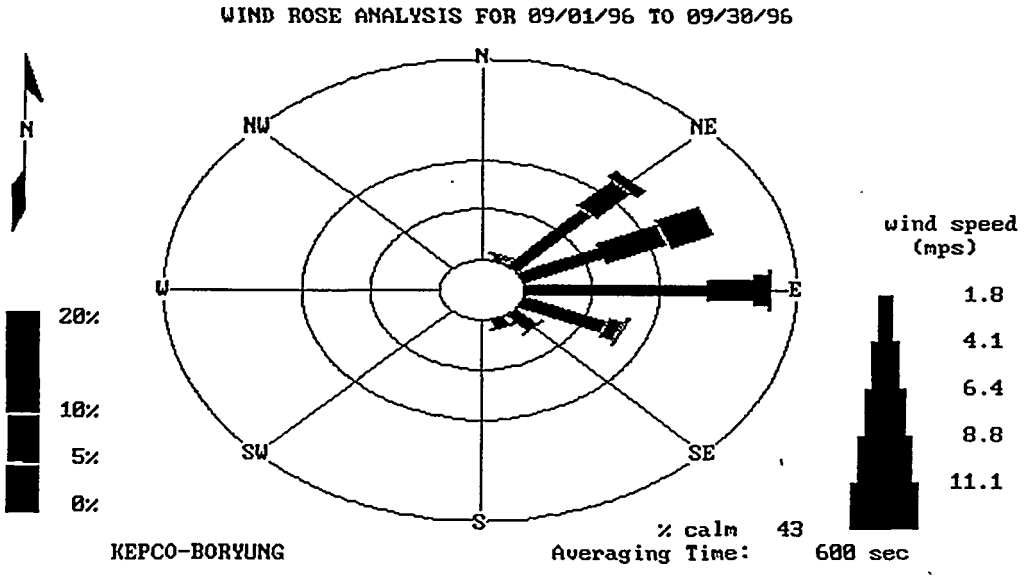
(c) 주교리


WIND ROSE ANALYSIS FOR 09/01/96 TO 09/30/96
N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
40%
20%
10%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 36
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

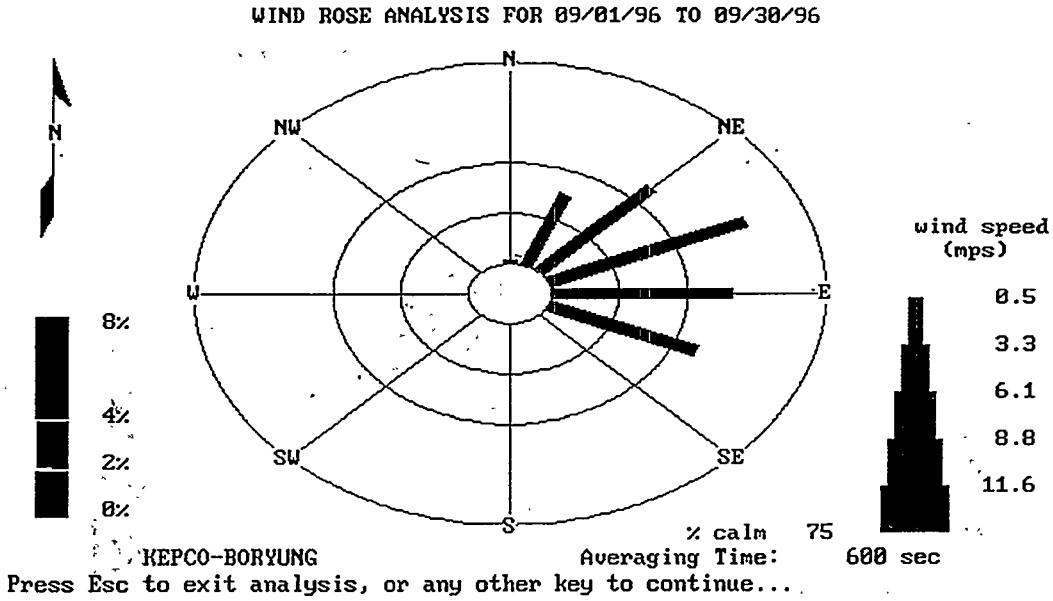
(d) 송학리


WIND ROSE ANALYSIS FOR 09/01/96 TO 09/30/96
N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 44
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

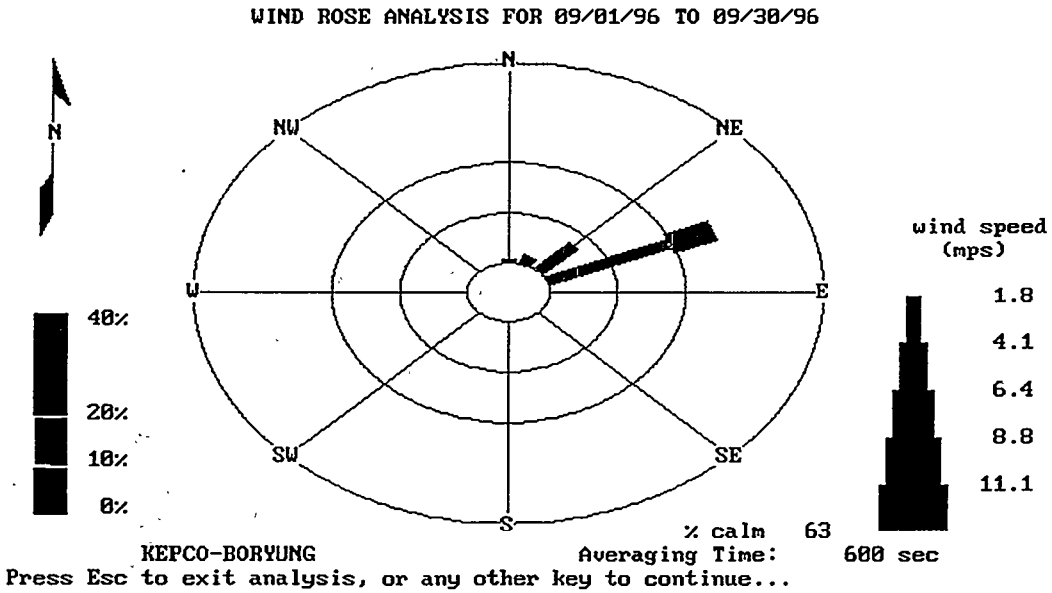
(e) 궁촌동


WIND ROSE ANALYSIS FOR 09/01/96 TO 09/30/96
N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 43
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동

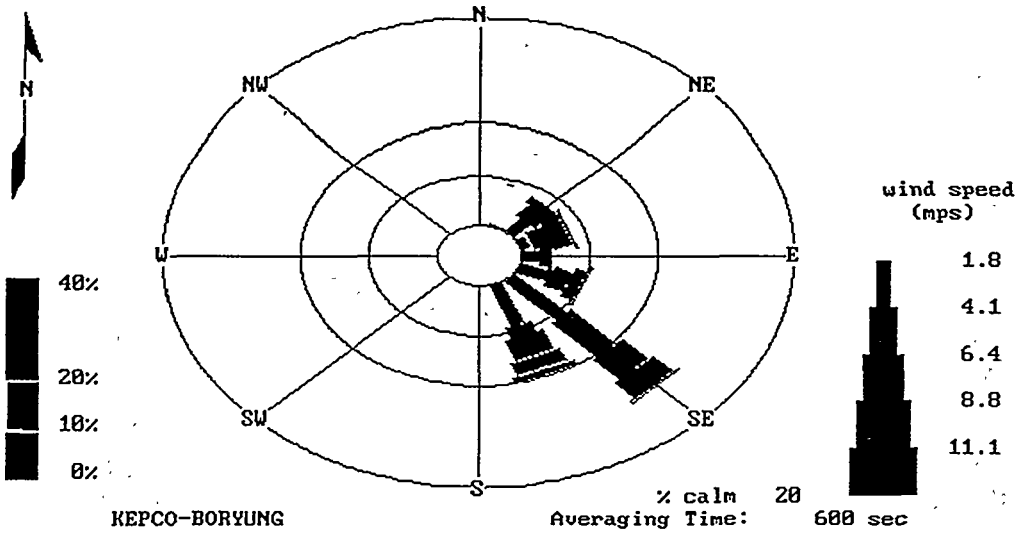


(g) 낙동리

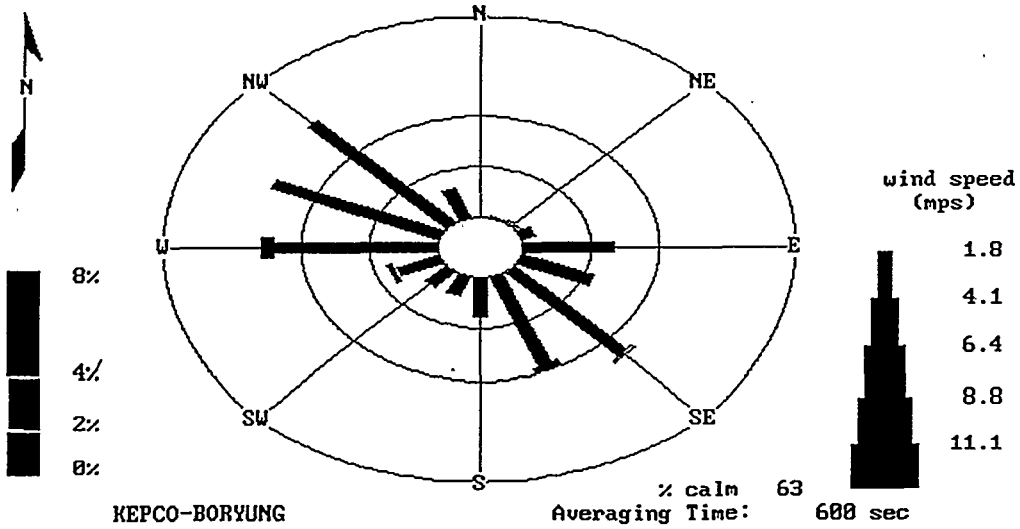


(h) 원산도

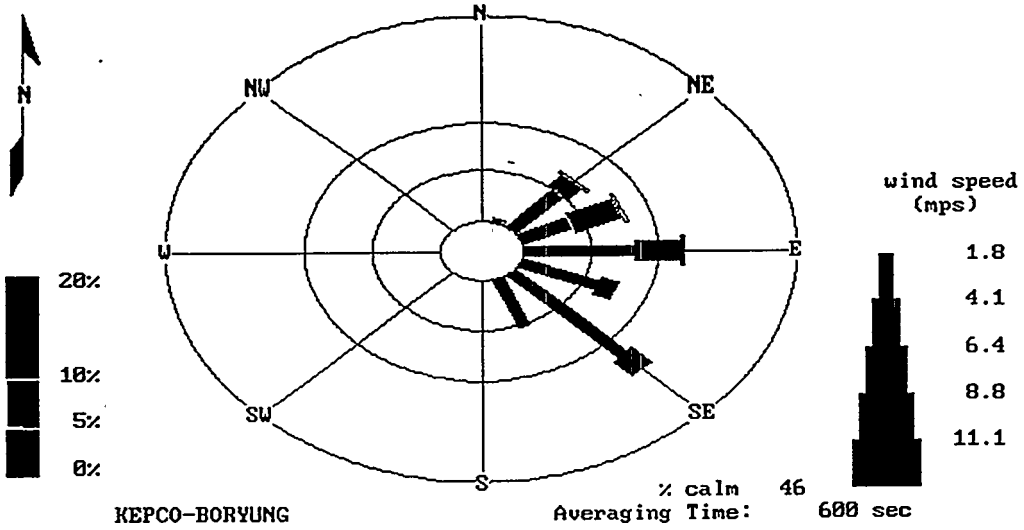
그림 7-10. 각 측정소의 9월 풍배도


N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
40%
20%
10%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 20
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

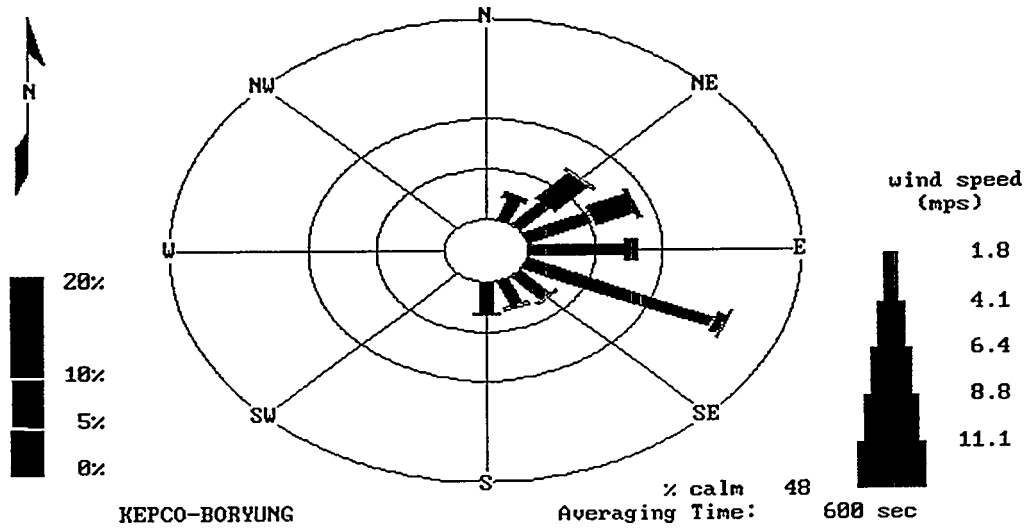
(a) 영보리


N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
8%
4%
2%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 63
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

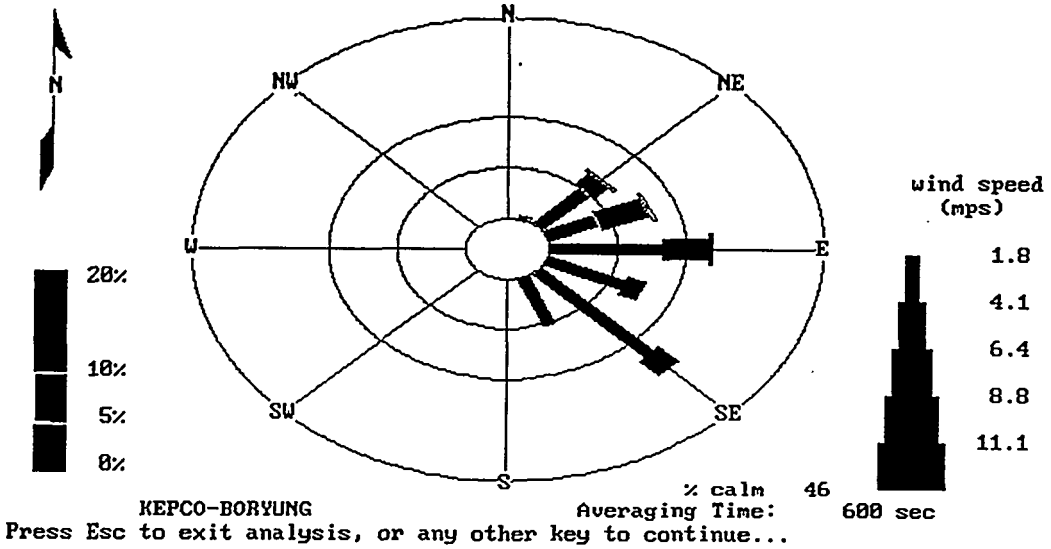
(b) 오포리


N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 46
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

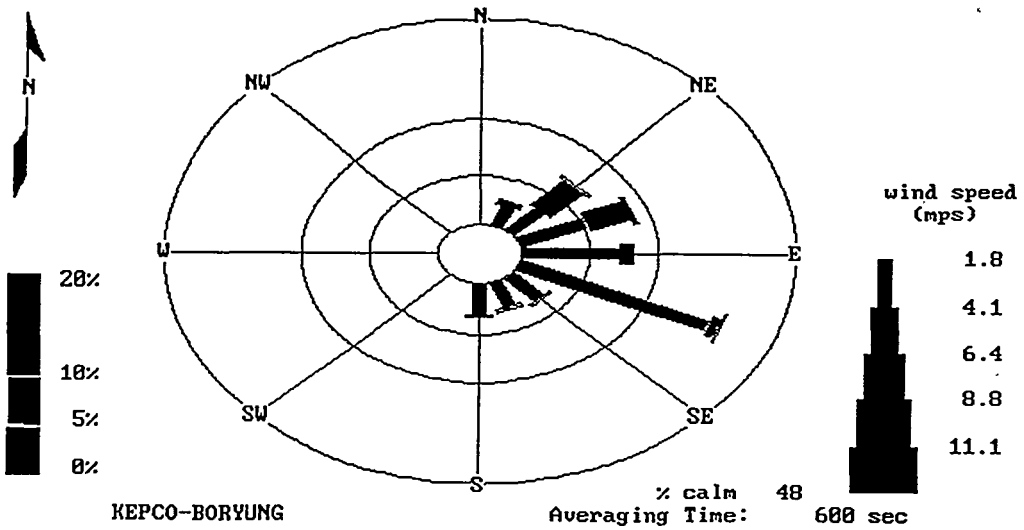
(c) 주교리


N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 48
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

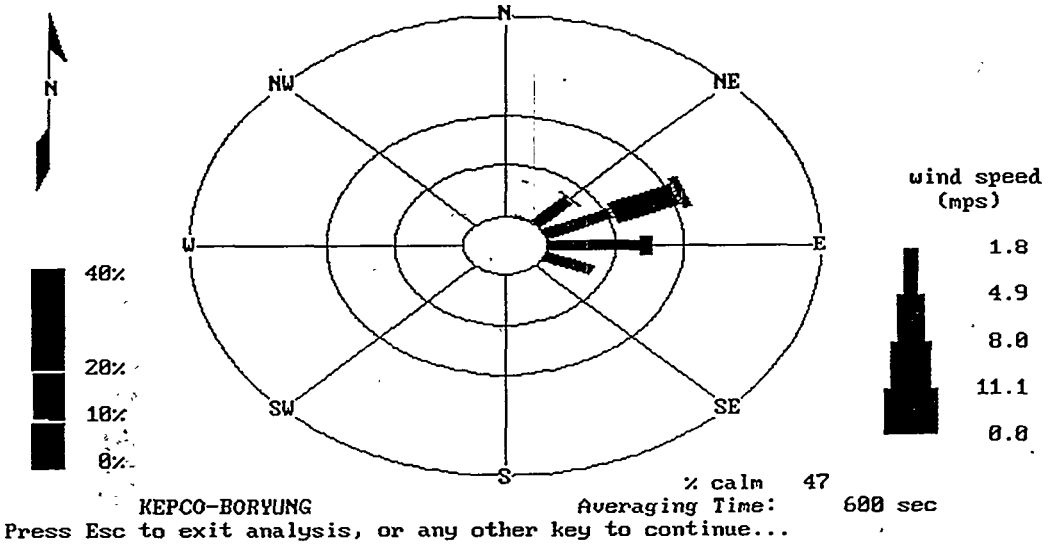
(d) 송학리


N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 46
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

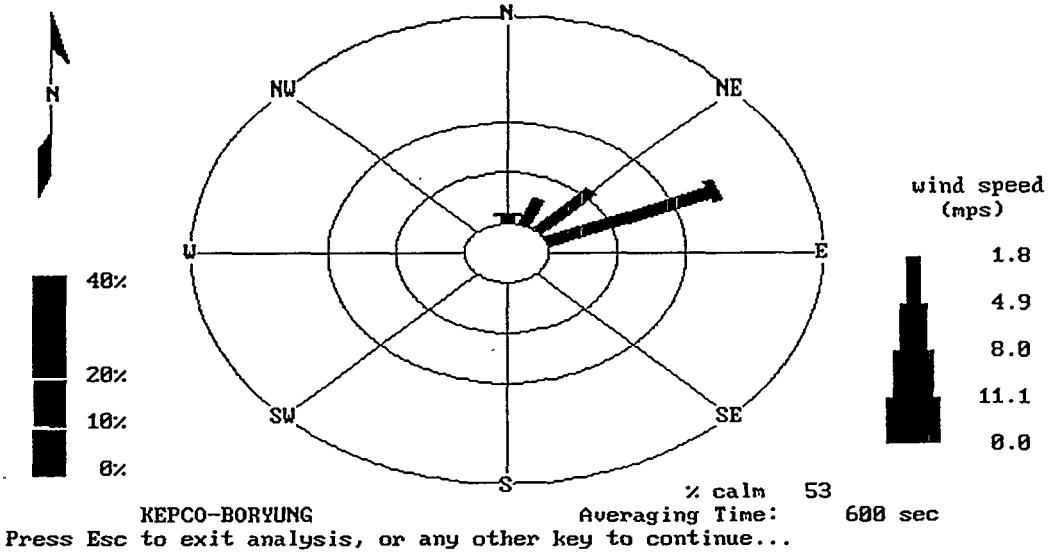
(e) 궁촌동


N
NW
NE
W
E
SW
SE
S
20%
10%
5%
0%
wind speed
(mps)
1.8
4.1
6.4
8.8
11.1
% calm 48
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동



(g) 낙동리



(h) 원산도

그림 7-11. 각 측정소의 10월 풍배도

표 7-8에 나타낸 수평방향의 풍향의 표준편차를 기준으로 대기 안정도를 분류하면 표 7-9에 나타낸 바와 같이 9월 중엔 원산도 측정소를 제외한 전 지역이 매우 불안정 상태로 평가되었으며 원산도 측정소는 중 정도 불안정으로 평가되었다. 10월 중에는 원산도 외에 신흑동 측정소도 중정도 불안정으로 평가되었고 나머지 측정소 들에선 매우 불안정으로 평가되었다.

한편 표 7-7에 정의한 풍속 및 일사량으로 평가한 보령지역의 대기 안정도는 대체로 A-B등급에 걸쳐 나타나 매우 불안정 및 중정도 불안정을 나타내어 수평방향의 풍향의 표준편차에 의한 평가치와 대체로 일치하는 결과를 보이나 원산도 측정소의 경우 풍속 및 일사량을 기준으로 한 안정도 평가 결과는 "A" 등급의 매우 불안정으로 평가되어 수평방향 풍향의 표준편차로 평가되는 "B" 등급의 중정도 불안정 평가와 다소 차이나는 결과를 보여주고 있다.

제 3 절 고공 기상 관측자료

1. 대상 자료의 선정

대기오염물질의 확산예측의 입력자료로 이용되는 기상자료는 오염물이 연돌로부터 방출되어 연의 상승고에 도달한 후의 유효연돌고에서의 기상자료가 사용되어야 한다. 하지만 이와 같은 고공의 기상을 상시 연속 측정하기 곤란하기 때문에 통상 지상에서 측정된 풍속 자료를 가지고 (7-1)과 같은 관계식을 이용하여 유효 연돌고 높이에서의 풍속을 계산하여 입력자료로 이용하고 있다.

$$U_Z = U_0 \left(\frac{Z}{Z_0}\right)^F \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7\text{-}1)$$

U_Z : Z높이에서의 풍속

U_0 : 지상관측점에서의 풍속

Z : 유효연돌고

Z_0 : 지상 관측점의 높이

F : 안정도 등급에 따라 달라지는 지수

이런 기상자료는 실제적인 기상특성을 나타내지 못하는 단점이 있기 때문에 자칫 모델을 이용한 예측 농도값에 오차를 유발시킬 수도 있다. 또한 연기의 수직상승 및 연직확산의 특성을 결정하게 될 혼합고의 평가도 오염예측에 중요한 기상인자가 되므로 본 TMS(TeleMetering System)에서는 이들을 측정할 목적으로 SODAR (SOund (or Sonic) Detection And Ranging)를 설치하였다. 본 시스템에 설치된 SODAR는 Radian Model 600으로 지상 1000m까지 매 50m마다의 수평 및 연직의 바람 성분 u, v, w 및 이들의 표준 편차를 얻을 수 있으며 이를 바탕으로 안정도 평가가 가능하고 Backscatter Echogram을 작성하여 혼합고 및 역전층의 높이를 계산할 수 있다.

보령화력 구내에 설치된 SODAR는 1995년 하계 태풍내습에 의해 피해를 입어 그 고장수리를 위해 제조국인 미국으로 반 출입되는 과정을 거쳤기 때문에 그동안 정상적인 작동을 못하였고, 1996년 10월 30일 재설치 작업을 완료하여 아직까지 자료해석을 할 만큼의 충분한 자료를 확보하지 못하고 있다. 다만 이 보고서에서는 SODAR 출력결과를 예시하고 향후 SODAR자료의 대기확산 모델 입력 자료로서의 활용가능성, 유용성등을 평가하는데 촛점을 맞추었다. 본 절에서 예시하는 SODAR자료는 1996년 10월 30일 19시부터 11월 1일 09시까지 측정된 자료이다.

2. SODAR 측정자료

그림 7-12는 1996년 11월 1일 00 : 15 : 05에 관측된 상층기상의 바람자료를 보여주고 있다.

이 당시 운전조건은 각 gate 간격을 25m로 하고 최저높이 50m에서 최고높이 700m까지 측정하도록 설정하였으며 이 경우 각 높이에서의 잡음대비 신호비(SNR : Signal to Noise Ratio) 값을 4, 6, 8열에 표시하여 놓았고 각 gate에서의 X, Y, Z방향의 바람성분 u, v, w 를 9, 10, 11열에 나타내고 있다. 이들 성분에 대한 표준편차 σ_u , σ_v , σ_w 외에 수평방향 바람성분의 표준편차 σ_θ 및 연직방향 바람의 표준편차 σ_φ 를 계산하여 이 값을 12-16열에 나타내고 있다. 이 바람성분의

Echosonde Winds Report Friday, November 01, 1996 00:15:05
Installation Name: test site - aus-rest
Mixing Layer Calculated Friday, November 01, 1996 00:00:21
Mixing Height = 621 m
Stability Class = F

Gate	Ht (m)	beam 2 Cnt	beam 2 SNR	beam 1 Cnt	beam 1 SNR	beam 0 Cnt	beam 0 SNR	U (m/s)	V (m/s)	W (m/s)	- Sigmas - U	V	W	Theta	Phi	Speed (m/s)	Dir.
27	700	62	2.3	62	0.4	62	2.7	-12.3	3.5	1.1	0.2	0.2	0.4	2.1	1.8	12.8	105.8
26	675	62	2.9	62	2.3	62	3.6	-11.9	5.0	0.9	0.3	0.3	0.3	2.5	1.5	12.9	112.6
25	650	62	4.0	62	5.2	62	5.0	-11.9	4.4	0.9	0.3	0.3	0.4	2.5	1.6	12.7	110.4
24	625	62	5.9	62	6.7	62	6.2	-11.4	4.5	0.9	0.3	0.3	0.3	2.6	1.3	12.3	111.6
23	600	62	7.3	62	7.0	62	8.0	-10.8	4.6	0.8	0.3	0.3	0.3	2.5	1.4	11.7	113.2
22	575	62	7.6	62	7.9	62	7.6	-10.4	3.8	0.8	0.3	0.3	0.3	2.8	1.3	11.1	110.0
21	550	62	7.7	62	7.5	62	8.1	-9.3	3.7	0.7	0.2	0.2	0.3	2.7	1.4	10.0	111.6
20	525	62	8.7	62	8.8	62	8.3	-8.4	3.4	0.6	0.2	0.2	0.2	3.0	1.4	9.1	112.1
19	500	62	8.6	62	8.5	62	8.4	-7.6	3.0	0.5	0.2	0.2	0.2	3.3	1.6	8.2	111.9
18	475	62	8.4	62	8.0	62	7.9	-6.8	3.0	0.4	0.2	0.2	0.2	3.6	1.7	7.5	113.5
17	450	62	8.3	62	8.0	62	7.8	-6.6	2.7	0.4	0.2	0.2	0.2	3.8	1.8	7.2	112.0
16	425	62	8.7	62	7.8	62	7.0	-6.6	2.6	0.4	0.2	0.2	0.2	3.8	1.8	7.2	111.7
15	400	62	8.2	62	8.1	62	7.8	-7.1	2.2	0.4	0.2	0.2	0.2	3.7	1.7	7.4	107.7
14	375	62	8.2	62	8.0	62	7.9	-7.2	1.9	0.4	0.2	0.2	0.2	3.7	1.7	7.4	104.5
13	350	62	7.8	62	7.7	62	7.9	-7.5	1.3	0.4	0.2	0.2	0.2	3.6	1.7	7.6	99.8
12	325	62	8.0	62	7.9	62	8.0	-7.5	1.2	0.4	0.2	0.2	0.2	3.6	1.7	7.6	98.8
11	300	62	8.5	62	8.2	62	8.5	-7.2	1.2	0.4	0.2	0.2	0.2	3.7	1.7	7.3	99.4
10	275	62	8.6	62	7.7	62	8.7	-7.3	0.7	0.4	0.2	0.2	0.2	3.7	1.7	7.3	95.5
9	250	62	8.4	62	7.9	62	8.0	-7.4	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	3.6	1.7	7.4	93.8
8	225	62	8.7	62	8.2	62	8.4	-7.8	-0.4	0.5	0.2	0.2	0.2	3.5	1.6	7.8	86.8
7	200	62	8.2	62	8.9	62	8.6	-7.4	-0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	3.6	1.7	7.4	85.6
6	175	62	8.4	62	8.3	62	8.3	-7.3	-0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	3.7	1.8	7.3	83.2
5	150	62	8.5	62	8.7	62	8.8	-7.1	-0.7	0.4	0.2	0.2	0.2	3.8	1.8	7.1	84.3
4	125	62	8.5	62	8.5	62	7.3	-6.4	-0.7	0.4	0.2	0.2	0.2	4.2	2.0	6.5	83.4
3	100	62	8.4	62	8.7	62	8.8	-5.5	-0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	4.9	2.3	5.5	84.2
2	75	62	8.6	62	8.2	62	9.1	-4.7	-0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	5.7	2.7	4.7	83.2
1	50	62	8.8	62	8.4	62	4.0	-7.1	-4.4	1.1	###	###	###	###	###	###	###

그림 7-12. 1996년 11월 1일 00 : 15에 측정된 보령화력 상층의 기상자료

합성에 의한 최종 풍속 및 풍향값이 17 및 18열에 나타나 있다. 측정시간동안 혼합고는 매 한시간마다 계산되며 예시된 자료에서는 621m를 나타내고 있다. 혼합고 계산을 위해 사용되는 Backscatter profile을 제공하는 Backscatter Table의 일례를 그림 7-13에 나타내었다.

대상시간에 평가된 안정도 계급은 F등급에 속하며 이때의 안정도 평가 자료는 연직방향 바람성분의 표준편차 σ_w 및 풍속을 기준으로 하며 그 결정기준은 표 7-10과 같다.

표 7-10. SODAR 자료를 이용한 안정도 분류기준

	수평풍속 (m/s)			pasquill 안정도 등급
	<8mps	8-10	>10	
σ_w	≥0.95	NA	NA	A
	0.75-0.95	≥0.95	NA	B
	0.55-0.75	0.75-0.95	≥0.75	C
	0.450.55	0.25-0.75	0.25-0.75	D
	0.25-0.45	≤0.25	≤0.25	E
	≤0.25	NA	NA	F

본 자료 수집기간동안 매시간 계산된 혼합고 변화의 일례를 그림 7-14에 표시하였으며 혼합고 계산에 사용되는 Backscatter Echogram의 측정 일례를 그림 7-15에 나타내었다. 대기상태에 따른 전형적인 Echogram의 모습은 그림 7-16과 같다.

이렇게 얻어지는 SODAR 자료는 대기오염물질 확산예측에 있어 몇가지 잇점을 제공하게 된다. 먼저 이 시스템으로부터 수집되는 자료는 대기오염 확산예측 모델의 입력자료로 사용할 수 있게 됨에 따라 기존 모델에 사용되는 입력자료로서의 기상자료를 대체할 수 있게 된다. 하지만 기존 모델이 지상에서 관측된 기상자료들을 입력자료로 사용하여 왔다는 점을 감안하면 SODAR 측정자료의 입력 자료로서의 유효성에 대한 연구가 선행되야 할 것이며 이런 과정이 수행되어 SODAR 자료의 입력자료로서의 유효성이 확인되면 모델의 예측 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 생각

Backscatter Table
Date 10/30/96
Time 18:53:09
Site test site - aus-resc
Beam 0
Interval None
XmitLevel 18 dB
RecvGain 40 dB
Freq 1850 Hz
PulseLen 0.150 s
Azimuth N/S 357
Azimuth E/W 87
Elevation N/S 76
Elevation E/W 76

50	18.9
60	16.6
70	14.6
80	10.4
90	7.1
100	6.6
110	7.5
120	7.0
130	7.1
140	7.9
150	7.[illegible]
160	8.[illegible]
170	8.[illegible]
180	8.[illegible]
190	7.[illegible]
200	8.1
210	10.4
220	12.
230	12.[illegible]
240	11.0
250	7.[illegible]
260	6.[illegible]
270	7.[illegible]
280	6.
290	4.[illegible]
300	4.[illegible]
310	4.
320	5.
330	6.6
340	5.[illegible]
350	3.0
360	2.[illegible]
370	2.[illegible]
380	1.[illegible]
390	1.[illegible]
400	2.4
410	[illegible]
420	1.
430	1.4
440	2.1
450	0.3
460	0.9
470	0.[illegible]
480	1.[illegible]
490	1.3
500	1.4
510	1.4
520	1.7
530	2.2
540	1.9
550	1.3
560	1.3
570	0.5
580	0.0
590	-0.7
600	-1.4
610	0.6
620	-0.0
630	0.[illegible]
640	0.[illegible]
650	-0.1
660	-1.3
670	-0.4
680	0.3
690	0.0
700	-0.0

그림 7-13. Backscatter Table의 일례

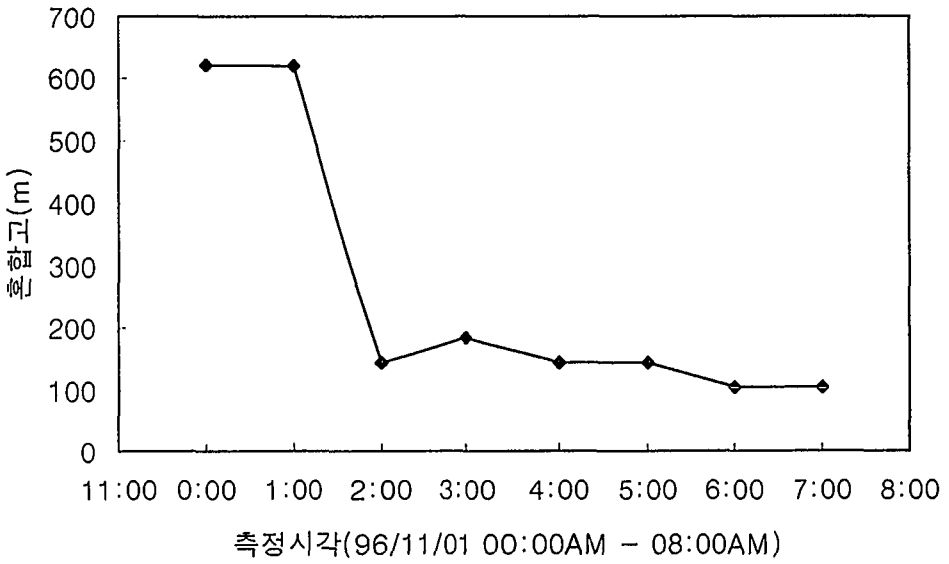


그림 7-14. 시간에 따른 혼합고 변화

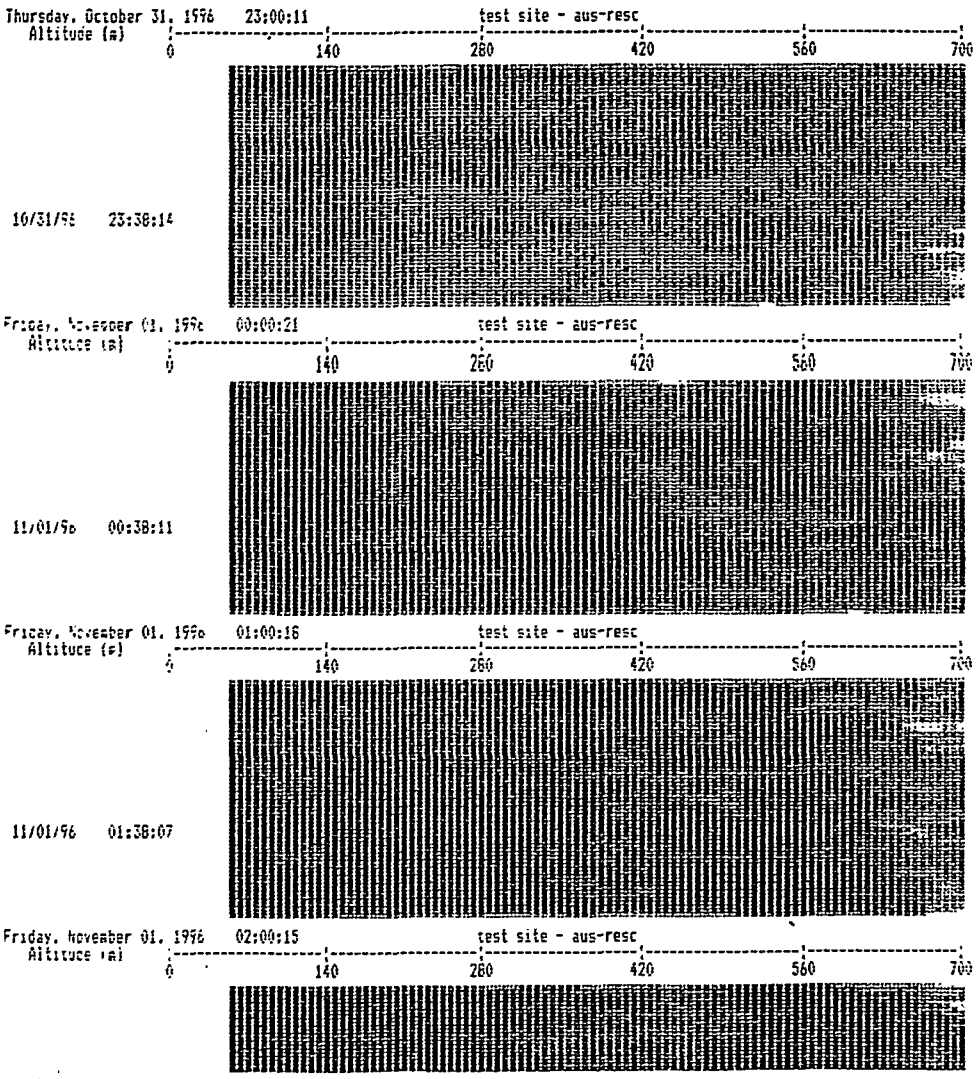


그림 7-15. Backscatter Echogram의 일례

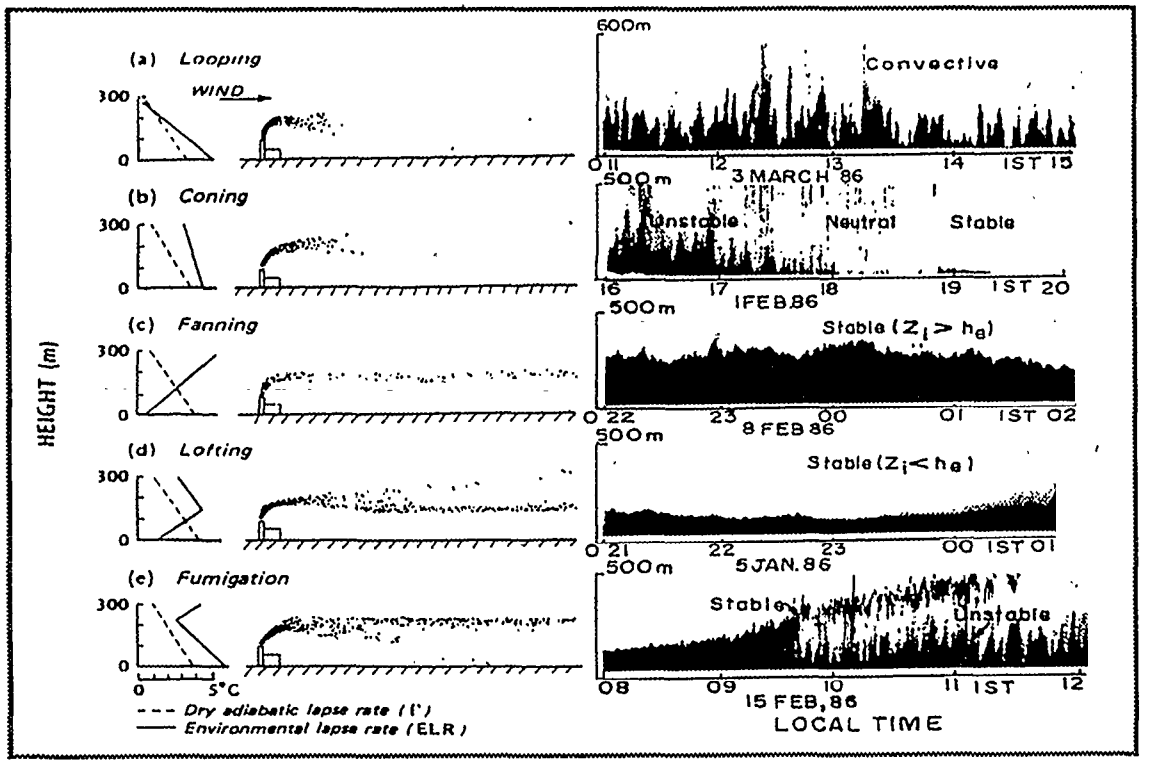


그림 7-16. Backscatter Echogram에 따른 연기의 확산 형태

된다. 또한 이 시스템은 고공의 기상 뿐아니라 지상에서의 기상자료를 관측할 수 있는 시스템이 함께 구비되어 있기 때문에 보다 폭 넓은 모델링 입력 자료의 제공이 가능할 것으로 기대된다.

SODAR측정자료가 대기 확산예측모델과 연관되어 갖는 또다른 장점은 혼합고, 안정도 및 확산계수등의 자료를 실시간(Real Time)으로 제공함으로써 오염예측 뿐 아니라 모델링 결과에 의한 예보의 기능을 제공할 수 있도록 모델링 업무를 운영할 수 있다는 점이다. 또한 Backscatter Echogram에서 제공되는 정보만으로도 대기의 구조를 간단히 평가할 수 있고 이런 평가 자료와 배출원 고도를 고려하여 그림 7-16과 같은 연기의 확산형태를 예상하여 풍하지역의 오염도를 쉽게 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

제 4 절 환경농도 자료

1. 배출원 자료

보령화력 발전소는 평균 500MW의 전력을 생산하는 6기의 발전설비로 구성되어 있다. 보령 화력 발전소에서 사용하는 석탄은 수입유연탄으로 황성분이 평균 0.5%이하이며 회분은 약 16%정도이고 6개호기에서 사용하는 석탄의 양은 한해에 약 600만톤에 이르고 있다. 보령화력발전소에 설치된 대기 오염방지 설비로는 평균 집진 효율이 99.5%이상인 저온식 전기집진기 6기가 각 보일러 후단에 설치되어 있어 입자상 오염물질의 환경대기중으로의 방출을 차단하고 있고 내경 6.9m 높이 150m의 고연돌 6기가 설치되어 있어 연돌로부터 방출되는 오염물질의 양호한 확산을 확보하여 풍하측에서의 환경농도를 낮게 유지할 수 있도록 하였다. 또 발전소에서 배출되는 대표적 가스상 오염물질인 황산화물의 저감을 위해 배연탈황설비가 건설중이며 1998년 12월 이 설비가 완공되면 보다 양질의 환경질 보전에 크게 기여할 것으로 생각된다.

1996년 9월 중 보령화력발전소의 각 호기별 오염물 배출원 자료를 표 7-11에 정리

하여 나타내었다.

보령화력발전소에서 배출되는 배출 농도는 SOx가 평균 299.7ppm, NOx가 187.5ppm, CO가 249ppm 및 Dust가 41.7mg/㎥으로 이들의 배출허용기준을 훨씬 밑도는 것으로 나타났다. 각 오염물질의 배출농도와 배가스 방출량을 곱해서 구한 오염물 방출률은 각 호기 평균 SOx, NOx, Dust 및 CO에 대해 각각 372.4g/sec, 177.8g/sec, 19.9g/sec 및 39.9g/sec로 평가되었으며 9월 4일부터 5호기의 계획 예방정비 공사에 의한 보일러 가동 중단으로 그 배출률을 제외하고 나머지 호기에 대한 총 배출률을 표 7-11에 나타내었다.

표 7-11 보령화력 발전소 대기 오염물 배출원 자료 (1996. 9)

배출원 자료 \ 호기		#1	#2	#3	#4	#5	#6	AVG.	Total
Emission Concentration	SOx (ppm)	300.5	315.8	292.8	319.3	287.0	282.8	299.7	-
	NOx(ppm)	270.3	269.8	140.8	172.0	121.0	151.3	187.5	-
	TSP(mg/Sm³)	70.3	80.3	24.8	24.5	26.0	24.5	41.7	-
	CO (ppm)	76.3	92.8	27.8	23.8	15.0	13.8	249.5	-
Emission Rate (g/sec)	SOx (ppm)	370.2	389.1	360.7	393.4	-	348.4	372.4	1861.8
	NOx (ppm)	239.4	238.9	124.7	152.3	-	134.0	177.8	889.2
	TSP(mg/Sm³)	30.4	34.6	13.1	10.6	-	10.6	19.9	99.3
	CO (ppm)	64.6	78.7	23.8	20.4	-	11.8	39.9	199.3
Gas flow rate (Sm³/sec)		431.2	431.8	436.5	436.7	-	436.7	434.6	-
Flue gas Temp.(℃)		-	-	-	-	-	-	115.0	-
Flue gas velocity (m/sec)		13.0	13.0	18.6	18.6	-	18.6	16.4	-

2. 아황산가스(SO_2)농도 자료

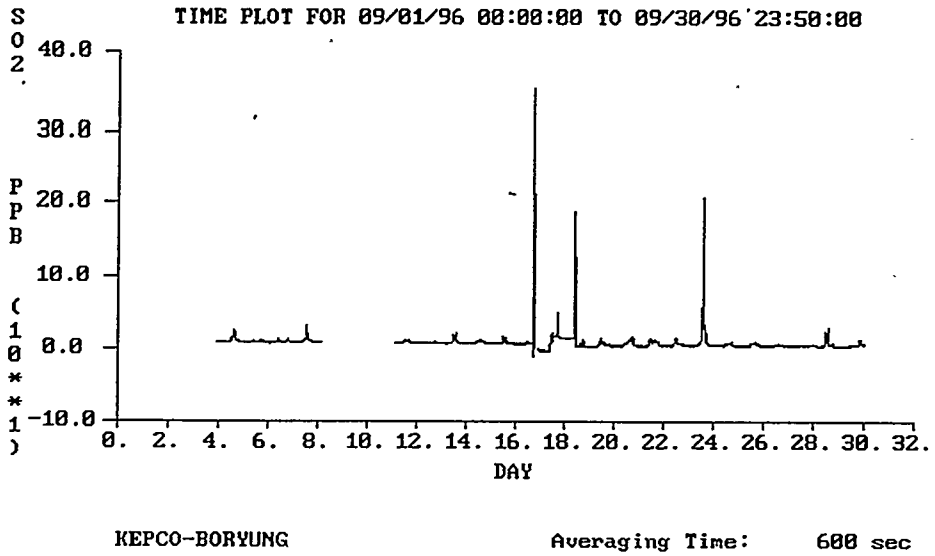
1992년 9월 및 10월 사이에 각 측정소에서 측정된 아황산가스 농도 자료의 10분 평균값을 그림 7-17 및 7-18에 나타내었다.

9월 및 10월 사이에 측정된 SO_2의 10분 평균값은 측정장소에 따라 서로 다른 시간 변동을 보이며 9월 14일부터 동월 19일 사이에서 나타난 고농도의 SO_2 10분 평균값은 계측기의 수동 교정 조작에 따른 고농도의 표준가스 유입에 의한 것이다.

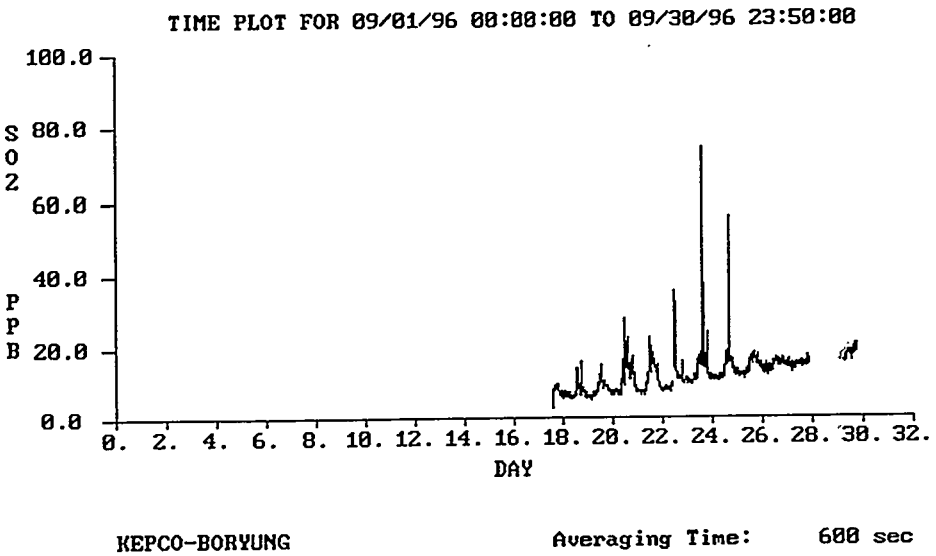
SO_2의 환경기준치는 연평균 0.05ppm 이하 및 24시간 평균치로 0.15ppm을 초과하는 농도가 연 3회 이상 발생하여서는 안되는 것으로 규정되어 있는 바 이 기준과 비교해 보기 위해 SO_2 환경농도 자료를 24시간 평균화 시간을 갖도록 자료처리한 후 그 값을 그림 7-19 및 7-20에 나타내었고 그 통계량을 표 7-12 및 7-13에 정리하여 놓았다.

표 7-12 9월 중 24시간 평균 SO_2 농도 자료의 통계량

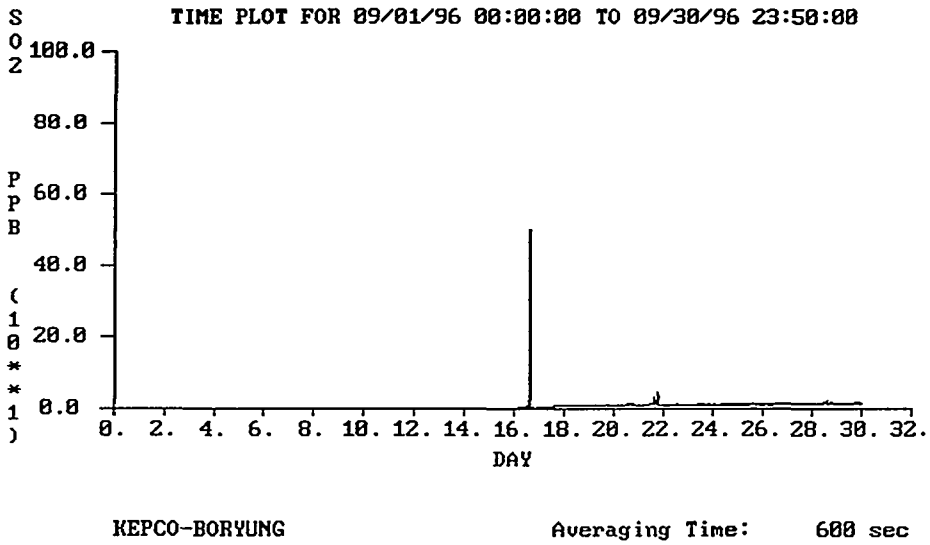
측정소	자료수 (/ 30)	산술평균 (ppb)	표준편차 (ppb)	최대치 (ppb)	최소치 (ppb)	백분위값 (ppb)	
						95%	99%
영보리	26	5.9	3.2	16.2	2.3	12.2	16.2
오포리	25	8.0	2.3	15.1	5.2	12.9	15.1
주교리	12	12.1	3.5	18.1	7.1	15.0	18.1
송학리	14	10.2	5.1	26.1	4.3	12.5	26.1
궁촌동	9	4.0	1.41	5.7	1.7	5.7	5.7
신흑동	26	14.1	11.6	34.9	2.5	29.2	34.9
낙동리	24	13.8	31.4	109.5	-1.7	109.0	109.5
원산도	9	2.1	3.3	7.7	-4.7	7.7	7.7
평균	-	8.8	-	-	-	-	-


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
SO2 PPB (10**1)
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
-10.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

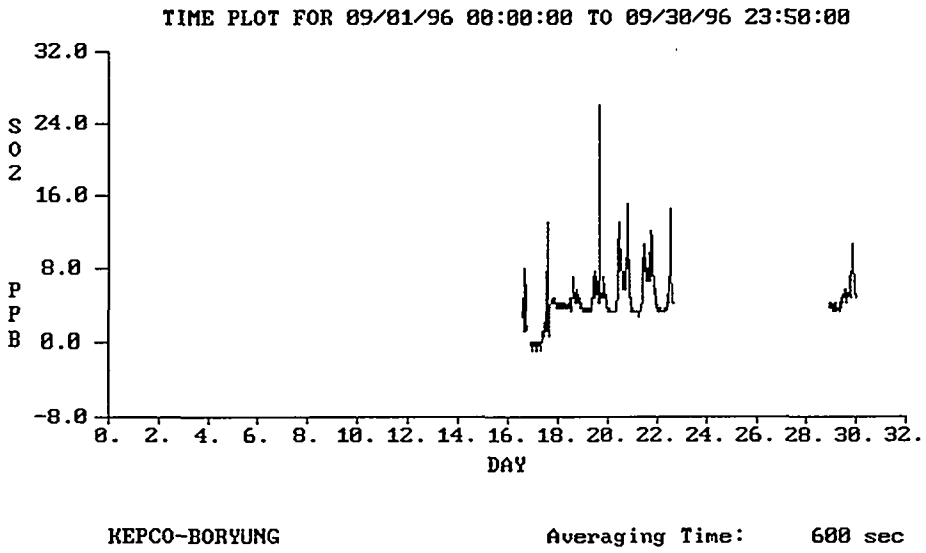
(a) 오포리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
SO2 PPB
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

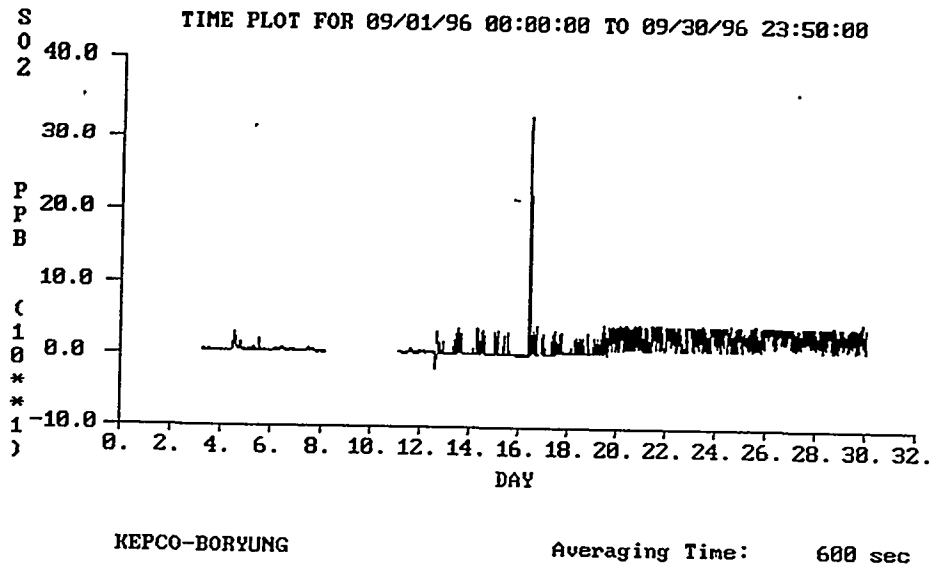
(b) 주교리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
SO2 PPB (10**1)
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

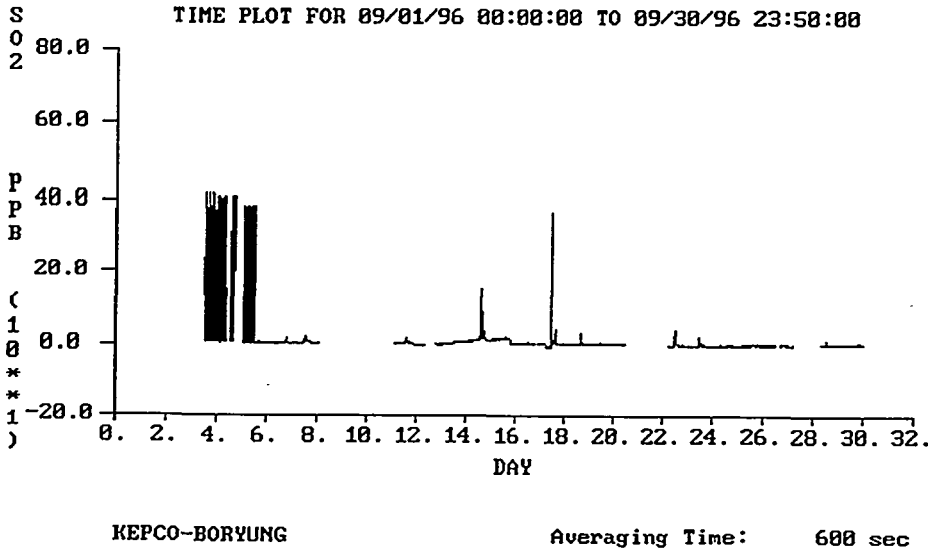
(c) 송학리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
SO2 PPB
32.0
24.0
16.0
8.0
0.0
-8.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

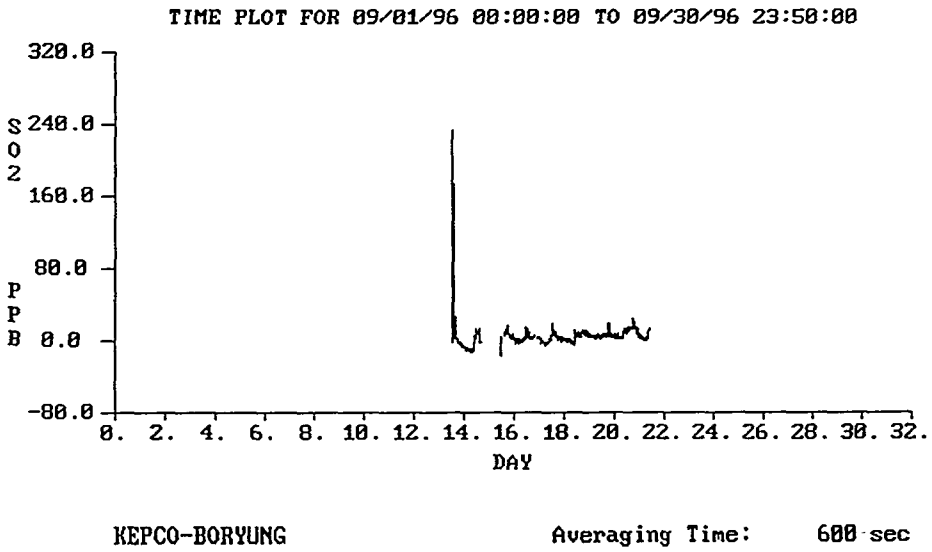
(d) 궁촌동


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
SO2 PPB (10**1)
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
-10.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(e) 신흑동

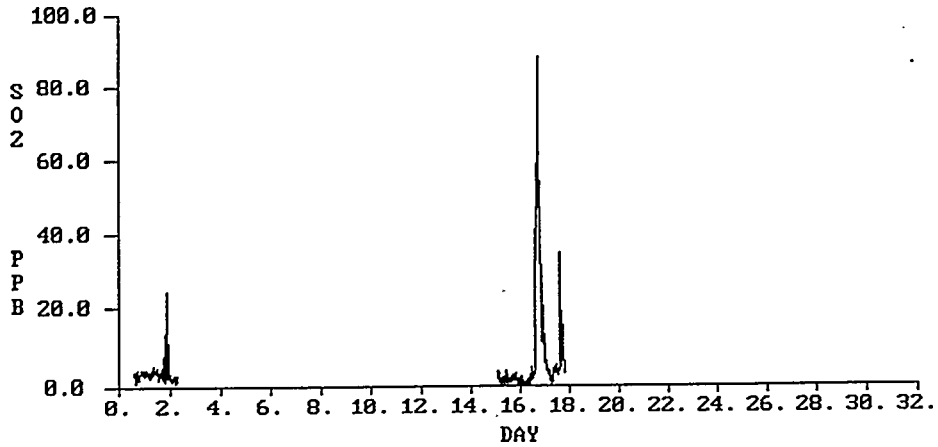

TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
SO2 PPB (10**1)
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
-20.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 낙동리



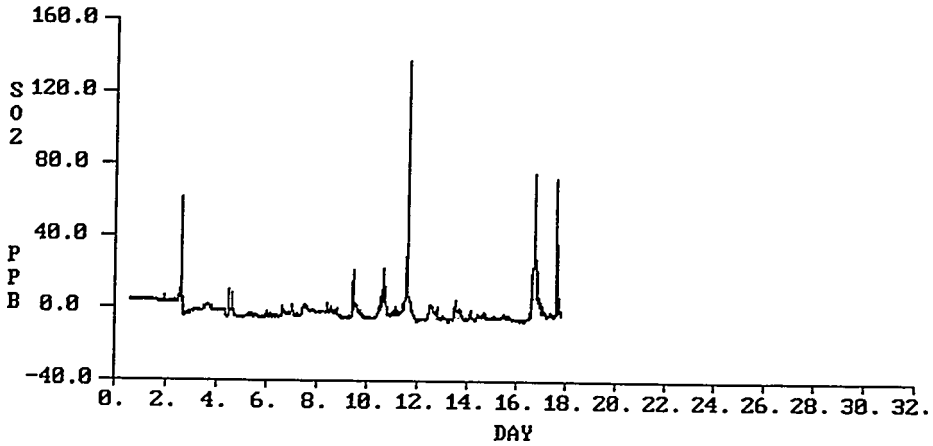
(g) 원산도

그림 7-17. 9월 중 10분평균 아황산가스 농도의 시간에 따른 변화



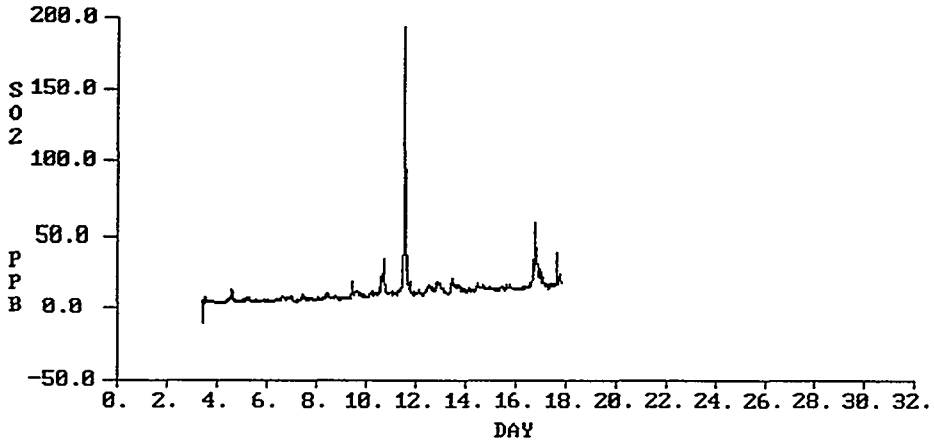
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리



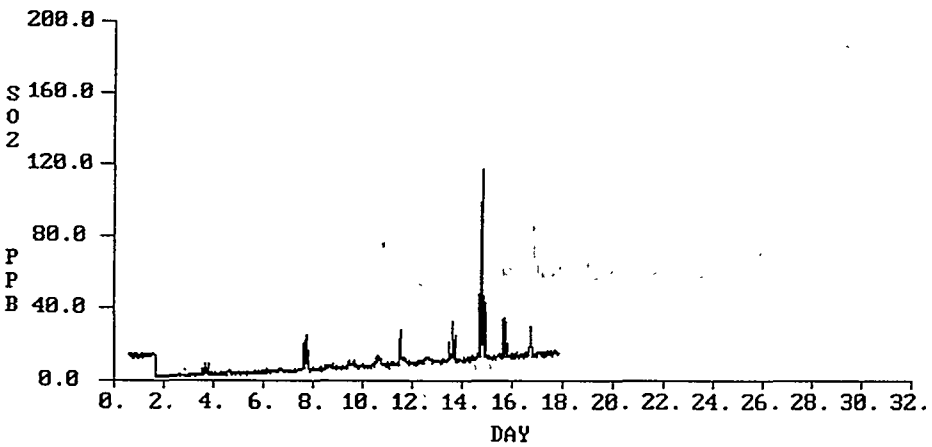
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

(b) 오포리



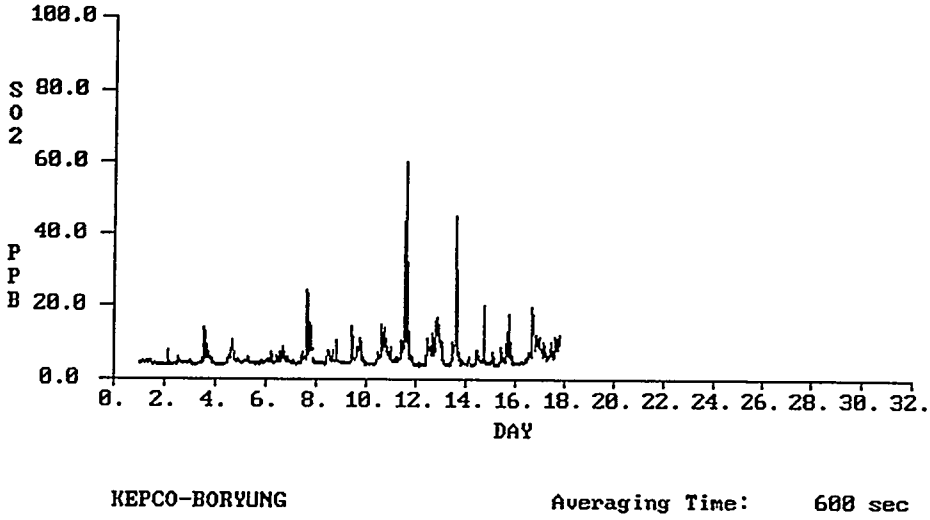
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

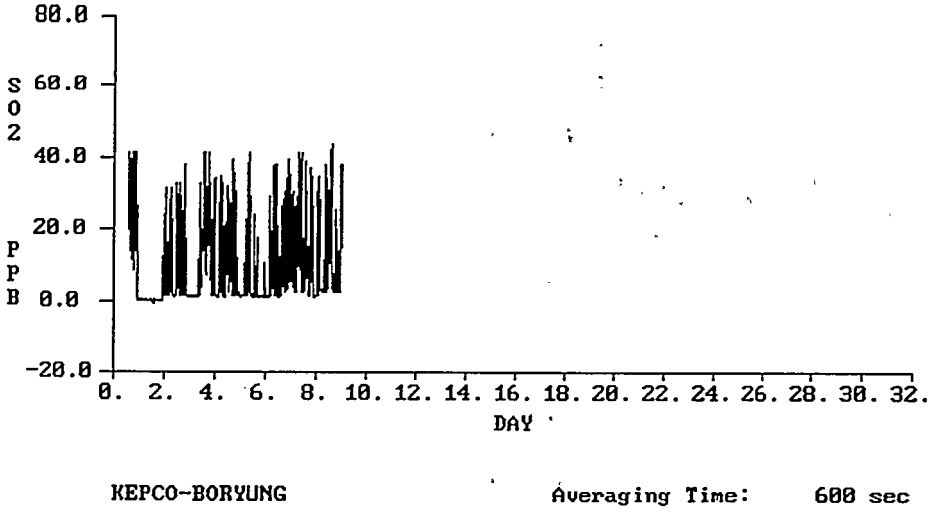


KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

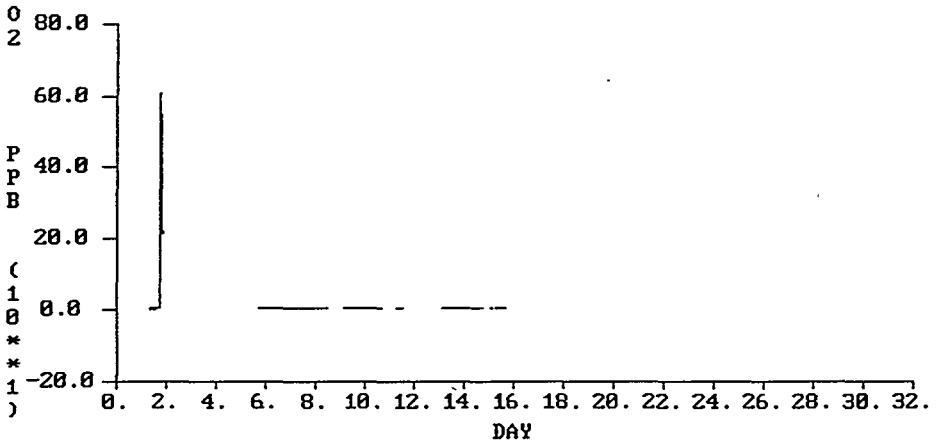
(d) 송학리


100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(e) 궁촌동

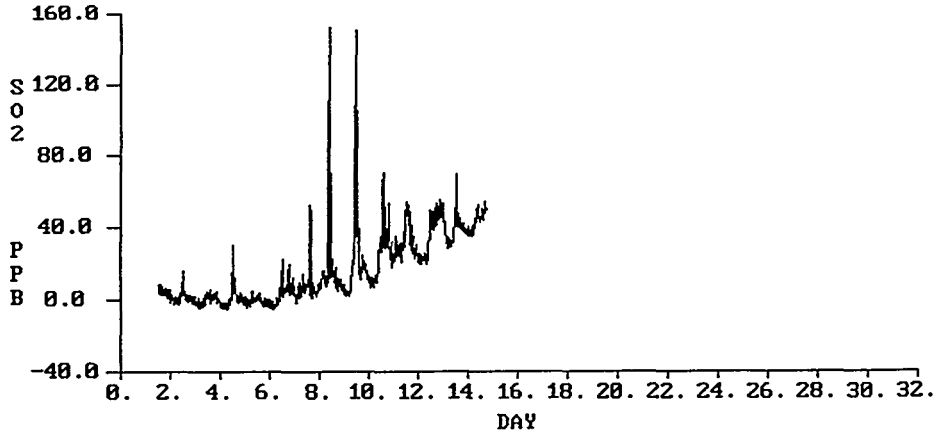

80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
-20.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(f) 신흑동



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

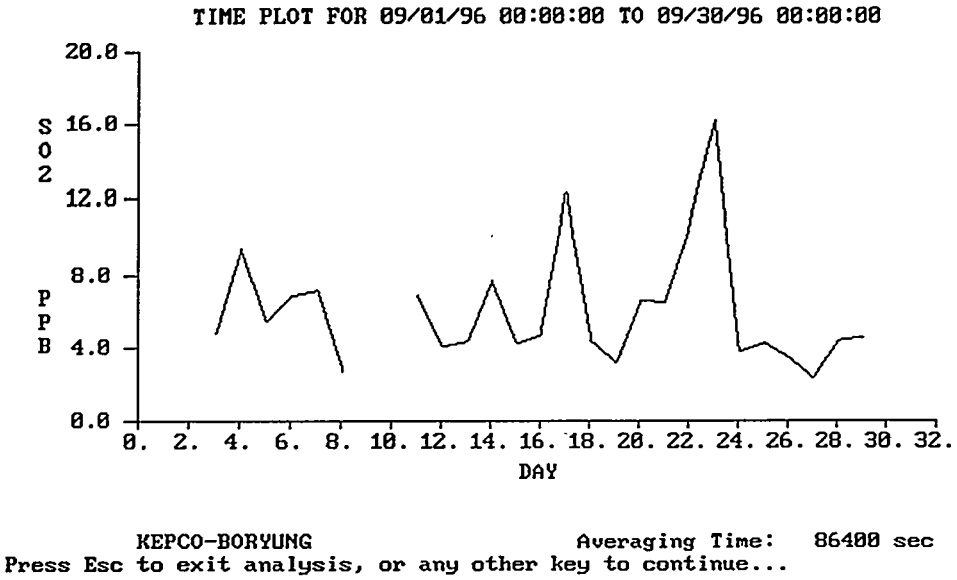
(g) 낙동리



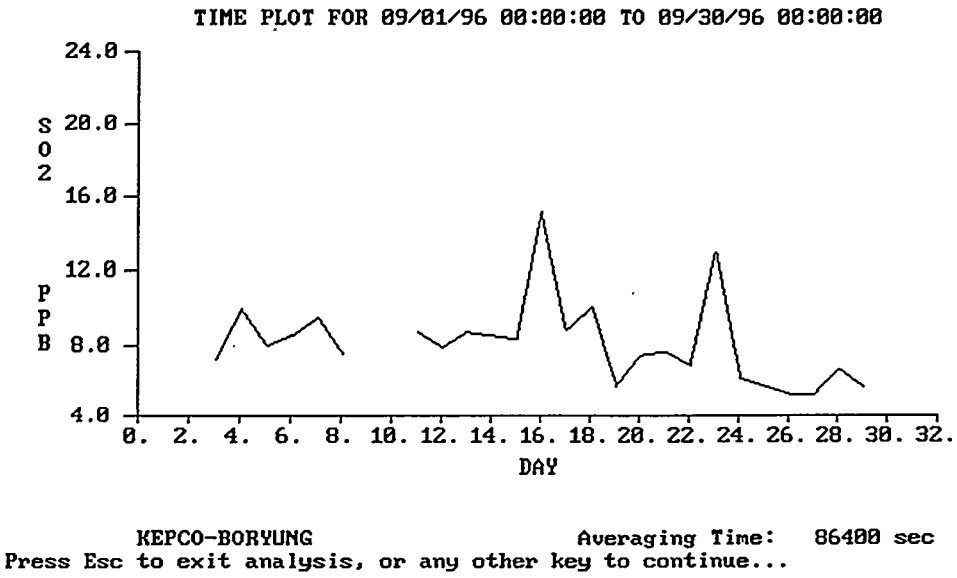
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(h) 원산도

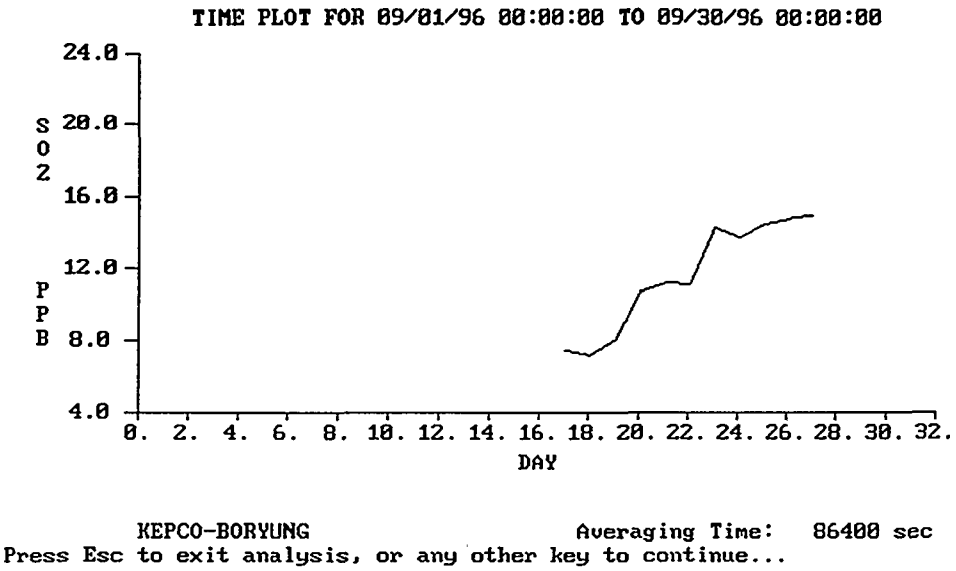
그림 7-18. 10월 중 10분평균 아황산가스 농도의 변화


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 00:00:00
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

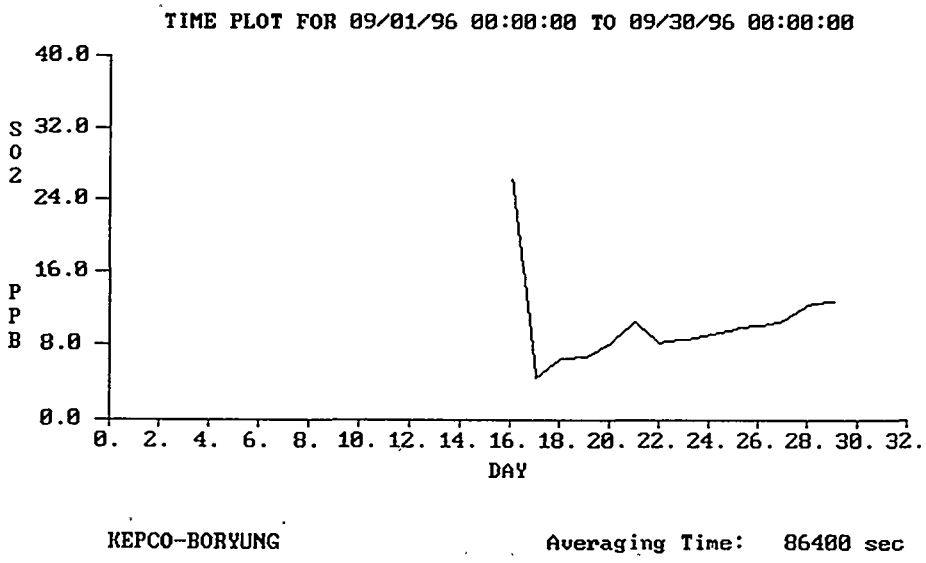
(a) 영보리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 00:00:00
24.0
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

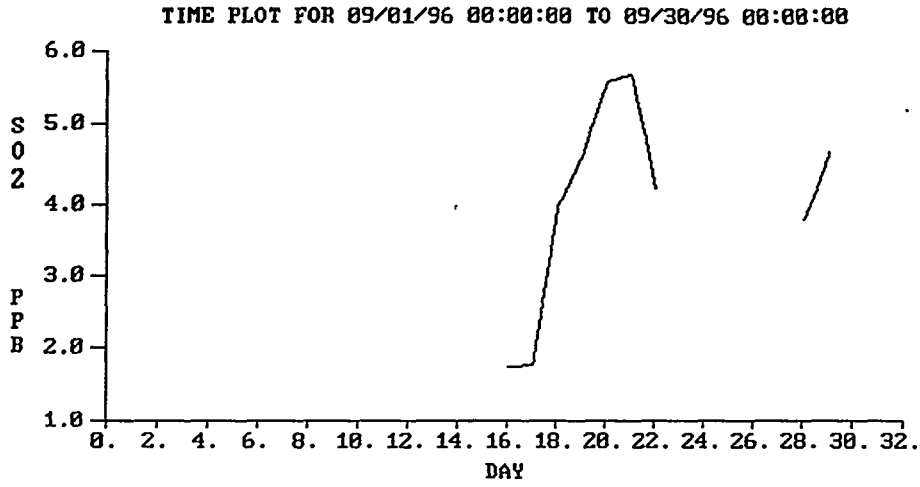
(b) 오포리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 00:00:00
24.0
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

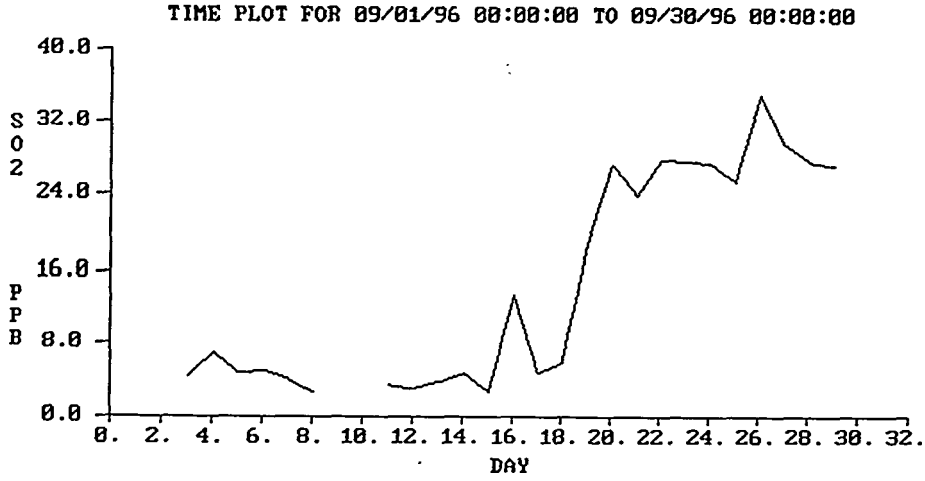

TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 00:00:00
40.0
32.0
24.0
16.0
8.0
0.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec

(d) 송학리



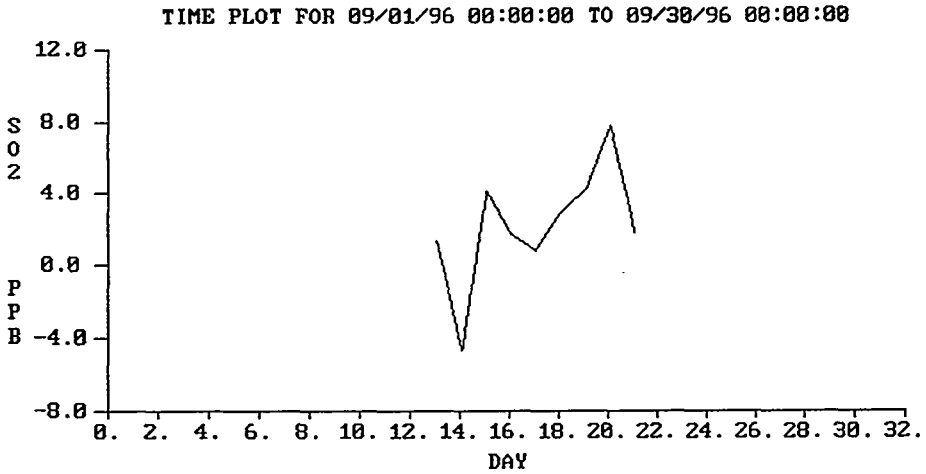
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(e) 궁촌동



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

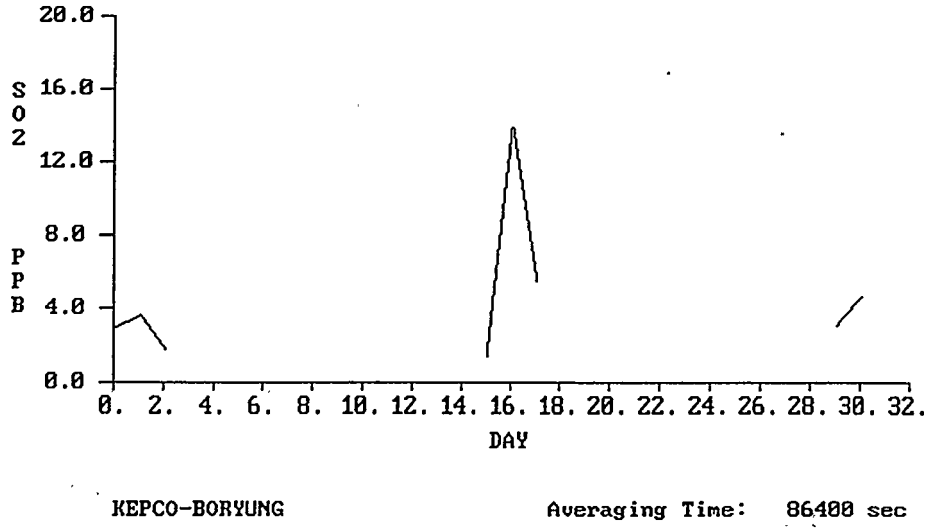
(f) 신흑동



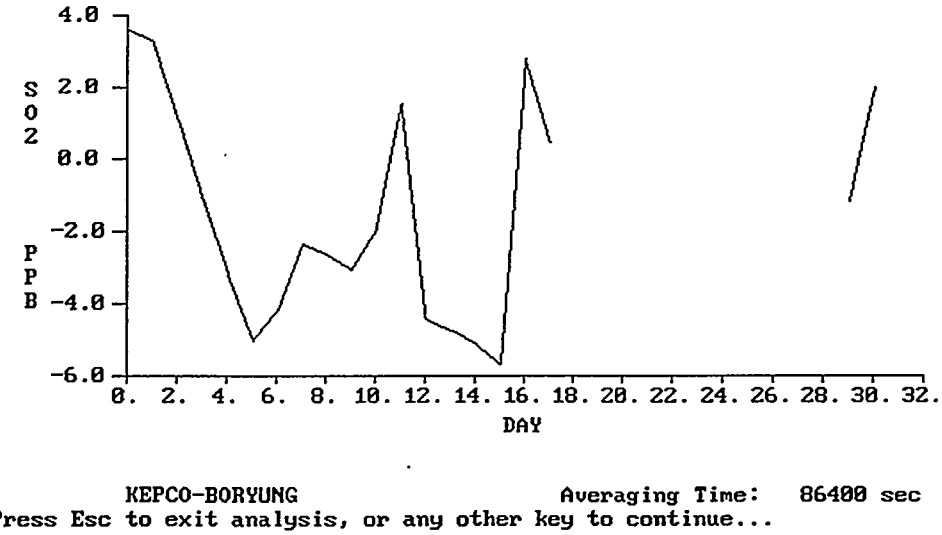
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(g) 원산도

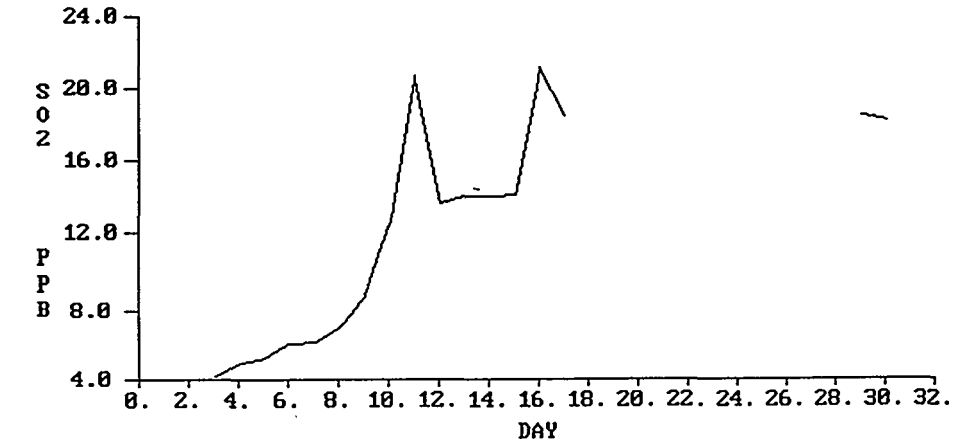
그림 7-19. 9월 중 24시간 평균 아황산가스 농도의 변화


20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec

(a) 영보리

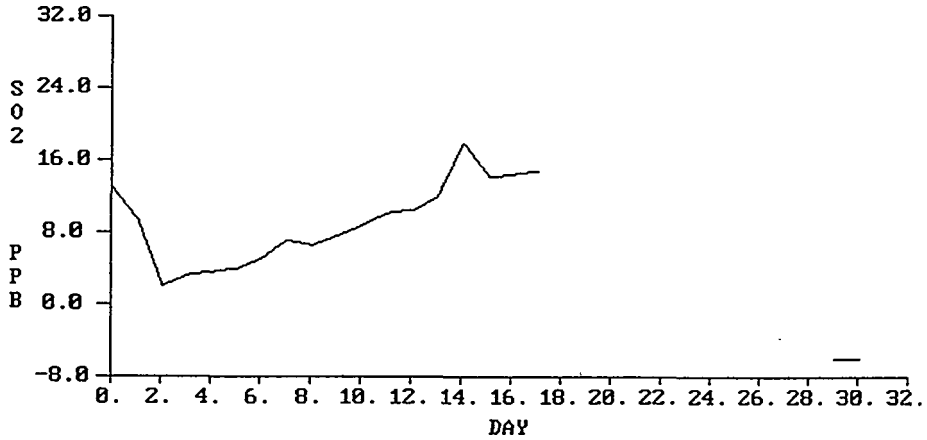

4.0
2.0
0.0
-2.0
-4.0
-6.0
SO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 오포리



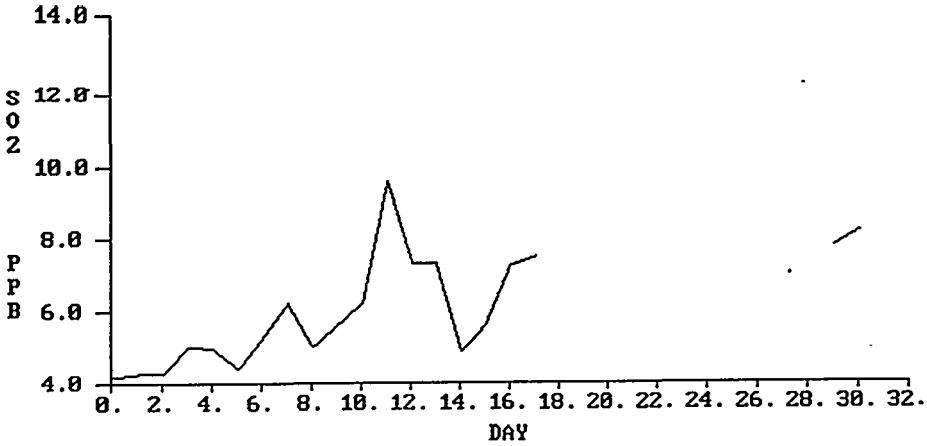
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리



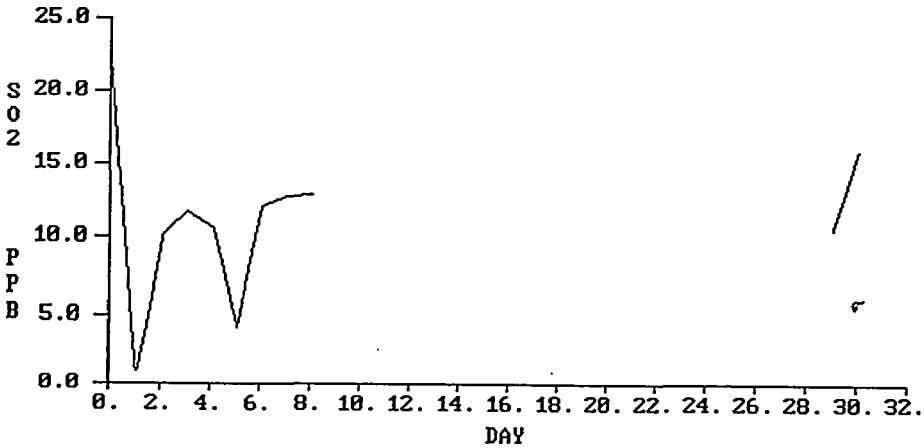
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec

(d) 송학리



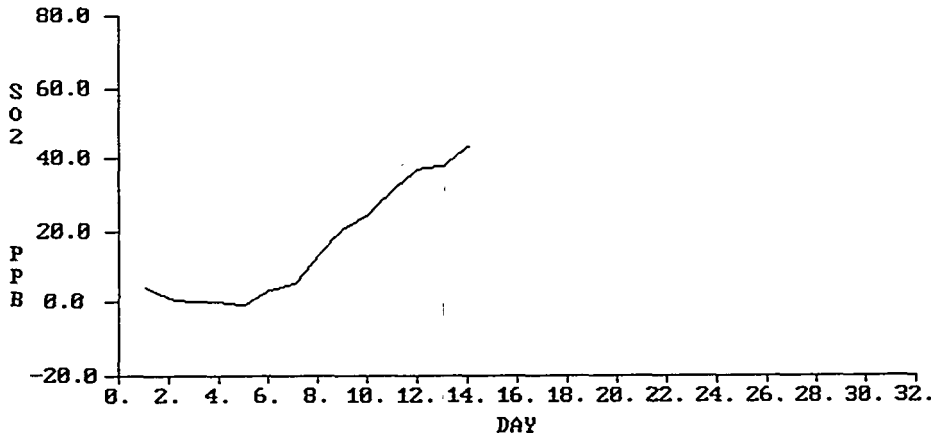
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(e) 궁촌동



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(f) 신흑동



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(g) 원산도

그림 7-20. 10월 중 24시간 평균 아황산가스 농도의 변화

표 7-13 10월 중 24시간 평균 SO_2 농도 자료의 통계량

측정소	자료수 (/ 30)	산술평균 (ppb)	표준편차 (ppb)	최대치 (ppb)	최소치 (ppb)	백분위값(ppb)	
						95%	99%
영보리	8	4.6	4.0	13.8	1.3	13.8	13.8
오포리	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
주교리	15	12.1	5.9	21.0	4.1	20.6	21.0
송학리	18	7.5	6.3	17.8	NA	14.6	17.8
궁촌동	18	6.0	1.5	9.6	4.2	8.2	9.6
신흑동	9	11.3	5.7	22.8	0.9	15.8	22.8
낙동리	11	24.4	64.9	231.0	1.0	70.0	231.0
원산도	12	15.5	16.3	43.2	NA	37.4	43.2
평균	-	11.6	-	-	-	-	-

8개의 측정소 중 낙동리 측정소에서 9월 및 10월 중 SO_2 환경농도가 타 지역보다 높게 측정되었는데 이는 그림 7-17을 참고하면 평균화 시간 10분의 농도값의 시간에 따른 변동이 9월 3일부터 5일동안 약 400ppb 에서 0ppb사이에서 심하게 요동하고 있는 것을 볼 때 기기의 불안정에 의한 잡음 (noise)이 개입한 것으로 생각되며 9월 17일의 수동 계측기 교정에서 표준가스 농도 (360pppb)가 기록된데 기인하는 것으로 보아진다. 10월 낙동리의 고농도 관측기록은 10월 3일의 10분 평균 고농도 관측기록과 관련이 있는 것으로 보아지며 이 관측 기록은 기기상에서 발생하는 잡음으로 보아진다.

낙동리를 제외한 나머지 지점에서 9월 및 10월 중 측정된 SO_2 자료의 24시간 평균치는 각각 2.1~14.1ppb 및 4.6~15.5ppb 범위에 걸쳐 있으며 이들의 평균값은 각각 8.8 및 11.6ppb로 나타나 연평균 환경기준치 50ppb를 훨씬 밑도는 값을 나타냈다. 24시간 평균 SO_2농도의 최대치도 9월 및 10월에 각각 5.7~26.1 ppb 및 9.6~43.2ppb의 범위를 가져 환경기준치 150ppb보다 현저히 낮은 값을 나타내었으며 99% 백분위수의 값은 환경기준치를 훨씬 밑도는 값을 나타내는 것으로 보아 현 상태의 발전소 운전으로는 환경기준을 훨씬 밑도는 SO_2 환경농도를 유지하는데 문제가 없으리라고 생각된다.

그림 7-17 및 7-18에서 궁촌동 측정소에서 측정된 SO_2의 10분평균 농도 자료의 변화는 다른 지역에서 측정된 자료와는 달리 일변화 특성을 나타내는 것으로 판단되며 발전소의 24시간 상시 운전특성을 고려하면 이 지역의 SO_2농도는 보령시 여타의 오염물 배출원에 의한 것으로 판단된다.

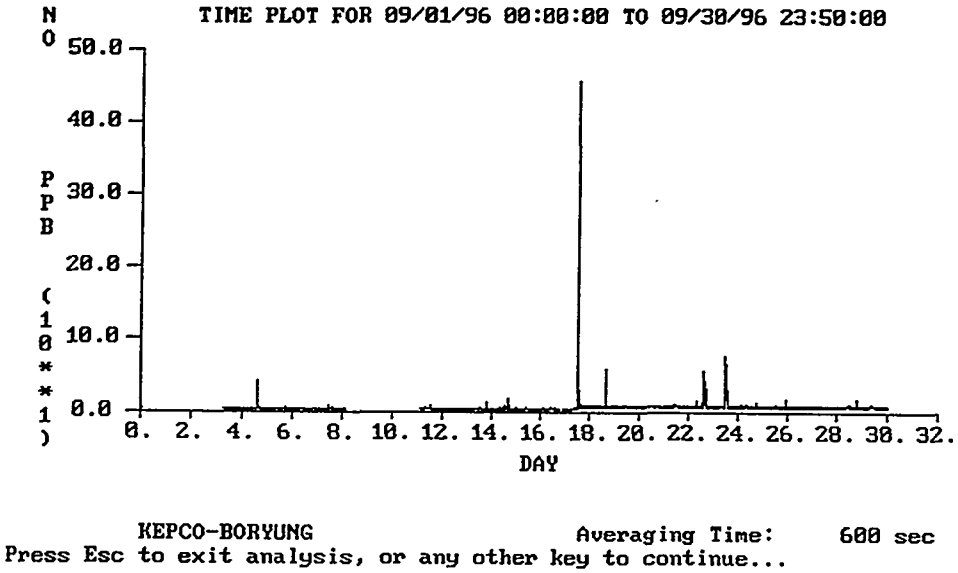
3. 질소 산화물(NOx)농도자료

대기환경 중에는 다양한 종류의 질소산화물이 존재하지만 그들 중 대표적인 NO, NO_2를 측정하여 NO_2로 환산된 농도값을 질소산화물로 표시하며 질소산화물의 환경농도는 1시간 평균값으로 환경기준치와 비교하도록 되어 있어 이들 자료를 평균화 시간 1시간 값으로 처리하였다.

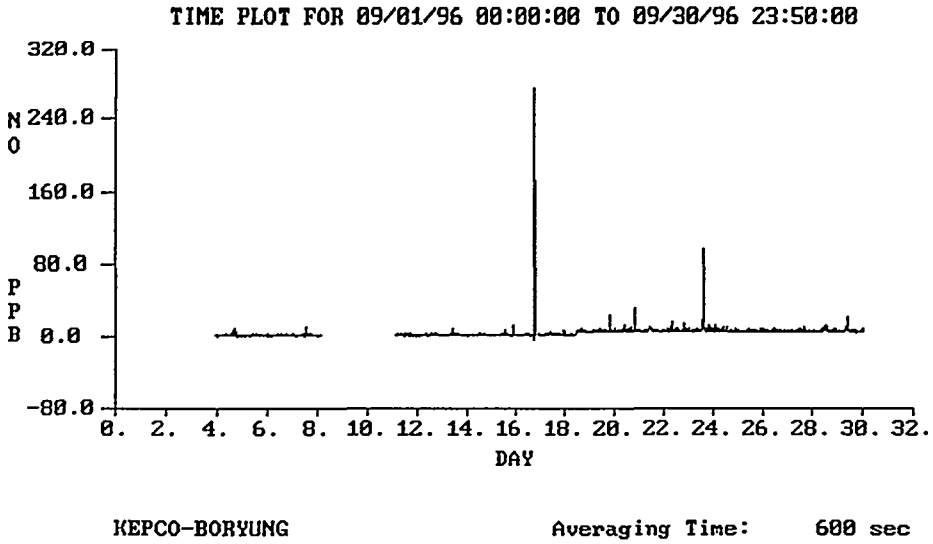
영보리, 오포리 및 주교리 측정소에서 측정된 9월 및 10월 중 NO의 10분 평균농도자료를 그림 7-21 및 7-22에 이들의 평균화 시간 1시간에 대한 자료를 그림 7-23 및 7-24에 그리고 평균화 시간 1시간에 대한 통계량을 표 7-14에 각각 나타내었다.

표 7-14 9, 10월 중 1시간 평균 NO농도 자료의 통계량

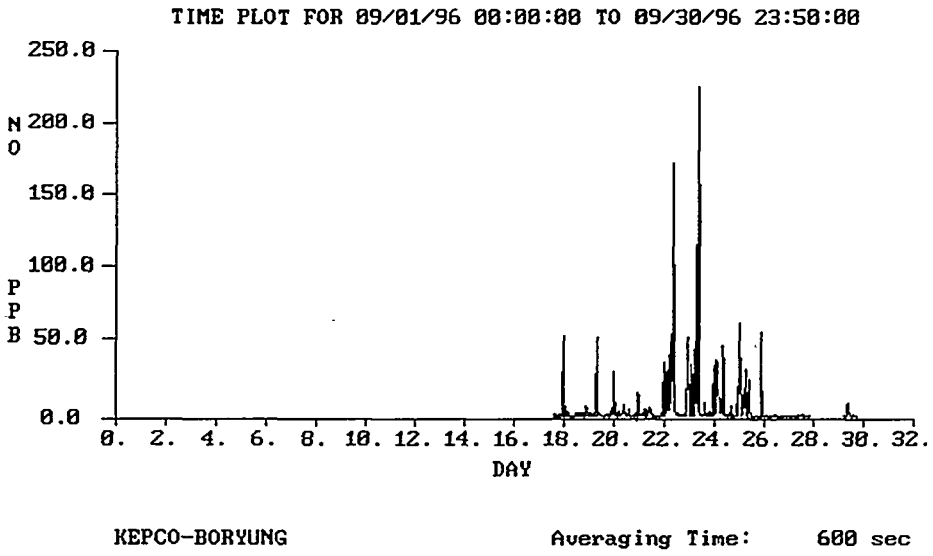
측정 월	측정소	자료수	산술평균 (ppb)	표준편차 (ppb)	최대치 (ppb)	최소치 (ppb)	백분위값	
							95%	99%
9	영보리	571	5.5	5.8	118.8	1.9	8.0	16.1
9	오포리	555	3.6	8.5	185.5	NA	6.6	9.3
9	주교리	262	6.7	15.9	169.1	0.0	24.2	70.2
10	영보리	132	7.3	1.2	12.7	6.2	10.1	12.1
10	오포리	439	5.9	1.7	25.8	4.8	8.7	12.3
10	주교리	294	4.5	7.5	66.3	0.0	15.7	36.5


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
NO
PPB
(10**1)
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

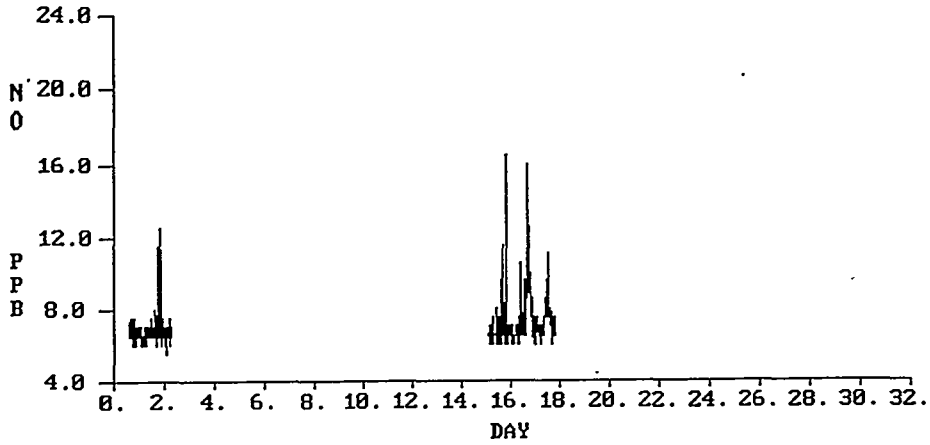

TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
NO
PPB
320.0
240.0
160.0
80.0
0.0
-80.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(b) 오포리



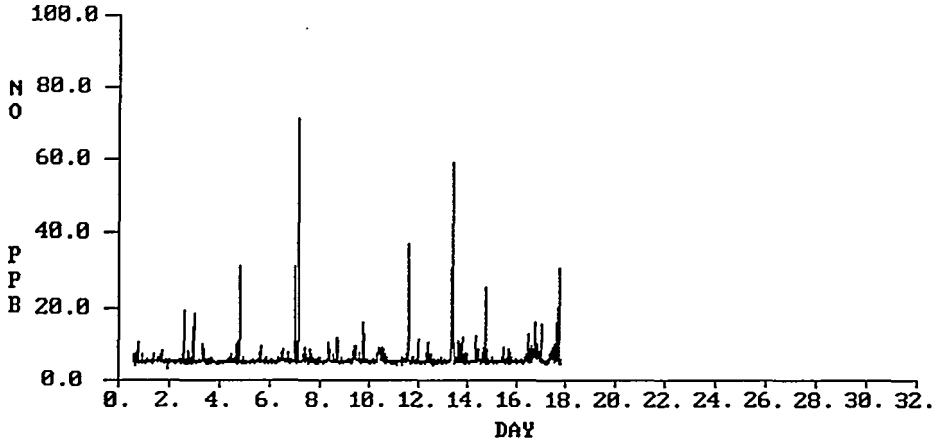
(c) 주교리

그림 7-21. 9월 중 10분 평균 NO 농도의 변화



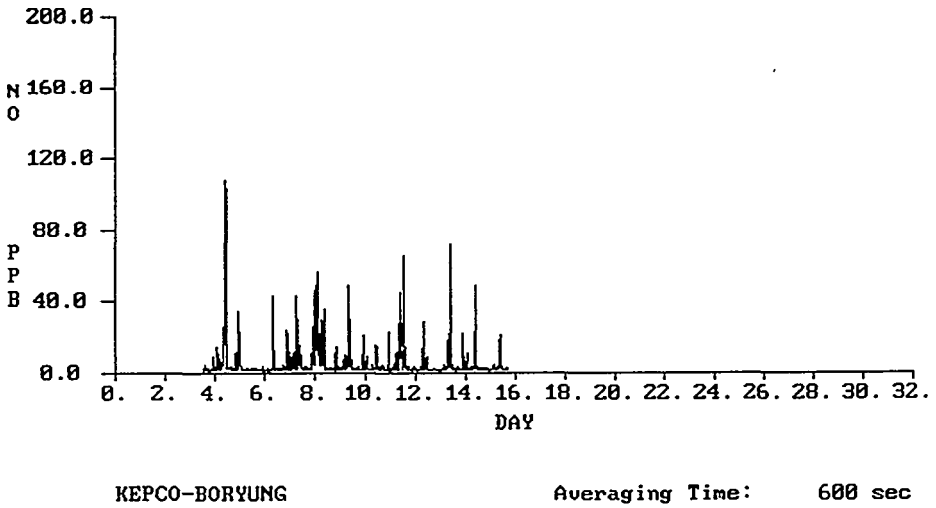
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리



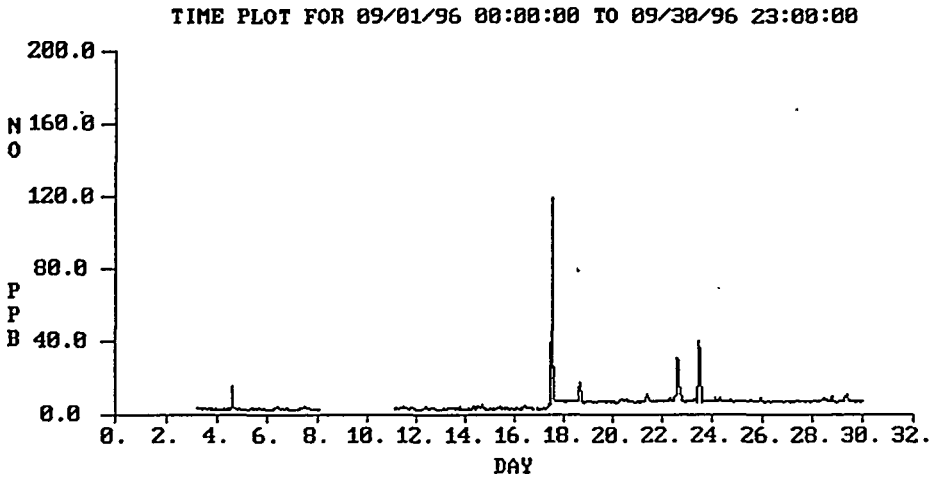
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

(b) 오포리



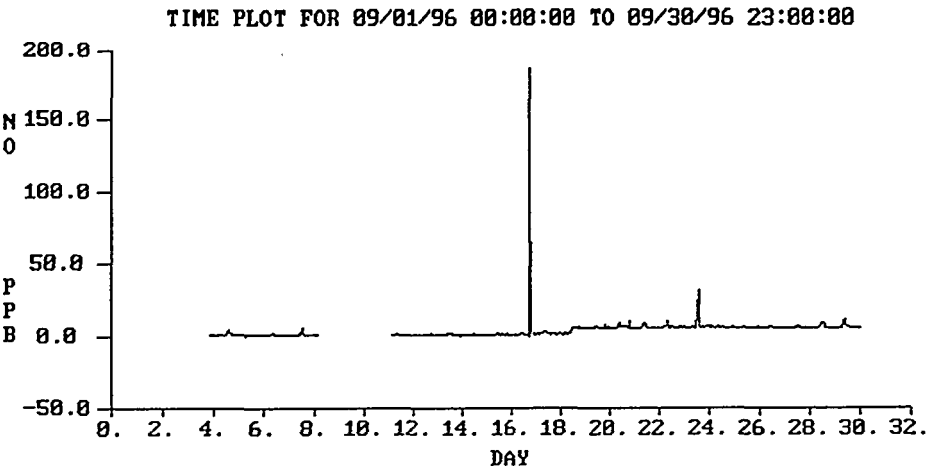
(c) 주교리

그림 7-22. 10월 중 10분 평균 NO 농도의 변화



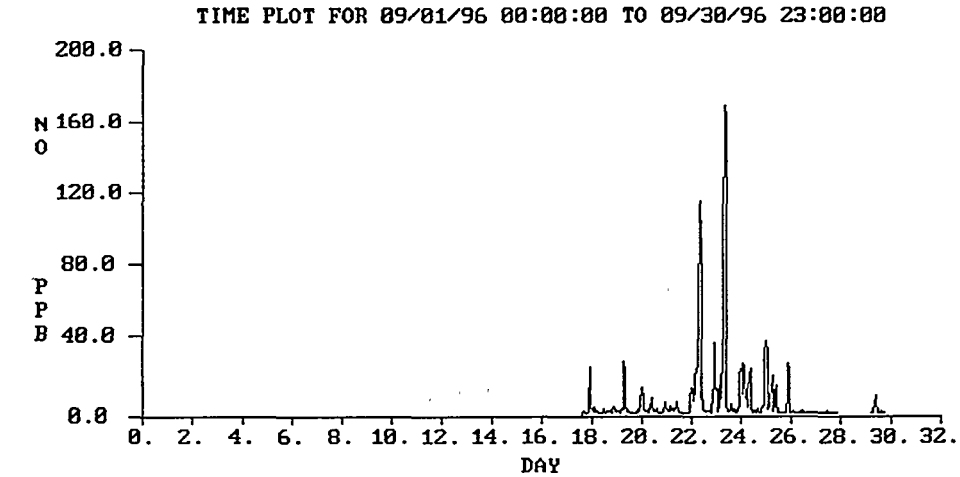
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

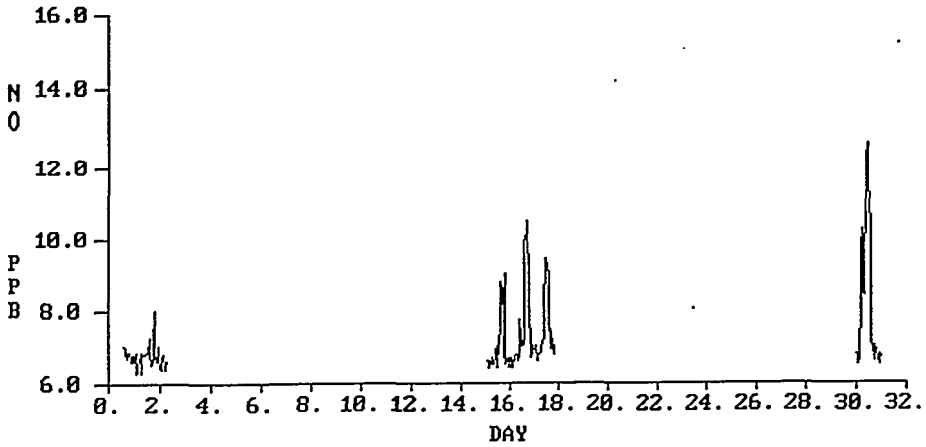
(b) 오포리



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

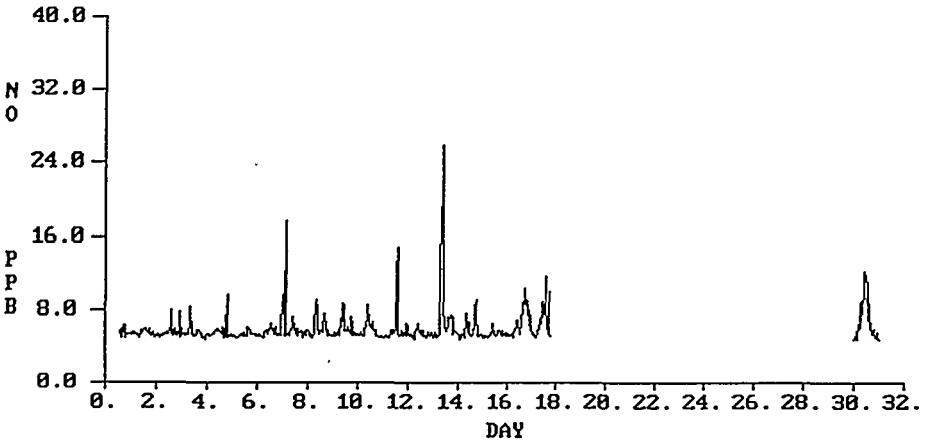
(c) 주교리

그림 7-23. 9월 중 1시간 평균 NO 농도의 변화



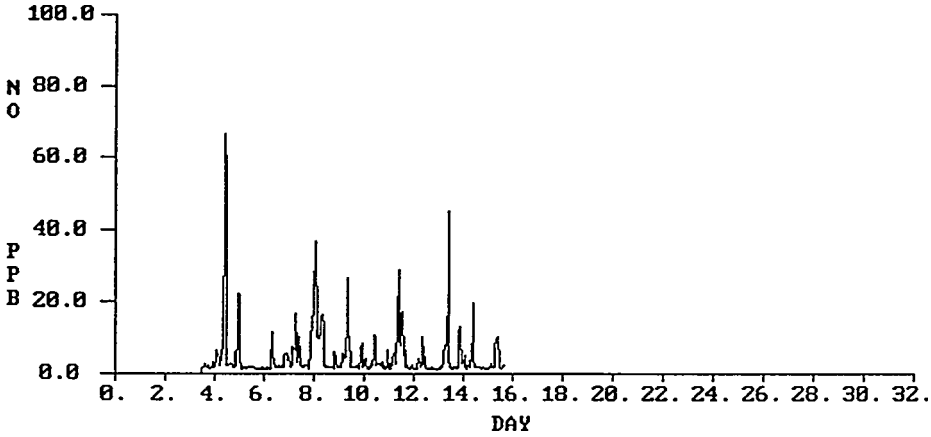
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 오포리



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

그림 7-24. 10월 중 1시간 평균 NO 농도의 변화

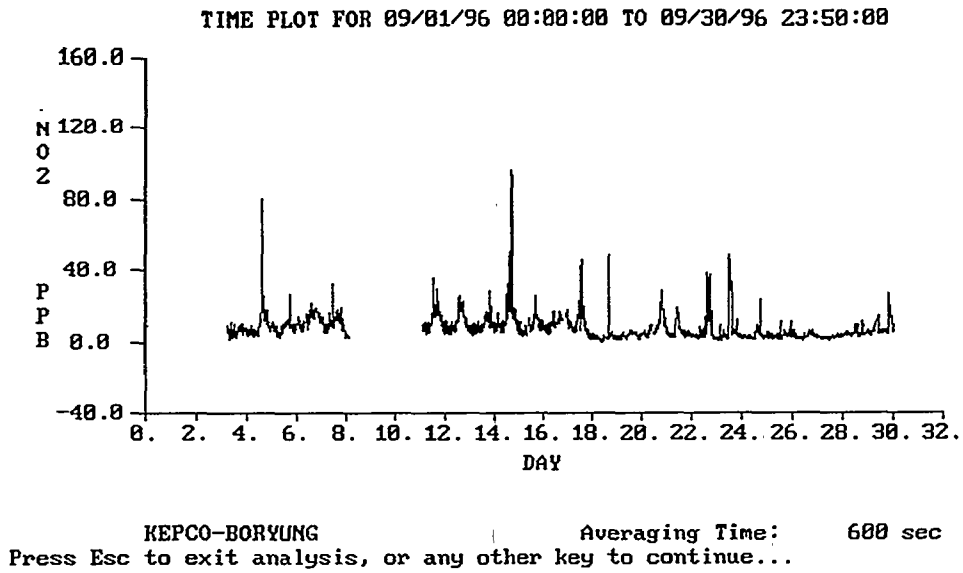
10분평균 자료를 나타내는 그림 7-21 및 7-22의 9월 및 10월 중 고농도 자료출현은 NO계측기의 교정에 의한 350ppb의 표준가스주입과 관련이 있으며 그림 7-23 및 7-24의 1시간 평균화 시간 자료에서도 비슷한 양상을 나타내지만 그 값은 평균차 시간의 영향때문에 현저히 줄어들었다.

영보리, 오포리 및 주교리 측정지역에서의 9월 및 10월 측정기간동안 NO의 1시간 평균화 시간에 대한 자료는 3.6~7.3ppb 범위에 걸쳐 분포하며 이들의 평균은 5.6ppb로 1년의 평균화 시간을 기준으로 평가하면 더 낮은 값으로 평가되리라고 기대할 수 있다. 계측기 교정중에 기록된 9월의 이들 측정소의 최대값은 정상적인 환경농도측정값이라고 보여지기 곤란하기때문에 이들 자료를 환경자료로 직접평가하지 않고 측정된 자료들의 백분위수를 기준으로 오염정도를 표시하면 99% 백분위수 값이 9.3~70.2ppb로 양호한 대기질을 나타내고 있다.

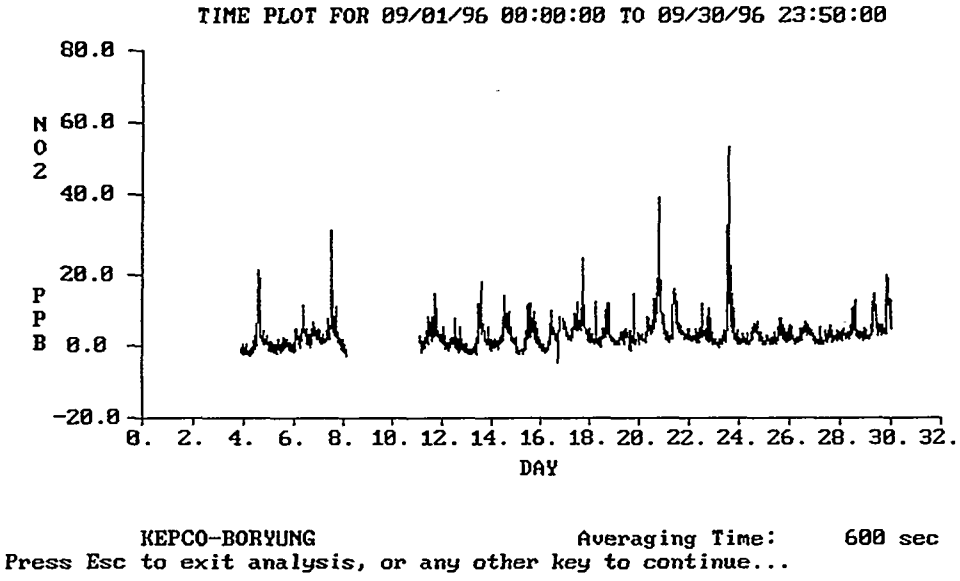
NO측정소와 동일한 측정소에서 측정된 NO_2의 9월 및 10월의 10분 평균농도자료를 그림 7-25 및 7-26에 그리고 이들의 평균화시간 1시간에 대한 자료를 그림 7-27 및 7-28에 각각 나타내었으며 평균화시간 1시간에 대한 자료분석 통계량을 표 7-15에 나타내었다.

표 7-15 9, 10월 중 1시간 평균 NO_2농도 자료의 통계량

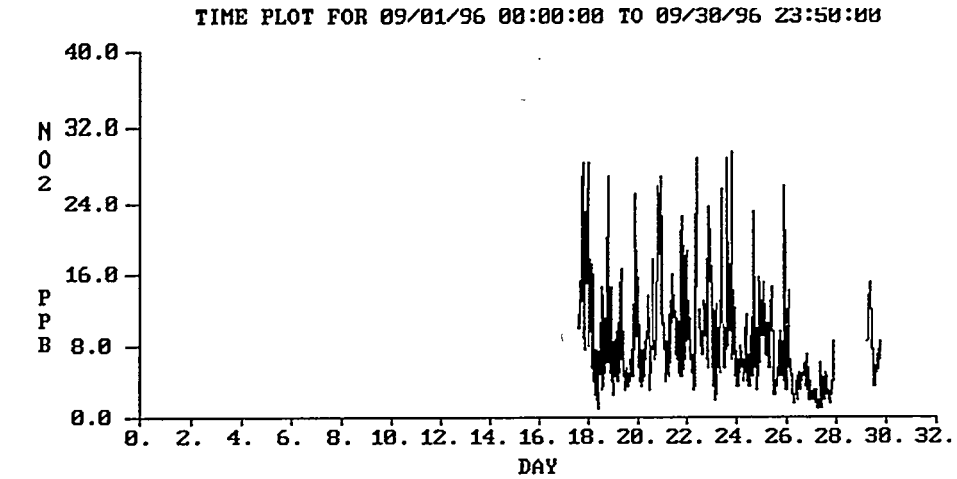
측정 월	측정소	자료수	산술평균 (ppb)	표준편차 (ppb)	최대치 (ppb)	최소치 (ppb)	백분위값	
							95%	99%
9	영보리	571	7.4	5.6	51.78	0.3	17.6	26.8
9	오포리	555	2.7	3.4	27.05	NA	8.3	15.8
9	주교리	262	8.3	4.69	23.9	1.7	18.4	22.2
10	영보리	132	7.5	7.0	35.0	1.1	22.7	34.2
10	오포리	439	4.7	5.7	37.3	NA	15.3	29.5
10	주교리	294	10.7	6.9	46.8	NA	23.5	32.4
	평균		6.9					


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
-40.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
-20.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

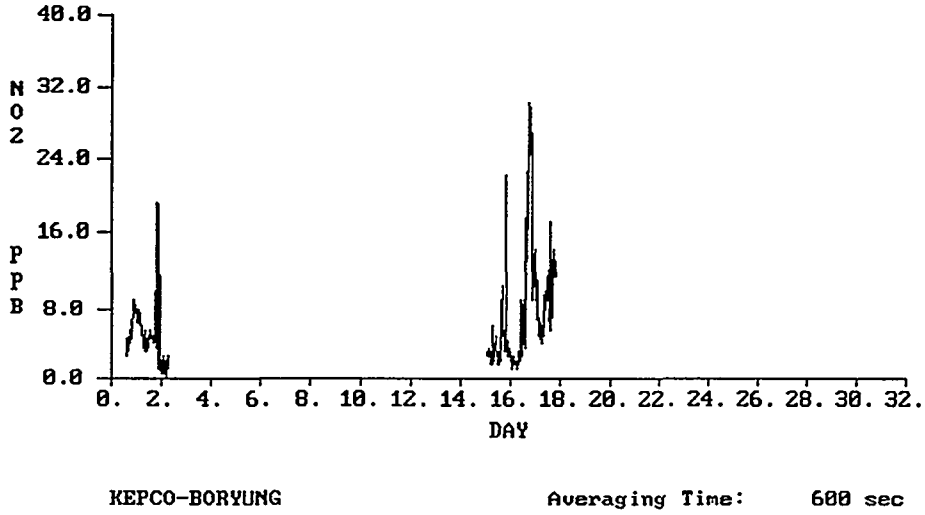
(b) 오포리



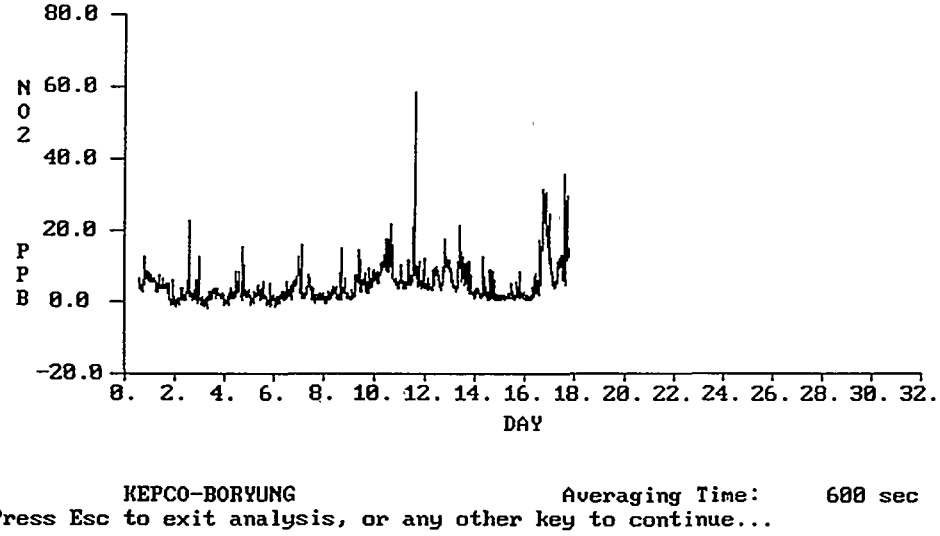
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

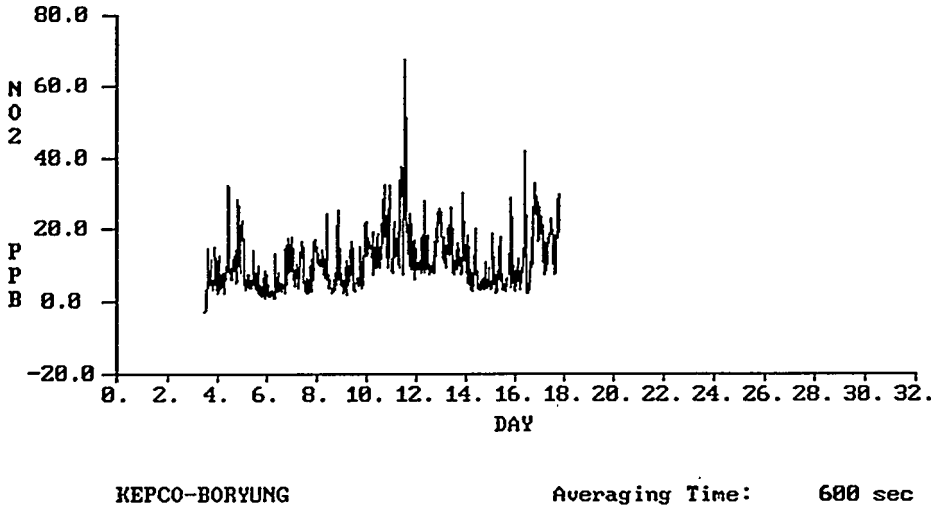
그림 7-25. 9월 중 10분 평균 NO_2 농도의 변화


40.0
32.0
24.0
16.0
8.0
0.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(a) 영보리

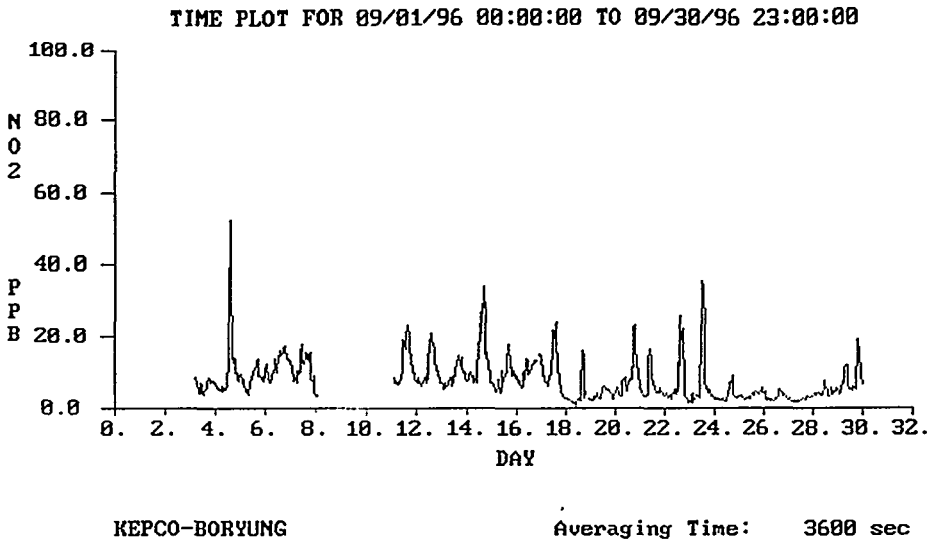

80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
-20.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 오포리

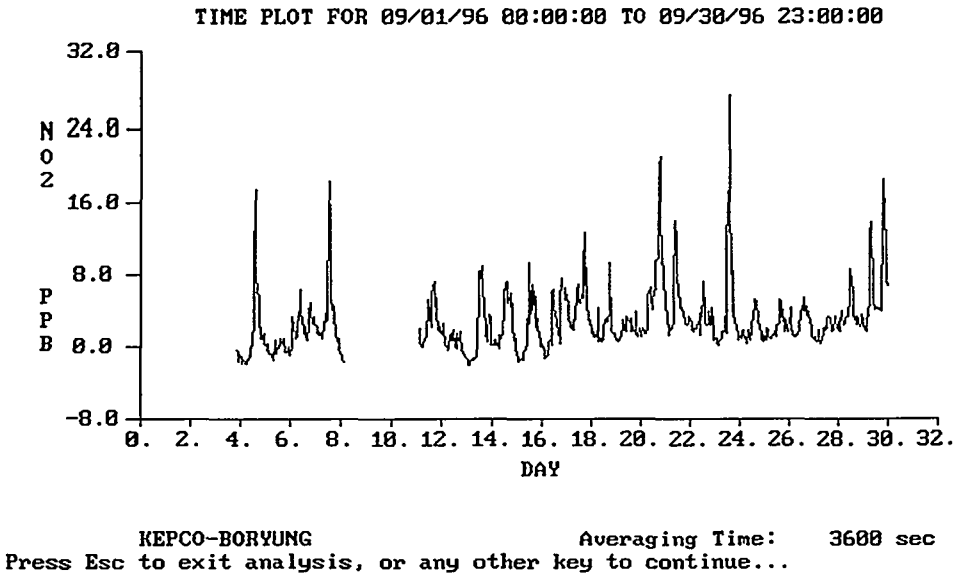


(c) 주교리

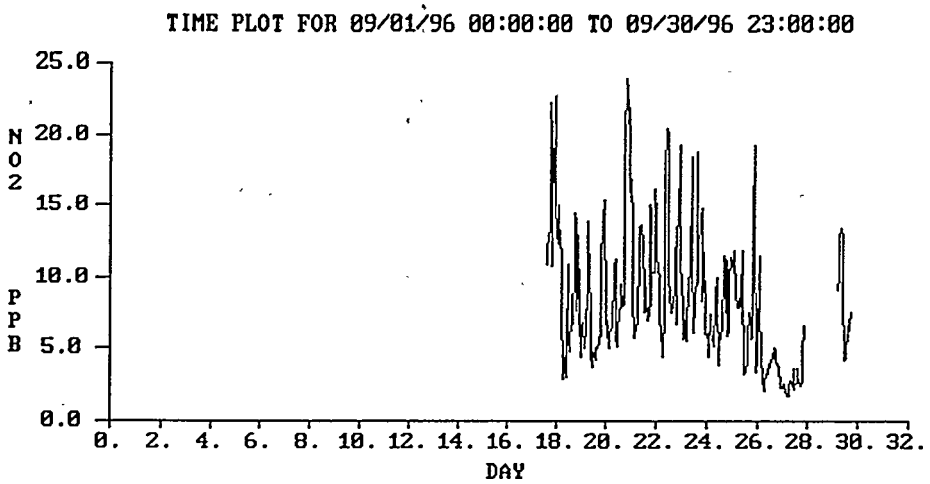
그림 7-26. 10월 중 10분 평균 NO_2 농도의 변화


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:00:00
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec

(a) 영보리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:00:00
32.0
24.0
16.0
8.0
0.0
-8.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

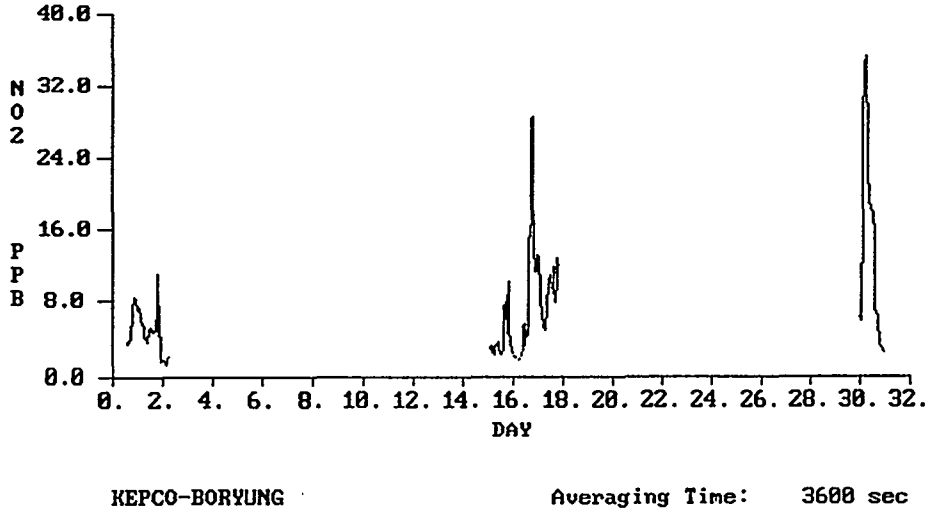
(b) 오포리



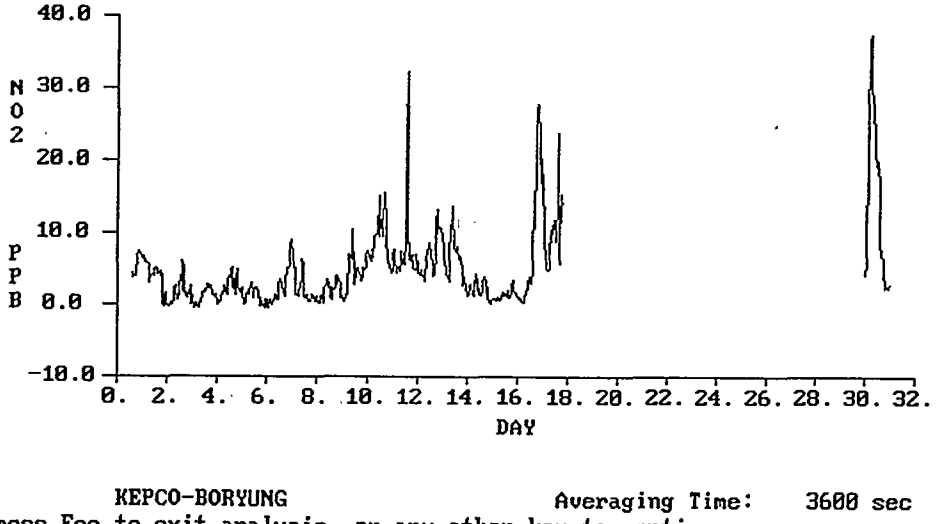
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

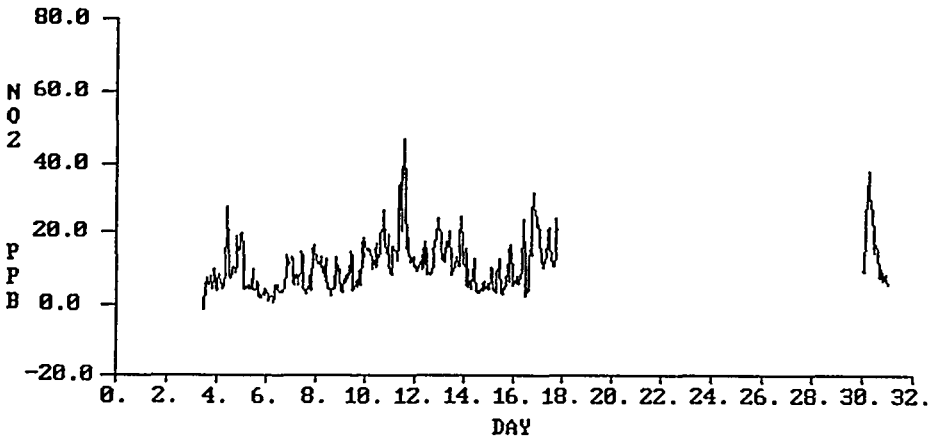
그림 7-27. 9월 중 1시간 평균 NO_2 농도의 변화


40.0
32.0
24.0
16.0
8.0
0.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec

(a) 영보리


40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
-10.0
NO2 PPB
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 오포리



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

그림 7-28. 10월 중 1시간 평균 NO_2 농도의 변화

그림 7-25 및 그림 7-26에 나타낸 NO_2의 10분 평균 농도자료는 대체로 0~30ppb 사이의 범위에서 변동하며 영보리 측정소에선 100ppb까지 상승하기도 하였다. 환경기준과의 부합여부를 평가하기 위해 평균화시간을 1시간으로 취해 구해진 자료를 나타내는 그림 7-27 및 7-28에 나타난 NO_2값은 대체로 20ppb이하의 환경농도값을 나타내며 영보리 및 오포리 측정소에선 NO_2농도의 일변화특성을 나타내는 것 같고 주교리 측정소에선 보다 복잡한 NO_2농도 변화를 나타내는 바 이는 주교리 측정소가 보령에서 홍성으로 이어지는 21번 국도변에서 가깝고 측정소 위치가 마을에서 가까운 점을 고려하면 이들의 영향이 나타나는 것으로 판단된다.

9월 및 10월에 걸쳐 측정된 평균화 시간 1시간에 대한 NO_2의 평균농도 분포는 2.7~10.7ppb의 범위를 나타내며 측정값의 최대치는 23.9~51.7ppb이고 99% 백분위수는 15.8~34.2ppb의 범위를 나타내고 있다. 발전소가 상시 운전되는 상황에서 9-10월에 측정된 1시간 평균화 자료의 산술평균값이 2.7~10.7ppb로 나타났으므로 이런 발전소 운전 상황을 가정할 때 1년의 평균화 시간에 대한 NO_2의 연평균값은 환경기준치를 훨씬 밑도는 것으로 평가될 수 있다. 이 기간 중 측정된 1 시간 평균값의 최대치 및 백분위수로 평가할 때 NO_2의 농도값이 환경기준치를 훨씬 밑돌 것으로 판단된다.

전술한 바와 같이 대기중 질소산화물(NOx)의 농도는 통상 주요한 질소산화물이 일산화질소(NO)와 이산화질소 (NO_2)의 합으로 간주되므로 이 값을 평가하기 위해 이들의 값을 더해 NOx값을 평가해 보았을때 평균값의 범위는 6.3~15.2ppb로 연간 평균치 50ppb와는 큰 차이를 나타내었고 최대값에 있어서도 47.7~113.1ppb로 환경기준치 150ppb에 미치지 못했으며, 백분위수값은 25.1~92.4ppb의 범위를 나타내어 환경기준치를 넘어설 가능성은 거의 없는 것으로 나타났다.

4. 오존(O_3)농도 자료

영보리, 오포리 및 주교리 측정소에서 측정된 9월 및 10월의 10분 평균 오존농도 자료를 그림 7-29 및 7-30에 이 자료의 평균화 시간 1시간에 대한 자료를 그림 7-31 및 7-32에 그리고 후자의 자료에 대한 각 지역별 통계량을 표 7-16에 나타내었다.

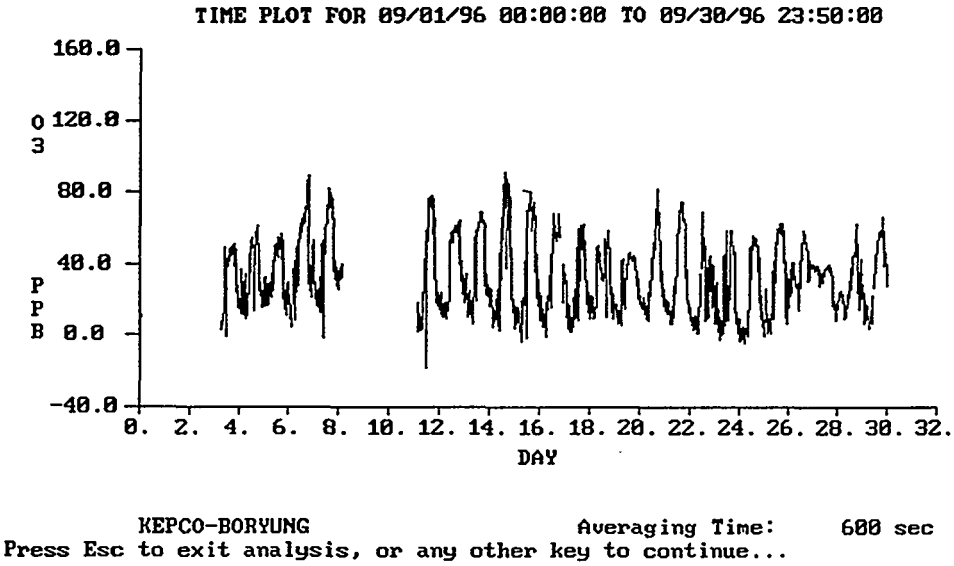
표 7-16 9, 10월 중 1시간 평균 오존(O_3)농도 자료의 통계량

측정 월	측정소	자료수	산술평균 (ppb)	표준편차 (ppb)	최대치 (ppb)	최소치 (ppb)	백분위값	
							95%	99%
9	영보리	571	32.2	19.3	84.88	NA	67.4	76.2
9	오포리	555	38.8	23.7	109.2	NA	80.0	93.0
9	주교리	262	27.4	20.4	78.71	NA	58.3	67.8
10	영보리	132	22.8	11.4	50.8	NA	40.9	50.3
10	오포리	439	36.7	19.0	94.2	3.6	71.6	84.4
10	주교리	294	24.9	18.2	74.2	NA	57.2	66.7S
	평균		30.5.					

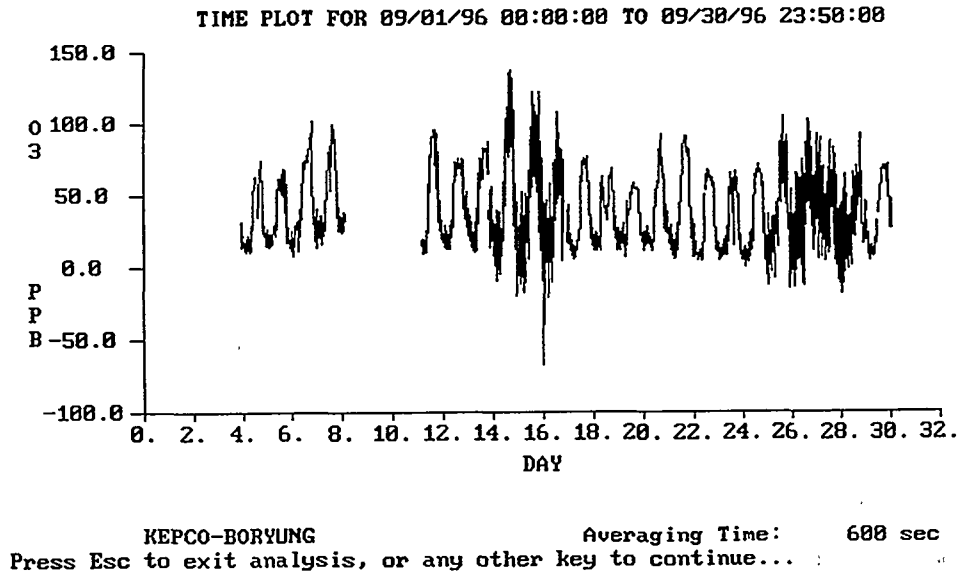
측정기간 중 O_3의 10분 평균 농도분포는 대체로 10~50ppb정도 범위에 걸쳐 변동되고 있으며 지역 및 시간에 따라 130ppb 정도까지 상승하기도 한다. 환경기준치와의 비교를 위해 한 시간을 평균화시간으로 취한 오존의 농도분포도 역시 10분의 평균화 시간의 농도값과 유사한 경향을 나타내지만 최고값이 많이 smoothing되어 나타나고 있음을 알 수 있다. 그림 7-31 및 7-32로부터 모든 오존 측정지점으로부터 O_3의 분명한 일변화 패턴을 볼 수 있다.

대기중에 존재하는 오존은 오존 전구물질 (precursor)이 광화학반응을 통해 생성되는 것으로, 이런 반응 과정에는 일사량, 온도, 습도, 풍속등과 같은 기상조건이 복합적으로 관련되므로 이들의 광화학적 오존 영향에 대한 체계적인 연구가 반드시 수행될 필요가 있다.

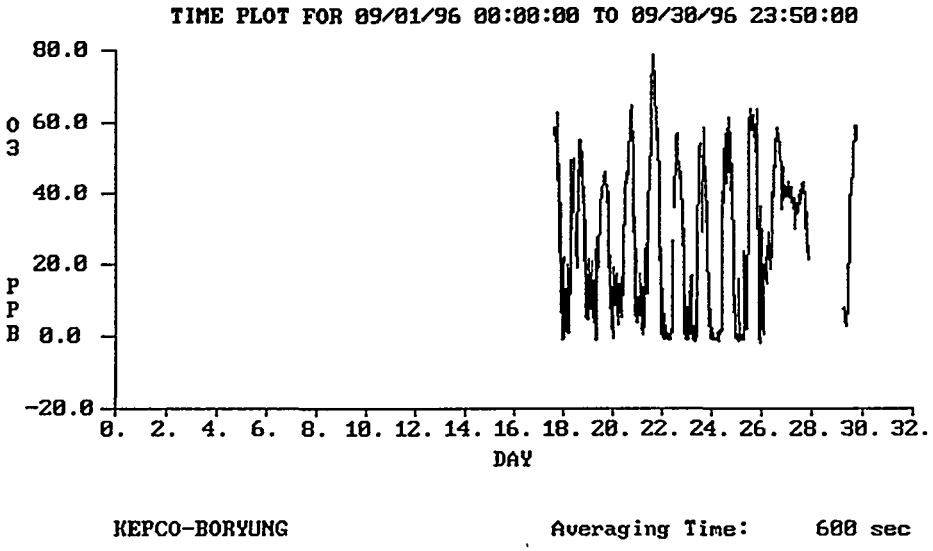
9월 및 10월 중 측정된 대기중 한시간 평균 오존 농도만으로 평가하면 세측정지역 모두에서 연평균 환경기준을 초과하고 있으며, 최대값 및 백분위수로 평가했을때 연간 1시간 평균농도가 100ppb를 3회 이상 초과해서는 안된다는 환경기준을 넘어설 가능성을 예고하고 있는 듯하다. 그러나 발전소 연돌에서 오존이 배출되지 않고 다른 해안 지역에서도 오존농도가 높게 관측된다는 점을 감안하면 이런 고농도 오존일의 출현이 해안에 면한 보령지역의 일상적 현상이라고도 보여지나 그 원인 및 옥시단트 발생기구에 대한 체계적인 연구가 이어져야 될 것으로 생각된다.


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
160.0
O3 120.0
80.0
40.0
PPB 0.0
-40.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

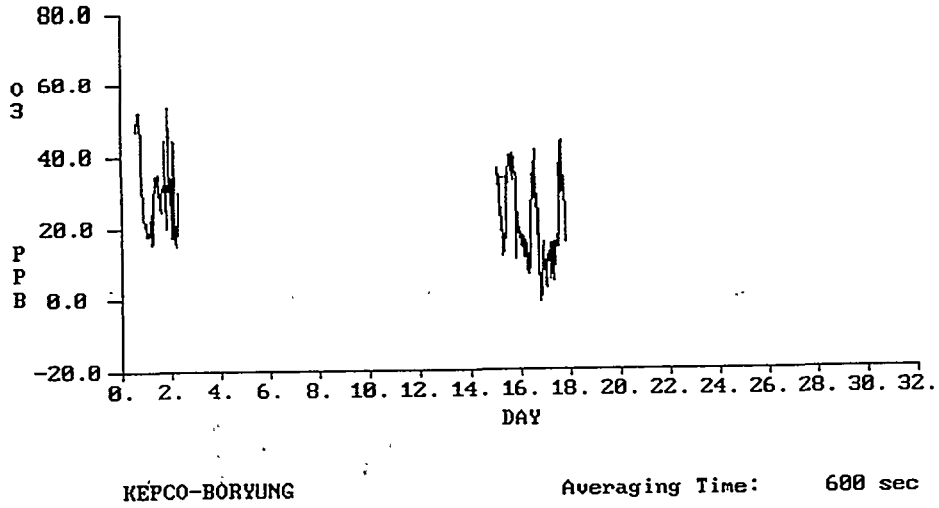

TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:50:00
150.0
O3 100.0
50.0
0.0
PPB -50.0
-100.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 오포리

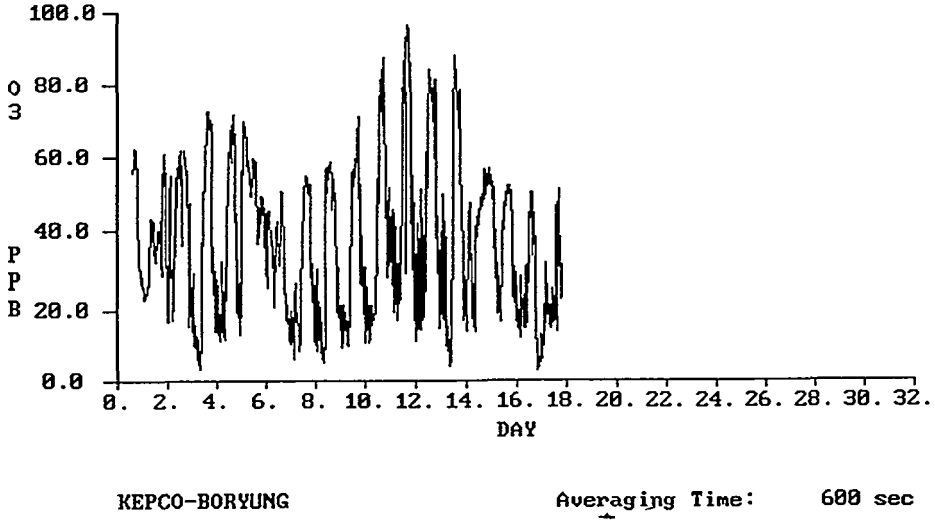


(c) 주교리

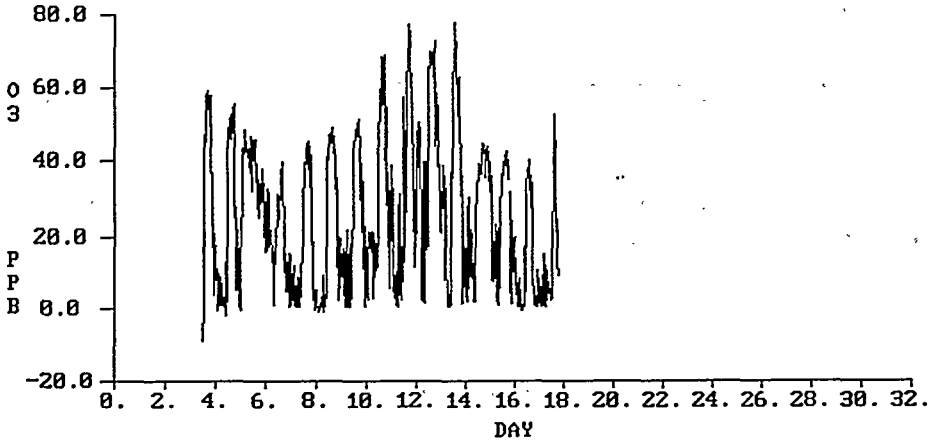
그림 7-29. 9월 중 10분 평균 O_3 농도의 변화


80.0
O 60.0
3
40.0
20.0
P
P
B 0.0
-20.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(a) 영보리


100.0
O 80.0
3
60.0
40.0
P
P
B 20.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

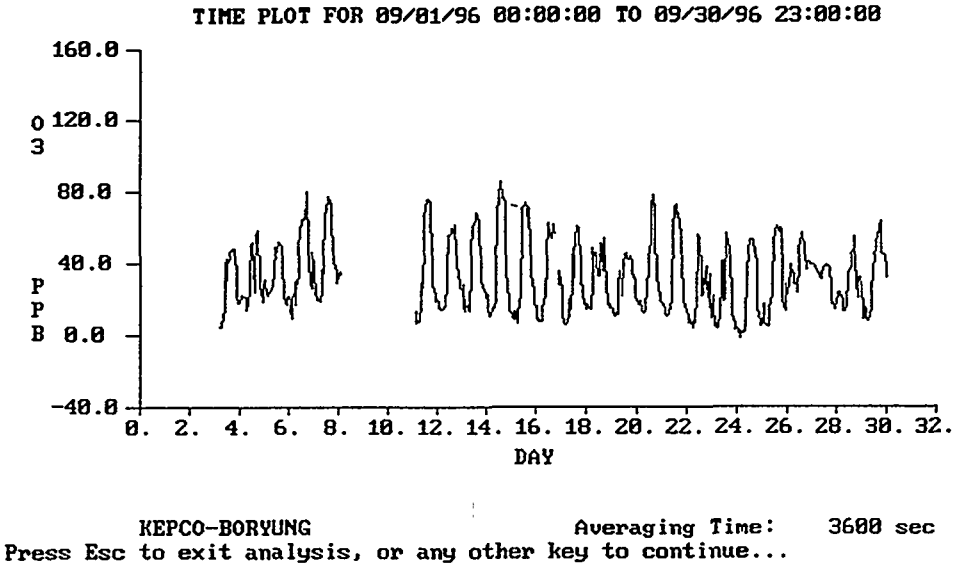
(b) 오푸리



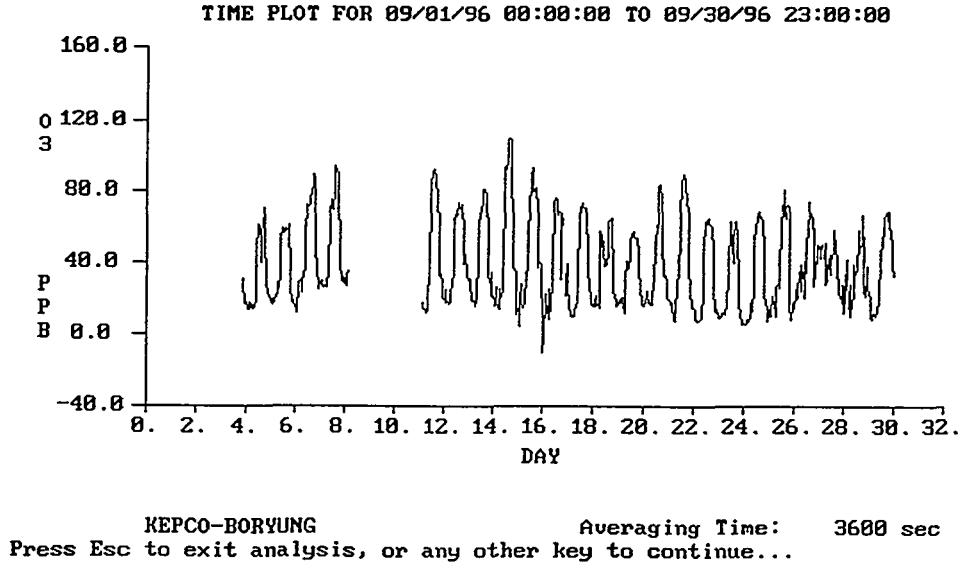
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

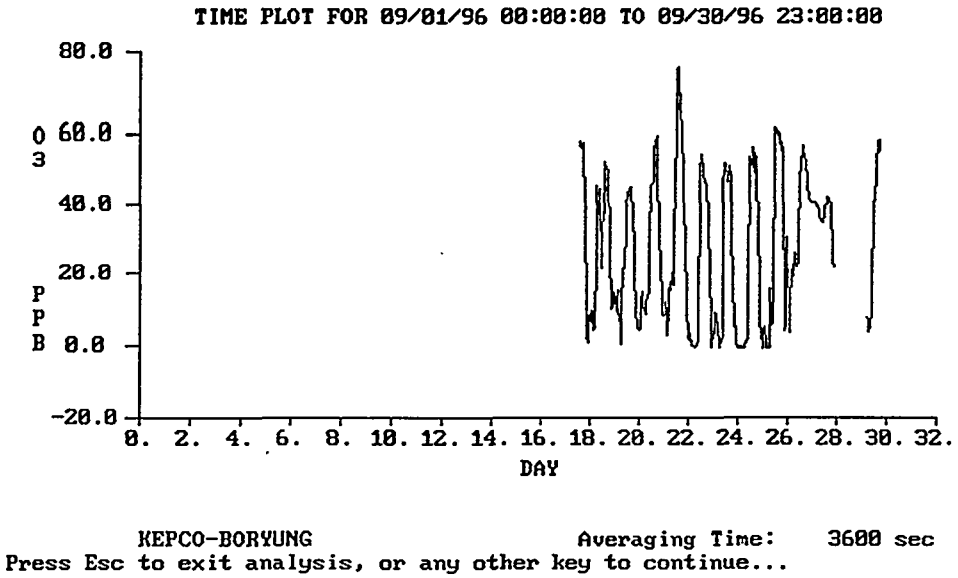
그림 7-30. 10월 중 10분 평균 O_3 농도의 변화


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:00:00
160.0
O3 120.0
80.0
40.0
PPB 0.0
-40.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 영보리

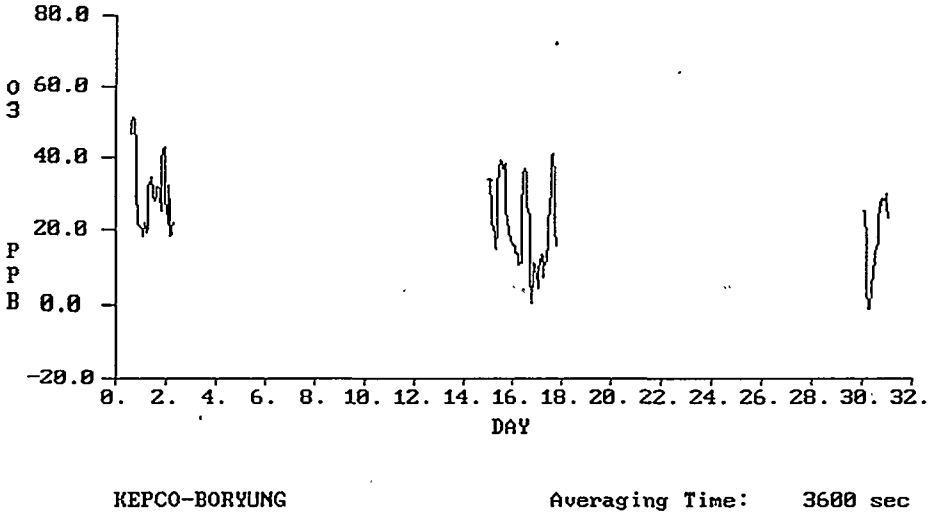

TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 23:00:00
160.0
O3 120.0
80.0
40.0
PPB 0.0
-40.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 오푸리

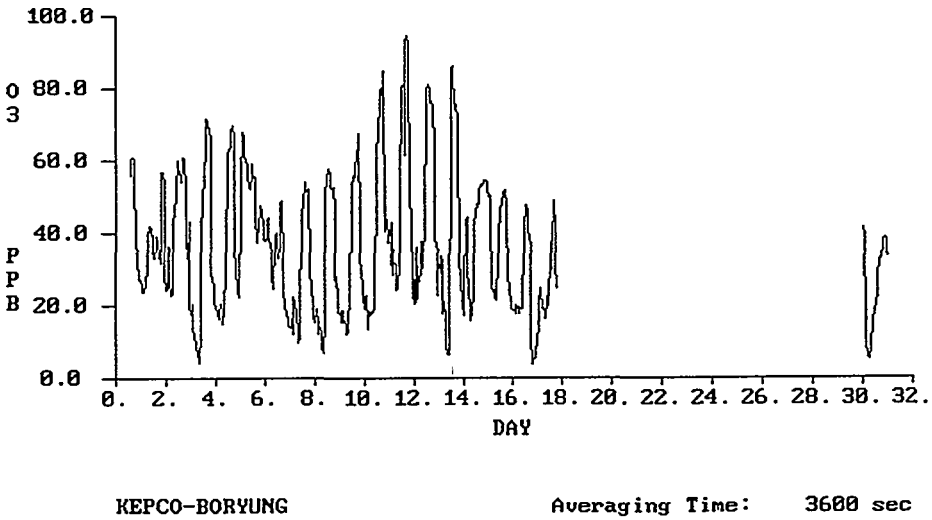


(c) 주교리

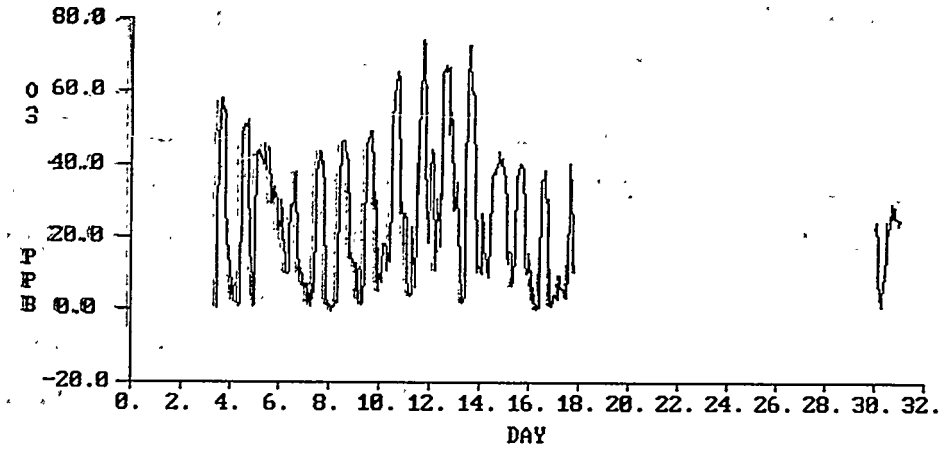
그림 7-31. 9월 중 1시간 평균 O_3 농도의 변화


80.0
O 60.0
3
40.0
20.0
P
P
B 0.0
-20.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec

(a) 영보리


100.0
O 80.0
3
60.0
40.0
P
P
B 20.0
0.0
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 3600 sec

(b) 오포리



KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 3600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 주교리

그림 7-32. 10월 중 1시간 평균 O_3 농도 변화

5. 먼지 (TSP) 자료

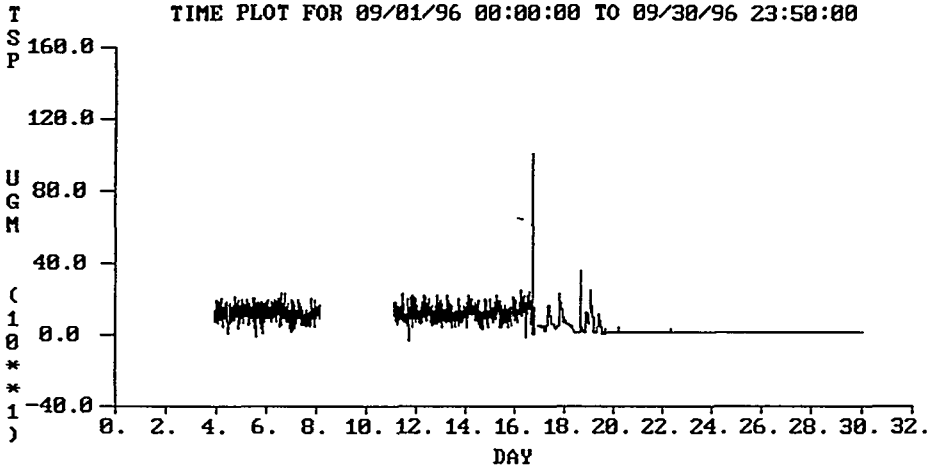
β-ray 측정기를 이용한 먼지의 측정은 오포리, 주교리 및 원산도 측정소에서 이루어졌으며 9-10월 측정기간 중 수집된 자료의 10분 평균값을 그림 7-33 및 7-34에, 24시간 평균값을 7-35 및 7-36에 그리고 24시간 평균값의 통계량을 표 7-17에 나타내었다.

표 7-17. 9, 10월 중 24시간 평균화 시간에 대한 TSP자료의 통계

측정월	측정소	자료수	산술평균 (ppb)	표준편차 (ppb)	최대치 (ppb)	최소치 (ppb)	백분위값	
							95%	99%
9	영보리	25	69.4	52.8	140.1	11.7	129.2	140.1
9	오포리	12	79.6	34.3	143.9	32.2	135.9	143.9
9	주교리	9	28.8	4.1	35.0	23.7	35.0	
10	영보리	18	37.1	23.8	94.3	11.8	83.5	94.3
10	오포리	15	80.6	39,2	149.5	21.6	132.9	149.5
10	주교리	14	32.3	2.4	35.0	28.7	34.8	35.0
			54.7					

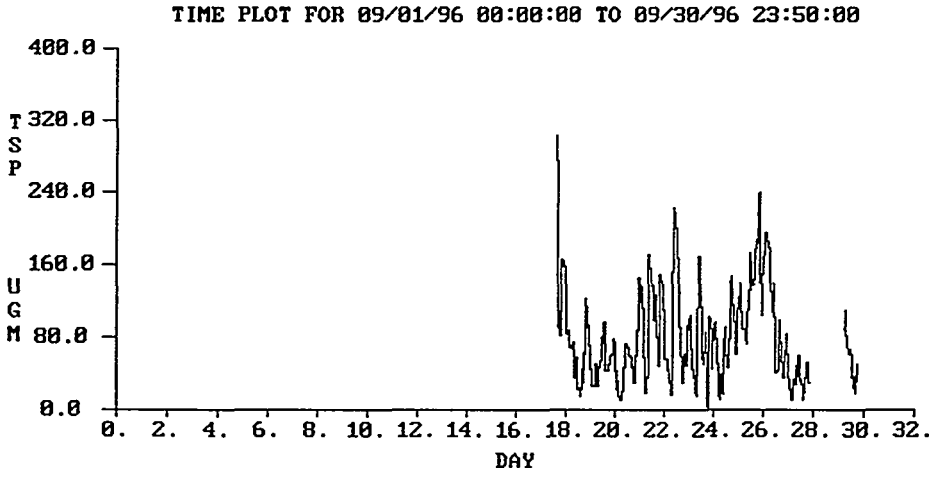
10분의 평균화 시간에 대한 TSP의 시간에 따른 변화는 그림 7-33 및 7-34에서 볼 수 있는 바와 같이 장소 및 시간에 따라 각기 다른 변화 양상을 나타내고 있다. 환경기준치와의 비교를 위해 1시간의 평균화 시간에 대한 자료값을 나타내는 그림 7-35 및 7-36을 살펴보면 연평균 150$\mu g/m^3$ 보다는 낮은 농도값을 보여주고 있음을 알 수 있고 섬에 위치한 원산도 측정소 보다는 육지에 위치한 오포리, 및 주교리 측정소의 먼지 농도가 높게 나타남을 알 수 있다. 이들 측정소의 9-10월 중 평균화시간 24시간에 대한 먼지 농도값의 산술평균은 28.8~80.6$\mu g/m^3$의 범위에 걸쳐 있으며 이값은 TSP의 연간 환경기준농도인 150$\mu g/m^3$ 에 훨씬 못 미치는 값을 나타내고 있다. 특히 원산도 측정소의 먼지농도값이 다른 측정소에서의 그것보다 훨씬 낮게 나타났다는 점과 7.1절에서 언급한 이 기간 중 바람의 주풍향이 동풍, 북동 및 남동풍이었다는 점을 감안하면 육지에서 도서지방보다 높게 나타나는 먼지농도는 측정소

주변에서 발생하는 자연적 또는 인위적 비산먼지 등에 의한 것으로 판단된다. TSP의 24시간 평균농도의 최대값은 35.0~143.5㎍/㎥의 범위에 이르고 있으며 이 값과 백분위값으로 평가할 때 24시간 평균농도값이 300㎍/㎥이상이 되는 날이 연간 3회 이상 나타나서는 안된다는 환경기준을 초과할 가능성은 거의 없을 것으로 판단된다.



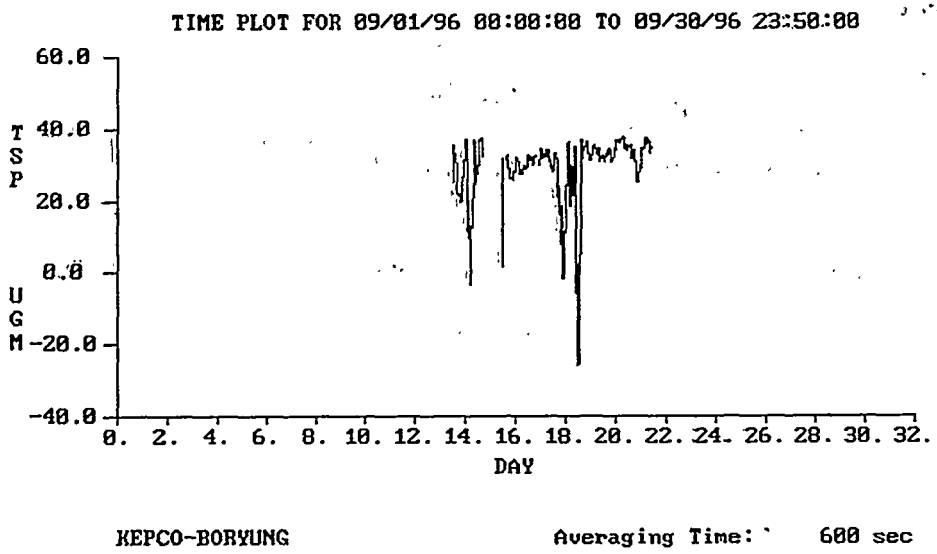
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(a) 오포리



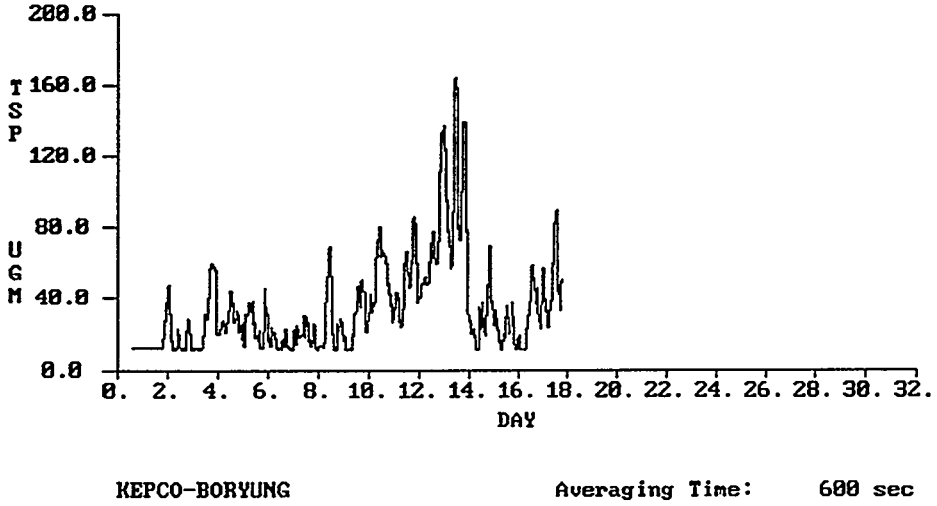
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 주교리

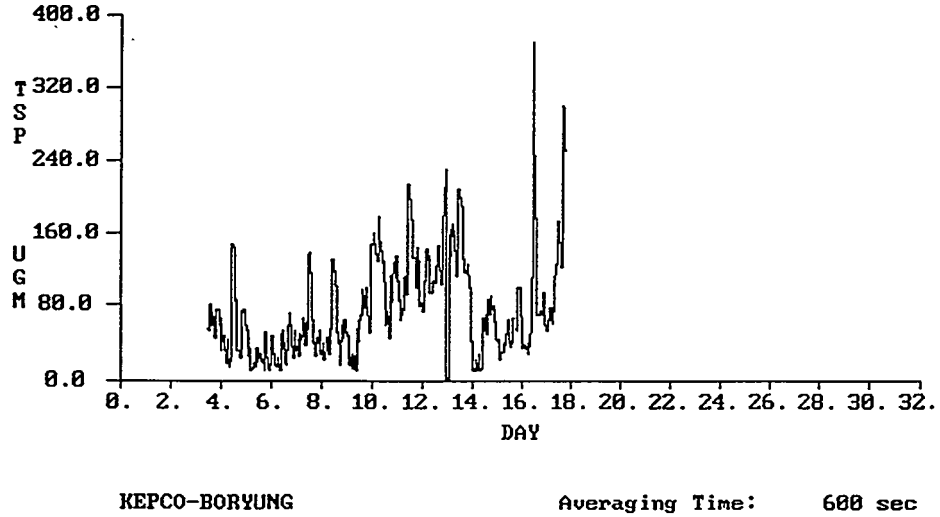


(c) 원산도

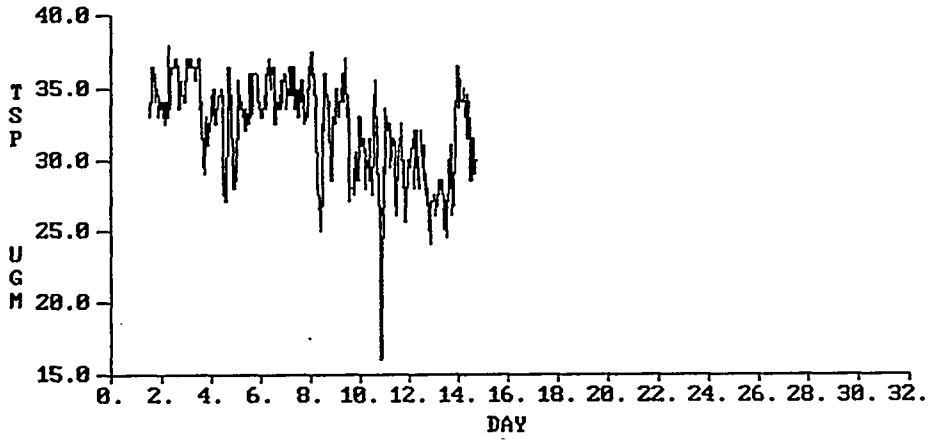
그림 7-33. 9월 중 10분 평균 TSP 농도 변화


200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
TSP
UGM
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

(a) 오포리


400.0
320.0
240.0
160.0
80.0
0.0
TSP
UGM
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 600 sec

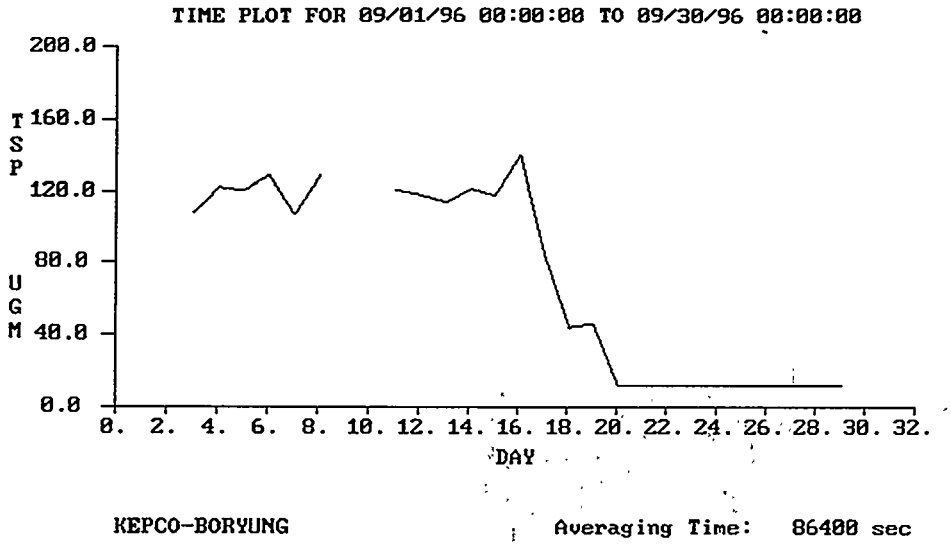
(b) 주교리



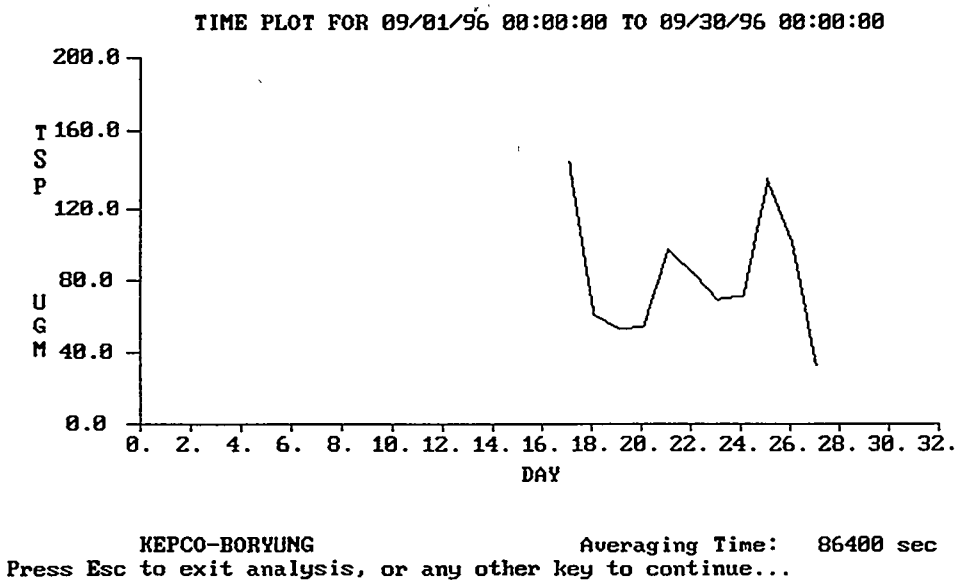
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 600 sec

(c) 원산도

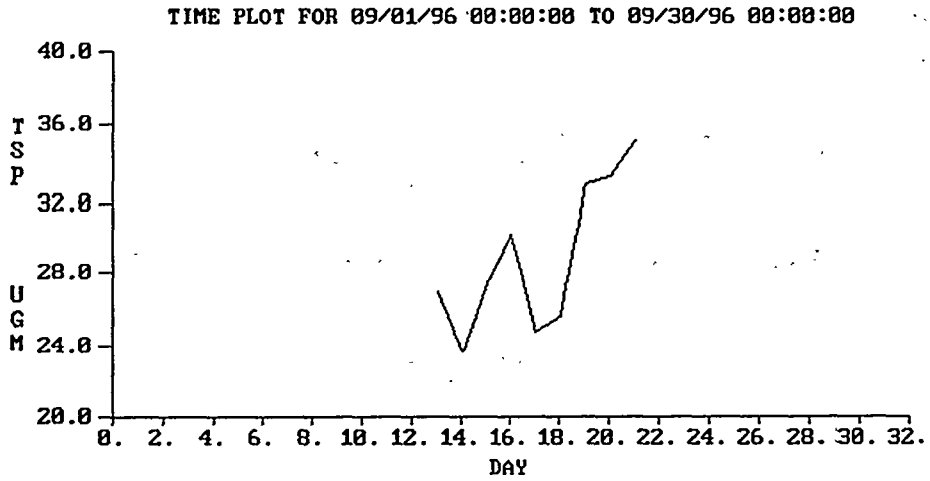
그림 7-34. 10월 중 10분 평균 TSP 농도 변화


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 00:00:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
TSP
UGM
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec

(a) 오포리


TIME PLOT FOR 09/01/96 00:00:00 TO 09/30/96 00:00:00
200.0
160.0
120.0
80.0
40.0
0.0
TSP
UGM
0. 2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22. 24. 26. 28. 30. 32.
DAY
KEPCO-BORYUNG
Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

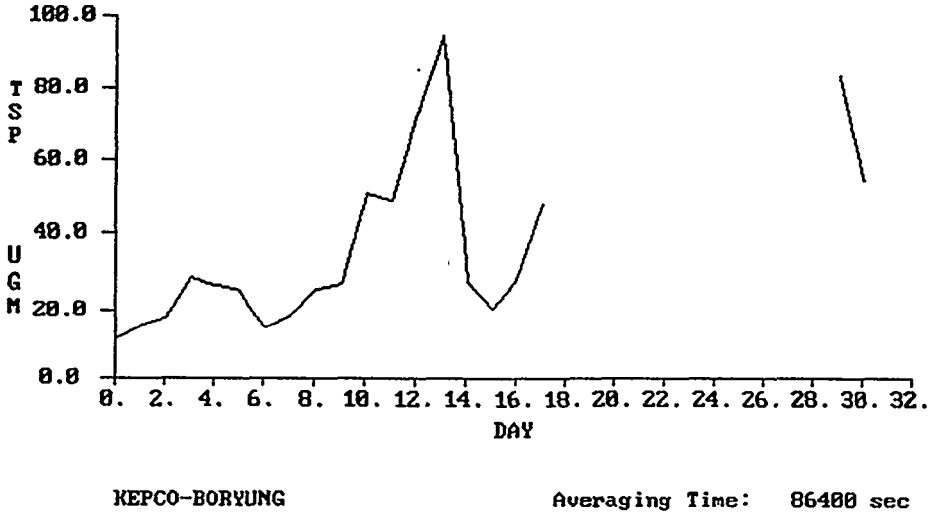
(b) 주교리



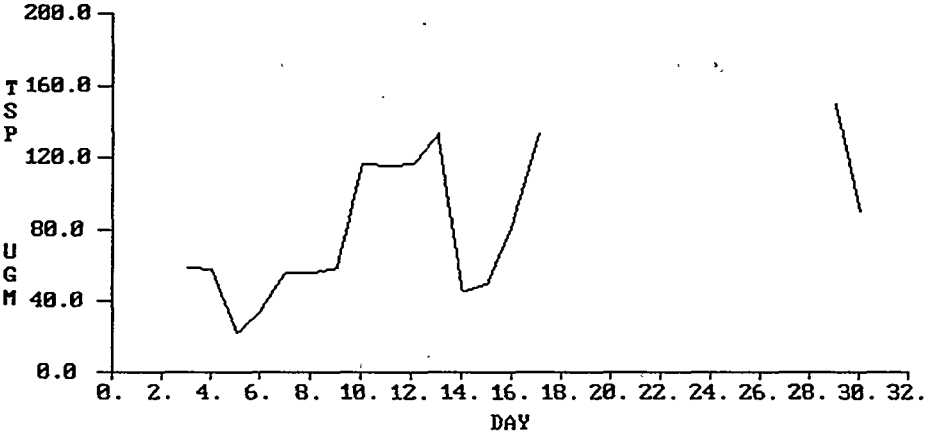
KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 원산도

그림 7-35. 9월 중 24시간 평균 TSP 농도 변화



(a) 오포리



Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(b) 주교리

KEPCO-BORYUNG Averaging Time: 86400 sec
Press Esc to exit analysis, or any other key to continue...

(c) 원산도

그림 7-36. 10월 중 24시간 평균 TSP 농도 변화

제 8 장 향후 운영계획

제 8 장 향후 운영 계획

보령화력 발전소 반경 10㎞내에 설치 운영중인 기상측정 및 환경농도자동감시 장치는 1996년 말까지 계속적인 계측기 교정 및 문제점 해결을 통해 전체 시스템의 안정화 작업을 계속 진행할 예정이다.

본 시스템의 안정화 후에 얻어지는 자료는 먼저 발전소 주변지역의 환경관리 자료로 이용하게 될 것이다. 보령화력 주변지역은 지난 몇년간 발전소 대기 오염물 배출과 관련된 민원이 발생된 지역으로 본 시스템의 안정화 후 얻어지는 환경농도 측정자료 및 기상관측자료는 이런 민원에 대응할 수 있는 최적의 객관적 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대되며 이를 통한 민원해결로 안정적 발전 설비 운영에 기여할 수 있을 것이다. 또한 측정된 자료의 실시간 공개로 보다 나은 환경질을 유지하기 위해 노력하는 우리 공사의 환경 친화적 기업의 이미지 제고에도 한몫하리라고 생각된다.

금년 하반기에 취득된 환경농도 자료들은 이미 사후 환경영향 평가 자료로 환경부에 보고되고 있는 중이며 계속 측정되는 자료들은 보령 복합화력 건설과 관련해 요구되는 환경관련자료들을 제공하게 될 것이며, 향후 구축될 여타 발전소의 환경관리 TMS 구축에 설치 기술 및 운영 Know-How를 제공하는 원천으로서의 역할을 계속하게 될 것이다.

본 시스템의 구축이 갖는 또다른 큰 의의는 본 시스템이 단순히 오염물 배출원 주변의 대기오염물질 농도를 측정 평가하도록 계획되어진 것이 아니라 기상 및 배출원 자료를 포함한 대기 오염확산 예측 모델의 입력 자료들을 제공할 수 있도록 체계적으로 구성되어 있을 뿐만 아니라 각 측정소들이 모델 검증 자료를 제공할 수 있도록 발전소를 중심으로 반경 10㎞의 반원상에 9개가 위치하고 이들의 배경농도를 평가함으로써 발전소 배출원의 영향을 평가할 수 있도록 설계되었고, 이의 목적으로 운영하기 때문에 국내 실정에 맞는 한국형 대기오염 확산 모델 개발을 위한 자료들을 제공할 수 있는 국내 최초의 체계적 대기오염 감시망이라는 데 있다.

또한 기존의 대부분의 다른 대기오염 감시 측정소에서는 설치, 운영하고 있지 않

은 기상 관측설비들, 특히 온·습도, 일사량, 기압 등의 자료들을 동시 제공하여 보령지방에서 높게 관측되고 있는 옥시단트 농도의 원인을 밝히기에 충분한 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

보령화력 TMS의 향후 운영목표는 한국형 대기오염 확산모델 개발이 될 것이며 이를 위한 운영계획을 도식화하면 그림 8-1과 같다.

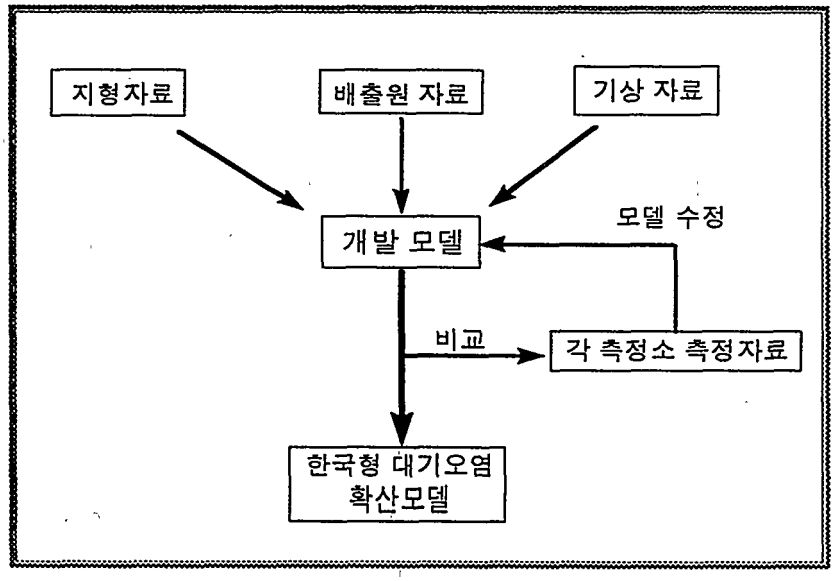


그림 8-1. 보령화력 TMS 향후 운영 계획

대기오염물 확산은 오염물질이 퍼져나가는 지역의 지형 및 기상 특성에 의해 크게 영향을 받게 되므로 먼저 보령화력 주변지역의 지형 및 기상자료들을 분석하여 보령지방 및 우리나라 지형의 특성과 기상의 특성을 조사하고 특히 발전소들이 많이 입지해 있는 해안 지방의 기상 특성들을 분석하는 연구를 수행하게 될 것이다. 또한 배출원 자료는 지형 및 기상 자료들과 더불어 확산 예측 모델에 필수 요소이기 때문에 이들 자료를 본 시스템에서 연속 취득 관리하도록 구성하였다. 이런 취득 자료들은 개발 모델의 입력 자료로 사용하게 되며 이를 기본으로 하여 모델의 기본 틀(Frame)을 결정하게 된다. 이에 근거한 확산 예측치들과 각 측정소에서 측정된

오염자료 및 기상자료들과 비교하여 모델 수정 단계를 반복하여 먼저 보령 지방에 맞는 모델의 개발을 완료하고 계속하여 다른 지역에 적용가능한 모델로 개선 발전시켜 나감으로써 우리나라 대기오염물질 확산 예측 모델 개발의 데이터 베이스 및 시금석이 될 수 있도록 본 시스템을 운영할 것이다.

대기오염 측정망의 운영은 그 설치에서부터 운전, 유지, 보수에 이르기까지 경제적인 측면이 항상 고려되어야 하지만 아직까지 환경오염 측정소 설치와 관련해서 자료획득의 유효성 및 경제성등을 고려한 체계적 설치 기준이 제시되어 있지 못하다. 따라서, 본 시스템을 운영하면서 얻어지는 자료를 바탕으로 경제성, 취득자료의 유효성 등을 고려한 측정소 설치 기준에 대한 연구를 계속할 예정이다.

제9장 결 론

제 9 장 결 론

1. 최근 급증하는 전력수요에 효과적으로 대응하기 위해 우리공사는 신규 대형 석탄 화력 발전소의 건설과 기존 발전소에 추가 호기 도입을 추진 중이며 이에 맞물려 발전소 주변 지역의 대기오염 관련 민원이 증가하고 발전 설비의 안정적 운전을 위협할 가능성을 증대시키고 있다.

우리공사에서는 이런 환경관련 민원에 능동적으로 대응하고자 배출원 오염제어설비의 설치 운전에 막대한 투자를 하고 있으며, 발전소 주변의 대기 환경농도를 측정, 관리하고 있다. 이렇게 함으로써 발전소가 오염물 배출원이라는 인식을 불식시키고 양질의 대기질 유지를 위한 우리공사의 노력을 홍보함으로써 안정적 전력 공급에 일조할 수 있을 것이다.

본 연구는 발전소 주변의 대기환경농도 및 기상자료를 상시측정하고 발전소 연돌의 배가스 농도를 상시 측정하여 발전소 인근 주민에게 실시간 (Real time)으로 이들 자료를 공개하여 지역 주민에게 오염자료에 대한 불신을 불식시키고, 배출원 자료 및 기상 자료를 확산 모델의 입력자료로 사용하여 환경농도를 예측하고 환경농도 측정자료와 비교하며 이에 근거해 대책을 세우는 종합 환경관리 시스템을 구축하는 시금석이 될 수 있도록 하는 것이다.

2. 우리나라의 발전소 대부분은 해안을 따라 위치하여 이에 따라 풍향의 일변화 변동등 특이한 기상특성을 나타낸다. 지형 또한 상용화되어 있는 모델이 개발된 지역 및 가정 사항들과 상이하다는 점을 고려하면 우리나라 발전소에 적용가능한 모델의 개발이 필요함을 인식할 수 있다. 따라서 본 시스템은 이러한 모델개발을 위한 기초자료를 충분히 제공할 수 있도록 측정소간 거리, 위치 및 측정항목등을 고려하여 구성하였다. 특히 보령지역 기상 관측소가 보령화력 발전소로부터 원거리에 위치하기 때문에 두 곳의 기상특성이 서로 다를 수 있으므로 모델링 자료 및 오염평가를 위해 기상 관측시스템을 TMS에 포함시켜 구성하였다.

3. 발전소 주변지역의 대기환경농도 측정지점의 선정은 향후 오염평가 자료의 질을 결정하는 문제와 직접 관련되기 때문에 측정지역의 선정을 위해 i) 보령지역 기

상 측정소에서 지난 30년간 관측된 기상자료 및 보령화력 발전소에서 측정된 기상자료들을 분석, ii) 보령화력 주변지형의 모형을 제작 풍동실험을 실시하여 오염농도를 평가, iii) 수치 모델링 수행 및 iv) 접근 용이성 평가등을 실시하였으며 주민들의 민원사항을 고려하여 보령화력 발전소 인근 반경 10㎞에 영보, 오포, 주교, 송학, 궁촌, 신흑, 낙동, 원산도 및 학성리 총9개 대기오염측정 및 기상관측소를 설치하였다. 이 중 원산도 측정소는 바람이 육지로 부는 경우 대상지역의 배경농도를 평가하며 최근 문제가 되고 있는 중국으로부터의 유입 오염물 산정을 할 목적으로 설치되었다.

4. 보령화력 발전소 인근 모형에 대한 풍동실험의 실시에 앞서 평가한 평지 확산에 대한 풍동실험에서는 그 결과가 수학적 모델의 결과와 상대 농도에 있어 잘 일치하였으며 풍동 및 수치모델링 결과 얻어진 결론은 다음과 같이 요약될 수 있다. i) 북서풍이 불 때 풍동실험의 결과 나타나는 고농도 발생지점의 상대 좌표를 발전소의 가장 동쪽 연돌을 원점으로 하고 바람이 불어가는 방향을 x 좌표로 할 때 C_1 (1.4㎞, -0.5㎞), C_2 (2.5㎞, -0.5㎞) 및 C_3 (3.2㎞, -0.5㎞)가 대표적이다. ii) 서풍이 불때 고농도 지점은 위에 정의한 좌표계를 기준으로 할 때 C_1 (1.0~1.4㎞, -0.2㎞), C_2 (2.57㎞, -0.2 ~ -0.5㎞) 및 C_3 (3.4~3.8㎞, -1.4㎞)로 나타났다. iii) 확산수치 모의실험으로 예측된 보령화력 발전소 주변지역의 오염농도는 지형의 영향이 없는 경우에 가장 불안정 대기 상태에서 배출원으로부터 약 1.3㎞지점에서 최대 농도가 나타났다. iv) 지형 및 각 계절별 기상인자를 고려한 오염물질의 수치 모의 예측에 따르면 여름철 배출원으로부터 북동쪽에 위치한 조서산 부근에서 최대 농도가 나타났으나 여름철의 그것보다는 낮았다. v) 복잡지형 확산모델인 ISCST3와 RTDM으로 예측된 풍하지역 지표면농도는 중립 또는 안정한 대기에서 연의 상승고도가 더 낮게 계산되는 ISCST3의 경우에 더 높은 오염농도가 예측되었다. 불안정 대기에서 연의 상승고는 RTDM에서 더 낮게 계산되었으나 풍속이 강하여 오염농도는 더 낮게 나타났다.

5. 9개 측정소에는 환경농도 분석장비 및 기상자료 획득 시스템을 설치 하였는바, SO_2, NO_x, O_3 등의 가스상 오염물 측정기기는 장비의 수급, 유지관리, 측정범위, 응답시간 등을 고려하여 선정하였고, 먼지 측정기기는 보편적으로 널리 사용되고 있는 β-ray absorption instrument와 Hi-Volume Air Sampler를 선정하였다. 먼지

측정기기는 inlet부에 PM10 size selective inlet의 설치 유무에 따라 TSP 및 PM10을 선택적으로 포집할수 있도록 구성 하였다.

풍향계는 기상 관측용으로 가장 널리 쓰이는 평판 풍향계를 선정하였으며, 풍속계는 구조가 간단할 뿐만 아니라 견고하며, 연속 측정이 가능한 컵 풍속계를 선정하였다. 습도계는 온도 의존성이 적고, 정확도가 우수한 박막습도계를 선정하였으며, 기압계는 사용이 간편할 뿐만 아니라 기계오차에 대한 보정만 고려하면되는 아네로이드기압계를 선정하였다. 일사량계는 경사면의 일사량 측정, 산란 복사의 측정 등 광범위한 용도로 사용할 수 있는 수평면일사계를 선정하였다.

발전소 주변의 지상 10m에서의 기상 측정과 더불어 대기오염물질 배출원인 발전소 고공에서의 기상변화를 측정하여 발전소 배기가스의 확산 방향 및 정도를 연속적으로 조사하기 위하여 Doppler Acoustic Sounder System의 고공기상관측장비를 설치하였다.

Data Logger는 측정 자료의 저장과 일사량계와 같은 다른 장비와의 연결 등을 고려하여 선정하였으며, Modem은 Data Logger의 전송방식에 대한 지원 및 선로 특성 보상 등을 고려하여 GARNET의 GTM-9604N 외장형 Modem을 선정하였고, 통신속도 보다는 시스템의 안정성을 고려하여 비교적 저속인 2400bps로 운영중이다.

운영 Software는 일정 시간 간격으로 자료를 수집, 저장, 분석할 수 있으며, 분석된 자료를 보고서 형식이나 그래프 형태로 화면 및 프린터를 통하여 출력 할 수 있으며 비교적 저가인 환경자료 관리 범용 Software인 ENVICOM Series로 선정하였으나, 그 운영 체계가 DOS인 등의 일부 문제점이 드러나 향후 software 및 System의 upgrade가 뒤따라야 할것으로 생각된다..

6. 보령화력 TMS구축 후 1996년 9월 및 10월에 걸쳐 측정된 기상 및 환경농도 측정결과에 의하면 측정기간동안 대부분의 측정소에서 동풍, 북동풍 및 남동풍의 바람이 주로 부는 것으로 나타났으며 풍속도 0.4~4.4m/sec의 범위에 걸쳐 분포하며 풍향 및 풍속의 뚜렷한 일변화 패턴을 나타내고 있다. 또한 이 기간 중 대기 안정도 등급은 Pasquill 등급 A~B사이에 걸쳐 불안정 대기를 나타내고 있다.

7. 보령화력 발전소 구내에 설치된 SODAR의 운전으로 대기확산 모델의 입력자료의 실시간 획득 가능성을 확인하였다.

8. 각 측정소에서 1996년 9월 및 10월 사이에 측정된 환경농도 자료는 SO_2 2.1~15.5ppb(24시간 평균), NO_2 23.9~51.8ppb(1시간 평균), O_3 50.8~109.2ppb(1시간 평균), TSP 35~149.5㎍/㎥으로 나타나 이들 각각의 환경 기준치 150ppb, 150ppb, 100ppb 및 300㎍/㎥을 훨씬 못미치는 값으로 나타났다. 다만 O_3의 경우는 이 기간 중 환경농도가 연평균 기준값 20ppb보다 높게 나타났는데 이런 경향은 발전소가 없는 다른 해안 지역에서도 비슷하게 나타나는 바 발전소 배가스의 영향으로 보기 어려우며, 이의 원인을 규명할 추가적인 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

부 록

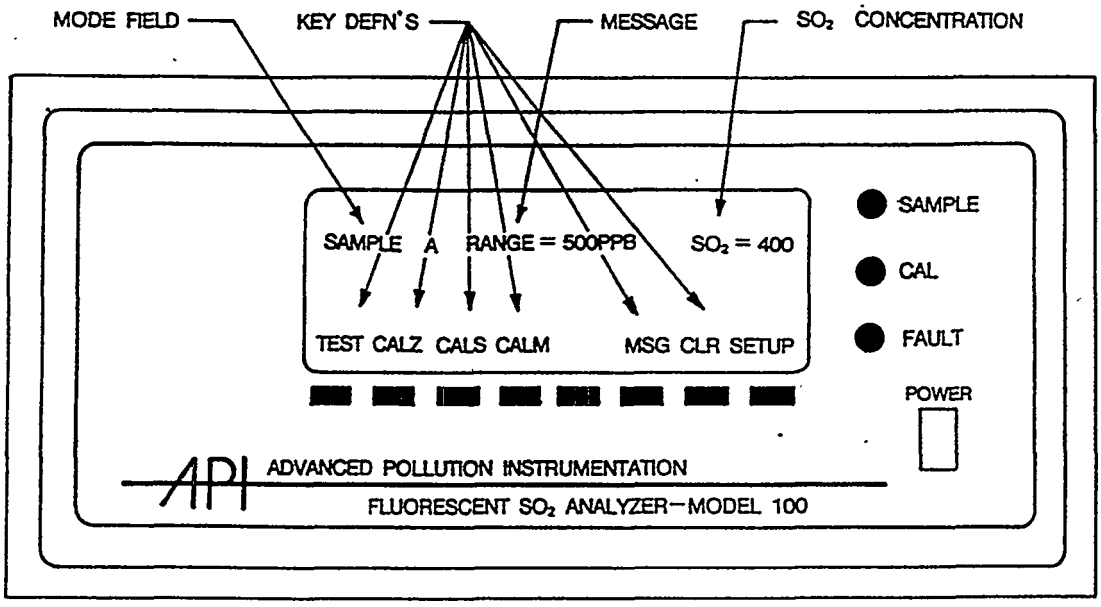
분석장비 사용 설명서

SO2 ANALYZER

(MODEL -100)

1. 전 면 판

여기에서는 전면판에 관하여 운용책임자가 알아야 할 점을 설명하고 있다. 전면판은 40개의 숫자나 글자를 2줄로 보여 줄 수 있는 표시판, 8개의 누름단추, 3개의 표시등으로 구성되어 있다.



1-1. MODE FIELD

장비가 현재 수행중인 작업 내용을 표시한다.

1-2. MESSAGE

이 부분에서는 사용자의 선택에 따라 TEST의 내용과 MSG(Message)의 내용이 표시된다. MSG는 장비가 정상화되면 CLR(Clear)로 지워진다.

① TEST의 목차

검 사 구 분	뜻
RANGE = xxxx PPB	현재 PMT 범위 (PPB)
SAMPLE FL FLOW = xxxx CC/M	분당 분석기를 지나는 개스양 (cc/m)
PMT = xxxx MV	필터를 거치지 않는 PMT출력 (mV)
UV LAMP = xxxx MV	필터를 거치지 않는 자외선 출력 (mV)
LAMP RATIO = xxx %	(현재 자외선 출력) / (처음의 출력)
STR. LGT = xxxx PPB	산란 빛의 출력 (PPB)
HVPS = xxxx V	고전압 공급출력 (볼트)
DCPS = xxxx MV	직류전기 전원 (볼트)
RCELL TEMP = xxx C	작용로의 온도 (섭씨)
BOX TEMP = xxx C	내부의 온도 (섭씨)
IZS TEMP = xxx C	IZS 퍼미에이션 관의 온도 (섭씨)
PMT TEMP = xxx C	PMT의 온도 (섭씨)
Time = xx : xx ; xx	현재 시각 (시 : 분 : 초)

② MSG의 목차

경 고 구 분	뜻
WATCHDOG RESET	심각한 문제 있음 - 제조회사에 연락 필요
UV LAMP WARNING	자외선 출력이 1200 미리 볼트이하
FLOW WRRNING	유량이 분당 250 시시 내지 700 시시
RCELL TEMP WARNING*	작용로 온도가 비정상적임
IZS TEMP WARNING*	IZS 온도가 비정상적임
PMT TEMP WARNING*	PMT 온도가 비정상적임
CHOPPER WARNING	쵸퍼가 고장임
CANNOT DYN ZERO	제로가 +1500 미리 볼트 범위 밖에 있음
CANNOT DYN SPAN	스팬이 3600 미리 볼트 밖에 있음
A/D CUP FAILURE	A/D 카드의 CPU가 고장
A/D ROM FAILURE	A/D 카드의 ROM이 고장
A/D NOT INSTALLED	A/D 카드가 없거나 고장
* 경고한계와 설정 점을 바꿀 수 있음	

1-3. CALZ와 CALS

운용책임자는 수동으로 언제나 분석기를 점검할 수 있다. 샘플모드에서 CALZ나 CALS

스위치를 누르면 이 점검은 가능하다. CALZ를 눌렀을 경우 내부 제로밸브가 열리면 제로에어가 분석기 내부로 들어가게 한다. 약 10내지 20분 후쯤 이산화황 농도표시가 0으로 나타나야 한다. 만일 나타나지 않으면, "ZERO"를 처음 누르고 다음에 "ENTR"을 눌러야 한다. 이렇게 함으로써 이산화황 농도표기를 0으로 돌려놓고 내부적으로 이산화황 농도 표기공식을 새로 조정하도록 한다. 따라서 제로조정을 하지 않으면, 신뢰할 수 있는 조정을 하기에 제로조정 눈금으로 부터 너무 멀리 떨어진다. 제로오프셋이 +-1500미리볼트 이상이 되면 이런 현상이 나타난다. 이런 문제점이 보이면, 믹서 변수 설정과 산란광의 오프 셋을 점검하여야 한다.

CALS는 CALZ와 비슷하지만, 내부 스팬밸브가 열려진다. 10내지 15분 후 이산화황 표기는 스팬수준(400ppb 수준에 보통 맞추어 졌음)에 접근하게 된다. 만일 접근하지 않으면 운용책임자는 스팬 스위치와 ENTR을 눌러본다. 이것은 이산화황 농도를 계산 표시하는 내부의 공식을 조정하게 된다. 스팬이 누름버튼 위에 나타나지 않으면, 스팬표시가 신뢰할 만한 지점으로부터 너무 멀리 있어서 조정을 할 수 없음을 의미한다.

조 정 제 어

누름스위치의 절차	기 능	기본설정 값	제 한
CALZ	제로검증 시작	-	-
CALZ-ZERO-ENTR	이산화황 표기를 제로로 설정	-	-
CALZ-EXIT	제로 검정절차를 나감	-	-
CALS	스팬검정을 시작	-	-
CALS-SPAN-ENTR	이산호나황 표기를 스팬값에 맞춤	-	-
CALS-EXIT	스팬검정절차를 나감	-	-
CALM	수동조정 시작	-	-
CALM-ZERO-ENTR	개스표기를 제로에 맞춤	-	-
CALM-SPAN-ENTR	개스표기를 스팬에 맞춤	-	-
CALM-EXIT	수동조정을 벗어남	-	-

* CALZ나 CALS 동작시나 기타 MAKER가 필요하다고 생각되는 곳에 PASSWORD로 통제하도록 되어 있는데 적용 PASSWORD는 다음과 같다.

암 호 단 계

암 호	단 계	허용되는 기능
없음	0	TEST, MSG, CLR
사용자 (512)	1	CALZ, CALS, CALM
감독자 (818)	2	SETUP-IZSC. SETUP-DAS. SETUP-MISC-LAMP. SETUP-MISC-TEMP. SETUP-MISC-FILT. SETUP-MISC-CLK. SETUP-MISC-RANGE.. SETUP-PASS. SETUP-DIAG
Dynamic Span Ena (717)	2	SETUP-IZSC-SPAN

1-4. CALM

CALM(Calibration Manual)은 수동조정으로 수동조정은 CALZ, CALS 검증과 비슷하지만 제로와 스팬밸브는 바뀌지 않는다. 그대신 조정은 시료용 개스를 기반으로 이루어 진다. 이는 분석기를 조정하기 위해 위부의 조정고려요소를 고려한다.

수동조정을 하기 위해 SAMPLE 모드에 있을 때 CALM을 누른다. 시료용 개스 농도가 분석기의 제로 또는 스팬 어느것에 가까움에 따라 ZERO 혹은 SPAN이 화면에 나타난다.

분석기를 제로설정하기 위해 시료용 포트를 통해 제로 기준개스(zero reference gas)를 공급하고 몇 분간 기다린 후 ZERO를 누른 후 ENTR을 누른다. 분석기를 스팬조정하기 위해 시료용 포트를 통해 스팬 기준개스를 공급하고 몇분을 기다린 후 SPAN을 누르고 ENTR을 누른다. 만일 ZERO나 SPAN이 나타나지 않으면 분석기가 신뢰할 만한 조정을 할 수가 없으며 따라서 이 조정은 허용되어 지지 않는다. EXIT을 누름으로써 수동조정 절차를 벗어날 수 있다.

1-5. 상태지시 LED

화면의 오른쪽에 있는 세개의 상태지시등은 분석기의 일반적 상태를 표시한다. 노란 색의

CAL LED는 분석기의 조정상태를 빨간 FAULT LED는 분석기의 고장상태를 가르쳐 준다.

상 태 지 시 등

지시등	상태	뜻
초 록	꺼 짐	작용하지 않음(항상 켜져 있어야 함)
	켜 짐	상태를 정상적으로 표시함
	깜 박 임	상태를 표시하여 주지만, 평균치산정에는 반영않됨*
노 랑	꺼 짐	자동검정기능 작용하지 않음
	켜 짐	자동검정기능 작용가능
	깜 박 임	조정중 또는 검사중
빨 강	꺼 짐	경고사항 없음
	깜 박 임	경고사항 없음
* 제로/스팬검정시, 중단시, 진단할 경우 자외선등 전압이 1200미리볼트이하일 때 발생		

1-6. SET-UP

MODEL 100 SO_2 분석기의 SET-UP의 DIRECTORY는 다음과 같다.

SET UP

IZSC	DAS	CFG	COMM	MISC	PASS	DIAG
• WAIT	• FREQ	• LIST	• BAUD	• SO_2		• TEST
ZERO TIME SPAN TIME HOLD OFF TIME	• VIEW UP UPIO DOWN DOWN 10	• NEXT	• ID	SO_2 SLOPE SO_2 OFFSET		• NEXT ZERO V/V SPAN V/V ELEC TEST OPTIC TEST OPTIC TEST D/A OUTPUT
• TIME				• LAMP		
• AUTO				• TEMP		
• DYN				SET WARN		
ZERO SPAN				• FILT		
• SPAN				• CLK		• PREV
• SHIFT				TIME DAIE ADJ		
• IZS				• RNGE		
				PMT D/A OFFSET		
				• MORE		
				FLOW FLT		

7개의 주 MENU, 즉 IZSC, DAS, CFG, COMM, MISC, PASS, DIAG을 차례로 살펴본다.

가. IZSC(Internal Zero Span Calibration)

IZSC에는 7개의 종속 MENU가 있다.

① WAIT

㉠ ZERO TIME : ZERO 교정에 소요되는 시간

㉡ SPAN TIME : SPAN 교정에 소요되는 시간

㉢ HOLDOFF TIME : HOLD OFF 표시 기간

② TIME

교정이 수행되는 시간 입력

③ AUTO

자동교정 수행을 ON/OFF로 선택

④ DYN

교정을 실행하여 장비에 입력된 ZERO OFF SET과 SLOPE를 능동적으로 변화시키며 ZERO와 SPAN을 ON/OFF로 선택

⑤ SPAN

교정에 사용되는 GAS의 농도 입력

⑥ SHIFT

자동교정시간의 DAILY SHIFT

⑦ IZS

내부 ZERO, SPAN 기구의 설치여부를 ON/OFF로 입력

나. DAS(Data Acquisition Sgstem)

DAS의 종속 MENU는 2개다.

① FREQ

DAS로 보내는 보고서의 시간 INTERVAL

② VIEW

이전시간 DATA의 REVIEW

다. CFG (Configuration)

MODEL 100에 사용된 CPU의 형식이 표시된다.

라 . COMM (Communication)

2개의 선택 가능한 종속 MENU가 있다.

① BAUD

전송에 필요한 BAUD RATE 선택

② ID

장비의 고유번호 입력

마. MISC (Miscellaneous)

7개의 종속 MENU가 MISC에 있다.

① SO_2

㉠ SO_2, SLOPE : SO_2 농도 계산에 필요한 농도 기울기(mV/PPB).

㉡ SO_2, OFFSET : ZERO OFFSET (mV).

② LAMP

U.V LAMP의 강도전압

③ TEMP

㉠ SET : REACTION CELL, PMT, IZS 기구의 온도 설정점

㉡ WARN : BOX의 온도 경고 한계

자동적으로 주어지는 온도 조절점

구분	범위(섭씨)	조절점	최소 한계	최대 한계
PMT	0~40	10	0	15
작용로(RCELL)	30~70	50	47	53
IZS	30~70	50	47	53
BOX	10~50	30*	12	48
* CPU는 BOX 온도를 통제하지 않는다. (이는 명목상 주어지는 값이다.)				

④ FILT

이산화황 농도를 정확히 계산하기 위해 소프트웨어에 PMT와 자외선 등의 출력은 여과되어 진다. 여과 시간이 길어지면 길어질수록 이산화황 표기는 안정된다. 여과지는 240초로 정해져 있다.

⑤ CLK

㉠ TIME : 현재 시간 입력

㉡ DATE : 현재 일자 입력

㉢ ADJ : 시간 조정

⑥ RNGE

출력 RANGE 조절

㉠ PMT : SO2 농도 측정범위 선택

㉡ D/A : DATA ACQUISITION 출력 OFFSET

⑦ MORE

㉠ FLOW : SAMPLE FLOW 상하한값 입력

㉡ FLT : FAULT LET 점멸 시간

바. PASS (Password)

암호 보호기능으로 ON/OFF로 사용자 암호 이용여부 선택

사. DIAG (Diagnosis)

DIAG에서 보여주는 새로운 기능은 NEXT나 PREV로 선택되는 기능들이다.

㉠ ZERO VALVE : ON/OFF로 동작 시험

㉡ SPAN VALVE : ON/OFF로 동작 시험

㉢ ELEC TEST : PMT와 자외선 출력비의 검사

㉣ OPTIC TEST : TEST : 광학회로 점검

㉤ D/A OUTPUT : D/A 출력의 일치여부 점검

아. 설정 변수값의 정리

설정 변수들은 버튼 순서별로 아래와 같이 요약되었다.

설정 변수들

버 튼 순 서	기 능	초기설정	범 위
SETUP-IZSC-WAIT	제로 교정 기간	15 min	1~20 min
	스펜 교정 기간	15 min	1~20 min
	DAS 중지기간	15 min	1~20 min
SETUP-IZSC-TIME	교정 시간	23:30	00:00~23.59
SETUP-IZSC-AUTO	자동교정 선택	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-DYN	다이내믹 제로 선택	OFF	OFF-ON
	다이내믹 스펜 선택	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-SPAN	스펜 농도값	400 PPB	0~30000 PPB
SETUP-IZSC-IZS	IZS 사양 설치 여부	0 min	-60~60 min
SETUP-DAS-FREO	DAS 보고 횟수	60min	1~60 min
SETUP-COMM-BAUD	RS-232 baud	2400 baud	300~2400
SETUP-COMM-ID	측정기 고유번호	0000	0000~9999
SETUP-MISC-SO2	SO_2 편차	0 mV	+1500 mV
	SO_2 기울기(mV/PPB)	10/00	2~20
SETUP-MISC-LAMP	새 UV LAMP 교정	3500 mV	0~5000 mV
SETUP-MISC-TEMP-SET	챔버 온도 조절값	50도	30~70도
	PMT 온도 조절값	10도	0~40도
	IZS DERM TUBE 온도	50	30~70도
SETUP-MISC-TEMP-WARN	본체온도 하한선	12	10~50
	본체온도 상한선	48	10~50도
SETUP-MISC-FILT	PMT/UV 휠터크기	240 sec	0~240 sec
SETUP-MISC-CLK-RIME	현재시간	00:00	00:00~23:59
SETUP-MISC-CLK-DATE	날짜	01 JAN 00	31 DEC 99
SETUP-MISC-CLK-ADJ	시계조절	0sec/day	-60~60 sec
SETUP-MISC-RANGE-IN	SO2 범위	500 ppb	100~20000 ppb
SETUP-MISC-RANGE-OUT	SO2 기록계 편차	0 mV	+500 mV
SETUP-PASS	암호선택	ON	OFF-ON

2. 본 체

이번 SECTION에서는 SO2의 측정 원리와 장비의 구성등을 살펴본다.

2-1. 측정원리

본 모델 100의 작동은 이산화황의 자외선 흡수작용에 따른 빛을 측정함에 있다. 이산화황은 공기중이나 간섭이 없는 공간에서 190 내지 230 nm의 대기부분에 분해되지 않고 있다.

자외선불빛을 214nm 필터를 통과시키면 이산화황분자를 자극시켜서 빛이 발하게 하는데, 이 빛을 250 내지 390nm 필터를 장착한 전자증폭기에 통과시켜 측정한다. 이상의 설명을 다음의 식으로 표시된다.

$$SO_2 + hv_1 \rightarrow SO_2^* \qquad (1)$$

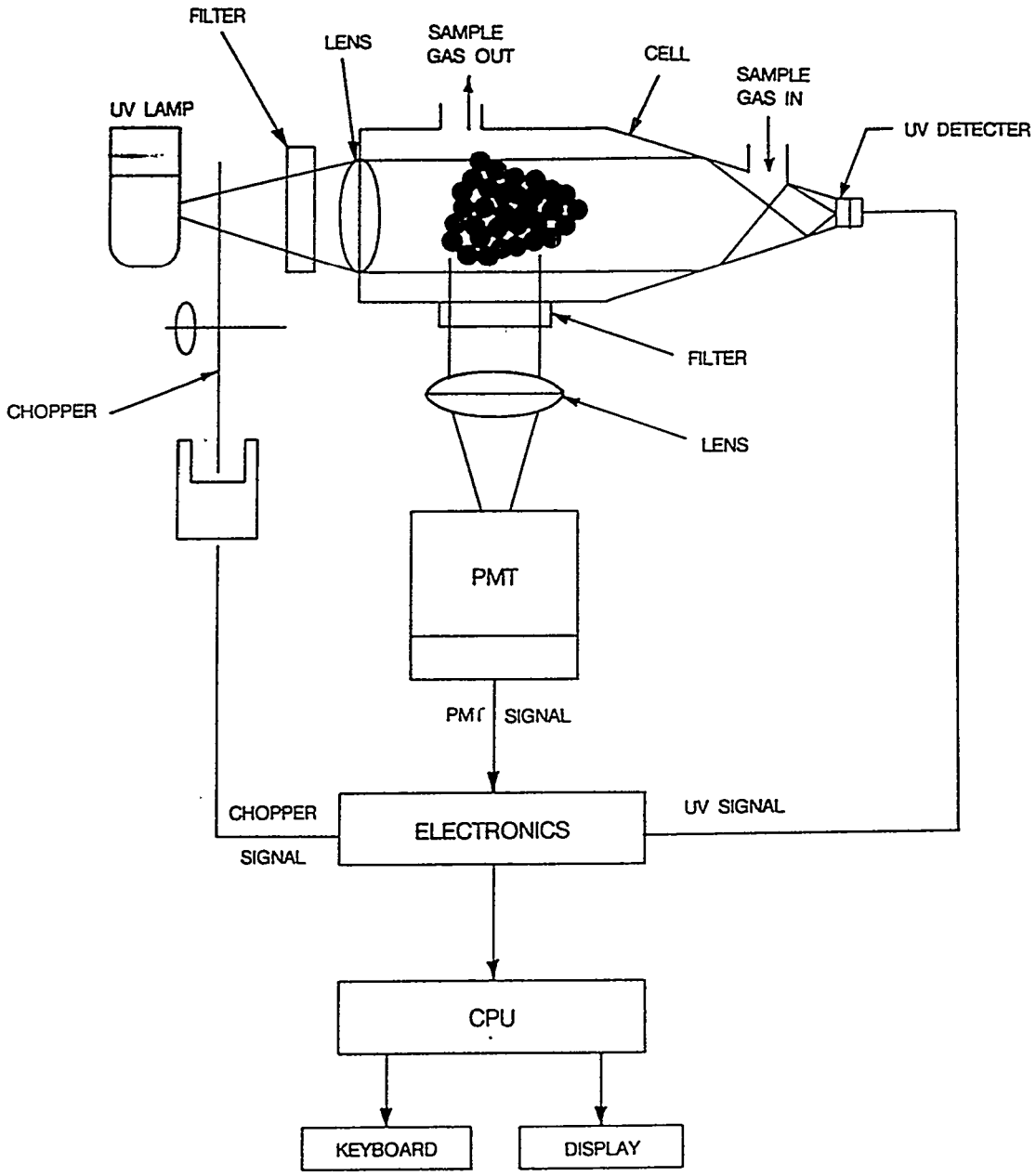
자외선이 흡수되는 비율 (Ia/Io)는 다음과 같다.

$$I_{a/I_o} = e^{-abc} \qquad (2)$$

여기서 Io는 초기 자외선 강도이며, Ia는 이산화황에 흡수되고 남은 자외선의 강도이다. a는 이산화황에 의해 흡수되는 율을, b는 경로 길이를, c는 이산화황의 농도를 나타낸다. 자극된 이산화황은 특수한 빛을 내뿜으며 안정된 상태로 되돌아간다.

$$SO_2^+ \rightarrow SO_2 + hv_2 \qquad (3)$$

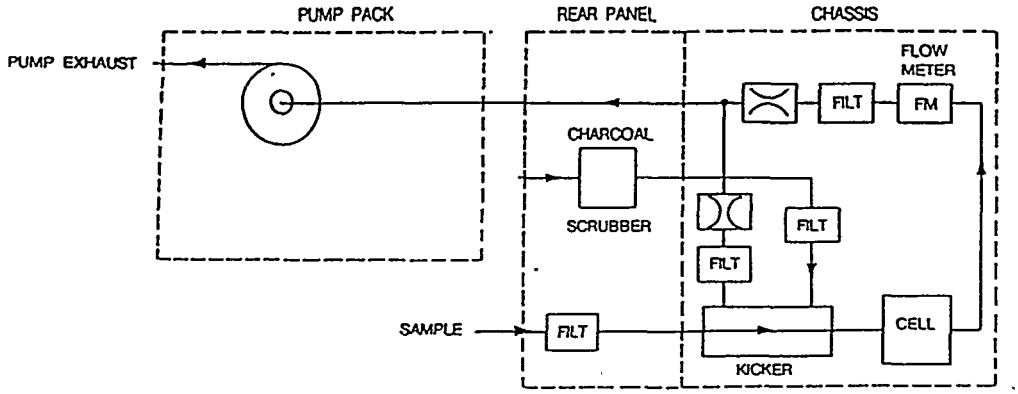
이산화황의 농도가 낮고, 빛의 이동 경로가 짧고, 공기중에 있을 경우, 자외선 불빛의 윤은 이산화황의 농도에 직접적으로 비례하는 PMT 출력을 보여준다.



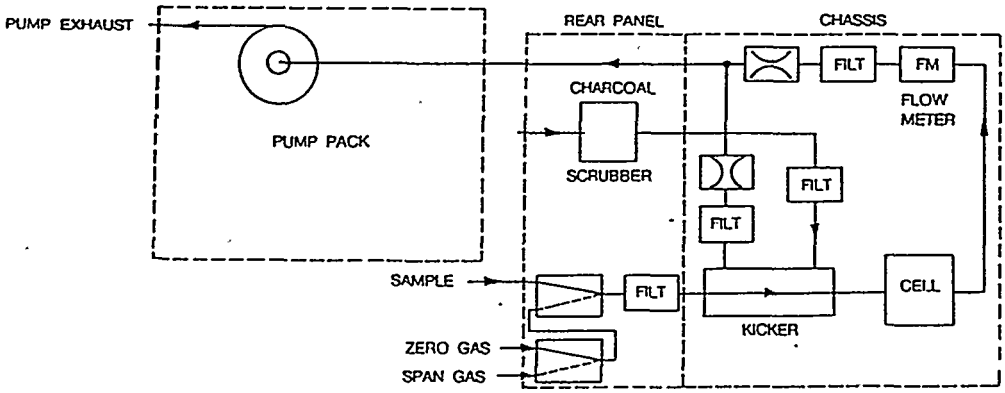
PRINCIPLE OF OPERATION

2-2. 유로 계통도

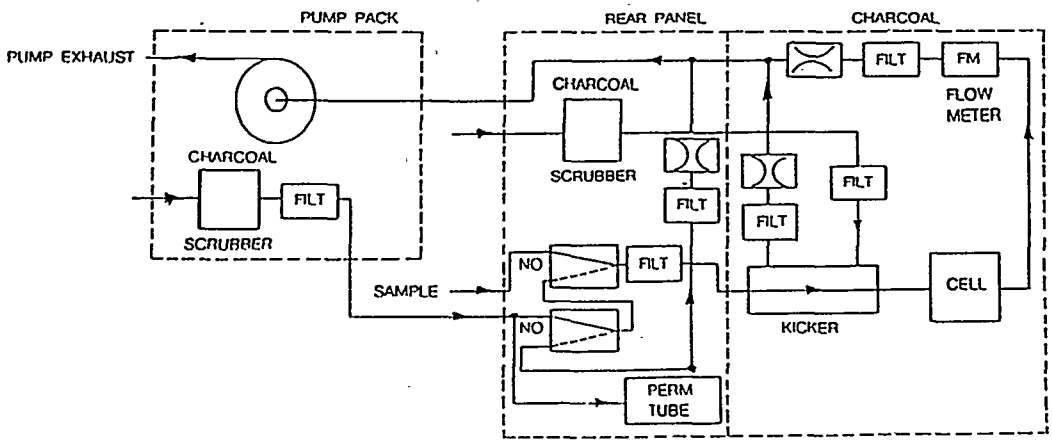
MODEL 100 BASIC CONFIGURATION



MODEL 100 WITH ZERO/SPAN VALVES

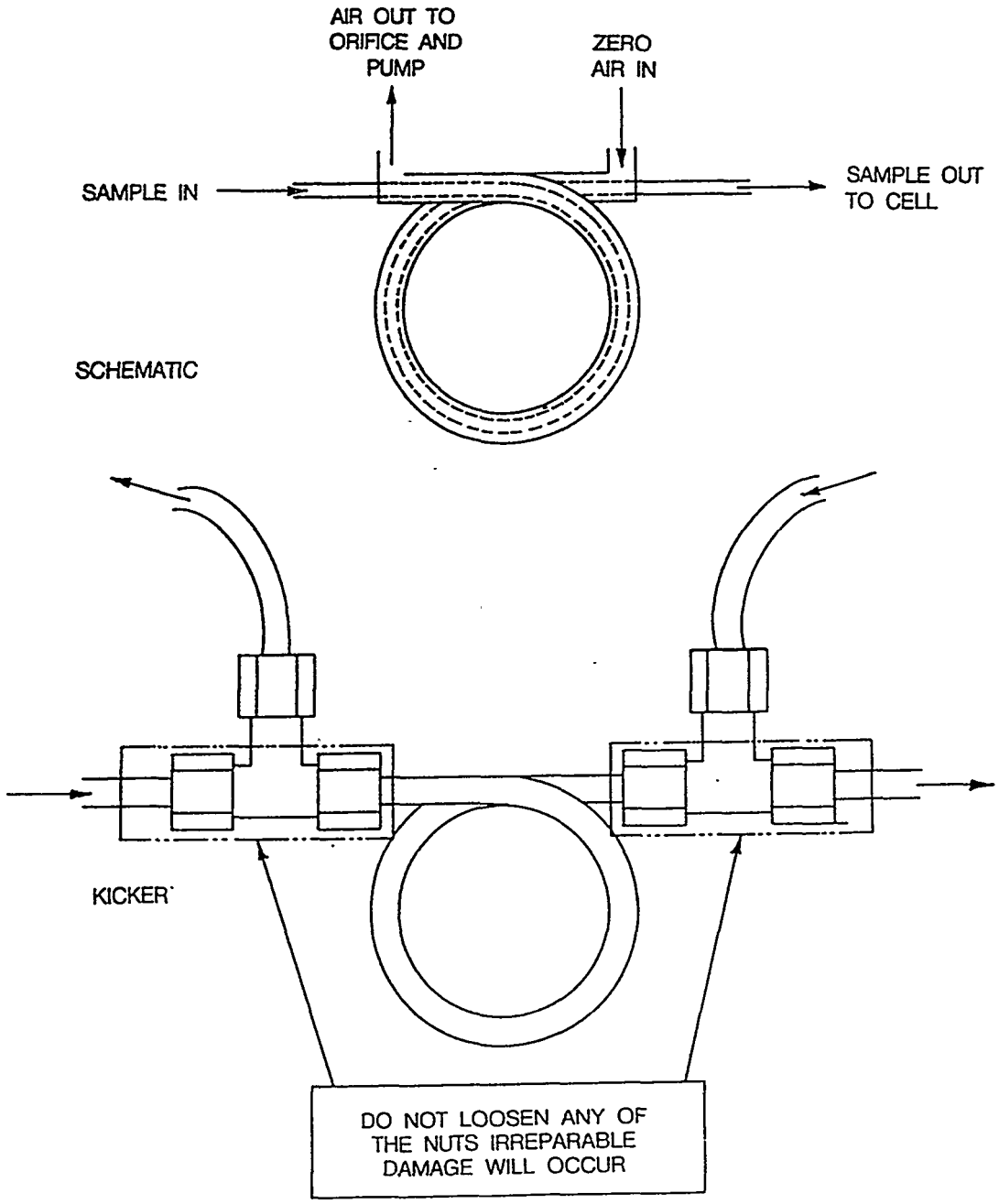


MODEL 100 WITH IZS AND PERM TBUE



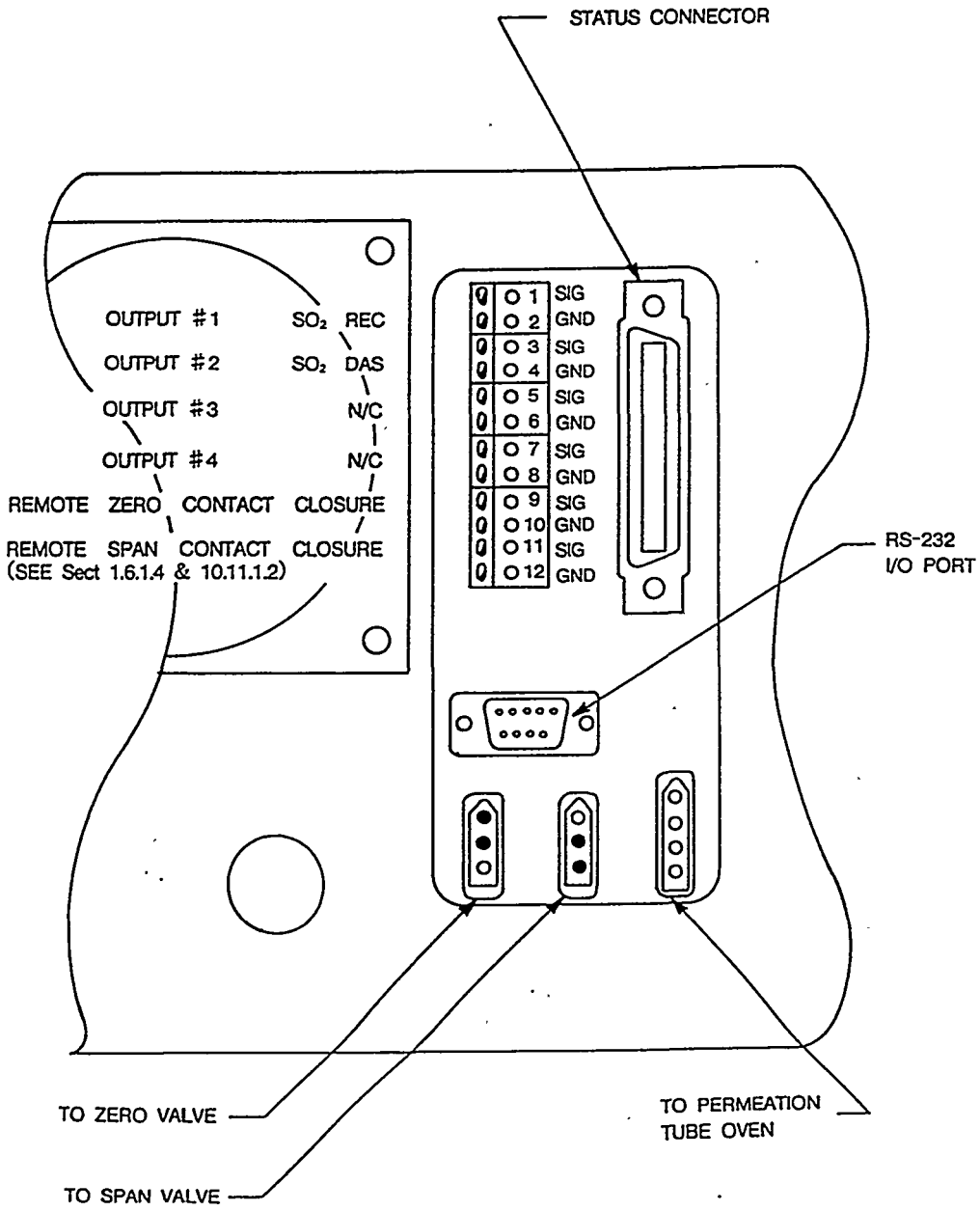
※ KICKER에 관해서

키커는 PNA(복합원자향 구성물)의 대부분을 제거한다. 이 물질이 제거되지 않으면 간섭을 초래할 수 있다.



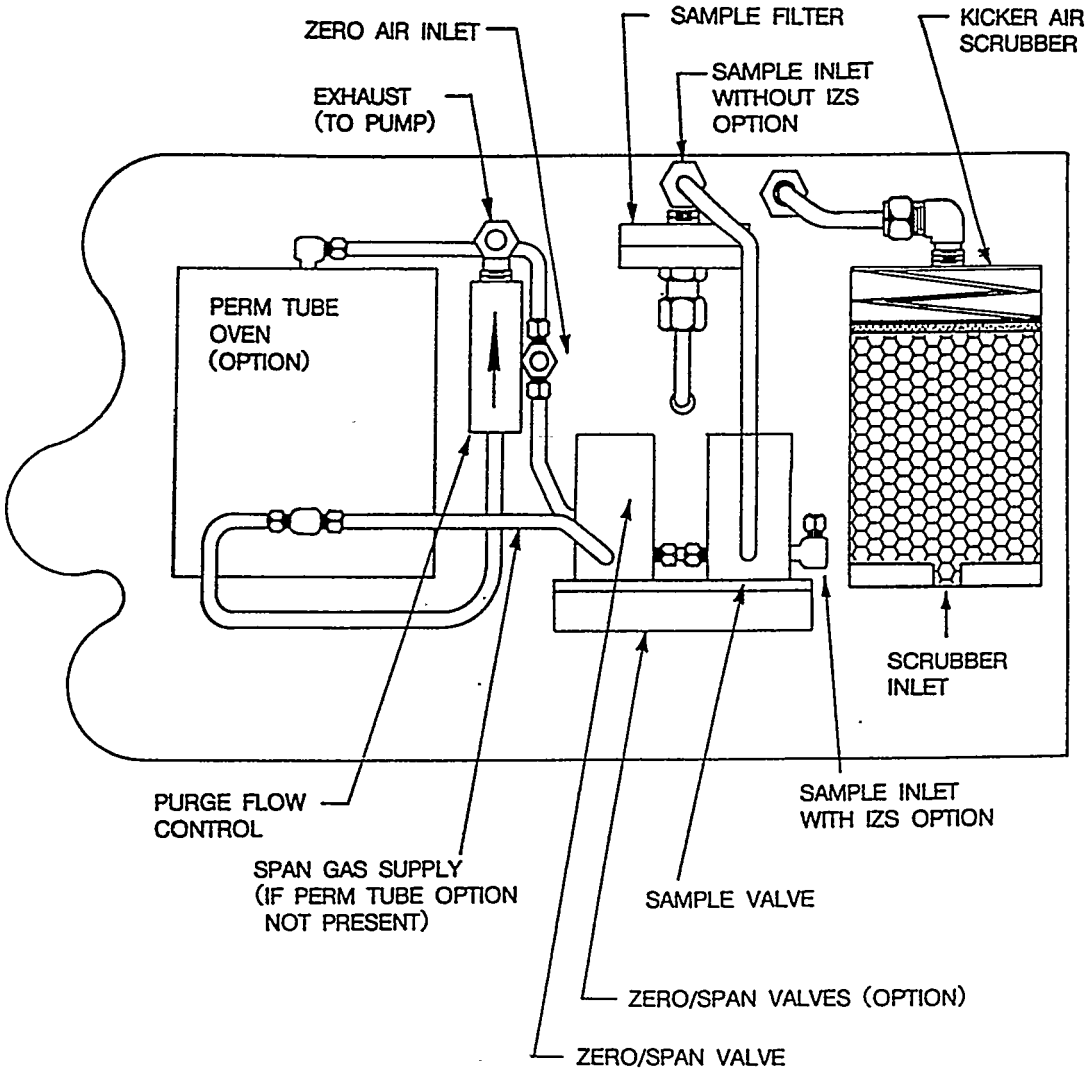
3. 후 면 판

3-1. 후면판 접속도



REAR PANEL ELECTRICAL CONNECTIONS

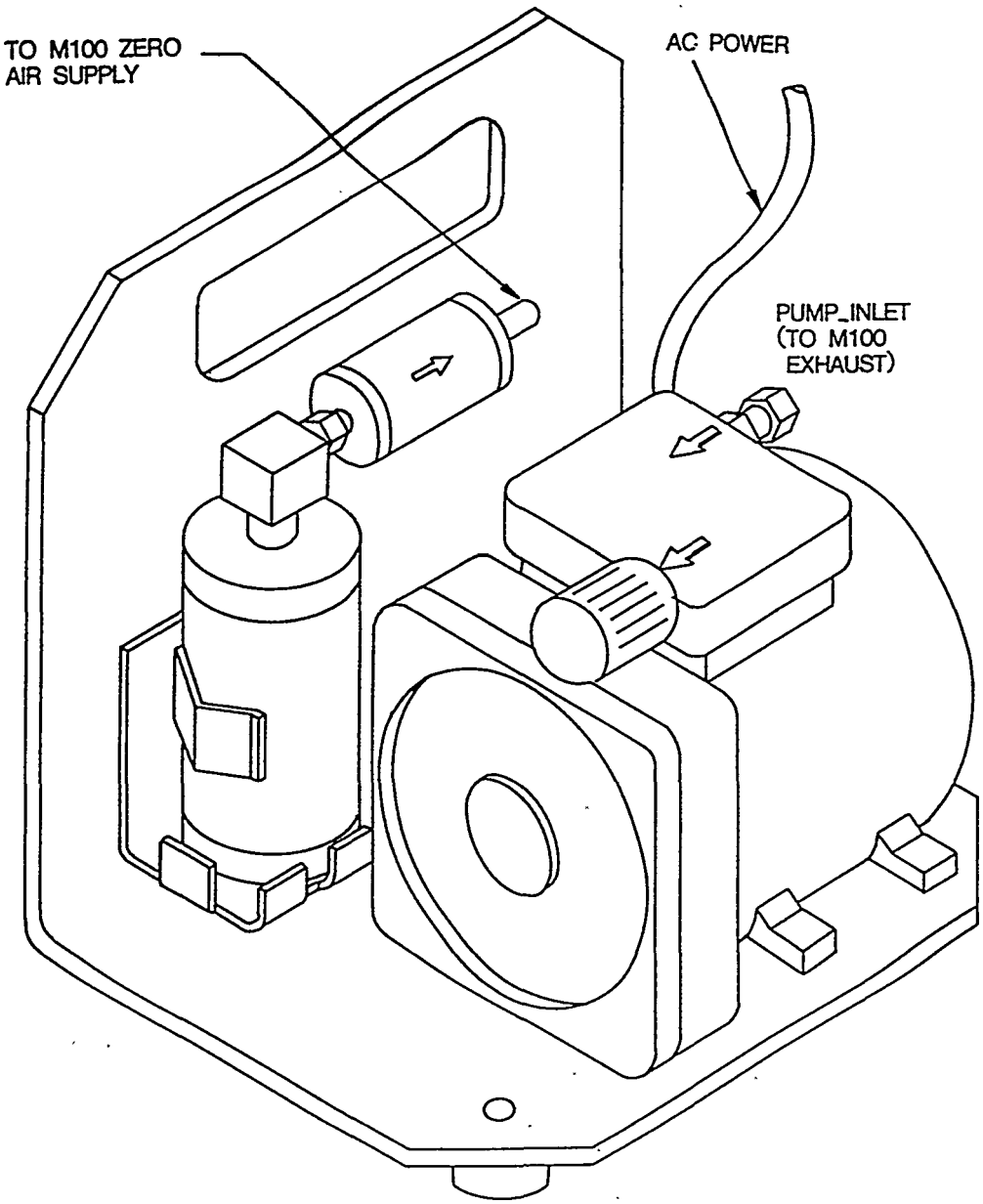
2-2. 후면판 유로 장치



	SAMPLE VALVE	Z/S VALVE
SAMPLE	OFF	OFF
ZERO	ON	OFF
SPAN	ON	ON

REAR PANEL PENUMATIC CONNECTIONS

2-3. PUMP PACK



MODEL 100 PUMP PACK

분석장비 사용 설명서

NOx ANALYZER

(MODEL -200)

1. 전 면 판

여기에서는 전면판에 관하여 운용책임자가 알아야 할 점을 설명하고 있다. 전면판은 40개의 숫자나 글자를 2줄로 보여 줄 수 있는 표시판, 8개의 누름단추, 3개의 표시등으로 구성되어 있다.

I. 전면판 표기

이 표시판은 4개의 주요 분야로 나누어 진다.

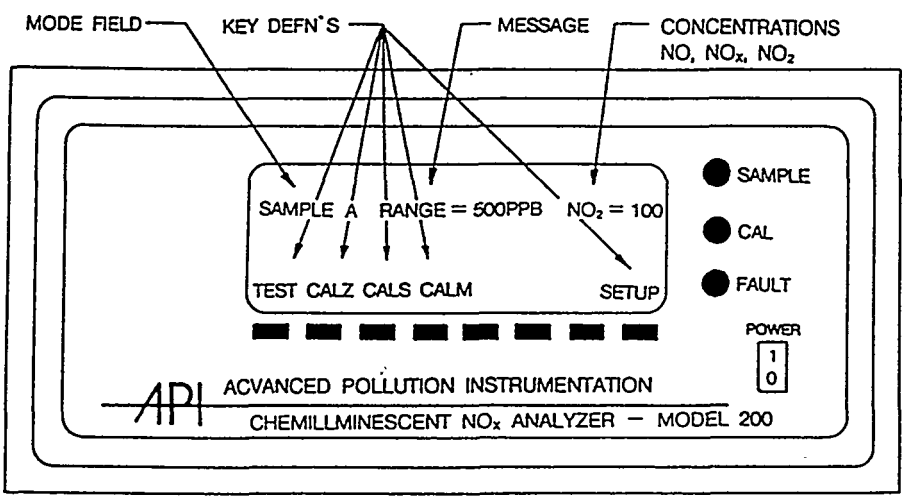
a) 모든분야는 윗쪽 왼쪽이고,

b) 메세지분야는 중앙 위

c) 산화 질소표시는 오른쪽 위

d) 메뉴는 하단 부분에 있다.

아래 그림이 전체 구성을 보여준다.



MODEL 200 FRONT PANEL

1. MODE 분야

모드분야는 분석기의 현재 작업을 표시한다. 보통 "SAMPLE A"라고 표시하며 이는 분석기가 시료를 채취하고 있으며, 자동 교정을 할 수 있음을 의미한다. 수동교정은 전면판에 "CALZ", "CALS" 나 "CALM"으로 표시된 스위치를 누름으로써 가능하다.

표 1-1. 시스템의 모드

모 드	의 미
SAMPLE xx (1)	정상적인 시료채취
SAMPLE xx (1)	적응 필터가 켜져 있음을 표시
ZERO CAL x (2)	제로조정을 하고 있음
SPAN CAL x (2)	스팬조정을 하고 있음
MP CAL	다중 교정을 하고 있음
HOLD OFF	교정/진단후 표기중지를 하고 있음
SET UP xxx (3)	표시기 기능조사 (시료채취를 계속함)
ZERO VALVE (4)	제로교정 밸브 시험
SPAN VALVE (4)	스팬교정 밸브 시험
ELEC. TEST (4)	PMT의 전기 시험
OPTIC TEST (4)	내부 광학 전기 시험
OZONE GEN (4)	오존 발생기의 수동 제어
D/A OUTPUT (4)	아날로그 출력 채널 시험
	(1) xx = A(wkehd), Z(다이나믹 제로), s(다이나믹 스팬), ZS(다이나믹 제로, 스팬)
	(2) x = M(수동), A(자동) D(다이나믹), R(원격)
	(3) xxx = 소프트웨어 수정판 번호
	(4) 진단 시험 모드

2. MESSAGE 분야

MESSAGE 분야에는 검사(TST) 내용과 경보가 나타난다.

① 검사(TST) 내용

표 2-1. 검사 수치표

시 험 메 세 지	의 미
RANGE = xxxxx PPB	PMT의 범위 (PPB)
NOx RNG = xxxxx	NOx의 현재 출력 범위*
NO RNG = xxxxx	NO의 현재 출력 범위*
NO_2 RNG = xxxxx	NO2의 현재 출력 범위*
SAMPLE FL = xxx CC/M	분석기내의 시료 유량 (cc/분)
OZONE FLW = xxx CC/M	분석기내 오존 유량 (cc/분)
PMT = xxxxxx MV	필터를 통과하지 않은 PMT 출력 (볼트)
HVPS = xxxx V	고전압공급기의 출력 (볼트)
DCPS = xxxxxx MV	직류전기전원 (mV)
RCELL TEMP = xxx C	작용로 온도 (섭씨)
BOX TEMP = xxx C	본체 내부 온도 (섭씨)
PMT TEMP = xxx C	PMT온도 (섭씨)
IZS TEMP = xxx C	IZS 퍼미에이션관의 온도(섭씨)
MOLY TEMP = xxx C	몰리콘 온도 (섭씨)
VACUUM = xxx IN-HG-A	작용로의 절대 압력(인치 Hg)
PRES = xx.x IN-HG-A	기계압 압력 in-Hg-A*
NO2 = xxx PPB	현재 NO2 농도 (PPB)
NOx = xxx PPB	현재 NOx 농도 (PPB)
NO = xxx PPB	현재 NO 농도 (PPB)
TIME = xx : xx : xx	현재 하루중의 시 (시시 : 분분 : 초초)

② 경보(WARNING) 내용

표 2-2. 경고 메세지

경고 메세지	뜻
SYSTEM RESET	분석기에 전기가 들어왔음을 의미
RAM INITIALIZED	RAM 메모리가 지워짐
SAMPLE FLOW WARNING	시료 유량 < 400 CC/M 또는 > 600 CC/M
OZONE FLOW WARNING	오존 유량 < 50 CC/M 또는 > 150 CC/M
VACUUM WARNING	진공압력 < 0 또는 > 15인치 Hg-A
BOX TEMP WARNING (1)	본체온도 < 45도 또는 > 55도 섭씨
RCELL TEMP WARNING (2)	작용로온도 < 45 또는 > 55도 섭씨
IZS TEMP WARNING (2)	IZS온도 < 45도 또는 > 55도 섭씨
PMT TEMP WARNING (2)	PMT 온도 섭씨 10~20도 +- 5도
MOLY TEMP WARNING	MOLY 온도 < 섭씨 300도 또는 > 340도
CHOPPER WARNING	쵸퍼 작동 않음
CANNOT DYN ZERO	NOx 또는 NO PMT <-1500 또는 > + 1500mV
CANNOT DYN SPAN	NOx 또는 NO 경사 < 2 또는 > 20mV
A/D CPU FAILURE	A/D 카드의 CPU 불량
A/D ROM FAILURE	A/D 카드의 ROM 불량
A/D NOT INSTALLED	A/D 카드 불량이거나 설치않됨
	(1) 경고한계가 바뀔 수 있음 ,(2) 설정값이 바뀔 수 있음

3. 산화 질소 표기 분야

화면 오른쪽 상단에 있는 NO2 분야에는 NO2 NOX 및 NO의 PPB단위 표기는 "NO_2 = xxxx" 또는 "NO_x = xxxx"와 "NO = xxxx"로 나타난다. 각 표기는 4초간 나타난다. 한 표기를 계속적으로 나타나게 하려면 TEST 기능으로 NO2 NOx 또는 NO를 계속적으로 나타나게 할 수 있다.

4. MENU(KEY DEFN'S)와 8개의 BUTTON.

분석기의 상태와 수행되는 기능에 따라 CPU에 의해 화면 밑에 있는 8개의 누름버튼으로 기능변경이 가능하다. 버튼위에 있는 MENU 문자로 각 버튼의 현재기능을 알 수 있다. 아무런 MENU 문자가 없으면 그 버튼은 아무런 기능이 없으며 눌러도 아무런 반응이 나타나지 않는다.

"정상적인" 모양은 다음과 같다.

SAMPLE A	RANGE = 500 PPB	NO_2 = 100
TEST CALZ CALS CALM		MSG* CLR* SETUP

* MSG and CLR appear only when there is a message

정상적인 표기의 모양

만일 TEST를 눌렀으면 가운데 중앙에는 시험 변수의 메뉴가 순차적으로 나타난다.

예 : PMT 볼트

① 만일 CALZ를 눌렀으면 분석기의 제로를 위한 기능이 순차적으로 나타난다.

② 만일 CALS를 눌렀으면 SPAN 기능이 시작된다.

③ 시료개스를 사용하여 스팬교정을 시작하려면 CALM을 누르면 된다.

④ MSG를 누르면 화면 중앙 상단에 메세지가 나온다.

⑤ CLR을 누르면 그리고 메세지를 보낸 요인이 없으면 메세지가 지워진다.

⑥ SETUP은 기본 기능이 바뀔 수 있는 누름 버튼이 나타난다.

5. 상태지시등

화면의 오른쪽에 있는 3개의 상태등은 MODEL 200의 일반적인 상태를 알려준다. 초록색 SAMPLE LED는 시료작업상태를, 노란 CAL LED는 교정상태를, 빨간 FAULT LED는 결함 상태를 알려준다. 표 5-1은 상태등의 의미를 요약하여 보여준다.

표 5-1. 상태지시등

상 태 등	상 태 의 미	
초 록 색	끔	작용 않함 (항상 켜져 있어야 함)
	켬	정상적인 작동
	빤짝임	가동함 그러나 DAS에 입력되지 않음(1)
노 란 색	끔	자동교정 가동 않함
	켬	자동/다이나믹 교정 가능함
	빤짝임	교정중
빨 간 색	끔	경고 사항 없음
	빤짝임	경고 사항 있음
	(1) 교정중 또는 진단중에 나타남	

II. MENU

MODEL 200은

① TST

② CALZ

③ CALS

④ CALM

⑤ SET UP

의 5가지 기본 MEN가 있다.

1. TST

표 2-1에서 설명된 바 있다.

2. CALZ

분석기에 IZS 옵션이 있을 경우 CALZ나 CALS를 눌러 시료모드에 있을 동안 언제든지 분석기의 제로와 스팬 기능설정 값을 수동으로 점검할 수 있다. CALZ를 눌러 내부 제로 밸브가 열려서 제로 시료가 분석기안으로 들어간다. 수분후 NO2 NOx 및 NO 표기가 0으로 나타난다. 그렇지 않으면 ZERO 그리고 ENTR을 누른다. 이렇게 하면 표기가 0으로 되며 농도를 계산하기 위해 내부의 공식을 수정한다.

ZERO버튼이 나타나지 않으면 이는 제로표기가 조정할 수 없을 정도로 멀리 있음을 의미한다. ZERO와 SPAN 버튼은 아날로그 기구의 ZERO나 SPAN 포트와 유사하다. 아날로그 기구와 같이 다른 농도의 스팬개스로 기구를 제로로 맞출 수 없다. 제로와 스팬 설정 값을 조사하기 위해 SETUP-MISC-NO_2-SLPE 또는 SETUP-MISC-NO_2-OFFS를 이용 스팬과 제로 기능을 검사할 수 있다.

ZERO 버튼이 없으면 NO_x 및 NO PMT 출력이 -1500mVDHK + 1500mV 범위 바깥에 있거나 NO_x 및 NO의 경사가 2.0mV/PPB와 20.0mV/PPB 바깥에 있음을 의미한다. 이는 제로와 스팬 설정값이 서로 가까이 있거나 스팬 값이 0이하에 있을 경우 일어난다. 또한 순수한 이산화 질소개스로 교정하려면 일어날 수 있다.(스팬개스에 약간의 일산화 질소가 있어야 한다.)

3. CALS

SPAN 교정을 하기위해서는 기대되는 NOx 및 NO의 농도를 SETUP-IZSC-SPAN을 눌러 입력시켜야 한다. 농도는 기대되는 스팬 값이 나타날 때 키를 누름으로써 그리고 ENTR을 누름으로써 입력된다.

CALS를 누르면 내부 스팬밸브가 열려 스팬개스를 분석기안으로 들여 보낸다. 수분후 NO2, NOx 및 NO의 표기는 스팬 농도에 접근하여야 한다. 기구를 스팬하기위해 스팬표기가 안정된 후 ENTR을 누른다. 이는 내부공식이 기억되어 있는 스팬농도에 접근 조정되도록 하게 한다. NO_2 농도는 NO_x와 NO의 표기 값의 차이로 부터 계산된다.

참 고
CALS를 이용 분석기를 조정하려 할 경우 약간의 일산화질소가 있어야 한다. 일산화질소 채널의 표기가 0에 가까우면 "CANNOT SPAN" 실수 메세지가 나타나며 CALS가 수행되지 못한다.

SPAN 버튼이 나타나지 않으면 스팬 표기가 조정범위를 넘어서 있으므로 믿을만한 교정을 할 수 없다. 따라서 스팬교정을 할 수 없다. 제로교정과 같이 NOx 및 NO의 경사가 2.0mV/PPB와 2.0mV/PPB 안에 있어야만 SPAN 버튼이 나타난다.

EXIT 버튼을 누르면 수동교정절차를 벗어난다. ZERO나 SPAN 버튼을 누르고 EXIT을 누르지 않으면 분석기는 삐 소리를 내고 변경이 완료되지 않았음을 신호한다.

4. CALM

내부제로와 스팬 밸브가 바뀌어 지는 것을 제외하고 다중조정은 수동조정과 유사하다. 대신에 교정은 시료개스에 기준하여 행해진다. 이렇게 함으로써 분석기의 교정과 검정에 외부 교정공급을 이용한다.

다중조정을 하기 위해 SETUP-IZSC-SPAN을 누르고 키보드를 이용 값을 입력함으로써 NO_x 및 NO 교정개스의 농도를 입력한다. 기대되는 교정개스 농도를 입력한 후 시료 모드에 있으면서 CALM 버튼을 눌러 다중교정으로 들어 간다. 메뉴는 ZERO와 또는 SPAN 및 EXIT을 보여준다. 분석기를 제로설정하기 위해 제로기준개스를 시료포트를 통해 넣고 수분

을 기다린 후 ZERO를 누른다. 다음은 ENTR을 누른다.

ZERO나 SPAN 버튼이 나타나지 않으면 분석기는 믿을 수 있는 교정을 할 수 없도록 같이 너무 멀리 떨어져 있으므로 교정이 허락되지 않는다. 3-1의 설명을 보면 교정한계에 관한 설명이 있다.) EXIT 버튼을 눌러 다중 교정을 나올 수 있다.

* CALZ, CALS, CALM을 요약하면 다음과 같다.

표 4-1. 교정 제어 기능

누름스위치의 절차	기 능	기본 설정 값	제 한
CALZ	제로검증 시작	-	-
CALZ-ZERO-ENTR	이산화질소표기를 제로로 설정	-	-
CALZ-EXIT	제로 검정절차를 나감	-	-
CALS	스팬 검정을 시작	-	-
CALS-SPAN-ENTR	이산화질소 값을 스팬값에 맞춤	-	-
CALS-EXIT	스팬 검정절차를 나감	-	-
CALM	수동조정 시작	-	-
CALM-ZERO-ENTR	개스표기를 제로로 맞춤(NO)	-	-
CALM-SPAN-ENTR	개스표기를 스팬에 맞춤(NO)	-	-
CALM-EXIT	수동조정을 벗어남	-	-

5. SET-UP

SET-UP MENU에는 8가지의 SUB-MENU가 있다.

① IZSC : Internal Zero Span Calibration

② DAS : Data Acquisition System

③ CFG : Configuration

④ COMM : Communication

⑤ MISC : Miscellaneous

⑥ PASS : Password

⑦ DIAG : Diagnosis

⑧ EXIT

이들은 다소 번잡하므로 다음 장에서 따로 설명한다.

III. SET-UP

SET-UP의 DIRECTORY는 다음과 같다.

SET—UP							
IZSC	DAS	CFG	COMM	MISC	PASS	DIAG	EXIT
• WAIT	FREQ	LIST	BAUD	• NO_2		ZERO VALUE	
ZERO TIME	VIEW	NEXT	1D	DWELL		SPAN VALUE	
SPAN TIME	• UP			SMPL		ELEC TEST	
HOLD OFF TIME	• NO_2			SLPE		OPTIC TEST	
• TIME				OFFS		OZONE GEN	
• AUTO				CE		D/A OUTPUT	
• DYN				• TEMP			
ZERO				SET			
SPAN				WARN			
• SPAN				• FILT			
NO_x SPAN				SIZE			
NO SPAN				ROC			
• SHIFT				ADAPT			
ZMORE				• CLK			
IZS				TIME			
PERM				DATE			
S NO_2				ADJ			
EXIT				• RNGE			
				AUTO			
				SET			
				OFFS			
				NO			
				NOx			
				NO2			
				• MORE			
				FLOW			
				FLT			
				UNIT			
				TPC			

1. IZSC

IZSC에는 다시 8개의 세분화된 MENU가 있다.

① WAIT

농도 표기 중지기간

a) ZERO TIME : ZERO 교정시간

b) SPAN TIME : SPAN 교정 기간

c) HOLD OFF TIME : RESET등으로 인한 표기 중지 기간

② TIME

자동교정이 행해지는 시간

③ AUTO

ON/OFF로 자동 교정 선택

④ DYN

능동적인 교정 ZERO와 SPAN을 ON/OFF로 선택

⑤ SPAN

NOx와 NO의 SPAN 값 입력

⑥ SHIFT

자동 교정 시간 이동

⑦ MORE

IZS에 관한 추가 기록

a) IZS : IZS의 설치 여부

b) PERM : NO_2 PERM TUBE 설치 여부

c) SNO_2 : SPAN으로 사용될 NO2 PERM TUBE 가동 여부

⑧ EXIT

2. DAS

DAS에는 2개의 세분화된 MENU가 있다.

① FREQ

D/L로 가는 보고서 INTERVAL

② VIEW

D/L로 보내진 DATA의 REVIEW

3. CFG

CFG에는 2개의 세분화된 MENU가 있다.

① LIST

CPU 형식이나 장비명등을 표시

② NEXT

상동

4. COMM

COMM에는 2개의 세분화된 MENU가 있다.

① BAUD

BAUD RATE의 설정

② ID

교신에 필요한 장비의 고유번호 입력

5. MISC

MISC에는 세분화된 6개의 MENU가 있다.

① NO2

a) DWELL : 분석기가 SAMPLING을 하지 않고 다음 측정을 위해서 안정되도록 기다리는 기간으로 보통 7초로 설정

b) SMPL : 분석기가 SAMPLING을 하여 측정을 실시하는 기간으로 8초로 입력

c) SLPE : NOx와 NO의 농도 기울기로 mV/PPB

d) OFFS : NOx와 NO의 ZERO OFFSET

e) CE : 몰리브덴 콘버터의 변환 효율 입력

② TEMP

a) SET : REACTION CELL, PMT, IZS의 온도 설정

b) WARN : 각 부의 경고온도 범위 설정

기본적으로 주어지는 온도 설정 점

온 도	범위(섭씨)	설정 점	최저 한계	최고 한계
P M T	0 ~ 40	15	10	20
작 용 로	30 ~ 70	50	45	55
I Z S	30 ~ 70	50	45	55
본 체	10 ~ 50	N/A[1]	12	48
MOLY	300 ~ 325	315[1]	300	325

③ FILT

매 SAMPLE은 N회의 측정 횟수를 거친 후 평균을 내게 되는데 이 N값을 FILTER SIZE 라 한다.

a) SIZE : 측정횟수

b) ROC : 산화 질소의 분당 농도 변화율 (% RANGE / MIN)

c) ADAPT : 시료의 농도가 급격히 병화하여 ROC가 10이상 되면 시료시간을 단축시켜 농도변화에 적응케 하는 장치. ON/OFF 선택

④ CLK

a) TIME : 현재 시간 입력

b) DATE : 당일, 월, 년 입력

c) ADJ : CLOCK 속도 조절

⑤ RNGE

a) AUTO : 측정기의 자동 RANGE 변환 ON/OFF로 자동 변환 선택

b) SET : 상, 하한값 설정

c) OFFS : D/A의 OFFSET 값

d) NO : NO의 D/A RANGE 설정

e) NOx : NOx의 D/A RANGE 설정

f) NO_2 : NO_2의 D/A RANGE 설정

⑥ MORE

a) FLOW : SAMPLE과 OZONE FLOW의 상, 하한값 입력

b) FLT : FAULT LED의 점멸시간 입력

c) UNIT : 단위 선택

d) TPC : ON/OFF로 자동 온도 압력 보상 선택

6. PASS

장비 ACCESS에 필요한 PASSWORD 사용여부를 ON/OFF로 선택한다.

암 호 수 준

암 호	단 계	허용되는 기능
없 음	0	TEST, MSG, CLR SETUP-DAS-VIEW SETUP-MISC-NO2-SLPE SETUP-MISC-NO2-OFFS
사용자 (512)	1	CALZ, CALS, CALM
감독자 (818)	2	SETUP-IZSC, SETUP-DAS-FREQ SETUP-COMM SETUP-MISC-NO2-DWEL SETUP-MISC-NO2-SMPL SETUP-MISC-NO2-CE SETUP-MISC-TEMP SETUP-MISC-FILT SETUP-MISC-CLK SETUP-PASS SETUP-DIAG
Dynamic Span Ena(717)	2	SETUP-IZSC-SPAN

7. DIAG

NIXT/PREV KEY로 다음과 같은 진단을 할 수 있다.

① ZERO VALVE

ON/OFF로 ZERO VALVE 동작 시험

② SPAN VALVE

ON/OFF로 SPAN VALVE

③ ELEC TEST

ON/OFF로 PMT 전압 시험

④ OPTIC TEST

ON/OFF로 광학적 시험 전압 점검

⑤ OZONE GEN

OZONE 발생기의 ON/OFF

⑥ D/A OUTPUT

D/A 출력값의 점검에 사용

8. SET-UP에 필요한 DATA

버 튼 순 서	기 능	초 기 설 정	범 위
SETUP-IZSC-WAIT	제로교정기간	15 minutes	1~20 minutes
	스팬교정기간	15 minutes	1~20 minutes
	DAS기능 정지기간	15 minutes	1~20 minutes
SETUP-IZSC-TIME	교정시간	23:30	00:00~23:59
SETUP-IZSC-AUTO	자동교정선택	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-DYN-ZERO*	자동조절 제로선택	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-DYN-SPAN*	자동조절 스팬선택	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-SPAN	NOx 스팬값	400 PPB	0~9000 PPB
	NO 스팬값	400 PPB	0~9000 PPB
SETUP-IZSC-SHFT	자동점검시간 변경	0 minutes	-60~60 minutes
SETUP-IZSC-IZS	IZS설치 선택	ON	OFF-ON
SETUP-DAS-FREQ	DAS 보고 횟수	60 minutes	1~60 minutes
SETUP-COMM-BAUD	RS-232 속도	2400 baud	300, 1200, 2400
SETUP-COMM-ID	측정기 고유번호	0000	0000~9999
SETUP-MISC-NO2-DWEL*	대기 기간	7 seconds	0~30 seconds
SETUP-MISC-NO2-SMPL*	시료기간	8 seconds	1~30 seconds
SETUP-MISC-NO2-SLPE	NOx 기울기(mV/PPB)	10.00	2.00~20.00
	NO 기울기(mV/PPB)	10.00	2.00~20.00
SETUP-MISC-NO2-OFFS	NOx 편차	0 mV	+/- 1500 mV
	NO 편차	0 mV	+/- 1500 mV
SETUP-MISC-TEMP-SET*	챔버 온도조절값	50 ℃	30~70 ℃
	PMT 온도 조절값	15 ℃	10~50 ℃
	IZS 온도 조절값	50 ℃	30~70 ℃
SETUP-MISC-TEMP-WARN	본체 낮은 온도 범위	12 ℃	10~50 ℃
	본체 높은 온도 범위	48 ℃	10~50 ℃
SETUP-MISC-FILT-SIZE*	NOx, NO 휠터 용량	12 samp.	1~60 samp.
SETUP-MISC-FILT-ADAPT*	적응 휠터 선택	ON	OFF-ON
SETUP-MISC-FILT-ROC*	변화양 %FS	10%	5~20 %
SETUP-MISC-CLK-TIME	현재시간	00:00	00:00~23:59
SETUP-MISC-CLK-DATE	현재날짜	01 JAN 00	31 DEC 99
SETUP-MISC-CLK-ADJ	시계속도 조절	0 Seconds	+60~60 seconds
SETUP-MISC-RNGE-IN*	NOx 범위	500, 1000	100~1000 ppb
SETUP-MISC-RNGE-NO*	NO 별개/자동 범위	OFF	100~1000
SETUP-MISC-RNGE-NOx*	NOx 별개/자동 범위	OFF	100~1000
SETUP-MISC-RNGE-NO2*	NO_2 별개/자동 범위	OFF	100~1000
SETUP-MISC-RNGE-OFFS*	NOx, NO, NO_2 출력편차	OmV	-500~500 mV
SETUP-MISC-RNGE-CE*	컨버터 효율	OFF, 100%	96~102 %
SETUP-MISC-RNGE-AUTO*	자동 범위 선택	OFF	OFF-ON
SETUP-MISC-RNGE-UNIT*	농도 단위	PPB	ppb, ppm, ug, mg
SETUP-MISC-RNGE-TPC*	온도/압력 보상	OFF	OFF-ON
SETUP-PASS	교정 암호선택	ON	OFF-ON

2. 본체의 구성

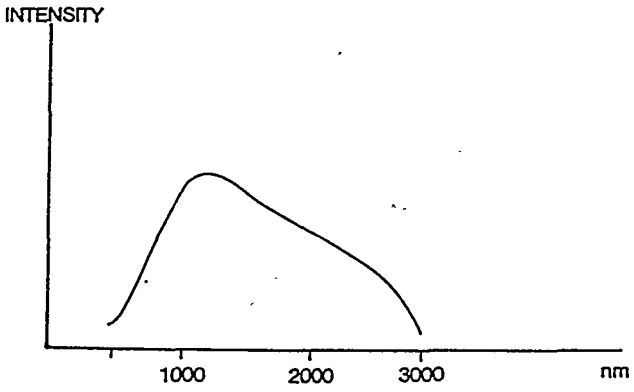
본체의 구성은 그림으로 간략하게 살펴 본다.

Ⅰ. 산화 질소의 측정 가능성

1. 산화질소의 반응

$$3NO + O_3 \rightarrow 3NO_3^* \xrightarrow{\text{Light Energy}} 3NO_3$$

* NO_2는 CONVERTER를 거쳐 NO가 된다.



LIGHT ENERGE의 SPECTRAL BADN

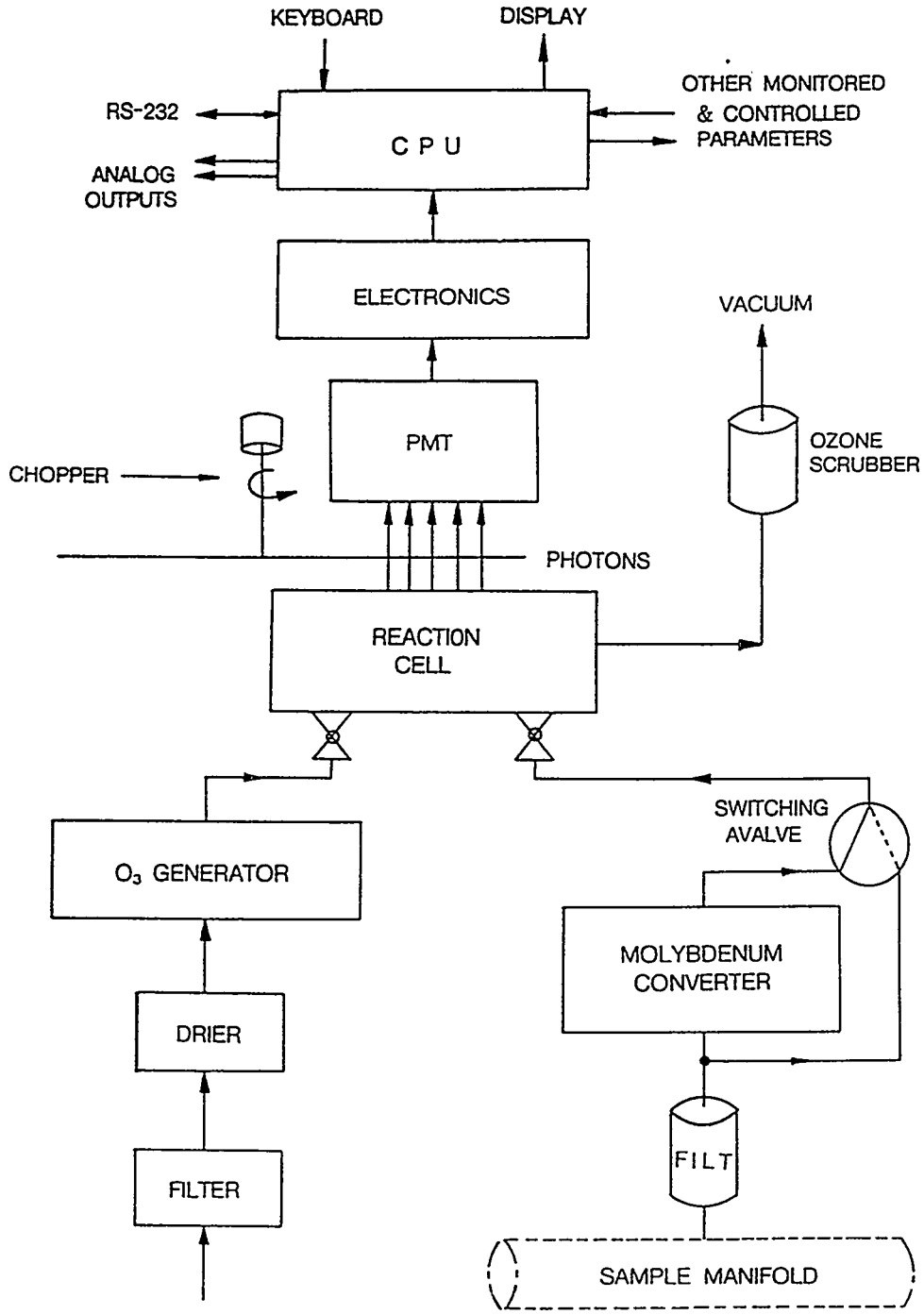
2. 농도의 계산

① $NO_x = \dfrac{NO_x PMT(mV) - NO_x OFFS(mV)}{NO_x SLOPE(mV/PPB)}$

② $NO = \dfrac{NO\ PMT(mV) - NO\ OFFS(mV)}{NO\ SLOPE(mV/PPB)}$

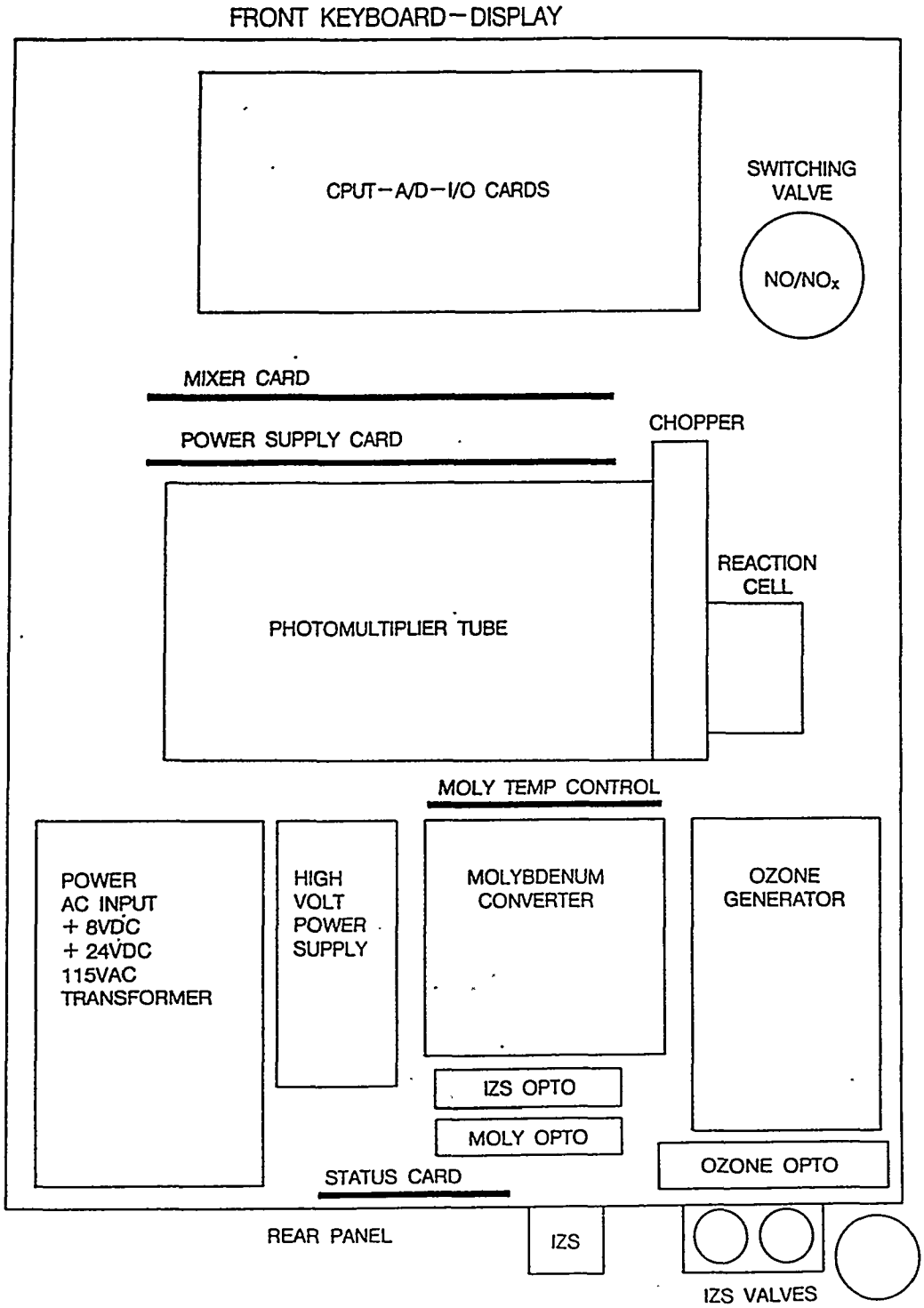
③ NO_2 = ① - ②

II. 동작체계



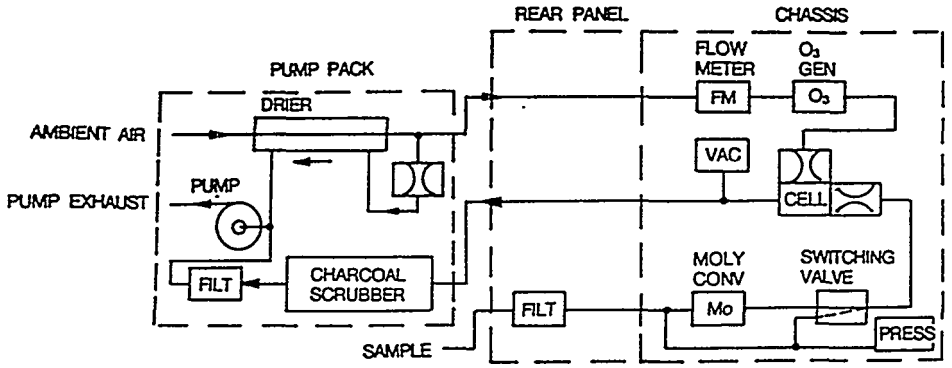
NITROGEN OXIDES ANALYZER

III. 배 치 도

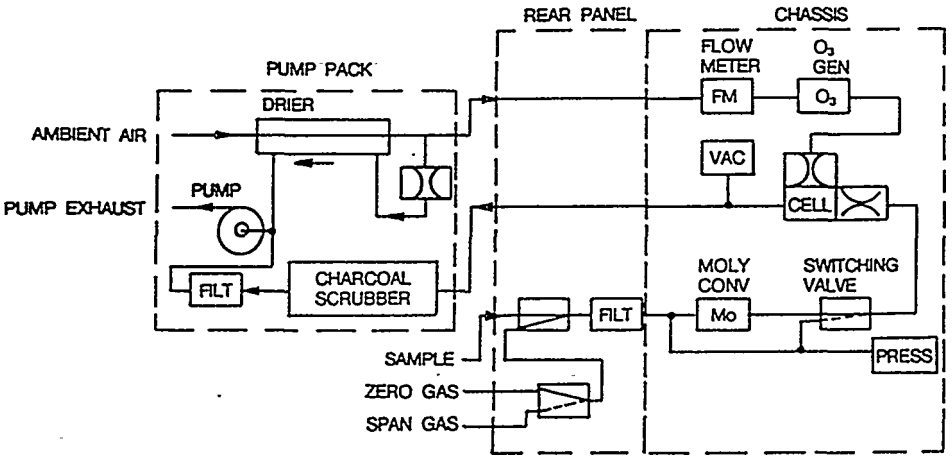

FRONT KEYBOARD-DISPLAY
CPUT-A/D-I/O CARDS
SWITCHING VALVE
NO/NOx
MIXER CARD
POWER SUPPLY CARD
CHOPPER
REACTION CELL
PHOTOMULTIPLIER TUBE
MOLY TEMP CONTROL
POWER AC INPUT + 8VDC + 24VDC 115VAC TRANSFORMER
HIGH VOLT POWER SUPPLY
MOLYBDENUM CONVERTER
OZONE GENERATOR
IZS OPTO
MOLY OPTO
OZONE OPTO
STATUS CARD
REAR PANEL
IZS
IZS VALVES

IV. FLOW SYSTEM

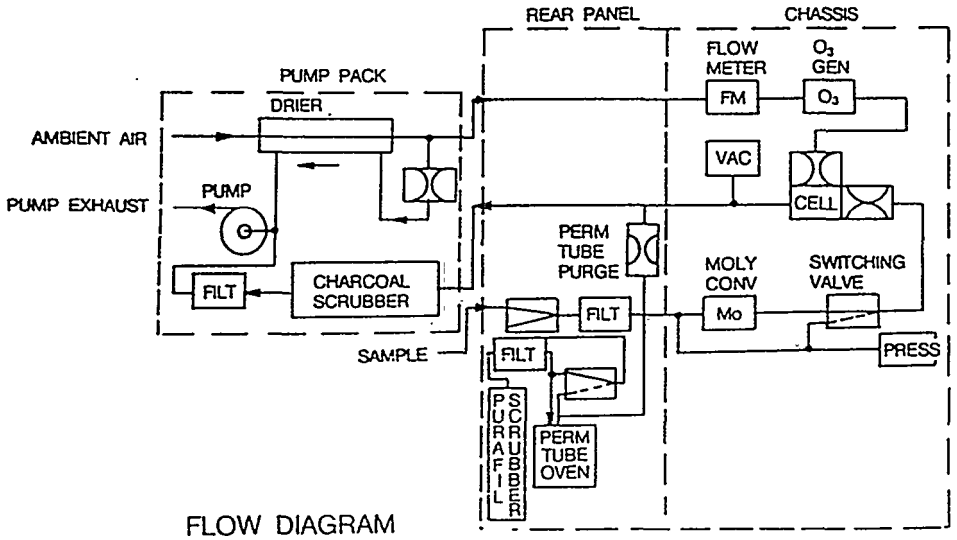
MODEL 200 BASIC CONFIGURATION



MODEL 200 WITH ZERO/SPAN VALVES



MODEL 200 INTEGRAL ZERO/SPAN

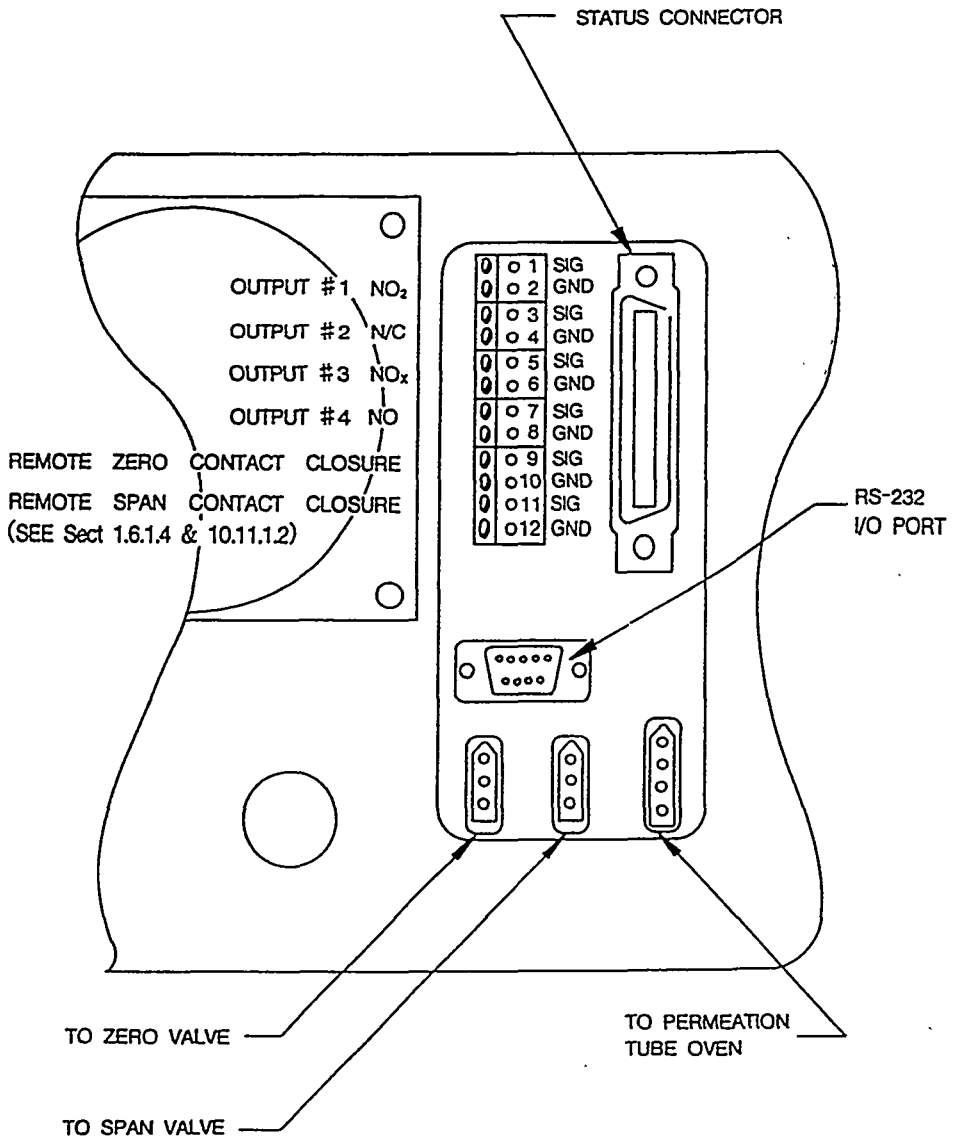


FLOW DIAGRAM

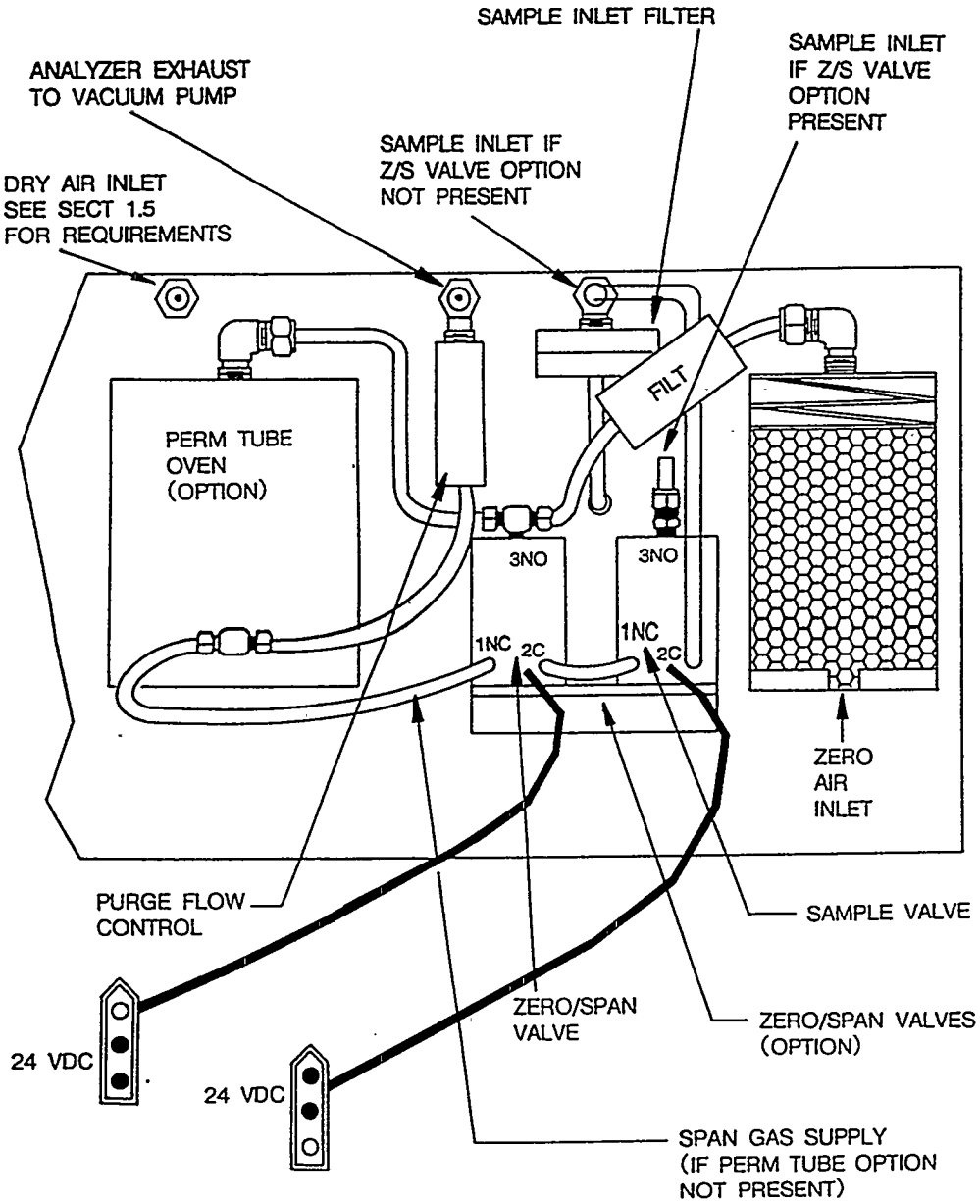
3. 후 면 구 성

1. 후 면 판

1. 후면판 접속도



2. 후면판 PNEUMETIC

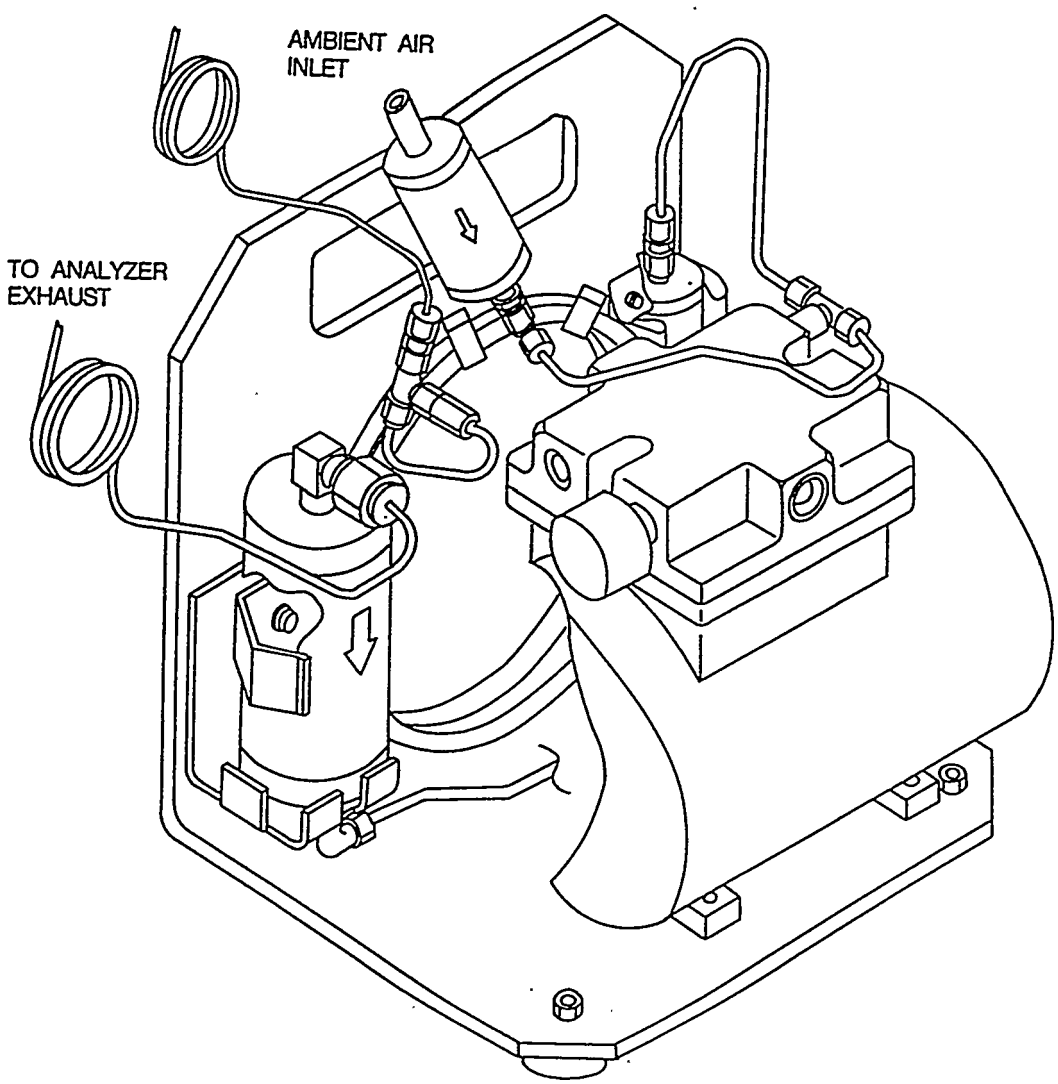


	SAMPLE VALVE	Z/S VALVE
SAMPLE	OFF	OFF
ZERO	ON	OFF
SPAN	ON	ON

REAR PANEL PNEUMATIC CONNECTIONS MODEL 200 PUMP PACK

III. FLOW SUPPLIER

TO DRY AIR INLET



분석장비 사용 설명서

O_3 ANALYZER

(MODEL -400)

1. 측 정 원 리

흡수 cell에 포집된 가스중의 O_3분자에 의해 자외선을 흡수하여 O_3의 광도계적인 검출을 함으로써 측정한다.

즉, O_3분자는 자외선을 흡수, 이 흡수된 양(빛)을 검출한다.

여기서 포집주기에 있는 동안 약해지는 방사선의 값은

1. 흡수 cell의 광도길이
2. 자외선의 파장
3. 시료 가스중의 O_3 농도

에 의해 결정된다.

이들의 관계를 살펴보면 Beer Lambert법칙에 의해

$$I = I_0 EXP(-KLC) \text{로써} \qquad 1-①식$$

표기 되는데

1-①식을 표준 이외의 조건식으로 만족하기 위하여 온도와 압력을 보정하여 ppm단위로 O_3 농도를 표기하면 Beer Lambert식에 의하여 아래와 같은 식이 성립된다.

즉

$$\text{농도 } C = \frac{10^6 P_0 T}{KLP\,T_0} I_n \frac{I_0}{I} \qquad 1-②식$$

C = O_3 농도(ppm)

I = O_3이 존재하는 시료측정 주기에서의 자외선 강도

K = O_3의 흡수 계수

I_0 = O_3이 존재하지 않은 상태에서의 자외선 강도

L = 광도 길이

P = absorption cell에서의 가스 포집압력(atm)

P_0 = 표준 압력

2. 작 동 법

2-1. 가동 점검

A. 전면판의 전원을 켜면 상태표시용 점멸등(시료측정)이 켜지며, 이 등은 초록색 등으로써 깜박거리며 일시정지(hold OFF)에 진입했음을 알린다. 이때 시료 측정 Mode로 진입하기 위해서 EXIT BUTTON을 누른다. 유량, 온도 그외의 전압 등이 정상 수치안에 올때까지 불량 표시의 빨강색 점멸등이 켜진다. 이러한 상태의 불량 Message는 CLR BUTTON을 눌러 지우도록 한다.

B. 약 60분 정도 예열후 TEST BUTTON을 눌러 다음 사항을 점검한다.

C. O_3 REF. O_3 Meas - 4,200~4,700 mV

D. Pressure - 29~30 inch (절대수은치값)

E. Sample Flow - 600 cc/min (±10%)

F. Sample Temp. - 외부온도의 ±10℃

G. 측정 Lamp 온도 - 52℃±0℃

H. IZS Lamp 온도 - 48℃±1℃

I. Box Temp. - 실내온도의 ±10℃

J. DC Power Supply - 2,500 mV±50mV

2-2. 최대 측정 범위 설정

A. Sample Menu에서 SET-UP을 누른다.

B. MISC를 누른다.

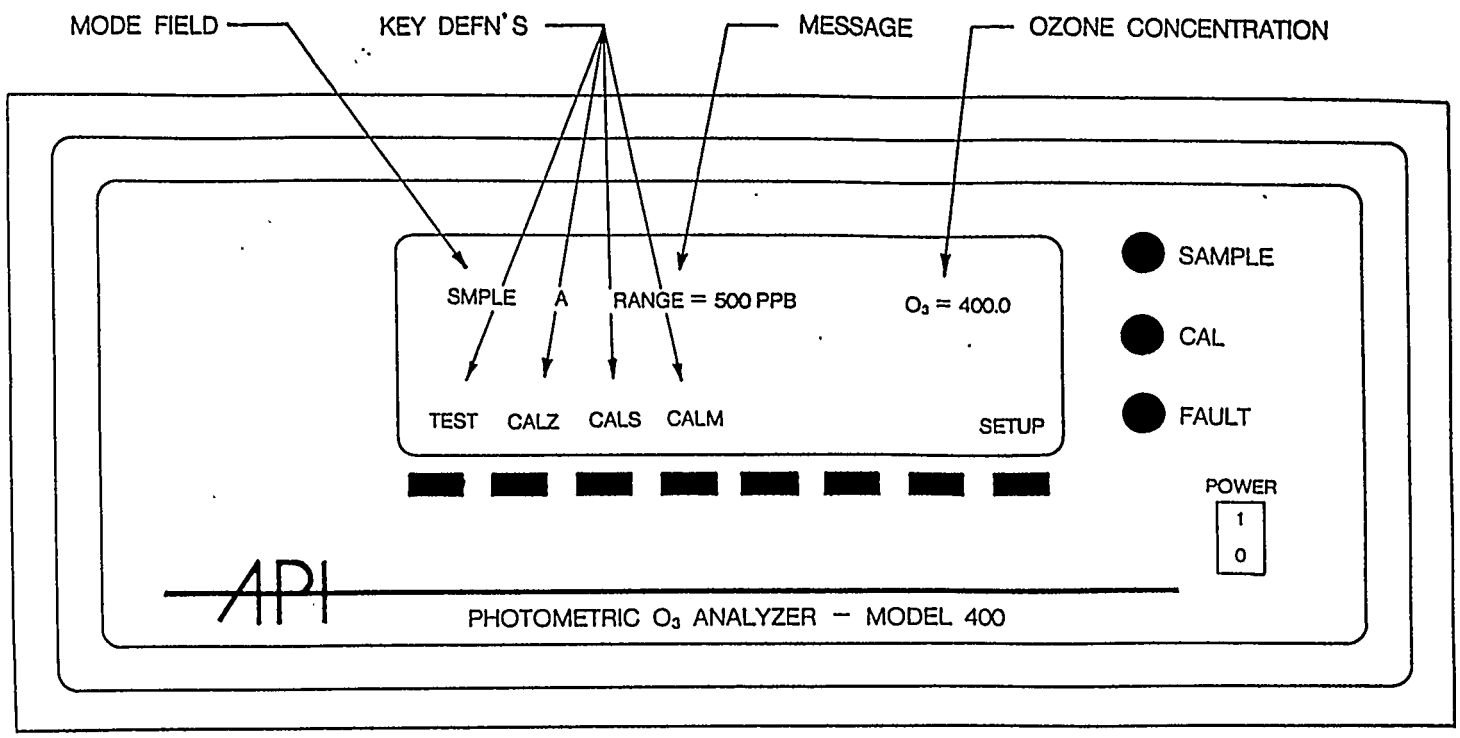
C. D/A를 누른다.

D. 818 암호를 입력 ENTER한다.

E. Range를 누른다.

F. 필요한 최대 측정범위(통상 500ppb)를 입력한다.

G. EXIT를 3번 누르면 원래의 Sample Menu로 돌아온다.



MODEL 400 FRONT PANEL
FIGURE 2.1

2-3. 기능 설정 Mode

A. 시간조절

SETUP-MISC-CLK-TIME의 순으로 하며, 자동점검이나 RS-232 전송시 시간표시에 쓰인다.

예) "HH : MM"이 나오면

새로운 시간(현재시간) 입력후 ENTER하면 된다. 만일 새로운 시간입력을 포기할 경우에는 EXIT를 누르면 된다.

B. 날짜조절

SETUP-CLK-DATE의 순으로 하며

"DD MM YY"식으로 표시한다.

예) 1995년 10월 25일이면

"25 OCT 95"를 치고 ENTER하면 된다.

C. 시간이 맞지 않을 때의 시계초 속도 조절

SETUP-MISC-CLK-ADJ 순으로 하며

만일, 시계가 10초 빠르면 변수 -10을

10초 느리면 변수 +10을 입력후 ENTER한다.

D. 농도 범위 설정

SETUP-MISC-D/A-RANGE의 순으로 하며 RANGE의 범위는 100~20,000 ppB(보통 500 ppB)이다. 단, 기기의 출력단자전압은 5.0 V로써 항상 일정함.

E. ANALOG 출력 조절

SETUP-MISC-D/A-OFFS 순으로 하며 편차만큼 값을 입력후 ENTER한다. 범위는 -500~+500 mV이다.

F. RS-232의 전송 속도 조절

SETUP-COMM-BAUD 순으로 하며 300, 1200, 2400중 선택후 ENTER한다.

G. 측정기 고유번호 설정

SETUP-COMM-ID 순으로 하며 0000~9999중 4자리 숫자의 고유번호를 입력후 ENTER한다.

H. 내장된 ZERO/SPAN의 설정 및 조절

- SETUP-IZS-JZS를 누른후 ON을 누른다. 이것은 IZS LAMP의 온도조절, 유량감지 등 오존 생산기의 조절 기능 등을 가동시킨다.
- 오존 농도를 설정하기 위해서는 SETUP-MISC-O_3-GEN-CONC 순으로 누른후 0~1500 사이의 원하는 농도값을 입력한다.(상세한 내용은 OPTION에 딸린 TEXT BOOK 참조 바람)

2-4. ZERO 교정

A. 세정된 ZERO GAS를 SAMPLE PORT에 연결한다.

B. SAMPLE MENU에서 CALM을 선택한 후 암호 818을 선택 ENTER한다.

C. ZERO를 누른다.

D. 5~10분 정도 기다린 후 값이 안정되면 ENTER를 누른다.

2-5. SPAN 교정

A. SPAN GAS를 공급한다.(최대 측정범위의 약 80% 정도)

B. SETUP-IZSC-SPAN을 누른후 SPAN GAS농도를 입력한다.

C. SAMPLE MENU에서 CALM을 누르면 수동교정이 행하여 진다. 약 10분정도 기다려 SPAN값이 안정되면 SPAN을 누른후 ENTER를 누른다. 이때 교정이 완료되면 교정된 값을 표시하고 만일 이전에 교정된 값과 비교하여 지나치게 차이(약 ±10%)가 나면 교정이 되지 않으며 표시하지 않는다.

2-6. 상태점멸등

표시판 오른쪽에 위치한 3개의 점멸등을 모델 400 측정기의 일반 가동상태를 표시한다. 초록색 점멸등은 시료측정기 상태를 의미한다.

상태 점멸등(LED)

점 멸 등	상 태	의 미
초 록 색	꺼진상태	측정가동안함(항상 켜있어야 한다)
	켜진상태	정상가동중
	깜빡이는 상태	측정가동중, 일시적 표시중지 모드, DAS(1) 데이타없음
노 란 색	꺼진상태	자동교정기능 불기능입력
	켜진상태	자동/자동적 스펜 교정기능입력
	깜빡이는 상태	시료교정중
빨 간 색	꺼진상태	가동불량없음
	깜빡이는 상태	가동불량있음
(1) 이것은 교정중이거나 점검중일때 발생한다.		

2-7. 기능설정의 변수 요약

기능설정 변수들

버 튼 순 서	작 동 기 능	통상설정값	범 위
SETUP-IZSC-WAIT	제로 점검 기간	15 min.	1-20 min.
	스펜 점검 기간	15 min.	1-20 min.
	DAS 일시 중지 기간	15 min.	1-20 min.
SETUP-IZSC-TIME	점검시작 기간	23:30	00:00-23:59
SETUP-IZSC-AUTO	자동 점검 스위치	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-DYN-ZERO*	자동 조절 제로 스위치	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-DYN-SPAN*	자동 조절 스펜 스위치	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-IZS	IZS 스위치	OFF	OFF-ON
SETUP-IZSC-SPAN	O_3 스펜교정값	400 ppB	0-9000 ppB
SETUP-IZSC-SHFT	점검시차 자동조절	0 min.	+60-60 min.
SETUP-DAS-FREQ	DAS 보고 횟수	60 min.	1-60 min.
SETUP-COMM-BAUD	RS-232 전송속도	2400 baud	300, 1200, 2400
SETUP-COMM-ID	측정기 고유 번호	0000	0000-9999
SETUP-MISC-03-SLPE	기울기 조절값	1.00	0.5-1.5
SETUP-MISC-03-GEN-ADJ	IZS LAMP 설정 및 조절	OFF	ON-OFF
SETUP-MISC-03-GEN-CAL	IZS 교정	OFF	ON-OFF
SETUP-MISC-03-GEN-FDBK	IZS 환원조절 선택	OFF	ON-OFF
SETUP-MISC-03-GEN-CONC	IZS 농도	0	0-1500
SETUP-MISC-03-OFFS	편차 조절값	0 ppm	+/-10 ppm
SETUP-MISC-DARK-VIEW	암전류 편차	0 mV	1000 mV
SETUP-MISC-FILT-ADAPT	디지탈적응 휠터 선택	ON	OFF-ON
SETUP-MISC-CLK-TIME	현재시간	00:00	00:00-23:59
SETUP-MISC-CLK-DATE	날짜	01 JAN 00	31 DEC 99
SETUP-MISC-CLK-ADJ	시계초침 조절	0 sec/day	-60+60 sec.
SETUP-MISC-D/A-RNGE	D/A 출력 범위	500 ppB	100-10000
SETUP-MISC-D/A-OFFS	D/S 편차 조절	0 mV	+/-500 mV
SETUP-MISC-MORE-FLT	불량점멸등 작동기간	0 (off)	0-300 sec.
SETUP-MISC-MORE-UNITS	O_3 농도 단위	ppB	ppb/ppm/ug
SETUP-MISC-MORE-TCHN	TEST 값의 아날로그 출력 스위치	OFF	N/A
SETUP-PASS	교정암호 스위치	ON	OFF-ON
SETUP-CFG-LIST	소프트웨어 구성	CO Mach	N/A

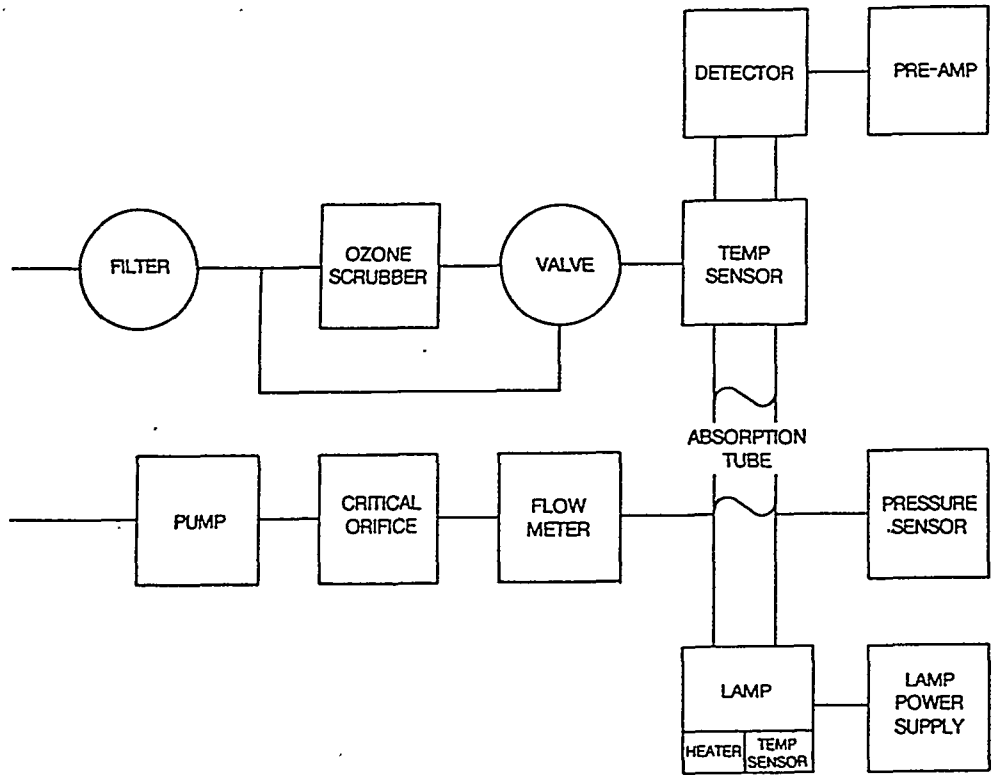
USEPA 공인 측정기에 해당하기 위해 이 변수들은 OFF(초기통상선정값)을 선택하여야 한다.

2-8. 테스트 기능값들

테스트기능	의 미	정 상 범 위	비정상값에 대한 해결
RANGE	PPB에 해당하는 측정기 아날로그 출력단자의 최대 범위	해당안됨	해당안됨
O_3 MEAS	측정모드 하에서 가장 최근의 감지값(예:오존 세정기를 안통하는 시료개스)	2500-4700 mV	광원 LAMP와 UV감지기를 점검 및 조절
O_3 REF	기준모드 하에서 가장 최근의 감지값(예:오존세정기를 통과하 시료개스)	2500-4700 mV	광원 LAMP와 UV감지기를 점검 및 조절
IZS REF	IZS 귀환기준 감지값 (옵션사항)	O_3생산기가 꺼진상태에서 75-175 mV O_3생산기가 켜져있을 경우는 >75 mV	IZS LAMP와 기준감지기를 점검 및 조절
PRES	흡광챔버내의 시료가스	대기압보다 0"-1.0"Hg 낮은값	압력감지기 문제점검
SAMPLE FLOW	시료유량	700-900 cc/min	유료부문 재점검 유량감지기 문제
SAMPLE TEMP	흡광챔버내 시료가스 온도	벤치온도보다 1℃-5℃ 이상	
ANA LAMP TEMP	광원 LAMP온도	52℃ (예열후)	
IZS LAMP	광학거울온도	45℃(예열후)	
BOX TEMP	측정기 내부온도	실내온도의 1℃-5℃ 이상	
DCPS	DC 전원공급기준 DC 전원공급기 제공의 모든 전압의 복합 기준값	2250-2750 mV	

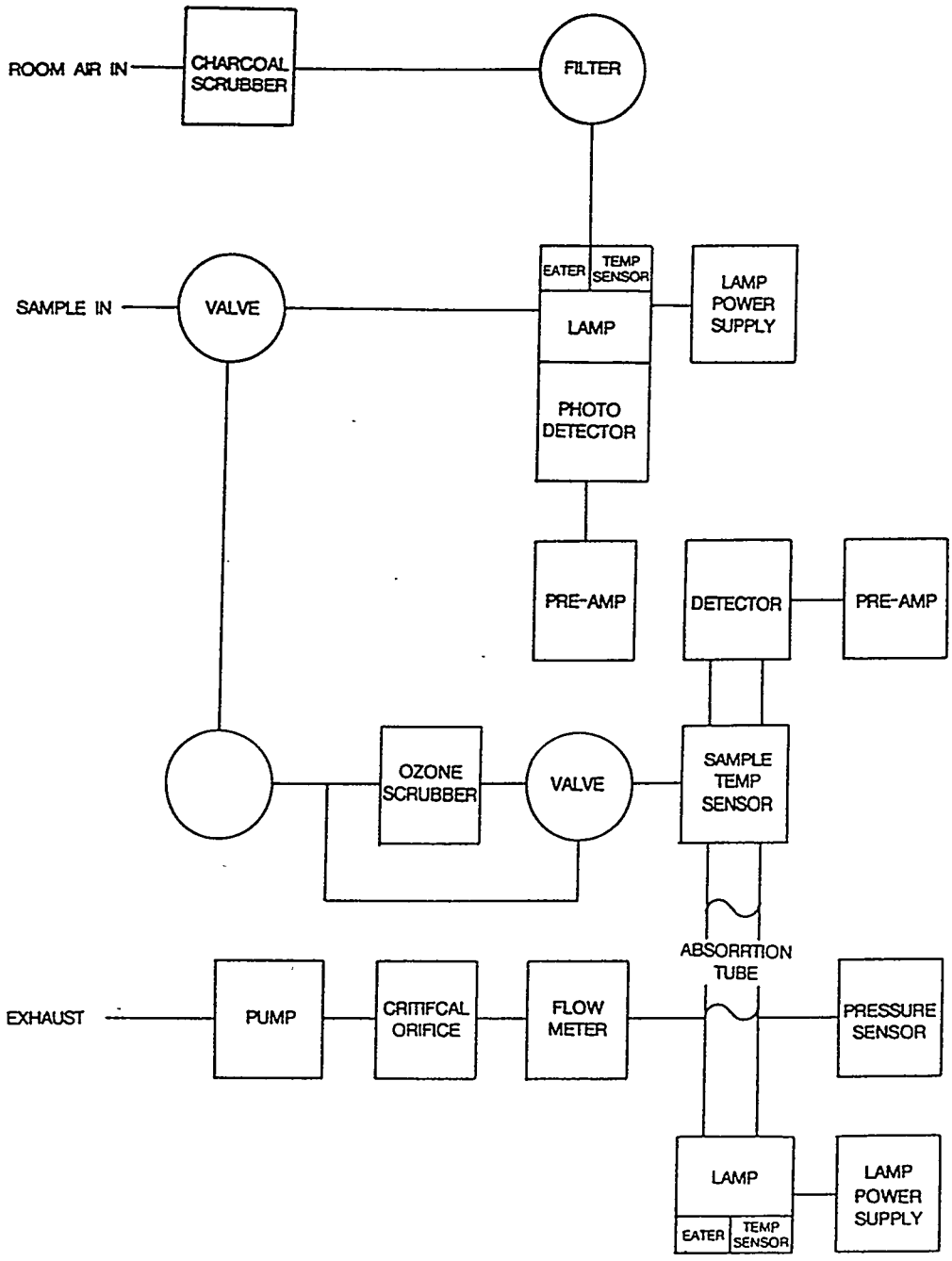
3. Flow System

3-1. GAS Flow System



MODEL 400 BLOCK DIAGRAM
FIGURE 3.1

3-2. IZS이 내장된 GAS FLOW SYSTEM



FLOW DIAGRAM
FIGURE 3.2

4. 진단 테스트

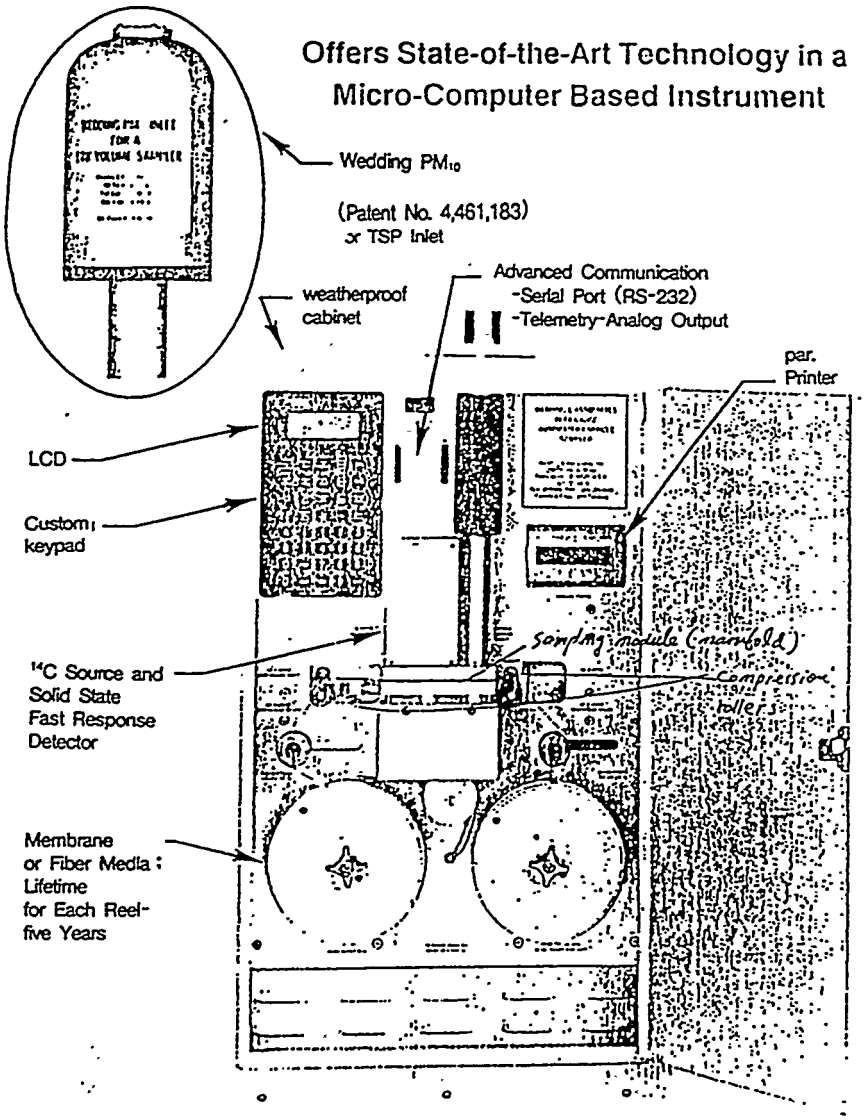
번 호	명 칭	시 그 널	표 준 값
1	무	출력없음	0 mV
2	O_3감지	O_3 감지기 출력	4500 mV
3	비교감지	IZS 비교감지 출력	125 mV
4	시료압력	시료압력출력	4200 mV
5	시료유량	시료유량출력	4000 mV
6	시료온도	시료온도출력	3900 mV
7	측정 LAMP 온도	측정 LAMP 온도 출력	2740 mV
8	IZS LAMP 온도	IZS LAMP 온도	2275 mV
9	본체온도	장비본체온도출력	3500 mV
10	직류전원	직류전원출력	2500 mV

분석장비 사용 설명서

PM - 10

(WEDDING)

Offers State-of-the-Art Technology in a Micro-Computer Based Instrument



Wedding & Associates, Inc.

P.O.Box 1756 Fort Collins, CO, 80522 U.S.A. (303) 221-0678
FAX : (303) 221-0400, TLX : 3720569
Dial 1-800-FOR-PM10

Foreigan Branch Offices : Republic of Korea, The Netherlands, Hong Kong

Wedding & Associates'
TSP or PM_{10} Beta Gauge
Specification Sheet :
May, 1989

Measurement Range :	0~10,000$\mu g/m^3$
Measuring Cycle :	1 hour(or custom software for user)
Resolution :	$\pm 2\mu g/m^3$
Accuracy :	1 hour sample at 50$\mu g/m^3$: ±4%
	24 hour sample at 100$\mu g/m^3$: ±0.1%
Volumetric Flow Rate :	Wedding Critical Flow Device (U.S. Patent No.4, 469, 760)
Ambient Inlet :	Wedding PM_{10}Inlet(U.S. Patent No.4, 461, 183)
	$D_{50}=10.0\pm 0.50\mu m$
	Insensitive to wind speed and wind direction
	Wedding TSP Inlet $D_0 \leq 100\mu m$
Output Mode :	Remote Interrogation : RS-232(ASC11 Code)
	0 to t VDC(or user selectable) Analog Telemetry
	Output : two channels standard(four additional channels optional)
	On-site Interrogation : custom keypad, parallel and serial ports, LCD
Output Values :	Mass concentration in terms of volumetric flow rate at ambient conditions
	Sampling time
	Flow rate
	Total volume sampled
	Pressure
	Density
	Diagnostic signals
	status(ON/Off)
	power failure
	filter tape broken
	flow rate : acceptable range
	mass concentration : excessive, tape position moved
	battery indicator
	mechanical motors
On-site Communications :	LCD, custom keypad, printer
Power Requirement :	110VAC 60HZ or 220VAC 50HZ
	(Real Time Clock has battery backup)
Environmental :	Temperature Range : −30° to 60°C
	Temperature Effect : 0.02%/°C
	Weatherproof Cabinet, heated/cooled
Beta Source :	^{14}C, 100μCi, sealed
Detector :	Silicone semi-conductor, solid-state, response time ≤ 10ns
Filter Tape :	Continuous membrane(Tefion®) or glass fiber filter
Siting Criteria :	Designed for ambient usage-not requiring a shelter of temperature controlled atmosphere

Wedding & Associates, Inc.
P.O. Box 1756 Fort Collins, CO80522 U.S.A. (303)221−0678
FAX : eoe/221−0400 TLX : 3720569
Dial 1−800−For−PM10
Foreign Branch Offices :
Republic of Korea, The Netherlands, Hong Kong

제품의 특징

1. Wedding Critical Flow Device(한계 유량 조절장치)

미국 특허(No.4, 469, 760)의 유량 조절장치로서 정확한 유량을 유지시켜 주며 어떠한 moving part가 없으며 전자 전기장치에 의한 것이 아니므로 잔 고장의 염려가 없는 정확한 유량기이다.

2. Wedding Inlet for TSP or PM10

미국 특허(No.4, 461, 183)의 Inlet로서 바람의 속도 방향에 상관없이 일정한 effectiveness를 가지고 air를 흡입하며, 향후 PM10으로 먼지의 오염기준이 변경되었을 때에도 Inlet의 Dichot 부분을 약간 수정하면 PM10 Inlet으로 교정할 수 있으므로 이상적이다. 이는 일련의 wind test를 거친 정품이다.

3. Beta Source (C14, 100μci, sealed)

반감기가 5000년 이상이 되는 반 영구적이며, 방사능이 100μci 정도로서 인체에 거의 영향을 주지 않는 이상적인 Beta Source가 사용되었다. 기기에 따라서는 반감기가 2백년 정도의 Source를 사용하는 기기가 있는데 이는 Beta선의 수로 교정해 주어야 하는 등의 어려움이 있다.

4. Detector

실리콘 semi conductor (IISS) detector를 사용하여 반응속도가 빠르므로 Membrane filter인 경우에는 1분에 약 200만개 이상의 Beta particle 수를 감지할 수 있는 정확성이 높은 Detector이다.

W&A의 Beta Gauge는 상기와 같이 먼지의 농도를 결정하는 두가지 중요한 Factor인

유량과 Beta Count 측정에 큰 장점을 지니고 있으므로 어느 다른 기기보다 정확한 Data를 제공해주는 현재로선 가장 발전된 Technology에의한 제품이다. .그밖에도 Weather-proof된 Cabinet은 내부온도에 따라 자동적으로 Cooling fan이나 heater가 작동되어 일정한 condition에서 기기가 유지되도록 설계되었으며 정전이 되었다가 power가 다시 들어오면 자동으로 다음 sampling이 계속되어 소모품인 Filter tape reel, Printer paper, Sampling disk(XT model에 한함)를 2달반에 한번정도만 교체하여 주면되는 기기 작동이 간편한 기기이다. Filter tape 경우는 filter의 종류(membrane) 및 program의 방법에 따라서는 1 reel로서 5년까지도 교체하지 않고 사용할 수 있다.

5. Data Retrieve

W&A Beta Gauge는 다양한 방법으로 Data가 출력된다.

1) XT Version

- 기기에 부착된 Monitor 화면에 항상 Display된다.
- 기기에 부착된 Parallel Printer에 Print된다.
- Telemetry Analog Port를 통해 Data log 등으로 Data가 출력된다.
- Floppy Diskette에 Data가 수록되어 Data Diskette만 떼어가면 어느 Computer에서나 Data를 뽑아보거나 Print해 볼 수 있다.
- RS 232 port를 통해 Main Computer로 직접 교신할 수 있고 Serial Printer를 연결할 수도 있다.

2) MCB(Micro Controller Board) Version

- 기기에 부착된 LCD 화면에 Display된다.
- 기기에 부착된 Parallel Printer에 Print된다.
- Telemetry Analog Port를 통해 Data log 등으로 Data가 출력된다.
- RSC-232 Port를 통해 Main Computer와 직접 교신이 가능하고 Serial Printer를 연결하여 print할 수 있다.

Trouble Shoot/Maintenance 방법

1. 이상시 기기의 점검

Sampling이 비정상적일때의 data는 data값이 변하지 않거나 극히 약간의 변화만 있다. 이러한 때에는 빠른 시일내에 기기의 상태를 점검한다. 점검시 우선 기기의 어떠한 switch도 만지지 않은 상태에서 기기가 어떻게 되어 있는지 다음 항목을 파악 기록한 다음 이를 service man에게 연락을 취하거나 응급조치를 취한다.

1) 기기의 시간(몇시, 몇분, 날짜)
2) 당시 vacuum pump는 작동하고 있는가
3) Switch를 켠 상태에서 LCD의 display를 지시한다.
4) Sampling Module, Compression Roller의 움직임 및 위치
5) Printer에 불은 켜져 있는지 그렇지 않은지 확인
6) 상기사항 및 최근의 data 변화를 기록
7) 그후에 B Key를 눌러서 Sampling Program을 중단시킨다.
8) MCB Version의 경우는 Trouble Shoot 혹은 다른 Key를 눌러보아 각 부분을 점검하여 본다. 이때 "STATUS" Key를 눌러 PAR PRINTER, SER PRINTER, COM PORT ON/OFF 상태가 맞는지 확인한다.
9) XT Version인 경우는 Mechnical 자기진단과 Analog 자가 진단을 하여 data를 기록하여 이상 유무를 점검해 본다.
10) 상기의 점검으로 가능한 문제를 해결토록 하고 다시 "Program Sampling Schedule" 한 후 "Begin Sampling"을 실시한다. 경우에 따라서는 간단히 Power Switch를 껐다가 잠시후 다시 켜는 것만으로 이상 상태에서 벗어날 수 있다.

2. 비정상적인 경우 및 교정하는 방법

1) Filter tape가 다 사용된 경우 - Filter 교환
2) Printer paper가 다 사용된 경우 (Printer에 붉은 불이 켜짐) - Paper교체 또는 PAR

PRINTER를 Off시키거나 No Printer 디스크 사용

3) 눈이나 비가 계속 내리지 않았는데도 불구하고 Data 값이 10 $\mu g/m^3$이 계속되는 경우

- Detector 부분이 불안정. Service man에게 연락

4) Sampling Module 또는 Compression roller가 닫히지(close) 않을 경우 - Service man 에게 연락

작 동 방 법

1. SAMPLING하는 방법

1 단계 : SETUP과 STATUS 확인

2 단계 : PROGRAM SAMPLING SCHEDULE

3 단계 : BEGIN SAMPLING

1) 날짜, 시간 확인 또는 변경(5-1 SET UP 스위치)

"SET UP" SWITCH를 누르면 LCD에

DATE=01-24-90
TIME : 12:30:25
CHANGE ? (Y/N)
PRESS A KEY

라고 표시된다.

만일 시간이 맞으면 변경할 필요가 없음으로 N(No) 스위치를 누르면 되고, 만일 시간이 틀려서 변경할 필요가 있으면 Y(Yes) 스위치를 눌러 변경시킨다.

"YES"를 누르면 INPUT DATE 가 나온다. 이때 월월/일일/년년의 순서로 각각 2자리 숫자로 눌러주면 새로운 날짜(예 : 01-25-90)가 들어가고 INPUT TIME 에는 예를 들어 14:15:50을 누르면 된다.

그러면 화면은

DATE=01-25-90
TIME=14:15:50
CHANGE ? (Y/N)
PRESS A KEY

로 된다.

여기서 잘못되었으며 Y(YES)를 눌러서 다시하고 잘 되었으면 N(NO)를 누른다. 이때 YES 또는 NO KEY 외의 다른 KEY는 작동되지 않으며 "INVALID KEY"라는 표시가 나온다.

2) "STATUS" 5-2 KEY

STATUS KEY를 누르면

PAR PRINTER ON
SER PRINTER OFF
COM PORT OFF

와 같이 Display된다.

SER PRINTER 및 COM PORT는 항상 OFF(환경청에서는 사용하지 않으므로)시키고 PAR PRINTER(Parallel Printer : 기기에 부착되어 있는 Printer를 말함)는 경우에 따라 ON 또는 OFF시킨다. Printer내 Paper가 없는 경우에 PAR PRINTER "ON"되어 있으면 Sampling이 정상적으로 안되므로 반드시 OFF시켜야 한다.

3) PROGRAM SAMPLING SCHEDULE(1-1 KEY)

상기와 같이 SETUP와 STATUS를 확인하였으면 이제 SAMPLING하기 위한 SCHEDULE PROGRAM을 한다. 이는 언제부터 SAMPLING을 할 것인가(SAMPLING 시작 시간)를 입력시키는 동작이다. "PROGRAM SAMPLING SCHEDULE 1-1 KEY"를 누르면 화면에는 이전에 입력되었던 PROGRAM이 나온다.

예를 들면

PROGRAMMED DATE, TIME
01-24-89 12:00:00
CHANGE? (Y/N)
PRESS A KEY

현재 시각이 상기 프로그램 시간보다 적어도 15분전의 시각이면 "NO" KEY를 누르고 바로 "BEGIN SAMPLING" 1-2KEY를 눌러 SAMPLING을 시작시킬 수 있다.

그러나 대부분의 경우는 "YES" KEY를 누르면 다시 PROGRAM 하여야 한다.

"YES" KEY를 누르면 화면에 [INPUT START DATE] 가 나오고 날짜가 월월/일일/년의 순으로 각각 2자리 숫자로 넣으면 화면에 [INPUT START TIME] 이 나온다. 예를들면 오후 4시부너 SAMPLING을 시작시키고자 할때는 160000을 누르면 된다. 화면은 16:00:00으로 표시된다.

• 주의 : SAMPLING 시작 시간의 15분전에는 BEGIN SAMPLING으로 들어가야 한다. 예를 들면 현재시간이 15시 47분이라고 하면 16시부터 SAMPLING을 할 수 없고 16시부터에나 SAMPLING이 가능하므로 PROGRAM을 17:00로 해야 한다. 이는 SAMPLING을 시작하기 전에 기기가 자체적으로 영점을 잡고 준비하는데 십여분 정도의 시간이 필요하기 때문이다. 만일 시작시간을 과거시간이나 15분이내의 여유를 두고 PROGRAM하여 시작시간을 과거시간이나 15분이내의 여유를 두고 PROGRAM하여 "BEGIN SAMPLING" 하면 ERROR MESSAGE가 나오며 다시 PROGRAM해야 한다.

이제 PROGRAM은 완료되고 PROGRAM한 날짜 시간이 표시되고 바꿀것인가 아닌가 (CHANG ? Y/N) 질문이 나온다. 이때 PROGRAM이 잘 되었으면 "NO" 잘못되었으면 "YES"를 눌러 다시 할 수 있다.

4) BEGIN SAMPLING (1-2 KEY)

상기와 같이 PROGRAM이 끝났으면 "BEGIN SAMPLING" KEY를 누르면 PROGRAM 한대로 SAMPLING이 자동으로 이루어진다. "BEGIN SAMPLING" KEY를 누르면

INITIALIZING SYSTEM PLEASE STANDBY

(SAMPLING하기 위해 준비동작중이니 기다리시오)라고 화면에 표시되고

준비동작이 완료되면 화면은

WEDDING & ASSOCIATES	
01-25-90 15:48:00	현재 날짜, 시간
PRD	SAMPLING PERIOD NUMBER (몇번째 SAMPLING 인가)
MC	MC(Mass Concentration) : 이전시간의 농도가 $\mu g/m^3$ 단위로 표시된다.
A OR B TO TERMINATE	SAMPLING을 중단하기 위해서는 "A" OR "B" KEY를 누르라는 뜻이다.

"A" KEY(현재 진행중인 SAMPLING이 완료된 다음 중단)는 거의 사용않고 "B" KEY(SAMPLING이 즉시 중단)를 눌러야만 다른 KEY를 눌러 다른 동작을 할 수 있다. 상기와 같은 화면 상태에서는, SAMPLING이 진행중이므로 어떠한 다른 KEY를 눌러도 동작이 안된다. 예를 들어 FILTER를 교환하여야 한다면 "B" KEY를 눌러 일단 SAMPLING을 중단시키고 "LOAD TAPE" KEY를 눌러야 필터 교환이 가능하다. 이렇게 원하고자 하는 동작이 끝났을 경우에는 다시 SAMPLING PROGRAM하여 (상기 3 참조) BEGIN SAMPLING으로 가야한다.

2. 필터 교환하는 방법

"LOAD TAPE" 1-3 KEY를 누르면 자동으로 COMPRESSION POLLER가 열리고 SAMPPLING MODULE이 열려서 TAPE를 넣을 수 있게 준비시켜 준다.
별첨 그림의 설명과 같이 필터를 교환하여 주고 완료되면 "LOAD TAPE" 1-3 KEY를 다시 한번 누르면 된다. 그러면 기기가 자동으로 닫히고 TAPE를 감아준다 (ADVAMCE).

3. 자가 진단 방법

"TROUBLE SHOOT" 5-3 KEY를 누르면 자동으로 전체적인 자가진단을 해주고 그렇게 하면서 각각의 결과를 표시해 준다. 다음 13가지 TEST가 하나씩 이루어지며 OK일 때는 "PASS"라고 표시되고 좋지 않을 때는 "FAIL"이라고 표시된다.

1) MODULE DN.	PASS	SAMPLIMG MODULE이 열리는 동작
2) COMP. UP	PASS	COMPRESSION ROLLER가 열리는 동작
3) ADVANCE	PASS	TAPE를 조금 감아준다.
4) COMP. DN.	PASS	COMPRESSION ROLLER가 닫힌다.

5) TRANS. RT.	PASS	TRANSLATION TO RIGHT 필터 오른쪽 이동
6) TRANS. LT.	PASS	TRANSLATION TO LEFT 필터 왼쪽 이동
7) MODULE UP	PASS	SAMPLING MODULE이 닫힘

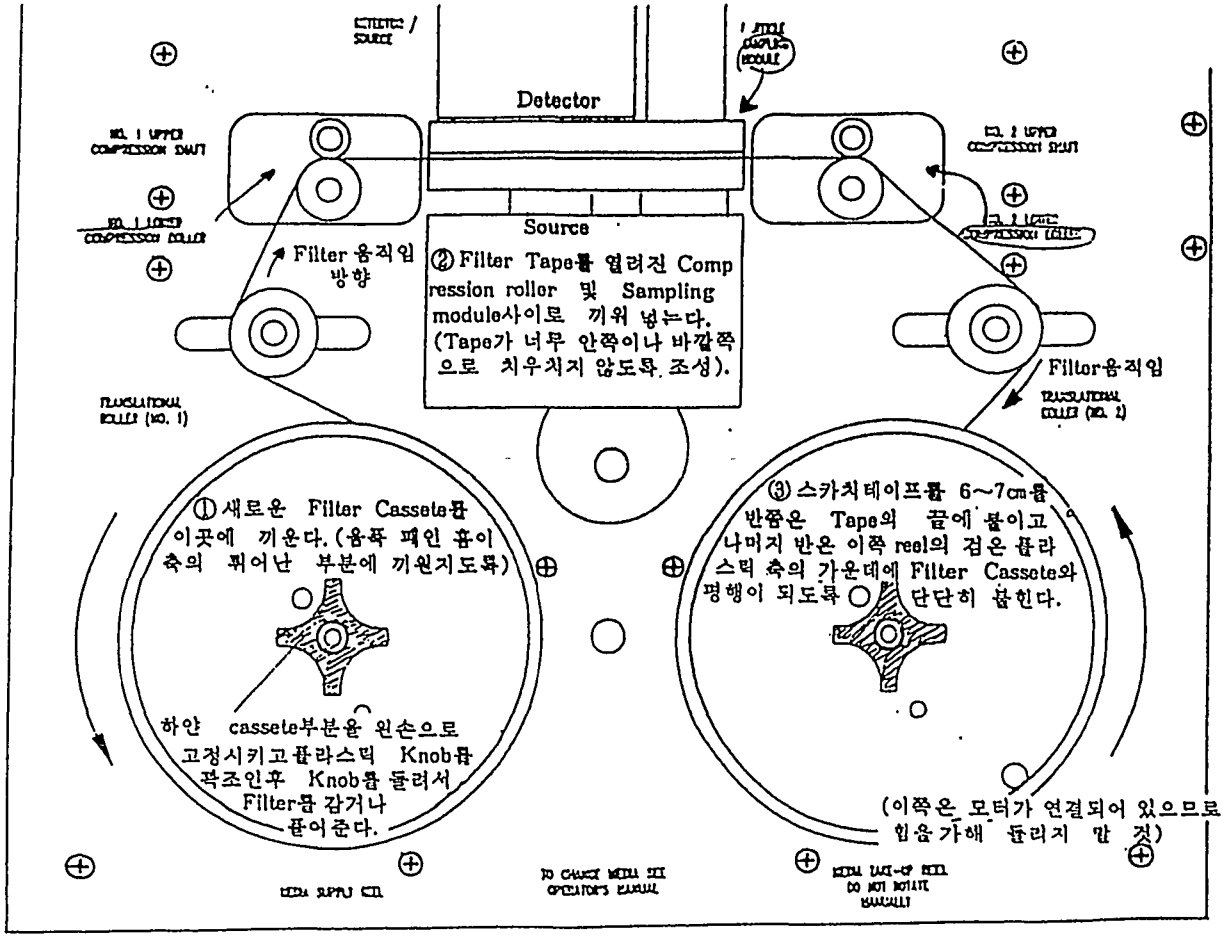
8) PRESSURE	PASS	압 력
9) BETA COUNT	PASS	필터를 통과하는 BETA선 숫자
10) FLOW RATE	PASS	유 량

11) PS15	PASS	15VDC POWER SUPPLY
12) PS12	PASS	12VDC POWER SUPPLY
13) PS5	PASS	5VDC POWER SUPPLY

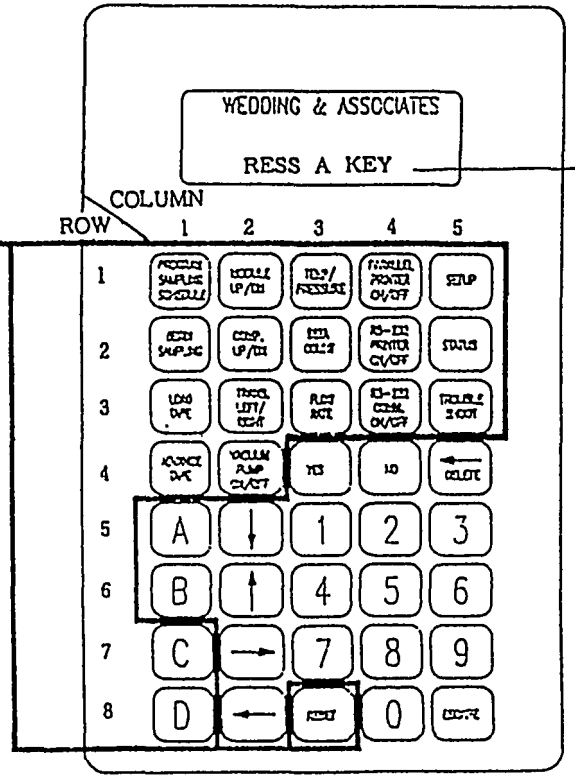
상기 TEST중 BETA COUNT는 필터의 위치나 종류 기기의 SETTING 상태에 따라 다소 유동적이므로 FAIL이라고 표시되어도 실제로는 문제가 없을 수가 있다. 이는 상기 변화에 따라 TEST SOFTWARE를 변경시키지 않았기 때문이다.

상기 TROUBLE SHOOT 외에 별첨 SUMMARY OF KEYPAD CONTROL KEYS에 설명된 KEY를 눌러 각각의 항목별로 TEST를 해 볼 수 있다.

- 필터교환 -


Detector
Source
Filter 움직임 방향
② Filter Tape를 열려진 Compression roller 및 Sampling module사이로 끼워 넣는다. (Tape가 너무 안쪽이나 바깥쪽으로 치우치지 않도록 조성).
Filter움직임
① 새로운 Filter Cassete를 이곳에 끼운다. (움푹 패인 홈이 축의 튀어난 부분에 끼워지도록)
③ 스카치테이프를 6~7cm를 반쯤은 Tape의 끝에 붙이고 나머지 반은 이쪽 reel의 검은 플라스틱 축의 가운데에 Filter Cassete와 평행이 되도록 단단히 붙힌다.
하얀 cassete부분을 왼손으로 고정시키고 플라스틱 Knob를 꼭조인후 Knob를 돌려서 Filter를 감거나 풀어준다.
(이쪽은 모터가 연결되어 있으므로 힘을가해 돌리지 말 것)

VALID CONTROL KEYS



기기가 준비상태에 있으므로 아무키나 원하는 것을 눌러라는 Sign. 이 Sign이 표시되어야 다음 원하는 Key를 눌러 작동시킬 수 있다.

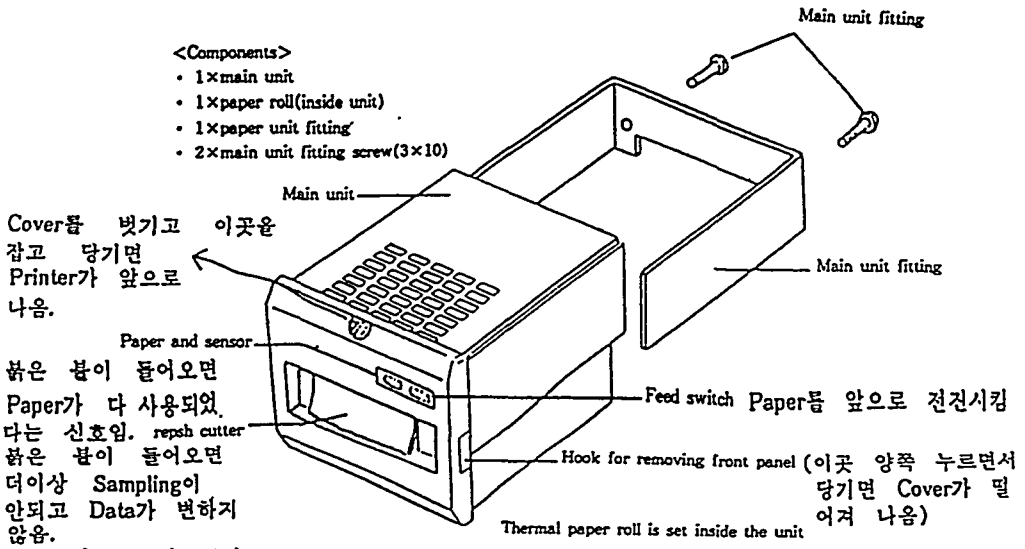
SUMMARY OF KEYPAD CONTROL KEYS

ROW	COLUMN	LETTERING ON KEY	DESCRIPTION
1	1	PROGRAM SAMPLING SCHEDULE	allows input of the desired start date and start time in which the sampling cycle will begin
1	2	MODULE UP/DN	allows movement of the sampling module one full cycle(i. e. move down and back up)
1	3	TEMP/ PRESSURE	allows viewing the cabinet temperature and pressure readings on the LCD display
1	4	PARALLEL PRINTER ON/OFF	output directed to parallel printer(serial printer must be OFF, telemetry output still active)
1	5	SETUP	allows viewing and resetting the battery backed real-time clock
2	1	BESIN SAMPLING	starts or begins the sampling cycle
2	2	COMP. UP/DN	allows movement of the compression rollers one full cycle (i.e. move up and back down)
2	3	BETA COUNT	determines if beta particles are being counted acceptably or unacceptably

ROW	COLUMN	LETTERING ON KEY	DESCRIPTION
2	4	RS−232 PRINTER ON/OFF	output directed to RS−232/serial printer(parallel printer must be OFF, telemetry output still active)
2	5	STATUS	reads and prompts the status of the external I/O devices (i.e. parallel printer, serial printer, RS−232 communications)
3	1	LOAD TAPE	refers user TSP manual
3	2	TRANS. LEFT/RIGHT	allows movement of the translation assembly one full cycle (i.e. move right and back left)
3	3	FLOW RATE	allows viewing the sampler flowrate reading on the LCD display
3	4	RS-232 COMM. ON/OFF	allows setting the RS−232 Baud rate for off-site communications
3	5	TROUBLE SHOOT	executes a series of analogue, digital and mechanical diagnostics and displays the results on the LCD
4	1	ADVANCE TYPE	advances the filter media one location
4	2	VACCUM PUMP ON/OFF	tests the vacuum pump

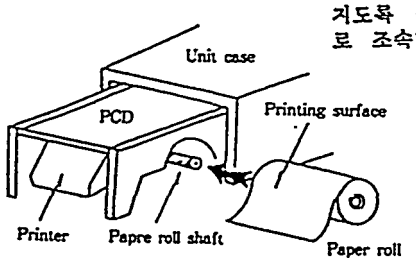
ROW	COLUMN	LETTERING ON KEY	DESCRIPTION
7	1	C	allows re-seting of a calibration constant in battery backed RAM in the event of a battery failure
8	1	D	allows re-setting of the maximum mass concentration limit in battery backed RAM in the event of a battery failure
8	3	RESET	resets the computer

VI PRINTER

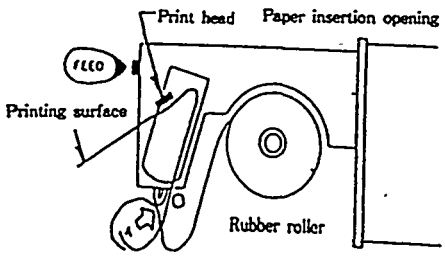


이때 Feed Switch를 눌러 붉은 불이 꺼지도록 응급조치할 수 있음. 규격 Paper로 조속히 교체해주는 것이 바람직함.

Printer Paper Roll 잡착方法



Note : if the paper is not pulled in by the rollers even when you press the feed switch, push the paper in.



위와같이 Paper Roll를 끼어넣고 Paper를 A ⇨와 같이 넣은 다음 FEED Switch를 paper가 Print head사이로 물고 나오는 가를 확인한다.

※ Printer 자가진단 FEED Switch를 누르고 있는 상태에서 기기의 Power를 켜주면 Test Printing이 된다.

부록 B. CHECK LIST

표 B-1 측정소 일반 점검표

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	Voltage(V)		Manifold		Sample tube		Silicagel		Modem		Data Logger		비 고
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	

표 B-2 SO_2 측정기기 점검표 1

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	CHARCOAL		FILTER		TEMPERATURE(℃)								SAMPLE FOLW(cc/min)	
					PMT		RCELL		IZS		BOX			
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER

표 B-3 SO_2 측정기기 점검표 2

SITE NO. :

I T E M / D A T E / COND.	HVPS(V)		DCPS(mV)		U.V. LAMP(mV)		SLOPE		OFF SET		비 고
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	

표 B-4 NO_x 측정기기 점검표 1

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	PRESSURE (in-Hg-A)		VACUUM (in-Hg-A)		TEMPERATURE(℃)										DCPS(mV)	
					CONV.		IZS		PMT		BOX		RCELL			
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER

표 B-5 NO_X 측정기기 점검표 2

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	HVPS(V)		OZONE FLOW (cc/min)		SAMPLE FLOW (cc/min)		SLOPE				OFFSET				비 고
							NO_X		NO		NO_X		NO		
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	

표 B-6 O_3 측정기기 점검표 1

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	DCPS(mV)		TEMPERATURE(℃)								SAMPLE FLOW(cc/min)	
			BOX		IZS LAMP		ANA LAMP		SAMPLE			
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER

표 B-7 O_3 측정기기 점검표 2

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	PRESSURE (in-Hg-A)		O_3 REF.(mV)		MEAS(mV)		SLOPE		OFFSET		비 고
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	

표 B-8 분진 측정기기 점검표 1

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	SAMPLING MODULE				COMPRESSION ROLLER				ADVANCE		TRANSLATION				PRESSURE	
	DOWN		UP		DOWN		UP				RIGHT		LEFT			
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER

표 B-9 분진 측정기기 점검표 2

SITE NO. :

ITEM / DATE / COND.	BETA COUNT		FLOW RATE		POWER SUPPLY						비 고
					15VDC		12VDC		5VDC		
	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	BE-FORE	AF-TER	

부록 C. 대기오염 감시망 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

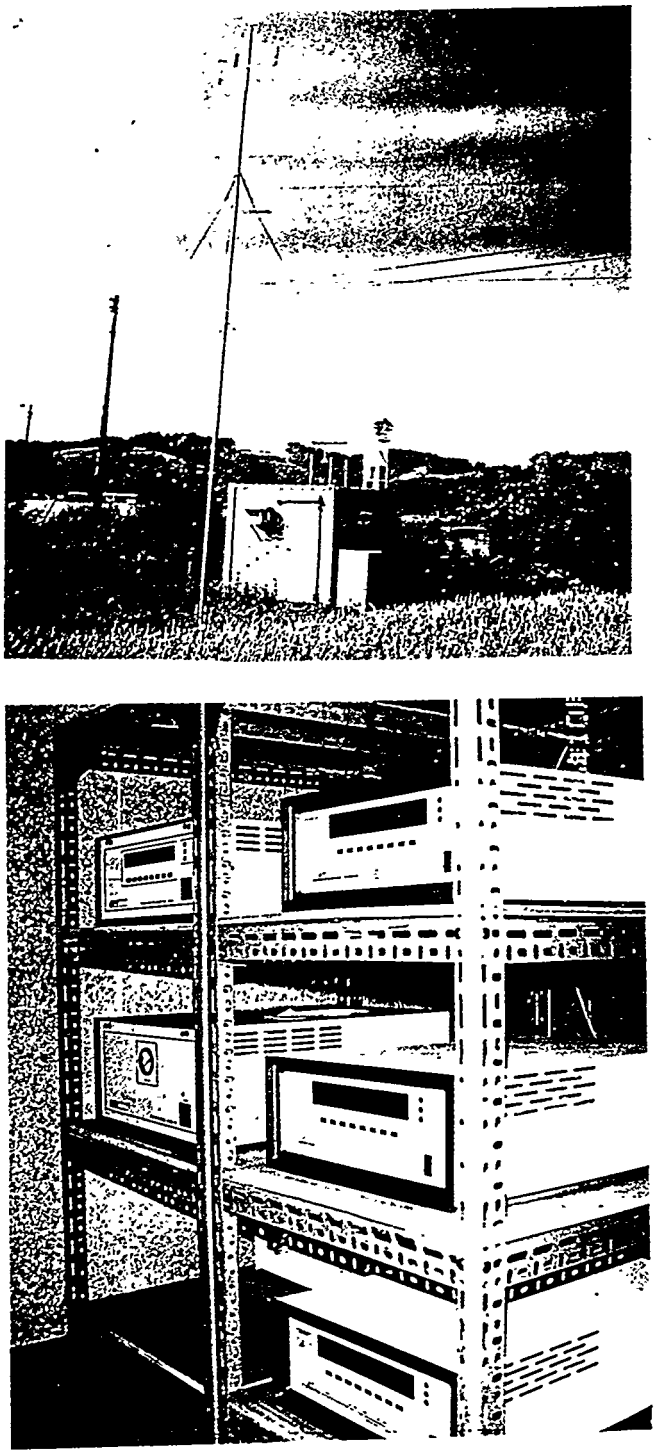


그림 C-1 영보리 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

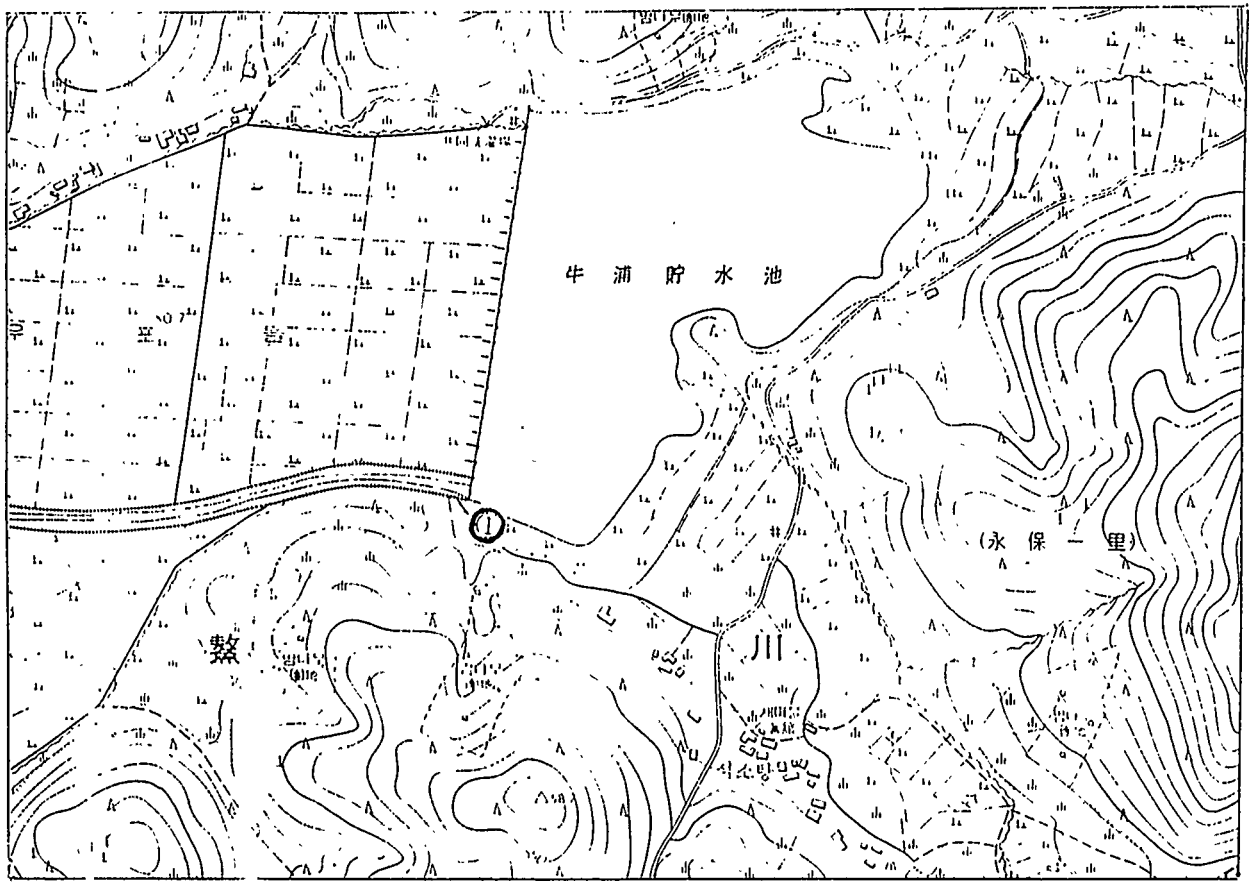


그림 C-1(a) 대기오염 측정소 영보리의 상세 위치도

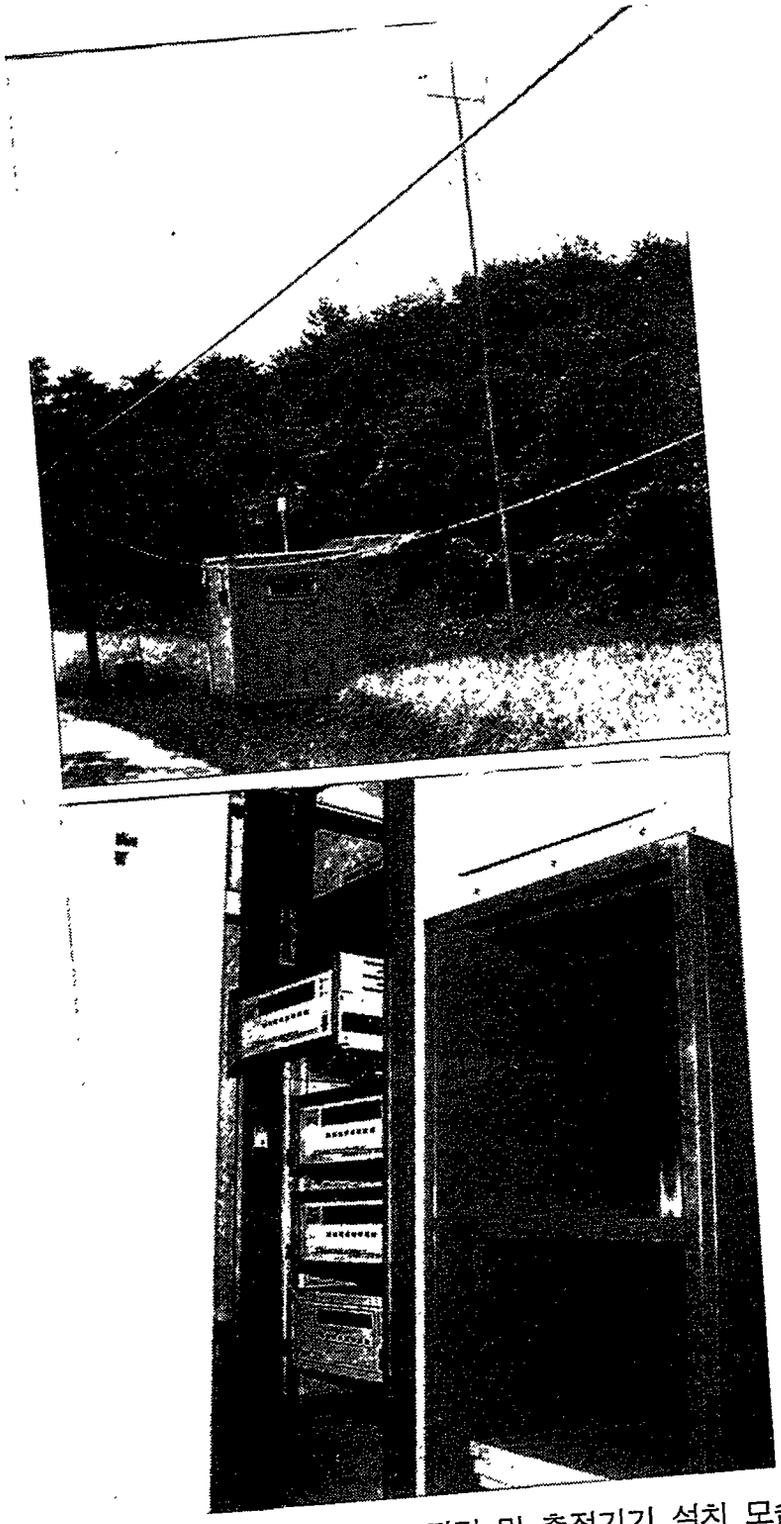


그림 C-2 오포리 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

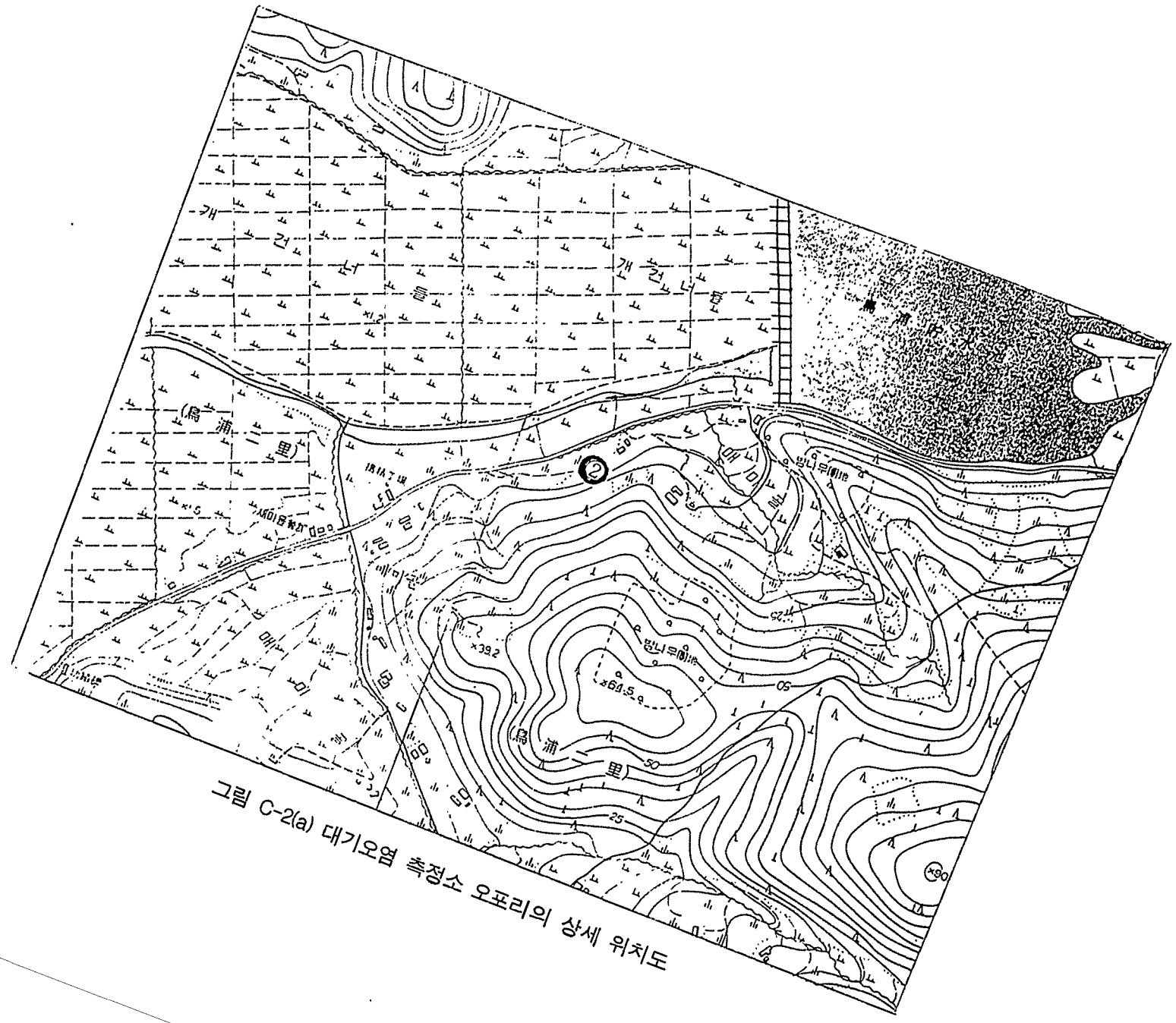


그림 C-2(a) 대기오염 측정소 오포리의 상세 위치도

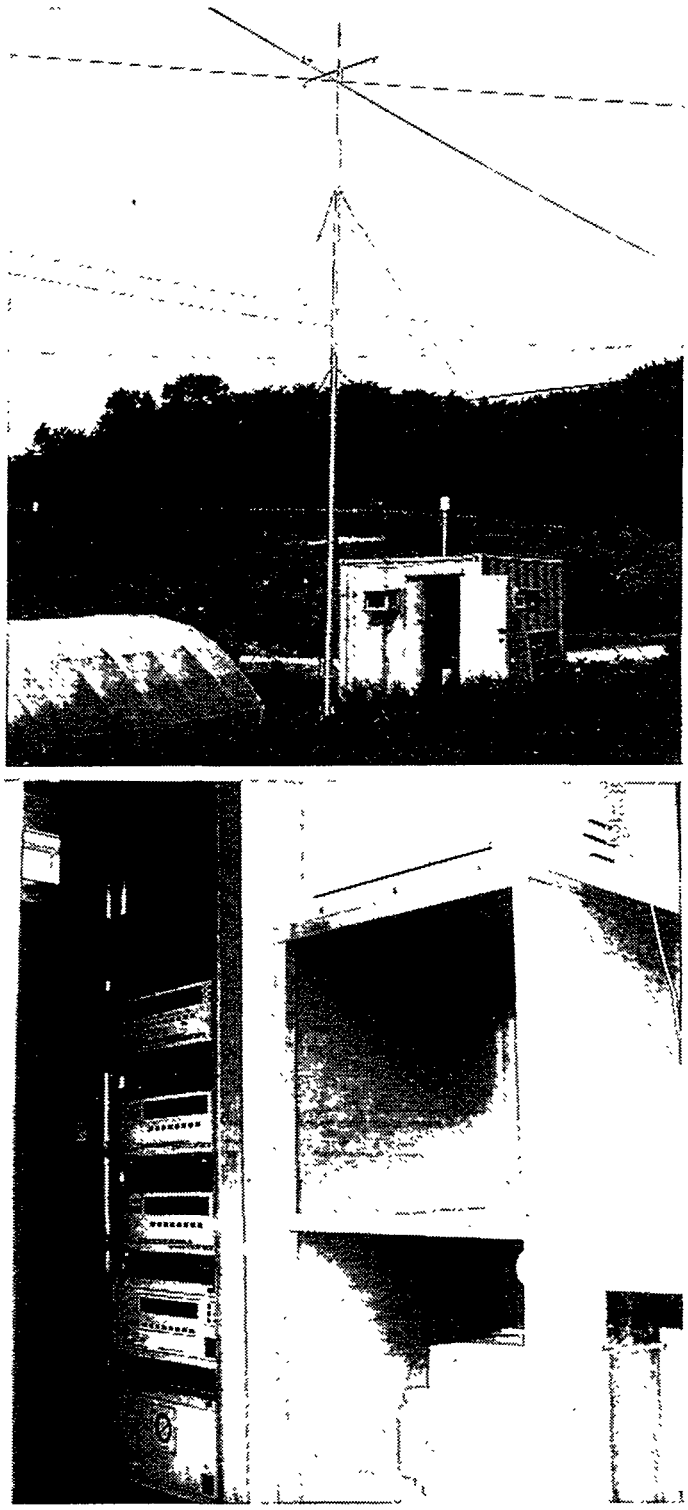


그림 C-3 주교리 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

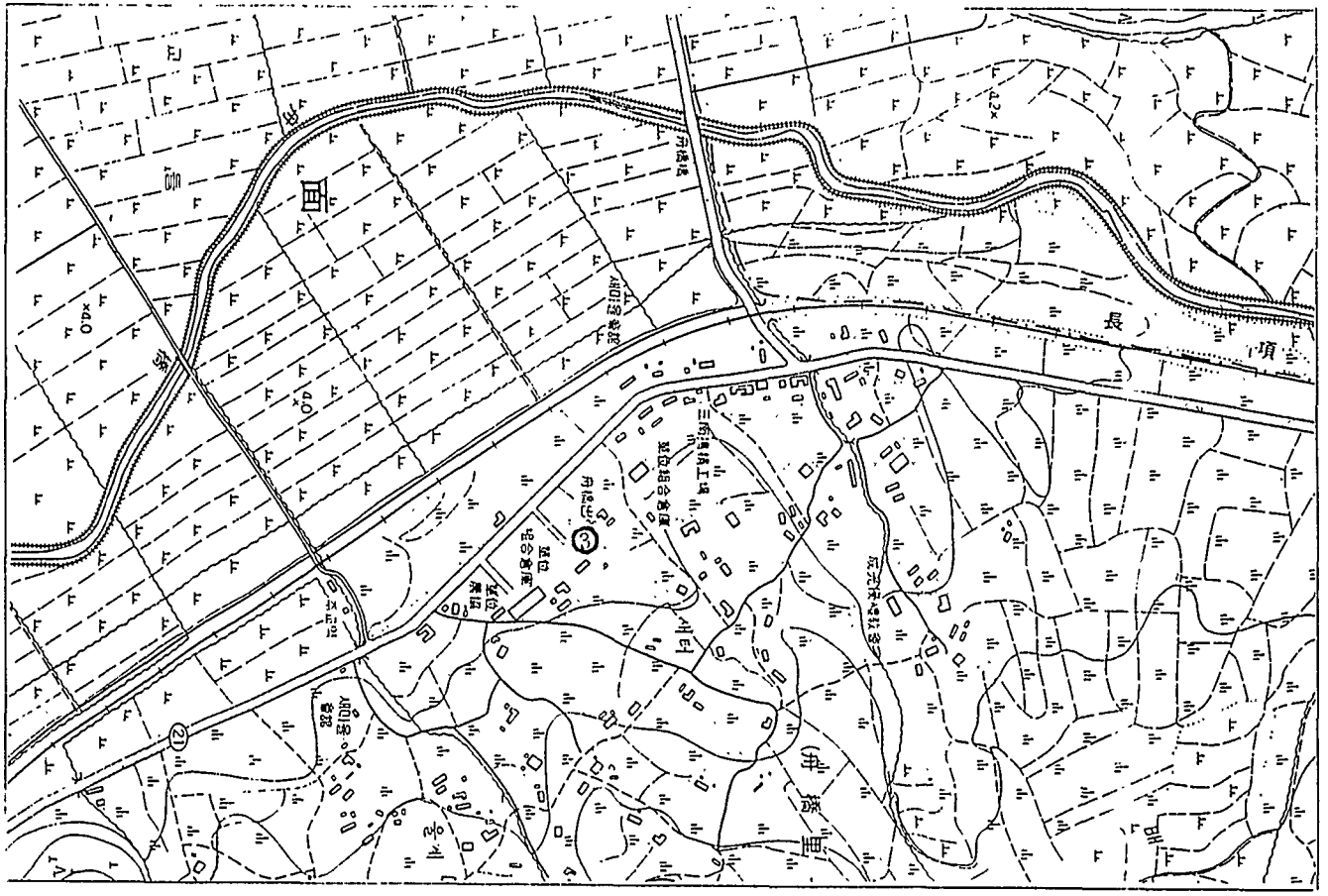


그림 C-3(a) 대기오염 측정소 주교리의 상세 위치도

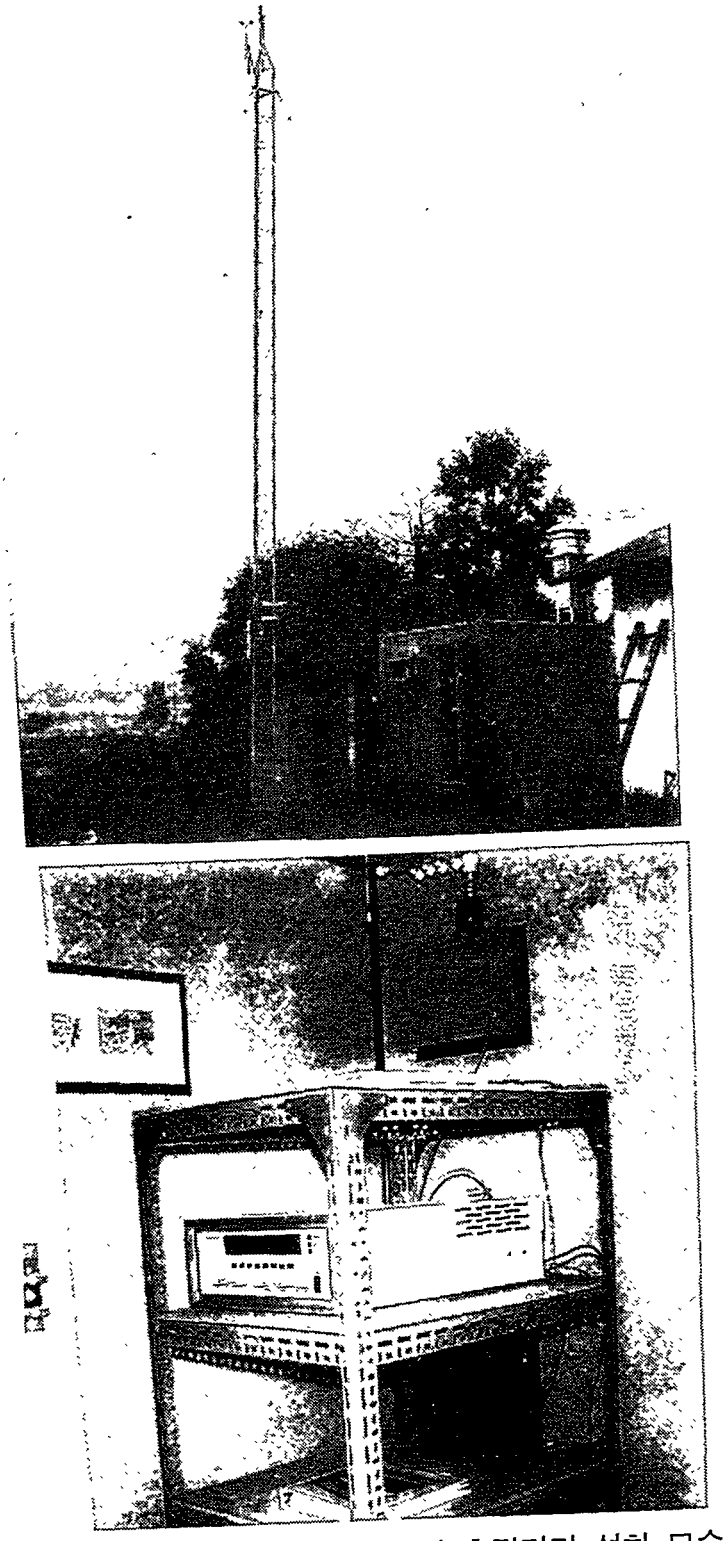


그림 C-4 송학리 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

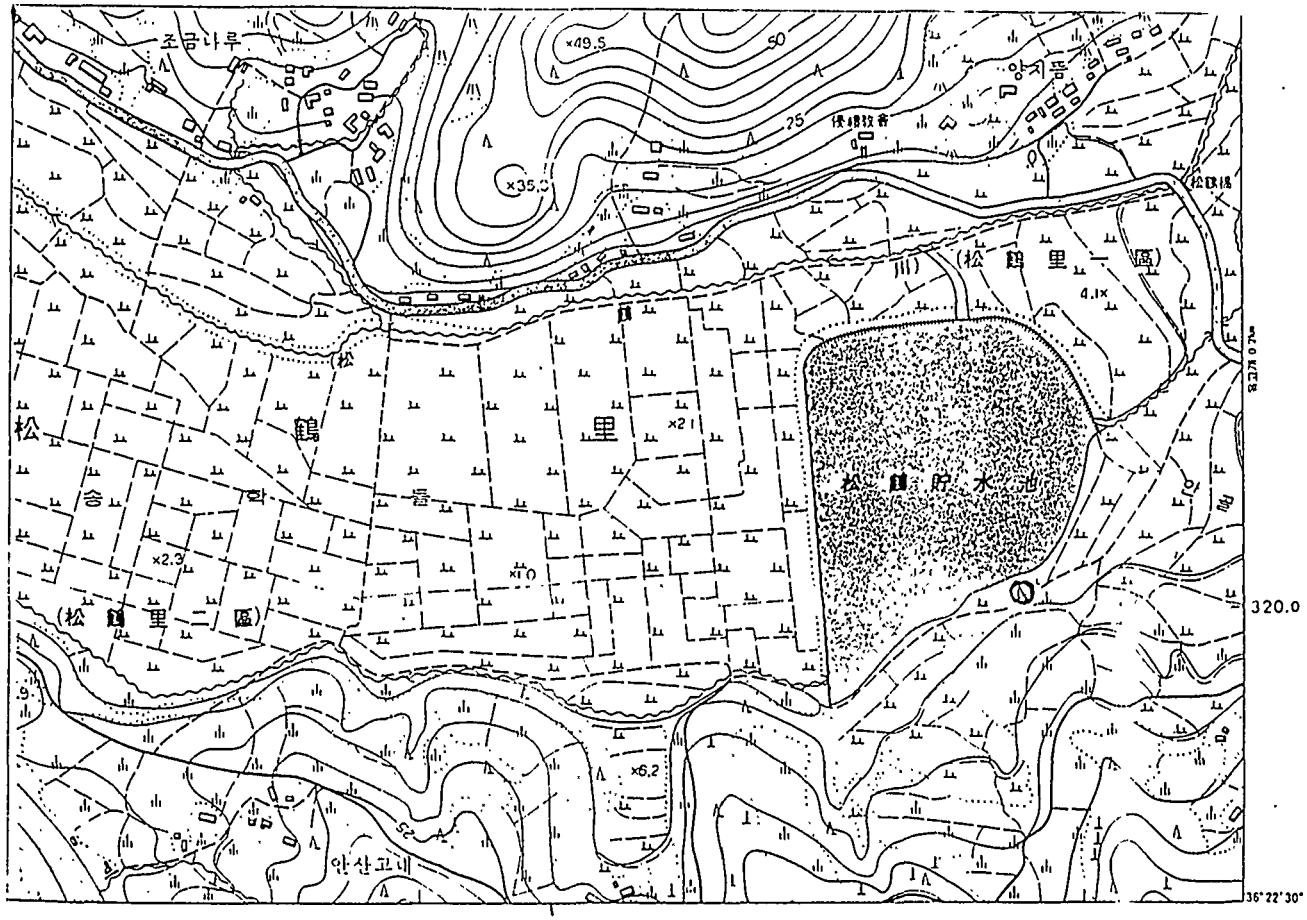


그림 C-4(a) 대기오염 측정소 송학리의 상세 위치도

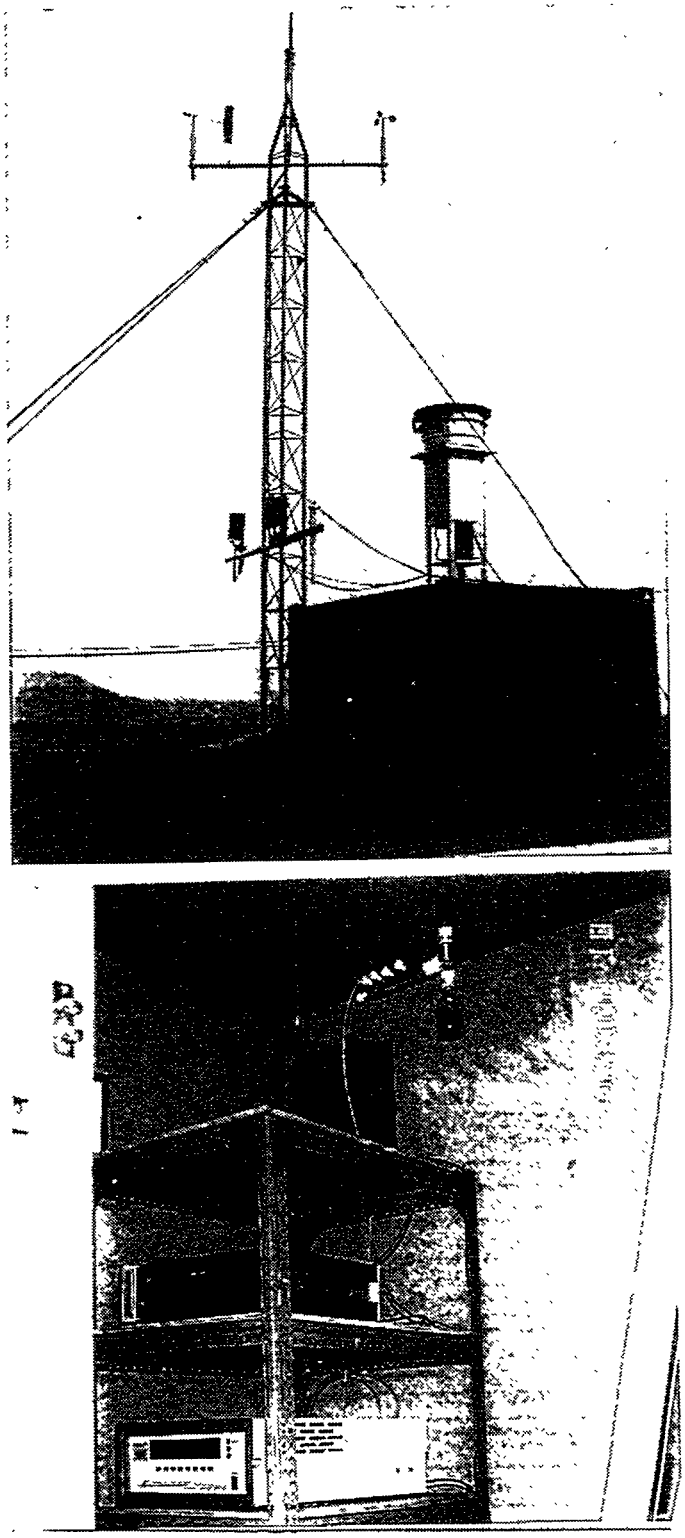


그림 C-5 궁천동 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

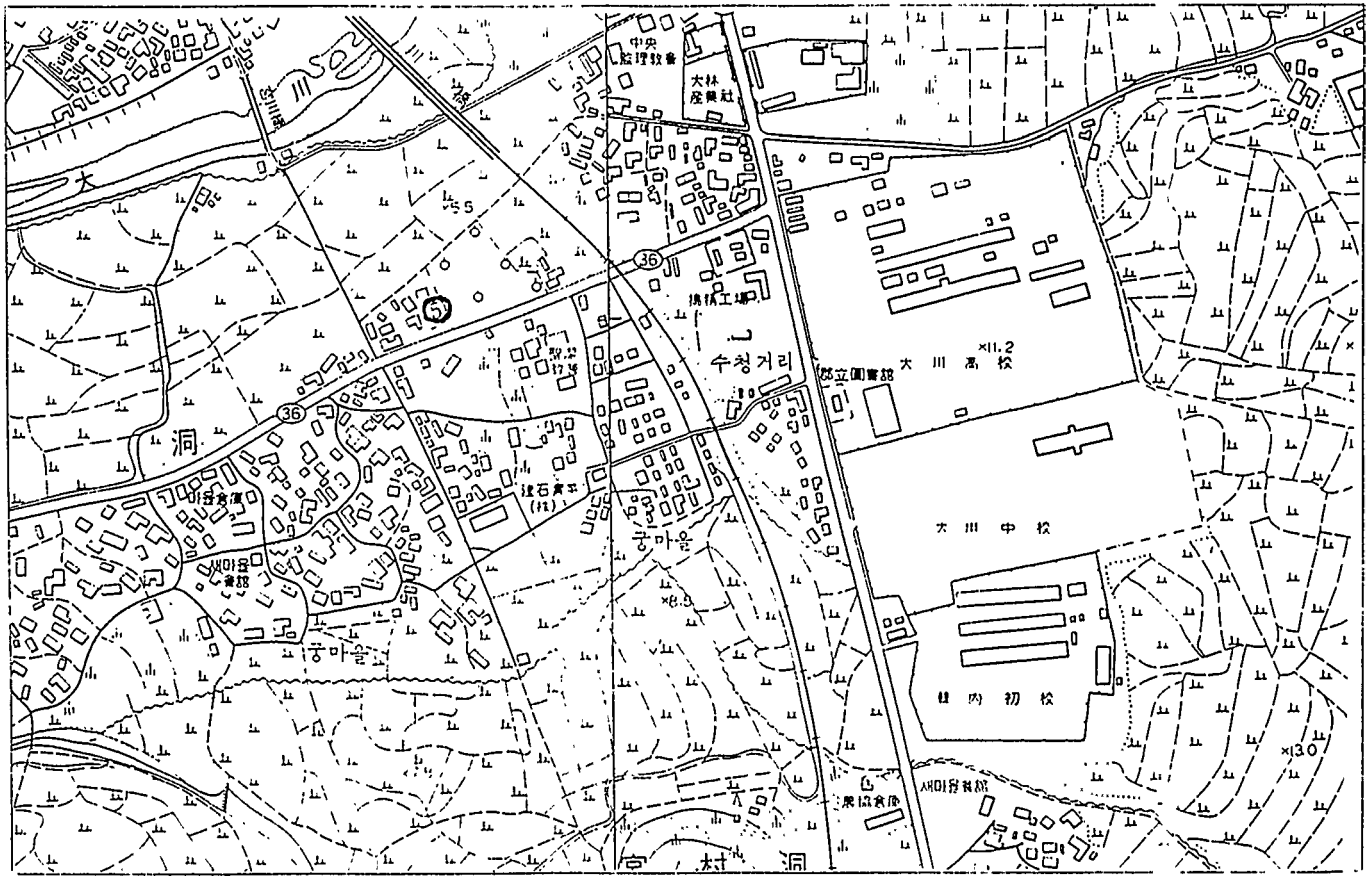


그림 C-5(a) 대기오염 측정소 궁촌동의 상세 위치도

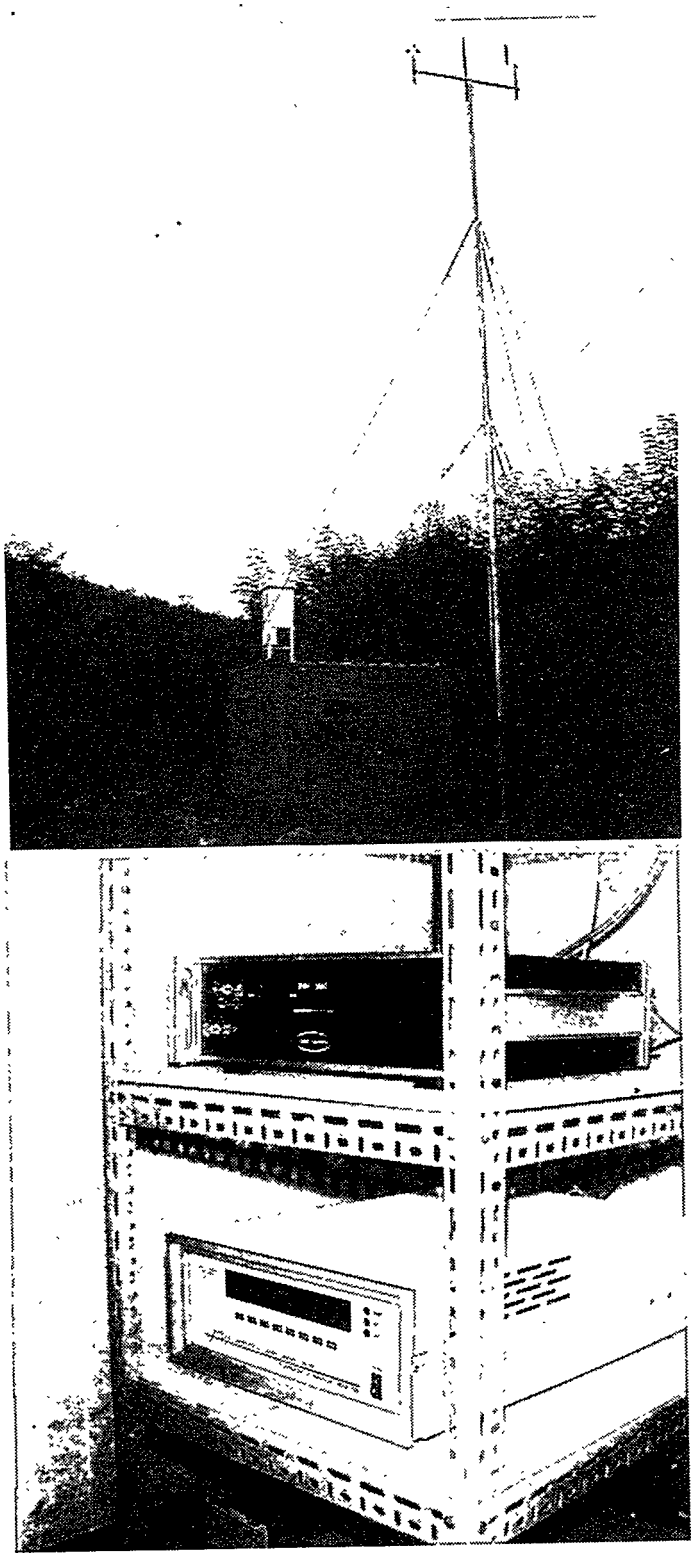


그림 C-6 신흑동 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

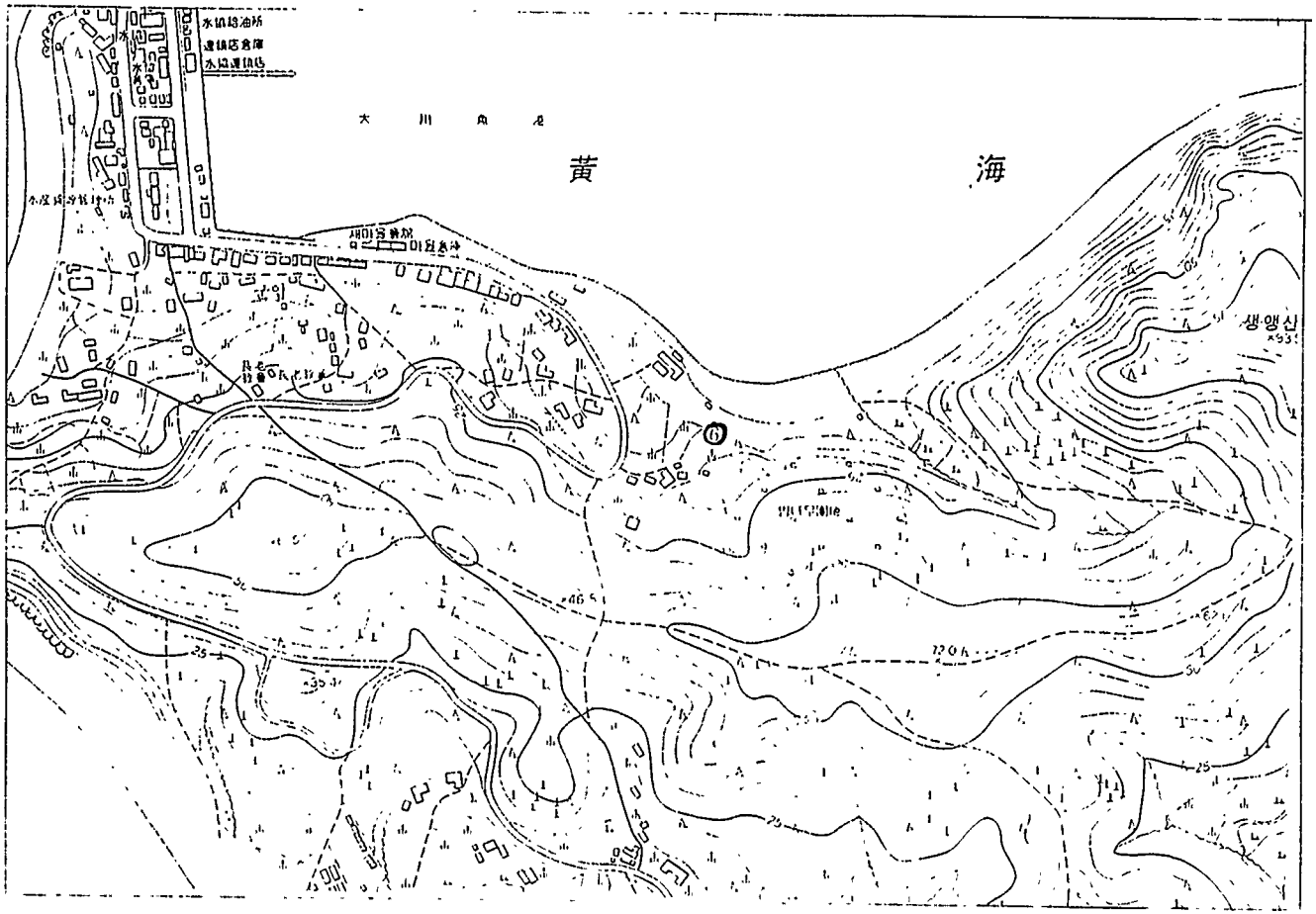


그림 C-6(a) 대기오염 측정소 신흑동의 상세 위치도

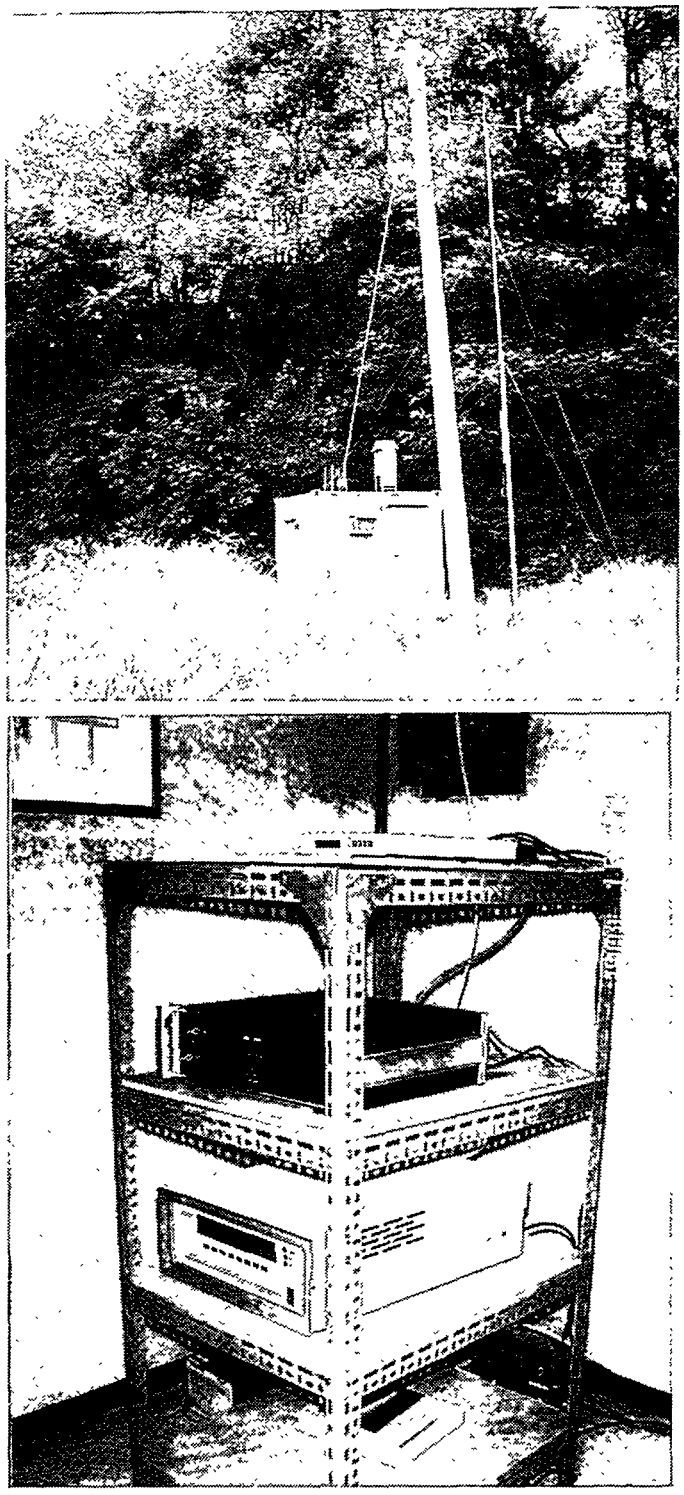


그림 C-7 낙동리 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

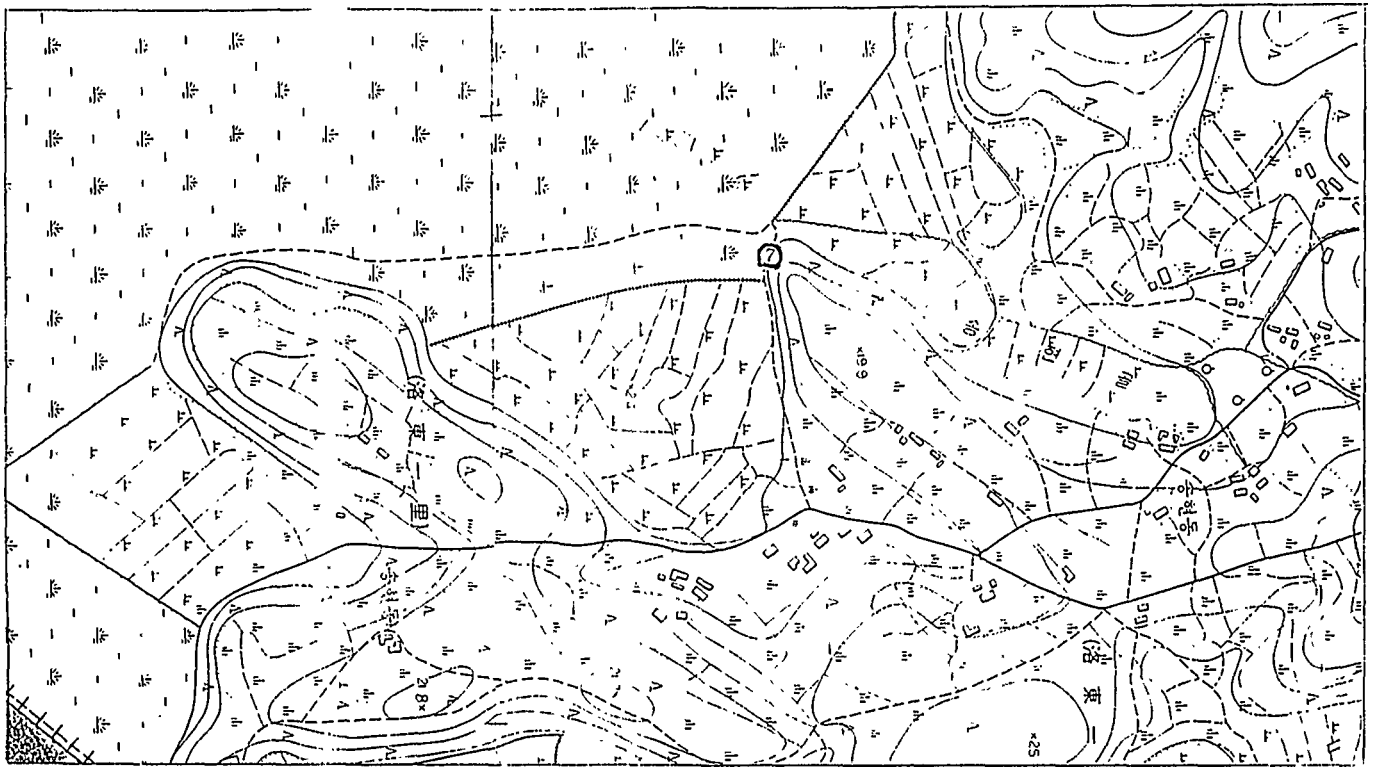


그림 C-7(a) 대기오염 측정소 낙동리의 상세 위치도

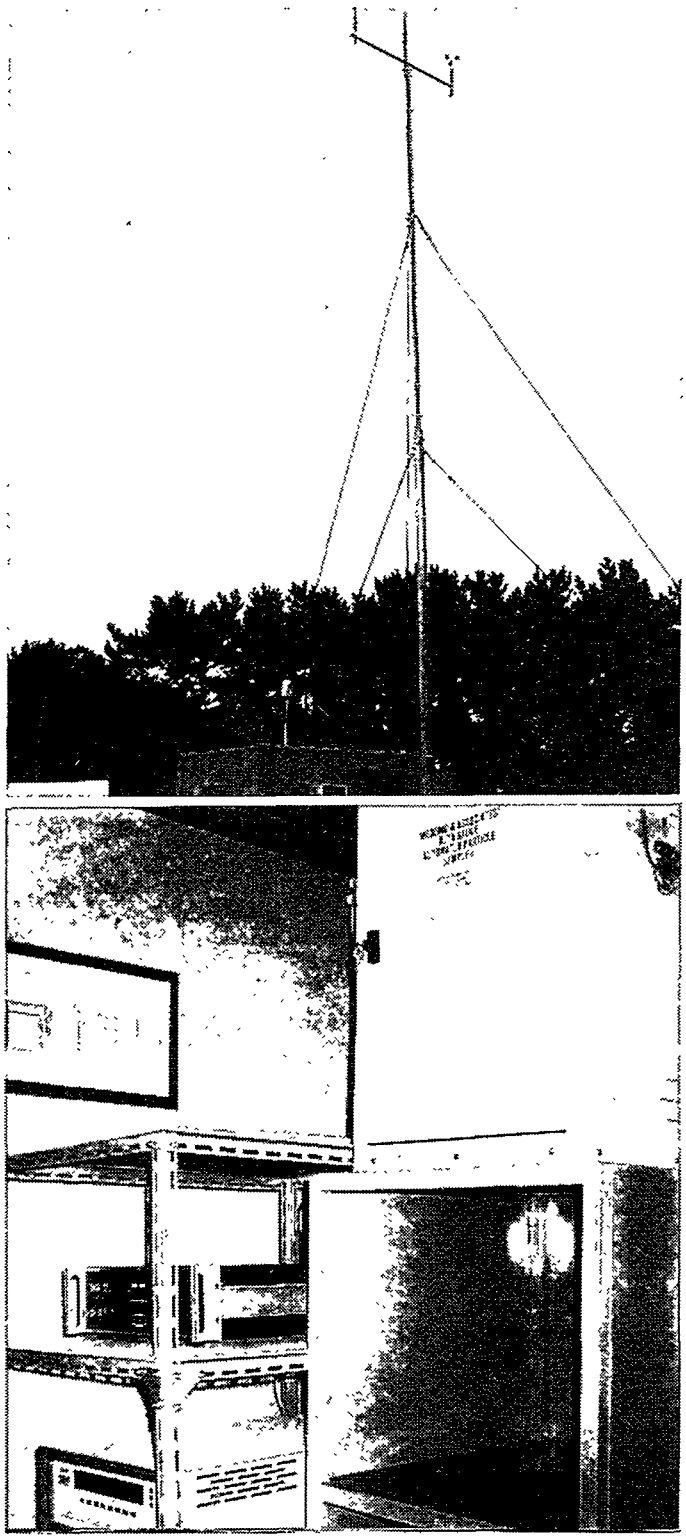


그림 C-8 원산도 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

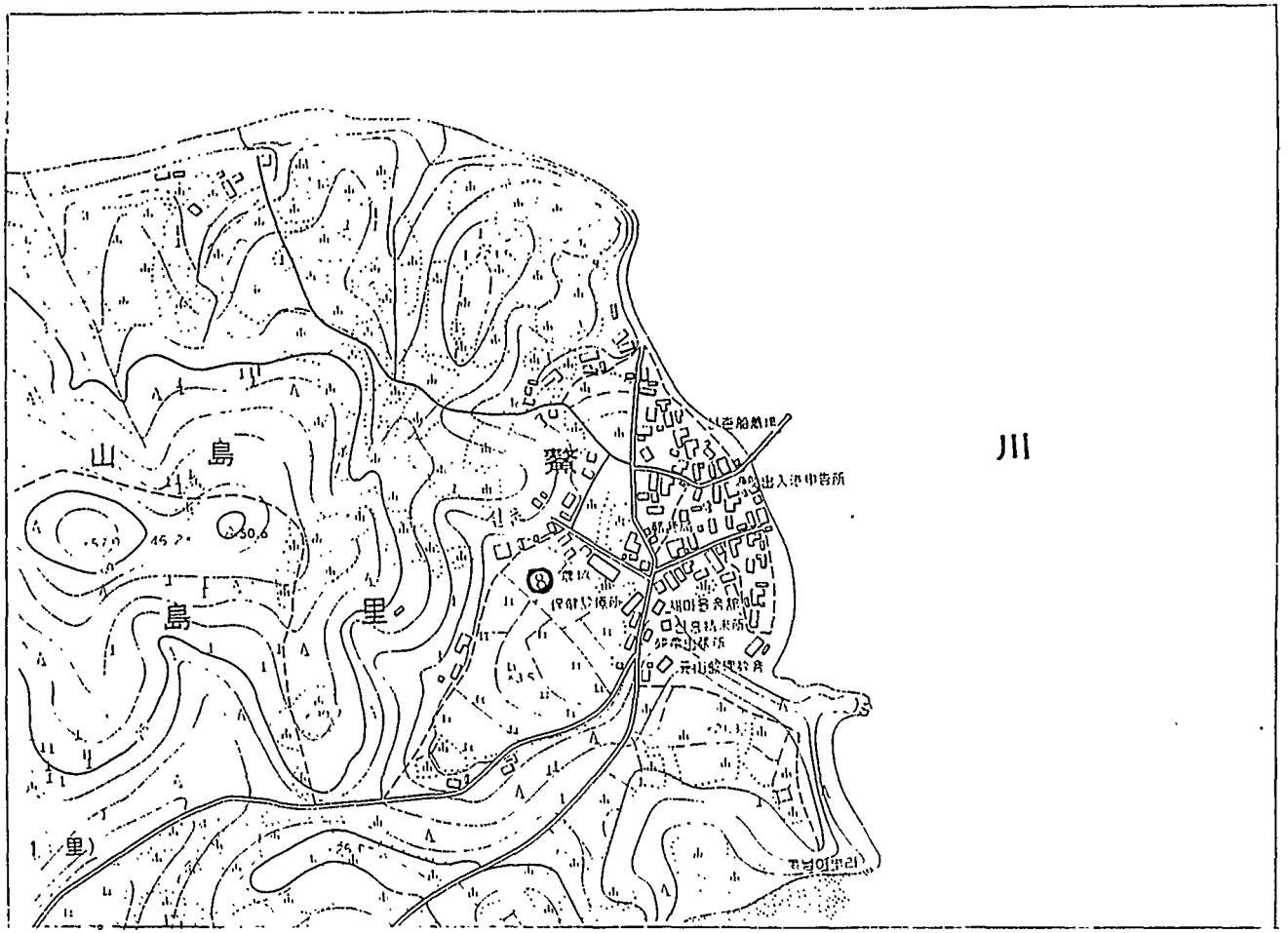
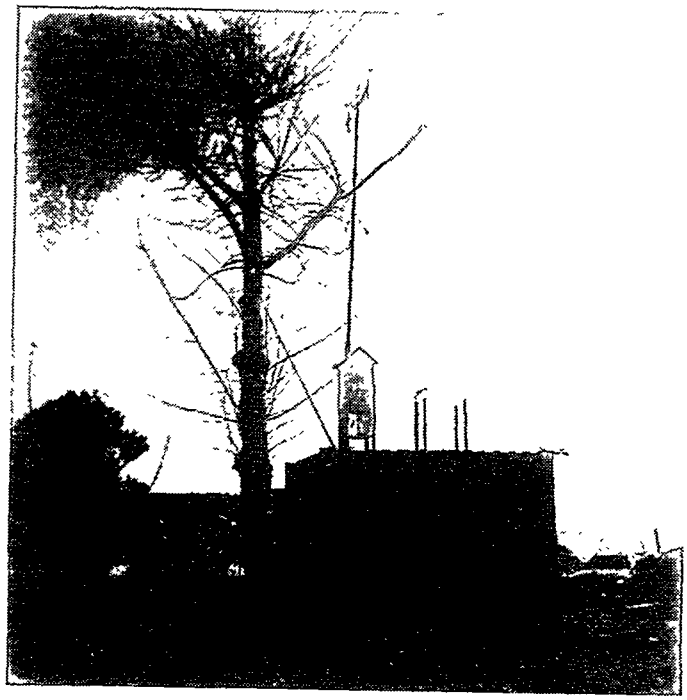


그림 C-8(a) 대기오염 측정소 원산도의 상세 위치도



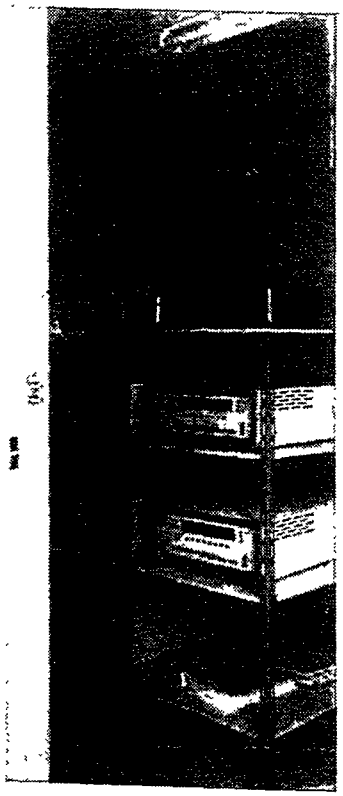


그림 C-9 학성리 측정소 전경 및 측정기기 설치 모습

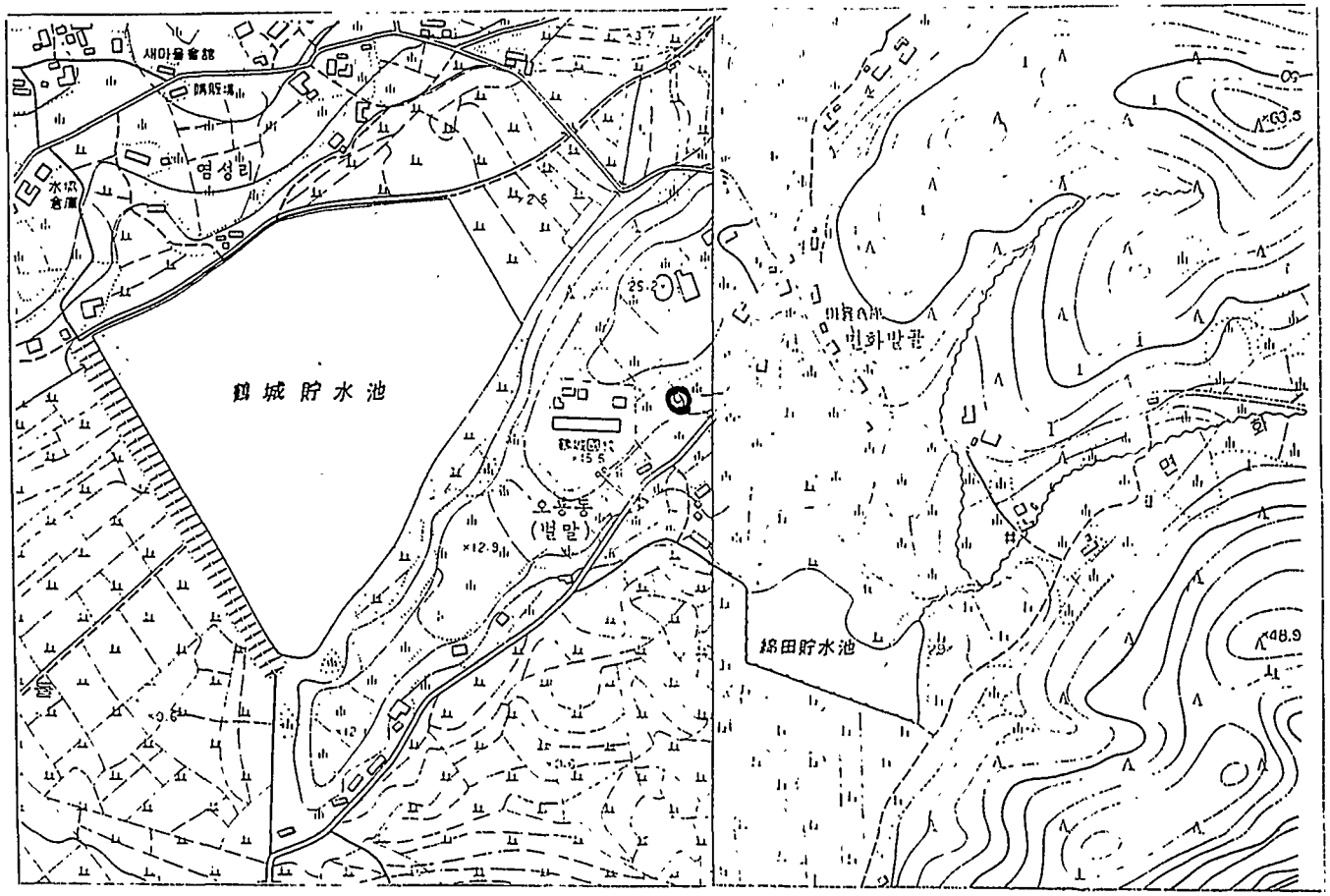


그림 C-9(a) 대기오염 측정소 학성리의 상세 위치도

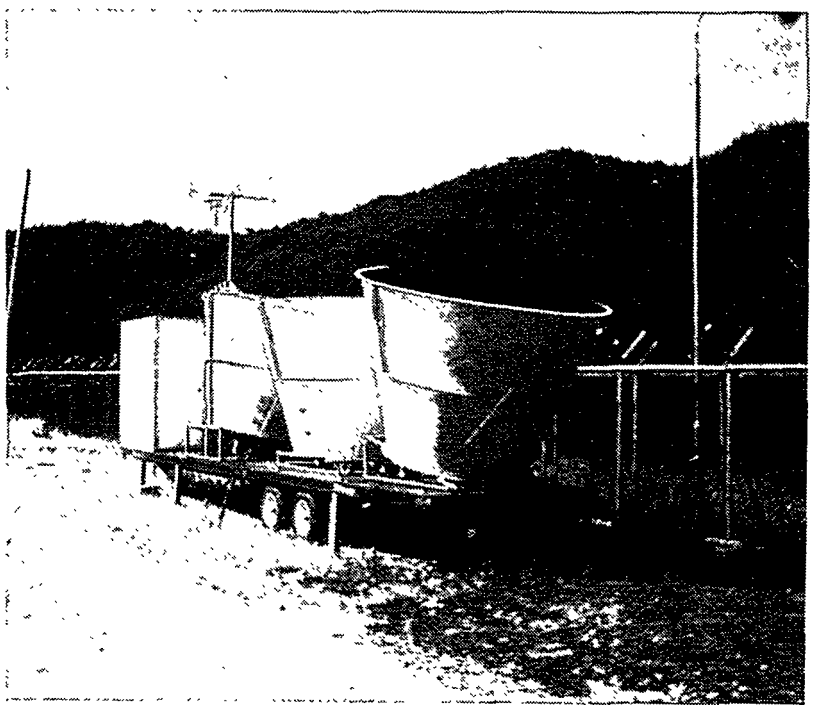


그림 C-10 고공기상관측장비 설치모습

부록 D. 통신 프로그램 사용 설명서

1 . ENVICOM Reference Manual

가. 서론

ENVICOM은 Environmental Aide Software System의 통신프로그램이다. ENVICOM은 자료확보, 제어판 및 중앙 컴퓨터간에 쌍방향 통신을 가능하게 한다. 이 프로그램은 사용하기에 편리하지만 PC Workstation을 SCADA로 전환하도록 해야 한다. 이는 ENVICOM이 화면상의 메뉴를 선택하고 화면상 양식을 채움으로써 운전되기 때문이며 프로그램은 사용하기가 간단하다.

ENVICOM product에는 2가지 버전이 있다. : Basic and Plus packages

• ENVICOM/Basic Package는 다음과 같은 특성이 있다.

- 구내에서(통신회선을 통하지 않고 직접 채널을 통하여 컴퓨터와 접속된 상태, 근거리) 멀리 떨어진 99개지점으로부터 자료를 수집할 수 있다.

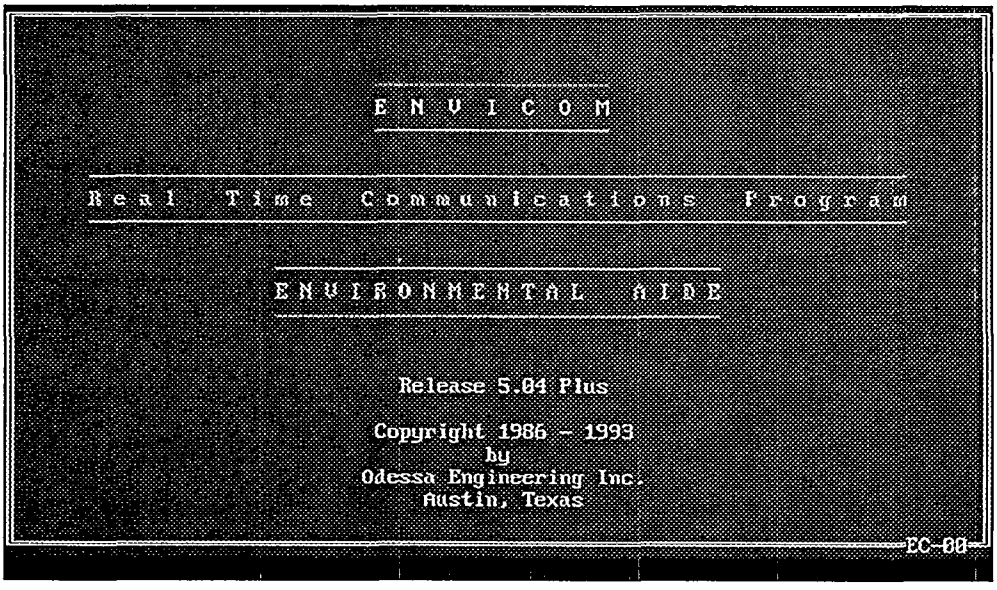


그림 D-1 ENVICOM 초기화면

나. ENVICOM 사용법

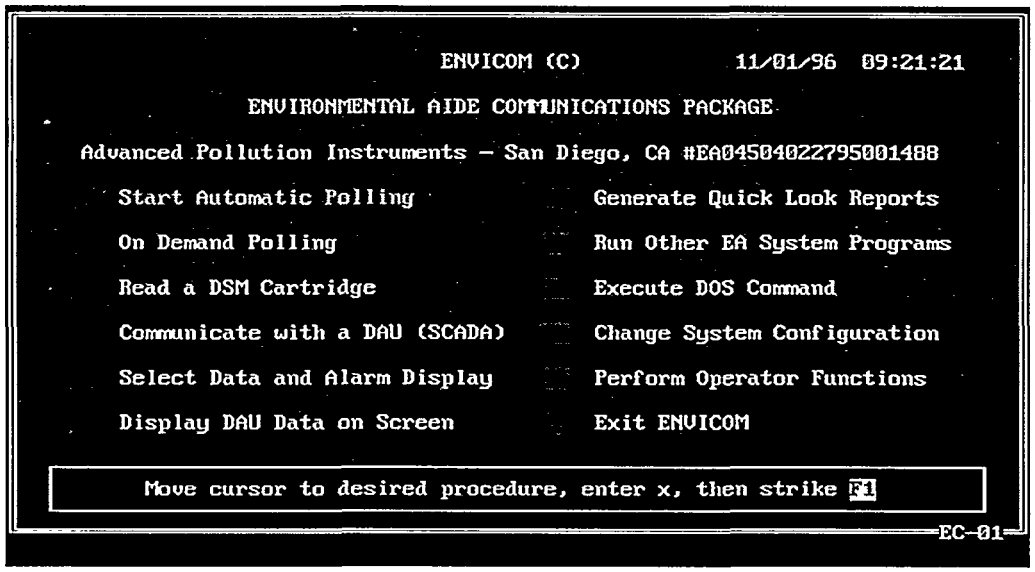


그림 D-2 ENVICOM 주화면

위의 ENVICOM의 주화면에서 원하는 항목에 알파벳 X를 입력하고 F1키를 누르면 각 기능이 실행된다. 각 기능에 대한 설명은 다음과 같다.

(1) Starting and Ending Automatic Polling

자동으로 자료의 송신을 시작하기 위해서 커서를 주화면의 상자 내부에 있는 Start Automatic Polling으로 이동시킨 다음 X를 입력하고 F1키를 친다. Automatic polling이 나타나고 주화면에는 End Automatic Polling으로 표시될 것이다. 날짜와 시간을 나타내는 화면표시판의 밝기는 자동으로 폴링이 실행되는 것을 나타내기 위해서 강조될 것이다.

ENVICOM의 구성은 폴링 시간과 간격뿐만 아니라 멀리 떨어져 있는 측정소로의 자동 송신 여부를 결정한다. 동시에 폴링되도록 설치된 각각의 측정소들은 ENVICOM DAU sequence number순으로 측정자료를 송신하는 기능을 수행한다.

폴링하는 동안, ENVICOM은 멀리 떨어진 각각의 측정소에 대해 다음과 같은 정보를 요구한다.

• 시간

• 날짜

• 자료값

• 자료상황

• 상황입력상태

• 수정

자동 송신에서 얻은 측정자료는 ENVICOM 파일에 기록된다. Polling option이 Change System의 POLLING PARAMETERS FOR DAU 화면에서 지정된 다음에 현재 자료와 경고 조건이 Auto Data를 표시할지의 여부는 지정된 자료 표시판에 나타난다.

자동송신을 중단하기 위해서, 커서를 주화면의 End Automatic Polling으로 이동시킨 다음 X를 입력하고 F1키를 친다. 자동송신이 중단되고 주화면에는 Start Automatic Polling이 나타나며 날짜와 시간이 화면상에서 흐려진다.

Note : 송신을 중단하고자 하는데 프로그램이 활발하게 측정소로부터 자료를 송신한다면, Esc를 누르고 나서 Alt-X를 누른다. 송신이 끝나면, X를 입력하고 폴링을 멈추기 위해 F1키를 친다.

(가) Storing Polled Data

ENVICOM은 하나 이상의 데이터 저장 파일에 원거리 측정소에서 송신된 데이터를 저장한다. 이러한 것들은 2진 파일이나 ASCII text file로 되어 system configuration 동안에 사용자에 의해 지정되어 디렉토리 내에 남아 있을 것이다.

ENVICOM 저장파일은 시스템에서 정의된다. 그들 각각은 한달 간의 자료를 보유한다. 폴링하는 동안에 한달 이내의 데이터가 얻어지고 파일이 아직 존재하지 않는다면 ENVICOM은 자동적으로 파일을 만든다.

Note : 원거리 측정소의 특성이 한달 동안에 변한다면, 그 시점까지의 데이터 파일은 재명기되어야 한다. 시스템은 원거리 측정소에서 다음 폴링이 일어날 때 정확한 헤더레코드를 가지고 새로운 파일을 만들 것이다. ENVAID 프로그램은 한달 동안 두개의 파일을 한 파일로 만드는데 사용되기도 한다.

ENVICOM은 데이터 파일을 명명하기 위해 다음의 규칙을 사용한다.

File Type	Naming Convention
Binary data files	BDATmmyy-nnn
Binary data status files	BSTAmmyy-nnn
Binary calibration files	BCALmmyy-nnn
Binary reason/action files	BRAXmmyy-nnn
Binary input status	BISTmmyy-nnn
ASCII event files	AEVTmmyy-nnn
ASCII alarm files	ALARmmyy-nnn
ASCII data files	ADATmmyy-nnn
ASCII data status files	ASTAmmyy-nnn
ASCII calibration files	ACALmmyy-nnn

여기서, mm = month, yy = year, nnn = ENVICOM DAU sequence number를 나타낸다.

(나) 송신된 자료를 평가

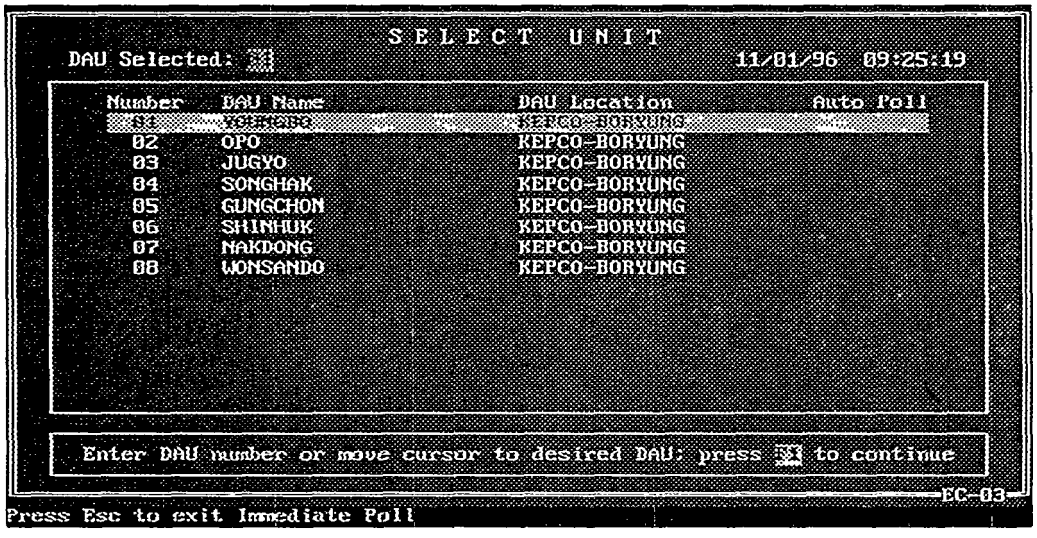
ENVICOM/Plus의 configuration 동안에 경고가 나타나면, 프로그램은 입력자료를 체크한다. 경고상황이 일어나면 configuration 동안에 이러한 옵션이 선택되었는지가 화면에 나타날 것이다. 선택되었다면 경고메시지가 경고파일에 기록될 것이다.

ENVICOM은 다음과 같은 경고상황을 점검한다.

Parameters	Alarm Condition
Time	PC Workstation의 시각과 원거리 site의 시각차가 허용수준 이상일 때
Input Status States	configuration 동안에 경고상황설정과 일치할 때
Data value	configuration 동안에 최고치와 최저치를 초과할 때
Average value	주어진 많은 기간동안 그 값이 기간동안의 평균값을 초과할 때
Discrete change	한 결과치의 다음 결과치로의 변화가 한정된 기준을 벗어날 때

Percent change	한 결과치와 다음 결과치의 비율이 기준을 벗어날 때
Data Sigma change	이전 결과치들의 표준편차와 평균에 의해서 정의된 패턴과 다른 데이터 내에서의 모든 변화를 나타낼 때
Rolling average	rolling 평균은 경고치를 초과한 많은 시점으로부터 산출될 때
Calibration	하루 이상 수정 작업시에 calibration drift limit를 초과할 때

(2) On-Demanding polling



사용자는 어떤 시간에 원거리 측정소에서 자료를 얻기 위해서 SELECT UNIT 화면과 SELECT IMMEDIATE POLLING OPTIONS FOR COMPUTED DAU화면을 사용할 수 있다.

선택화면을 끝내고 주화면으로 들어가기 위해서는 Esc key를 누른다. 커서를 주화면에 있는 On Demand Polling으로 이동한 다음 X를 입력하고 F1키를 친다.

SELECT UNIT 화면이 DAU unit 목록과 함께 나타난다. 시스템 내에 DAU unit가 한 화면에 나타나지 않을 경우에는 나머지 목록들을 보기 위해서 PgDn이나 PgUp를 누른다.

원하는 unit에 커서를 놓고 F1키를 치거나 DAU selected 상자 내부에 unit 일련번

호를 입력하면, SELECT IMMEDIATE POLLING OPTIONS 화면이 나타나고 가장 최근의 자동 송신이 나타난다.

많은 경우에 다른 DAU의 데이터는 송신되는 DAU의 근간이 된다. 같은 기간동안 얻은 데이터는 3개의 연관된 DAU의 자료로 계산될 수 있다. 데이터 파일의 경로는 사용자가 선택할 수 있다. 특정 기간 동안의 데이터를 수집하고자 한다면 원하는 기간의 시간과 날짜를 입력한다. 게다가 화면에서 최종 선택 항목에 X를 입력함으로써 얻은 데이터를 나타낼 수 있다. 계속하기 위해서 F1 key를 누른다.

지금 프로그램은 송신을 수행하고 있다. 처음에 한 문자로된 명령어가 화면상에 강조되어 나타날 것이다. 이것은 PC Workstation이 원거리 측정소로 보내는 명령어이다. 원거리 측정소가 명령을 받을 때 다음 줄에 같은 문자가 깜박거린다. 다음에, 통신이 성공적으로 수행되었다면, 원거리 측정소로부터 받은 데이터는 여러 블록으로 나타난다. 일련의 자료들은 선택사항과 감시체계의 형태에 따라서 길거나 짧을 수 있다. 이것은 여러 번 반복된다.

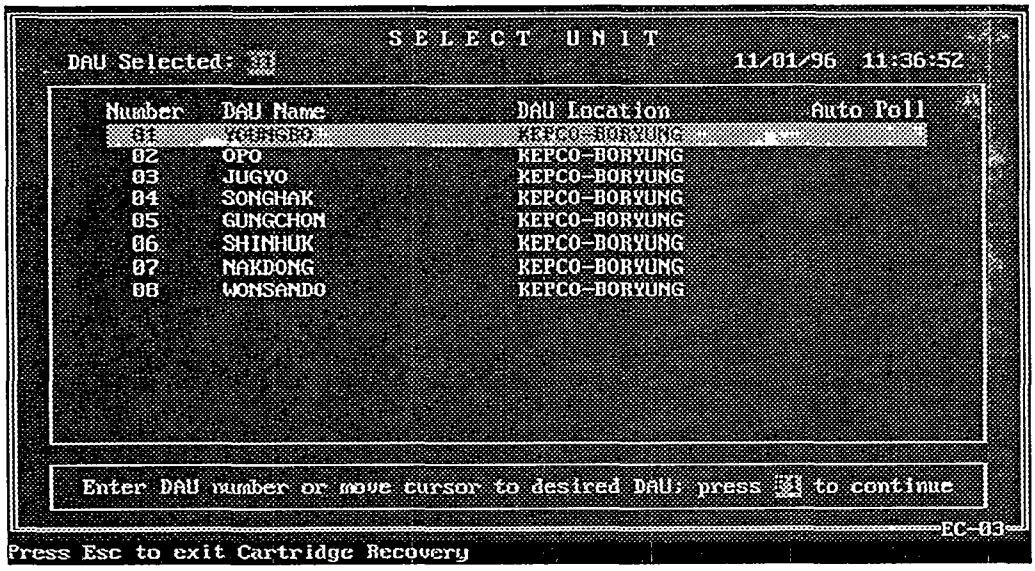
On Demand Poll completed 메시지는 데이터가 전부 보내졌을 때 화면하단에 나타난다. 사용자가 자동적인 출력자료표시를 선택했다면, 선택한 Data Display 화면이 나타난다. 주화면으로 돌아가기 위해서는 F1키를 친다. 사용자가 자동 display를 선택하지 않았다면 DAU Selection 화면이 다시 나타날 것이다. 폴링하는 동안 또다른 측정소를 선택하거나, 주화면으로 돌아가기 위해서 Esc key를 누른다. 이 데이터는 자동적으로 송신될 때 ENVICOM 데이터 파일에 저장되고 평가된다.

(3) Reading a DSM Cartridge

이 장은 원거리 측정소나 데이터 센터에 위치한 DSM Cartridge로부터 데이터를 회복하는 법에 대해서 설명한다.

절차를 끝내고 주화면으로 돌아가기 위해서 Esc key를 누른다. 사용자는 통신을 중단하기 위해서 Esc key를 누를 수 있다.

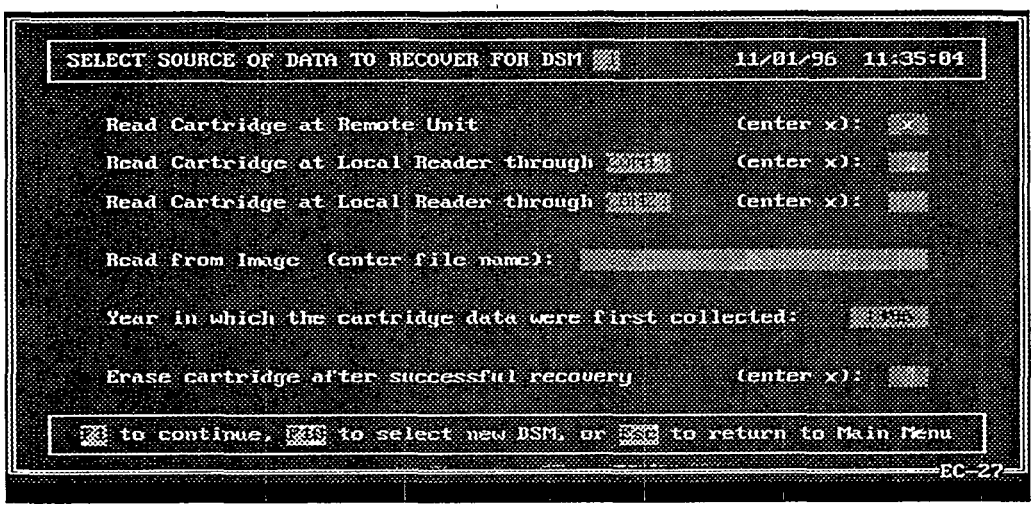
커서를 Read a DSM Cartridge 상자 안으로 이동한 다음 X를 치고 F1키를 누른다. DAU Selection 화면이 DAU unit 목록과 함께 나타난다.



시스템 내에 DAU unit가 한 화면에 나타나지 않을 경우에는 나머지 목록들을 보기 위해서 PgDn이나 PgUp를 누른다.

원하는 unit에 커서를 놓고 F1 key를 누른다. 또는 DAU selected 상자 내부에 unit의 일련번호(1-99)를 입력할 수 있다.

(가) Recovering Data from a DSM Unit



DSM DAU unit가 선택되면, SELECT SOURCE OF DATA TO RECOVER 화면이 나타난다. 그림에 나타난 것처럼, 4개의 선택사항이 나타난다.

(나) Read Cartridge at Remote Unit

원거리 측정소에 사용된 카트리지의 내용을 읽는다.

(다) Read Cartridge at Local Reader through COM1/COM2

원거리 측정소로부터 되돌아온 카트리지를 읽고 PC Workstation에 직접 연결된 cartridge-reader에 삽입한다. Note : 카트리지 판독기를 1200 baud에 맞춰야 한다.

Note : 사용자가 이전 선택사항 중에서 하나를 선택하기를 원한다면, 커서를 필드박스안에 위치시킨 다음 X를 치고 F1 key를 누른다.

주의 : 판독기 unit가 판독기 대신에 DSM 3260이라면 날짜/시간 헤더와 날짜가 카트리지에 쓰여지지 않은 것을 확인하기 위해 특별한 예방조치가 취해져야 한다. DSM 3200이 운전모드에 있지 않고 재생모드에 있다면 DSM 3200은 카트리지를 갖지 않는다. 더나은 정보를 얻기를 원한다면 DSM 3260 User's Manual을 참고한다.

(라) Read from Image

이전에 카트리지로부터 얻은 데이터를 포함하는 PC Workstation에 있는 카트리지 image 파일을 읽는다.

이 옵션을 선택하기 위해서, 커서를 필드박스로 이동하고 데이터를 포함하는 파일의 이름을 입력하고 F1 key를 누른다. ENVICOM은 이렇게 만들어진 임시파일에 DSMCRT.$$$라는 default 파일을 사용한다. 이 파일은 카트리지가 읽혀질 때마다 고쳐진다. 따라서 사용자가 화일을 저장하고자 할 때 카트리지 회복 절차 후에 파일명을 바꾸면 새로운 파일명이 입력된다.

(마) 카트리지에 데이터가 처음으로 입력된 년도

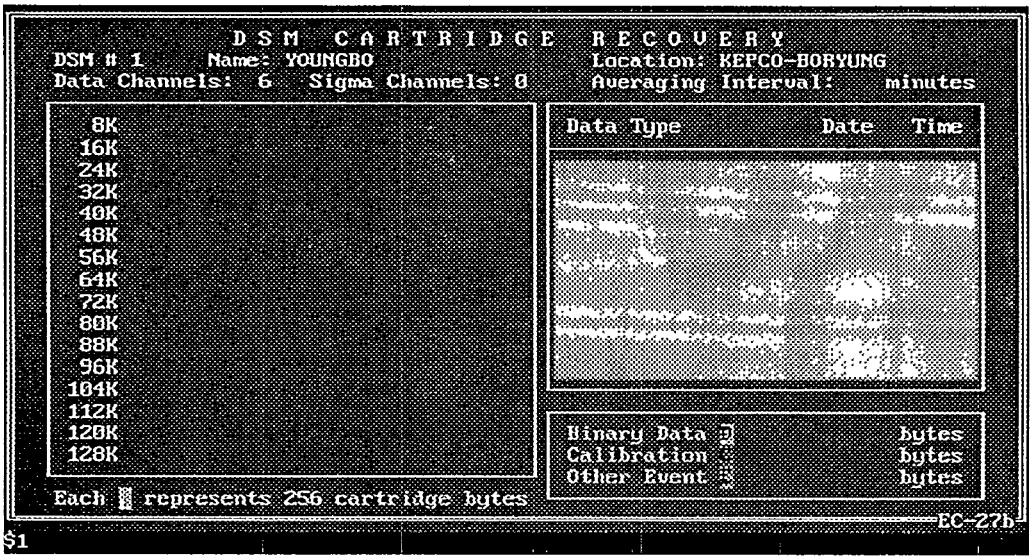
이 필드에서는 처음 데이터가 수집된 년도를 입력하고 계속하기를 원하면 F1 key를 누른다. 예를 들어 데이터가 1989년 12월 15일부터 1990년 1월 15일 동안 수집되었다면, 1989년을 입력한다.

경고 : 1990이 입력되었다면, 시스템은 파일을 만들어서 1990년 12월부터 1991년 1

월까지의 자료를 입력하게 될 것이다. 처음으로 데이터가 입력된 년도가 불확실하다면, 사용자는 engineering unit를 수행하기 위해서는 DAU procedure와 관련된 Communicate를 사용할 수 있다. 카트리지가 roll over로 설치되었다면 되돌아가지는 End of Data 메시지를 처음에 수행하도록 할 것이다. 그리고 나서 사용자는 E를 다시 입력해야 한다. 카트리지에 있는 초기데이터가 나타날 것이다.

DSMCRT.$$$파일이 만들어진 후에 DSM에서 데이터 카트리지가 지워지기를 원한다면 Erase cartridge에 X 를 입력한다.

ENVICOM은 원격 DSM이나 지역적 카트리지 판독기와 통신함으로써 카트리지 회복을 시작한다. 카트리지의 내용은 카트리지의 길이에 대해 블록으로 회복된다. 데이터가 카트리지 image 파일 내에 포함된다면 ENVICOM은 이 파일을 읽을 것이다.



DSM CARTRIDGE RECOVERY 화면은 카트리지 회복절차가 수행되는 동안 얼마나 많은 데이터가 들어오는지를 나타낸다. 카트리지 회복이 시작되면, 화면의 상단에는 다음과 같은 정보를 포함한다.

- 일련번호, 이름, DSM의 위치
- 데이터와 sigma형 채널의 번호
- 평균시간

화면의 왼편은 카트리지의 읽는 상황을 보여준다. 블록은 회복된 정보의 양을 나

타낸다. 다른 색깔은 다른 날짜타입을 나타낸다.

- 2진 데이터(회색)
- 수정(빨강색)
- 다른 사건들(녹색)

화면의 오른쪽부분은 다음을 보여준다.

- 데이터 타입
- 날짜
- 시간

날짜가 잘못되었다면, 최초 데이터가 수집된 년도는 잘못 입력될 것이다. 이렇게 되면, 카트리지회복을 취소하기 위해 Esc key를 두번 누른다. 사용자는 정확한 년도를 결정하기 위해 DAU 절차와 관련된 통신에서 E명령어와 함께 카트리지를 읽어야 한다.

2진 데이터, 수정 및 다른 사건 파일에 대한 파일크기는 화면의 오른편 하단에 나타난다. 카트리지 데이터 회복과정은 폴링절차와 같은 파일을 만든다. 데이터 파일에서 잃어버린 데이터는 카트리지에 있는 데이터로 대체된다.

결국 카트리지로부터 온 데이터는 ENVICOM 파일에 저장되고 시스템은 중단된다. 주화면으로 되돌아가기 위해서는 아무 키나 누르면 된다.

(바) Cartridge Recovery Errors

카트리지에 기록된 측정소명이 ENVICOM에 입력된 이름과 다르면, 카트리지 회복을 계속하기 위해 Y를 누른다.

이러한 점검은 잘못된 위치에서 얻은 데이터를 데이터 파일에 입력하지 못하도록 한다. 이는 DSM 3260이 측정소명으로 10개까지의 문자만을 허용하고 처음 10개의 문자만이 점검된다.

카트리지에 있는 데이터가 초기화되지 않는다면, 정확한 데이터를 입력하도록 한다.

다음과 같은 경우에 초기화되지 않은 날짜가 나타난다.

• 켰을 때 카트리지가 DSM에 설치된 경우

카트리지는 정확한 날짜와 시간을 설정한 후에 DSM에 삽입되어야 한다. 사용자가

DSM 의 전원을 켜서 정확한 날짜와 시간을 설정하기 전에 데이터 카트리지를 삽입하지 않도록 해야 한다.

Note : 그러나 사용자가 이를 잊어버린다면, 잘못된 날짜를 삭제하기 위해서 데이터 카트리지를 지울 수 있으며 이로 인해 사용자는 카트리지에 있는 데이터를 잃을 것이다.

- DSM이 정전되고, 밧데리 충전이 실패한 경우
- DSM 프로그램이 운전을 중지하고 다시 설정되는 경우, 이런 경우는 극히 드물고 전원써지에 의해서 일어날 수 있다.

정확한 날짜를 모를 때 카트리지 회복을 실패하기 위해 Esc key를 두번 누른 다음 정확한 날짜를 결정하기 위해 DAU 절차와 함께 Communicating내에 E명령어를 갖는 카트리지를 읽는다. 데이터에 문제가 있다면 다양한 E 명령어가 요구된다.

경고 : 카트리지에서 연속적으로 발생한 missing observation의 수가 250개를 초과한다면 카트리지 회복을 중지시킬지의 여부를 사용자에게 묻는다. 잘못된 시작 년도를 입력하는 것은 커다란 차이를 낳는다. 신중히 "yes"라고 답한다. 일반적으로 missing data gap은 정전시에만 발생한다.

카트리지에 있는 데이터 평균시간이 ENVICOM에 있는 시간과 다르다면, 사용자는 5-6분 평균데이터를 시간간격으로 바꿀지의 여부를 선택하게 된다. 그렇지 않으면 카트리지 회복은 실패로 돌아간다.

카트리지 ID가 DSM과 일치하지 않는다면, 그 시점까지 모든 데이터를 회복하도록 선택하고 데이터를 회복하지 않고 빠져나간다.

카트리지 헤더 년도가 이전 화면에 입력된 년도와 다르면, 카트리지의 복귀는 실패한다. 사용자는 정확한 년도를 갖는 절차를 재시작하도록 권고된다.

경고 : ENVICOM release 5.0 또는 그 이상의 버전을 갖고 카트리지로부터 수정복귀한 것이 ENVICOM의 BCALmmyy.nnn파일을 손상시킬 수 있는 일말의 가능성이 존재한다. 그 문제에 대한 완전한 해가 DSM 3260에 확실한 변화를 요구할지라도 내부적인 예방조치는 ENVICOM에 덧붙여져 왔다. 카트리지로부터 회복된 calibration을 추가하려는 시도에 앞서, BCALmmyy.nnn 파일은 BBAKmmyy.nnn으로 복사된다.

(사) CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screens

카트리지 내에 에러가 발생되면 DSM CARTRIDGE RECOVERY화면에 8개의 CARTRIDGE RECOVERY ERROR가 나타날 것이다.

① CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #1

ENVICOM이 카트리지 헤더 율리우스력 000에 이르면, 다음과 같은 CARTRIDGE RECOVERY ERROR 화면이 나타날 것이다. 이런 일이 일어나면 사용자의 몇몇 데이터가 회복되지 않을 가능성이 있다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해 다음 필드를 사용한다. 계속하기 위해서 F1 key를 누른다.

Accept or Change Data

카트리지에서 가장 최근에 타당한 날짜는 이 화면이 나타날 때 field에서 나타날 것이다. 이 날짜를 수용하기 위해 Enter key를 누르거나 다른 날짜를 친다.

Skip to the next Date header

카트리지에서 다음 날짜 헤더를 건너뛰기 위해서 x를입력한다. 율리우스력 날짜 000과 관련된 모든 데이터는 무시될 것이다.

Exit after recovering all data up to this time

데이터베이스에서 이 시간까지의 모든 데이터를 취하기 위해서 X를 입력한다. 이 시간 후의 모든 데이터는 무시된다.

Exit without recovering data

어떤 데이터도 데이터베이스에 취하지 않고 Read a DSM Cartridge 절차를 빠져나가기 위해서 x를 입력한다.

② CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #2

카트리지 평균 간격이 수집하기 위해서 설정된 ENVICOM에 있는 DAU를 평균한 간격과 일치하지 않는다면 이 화면은 나타날 것이다. 예를 들어 카트리지가 5 - 6분 데이터를 포함하고 ENVICOM DAU가 매시간 데이터를 수집하도록 설정된다면 ENVICOM이 DSM으로부터 회복한 데이터로부터 매시간 평균데이터를 만들 것이다. 이러한 기능을 수행하기 위해 Continue recovery와 평균 카트리지 데이터 field에 X를 입력한다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해 다음 field를 사용하고 계속하기 위해

서 F1키를 누른다.

Cartridge Data Average

카트리지에 있는 데이터의 평균간격을 나타낸다.

Data Base Average

데이터베이스에 있는 데이터의 평균간격을 나타낸다.

Continue Recovery and Average Cartridge Data

사용자가 카트리지에 있는 데이터를 시간 평균으로 전환하기 위해 ENVICOM을 시도하기를 원한다면, x를 입력한다.

Skip to new Cartridge Header

현재 헤더와 관련된 데이터를 무시하고 새로운 카트리지 헤더를 사용해서 데이터 회복을 시작하도록 한다.

Exit without recovering data

어떤 데이터도 데이터베이스에 취하지 않고 Read A DSM Cartridge 절차를 빠져나가기 위해 x를 입력한다.

③ CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #3

카트리지 평균 간격이 데이터를 수집하기 위해서 설정된 ENVICOM에 있는 DAU를 평균한 간격과 일치하지 않는다면 이 화면이 나타날 것이다. 그러나 error 화면 #2에 대한 기준을 충족시키지 못할 때이다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해 다음 필드를 사용한다. 계속하기 위해서 F1 key를 누른다.

Cartridge Data Average

카트리지에 있는 데이터의 평균간격

Data Base Average

데이터베이스에 있는 데이터의 평균간격

Skip to new Cartridge Header

현재 헤더와 관련된 데이터를 무시한다. 다음 카트리지 헤더를 가지고 데이터 복구를 시작하는 것을 시도한다.

Exit after recovering all data up to this time

현재 헤더까지 모든 데이터를 회복하고 Read a DSM Cartridge 절차를 빠져나간

다.

Exit without recovering data

데이터베이스 내에 어떤 데이터를 취하지 않고 Read A DSM Cartridge 절차를 빠져나가기 위해서 x를 입력한다.

④ CARTRIDGE RECOVERY Screen #4

카트리지 평균간격이 알려지지 않았다면 다음 화면이 나타날 것이다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해서 다음 field를 사용하고 계속하기 위해서 F1 key를 누른다.

Unknown Averaging Interval

평균 간격에 대한 부정확한 숫자가 이 field에서 나타날 것이다. 이 숫자는 DSM이 정확한 평균간격을 모른다는 것을 말해준다.

Enter Correct Average(minutes) and continue

수집하기를 원하는 데이터에 대한 데이터 평균 간격

Skip to new cartridge header

현재 헤더와 관련된 데이터를 무시한다. 다음 카트리지 헤더를 가지고 데이터 복구를 시도한다.

Exit after recovering all data up to this time

현재헤더까지 모든 데이터를 회복한 다음 Read A DSM Cartridge 절차를 빠져나간다.

Exit without recovering data

어떤 데이터도 데이터베이스로 취하지 않고 Read a DSM Cartridge 절차를 빠져나간다.

경고 : 이 절차를 계속하려면, ENVICOM은 카트리지로부터 데이터를 회복하고 평균 간격이 다른 것에 개의치 않고 데이터베이스 내에 그것을 쓴다. 데이터가 부정확한 시간동안 데이터베이스에 쓰여질 수도 있다.

⑤ CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #5

카트리지에서 평균간격의 변한다면 다음 화면이 나타날 것이다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해서 다음 field를 사용하고 계속하기 위해서 F1 key를 누른다.

Cartridge had : _ minute

카트리지가 중요한 데이터 블록을 위해 갖는 평균 간격

Cartridge now has : _ minute

카트리지가 현재 갖고 있는 평균간격

Skip to new cartridge header

현재헤더와 관련된 데이터를 무시한다. 다음 카트리지 헤더를 가지고 데이터 복구를 시작할 것을 시도한다.

Exit after recovering all data up to this time

현재 헤더까지 모든 데이터를 회복하고 나서 Read a DSM Cartridge 절차를 빠져나간다.

Exit without recovering data

어떤 데이터도 데이터베이스에 취하지 않고 Read a DSM Cartridge 절차를 빠져나가기 위해 x를 입력한다.

⑥ CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #6

Cartridge ID가 ENVICOM에 있는 DAU ID와 일치하지 않는다면 이 화면이 나타날 것이다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해서 다음 field를 사용하고 계속하기 위해서 F1 key를 누른다.

Cartridge ID - 카트리지 헤더에 있는 명칭

DAU ID in Data Base - ENVICOM에 설정된 DAU의 명칭

Continue recovery and Average Cartridge Data

ENVICOM이 사용자의 카트리지에 시간평균으로 데이터를 전환하려면 X를 입력한다.

Exit after recovering all data up to this time

현재 헤더까지 모든 데이터를 회복하고 나서 Read a DSM Cartridge 절차를 빠져나간다.

Exit without recovering data

어떤 데이터를 데이터베이스에 저장하지 않고 Read a DSM Cartridge절차를 빠져나가기 위해서 x를 입력한다.

⑦ CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #7

카트리지 헤더 년도가 변경된다면 다음 화면이 나타날 것이다.

사용자가 원하는 선택사항을 명시하기 위해서 다음 field를 사용하고 계속하기 위해서 F1 key를 누른다. .

Previous Date - 카트리지 헤더 이전의 날짜

Header Date - 현재 카트리지 헤더에 있는 날짜

Year Change Valid continue

데이터 카트리지에서 바뀐 년도가 타당하다면, 계속하기 위해서 x를 입력한다.

Skip to new cartridge header

현재 헤더와 관련된 데이터를 무시한다. 다음 카트리지 헤더를 갖고 데이터 회복을 시작하도록 한다.

Exit after recovering all data up to this time

현재 헤더까지 모든 데이터를 회복하고 나서 Read a DSM Cartridge절차를 빠져나간다.

Exit without recovering data

어떤 데이터를 데이터베이스에 취하지 않고 Read a DSM Cartridge절차를 빠져나가기 위해서 x를 입력한다.

⑧ CARTRIDGE RECOVERY ERROR Screen #8

카트리지 헤더 년도가 DSM CARTRIDGE RECOVERY 화면에 명시된 예상 년도와 다르면 다음화면이 나타난다.

Expected Year

DSM CARTRIDGE RECOVERY 화면에 입력한 년도

Cartridge Year

카트리지 헤더에 있는 날짜

Read a DSM Cartridge 절차가 자동적으로 실패할 것이다.

데이터를 복구하기를 원한다면, DSM CARTRIDGE RECOVERY 화면에서 정확한 field에 있는 카트리지 년도를 입력한다.

(4) Communicating with a DAU (SCADA)

사용자는 원거리 측정소로 명령을 보내기 위해서 SELECT COMMUNICATION OPTION 화면을 사용할 수 있다. 이러한 명령어는 제어, 폴링 및 카트리지 판독 명령어를 포함한다. 사용자는 중앙 PC Workstation으로부터 원거리 DAU를 재프로그램할 수 있다.

사용자는 이 과정을 빠져나가서 1회 이상 Esc key를 사용하여 주화면으로 되돌아갈 수 있다.

- 커서를 Main Menu에 있는 Communicate with a DSM으로 이동한 다음 X를 치고 F1 key를 누른다. DAU Selection 화면이 DAU unit의 목록과 함께 나타난다.

- 시스템 내에 한 화면에 나타낼 수 있는 것보다 DAU unit가 더 많을 때 나머지 목록을 보기 위해서 PgUp나 PgDn을 누른다. 원하는 unit를 강조하여 F1 key를 누른다. DAU Selected 상자 안에 unit 의 일련번호 (1-99)를 입력할 수 있다.

SELECT COMMUNICATION OPTION 화면은 4개의 선택사항을 목록으로 나타낸다.

(가) Send Commands to DAU

명령을 보내거나 DAU나 다른 원거리 unit로부터 데이터를 받는 것을 허용한다. 이것은 완전한 상호작용, 구성 및 초기 수정이나 명령 제어 결과와 같은 제어특성을 허용한다.

(나) Set Data and Time on DSM Clock

PC Workstation의 현재시각을 DSM clock에 재설정하기 위해서 x나 X를 입력한다. 필요하다면, PC Workstation의 시간에 DSM의 시간과 년도를 재 설정하기 위해 y나 Y를 입력한다.

(다) Reset DSM External Switch Configuration

구성파일로부터 DSM을 재구성한다.

(라) View/Change DSM Control Output Bits

사용자는 DSM의 제어결과bit를 보여주거나 바꿀 수 있다.

Note : 두번째, 세번째, 네번째 선택사항들은 DSM 원거리 unit에만이 유용하다.

- 커서를 상자로 이동함으로써 통신 선택사양을 선택한 다음 X를 치고 F1 key를 누른다.

(마) Sending Commands to a DAU

사용자가 Send Commands to a DAU를 선택할 때, SCADA Communications화면이 나타난다. 이 화면은 하단에서 명령어 라인은 제외하고 빈 공간이다. 원거리에 보내지는 명령어와 원거리로부터의 반응은 화면에 나타날 것이다.

(바) Getting a List of DSM Commands

사용자는 DSM 명령어 목록을 보여주기 위해서 다음 절차를 사용할 수 있다.

- SCADA 통신화면으로 부터, Alt-H를 누른다. DSM On-line Commands Help 화면은 나타난다.

- SCADA Communication화면으로 되돌아가기 위해서 F1 key나 Esc key를 누른다.

- 더 많은 DSM 명령어에 대해 DSM On-line Commands화면의 하단에 있는 녹색 field에 어떤 문자를 입력한다. DSM Playback Commands Help 화면은 나타날 것이다. 몇몇 재생명령어는 DSM 3260의 특별한 구성을 독특하게 한다. 이전의 도움말 화면으로 되돌아가기 위해서는 F1 key나 Esc key를 누를 것이다. SCADA Communications화면으로 다시 되돌아가기 위해서 Esc key를 누른다.

(사) Creating a Log of Commands and Responses

사용자는 DAU에 영구적인 log명령어를 만들기 위해 다음의 절차를 사용한다.

- SCADA Communication화면에서 F1 key를 누른다. SESSION LOG OPTIONS 화면이 나타날 것이다. 이것은 이러한 두 선택사항을 나타낼 것이다.

(아) Output to Printer

통신 기록을 직접 프린터로 보낸다. 사용자가 이러한 선택사양을 선정한다면, 프린터 포트(대개 LPT1)를 규정지어야 한다.

(자) Output to Disk File

통신기록을 파일로 보낸다. 사용자가 이 선택사양을 선정한다면, 파일명을 입력해야 한다. 파일명이 이미 존재한다면 다음의 세가지 선택사양을 제공한다. : 존재하고 있는 파일에 덧씌운다거나, 기존파일에 첨부하거나 새로운 파일명을 입력한다.

- 하나 혹은 두개 이상의 선택사양옆에 X를 치고, SDACA Communication 화면으로 돌아가기 위해 F1 key를 누른다.

- logging 상태를 변화시키지 않고 빠져나가거나 SCADA Communication화면으로 되돌아가기 위해서 F10 key를 누른다.

(차) Canceling Logging

- SESSION LOG OPTIONS 화면으로 되돌아가기 위해서 F1 key를 누른다.

- 커서를 박스 안의 X로 이동시키고, X를 삭제하기 위해서 스페이스 바를 누른다. SCADA Communication화면으로 되돌아가기 위해서 F1 key를 누른다.

(카) Resetting the DSM Clock

사용자가 Set Date and Time on DSM Clock를 선택한다면, DSM에 있는 시계는 자동적으로 PC Workstation의 현재 시간을 자동적으로 다시 설정할 것이다. 원격 시간 offset이 RETRY ATTEMPTS AND ALARM REPORTING SCREEN(EC-06)에서 정의되었다면, 프로그램은 DSM clock이 다시 설정되면 offset을 고려해야 한다. 날짜/시간의 경과를 나타내는 메시지는 화면의 하단에 나타날 것이다.

Note : 이 clock resetting option은 Odessa Engineering products에서 만이 유용하다.

Downloading a Configuration to the DSM

Note : 이러한 configuration download option은 DSM의 Odessa Engineering CEM에는 적용할 수 없다.

사용자가 Reset DSM External Switch Configuration을 선택하면 CONFIGURATION DOWNLOAD 화면이 나타날 것이다. DSM이 multi-unit link를 위해 구성된다면 측정소 ID 숫자를 입력한다. 그렇지 않으면 측정소 ID 숫자를 1로 입력한다. 데이터 평균간격을 입력한다. 데이터 평균간격은 반드시 15, 30 또는 60분을 입력한다. 1, 5 또는 6분의 평균은 펌웨어(firmware)에 설정되고 configuration download와 함께 변화될 수 없다. DSM카트리지에 기록될 데이터 채널의 수는 다음 field에서 설정되어야 한다. 다음 field에서, DSM에 의해 계산된 Sigma Theta channel의 수를 입력한다. DSM이 풍향을 계산하도록 구성되었다면, 360이나 540도의 wind channel direction interval을 입력한다. 강수량측정을 할 수 있도록 final field에 Y를 입력하거나 채널 1에 대해 표준데이터 측정을 위해 N을 입력한다.

Note : 이 configuration download option은 Odessa Engineering CEM 시스템에는 적용할 수 없다.

(타) Viewing and Changing DSM Control Output Bits

Note : 이것은 half-=duples communication을 사용하는 Odessa Engineering 제품에만 유용하다.

사용자가 View/Change DSM Control Output Bits를 선택하면, CHANGE CONTROL BIT SETTINGS 화면이 나타나고 DSM은 정확한 control bit setting을 결정하기 위해서 사용자에게 묻는다. 화면의 왼쪽에 있는 칼럼은 현재 control output bit setting을 보여주고 오른쪽에 있는 칼럼도 마찬가지이지만 편집될 수 있다. 각각의 bit에 대해 원하는 위치(ON or OFF)에 커서를 이동시키고 X를 친다. 모든 것을 입력한 후에 계속하기 위해서 F1 key를 누른다. 변화가 허용되지 않는다면, 화면 하단에 메시지가 나타날 것이다. SELECT UNIT 화면으로 되돌아가기 위해서 Esc key를 누른다.

(5) Selecting Data and Alarm Display

이 장에서는 데이터 표시기를 선택하거나 경고메시지 표시기를 구성하는 법에 대해서 설명한다.

- 커서를 Main Menu의 Select Data and Alarm Display에 이동시킨 다음 X를 치고 F1 key를 누른다.

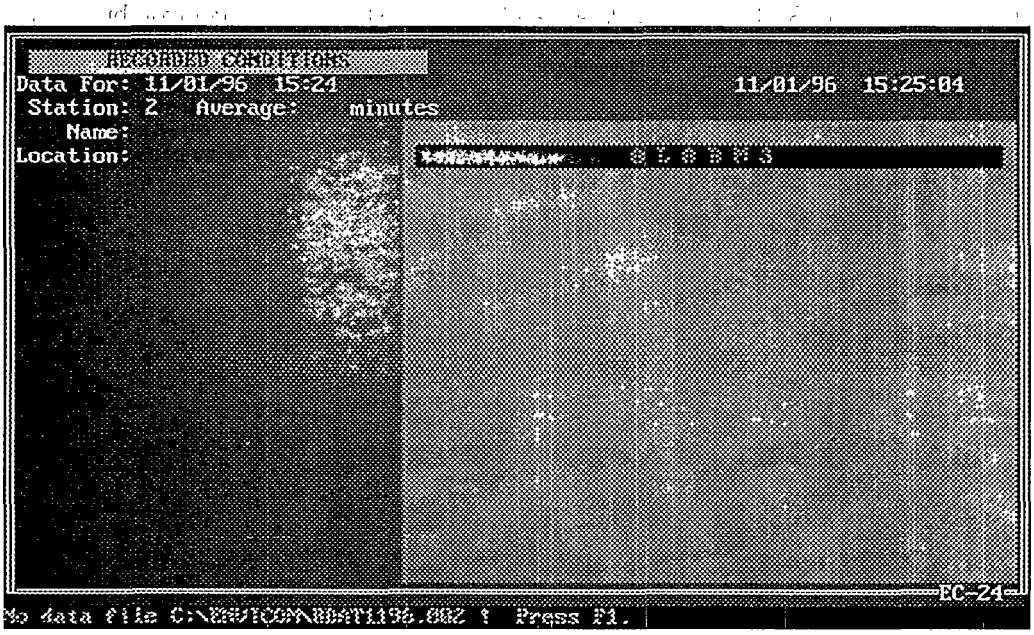
- 데이터 표시기 중의 하나를 선택하기 위해서 화면의 상단에 X를 입력한다. dual-unit display가 선택되었다면, 나타내기 위해서 two unit 숫자를 입력한다. default는 DAU 일련번호 1과 2이다.

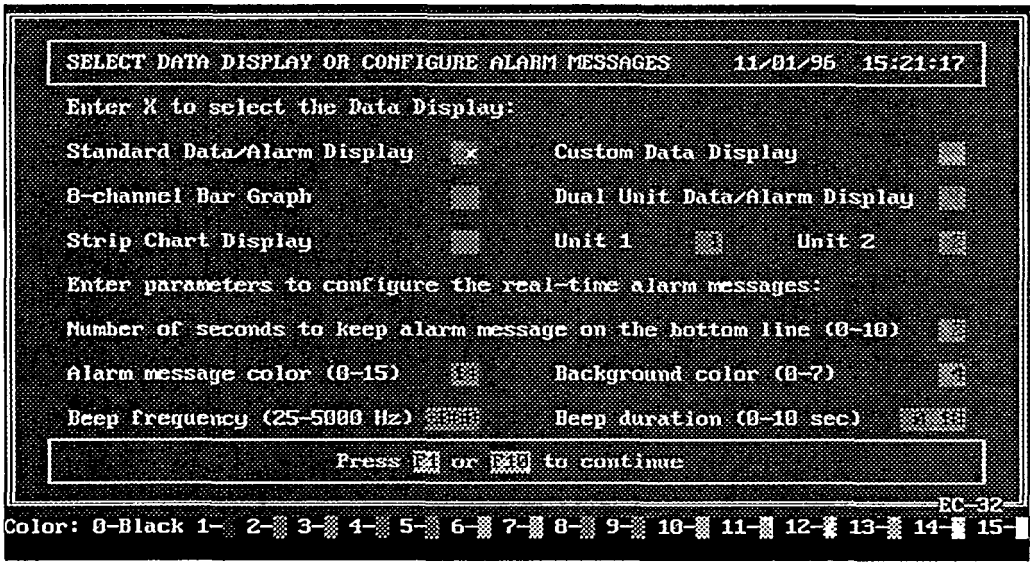
- 사용자는 화면하단에 나타난 경고메시지를 수정하기 위해서 화면의 아래부분을 사용할 수 있다. 사용자는 화면에 나타나는 경고메시지를 지속하는 초의 숫자를 변화시킬 수 있으며, 메시지의 배경색을 설정할 수 있다. 0-15까지 숫자와 관련된 색깔이 화면하단을 따라 나타날 것이다. 사용자는 경고음조(tone)와 기간을 설정할 것이다.

Note : ENVICOM의 폴링 속도를 향상시키기 위해서, 경고메시지를 나타내는 시간을 0초로 설정한다. 이때 경고메시지는 아주 짧게 나타난다. 폴링속도가 중요하다면, beep 기간은 낮은 값으로 설정되어야 한다.

- 새로운 매개변수를 저장하고 나서 주화면으로 돌아가기 위해서는 F1이나 F10 key를 누른다.

(가) Available Data and Alarm Displays





ENVICOM은 다음화면을 제공한다.

- Standard single-unit display
- Eight channel dual strip chart display
- Eight channel single-unit bar graph display
- Standard dual-unit display
- Custom data display

Note : 데이터 값은 타당한 기간을 포함하지 않는 계산된 채널에 대해 INVLD로서 나타날 것이다.

(나) Standard Single-Unit Display

standard single-unit data display는 다음과 같은 정보를 제공한다.

- Current data and time
- Current or recorded conditions header
- Date and time data was collected
- Number, name, and location of DAU unit
- Averaging time
- Channel numbers, names, units, and values

• The latest alarms encountered for all channels.

(다) Dual Strip Chart Display

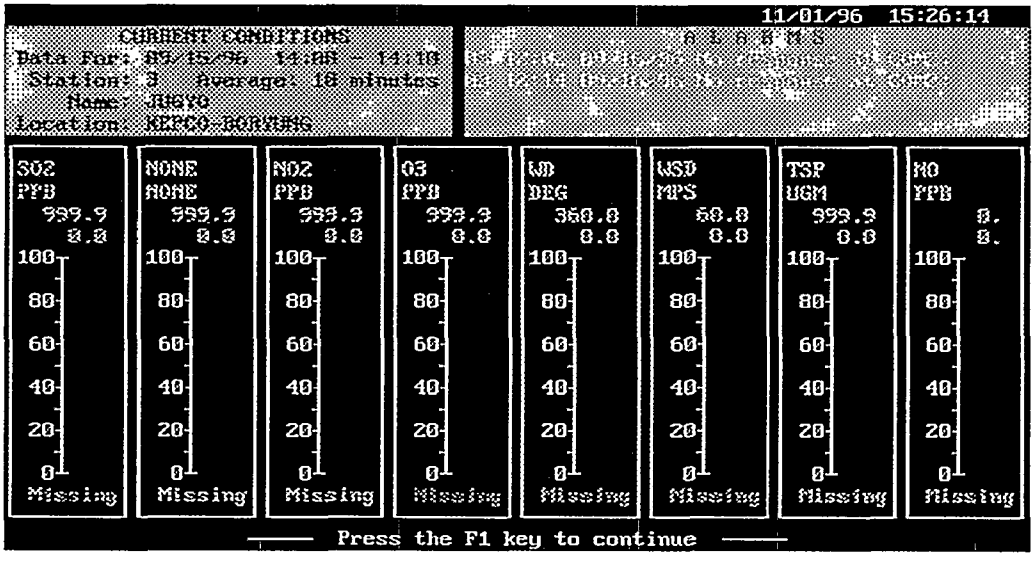
dual strip chart display는 향상된 그래픽 어댑터나 그와 동등한 것을 필요로한다. 이 display는 DAU당 8개의 채널까지의 시간을 제공한다.

dual strip chart는 strip chart당 4개의 채널까지 나타낸다. 각각의 strip chart는 일련의 다른 채널을 가질 수 있고 다른 시간기간을 보여 주도록 설정할 수 있다.

그래픽화된 채널과 다른 포맷 정보는 DSMDEF4.nnn으로 명명된 ASCII 텍스트 파일을 포함한다. 여기서 nnn은 DAU unit 일련번호이다. 이 파일은 또한 bar chart display를 정의하기 위해서 사용된다. 부록 C에 예를 제시하였다. display를 설계할 때 양식은 보여진 것으로 정확하게 사용되어야 한다. 색깔을 나타내는 번호표는 정보이고 필수적인 것은 아니다. 그러나 DSMDEF4.nnn파일 내에 그것을 보관한다. 8개 채널의 정보보다 적게 나타내기 위해서, display color, alarm color 및 사용되진 않는 몇몇 채널에 대해 warning color를 설정한다. 간격의 수는 그래프에 제시될 observation의 수를 명시한다. 이 수는 0보다 커야 한다.

Intervals/ Tick은 그래프의 x-축에 tick mark의 공간을 명시한다.

(다) Eight-Channel Single-Unit Bar Graph



8개의 채널 막대 그래프 display는 막대 그래프 양식에 8개 채널의 정보까지 보여준다. 막대그래프는 0-100%까지 기준을 잡는다. 각 채널당 측정값은 그래프의 하단에 보여진다. 각각의 채널에 대한 경고한계는 각각 막대를 따라 빨강과 노랑 삼각형들로 나타낸다.

나타낼 특별한 채널과 색깔은 일련번호 nnn을 갖는 DAU unit에 대해 DSMDEF4.nnn 파일을 설정함으로써 선택되어야 한다. 색깔을 00으로 설정하는 것은 특별한 그래프를 제거한다.

(라) Standard Dual-Unit Display

dual unit display는 한 화면에 두개의 원거리 unit에 대한 데이터를 제시한다. default는 ENVICOM 일련번호 1과 2에 대한 데이터를 나타내는 것이다. 그러나, 사용자는 나타날 unit를 변화시키기 위해서 Select Data and Alarm Display 절차를 사용할 수 있다.

(마) Custom Data Display

사용자가 DISPLAY를 사용한다면, 다른 custom screen을 구축할 수 있다. 이 화면은 CUSTMSCR.nnn이라고 명명된 script 파일에 의해서 제어된다. 여기서 nnn은 1-9까지의 모든 수이다. field box안에 입력된 숫자는 같은 숫자의 파일 접미어의 custom screen script 파일을 불러들인다. DISPLAY소프트웨어 제품에 대한 더 많은 정보를 얻기 위해 Odessa Engineering과 접촉한다. DISPLAY가 ENVICOM과 함께 주문되지 않으면 ENVICOM 프로그램 디스크는 ENVICOM 프로그램에 overlay되는 CUSTMSCR.OVL과 연결하기 위해서 Odessa로 되돌려 보내야 한다.

(6) Displaying DAU Data On-Screen

이 section은 현재 또는 이전의 데이터를 PC Workstation 화면에 나타내는 방법에 대해 설명할 것이다. 출력표시장치 화면으로부터 나타난 거대한 실행과 원인/행동 입력자료가 논의될 것이다.

- 커서를 Main Menu의 Display DAU Data On Screen으로 이동시킨 다음 X를

치고 F1 key를 누른다. DATA DISPLAY OPTION화면이 나타난다. 이 화면은 다음 세가지 옵션을 나타낸다.

(가) Automatic display update after polling

각각 자동적인 폴링 후에 데이터 출력표시장치를 한다. 자동 출력 표시 장치는 Data Display Option메뉴가 접근할 때 default이다. 자동 출력 표시 장치를 끄기 위해서 blank를 입력한다.

(나) Display the most recent recorded data

ENVICOM에 의해 수집된 가장 최근의 데이터를 나타낸다.

(다) Display the data for a specific DAU

사용자가 선택한 데이터를 보여준다. 사용자는 DAU unit 일련번호와 데이터의 날짜와 시간을 입력해야 한다.

Note : 데이터는 기간의 ending time에 의해서 확인된다. 이것은 ENVICOM에서 사용된 데이터 시간 convention과는 다르다.

- 옵션을 선택한다. 첫번째 옵션이 두번째나 세번째 옵션과 함께 선택된다면, 두번째와 세번째 옵션에 관한 데이터는 첫번째 데이터를 나타낼 것이다. 데이터 출력표시장치는 각각 자동적인 폴링의 완성단계에서 update된다.

- 사용자는 여러 유형의 표준과 관례적인 출력표시장치를 선택할 수 있다. 선택한 출력표시장치 변경하기 위해서, Select Data Display procedure를 사용한다.

ENVICOM에서 이용가능한 출력표시장치들은 다음과 같다. :

- Standard single-unit display
- Eight channel dual strip chart display
- Eight channel single-unit bar graph display
- Standard dual-unit display
- Custom data display

(라) On-line Function From Display Screens

데이터를 화면에 나타낼 때 유용한 다양한 기능들이 있다. Alt-M key를 사용하여 100개의 미리 정의된 매큶까지 접근할 수 있다. Alt-M이나 M key를 누른 후에 선택화면은 사용자로 하여금 원하는 매크로를 강조하고 그것을 활성화시키기 위해서 F1 key를 누른다. Ctrl-X는 모든 운전중인 매크로를 빠져나가고 화면은 사용자가 빠져나간 순간에 매크로의 위치를 나타내고, 사용자는 manual input으로 되돌아간다.

사용자는 또한 경고사항에 대해 경고 발생원인과 대처방안 코드를 직접 데이터 출력표시장치로부터 선택할 수 있다. 데이터 출력표시장치에서 한 unit가 update된 후에 사용자는 single-unit display를 위해 1을 누르거나, dual-unit display에 대해 1이나 2를 누른다.

ENVICOM 출력 5.00과 그 이상인 경우 "Channel Selection Window"가 나타날 것이다.

원하는 채널을 강조하기 위해서 화살표 키를 위 아래로 사용하며 SELECT REASONS AND ACTION CODES화면으로 진행하기 위해서 F1키를 누른다.

Note : 원인과 action코드는 현재 날짜와 시간에 바탕을 둔 BRAXmmyy.nnn 파일에 저장된다. 따라서, 코드 입력은 각각의 자동적인 폴링 후에 수행되어야 한다. 코드는 ALARM과 REPORT 프로그램을 사용하여 입력될 수 있다. 이러한 프로그램은 현 데이터보다 다른 데이터에 assigning code를 제공한다. ENVICOM내에 reason code를 입력하는 것은 default reasons/actions 을 할 수 있는 손쉬운 방법을 제공하거나 증가된 시간동안 나타날 사건에 대해 reason/action을 선택하기에 손쉬운 방법이다.

주화면으로 돌아가고 자동적인 데이터 출력보기 장치를 OFF로 설정하기 위해서 데이터가 화면상에 나타날 때 Esc key를 누른다.

(7) Generating Quick Look Reports

이러한 section은 축적된 데이터로부터 목록, 보고서와 요약문들을 만드는 방법을 설명한다. 보고서를 화면상에 편집하고, 인쇄하는 방법을 윤곽잡는다. 이러한 보고서는 quality assurance, record-keeping, spot-checking, 및 problem analysis에 적합하다. 데이터 프리젠테이션 요구에 대해 이러한 보고서는 충분하다.그러나 최종 보고서

는 대개 ENVAID나 REPORT Ⅱ프로그램에 의해 만들어진다.

Note : Quick Look Report는 원래 데이터 디렉토리에 있는 binary data file로부터 만들어진다. Environmental Aide 시스템 configuration에서 사용자는 편집 데이터 디렉토리에 있는 원래 데이터의 사본에 있는 데이터만을 편집할 수 있다. 따라서, 편집된 데이터는 Quick Look Reports의 결과를 변화시킬 수 없을 것이다. 그러나 사용자는 편집된 데이터에 부가적인 보고서를 만들기 위해서 Environmental Aide ENVAID와 REPORT 프로그램을 사용할 수 있다.

- 커서를 Main Menu의 Generate Quick Look Reports로 이동시킨 다음 X 를 치고 F1 key를 누른다. DAU SELECTION 화면은 원거리 unit의 목록과 함께 나타난다.

- 시스템 내에 원거리 unit가 한 화면에 나타낼 만한 크기 이상으로 많이 존재하면, 목록의 나머지 부분을 보기 위해서 PgUp이나 PgDn을 누른다. 원하는 unit를 강조한 다음 F1 key를 누른다. 사용자는 DAU Selected내에 unit의 일련번호(1-99)를 입력할 수 있다.

보고서를 만들고, 편집하고 출력하기 위해서 사용자는 다음과 같은 절차를 사용할 수 있다.

- 화면의 상단에 있는 field를 채운다. 날짜(월/일)를 입력하고, 기록된 데이터에 대해 년도의 마지막 두 자리를 입력한다.

- 또한 상단의, 적당한 박스에 X 를 입력함으로써 한달 동안이나 또는 하루동안 기록되어지는가의 여부를 선택한다. 마지막 DSM 원거리 데이터 저장 카트리지로부터 온 데이터에 대한 기록을 원한다면 Last Cartridge에 X를 입력한다. 이 카트리지 기록이 선택되면 데이터는 카트리지가 읽혀질 때 만들어진 임시파일에서 나올 것이다.

- 원하는 기록의 종류를 선택하고 사용자가 기록을 파일이나 인쇄기로 보내기를 원하는가를 나타낸다. 사용자는 동시에 하나이상의 기록을 만들 수 있다. 커서를 기록 목록의 위 아래로 이동시킨다. 프린터 칼럼과 파일 칼럼에 있는 개개의 기록에 X 를 친다.

Note : 월별 요약보고서를 선택하면 사용자는 블록 1에 모든 날을 요구해야 한다.

- 기록을 인쇄기로 보내기를 원한다면, 그 인쇄기에 대해 인쇄포트 번호(1-3)를

입력한다. 대부분의 시스템에서 인쇄기는 포트 1과 연결되어 있다.

- 사용자가 단 하루동안의 Data Listing or Input Status Listing reports를 원하면, Report Filter Window는 사용자가 F1 key를 누른 후 나타날 것이다. 이 윈도우는 하루동안 어떤 간격이나 일련의 채널에 대한 기록의 범위를 한정하는 option을 하도록 한다.

사용자가 완전한 기록을 수행하기를 원한다면 default를 수용하기 위해서 F1 key를 입력한다. Report Filter Window는 DAU의 평균시간이 한시간이거나 그 이상이면 나타날 것이다. 게다가, 윈도우는 사용자가 다양한 기록을 선택할 때 나타날 것이고, filter는 Data Listing and/or the Input Status Listing report에 적용할 때만 나타날 것이다.

(가) Quick Look Report Naming Conventions

사용자가 기록을 파일로 보내기를 원하면, 파일이 만들어지는 디스크 드라이버와 디렉토리를 명시한다. ENVICOM은 모든 알파벳문자가 디스크 드라이버를 위해 명시되도록 하지만 드라이버는 기록이 실제로 보내지는 동안 그 지정에 의해서 존재해야만 한다. 이와 같은 조건이 디렉토리를 명명하는 것에 관여한다.

ENVICOM은 다음과 같은 규약에 따라 Quick Look Report 파일의 명칭을 딴다. 하루나 한달 동안의 기록들은 만들어지고 모두 같은 파일명을 사용한다.

Report	Daily/Monthly	Cartridge
Daily Data Summary	DSMR*mmyy.nnn*	DSMR$$$$.*nnn*
Monthly Data Summary	MSMR*mmyy.nnn*	MSMR$$$$.*nnn*
Data Listing	DATR*mmyy.nnn*	DATR$$$$.*nnn*
Data Status Listing	DSTR*mmyy.nnn*	DSTR$$$$.*nnn*
Calibration Report	CALR*mmyy.nnn*	CALR$$$$.*nnn*
Alarms and Events Report	EVNR*mmyy.nnn*	EVNR$$$$.*nnn*
Input Status Listing	ISTR*mmyy.nnn*	ISTR$$$$.*nnn*

요구된 정보를 입력한 후에 F1 key를 누른다.

빈 화면은 하단에 있는 2중선 아래 정보와 함께 나타난다. 이 기록은 만들어진대로 화면에 약 3쪽으로 나타난다.

Note : 기록들의 파일 복사는 text editor를 사용하여 자주 인용된다. 사용자는 하루 간격으로 파일명을 바꿔주거나 연속적인 기록파일에 의해 덧씌워질 것이다.

(나) Editing Quick Look Reports On-Screen

기록을 편집하기 위해서 Alt-F key를 누른다. 사용자는 다음 화면의 편집을 시작할 수 있다. 화면을 변화시키기 위해 화살표 키를 사용한다. 다음화면으로 진행하기 위해서 F1 key를 누른다.

기록 화면에 편집파일을 취소하기 위해서 원래 화면으로 돌아가기 위해서 F1 key 대신에 F10 key를 누른다.

Note : 편집은 인쇄된 기록만이 영향을 미친다. 원래 데이터 저장 파일에는 어떤 변화도 일어나지 않는다.

Edit 모드를 빠져나가기 위해서 Esc key를 누르고, Edit 모드로 다시 들어가기 위해서 Alt-E를 누른다. 기록 생산을 끝내고, 기존의 출력자료를 끝내기 위해서 Alt-X를 누른다.

(다) Description of the Quick Look Reports

사용자는 ENVICOM과 함께 7가지 유형의 기록을 만들 수 있다.

- Daily Data Summary
- Monthly Data Summary
- Data Listing
- Data Status Listing
- Calibration Report
- Alarm and Event Report
- Input Status Listing

(라) Daily Data Summary

Daily Data Summary는 24시간 평균값, 일 평균값, 일 총값, 데이터의 최대 최소값으로 이루어진다. 모든 DAU 채널은 기록된다. 이렇게 포맷된 보고서는 일당 8개 채널당 길이로 한페이지분량이다. Daily Data Summary를 만들 때, 유일한 하나의 유효 기간이 한시간 평균에 대해 요구된다. 유효 기간이 없을 때, ENVICOM은 시간 평균치로 유효하지 않은 시간에 유리한 상황을 인쇄한다.

(마) Monthly Data Summary

Monthly Data Summary는 일 평균값 및 월 평균값으로 구성된다. 이것은 8개의 채널당 길이로 한페이지정도 분량으로 포맷된 보고서이다.

(바) Data Listing

Data Listing은 DAU가 기록한 데이터이다. 수집된다면 Data status는 이 목록에 나타난다. 보고서에 나타난 시간들은 각각 평균기간의 끝에 있다. 이 보고서의 길이는 선정된 DAU의 평균기간에 따라 변할 것이다.

(사) Data Status Listing

Data Status Listing은 DAU에 기록된 데이터와 관련된 데이터 status 단어의 내용을 보여준다. 주어진 시간들은 각 평균기간의 초기 단계에 있다. 데이터 중 마지막 4개의 bit는 다음과 같이 정의된다.

Binary Code	Text Code	Meaning
0000	B	Bad data.
	BAD	Bad data from a computed DAU.
0001	C	Performing calibration
0010	<	Valid data - samples missing, but the percent valid sample criteria was met
0011	S	Bad data - bad status indication
0100	F	Bad data - power fail occurred
0101	D	Bad data - channel logged out of service by operator
1000		Valid data - all data present
1001	P	Indicates that the DAU was in purge during the time period
1010	^	Valid data - high alarm occurred (set in DSM)
1011	a	Valid data - low alarm occurred (set in DSM)
1100	O	Bad data - channel out of calibration
1101	c	Invalid data - calibration occurred during averaging period
1111	Miss	Missing data

Note : Data Listing은 text code를 portray한 유일한 보고서이다. Data Status Listing report는 유일한 이진코드이다. missing data를 나타내기 위한 요약 보고서의 경우, 시간당 또는 일당 모든 데이터는 missing data임에 틀림없다. 모든것이 missing이거나, 유효하지 않다면, 요약보고서는 "Invld"로 나타날 것이다.

(아) Calibration Report

Calibration Report는 발생한 calibration을 나열한다. 기록은 채널 수에 의해서 분류되고 calibration의 zero와 span값은 그룹화된다. 각각의 calibration에 대해 다음 데이터가 열거된다.

- 채널번호, 이름, 측정단위

• Ending calibration date

• calibration시작 및 종결시간

• calibration에 의해 결정된 제로값과 스팬값

• 예상되는 스팬값

• calibration edviation reporting method

• calibration type

• calibration flag

기기가 calibration으로부터 벗어난 시점을 확인하기 위해 calibration report를 사용할 수 있다. 이 report는 요구된 정보를 제시하기 위해 필요한 장소에 따라 길이가 다양할 것이다.

(자) Alarm and Event Report

Alarm and Event Report는 두 부분으로 나뉜다. alarm report는 통신, 시간일치, 데이터값 및 입력상황에 대한 경고등을 포함한다. event report는 시간과 날짜 헤더, 정전, operator에 의해 보내진 메시지, 경고들을 나타내고, DAU는 선택적인 고형상태의 카트리지에 기록하기 위해서 설치된다. DAU내의 카트리지가 읽혀질 때만 사건들이 저장된다.

사용자가 DAU로 하여금 상황 사건을 기록하도록 구성한다면 상황목록은 사건 보고를 위해 사용된 8개의 상황 입력 채널에 대한 상황 변화들을 포함한다.

상황 입력자료 8개 이상이 DSM-3260에 포함될 수 있을 때, 첫번째 8개는 카트리지 사건 보고서에 포함된다.

시간과 날짜 헤더는 시간, 날짜, DAU 번호, 채널의 명칭, 위치 및 번호, 평균시간, rain 게이지와 wind 센서 구성데이터 및 DAU상황 bytes를 나타낸다. 평균시간에 대한 *는 순간값을 나타낸다.

정전이 되면, 정전 발생 및 끝 시간을 기록한다. 이 report는 필요한 정보를 나타내는데 필요한 공간에 따라 변한다.

(차) Input Status Listing

Input Status Listing은 평균기간동안에 기록된 각 상황입력자료의 값을 나타낸다.

평균상황 bit 조건은 낮거나 0이다. 숫자 1은 접촉이 중단된 것을 나타낸다. DSM 3260에 대한 상황 입력 최대번호는 40 이다.

이 report는 필요한 정보를 나타내는데 필요한 공간에 따라 변한다.

(카) Accessing Other Environmental Aide System Programs

Prerequisite condition : 이 절차는 PC Workstation에 multitasking능력이 없다면 사용할 수 없다.

사용자는 이 절차를 다른 Environmental Aide Program과 접근하는데 사용할 수 있다.

- 커서를 Main Menu에 있는 Other EA System Programs에 이동시킨다. X를 입력하고 F1 key를 친다. ACCESS OTHER ENVIRONMENTAL AIDE FUNCTIONS 화면이 나타난다.

multitasking이 이용가능하다면, 다른 기능들과 함께 자동적으로 폴링이 계속될 것이다.

- 선택사항을 선정하고 Main Menu로 돌아가기 위해 F1이나 Esc key를 누른다. multitasking을 이용할 수 없다면, Main Menu로 되돌아 가기 위해 F10이나 Esc key를 친다.

(타) Edit/Analyze Data with ENVAID

Environmental Aide ENVAID 프로그램에 접근한다. ENVAID로 데이타가 편집되거나, 분석되고 ENVICOM이 데이타를 수집하는 동안 나타날 것이다. 변경된 원래 데이타 디렉토리내에 있는 모든 데이터는 편집된 데이터 디렉토리로 옮겨질 것이다. macro(작은 프로그램들)는 정기적(ENVOCOM 데이타를 매일 편집하는 것등)으로 수행된 routine을 정의하는데 유용하다. 이러한 매크로들은 작은 필드 박스안에 X를 입력하고 큰 필드박스안에 매크로 파일명을 입력하며, F1 key를 침으로써 실행될 수 있다. 매크로의 사용은 선택적이다. ENVAID는 작은 필드 박스안에 X를 입력한 후 F1 key를 침으로써 접근할 수 있다.

ENVAID는 수집된 데이터를 이용하여 바람장미(풍배도), 통계처리, 시간에 따른 경향 및 그들간의 상관관계등의 특별한 분석을 가능하게 한다. 또한 수집된 데이터

파일을 SAROAD, Lotus, ASCII 형식으로 바꾸기 위한 절차를 제공한다. 부가된 절차들은 데이터 채널의 삭제와 첨가 또는 분산된 평균치의 생성, 관찰기간 및 데이타 스케일링, 피일관리등을 가능하게 한다.

ENVAID가 ENVICOM으로 접근되어 왔을 때, ENVAID 프로그램이 존재하면, ONMENTAL AIDE FUNCTIONS화면으로 되돌아 간다.

(파) Generate Reports with REPORT

Environmental Aide REPORT II 프로그램에 접근한다. REPORT II는 custom-format report의 생성으로 하여금 데이터, out-of-limit 데이터, 수정 및 데이터 수집효율을 가능하게 한다. 이 선택사항은 작은 필드박스에 X를 입력하고 F1 key를 침으로써 가능하다. REPORT II에 정의된 매크로는 ENVAID와 같은 방법으로 invoke 될 수 있다.

ENVAID와 마찬가지로 사용자가 ENVICOM에서 REPORT II로 접근할 때, 사용자가 REPORT II 프로그램을 빠져나가면 프로그램은 ACCESS OTHER ENVIRONMENTAL AIDE FUNCTIONS화면으로 되돌아 간다.

(9) Executing a DOS Command

사용자는 ENVICOM으로부터 DOS 명령어를 실행시키기 위해서 다음 절차를 사용한다.

이 절차는 사용자로 하여금 시스템 시간을 다시 설정하거나, 디렉토리를 변경, 파일복사, 파일명 재지정, 파일삭제등을 가능하게 하고 다른 프로그램을 실행시키도록 한다. 그러나, 사용자는 남아있는 것보다 더많은 메모리 공간을 요구하는 다른 프로그램을 실행시킬 수 없다.

Automatic Polling은 다음 절차동안에 일시중단될 것이다.

- 커서를 Main Menu에 있는 Execute DOS Command 로 이동시킨 다음 X를 입력하고 F1 key를 친다.

주화면은 표준 DOS화면으로 대치된다. DOS 버전 헤더는 화면의 상단에 나타나고 표준 DOS 프롬프트가 나타난다.

- ENVICOM Main Menu로 되돌아가기 위해서는 DOS 상태에서 exit를 입력하고 Enter key를 친다.

Note : multi-tasking 시스템에서 step 1을 실행시키는 대신에 DESQview에서 DOS 창을 연다. 이것은 ENVICOM으로 하여금 실시간 기능을 계속하도록 한다.

(10) Changing System Configuration

사용자는 네트워크, DAU unit 및 기타 설정사항을 변경하기 위해서 다음의 절차를 사용할 수 있고, 원거리 unit를 첨가하거나 삭제할 수 있다.

- 커서를 주화면에 있는 Change System Configuration 으로 이동한 다음 X를 입력하고, F1 key를 친다.

(11) Perfroming Operator Functions

사용자는 프로그램 상황선, 자동 프린터 log, 자동적인 데이터 수정을 토글하기 위해, 데이터 상황을 override, reason/corrective action을 선정, 표준가스치를 설정하고 암호를 변경하고 level로 접근하기 위해서 다음 절차를 사용할 수 있다.

- 커서를 주화면의 Perform Operator Functions로 이동한 다음 X를 입력하고 F1 key를 친다. OPERATOR CONTROL OPTIONS화면이 나타난다.

- 커서를 사용자가 원하는 option으로 이동한 다음 X를 입력하고 F1 key를 친다. 그렇치 않으면, 주화면으로 되돌아가기 위해 F10이나 Esc key를 친다. OPERATOR CONTROL OPTIONS화면은 7개의 선택사항을 나타낼 것이다.

(가) Toggle Program Status Line

이 선은 자동적인 폴링상태와 자동적인 프린터 log, 현재 표준정보를 사용해서 자동적인 데이터 수정, 현재 원거리 unit에서 데이터 상황 override 상태를 나타낼 때 모든 화면의 상단이나 하단에서 나타난다.

(나) Toggle Automatic Printer Log

프린터 log는 데이터와 데이터 상황에 대한 인쇄 요약이며, PC Workstation에 의해 수집된 것으로써 경고, 수정, 입력상황에 대한 인쇄 요약이다. 각각의 DAU는 자동송신을 기록하기 위해서 구성될 것이고, 이 선택사항은 구성된 unit를 켠다.

(다) Toggle Automatic Data Correction

이 선택사항은 수정 정보를 사용한다. 자동적인 데이터 수정이 일어나면 각각의 원거리 unit에 대한 개별 데이터 채널은 틀림없이 가능해 질 것이다.

(라) Override Incoming Data Status

이 option은 사용자로 하여금 계산된 DAUs를 포함해서 모든 원거리 unit에 대한 모든 채널에 데이터 상태를 전복시키도록 한다. 이러한 보조적 기억장치는 데이터 값에 부착된 플래그를 다시 수정함으로써 작동한다. DAU 채널이 잘못된 정보를 읽고 있다는 것을 알았다면, DAU채널을 service로 보내는 것은 잘못된 것으로 표시된 데이터를 B 플래그로 다시 고쳐씀으로써 사용되도록 한다. 이와 유사하게 데이터가 수정될 수 없을 때, 데이타 플래그는 자동적으로 "O"로 설정된다. 그러나 그것을 강조함으로써 In Servied option을 사용하게 된다. 데이터 플래그는 유용한 상황으로 수정될 것이다.

DAU 채널이 타당치 않은 것으로 알려져 있지만 여전히 유용한 데이타를 보낸다면, DAU채널은 적당한 선택을 함으로써 service로부터 강조될 수 있다. 이러한 보조적 기억장치는 사용자에 의해 삭제될 때까지 효과적으로 남을 것이다.

Note : 정상상태에서, 이 선택사항 중의 어떤 것도 변경되어서는 안된다. 이런 이유로 시스템은 사용자가 이 field를 선택할 때 경고 코드를 나타낼 것이다. 사용자가 두번 이 field를 선택한다면, Select Unit 화면이 나타날 것이다.

자동적 보조장치를 변경하지 않기 위해서, DATA STATUS OVERRIDE화면으로 되돌아 간다. 삭제될 red 데이터 상태 자동보조장치에 노랑색으로 채널을 강조하기 위해서 화살표 key를 사용한다.

데이터 상태 자동보조장치를 바꾸기 위해서 Enter key를 친다. red text에 있는 노랑색은 자동보조장치가 꺼졌다는 것을 알리기 위해 blue text에 회색으로 바뀔 것이다.

OPERATOR CONTROL OPTIONS화면으로 되돌아가기 위해서 데이터 상황 자동보조장치를 설정하거나 삭제한 후에 F1 key를 친다. SELECT UNIT화면으로 돌아가기위해 F10 key를 치거나, 데이터 상황 자동보조장치를 변경하지않고 OPERATOR CONTROL OPTIONS로 돌아가기 위해서 Esc key를 친다.

Note : 상황자동보조장치의 조건은 주화면의 상단에 나타난 상황에 제시될 것이다. STATUS OFF는 마지막으로 송신된 DAU unit가 어떤 데이터 상황 자동보조장치를 효과적으로 갖지않는다는 것을 나타낸다. STATUS ON은 적어도 하나의 데이터 채널에 대해 최근에 자료를 보낸 DAU unit가 어떤 데이터 상황 자동보조장치를 효과적으로 갖는다는 것을 나타낸다.

상황 자동보조장치의 조건은 주화면의 상단에서 보여준 상황을 나타낸다. STATUS OFF는 최근에 자료를 보낸 DAU unit가 어떤 데이터 상황 자동보조장치를 효과적으로 갖지 않는다는 것을 나타낸다. STATUS ON은 적어도 하나의 데이터 채널에 대해 DAU unit가 어떤 데이터 상황 자동보조장치를 효과적으로 갖는다는 것을 나타낸다.

(마) Select Reason and Corrcetive Action Codes

OPERATOR CONTROL OPTIONS화면에 있는 선택사항들은 사용자로 하여금 경고상황에 대해 reason과 corrective action code를 선택할 수 있도록 한다. 이러한 코드는 시스템내에 있는 각각의 DAU에 명시된다. 사용자가 이 선택사항을 선정한후에 SELECT UNIT화면이 DAU UNIT 목록과 함께 나타난다. 시스템내에 한 화면에 꼭 맞는 수 이상으로 원거리 측정소가 있다면, 목록의 나머지를 보기 위해서 PgDn 이나 PgUp을 친다. 원하는 unit를 강조하고 F1 key를 친다. 사용자는 DAU Selected 내에 unit의 일련번호(1-99)를 입력할 수 있다.

사용자가 DAU를 선택한후 "Channel Selection Window"가 나타날 것이다. 원하는 채널을 강조하기 위해 위 아래 화살표 키를 사용한 다음 Select Reason and Action 코드화면으로 진행하기 위해 F1키를 친다. 한 채널만이 동시에 선택될 수 있다. 다른 채널에 reason을 부여하기 위해서 위의 절차를 반복한다.

System Failure Reason and Action Codes화면에 접근하기 위해서 오른쪽 화살표 키를 두번 친다.

왼쪽에 있는 강조된 선을 사용자가 원하는 exceedance reason으로 이동하기 위해서 아래방향 화살표 키를 사용한다. reason을 변경하기 위해서 Enter key를 친다. 초기에 reason의 색깔이 파란배경에 흰색에서 회색배경에 빨간색으로 바뀔 것이다. 커서가 일단 선택을 남겨놓는다면, 사용자가 선택한 reason을 나타내기 위해 빨간배경에 노란색으로 변할것이다.

화면의 오른쪽으로 강조부분을 이동시키기 위해서 오른쪽방향의 화살표 키를 친다. corrective action을 바꾸기 위해서 Enter key를 침으로써 exceedance reason에 따른 correctrive action을 선택한다. corrective action의 색깔은 선택된 corrective action을 나타내기 위해서 파랑배경에 흰색에서 빨강배경에 노랑색으로 변할 것이다.

시스템 실패원인과 시스템 실패 행동을 나타내기 위해서 오른쪽방향의 화살표키를 친다. 이것들은 위와 같이 선택된다.

Warning : reason/action selection은 사용자가 그것을 삭제할 때까지 효과적으로 남아있다. reason/action selection을 turn off하기 위해서 이 화면으로 돌아가서 turned off될 reason action으로 강조바를 이동시키기 위해 화살표키를 사용하고 Enter key를 친다. reason/action의 색깔은 빨강 배경에 노란색에서 파란배경에 흰색으로 변할 것이다.

새로운 reason/action을 저장하고 이전 메뉴로 돌아가기 위해서 F1 key를 친다. 현재 선택된 reason과 action을 변경하지 않고 빠져나가기 위해서 Esc key 를 친다.

Note : Reason/action selection은 DSMDEF6.nnn으로 불리는 ASCII 텍스트파일을 갖는 unit의 경우에만 해당된다. 이 파일은 non-document mode내에 있는 워드프로세서에서 만들어질수 있다.

(바) Change Expected Calibration Values

이 옵션은 사용자로 하여금 어떤 파라미터에 대해 예상되는 표준치를 바꿀수 있게 한다. 이 시스템은 사용자가 입력할 필요가 있는 새로운 calibration gas bottle value를 위해 DAU와 채널을 선택할 수 있게 한다. 사용자가 이 필드에서 X를 입력하고 F1 key를 치면, DAU selection화면이 나타난다. 원하는 DAU를 강조하고 F1 key를 친다. 대안으로 사용자는 선택된 DAU상자 내부에 unit의 일련번호(1-99)를 입력할 수 있다.

채널 선택화면이 나타난다. 원하는 채널을 강조하고 F1이나 Enter를 친다.

다음과 같은 화면이 나타난다.

이 화면에서 ENVICOM은 사용자가 작업하고 있는 채널과 DAU를 정의한다. 시스템은 사용자에게 bottle 값을 보여준다. 새로운 bottle 값을 입력하기 위해서 사용자는 나타난 값을 단순히 입력하면 된다. calibration sequence에서 사용되지 않는 스팬값으로 -9999.00을 입력하거나 또는 ENVICOM으로 하여금 logger에 구성된 예측치를 사용하도록 한다.

(사) Change Password and Access Levels

ENVICOM은 중요한 기능에 대해 암호 보호를 제공한다. 한명 이상의 오퍼레이터가 똑같은 ENVICOM workstation을 사용하기 때문에 ENVICOM은 entry-level access restrictions를 제공한다.

이 option은 사용자로 하여금 암호를 바꾸고 level을 변경하도록 한다. 이 옵션이 접근될 때, PASSWORDS AND ACCESS LEVELS 화면이 나타난다. 암호를 보호하기 위해서 Password화면에 열거된 각각의 절차에 대해 최소 접근수준(1-3)을 입력한다. 접근 수준을 0으로 설정하면 암호보호가 불가능하다. 사용자는 각각의 절차에 대해 present exit를 줄이도록 할 것이다. 사용자가 암호를 요구한 절차에 접근할 필요가 있다면, 암호를 다시 입력한다.

(12) Exit ENVICOM

ENVICOM을 끝내고 DOS로 빠져나가는 기능이다.

2. ENVAID Reference Manual

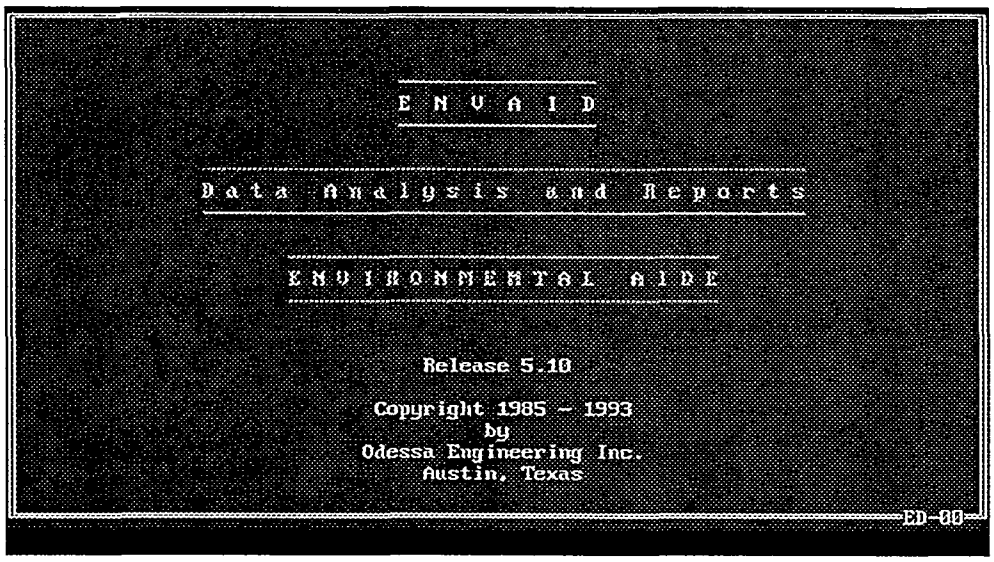


그림 D-3. ENVAID 초기화면

가. 서론

ENVAID는 Environmental Aide System Software시리즈 중에서 데이터 편집과 분석을 위한 프로그램이다. 이것은 새로운 사용자가 수집된 데이터와 함께 복잡한 절차를 빨리 수행하도록 하는 화면 지향적인 "Fill-n-File" design이다. ENVAID는 데이터 편집, 관리, 분석 및 표준 양식의 기록을 손쉽게 한다. ENVAID는 I/O Pro 즉 화면 프레젠테이션 유틸리티를 사용한다.

ENVAID는 완벽한 Data Aquisition, Analysis and Management System의 일부분으로써 다른 프로그램과 연계하거나 독립적인 토대에서 기능을 한다. ENVAID는 Odessa Engineering's series of Environmental Aide Software를 가지고 실행되도록 고안되었다. ENVICOM은 일련의 통신프로그램이고 데이터 획득과 통신을 손쉽게한다. REPORT는 custom data, out-of-limit data, calibration, stastic report를 제공한다.

나. ENVAID 사용법

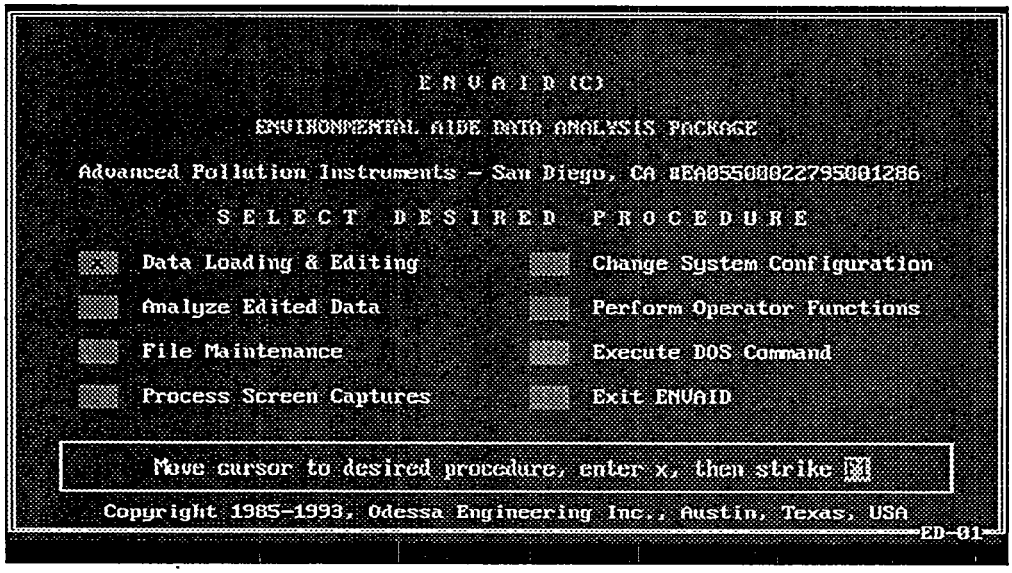


그림 D-4 ENVAID 주화면

(1) Data Loading & Editing

(가) Overview

데이터가 편집되거나 분석되기 전에 Raw Data file의 사본은 Edited Data Directory에서 이용가능해야 한다. 이것은 데이타 보전을 확실히 하고, ENVICOM 프로그램에 의해 수집된 데이터를 유지한다.

Data Loading절차는 \RAW _DATA subdirectory에 있는 데이터를 \EDT _DATA subdirectory로 복사한다. 데이터가 복사된 후 편집과 분석을 위해 유용하다. 아래 그림2-1은 Edited Data가 몇몇 근원으로부터 비롯된다는 것을 나타낸다. 대부분의 경우에, 데이터는 ENVICOM에 의해 수집된 근원으로부터 나올것이다. 또한 데이터는 ASDII 파일 형식에서 다른 프로그램으로부터 비롯되거나 U.S. Environmental Protection Agency's SAROAD 데이터 형식에서 비롯된다.

(나) Loading Files From ENVICOM

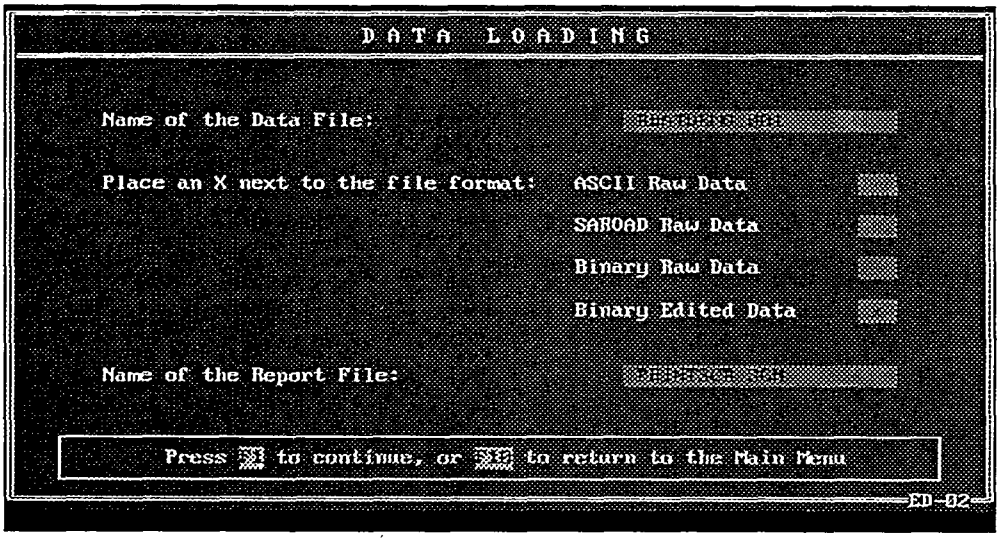
ENVICOM은 DSM 3260 Data Logger로부터 데이터를 받는다. 이 데이터는

\ENVAID\RAW _DATA 디렉토리내에 저장된다. ENVICOM이 계속되는 토대위에 데이타를 수집한다면, 원래 데이터 파일은 항상 새로운 것으로 바뀐다. 첫번째 load operation은 원 데이타를 단순히 복사한 파일에서 수행되고 관련된 상황파일은 \EDT _DATA 디렉토리에서 수행된다. Edited Data File은 수정된다. 아마도 strip chart로부터 수집된 missing data는 입력된다. 몇일 후 다른 load operation이 Edited Data File 을 새롭게 수정하기 위해서 수행된다.

(다) Loading Files From ENVAID

- ENVAID 주화면으로부터 "Data Loading and Editing" 상자에 커서를 위치시키기 위해서 위쪽/아래쪽 방향 화살표키를 사용한다.

- X를 입력하고, F1 key를 친다. Data Loading Screen ED-02가 나타날 것이다.



- Name of the Data File field내에 점검이나 편집을 위해 데이터 파일명을 입력한다. 이 필드에 ?(question mark)를 입력하면, ENVAID는 사용자가 명시한 디렉토리내에 파일을 열거한 디렉토리를 부른다. 여기서부터 사용자는 특별한 파일을 선택할 수 있다.

- 점검이나 편집을 위해 데이터 파일 유형을 설명하는 상자로 커서를 위치시키기 위해서 위쪽/아래방향 화살표키를 사용한다. 파일형식을 결정하기 위해서 아래 기술한 내용을 사용한다.

ASCII data	ASCII 파일 형식에서, 데이터 파일은 \ENVAID\RAW_DATA 디렉토리에서 찾는다.
SAROAD data	U S-EPA 대기질 데이터 형식에서, 데이터 파일은 \ENVAID\SAROAD 디렉토리에 위치한다.
Binary raw data	\ENVAID\RAW_DATA 디렉토리내에 위치한 이진파일형식은 ENVICOM에 의해서 만들어진 데이터 파일 유형이다. ENVICOM에 의해 수집된 이진 데이터가 \RAW _DATA 디렉토리에서 \EDT _DATA 디렉토리로 옮겨질때, 데이터와 관련된 상황이 변경될 것이다. 이전에 옮겨지고, 편집된 이진 데이터 파일은 현재 "load" 절차동안에 새로운 데이터로 고쳐진다. 편집된 데이터 파일은 \RAW_DATA 디렉토리내에 관련된 파일과 같은 이름을 갖을 것이다.
Binary edited data	이전에 편집된 이진 파일형식이거나 \EDT _DATA 디렉토리로 옮겨진 것이다.

- 만들어진 화면 출력물을 보유할 임시 기록파일에 파일명을 입력한다.
- 모든 입력자료와 선택사항이 완성되면 계속하기 위해서 F1 key를 친다. 선택된 데이타가 ASCII 또는 SAROAD 데이타이면, ASCII/SAROAD Data File Conversion Screen이 나타나고 편집된 이진 데이터를 포함하는 임시 기록파일의 명칭을 명시하도록 할 것이다. 편집된 이진 데이터 파일은 수집된 데이터 파일로써 명시된 파일내에 포함된 데이터를 사용하여 만들어진다.

Environmental Aide System 소프트웨어는 Binary Data(BDATmmyy.nnn)와 Binary Data Status(BSTAmmyy.nnn)을 사용한다. 이진데이터 파일을 \EDT_DATA 디렉토리에 만들거나 복사할 때, 연관된 이진 데이터 상황 파일도 복사되거나 만들어진다.

명시된 파일명이 \EDT_DATA디렉토리에 이미 존재한다면, Problems Detected With File Selected Screen이 나타날 것이다. 편집된 데이터 파일의 파일명을 재지정하기 위해서 이전화면으로 돌아가기 위해서는 F10 key를 친다. 존재하는 편집된 데이터 파일을 고쳐쓰거나 다음 절차를 따르기 위해서는 F1 key를 친다.

파일 전환이 완료되거나, 이진 데이터 파일이 선택되면, Description Of Data File/Select Analysis Period Screen이 나타난다. 이 화면은 사용자 verification에 대

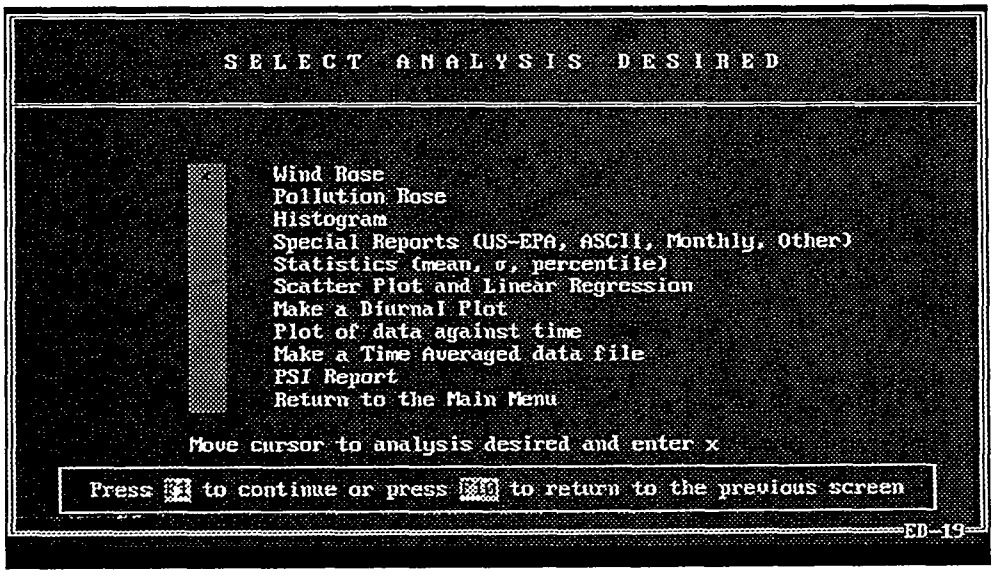
한 데이터 파일 헤더 정보를 보여준다. 다음 화면은 사용자로 하여금 데이터 분석기 간동안 START 와 END date를 명시함으로서 데이터 분석 기간을 한정하도록 한다. 예를들어 한주간의 데이터를 분석하는 경우 시작하는 날짜와 끝나는 날짜는 06/01/90 과 06/07/90 이 될 것이다. 일일 데이터이 경우, 05/25/90과 05/25/90이 된다. 사용자가 선택한 날짜를 입력하고 ENVAID로 부터 loading된 파일을 계속 수행시키기 위해서 F1 key를 친다.

(2) Analyze Edited Data

(가) Overview

Edited Data 내에 있는 데이터 파일에서 여러가지 분석이 행해진다. 분석 범위는 풍배도와 히스토그램에서 time plot와 통계분석에 이른다. 또한 AIRS와 SAROAD를 포함해서 특이한 기록 양식이 만들어 진다. 데이터는 명확한 ASCII파일이나 데이터 교환 형식으로 옮겨질 것이다.

ENVAID Main Menu로부터 Analyze Edited Data를 선택하면 Select Analysis Desired Screen이 나타난다. 이 화면은 사용자에게 10개의 선택사항을 제시하고, return to ENVAID Main Menu를 선택할 수도 있다.



우선, 이 Section은 Wind Rose, Pollution Rose, Histogram, Statistics, Scatter Plot and Linear Regression, Make a Diurnal Plot 및 Plot of data against time 다음에 이어질 일반적인 절차에 대해 논의할 것이다. 이러한 분석은 각각의 프로세스가 거의 동일해지는 동안에 화면에서 화면으로의 진전이라는 점에서 똑같은 일반적인 절차를 따른다.

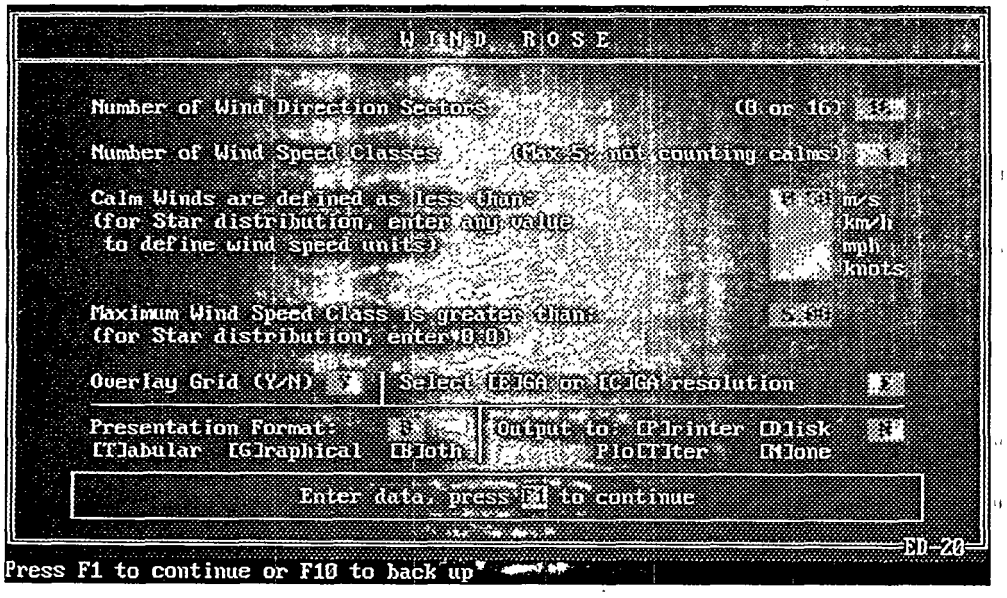
그 다음으로, 10개의 선택사항 각각에 대해 특이한 절차를 논의 하는 것은 별개의 subsection으로 보완될 것이다.

(나) Specific Analyses Procedure

① Wind Rose

Wind Rose selection은 Wind Speed/ Wind Direction 분석을 조합해서 만든다. 이 분석은 상대 빈도와 서로 다른 방향에서의 바람의 세기를 나타낸다.

- Selct Analysis Desired 화면에서 Wind Rose를 선택하고 F1을 친다.
- Wind Rose Configurations Screen이 나타난다. 다음은 사용자가 분석을 설정하고, 프레젠테이션 형식을 명시하고, 출력경로를 선택할 화면이다.



• Wind Direction에 대해 8이나 16을 입력한다.

• 분석을 위한 Wind Speed 등급을 입력한다. Wind Speed 등급은 최저풍속(calm)

과 최대풍속사이에서 설정한다.

• calm으로 간주된 풍속이하의 값을 입력한다.

• 최대 풍속등급을 입력한다. 이 값보다 높은 풍속은 모두 이 등급에 포함될 것이다.

• 화면모드를 명시한다.

• 프리젠테이션 포맷(tabular or graphical or both)을 선택한다.

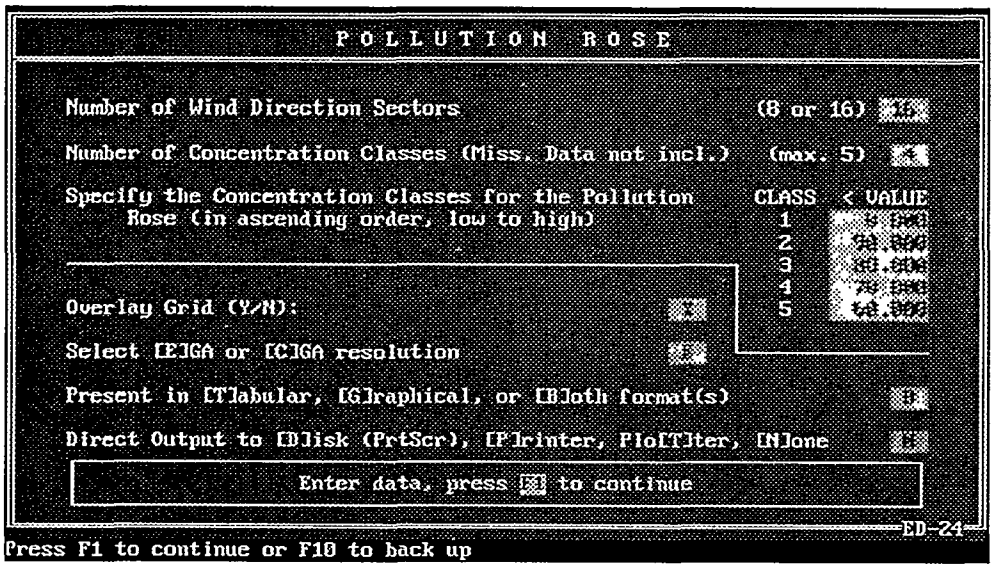
• 출력경로를 선택한다.

② Pollution Rose

Pollution Rose selection은 Pollution Concentration/ Wind Direction 분석을 조합하여 만들어진 것으로 풍향에 따른 오염물질의 농도와 상대 빈도를 다이어그램이나 표로 나타낸다.

- Select Analysis Desired 화면으로부터 Pollution Rose 를 선택하고 F1 key를 친다.

- Pollution Rose Configuration Screen이 나타난다.



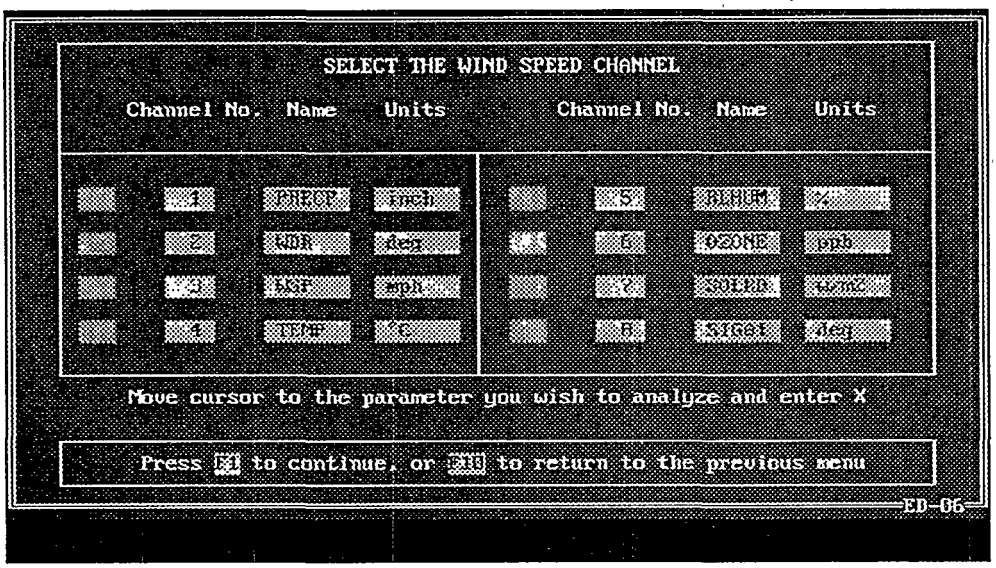
• Wind Direction에 대해 8이나 16을 입력한다.

• 분석을 위한 농도 등급을 입력한다.

• Pollution Concentration/Wind Direction 빈도분석을 위해 농도 등급을 입력한다. 이 값은 최저값에서 최대값으로 내림차순으로 정렬되어야 한다.

• 격자가 그래픽 분석에서 superimposed되는지를 명시하기 위해 "Y"나 "N"을 입력한다.

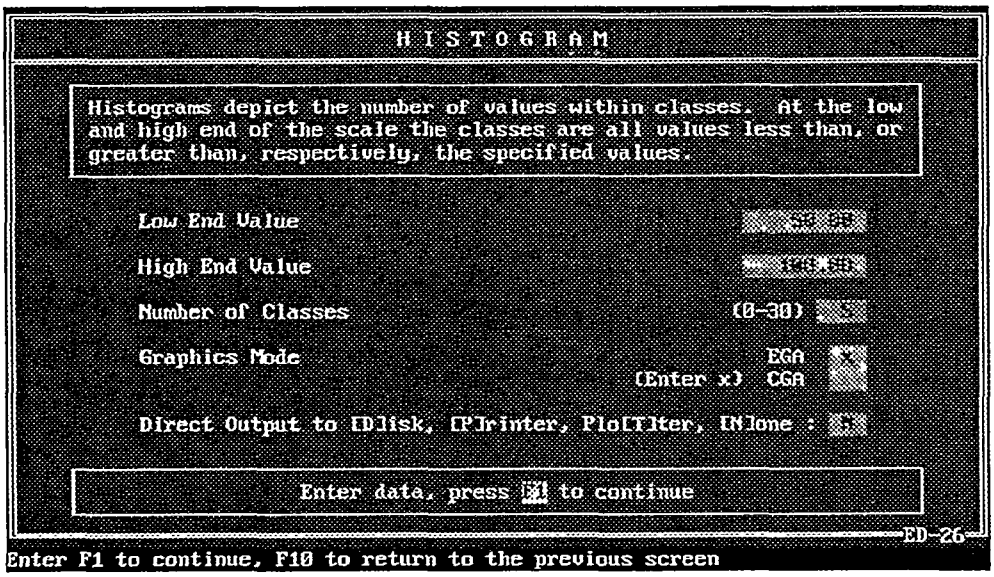
- 사용자가 Screen ED-19에서 이 분석을 위해 Pollution Rose를 선택했기 때문에 Select Wind Direction이 나타난다. 선택하고나서 F1 key를 친다.



- Pollution Rose 분석은 두개의 채널을 필요로한다.

③ HISTOGRAM

Histogram은 사각형으로 빈도분포를 나타내는데 가로축은 등급간격을 나타내고 세로축은 빈도를 나타낸다. Histogram은 데이터 채널의 분포를 등급에 따른 데이터 값의 백분율로 나타낸다. 최저등급은 명시된 최저값에 비해 낮은 백분율을 포함하고, 최고등급은 명시된 최고값보다 훨씬 큰 값의 백분율을 포함한다.



- 히스토그램의 최저값과 최고값을 입력한다.
- 히스토그램에 대해 등급번호(1-10)를 입력한다.
- PC Workstation 의 화면모드를 입력한다.
- 분석을 위한 출력경로를 입력한다.
- 선택을 보완하고 다음화면으로 넘어가기 위해 F1 key를 친다.

④ Statistical Analysis

다음 절차는 선택된 채널에 대해 통계학적 매개변수를 계산한다.

- Select Analysis Desired Screen으로부터 Statistic을 선택하고 다음화면으로 넘어가기 위해 F1 key를 친다.

- Statistical Analysis Configuration Screen이 나타난다.

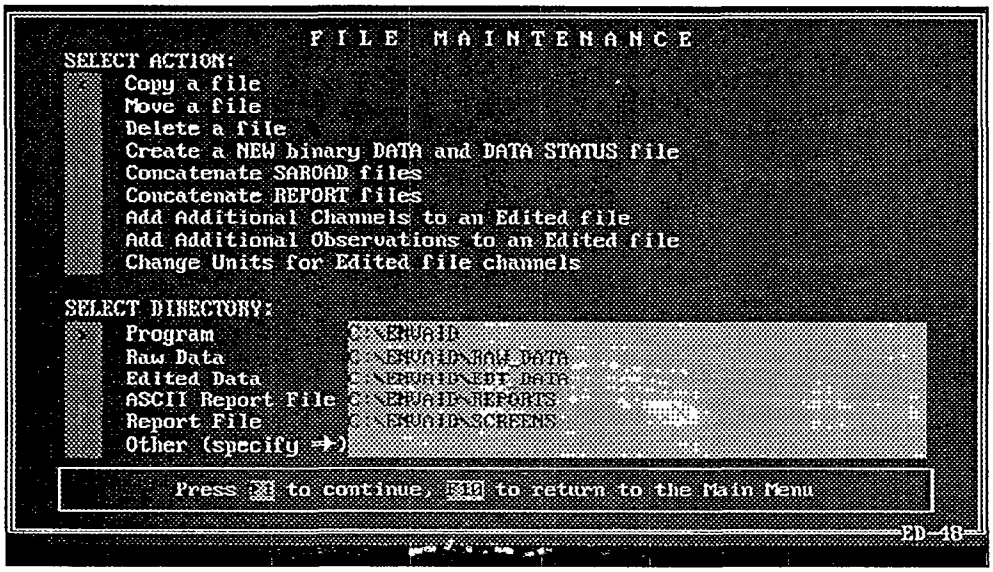
통계분석에 대해 Arithmetic Mean이나 Geometric Mean 계산이 데이타 분석을 위해 선택될 것이다. Arithmetic Mean은 모든 데이터 값의 합을 데이터 갯수로 나누어서 계산된다. Geometric Mean은 모든 데이타값의 곱에 n번째 근호를 취함으로써 계산된다.

- 분석을 위해 Arithmetic Mean이나 Geometric Mean computation을 선택한다.
- 분석을 위해 백분율값을 입력한다. 1번부터 시작해서 최저값에서 최고값 순으

로 입력한다. (백분율이 계산되어지지 않았으면 모든 값에 대해 0.0을 입력한다.)

- 결과에 대해 출력경로를 입력한다.

(3) File Maintenance



(가) Overview

이러한 절차에 제공된 유틸리티는 사용자가 다양한 Environmental Aide Software System의 데이터를 조작, 취급, 관리하는 것을 도우려는 목적이다. 몇몇 유틸리티는 DOS 명령어 라인에서 사용되는 편이 나을 것이다.

File Maintenance가 주메뉴 출력표시장치에서 선택되었다면, File Maintenance Screen이 나타날 것이다. File Maintenance는 두개의 독특한 section을 갖는다. Select Action section은 사용자로 하여금 바람직한 파일 운영을 나타내게 하는 것이고, Select Directory section은 source 파일의 위치를 나타내도록 한다.

Screen ED-48에 제공된 9개 각각의 action들을 수행하기 위해 다음 3단계를 반복한다. 처음 세가지 action, 즉 copy/move/delete의 경우, 프로세스는 단계 3이 완성되고 사용자가 다른 action을 선택하거나 Main Menu Display로 돌아가기 위해서 F10 key를 칠 Screen ED-48로 되돌아 갈 때 끝을 맺는다.

모든 다른 action은 action을 수행하기 위해 필요한 시리즈에서 부가적인 화면을

만든다.

- 수행될 action다음에 커서를 위치시키기 위해서 상하방향 화살표 키를 사용하고 데이터 파일이 발견되면 X를 입력한다.

- source 데이터 파일이 발견될 디렉토리 위치 다음에 커서를 위치시키기 위해서 상하방향 화살표 키를 사용하고 X를 입력한다.

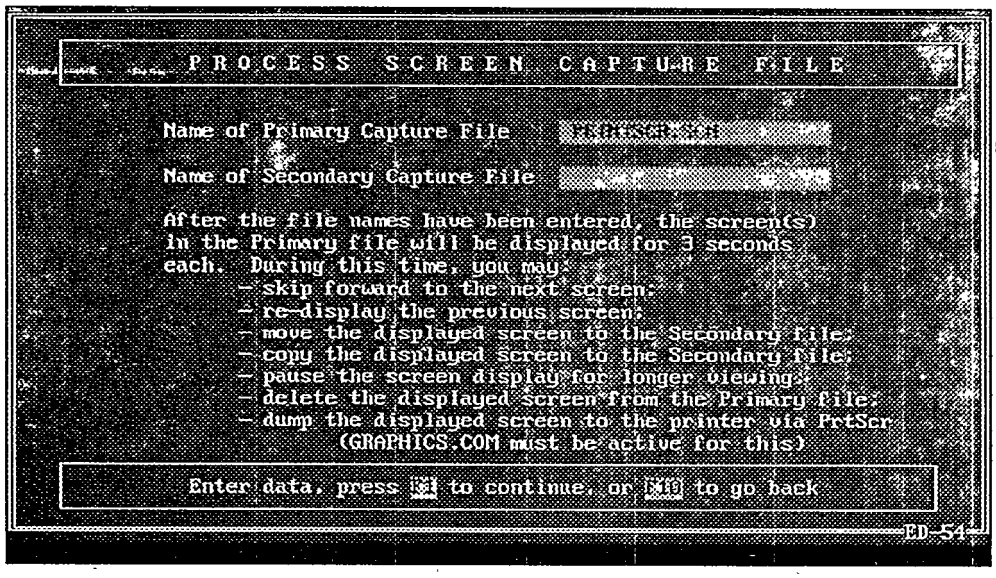
- 하단에 표시된 대로 사용자의 option을 등록하기 위해 F1 key를 치고 계속 진행한다. 컴퓨터 모니터는 Select Analysis File Screen을 나타낼 것이지만 이 제목은 File Maintenance Screen이 만들어진 option에 따라 다르다. 이 제목이 Screen의 상단에 있을지라도 현재 파일을 선택한 디렉토리에 실을 것이고 source 파일명을 가르쳐 줄 것이다.

사용자는 화면의 오른쪽 상단에 제시된 것처럼 source 파일명을 입력하거나 원하는 파일에 커서를 위치시키기 위해 화살표키를 사용하고 Enter key를 친다. 계속하기 위해서 F1 을 친다.

복사나 이동이 선택되면 사용자는 두번째 목표파일명을 지시한다. 다시 사용자는 지시된 파일명을 입력하거나 원하는 파일에 커서를 위치시키려고 화살표키를 사용하고 Enter key를 친다. 계속하기 위해서 F1키를 친다.

Note : 목표파일명이 존재하지 않기 때문에 두번째 파일명을 입력하는 것이 더 적절할 것이다.

(4) Process Screen Captures



Section 3의 Analyze Edited Data procedure동안에 만들어진 화면 검색은 여기서 검토되고, 화면 이미지는 출력파일에 복사된다. 이 절차는 사용자로 하여금 captured 된 화면 이미지를 재검토하도록 하며, 삭제, 이동, 복사 또는 인쇄하도록 할 것이다.

ENVAID에서 대부분의 Analyze Edited Data procedure에 있어 사용자는 디스크 파일로 화면출력을 지시하는 옵션을 선택한다. default 디스크 파일은 PRINTSCR.SCN이다. 출력을 디스크 파일로 지시할 때 화면 이미지는 명시된 default disk file이 끝부분에 첨부한다. 이 절차는 사용자가 디스크 파일에 화면 이미지를 관리하고 처리하는 것을 돕는다. Process Reports selection으로 커서를 이동시키기 위해서 상하방향 화살표 키를 사용하고 X를 입력하고 F1 key를 친다. Process Screen Capture File Screen이 나타날 것이다.

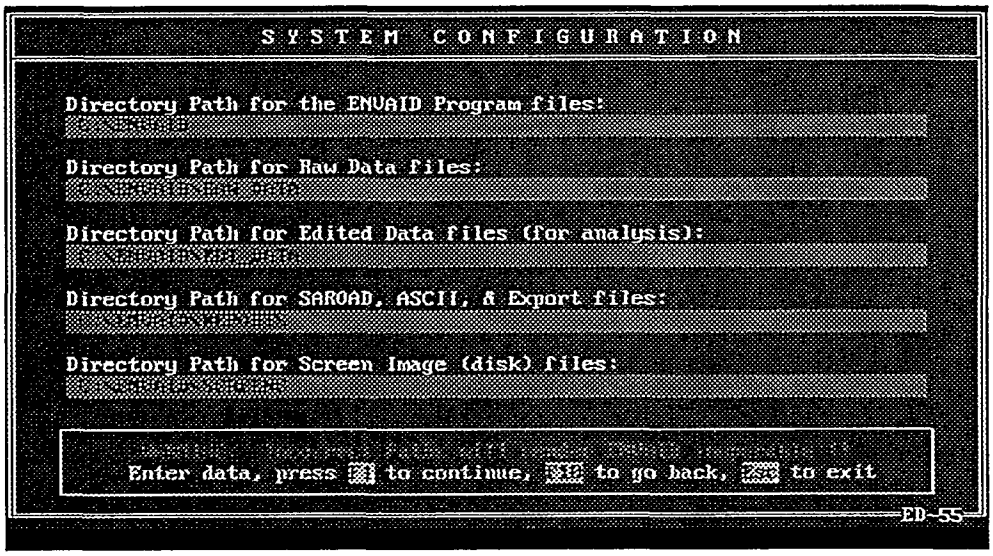
Primary Capture File은 다양한 분석동안에 검색한 화면 이미지를 보유할 디스크 파일의 이름이다. Secondary Capture File은 화면 이미지가 복사되고 움직일 수 있는 파일의 이름이다. 인쇄할 화면 이미지를 보유하려면 이 secondary file을 사용한다.

primary 와 secondary 파일명을 명시한 후에, 계속하기 위해서 F1 key를 친다. 이 절차는 각각의 화면 이미지를 나타내고, 동시에 Primary file에서 발견된다. 사용자는 다음의 function key를 갖는다.

F1	다음 화면이미지를 파일에 나타낸다.
F2	이전 화면을 나타낸다. 나타난 화면을 secondary file로 이동한다.
F4	이미지를 primary file로부터 secondary file로 복사한다.
F5	이미지를 출력표시장치에 보유한다. "hold" 없이 몇초후에 다음 화면이 나타날 것이다.
F8	primary file로부터 이미지를 삭제한다.
F9	이미지를 인쇄한다. 그래픽 이미지인 경우 DOS 그래픽 명령어는 ENVAID로 입력되기 전에 DOS Graphic 명령어를 불러내야 한다.
F10	Process Screen Capture File menu를 빠져나간다.

마지막 기록 화면이 나타난 후에 컴퓨터는 사용자에게 the Edited Screen File의 저장여부를 물을 것이다. 어떤 변화라도 저장하기 위해서 Y를 입력하고 이 절차동안에 이루어진다. source data file은 변하지 않은 채로 남아있을 것이다.

(5) Change System Configuration



다양한 default 매개변수, 값, 파일명, 디렉토리 경로 등은 사용자가 사용하는데 적합하도록 정의될 수 있다.

주화면에서 Change System Configuration을 선택하기 위해서 상하방향 화살표키

를 사용하고 계속하기 위해서 F1 key를 친다. 시스템 구성 정보를 제시하는 많은 화면은 사용자를 위해 제공된다. 구성 전반에 걸쳐, 사용자는 F1 key나 F10 key를 사용해서 나타나는 화면을 통해서 page 앞뒤로 이동할 수 있다. 사용자는 절차를 끝내고 주화면으로 되돌아가기 위해서 Esc key를 친다.

(6) Perform Operator Functions

이 Software에서 이용되는 절차를 확장할 수 있도록 하는 기능이다.

(7) Execute DOS command

ENVAID를 빠져나가지 않고 도스 명령을 실행할 수 있는 DOS shell 기능이다.

(8) Exit ENVAID

ENVAID를 끝내고 도스로 빠져나가는 기능이다.

3. ReportII Reference Menual

가. 서론

Report II는 사용자에게 기록 내용과 설계에 있어서 최대의 유연성을 제공하는 기록 생산 소프트웨어이다. Report II 소프트웨어는 사용자가 만든 script file을 사용하여 데이타 기록을 생산한다. 이것은 Environmental Aide 파일 형식에 축척된 데이터와 함께 작동한다. 사용자는 수집된대로 원래 데이터를 기록할 수 있고 ENVAID에 의해서 편집된 데이타나 Report II에 의해 생산된 계산값을 기록할 수 있다.

Report II는 다음과 같은 다양한 기록을 만들 수 있다.

- Data listings with :
  - Any combination of parameters
  - Any mathematical processing of existing data
  - Data status information
  - Digital input information
  - Summary information
- Exess Emissions Reports including :
  - All the features listed above
  - Time in excess
  - Peak values
  - Multiple conditions to locate critical periods
  - Interactive or automatic entry of reasons and actions
- Data acquisition system reports including:
  - All the features listed above
  - Monitor downtime information
  - Startup/shutdown information
  - Calibration information

REPORT II는 사용자의 시스템이 갖는 데이터에 대해 어떤 기간과 시간동안 이러한 모든 기록을 만들수 있다.

개별적인 기록에 대해, REPORT II는 다음과 같은 것을 포함하는 시스템내에 일련의 변수나 하나의 변수에 근거하여 데이터를 선택할 수 있다.

- Date
- Time
- Channel
- DAU
- Data status
- Reason/Action codes
- Digital input
- Data value (highs, lows, max/min values)

다음을 포함하는 calibration에 대해 기록하고 수행할 수 있다.

- Totals
- Subtotals
- Counts
- Averages
- Maximums
- Minimums
- Aathematical Calculations
- Unit Conversions
- Percentile Limitations
- Summation of values for report intervals

Report II는 사용자로하여금 page layout, report header, footers, and date and time format을 정의하도록 한다. 이것은 사용자가 개인, 회사 또는 대리점의 욕구를 충족시키기 위해서 일반화해야 한다.

Report II는 독특한 디자인때문에 유동적이다. 파일에 정의된 각각의 기록은 script 라고 불린다. 이것은 모든 기록이 사용자의 정확한 요구에 맞게 고안되도록 한다.

Report II는 프로그래머의 지식을 요구하지는 않는다. Report II script는 행동을 야기시키는 동사로 구성되고, 값을 정의하는 부사로 구성된다. 이 script는 자유로운 형식이고 정확한 구둣점만이 필요하다. 결과는 쉽게 씌여지고, 수정되며, 운영될 수

있는 영어같은 script이다. 무엇보다도 script는 프로그램을 포함한 diction.txt 파일로부터 잘림으로써 전체적으로 만들수 있다. 사용자는 명시된 매개변수를 입력해야 한다.

Report II와 함께 사용자의 기록들은 데이터베이스의 범위까지 제한될 수 있다.

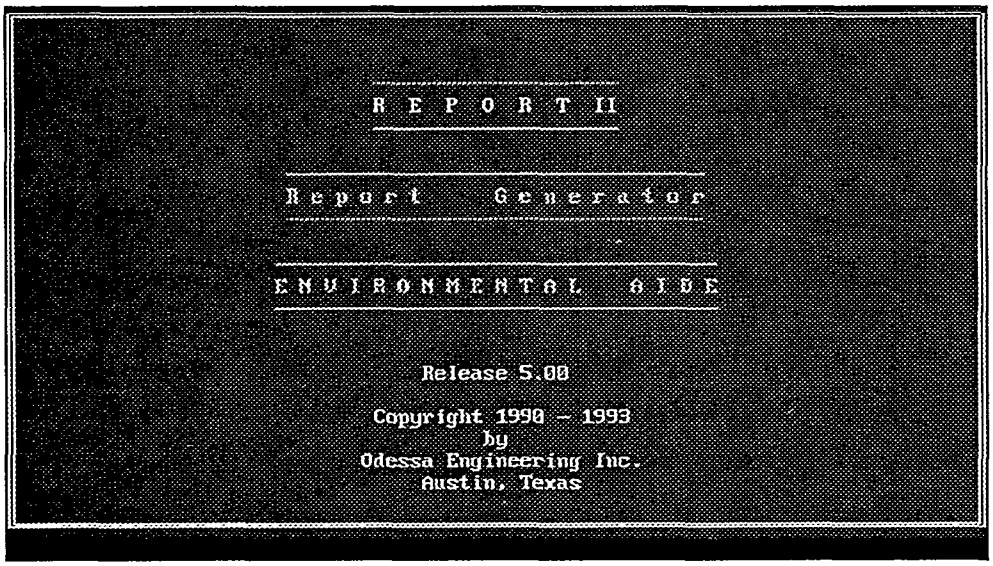


그림 D-5 REPORT II 초기화면

나. REPORT II 사용법

REPORT II를 실행하기위해서 다음과 같은 절차를 사용한다.

- DOS 명령어를 사용하는 REPORTII 프로그램을 포함하는 subdirectory로 간다.
  Example : cd\reportII
- DOS 상태에서, repgen을 친다.
  The ReportII 프로그램 화면이 나타날 것이다.
- Main Menu를 보기위해서 Enter key를 친다.

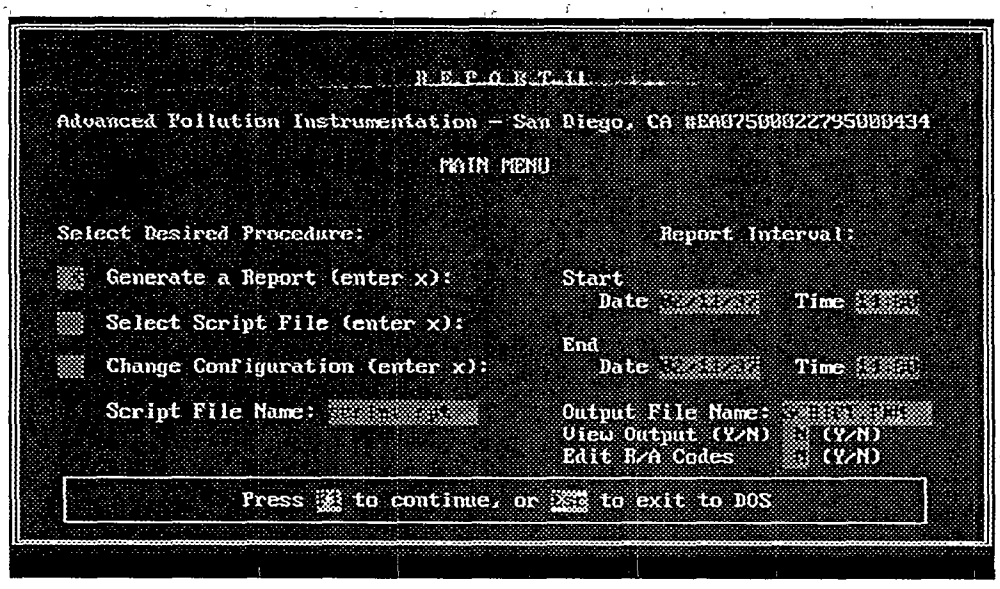


그림 D-6 REPORT II 주화면

(1) Generate a Report

기록을 만들기 위해서 x를 입력한다. 나타난 script 파일명에 관련된 기록을 만들기 위해서 F1 key를 친다. script에 있는 각각의 Verb는 script가 진행되는 대로 화면에 인쇄된다. 이 feature는 사용자로 하여금 자신의 기록이 적절하게 수행되고 있는지의 여부나 그렇지 않으면 어떤 에러메시지를 보여준다.

기록 생산이 끝나면 결과는 script내에 명시된 파일내에 있을 것이다.

(2) Select Script File

유용한 모든 script 파일을 나열한 창을 보기위해서 x를 입력하고 F1을 친다. script파일은 파일명이 확장자 .rpt를 갖는 지의 여부를 나열할 것이다. 파일을 선택하기 위해서 상하방향 화살표 키를 사용하고 Enter를 친다. 사용자가 파일명을 알고 있으면 script 파일필드에 파일명을 입력한다.

(3) Change Configuration

데이타 경로와 출력 파일명, 인쇄기 정보를 바꾸기 위해서 x를 입력하고 F1 키를 친다.

(4) Script File Name

report를 실행시키기 위해 필요한 script file을 입력한다. 사용자는 파일명을 입력 한거나 Select Script File option을 사용할 수 있다.

(5) Report Interval Start Date and Time End Date and Time

원하는 시점과 종점이 script file내에 정의되지 않았다면 원하는 날짜를 입력한다. 대부분의 경우에 화면에 시작한 날짜와 시간을 입력하고, script 파일내에 끝나는 날짜와 시간을 설정하는 것이 가장 좋다. 이 경우에 사용자는 정해진 간격으로 기록 시작시간을 offsetting함으로써 기록이 끝나는 시간을 설정할 수 있다. 예를들어, 사용자가 하루동안의 데이터를 열거하기를 원한다면, 사용자는 화면에 날짜를 입력할 수 있고 사용자의 script는 그날에 대해서 수행할 수 있다.

(6) Output Filt Name

이것은 Report II에 의해 만들어진 report 이름이다. 이것은 script 파일내에 명시된다.

(7) View Output

이 option이 이용가능가게 되면, 기록 페이지는 기록이 출력파일에 보내질 때 viewing을 위해 제공될 것이다. 각각 화면은 사용자가 다음화면을 나타내기 위해서 F1 key를 칠 때까지 멈출 것이고 화면이 나타날 때 ESC key를 친다면, viewing

option은 기록의 나머지를 위해 이용불가능하게 될것이다.

(8) Edit R/A Codes

사용자의 script는 기록이 만들어질 때 Reason/Action code를 편집하도록 한다. 이 option은 이러한 편집기능을 가능하게 한다.

operator 화면을 통해 입력된 정보는 script 파일명령에 의해서 수정될 수 있다.

화면필드의 내용은 repgen.def라고 불리는 definition파일에 저정된다. 이것이 의미하는 바는 많은 필드는 매번 ReportII가 수행될 때마다 새롭게 저장된다는 것을 의미한다.

부록 E. 대기오염 감시시스템 기기명세서

購 買 規 格 書

관세 분류 번호 HSK NO.	품목 번호 ITEM NO.	品名 및 規格 DESCRIPTION	單位 UNIT	數量 Q'TY
9027.10 0000		Ambient Air Pollution and Meteorology Monitoring System	System	1

A. General Features :

1. An ambient air pollution monitoring system should be able to measure SO_2, NO-NO_2-NO_x, O_3, TSP(Total Suspended Particles) and SP(PM10) automatically and continuously in ambient air. In addition, such meteorological data as wind speed/ direction, air temperature, humidity, solar radiation, atmospheric pressure should be collected by the system. Those data collected at the sampling stations should be transmitted to the central computer via telephone lines and be processed in appropriate manner by the computer for reporting measurement results.

2. The entire system may consist of gaseous pollutant analyzers, automatic TSP and PM10 monitors, high-vol air samplers, meteorological towers, data loggers, modems, computers, communication software, and appropriate options and accessories. Due to differences of measurement methods and calibration mechanisms of the monitoring units, the list of accessories and optional items described here would be incomplete. Hence, it is the bidder's responsibility to submit full accessory lists which are needed for 2 years whole system operation. These items should be included in the bid.

3. All gaseous analyzers should be produced by the same maker. High-vol samplers and automatic TSP/PM10 monitors may be provided by the separate makers. Also meteorological tower equipment and data handling devices including the computers may be provided by the other makers. However, it is the bidder's responsibility to ensure whole system operation.

4. The calibrators needed for accurate measurement of gaseous pollutants should be remotely controlled by the host computer. However, such remote

control procedures and calibration mechanisms may be different following to the makers of analyzers.

5. Centralized data management system should handle those tasks: data acquisition, data screening, review, calibration, calculation and editing capabilities with graphic display functions. The software for this task should be the one that can be improved and expanded by the user. This means that the bidder should provide the source codes of the programs or should be very familiar with the programs so further expansion of software be possible.

6. Power requirement : 110 or 220 VAC, 60Hz

Items for Purchasing

1. Sulfur Dioxide Analyzer	9 set
2. Nitrogen Oxides Analyzer	4 set
3. Ozone Analyzer	4 set
4. Automatic Ambient Particle Monitor	3 set
5. TSP Hi-Vol Sampler with PM-10 Inlet	
(1) Flow-Controlled High Volume Sampling System for TSP	6 set
(2) PM-10 Hi-Vol Size Selective Inlet only	3 set
6. Multi-Gas Calibrator	4 set
6a. (Zero Air Supply)	4 set
7. Single Gas Calibrator for SO2	5 set
8. Air Sampling Manifold System	4 set
9. Data Logger	(8 set)
10. Cabinet	8 set
11. Appropriate Accessories	
12. 10 Meter Fully-equipped Meteorological Tower	2 set
(1) Wind Speed & Direction Sensors	
(2) Air Temperature Sensor	
(3) Humidity Sensor	
(4) Solar Radiation Sensor	
(5) Atmospheric Pressure Sensor	
(6) Data Processing System	
(7) Standard 10 meter tower	
13. 10 meter semi-equipped meteorological Tower	7[illegible] set
14. Multiplexers and Modems	
15. Centralized Data Management System	
(1) Host Computer	2 set
(2) High speed ink jet printer	1 set
(3) Laser printer	1 set
(4) Operating Software	1 set

B. Specification of equipments :

1. Sulfur Dioxide Analyzer

Type : UV-fluorescence
Ranges : -0.1, -0.25, -0.5, -1, -10 ppm or more
Linearity : ± 1% of range or less
Noise (at zero) : 0.5 ppb or less
Response time (0-95%) : (Fast time response) : 2 minutes
(Slow time response) : 4 minutes
Minimum detection limit : 1 ppb
Precision : ± 1% FS or within 0.001 ppm
Zero drift : 24 hours : Less than 2 ppb
7 days : Less than 3 ppb
Span drift : 24 hours : Less than 0.5% FS
7 days : Less than 1% FS
Flow : 0.5 L/M or more

Additional Features

- No consumable gases or wet chemicals required.
- Insensitive to changes in flow and temperature.
- Digital display.
- U.V. excitation stabilized by closed loop control.
- Hermetically sealed U.V. lamp.
- Remote calibration essential.

2. Nitrogen Oxides Analyzer

Type : Chemiluminescence
Ranges : -0.1, -0.2, -0.5, -1, -5 ppm or more
(independently user selectable for NO, NO_2, and NO_x)
Noise (at zero) : 0.5 ppb or less
Response time (0-95%) : 4 min. or less
Minimum detection limit : 0.5 ppb at 60 sec. time constant or lower
Zero drift : 24 hours - Less than 2 ppb
7 days - Less than 3 ppb
Span drift : 24 hours - Less than 1% FS
7 days - Less than 2% FS
Precision : ± 1% FS
Linearity : ± 1% FS

3. Ozone Analyzer

Type : U.V. Photometric or Chemiluminescence
Ranges : -0.1, -0.25, -0.5, -1 ppm or more
Noise : Less than 1 ppb
Minimum detection limit : 0.002 ppm or lower
Zero drift : 24 hours - Less than 1 ppb
7 days - Less than 2 ppb
Span drift : 24 hours - Less than 1% FS
7 days - Less than 2% FS
Precision : ± 2% FS or within 0.002 ppm
Linearity : ± 1% FS
Flow rate : 1 L/ min. or more

4. Automatic Ambient Particle Monitor

Type : β ray absorption or filter-based weighing
Range : 0 - 1000 ug/m^3 or wider
Mass resolution : 10 minute averaging ± 10 ug/m^3
Main flow rate : 1 m^3/hr or more
Data averaging : 30 min., 1, 8 and 24 hr.
Data output : Parallel connector , RS-232C
Analog output (0-10 VDC)

Additional Features

- The instrument should measure indoor or outdoor particulate concentrations directly and in real time.
- The device calculates 30-minute, hourly, eight hour and daily averages of particulate concentration.
- If the instrument is filter-based weighing, recalibration of the microbalance system should not be required.
- The instrument should be equipped with a choice of inlets for PM-10, PM-2.5 or TSP and must be supplied with a TSP and a PM10 inlet for each main body..
- The instrument should allow users to retrieve real-time and stored information and change instrument parameters, both remotely and at the sampling location.

5. TSP Hi-Vol Sampler with PM-10 Inlet

(1) Flow-Controlled High Volume Sampling System for TSP

Main inlet type : Total Suspended Particulates (TSP) inlet
Flow rate : 40 cubic feet per minute (CFM) or 1.13 m^3/min or more.
Filter media : 8 in. x 10 in. (20 cm x 25 cm) quartz fiber filter media.

Accuracy of mass flow control (@ 40 CFM) : ± 2.5% deviation over 24-hour sampling period

Accuracy of volumetric flow control (@ 40 CFM) : <1 % deviation over 24-hour sampling period.

Mechanical timer : 7-day or longer timer, fully adjustable start and stop times 15 minute intervals at shortest

Elapsed time indicator : resettable range up to 9999 min.

(2) PM-10 Hi-Vol Size Selective Inlet only

- The PM-10 performance specifications designated by the U.S. EPA guidelines should be fully met.
- A removable greased collection shim to prevent large particle pass-through at sites with high concentrations of coarse particles included.
- This inlet has to be adaptable to all hi-vol systems.

6. Multi-Gas Calibrator

Type : Permeation tube and gas phase titration for SO2 and NO2
UV photometric internal ozone generation and calibration

For gas phase dilution :

Accuracy of mass flow measurement : ± 1% of F.S
Linearity of mass flow measurement : ± 0.5% of F.S
Repeatability of mass flow measurement : ± 2% of F.S
Ranges available :
Zero-air : -5, -10, -20 L/min.
Span gas : -50, -100, -200 SCCM
Dilution ratio : Depends upon choice of mass flow controllers
Response time as measured at output of manifold to 99% of final value : Less than 5 minute for low flows
Faster for high flow

For permeation tube oven :

Temperature control : Single point at 30, 35, or 50 ℃
Temperature stability : ± 0.2 ℃
Warm-up time-oven : 1 hour (permeation device can take 24-48 hours to be stabilized)
Carrier gas flow : 100 SCCM nominal
Chamber size : 12 cm in total length and 1 cm in diameter.

For ozone generator :

Ozone output : at 1.0 ppm, 5 L/min. or equivalent minimum

Ozone levels available : Two independent levels required

Additional Features

- If zero gas supply is required, it should be provided as an attachment of this multi-gas calibrator. The specification of zero gas supply is listed below.
- The calibraton system should be designed to supply the required levels of sulfur dioxide, nitrogen dioxide, and ozone to perform zero, precision and level 1 span checks, as well as multipoint calibration of these gases.
- Due to different design principles addressed by the makers, this item can be replaced with several subunits such as 3 single-gas calibrators or a separate ozone generator can be attached to the main unit.
- instead of the pemeation tube system, a mixed standard-gas system may be acceptible.
- Mass flow controlled gas dilution system.
- Mass flow controlled flow through permeation tube oven.
- Ozone generator qualifies as transfer standard.
- Up to three input gases plus permeation tube and ozone.
- Constant purge flow through permeation tube oven during stand-by.
- Positive shut off of zero air during stand-by operation.
- Remote operation via contact closure or TTL.
- Can be programmed to perform level 1 span and precision check remotely.

6a. (Zero Air Supply)

Pressure : 10-30 PSI or more
Standard flow rate : 10 liter/ min.
Water vapor : 0 ℃ dew point
Flow rate : 10 LPM standard or more

Additional Features

- This unit is a convenient system for the generation of pollutant free "zero" gas for NO-NO_x-O_3-SO_2 requirements.
- This unit may use an external compressor. The pressure regulators, chemical scrubbers, reactor and temperature controller are all contained in a single convenient case.

7. Single Gas Calibrator for SO_2

Type : Pemeation tube calibration
Flow rate : One set flow from 2 L/min. to 12 L/ min.
Temperature stability : ± 0.2 ℃
Warm-up time-oven : 1 hour (permeation device can take 24-48 hours to

be stabilized).
Carrier gas flow : 100 SCCM nominal
Chamber size : 12 cm in total length and 1 cm in diameter.

Additional Features

- This should satisfy most requirements for typical zero/ span instrumentation checks.
- The flow system must utilize differential pressure controlled orifices to ensure stable gas flows.
- Internal timer must allow interface of the SO_2 analyzer with the calibrator to give a total automatic system for monitoring zero and span checks.

8. Air Sampling Manifold System

Maijor configuration

Funnel : U-type
Probe : Standard 6 feet
Material : Sample inlet, extension tube, L type tube, T type tube, and drain pot should be made of pyrex glass or equivalent glass materials.
Fitting - Teflon
Housing : PVC
Diameter of the manifold : More than 50 mm
Number of sampling ports : More than 5
Distance between sampling ports : More than 200 mm
Blower flow rate : 1,600 - 2,000 L/ min.

Additional Features

- This should be to bring the air sample to each of the analyzers.
- The sample should not be degraded or diluted between air inlet and analyzers.
- Calibration valves, particulate filter assembly and moisture trap essential

9. Data Logger

Analog data inputs : 16 or more channels, voltage range selectable to - 1, - 5, ro - 10 V
Digital status inputs : provided when necessary
Digital control outputs(TTL) : 4 TTL contact closures or more
Program storage : 32K EEPROM minimum
Data storage : 128K RAM or 58,000 data entry

Communication interface : an RS232C port for computer interface and a standard centronics port

Battery backup : 120 hrs or more for internal memory and clock protection

Sample intervals : 1 min. for weather monitoring and 5 min. for other measurement

Additional Features

- This unit must be a commercialized, well known brand. No domestic product is acceptible.
- All functions should be controlled by touching a built-in key pad (or a keyboard) or by using a notebook computer at the site.
- Remote control via computer network essential.
- Internal model would be necessary if required.

10. Cabinet

- It must safely rack all the needed items.
- Domestic product may be acceptible if a detailed design is submitted.

11. Appropriate accessories

- Due to huge differerences of required-accessory list following to the makers of gas analyzers and particle analyzers, the list below may not include all necessory items. Hence, the bidder must submit his own accessory lists based on the maker's recommendation for operating at least 2 years of system full operation.
- If necessary, the accessory list mentioned above may be replaced with the standard maintenance and repair kits. In this case, in addition to the minimum requirements described below, 1 set of such maintenance and repair kit may be required for each analyzer.

For each SO2 Analyzer

(a) Filter (100 ea/pkg)	1 pkg
(b) Charcoal bag	2 begs
(c) UV lamp	1 unit

For each NO, NO2, NOx Analyzer

(a) Filter (100 ea/pkg)	1 pkg
(b) Charcoal bag	2 begs
(c) Ozone generator	1 unit

For each O3 Analyzer

(a) Filter (100 ea/pkg) 1 pkg
(b) UV lamp 1 unit

For each Automatic Ambient Particle Monitor

(a) Glass fiber filter (β ray absorption) 10 rolls
Filter (filter-based weighing) 5 pkg

For each TSP Hi-Vol Sampler with PM-10 Inlet

(a) Filter (100 ea/pkg) 5 pkg

For each Multi-Gas Calibrator (including Zero Air Supply)

(a) Appropriate standard gas sources in perm tubes or cylinders
SO_2 2 units
NO_2 2 units

12. 10 Meter Fully-equipped Meteorological Tower

System overview

- This monitoring tower system should include all the sensors, signal processing units, a data logger enough for meteorological data storage, a heavy duty 10 M tower, and appropriate software for data communication and remote controling of the data logger.
- The system should measure wind speed, average wind speed, wind direction, average wind direction, sigma-theta of the wind direction (Pasquill index) and wind direction frequency distribution as well as other meteorological parameters as described below.
- All the accessories and optional devices needed for operating this system should be included.

(1) Wind Speed & Direction Sensors

Type : Cup and vane system
Wind speed Range : 0 - 45 m/s (0 - 100 mph)
Accuracy : ± 1 % or 0.14 mph
Threshold : 0.22 m/s (0.5 mph)
Response : Distance constant less than 2 m of flow
Wind Direction Range : 0-360 deg., 0-540 deg. with appropriate translator
Accuracy : ± 3 deg.
Threshold : 0.22 m/s (0.5 mph)
Operating Temp. : -40 to 60 deg. C
Signal Output : Variable DC voltage, magnitude proportional to wind speed and wind direction

Crossarm assembly included

(2) Air Temperature Sensor

Type : Thermister type platinium or multi-stage solid state
Range : -30 ℃ to +50 ℃
Accuracy : ± 0.1 ℃
Time constant : Less than 10 sec.
Linearity : ± 0.2 ℃

(3) Humidity Sensor

Type : Strain gauge type
Range : 0 - 100% RH
Accuracy (at 20 ℃) : ± 2% between 0% and 80% RH
Response time : Less than 20 second
Linearity : ± 2 % full scale
Element hysteresis : Better than ± 2 %
Operating temperature : -40 ℃ to +60 ℃

(4) Solar Radiation Sensor

Type : Pyranometer type
Accuracy : ± 5 %
Linearity : ± 5 %
Response time : 5 seconds

(5) Atmospheric Pressure Sensor

Range : 800 to 1100 mb
Accuracy : ± 0.05% FS
Linearity : < ± 0.05% FS
Hysteresis : < 0.01% FS
Operating temp. : -20 ℃ to +60 ℃

(6) Data Processing System

Type : data logger and data processor
Number of channels : 10 or more, expandable
Accuracy of voltage measurements and analog output voltages : 0.2 % of FSR
Range and resolution : software selectable for any channel
Data storage capacity : 50,000 data points or 64K RAM at minimum
Sample interval : 1 min. to 24 hrs, software selectable for any channel
Clock accuracy : +/- 1 min. per month
Communications : RS232, auxillary TTL data
Power Supplies
Input voltage : 115Vac, 60Hz, or ± 12 VDC
Output power : +12V @500 mA, -12V @500 mA

Over-voltage protection : Varistor transient protection
Short circuit protection : Internal current limiting
Thermal overload protection : Internal to regulator.

Additional Features

- This system is required for providing terminal connections for signal input and output, for providing power to the sensors, for physically housing individual signal conditioning modules, and for storaging data.
- In addition, this system should include numbers of individual signal translator modules needed for processing input data from the sensors.
- The housing must be made of heavy duty aluminum or stainless steel.

(7) Standard 10 meter tower

Type : Standard stacked tower made of steel or aluminum alloy, triangular design
Full height grounding essential
Domestic product may be acceptible

13. <u>10 meter semi-equipped meteorological Tower</u>

- This system is for only measuring wind speed, average wind speed, wind direction, average wind direction, sigma-theta of the wind direction (Pasquill index) and wind direction frequency distribution.
- Hence, items (1) and (6) described above are required.
- No 10 meter tower is purchased.

14. <u>Multiplexers and Modems</u>

Modem Type : Hayes compatible, 2400 bps minimum.
Multiplexer Type : C.T.C. (communication traffic controller)

- The multiplexers and modems should be an well known commercialized brand.
- The configuration, number of channels and input/output characteristics of the multiplexers may be various depending upon TMS system designs.

15. <u>Centralized Data Management System</u>

(1) Host Computer
Type : Industrial PC, Desk top type
CPU : EISA I-80486/ 50MHz processor
RAM memory 16 MB, 256KB cache
240 MB Harddisk (for industrial use)
101 keyboary

1.2 MByte 5.25" and 1.44 MByte 3.5" Disk drives
25" SVGA monitor
2-Button mouse
2 serial RS-232 ports and 1 parallel port
Mounting space for 2 half-height drives
7 expansion slots
MS DOS v.6.0 operating system

(2) High speed ink jet printer
Type : HP Deskjet printer compatible
A3 size, 300 dpi graphics
Scalable fonts

(3) Laser printer
Type : HP laser printer compatible
A4 size, 360 dpi graphics

(4) Operating software
Software refered here is so called "data management system" for TMS operation and hence should manage the following functions.

- Data acqusition
  This includes automatically polling and accepting data polled on site by the site operator. The automatically polled data need to be automatically "uploaded" into the data management system.

- Data Screening, Review, Calibration, Calculations and Editing
  The data management system needs to be able to screen the data for "outliers" using operator defined criteria for minimum, maximum and rate of change. Data identified as outliers need to be automatically "flagged" and an outlier report needs to be automatically generated.

  The software needs to be able to generate a "RAW" data report which shows a full-month hourly data for each parameter (with "rows" for days of the month and "columns" for hour of the day) with additional rows and columns to identify minima, maxima and averages. The data management system also needs to create daily reports of the hourly data and the calibration data for each site.

  The data management system needs to be able to apply adjustments/ calibrations to the data in the data base to correct data after it has been polled from the sites. These corrections include (1) adjustments to wind direction, and (2) slope and intercept corrections to data, including incremental corrections between two sets of calibration data separated by a month or more.

  The data management system needs to perform several calculations, including (1) calculating relative humidity from temperature and dew

point (and dew point from relative humidity and temperature data); (2) unit conversion calculations, such as calculating, "μg/ m^3" from "ppb" for gaseous parameters or "meters/ second" from "kilometers/ hour" for wind speed.

It needs to have an "editor" to allow entering "data flags" in place of hourly data (e.g., "IM" for instrument malfunction and "CA" for calibration). The data management system needs to be able to disregard these flagged data when performing calculations on the data set.

- Data Reporting

The data management system needs to generate "PRELIMINARY" and "FINAL" data reports. The system needs to be able to create these reports on a daily, monthly, quarterly and annual basis. The reporting system needs to include daily and monthly parameter tables similar to those described for the raw data review and wind roses and joint frequency distributions for the meteorology data. The reporting system needs to be able to present "hard copy" reports as well as prepare data in standardized digital format.

- Data Archiving, Backup and Protection

The data management system needs to include utilities to backup the data at all levels (raw, preliminary and final) to tape for offsite storage. The system also needs file protection to prevent users from changing raw data files. (The data management system needs to have built in routines that allow edited "RAW" data files only to be saved as "PRELIMINARY" files, protecting the integrity of the original data.)

- Data Viewing

The data management system needs to include routines to allow plotting and viewing data as follows :
Frequency distributions,
Statistics (max, min, mean, standard deviation and percentile levels),
Time plots/trends,
Time series analyses,
Contour maps of polllutant and wind data,
Data exploration software to allow users to have a "movie view" or the graphical and temporal wind and pollutant data on the computer video monitor.

C. Additional Requirements

1. TMS installation plan

In applying this bid, the bidder should provide his/her own TMS installation plan including a detailed diagram(s) of system configuration. The plan may include descriptions of such items: a monitoring station design, a computer system design, communication protocols, and operating software. This document may be prepared in English or in Korean.

2. Spare parts and accessories

Manufacture's recommended spare parts and optional accessories should be quoted as options and their full lists have to be provided. These items are different with the standard accessories needed for daily operation of monitoring devices which are considered should be purchased in this bid. The standard accessories included in this bid must satisfy all the necessities needed for at least 2 years of TMS operation.

3. Installation, test-run and software improvement

A successful bidder will automatically have a contract with the KEPCO and perform such works as the TMS installation, test-run and related software development. Details of software improvement and development will be arranged later, but contactor has to be fully responsible of successful operation of the TMS.

4. Training

Contractor should provide training for electronic engineers and environmental scientists of KEPCO for gas monitoring system and meteorological station at the end user's site.

5. Warranty

The contractor should provide free warranty service covering normal operation of the equipments and analyzers for 2 years after the installation and test-run of the TMS system.

購 買 規 格 書

관세 분류 번호 HSK NO.	품목 번호 ITEM NO.	品 名 및 規 格 DESCRIPTION	單 位 UNIT	數量 Q'TY
9027.10 0000		Doppler Acoustic Sounder	System	1

A. General Features

1. This system should be able to provide remote wind and turbulence data for describing the mean and turbulent processes within the atmospheric boundary layer based on DASS(Doppler Acoustic Sounding System). The system should produce this information to altitudes in excess of 1000 meters in 30 meter intervals.

2. At each sampling altitude, the DASS will provide the following outputs:

   o Three wind components (one vertical and two horizontal).

   o Horizontal wind speed and direction, standard deviations of the horizontal wind speed, sigma w and standard deviations of the horizontal components.

   o Backscattered signal intensity for each components.

   o An estimate of the background noise level intensity for each component.

   o Mixing height and inversion top.

   o Qualitative stability estimate categorized as stable, neutral or unstable.

3. For accurate estimation of three-dimensional wind profiles only the three antennae system can be acceptible. Major components of this system may include: (1) Doppler sounder system, (2) Three dimensional

antenna with heater mounted on the trailer, (3) Digital facsimile processing package, and (4) Profiler analysis and display software.

4. The manufacturer should provide installation and on site training for 1 week without extra charges.

B. Specification of equipment :

Range

Horizontal wind speed components : 0 to ± 20 m/s
Horizontal wind speed vector : 0 to 30m/s
Vertical wind speed component : 0 to ± 3.7 m/s
Horizontal wind direction : 0 to 359 deg.

Accuracy

Horizontal wind speed components : 0.2 m/s
Horizontal wind speed vector : 0.2 m/s
Vertical wind speed components : 0.1 m/s
Horizontal wind direction : 5 deg. for WS > 1.5 m/s

Output Resolution :

Horizontal wind speed components : 0.1 m/s
Horizontal wind speed vector : 0.1 m/s
Vertical wind speed components : 0.1 m/s
Horizontal wind direction : 3 deg. (1 deg. opt.)

Other specification

Host processor : PC 486DX2 50 MHz
Operating frequency : 1000 - 4000 Hz
Sampling height : upto 1000 m
Sampling height interval : 30 m or less
Minimum sampling height : 10 m
Averaging period : 2 - 60 min. (operator selectable)

Hardware description

- PC 486DX2 system with 4 MB memory, 1.44 MB(3.5") and 1.2(5.25") floppy drives, 200 MB hard drive, 14" VGA monitor, a mouse, MS DOS and Window Operating System
- Printing device such as laser printer

- Trailer mounted antennae with heater
- Cables
- Environmentally controlled shelter
- 10 meter meteorological tower with wind speed, wind direction, temperature, and solar energy sensors
- Signal conditioner and data logger
- Appropriate accessories needed for continuous 2 year operation

Worksheet(한글)

작성자 : 천성남
공개: ● 비공개:

◇주제분야 540120

◇내용요약

최근 수 년간 우리나라 전력수요 성장률은 매년 10%를 넘어서는 급신장 추세를 보이고 있지만 이러한 수요증대에 부응하기 위한 화력발전소의 신규 건설 및 용량 증대는 발전소 인근 지역에서 대기오염 문제를 야기시켜 지역 주민들과 발전소 사이에 마찰을 초래하는 사례가 발생하고 있다. 이런 대기오염 관련 민원 발생의 소지를 배제하기 위해서는 근본적으로 대기오염 방지설비에의 투자가 증대되어 오염물질의 방출을 원천적으로 저감 또는 차단시켜야 하지만 이에 못지않게 발전소에서 불가피하게 배출될 수 밖에 없는 대기오염물질에 대해서도 적절한 관리가 필요하다.

본 연구는 보령 화력발전소를 대상으로 발전소 주변에 대기오염측정망을 구성하고 이 측정망에 연돌 배출 오염물질 측정설비와 기상계측기를 연계시켜 종합적인 대기환경감시망을 설치하는 것을 목적으로 하였다. 보령 화력발전소에 설치된 대기환경감시망은 24시간 발전소 주변 환경 농도를 감시하면서 그 측정값을 지역 주민들에게 공개함으로 해서 환경친화기업으로서 우리 공사의 이미지 제고에 일익을 담당할 것이다. 또한 본 연구에서는 대기오염확산 모델 개발을 위한 기본자료의 구득을 위한 국내 최초의 연구 목적 설비라는 점을 감안하여 측정소와 측정항목들의 선정에 특히 심혈을 기울였다. 따라서 여기에서 얻어지는 자료가 바탕이 되어 이제부터는 한국형 대기오염 모델 개발을 본격적으로 추진할 수 있게 되었는 바, 이런 점에서 본다면 본 연구는 우리 나라 대기오염 관리 연구의 한 중요한 이정표가 된다고 하겠다.

◇보고서명 : 대형석탄화력 대기오염감시망 구축 및 화산에측기술개발

◇저자(소속 및 성명)

전력연구원 홍욱희; 김영배; 천성남; 김현용
한국과학기술연구원 문길주; 김영성; 심상규; 김용표; 김진영

◇보고서번호 : TR.93CJ03.97.20

◇페이지수 : 499

◇출판년도 · 언어 : 1997, 한국어

◇Keyword

1. 종합 대기오염감시망
2. 대기오염물질 상시 감시
3. 대기오염확산 모델링
4. 대기오염 관리기술
5. 기상데이터 관리

◇연구기간: 1993. 07 ~ 1996. 10 ◇총개발비: 843,578 천원

◇협력(위탁)기관 : 한국과학기술연구원

Worksheet(영문)

작성자 : 친성남

공개: ● 비공개:

◇주제분야 : 540120

◇내용요약

The main purpose of this study was to construct an integrated air pollution monitoring network(APMN) at the Boryong Thermal Power Plant site. For siting the air pollution monitoring stations(APMS) and determining appropriate numbers of them, four different approaches were applied; extensive field survey, meteorological data anaysis, dispersion modelling and wind tunnel experiments. After analyzing those results obtained from such different disciplines, 9 APMS sites were selected and facilities of ambient air pollution and meteorological measurements were installed at each site. In addition to the 9 APMS, a doppler meter(SODAR, sound detection and ranging) was installed in order to continuously monitor the wind direction and speed upto 1500 meter from the ground.

Ambient air pollution and meteorological data and source emission data were transmitted to the central computer and processed by the computer. Many obstacles such as difficulties of negotiating with the local people who own the lands for APMS installation and getting the land use permits from the local government, delay of import and installation of TMS facilities, and frequent malfunctions of many accessory devices during APMS construction and test operation, particularly in the data transmission and data acqusition system part, had made the construction work quite longer than the period it was planned at the planning stage of this project. However, all the hurdles were finally overcome and after several months test period the system seems to work as originally planned. In the presenting report, these all efforts devoted for constructing and test operating the advanced APMN system were described and the manuals and guidelines of APMN construction and operation were included.

◇보고서명

Development of an Integrated Air Quality Management System for the Large-capacity Coal fired Power Plants

◇저자(소속 및 성명)

KEPRI : Wuk-Hee Hong;Yung-Bae Kim;Sung-Nam Chun;Hyun-Yong Kim

KIST : Kil-Choo Moon;Young-Sung Ghim;Sang-Gyu Shim;Yong-Pyo Kim;Jin-Young Kim

◇보고서번호 TR.93CJ03.97.20

◇페이지수 :499

◇출판년도 · 언어 1997, Korean

◇Keyword

1. Air pollution monitoring network
2. Real-time air pollution monitoring
3. Air pollution dispersion modelling
4. Air pollution management
5. Meteorological data management

◇연구기간: 1993. 07 ~ 1996. 10 ◇총개발비: 843,578 천원

◇위탁(위탁)기관 : Korea Instiute of Science and Technology