

KOSHA GUIDE

E - 123 - 2012

전기장치에서의 SF<sub>6</sub> 가스 분석과  
처리에 관한 기술지침

2012. 8.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 한국전기안전공사 최종수 부처장

o 제 · 개정 경과

- 2012년 8월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- IEC 60480 (International Electro-technical Commission ; 2004)  
/Guideline for the Checking and Treatment of Sulfur Hexafluoride (SF6)  
taken from Electrical Equipment and Specification for its re-Use)

o 관련법령 · 고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제2장(위험물 등의 취급 등)과 제2편제2장제2절(화기 등의 관리)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제4편(폭발, 화재 및 위험물 누출에 의한 위험 방지)

o 기술지침 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 8월 27일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 전기장치에서의 SF<sub>6</sub> 가스 분석과 처리에 관한 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 산업현장에서 사용되는 SF<sub>6</sub>(sulfur hexafluoride) 가스의 분석과 이를 처리하는데 필요한 사항에 대하여 기술함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

- (1) 이 지침은 SF<sub>6</sub>가 충전된 전기설비를 유지보수 하거나 사용수명이 지난 기로부터 이를 제거 또는 재사용 시에 적용한다.
- (2) 이 지침은 SF<sub>6</sub>를 재생하거나 신규 또는 기존설비 충전 시에 허용 가능한 수준으로 품질을 회복하는데 적용한다.
- (3) 이 지침은 SF<sub>6</sub>의 분석과 이를 취급하는 자에게 적용한다.

### 3 정의

- (1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
  - (가) “전기장치(Electrical equipment)”라 함은 발전, 송전, 변전, 배전 또는 이와 같은 목적을 위해 사용하는 전기 기계기구와 전기 에너지의 이용을 위한 변압기, 보호 장치, 측정계기, 배선재료 및 용품 등을 말한다.
  - (나) “인클로저(Enclosure)”라 함은 직접접촉 또는 외부의 어떤 영향으로부터 장비를 보호하도록 밀폐구조의 용기를 말한다.
  - (다) “유지관리(Maintenance)”라 함은 감독의 조치를 포함하여 모든 기술 및 행정적인 조치에 따라 그 상태로 유지하거나 제 기능을 수행할 수 있는 상태로 복원하는 것을 말한다.
  - (라) “절연재료(Insulating material)”라 함은 전기적인 전도도가 서로 다른 부분은 분리하는데 사용되는 무시할 정도로 낮은 전기도전율을 가진 재료를 말한다.

다.

- (마) “절연가스(Insulating gas)”라 함은 전기적인 전도도가 서로 다른 부분은 분리하는데 사용되는 무시할 정도로 낮은 전기도전율을 가진 가스를 말한다.
- (바) “전극(Electrode)”이라 함은 서로 다른 전도성의 접점으로 상호 의도된 역할을 수행하는 도체부분을 말한다.
- (사) “신규 SF<sub>6</sub>(New sulfur hexafluoride)”이라 함은 한 번도 사용한 적이 없는 SF<sub>6</sub>를 말한다.
- (아) “기사용 SF<sub>6</sub>(Used sulfur hexafluoride)”라 함은 전기장치에 기 충전된 SF<sub>6</sub>를 말한다.
- (자) “미사용 SF<sub>6</sub>(Unused sulfur hexafluoride)”라 함은 전기장치에 한번도 충전된 적이 없는 SF<sub>6</sub>를 말한다.(예: 가스저장 탱크로 이송)
- (차) “재활용(Recycling)”이라 함은 순환공정을 통해서 이전단계로 돌아가기 위한 변경이나 처리를 하기 위한 일련의 작업을 말한다.
- (카) “재생(Reclaiming)”이라 함은 화학적 흡착에 의한 절연 액체 또는 기체의 가용성과 불용성 불순물을 제거하고 가능한 한 원래의 값으로 본 지침에서 제안한 수준으로 그 속성을 복원하기 위한 기계적 수단을 포함하는 것을 말한다.

- (2) 그 밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

## 4. 일반사항

### 4.1 SF<sub>6</sub> 가스내의 불순물

#### 4.1.1 SF<sub>6</sub> 가스내의 불순물의 종류

전기장치의 절연용으로 사용되고 있는 SF<sub>6</sub> 가스에는 여러 가지의 불순물이 포함되어 있는데, 그들 중 일부는 제조공정의 결과로 이미 상존해 있거나 전기장치의 사용 상태에 따라 다양한 불순물을 포함하며, 이러한 불순물의 발생 요인과 종류를 살펴보면 <표 1>과 같다.

<표 1> SF<sub>6</sub> 가스의 사용 상태에 따른 불순물의 종류

SF <sub>6</sub> 사용 상태	발생 요인	불순물의 종류
공급, 취급 시	누설과 불완전 피난 탈착	Air, Oil, H <sub>2</sub> O
절연 기능	부분 방전 : 코로나와 방전	HF, SO <sub>2</sub> , SOF <sub>2</sub> , SOF <sub>4</sub> , SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
개폐장치	개폐아크 침식	H <sub>2</sub> O, HF, SO <sub>2</sub> , SOF <sub>2</sub> , SOF <sub>4</sub> , SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , CuF <sub>2</sub> , SF <sub>4</sub> , WO <sub>3</sub> , CF <sub>4</sub> , AlF <sub>3</sub>
	기계적인 침식	금속 먼지, 입자
내부아크	도체의 용융 및 분해	Air, H <sub>2</sub> O, HF, SO <sub>2</sub> , SOF <sub>2</sub> , SOF <sub>4</sub> , SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , SF <sub>4</sub> , CF <sub>4</sub> 금속 먼지, 입자, AlF <sub>3</sub> , FeF <sub>3</sub> WO <sub>3</sub> , CuF <sub>2</sub>

## 4.1.2 공급과 취급 시 불순물

전기장치에 가스를 채우거나 비울 때, 공기와 수증기가 추가로 발생할 수 있다. 수분 또한 전기장치의 내부 표면과 고분자 부품으로부터 흡수될 수 있고 사용 중인 전기장치에서 오일(펌프 및 압축기)의 부주의한 취급으로 유입될 수 있다.

## 4.1.3 절연기능이 있는 전기장치의 불순물(예: 차단기)

전기장치로부터 발생하는 주요형태로 부분방전(코로나와 방전)에 의한 SF<sub>6</sub>의 분해이다. 이에 따른 생성물로는 SF<sub>5</sub>, SF<sub>4</sub>와 F, O<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O의 결합으로 형성된 화합물로 주로 HF, SO<sub>2</sub>, SOF<sub>2</sub>, SOF<sub>4</sub> 및 SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 등 SF<sub>6</sub>의 분해물이다. 부분 방전의 낮은 에너지로 인해 이러한 화합물의 누적량은 일반적으로 무시할 수 있다.

## 4.1.4 개폐장치의 불순물

- (1) 전류를 개폐하는 중에 발생하는 고온의 아크는 SF<sub>6</sub>의 분해물을 생성시키며, 금속전극·플라스틱·불순물 등을 증발시킨다. 또한, 기 형성된 분해물 간에 화학반응이 일어나기도 한다.(<표 1> 참조).
- (2) 이 분해 생성물의량은 흡착기(주: 고체 흡착기)가 설계된 전기장치의 설치 개소에 따라 관리된다.

- (2) 개폐장치를 개폐하면 점점의 단속(斷續)으로 인해 발생하는 금속입자와 분해물이 불순물에 포함될 수 있다.

#### 4.1.5 내부 아크로부터 불순물

내부 아크의 발생은 매우 드물게 나타나며, 결함이 있는 장치에서의 SF<sub>6</sub> 예상 불순물은 개폐기에서 발견한 것들과 비슷하다. 일반적인 차이점으로는 잠재적인 독성위험(IEC 61634 참조)을 만들 수 있을 만큼 높은 화합물의 수량으로 나타나고, 금속재료의 상당부분 기화가 발생하고 추가적인 반응물들을 만든다.

### 4.2 환경 영향

- (1) 인간의 제반 활동은 환경에 큰 영향을 미치고 있고, 이러한 활동에 따른 영향은 관련 물질의 사용량에 따라 크게 달라진다. 따라서 환경에 대한 SF<sub>6</sub>의 예측 가능한 영향을 고려할 필요가 있다.
- (2) 전기설비에서의 SF<sub>6</sub> 사용량은 그리 많지 않아 지구 환경과 생태계에 미치는 영향은 무시할 수 있을 정도이다. 그러나 전기장치 이외에도 SF<sub>6</sub>가 사용된다면 그 밀폐와 관리에 드는 비용을 사용자가 부담한다는 가정 하에 유지될 것이다.

#### 4.2.1 생태계에 미치는 영향

SF<sub>6</sub>는 불활성 기체로 물속에서 잘 용해되지 않으므로 지면·물 또는 토양 등에 특별한 위험을 주지 않기 때문에 SF<sub>6</sub>는 생태계에 큰 해가되지 않는다고 보고 있다.

#### 4.2.2 오존 파괴

SF<sub>6</sub>는 성층권의 오존을 파괴하지 않는 것으로 알려져 있다.

#### 4.2.3 온실 효과

SF<sub>6</sub>는 온실효과에 영향을 주는 것으로 알려져 있으나 사용되는 양이 상대적으로 아주 작아 온실효과에 미치는 영향은 매우 적다.

#### 4.2.4 분해 생성물

SF<sub>6</sub>의 분해 생성물은 다량으로 대기 중에 방출 되지 않는다. 전기장치의 사용 수명이 다할 때에는 현지 환경에 악영향을 미치지 않게 중성의 생성물로 전환 될 수 있다.

### 4.3 조건과 안전

#### 4.3.1 일반사항

- (1) SF<sub>6</sub>는 무색 · 무미 · 무취이다. 그것은 상온에서 화학적으로 안정되고 비 가연성이다.
- (2) 원리적으로는 산소 20 %와 SF<sub>6</sub> 80 %가 혼합된 물질을 흡입해도 건강에는 별다른 문제가 없다고 볼 수 있으나, 일반 작업 환경에서는 SF<sub>6</sub>의 최대농도를 1000 µL/L보다 낮은 농도로 관리하도록 하고 있다(근무시간 풀타임 (8H/일, 5일/주) 기준임). 이는 독성 가스에 관한 기준이 아니라, 정상적인 근무상태에서 존재하지 않는 모든 무독성 가스에 대한 설치기준이다.

#### 4.3.2 SF<sub>6</sub> 사용시 주의사항

SF<sub>6</sub> 가스가 사용될 때 위에 주어진 정보 이외에 몇 가지 주의사항을 따라야 하며, 다음은 그 주요사항이다.

##### 4.3.2.1 산소 결핍

- (1) SF<sub>6</sub> 가스는 공기보다 5배 정도 무거우며, 작업 환경에 대량으로 노출되는 경우는 저지대 영역에 축적될 수 있다.
- (2) 결과적으로 공기 중에 가능한 한 산소량이 줄어들지 않도록 해야 한다.
- (3) 산소 농도는 16 %보다 아래로 떨어지면 모든 작업에게 질식의 위험으로 나타난다. 특히 중요한 부분은 케이블 덕트, 트랜치, 점검비트와 배수 시스템과 같은 통풍이 좋지 않은 지하 장소이며, 공기의 움직임과 통풍에 따라 일정시간 후, SF<sub>6</sub>는 작업환경내 공기와 섞여 현지농도가 허용 가능한 수

준으로 회복될 것이다.

#### 4.3.2.2 기계설비

대부분의 응용 프로그램에서 사용된 SF<sub>6</sub> 가스의 압력은 대기압보다 상위의 압력이다. 따라서 인클로저 벽면의 기계적 결함과 관련된 위험에 작업자의 노출을 피하기 위해, 장비를 다룰 때 특별한 주의가 필요하다.

#### 4.3.2.3 냉동

압축된 SF<sub>6</sub>가 급속하게 방출되면, 갑작스런 팽창으로 온도를 낮추어 가스 온도가 0 °C 아래로 떨어질 수 있다. 따라서 작업자가 보호복과 눈 보호 기능을 갖추고 얇은 경우 실수로 예를 들어 충전 중에 가스의 분사를 받는 작업자는 심각한 냉동화상의 위험을 받을 수 있다.

### 4.3.3 기사용 SF<sub>6</sub>의 필요한 예방조치

전기장치의 특정 조건에서 사용된 SF<sub>6</sub> 가스는 잠재적으로 독성정보와 분해 생성물을 포함할 수 있으며, 분해에는 전기방전 및 가열의 두 가지 형태로 나타난다.

#### 4.3.3.1 전기 방전 분해

- (1) SF<sub>6</sub> 가스에 전기적인 불꽃으로 인해 자체 구성품의 분자를 분해하는 경향이 나타난다. 이것은 화학적인 분해에 이어 분해된 생성물의 대부분은 SF<sub>6</sub>로 다시 재결합 된다.
- (2) 또한 앞에서 언급한 산소와 수증기(그리고 금속 표면)의 존재는 다른 반응 경로가 가능하게 만들며, 소량의 부산물로 나타나는 이러한 경로 중 일부는 유해독성(toxic properties)이 들어 있을 수 있다.

#### 4.3.2.2 열에 의한 분해

- (1) 500 °C를 넘는 SF<sub>6</sub> 가스에서는 구성요소들을 분해하기 시작한다. 이러한 고온의 온도는 예를 들어 화재시나 가열요소, 담배흡연 등의 형태로 나타날 수 있다.



- (2) 금속표면 자체가 촉매 반응을 통해 이러한 효과를 향상시킬 수 있으며, 분해 생성물은 4.3.3.1로 인용된 것과 유사한 메커니즘에 의해 나타날 수 있다.

#### 4.4 안전 보건을 위한 고려사항

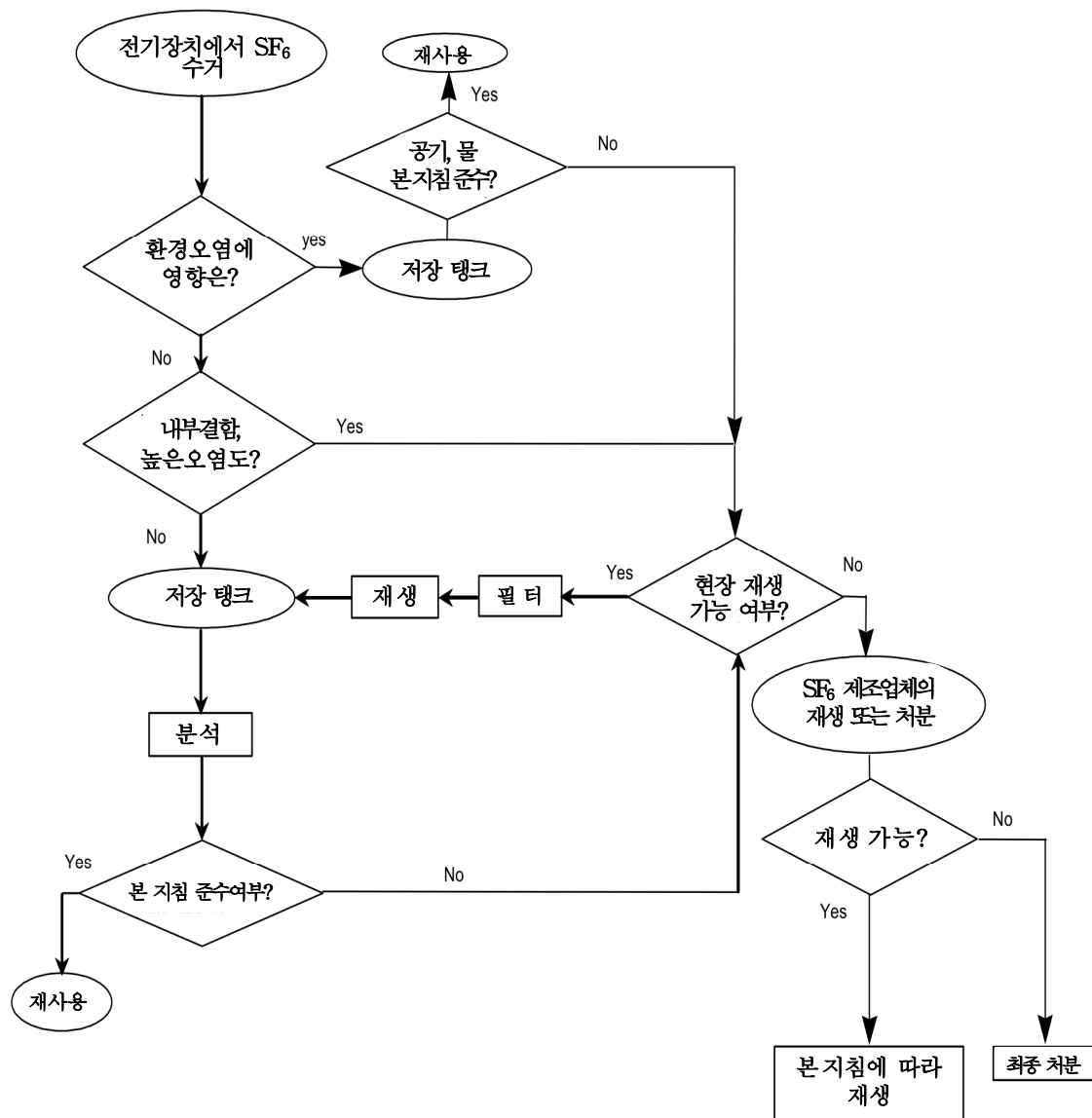
- (1) 전기장치의 정상 사용 상태에서는 SF<sub>6</sub> 가스는 장치 내부에 잔류하고 안정적인 독성분해 생성물들은 흡착성이 있는 인클로저의 내부 표면에 존재하나, 다음과 같은 세 가지 요인에 의하여 장치외부로 누출될 수 있다.

- (가) 누설
- (나) 부적절한 처리 절차
- (다) 인클로저의 고장

- (2) 건강에 위해한 분해 생성물은 많은 양이 장시간 노출된 작업 환경의 경우에만 그 위험성이 나타난다.

### 5. SF<sub>6</sub> 재사용 절차

- 5.1 SF<sub>6</sub> 처리 시 작업자를 위한 가이드로 유지보수가 필요한 개폐장치(스위치)로부터 SF<sub>6</sub>를 수거, <그림 1>은 신규 또는 기존 스위치로부터 SF<sub>6</sub>를 안전하게 처리하기 위해 현장여건에 맞도록 선정한 절차이다.



<그림 1> SF<sub>6</sub>의 안전한 처리를 위한 의사결정 절차도

## 5.2 SF<sub>6</sub> 가스 재사용을 위한 불순물 최대 허용기준

<표 2> SF<sub>6</sub> 가스에서의 불순물 최대 허용기준

불순물	최대 허용기준	
	정격 절대압력 <200 kPa <sup>a</sup>	정격 절대압력 >200 kPa <sup>a</sup>
공기와/사불화탄소 (air and/or CF4)	3 % 용적 <sup>b</sup>	3 % 용적 <sup>b</sup>
물 (H <sub>2</sub> O)	95 mg/kg <sup>c,d</sup>	25 mg/kg <sup>d,e</sup>
광유 (mineral oil)	10 mg/kg <sup>f</sup>	
총 반응가스의 분해 생성물	총 50 μL/L 또는 (SO <sub>2</sub> +SOF <sub>2</sub> )에 대한 12 μL/L 또는 25 μL/L HF	

a 재 사용 시 전 범위 압력(P >200 kPa) 내에서 적용이 가능(HV 및 MV 절연 시스템뿐만 아니라 모든 차단기)하도록 하고, 낮은 범위 압력 P <200 kPa은 저압 절연 시스템(일반적으로 MV급 배전) 적용하도록 함.

b SF<sub>6</sub> 혼합물의 경우에는 가스의 레벨은 장치 제조업체에서 지정하도록 함.

c 95 mg/kg(95 ppmw)는 750 ppmv (750 μL/L)와 같고, 이는 -23 °C의 이슬점에 해당한다. 20 °C, 100 kPa에서 측정.

d ppmv로 변환될 이러한 레벨은 적합한 기준이 추가될 때까지 혼합물에 적용.

e 25 mg/kg(25 ppmw)은 200 ppmv (200 μL/L)와 같고, 이는 -36 °C의 이슬점에 해당한다. 20 °C, 100 kPa에서 측정.

f 오일 (oil)을 함유하는 가스 취급장치(펌프, 압축기)를 사용하는 경우, SF<sub>6</sub>의 오일 함량을 측정해야 할 수도 있다. 그러나 SF<sub>6</sub>와 접촉하는 모든 장비가 무급유(oil-free)이면 오일 함량을 측정할 필요는 없음.

- 주1. 공기(air)와/ 사불화탄소(CF<sub>4</sub>)은 별도 오염으로부터 고려되어야 함.
2. 물이나 분해 생성물의 불순물을 보려면 SF<sub>6</sub>를 현장 복원(reclaimable on-site)이 가능하도록 해야 하는데 이는 사용할 필터의 성능에 따라 다를 수 있음.
3. SF<sub>6</sub>를 현장복원하기 어려울 경우에는 SF<sub>6</sub> 제조업체에 반환하거나 재생 또는 폐기회사에 보내야 함.

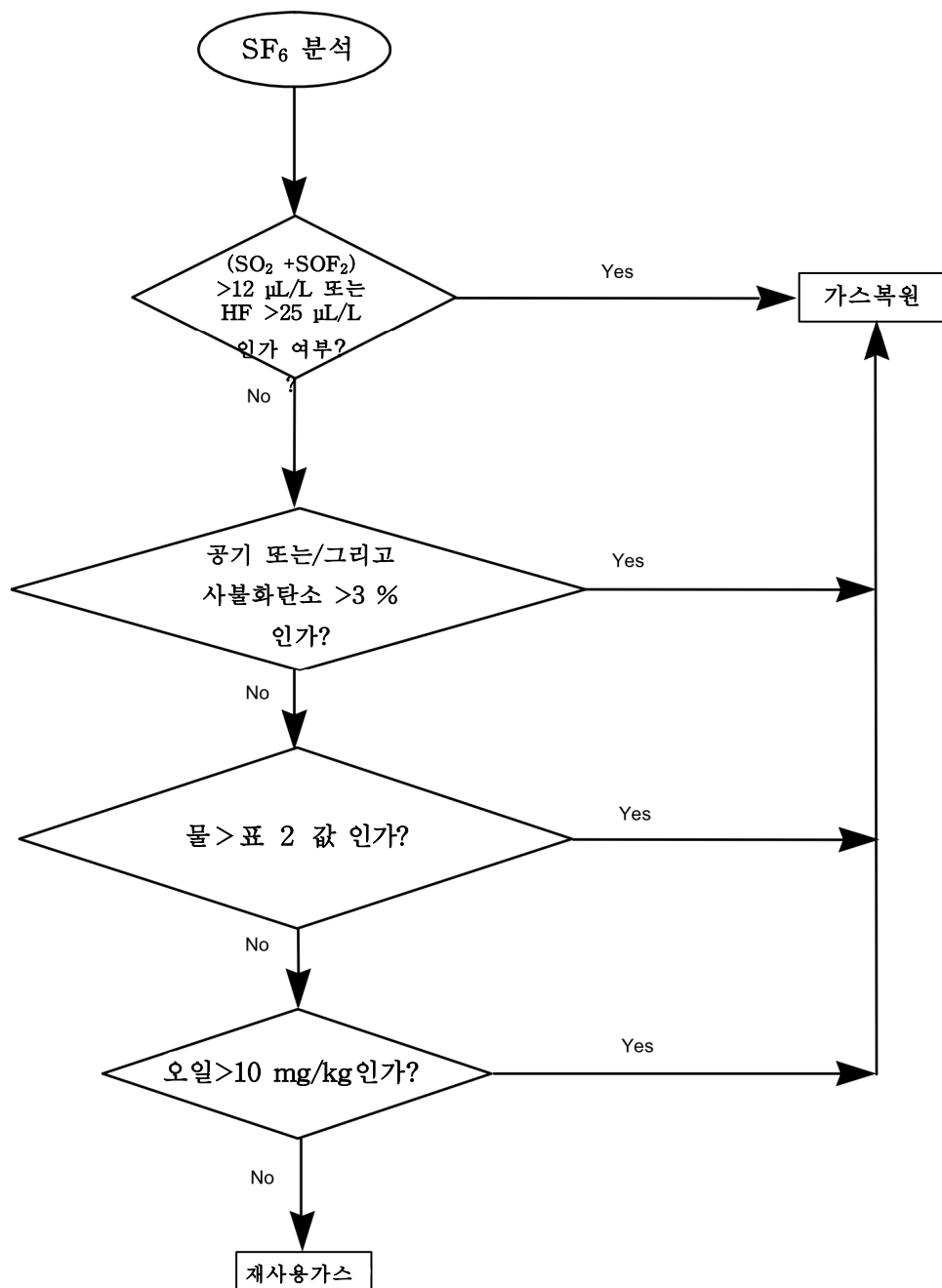
## 6. SF<sub>6</sub> 가스의 분석 방법

### 6.1 일반사항

SF<sub>6</sub>의 분석 방법은 가스 샘플을 사용하여야 하며, 현장에서의 간단한 분석과 실험실에서의 분석이 있다.

## 6.2 현장 분석

이 분석방법은 SF<sub>6</sub> 가스 검사를 간단하고 빠르고 처리하기 위한 것으로 현장 복원 또는 재사용 가능여부를 신속히 결정하도록 하였으며, 분석순서는 <그림 2>에 제시하였다.



<그림 2> 현장 분석을 위한 의사결정 흐름도

- (1) 현장 분석 장치를 사용할 경우 장치 규격은 대기권내 SF<sub>6</sub>의 방출을 방지하고, 작업자의 보건과 안전을 확보하기 위해 가능한 한 적은 양을 사용하도록 요구하고 있다. 가스의 선별분석 순서 및 현장에서 분석 방법은 <그림 2>, <표 3>에 각각 제시하였다.
- (2) 모든 현장의 분석을 시행하는 작업자는 분석 장치의 정확도에 관해서는 장치 제작사의 지침에 따른다.
- (3) SO<sub>2</sub>, SOF<sub>2</sub> 그리고 HF에 대한 분석은 다음의 두 가지 이유로 시행하는 것이며, 첫째는 안전을 위하여 작업자가 사용된 SF<sub>6</sub> 처리에 관한 위험을 평가하도록 하고, 둘째로 분해로부터 분석 장치를 보호하고자 함이다.

<표 3> SF<sub>6</sub> 가스의 현장 분석 방법

분석 순서		불순물	분석 방법
1	a	분해 생성물 : SO <sub>2</sub> , SOF <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (주/참조)	(SO <sub>2</sub> + SOF <sub>2</sub> )용 관(Tube) 열전도도 검출기와 휴대용 가스 크로마토그래프(GC-TCD)
	b	HF	HF용 관
2		Air and CF <sub>4</sub>	밀도 측정기(SF <sub>6</sub> 의 % 측정) 휴대용 GC-TCD
3		Water(moisture)	물 이용 관 전자식 수분측정기 냉각경식 노점계 전기화학적 감지기
4		Oil	광유 용 튜브
주: SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 는 가스에 포함되어 있을지는 모르나 감지기용 튜브로 측정할 수 없다.			

### 6.3 실험실 분석

- (1) 현장분석을 할 수 없는 경우에는 <표 4>에 의한 실험실 분석방법을 적용한다. 실험실 분석은 가스 샘플의 불순물 정량 평가를 제공하기 위한 것이다.

- (2) 물은 표본 추출 실린더에서 정확하게 판단하지 못하는 유일한 불순물이다. 물은 모든 표면에 흡착하기 때문에 저장조에서 가져온 실린더의 샘플의 수분 함량은 저장조의 수분 함량을 대표하지 못한다. 따라서 물 분석은 항상 직접 현장 저장조에 실시되어야 하며, 분석에 대한 순서는 따로 정하지 않는다.

<표 4> SF<sub>6</sub> 가스의 현장 분석 방법

불순물	분석 방법
Air: Oxygen and Nitrogen	열전도도 검출기와 가스 크로마토 그래프 (GC-TCD)
CF <sub>4</sub>	가스 크로마토 그래프(GC-TCD) 적외선에 흡착
Oil	적외선에 흡착 이온화 불꽃탐지기와 가스 크로마토 그래프 (GC-FID)
분해 생성물: SO <sub>2</sub> , SOF <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , SF <sub>4</sub> , HF	가스 크로마토 그래프(GC-TCD) 리튬 이온 크로마토 그래프법 적외선에 흡착

## 7. SF<sub>6</sub> 가스의 취급, 저장 및 운송

### 7.1 일반사항

- (1) SF<sub>6</sub> 가스는 전기장치인 인클로저 내에 존재하고 일부가 분해 또는 오염되었을 수 있다. 이러한 장치를 유지 보수 또는 연장할 경우에는 SF<sub>6</sub>를 제거하거나 교체를 포함한 작업이 이루어진다.
- (2) 기사용 SF<sub>6</sub>를 처리할 필요성이 있을 경우
- (가) 가스압력은 폐쇄압력 시스템 이내로 관리,
  - (나) 가스는 전기장치를 유지보수하거나 수리 또는 연장하기 위해 인클로저로부터 제거,
  - (다) 가스는 전기장치의 수명이 다했을 경우에 이를 제거,
  - (라) 가스의 샘플은 가스 압력을 측정, 측정기구의 임시 연결관을 통해 얻음.

## (3) 안전규정의 적용조건

안전규정의 적용은 고압의 전기장치 작업시 반드시 적용하며, 기존의 스위치반을 연장(延長)하는 작업에도 적용하도록 하고 특히, 중전압 GIS 장치에서도 적용할 수 있다. 그러나 밀폐 압력시스템 적용 장치에서는 제외.

## 7.2 가스 취급 장치

(1) 기 사용된 SF<sub>6</sub>를 인클로저로부터 제거할 때에 주의사항으로는 특히 작업장내 대기 중으로 가스의 방출을 막을 수 있는 대책이 있어야 한다.

(2) 가스는 통상적으로 압력을 받고 있어 저장할 수 있도록 하려면 가스 회수 장치를 사용해야 한다. 이러한 장치는 가능한 한 많은 가스제거가 요구되는 인클로저로부터 이를 처리할 수 있는 용량을 갖추어야 한다.

(3) 가스 회수장치는 SF<sub>6</sub>를 처리하도록 특별하게 설계되었고, 가스 상태로 고체 분해 생성물을 제거할 재생설비와 함께 제공된다. 따라서 이러한 유형의 장비는 특히 인클로저 차단기로 부터 예를 들어 더 심하게 오염된 SF<sub>6</sub>의 제거를 위해 우선적으로 적용하여야 한다.

## 7.3 일반적인 안전 요구사항

(1) SF<sub>6</sub>의 안전작업을 위한 지침은 다음의 위험을 예측하기 위해 필요하다.

(가) 산소 결핍 (4.3.2.1 참조)

(나) 냉동 (4.3.2.3 참조)

(다) 분해 생성물의 노출 (4.3.3.1 참조)

(2) 기사용 SF<sub>6</sub> 취급에 종사하는 작업자에게는 개인 안전장구(장갑, 보안경 등을 포함)를 제공하여야 하며, 제조업체의 지침과 사용자 코드는 장비의 항목에 기재된 각 요건에 따라 정하도록 한다.

(3) 기사용 SF<sub>6</sub>를 처리하는 작업자는 SF<sub>6</sub> 분해 생성물의 속성을 잘 알고 있어야 하며, 보건(예: 접촉, 흡입 등)의 위험을 인식하고 이를 최소화하기 위해 주의를 기울려야 한다.

## 7.3.1 작업자의 교육

- (1) 기사용 SF<sub>6</sub>를 처리하는 작업자에게는 특별히 정한 안전교육을 실시하여야 한다. 이는 작업자가 유자격이거나 또는 사전에 어떤 자격훈련 과정을 이수했는지는 고려하지 않는다.
- (2) 작업자는 저장조에 인클로저로 부터 가스를 전송하는데 적용되는 SF<sub>6</sub> 취급 장치의 운전에 대하여 교육을 받아야 하며, 이러한 제 작업체의 운전지침은 장치를 사용할 때마다 준수하여야 한다.
- (3) 응급처리에 관한 지침은 안전 교육에 포함되어야 한다.

### 7.3.2 부대시설

- (1) 기사용 SF<sub>6</sub>가 잔류된 인클로저를 비우거나 개방되는 장소에는 작업자가 세척시설을 이용할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
- (2) 작업자가 야외에서 작업할 경우 인클로저에서 사용된 SF<sub>6</sub>를 제거하는 동안, 사전에 특별한 조치로 SF<sub>6</sub>의 누설을 방지하고 분해 생성물이 직접 노출되지 않도록 하는 것이 중요하다.

### 7.3.3 옥외 작업

옥외 작업시 특별한 주의 사항은 인클로저에서 사용된 SF<sub>6</sub>를 제거하는 동안 분해 생성물에 직접 노출되지 않도록 하고, SF<sub>6</sub>가 방출하지 않도록 하여야 한다.

### 7.3.4 옥내 작업

- (1) 옥내 설비는 충분한 환기구와 함께 안전이 확보되어야 한다.
- (2) 기사용 SF<sub>6</sub>가 옥내에 설치되어 있는 인클로저로부터 제거할 경우에는 잠재적으로 독성 분해 생성물(예: HF, SO<sub>2</sub>, SOF<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)의 농도는 작업 영역에서 안전한 수준으로 유지되어야 한다.
- (3) 이상적으로, 이것은 독성에 대한 주된 인자의 농도를 직접 측정함으로써 가능하다. 플루오르화 티오닐 SOF<sub>2</sub>, 그리고 가수분해한 SOF<sub>2</sub> 생성물, 이산화 황 SO<sub>2</sub>와 불화수소 HF이다. 분해의 중간레벨에서 보면 이들 화합물



의 안전수준은 한 구역내에서 SF<sub>6</sub>의 200 μL/L 최대 농도로 표시된다. 그럼에도 SF<sub>6</sub>의 누설 방지는 더 중요한 관심이고 이를 배제해서는 안된다.

- (4) 사전 예고통지가 필요한 난로불, 흡연, 200 °C 이상의 고열과 특별한 예방 조치 없이 하는 용접은 금지되고, SF<sub>6</sub>가 옥내에서 처리되는 동안에는 주어진 응급조치 안내표시가 있어야 한다.

#### 7.4 인클로저 내에서의 SF<sub>6</sub> 상태

- (1) 인클로저에 사용된 SF<sub>6</sub>의 상태는 그 안에서 발생했을 전기 방전이나 아크의 종류와 에너지에 따라 달라지며, 일반적으로 다음과 같은 세 가지 상황을 확인할 수 있다.

- (가) SF<sub>6</sub>는 차단기의 능동부품(active parts)\*이 들어있지 않는 인클로저에 가스의 교환이 이루어질 수 없는 차단기 외함과 연결되어 있지 않은 별도 인클로저에 내장되어 있는 경우,

- \*능동부품 (active parts) : 정류, 증폭, 개폐기 역할(예 : 트랜지스터 튜브, 릴레이 등)을 통해 입력전압을 변형시키는 특성을 가진 전기·전자 소자

- ① 가스 : 저 분해(low decomposition)로 나타나지 않음
- ② 고체 : 가루 침전물이 거의 없거나 전혀 없음

- (나) SF<sub>6</sub>는 차단기의 능동부품이 들어있지 않거나 이러한 격실에 연결된 인클로저에 내장되어 있는 경우,

- ① 가스 : 분해 매체(부산물 내용은 인클로저에 사용된 흡착성 소재 성능에 달려 있다)
- ② 고체 : 침전물의 양은 차단전류 횟수에 따라 다르다.

- (다) SF<sub>6</sub>가 인클로저 내에 있고 여기에 비정상적인 아크 발생으로 이를 압력 완화밸브나 용락 (熔落/burn-through)을 통해 대기로 방출되지 못하였거나, 내부고장이 발생했지만 인클로저 내에 있는 SF<sub>6</sub>의 발산을 일으킬 만한 충분한 압력으로 올라가지 전에 차단기가 고장을 분리한 경우,

- ① 가스 : 높은 분해가 예상됨

- ② 고체 : 많은 양의 침전물이 예상됨. 이 성분은 아크에 의해 가열된 물질에 따라 달라짐

#### 7.5 기사용 SF<sub>6</sub>를 인클로저로부터 제거

- (1) SF<sub>6</sub> 가스를 대기중에 누설을 최소화하면서 제거할 수 있도록 가스회수장치를 사용하여야 하며, 이 장치는 사용된 SF<sub>6</sub> 회수를 위해 적용해야 하는 기술로서 일반적으로 진공 펌프, 필터 카트리지, 압축기, 가스흐름과 저장을 제어하는 부분으로 구성되어 있다.
- (2) 현장에서 가스회수장치로 재생 처리할 수 없는 가스는 가스제조업체, 재생 회사 또는 폐기 운영자에게 이송해야 한다.(<그림 1> 참조)

#### 7.6 기사용 SF<sub>6</sub>의 보관 및 운송

- (1) 신규, 미사용 그리고 기 사용된 SF<sub>6</sub>의 저장 및 운송은 현장요건에 맞도록 제시된 관련규정에 따라 철저히 관리되어야 한다.
- (2) 불가피하게도 다른 장치의 재사용으로 SF<sub>6</sub>를 별도의 장소로 이송하거나 재사용하려 할 경우에는 일시적으로 처치배관이나 적합한 실린더에 저장된다.
- (3) 이 실린더에는 특수 컬러 코딩된 것을 사용하여 신규 SF<sub>6</sub>와 기사용 SF<sub>6</sub> 취급시 혼선을 주지 않도록 하여야 한다.
- (4) 신규 SF<sub>6</sub>와 함께 제공된 실린더는 신규 실린더로 분류하여 어떤 경우에도 기사용 SF<sub>6</sub>의 저장에는 사용하지 말아야 한다.
- (5) 대부분의 가스 회수장치는 신규 SF<sub>6</sub> 가스와 함께 제공될 것으로 5 MP<sub>a</sub>의 압력을 일정하게 유지할 수 있도록 하고 SF<sub>6</sub> 안전한 저장을 위해 같은 유형의 가스 실린더를 사용할 수 있다. 따라서 기사용 SF<sub>6</sub> 가스는 저장조의 특별한 처리를 하지 않고도 리터 부피당 1 kg SF<sub>6</sub>의 안전한 비율로 저장될 수 있다.