

철탑공사 안전보건기술지침

1. 목 적

이 지침은 가공 송전선로를 위한 철탑공사의 자재운반, 철탑 기초공사, 철탑 조립공사, 가선공사 및 이에 수반되는 기타공사 과정에서 발생하는 재해를 예방하기 위하여 필요한 작업 단계별 안전사항 및 안전시설에 관한 기술적 사항 등의 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 154kV 이상 초고압 가공 송전선로를 위한 철탑공사의 철탑 기초, 철탑 조립, 가선 및 이에 수반되는 기타공사를 수행하는 작업에 적용한다.



<그림 1> 철탑조립작업

3. 용어의 정의

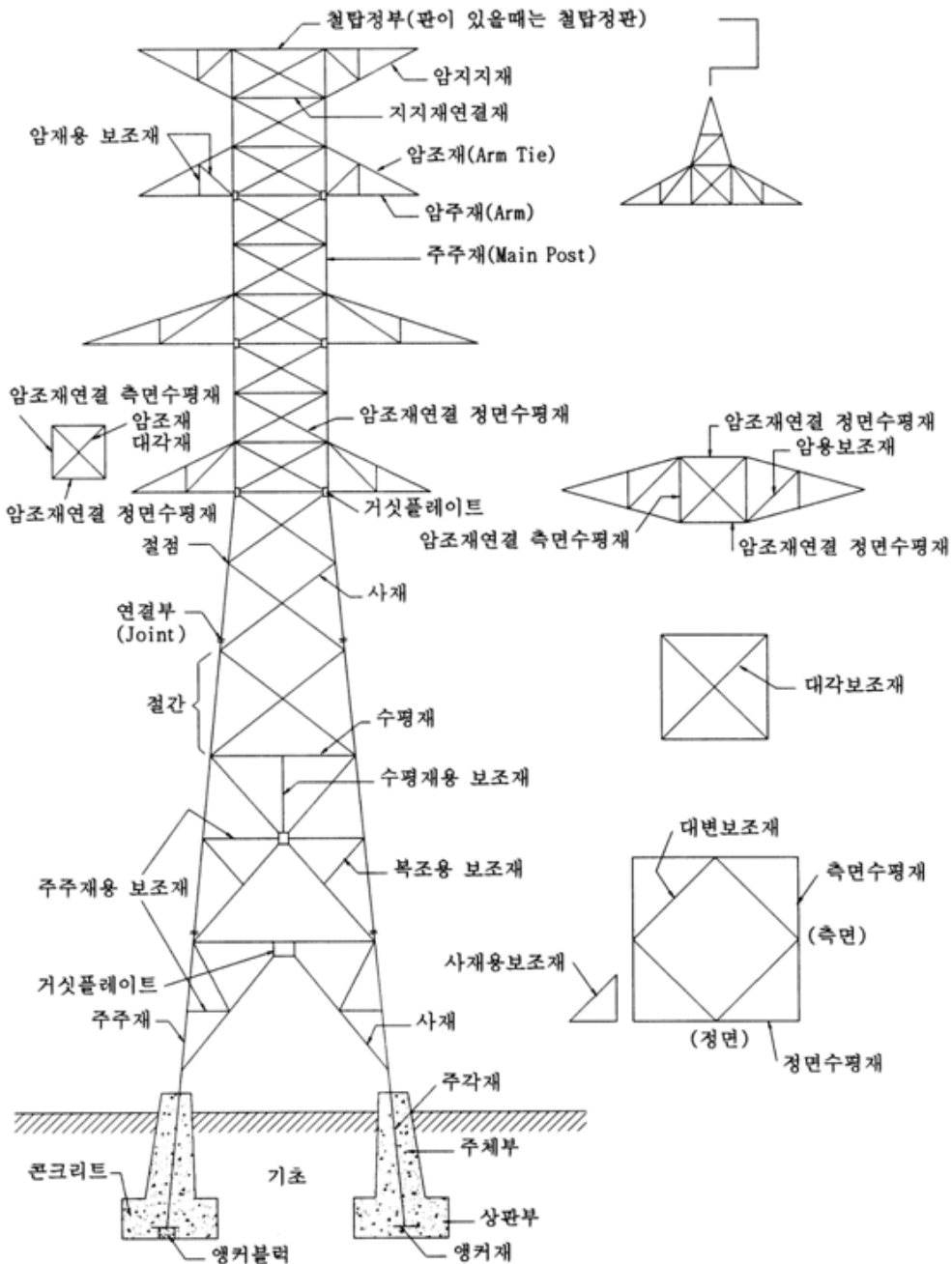
(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “가공 송전선로”라 함은 발전소에서 생산된 전기를 배전사업자에게 송전하는 선로로서 공중에 설치된 송전선로를 말한다.

(나) “철탑”이라 함은 각철(Angle)이나 철주(지지가 1개인 강관주 포함)를 소

재로 하여 높이 세운 구조물을 말한다. 주로 송전선의 지지물로 사용되는데, 그 형태는 선로의 송전전력·전압·지형 등에 따라 다르다.

(다) “철탑 부재명칭”은 다음 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 철탑 부재명칭

- (라) “헬기장(Heliport)”이라 함은 회전익항공기(헬기)의 도착, 출발 또는 이동을 위해 사용되는 비행장 또는 구조물 위에 지정된 지역을 말한다.
- (마) “하강장”이라 함은 회전익항공기가 지면 또는 구조물의 표면에 접지 또는 부양할 수 있는 구역인 헬기 전용 이·착륙장을 말한다.
- (바) “키락(Key Lock)방식 안전로프”라 함은 안전대에 부착한 Key-Lock본체에 미리 철탑위에 설치한 안전로프를 차례로 연결하여 이동 및 작업을 하는 방식으로, 이동 작업 간에 심리적인 실수에 의해 오 조작이 일어나더라도 항상 1개 이상의 안전로프로 근로자를 보호·지지 할 수 있는 떨어짐 재해방지용구를 말한다.



<그림 3> 안전대에 장착한 키락 본체

- (사) “각입”이라 함은 철탑의 기초작업에서 굴착 다음공정으로 네 곳의 기초에 콘크리트를 타설하기 전에 철탑의 앵커재 및 주각재 또는 주주재를 설치하는 공정을 말한다.
- (2) 그 밖의 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 철탑 조립공법의 종류

- (1) 현재 국내에서 적용되고 있는 철탑 조립 작업 공법은 조립봉 공법, 이동식 크레인 공법, 철탑 크레인 공법, 헬기공법 등 4가지 방식이 주로 사용되고 있다.

(가) 조립봉 공법

- 철탁의 주주 1각(Single Pier)에 목재 혹은 강재 조립봉을 부착하고 부재를 들어 올려 조립하는 공법으로서 비교적 소형 철탁에 적합

(나) 이동식 크레인 공법

- 이동 가능한 트럭 크레인, 크롤러 크레인을 사용하여 철탁을 조립하는 공법

(다) 철탁 크레인 공법

- 철탁 중심부에 철주를 구축하고 그 꼭대기에 360° 선회가 가능한 철탁크레인을 장착하여 철탁을 조립하는 공법

(라) 헬기 조립 공법

- 지상 조립한 부재를 헬기를 이용해서 조립하는 공법



<그림 4> 조립봉 공법



<그림 5> 이동식 크레인 공법



<그림 6> 철탁 크레인 공법



<그림 7> 헬기 조립 공법

(2) 가공 송전선로공사의 종류와 내용은 일반적으로 다음과 같다.

(가) 철탑 기초 공사

- ① 역T형 기초
- ② 심형 기초
- ③ 파일 기초
- ④ 우물통 기초
- ⑤ Rock anchor기초

(나) 철탑조립 공사

- ① 조립 공통공사
 - 조립 준비 작업, 볼트채움 및 조임작업, 철탑 도장 작업, 항공 장애등 작업, 마무리 작업
- ② 조립봉 공법
 - 시공계획 작성, 조립봉 설치작업, 철탑 조립작업, 암 조립작업, 안전장치 작업, 조립봉 철거작업, 대변재, 대각재 부착작업, 부속설비 작업
- ③ 이동식 크레인 공법
 - 시공계획 작성, 이동식크레인 설치작업, 철탑 조립작업, 암 조립작업, 안전장치 작업
- ④ 철탑 크레인 공법
 - 시공계획 작성, 철탑 크레인 설치작업, 철탑 조립작업, 암 조립작업, 철탑 크레인 해체작업, 대각재 부착작업, 부속설비 작업
- ⑤ 헬기 공법
 - 시공계획 작성, 헬기의 철탑 조립작업

(다) 전선설치공사(가선공사)

- ① 전선설치 공통공사
 - 드럼장 및 엔진장 설치작업, 방호 발받침 작업, 철탑 보강작업, 활차의 설치작업, 통신설비의 설치작업, 감시·유도방지대책 작업
- ② 전선 펴기작업(연선작업)
 - 와이어 펴기 작업, 전력선 펴기 작업, 조금차 공법, 가공지선·전력선의 가접속 작업, 가공지선·전력선의 본접속 작업, 조인트 프로텍터의 부착 작업
- ③ 전선 당기기작업(긴선작업)
 - 애자장치 설치 작업, 이도자 부착 및 전선처짐 측정작업, 가공지선의 당기기 작업, 전력선의 당기기 작업, 스페이서 및 스페이서댐퍼 설치작업,

점퍼(Jumper)장치 부착작업, 부속품 부착작업

④ 프리패브(Prefab) 가선공법

- 전선설치 준비작업, 전선 펴기 작업, 전선 당기기 작업

5. 철탑 시공순서



<그림 8> 철탑공사 시공순서도

(1) 철탑기초공사

- (가) 기초공사를 위한 진입로 공사
- (나) 철탑 부지조성공사
- (다) 철탑 기초 굴착공사(각입작업 포함)
- (라) 철탑 기초 콘크리트 타설



<그림 9> 철탑 진입로 공사



<그림 10> 기초 콘크리트 타설

(2) 철탑 조립 공사

(가) 바디(Body) 및 커먼(Common) 조립

(나) 휴게소, 사다리통로, 통로 조립

(다) 암 조립

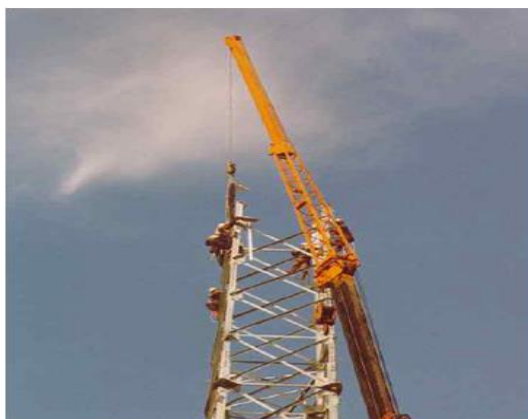
(라) 내부 보조재 부착



<그림 11> 주주재와 사재 지상조립 및 암 지상조립



<그림 12> 전력선암 조립 및 지선암 조립



<그림 13> 철탑 상부조립

<그림 14> 중간암조립

(3) 전선설치공사(가선공사)

(4) 전선긴선공사(전선 당기기공사)

6. 첩탑 기초공사 작업안전

(1) 첩탑 기초공사를 위한 산악지형의 진입로 공사 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

(가) 차량계 건설기계를 사용할 경우 해당 기계의 넘어짐, 지반 무너짐 등에 관한 사전조사를 실시한 후 보강조치를 실시하여야 한다.

(나) 가설도로는 배수를 양호하게 하여 노면의 유실 등을 방지하여야 한다.

(다) 성토면은 충분한 다짐을 통해 비탈면 무너짐 요인을 제거하고, 절토면은 고르기를 하여 낙석 및 우수로 인한 범면유실 방지조치를 강구하여야 한다.

(라) 차량계 건설기계를 사용할 때는 기계가 넘어지거나 굴러 떨어질 위험에 대비하여 도로 폭을 넓게 유지하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

(마) 자재의 임시 적치 시 또는 공사차량 주차 시 통행로를 확보하여야 한다.

(바) 굴곡이 심하고 차량출입이 빈번한 장소에는 반사경을 설치하는 등 안전조치를 하여야 한다.

(사) 공사 중 주의를 환기시키기 위하여 산업안전보건표지를 필요한 장소에 설치하여야 한다.



<그림 15> 첩탑 기초공사 전경

(2) 첩탑 부지조성 공사 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

- (가) 나무를 넘어뜨릴 때에는 안전을 확보하고 충분히 안정된 자세로 작업하며 주위에 사람이 없는 것을 확인 후 시행하여야 한다.
- (나) 경사면은 배수로 등을 설치하여 사면붕괴와 범면유실을 예방하고 성토면은 다짐을 철저히 하여 침하를 방지하여야 한다.
- (다) 작업구획 표시물은 운전원의 착각으로 인한 차량 전복을 예방하기 위하여 철탑부지 경사면 안쪽에 설치하여야 한다.



<그림 16> 철탑 부지 전경

- (3) 철탑 기초 굴착공사 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.
 - (가) 굴착면 형성 시 안정된 경사면을 유지하도록 굴착하고, 강우에 의해 경사면이 유실되지 않도록 적절한 방호조치를 하여야 한다.
 - (나) 굴착 내부로 출입 시에는 안전계단식 사다리를 굴착 저면까지 설치토록 하여야 하고, 출입하는 근로자는 개인보호구를 착용하여야 한다.
 - (다) 임시로 쌓아둔 굴착토에 시트(천막 등) 등을 덮어 빗물에 의한 토사 유출을 방지하여야 한다.
 - (라) 굴착면 상부에는 적절한 유실방지용 흙 마대를 쌓아 굴착공 안으로 토사가 유입되는 것을 방지토록 하여야 한다.
 - (마) 용수가 여러 장소에서 나오거나, 용수량이 많은 경우 감리 등 전문가와 협의하거나 자문을 받아 필요한 경우 굴착공법을 변경하는 등 안전한 공법으로 굴착하여야 한다.
 - (바) 철근을 높게 설치할 경우 무게의 중심이 높아지므로 약간의 편하중에 의해서도 쉽게 넘어지므로 수직철근은 가능한 짧게 조립하여야 한다. 이때 결속은 매 이음 개소마다 철저히 하고, 조립되는 철근은 장척이므로 강관 파이프 등의 버팀대나 와이어로프 등으로 넘어지지 않도록 안전하게 고정을 실시하여야 한다.



<그림 17> 철근조립 및 각입 전경

(사) 각입 작업 전 설계도서의 내용을 점검하고, 다음 순서에 따라 설치하여야 한다.

- ① 기초 중심점 확인
- ② 중심점을 기준하여 각입재의 기초판(Setting plate) 설치
- ③ 각입재의 기초판 상부에 주각재의 위치 표시
- ④ 각입재 설치
- ⑤ 고정용 지지대 설치

(아) 각입 작업 시에는 굴착공 내로 출입을 금지토록 하여야 하고, 중장비 운전 중에는 유도자를 배치하여 근로자의 안전을 확보토록 하여야 한다.

(자) 각입 검측 시에는 작업발판을 설치하고, 안전로프를 사용하여 근로자의 떨어짐을 방지하여야 한다.

(차) 경사면에 철타이 설치되어 기초콘크리트의 문힘깊이가 다를 경우 반드시 전도에 대한 안전성 검토를 한다.

(카) 굴착 공사 시 암반이 노출되더라도 기초 콘크리트의 저면 지반에 단차가 발생하지 않도록 한다.

(4) 철타이 기초 콘크리트 타설 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

(가) 레미콘으로 철타이 기초를 타설할 경우에는 유도자를 배치하여 차량안전을 확보하여야 한다.

(나) 타설시 근로자가 철근사이로 실족하는 것을 방지하기 위한 작업발판을 설치하고 작업토록 하여야 한다.

(다) 기타 철탑 기초 콘크리트 타설 등에 대한 내용은 콘크리트공사의 안전보건작업 지침(KOSHA GUIDE C-43-2012)에 따른다.



<그림 18> 철탑 기초콘크리트 타설 전경

- (5) 철탑기초 설치장소의 지반상태 확인하고 지내력을 검토하며, 지내력 미달 시에는 감리 등 전문가와 협의하거나 자문을 받아 필요한 경우 기초보강을 하여야 한다
- (6) 기타 심형기초 굴착 시 안전작업 사항 등에 대한 내용은 가공송전선로 철탑 심형기초공사 안전보건작업지침(KOSHA GUIDE C-54-2012)에 따른다.

7. 철탑 조립 공사 작업안전

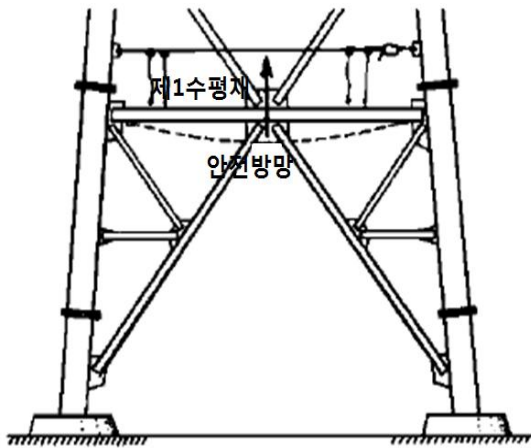
- (1) 철탑을 조립하기 전에 관리감독자는 철탑 기초의 되메우기 상태 및 작업 가능여부를 확인한 후 작업에 착수토록 하여야 한다. 또한 공사착수에 앞서 작업공정에 대한 설명과 안전확보 및 안전 유의사항을 교육한 후 작업에 임하도록 하여야 한다.
- (2) 철탑 조립 시 볼트, 너트 등의 낙하물에 의한 사고를 방지하기 위하여 승탑 근로자 뿐 아니라 지상 근로자도 반드시 안전모, 안전화 등 개인보호구를 착용토록 하여야 한다.
- (3) 작업장 출입구에는 위험요소에 대한 안내간판, 안전표지판 등을 미리 설치하여 근로자 및 일반인에게 주의를 환기시키도록 하여야 한다.

- (4) 조립용 장비, 공구 및 로프 등은 충분한 강도를 갖는 것을 사용하여야 하며 사전에 철저히 점검하여 안전사고 예방에 만전을 기하여야 한다.
- (5) 공사 중 강풍, 폭우 등과 같은 악천우 시에는 작업을 중지하여야 하며, 특히 강풍 시에는 높은 곳에 있는 부재나 공구류가 떨어지지 않도록 조치하여야 한다. 이때 작업을 중지해야 하는 악천후는 다음 각목의 경우를 말한다.
- (가) 풍 속 : 초당 10미터 이상
- (나) 강우량 : 1시간당 1밀리미터 이상
- (다) 강설량 : 1시간당 1센티미터 이상
- (6) 자재·기구나 근로자가 철탑 구조물, 발판 사다리 또는 기중기, 데릭 등의 일부분을 이용하지 않으면 안될 때는 이동 가능성 여부 및 그 강도를 확인 후 시행하여야 한다.
- (가) 발판은 그 위에 놓일 중량의 4배를 지지할 수 있어야 한다.
- (나) 금속성 작업발판·사다리 등 안전지지물은 안전거리 및 활선작업거리를 검토하여 위험하지 않다고 판단될 경우에는 제한적으로 사용할 수 있으며 안전지지물의 넘어짐 등으로 전력시설물에 피해를 주지 않도록 조치하여야 한다.
- (7) 산림지역 및 위험물 취급장소 내에서는 흡연 및 모닥불을 피우지 않도록 하여야 한다.
- (8) 높은 곳에서 작업할 때 알코올 중독증 등 심신이 불안정한 자는 작업에 종사시키지 말아야 하며, 고혈압, 저혈압, 당뇨병 증세가 있는 자는 증세가 가볍고 고소작업에 지장이 없는 것으로 판단될 경우에 한하여 작업에 종사시켜야 한다.
- (9) 철탑 크레인이나 이동식 크레인 등을 사용하여 철탑을 조립할 경우에는 아래사항을 준수하여야 한다.
- (가) 크레인 설치 장소가 충분한 지지력을 갖도록 바닥면을 다짐하고 성토면은 안전한 경사각을 유지하여야 한다.



<그림 19> 이동식 크레인 공법에 의한 철탑 조립작업

- (나) 성토 장소나 지반이 불량한 경우에는 침목, 복공판, 철판 등으로 보강하여 지반 무너짐이 없도록 안전하게 조성해야 한다.
 - (다) 부재 등을 들어 올리는 장소의 지상 근로자는 직하로부터 대피하여 떨어짐 등에 의한 재해를 방지하도록 하여야 한다.
 - (라) 공구 등을 철탑 상부로 운반 시에는 공구 운반함을 사용토록 하여야 한다.
 - (마) 크레인 운전시 정격하중을 초과하는 중량물을 운반해서는 안 되며, 정격경사각 범위 내에서 운전하도록 하여야 한다.
 - (바) 운전자는 정해진 신호에 따라 행동하여야 하고, 중량물을 매단채로 운전 위치를 이탈하여서는 안 된다.
 - (사) 상부재의 짐 걸기는 반드시 슬링 등 적절한 기구를 사용하여 걸어야 하고, 작업 시작 전에 슬링 등의 이상유무 상태를 점검하여야 한다.
 - (아) 철재류 등은 지상으로 끌거나 던지는 경우가 없도록 운반하고, 훅(Hook) 및 운반기구에 의한 손상이 발생하지 않도록 적절한 방호조치를 하여야 한다.
 - (자) 기상악화 등으로 철탑 조립작업 중지 시에는 지브는 철탑 주주재 등의 사이에 가능한 한 눕혀 놓고, 훅은 최고 위치에 감아놓아야 한다.
- (10) 철탑 조립작업 중 근로자 떨어짐 방지와 공구, 부재 등의 떨어짐으로 인한 재해를 방지하기 위하여 제 1 수평재 완성 후에는 안전방망을 설치하여야 한다. 안전방망의 설치기준 및 관리기준은 추락방망 설치지침(KOSHA GUIDE C-31-2011)에 따른다.



<그림 20> 철탑 하부 안전방망 설치

(11) 철탑 승탑 시에는 떨어짐 예방을 위하여 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

- (가) 근로자는 승탑 전 작업내용 및 작업위치를 숙지하고 작업장 주변상황을 조사 확인하여야 한다.
- (나) 승탑 근로자는 안전모, 안전대 등 개인보호구를 가지고 있어야 하며, 안전한 상태에서 이를 사용하여야 한다.
- (다) 승탑 작업 시는 반드시 안전대를 사용하여야 한다.
- (라) 승탑하는 철탑에 활선이 있을 때에는 전압이 얼마이며 어느 회선이 활선인가를 완전히 파악하기 전까지는 승탑하여서는 안 된다.
- (마) 철탑의 부재에 빙설이 쌓여 있으면 이를 제거한 후 승탑하여야 한다.
- (바) 다른 사람이 승탑하고 있는 바로 위나 바로 밑에서는 동시에 승강하지 말아야 한다.
- (사) 철탑 승강 시 안전대 로프는 지지물에 맞는 적당한 길이의 것을 사용하여야 한다.
- (아) 작업성격상 부득이 승탑작업과 지상 작업을 동시에 시행할 때는 하부에 방호선반을 설치하거나 출입금지구역 설정하는 등 조치를 하고 긴밀한 연락 하에 실시하되 작업지시는 단계적으로 명확히 하여야 한다.
- (자) 철탑을 오르기 전에 안전화에 진흙, 기타 미끄러운 물질이 묻어있지 않은가를 살펴보아야 한다.

(12) 철탑 조립 시에는 떨어짐에 주의하여야 하고 다음과 같은 안전장구를 사용하여 근로자의 안전을 확보하여야 한다.

- (가) 키클

- ① 키락 본체는 안전대에 장착하고, 안전로프의 락 레버(Lock Lever)와 연결하여야 한다.
- ② 키락 방식에서는 이동과 작업에 앞서 이동경로와 작업장소 부근에 각종 로프를 설치하지 않은 상태에서는 이동과 작업을 할 수 없으므로 각종 로프를 용도에 맞게 미리 설치하여야 한다.
- ③ 근로자는 키락이 확실하게 잠겨있는지 확인하여야 한다.

(나) 수직로프

- 수직로프는 주주재의 꼭대기와 지면 간에 미리 설치하여 근로자가 주주재를 승강할 경우 사용하도록 하여야 한다.



[수직로프 설치]



[수직로프를 이용한 이동]

<그림 21> 수직로프

(다) 승강안전기

- ① 근로자는 주주재로 승강할 경우 승강안전기를 수직로프에 부착한 후 안전대의 키락 본체에 연결하고 주주재에 승강하도록 하여야 한다.
- ② 승강안전기는 수직로프에 부착하면 자동으로 잠기므로 승강안전기를 억지로 분리하려고 해서는 안 되며, 수직로프에서 분리할 경우가 발생하면 승강안전기 열쇠로 해제하도록 하여야 한다.

(라) 수평로프

- ① 수평로프는 철탑 부재간 등에 미리 설치하여야 하며, 근로자는 수평재위를 이동할 경우 수평로프를 이용하여야 한다.
- ② 2줄걸이 안전대를 사용하여야 하고, 죄임줄은 2줄 걸이로 사용해서 동시에 풀리지 않도록 하여야 한다.

(마) 수평 이동 로프

- ① 수평 이동 로프는 수평로프에 미리 설치하여야 한다.
- ② 근로자는 수평이동 시 반드시 키락 본체와 연결하여 사용하여야 한다.



[수평로프, 추락방지용 이동로프]



[수평로프 설치 근경]

<그림 22> 수평이동로프 및 수평로프

(바) 철탑 승강기

① 철탑 승강기는 수시로 점검하여 안전하게 운행될 수 있도록 하여야 한다.

② 승강중 동력을 상실하였을 경우에 아래로 떨어지지 않는 구조여야 한다.

(사) 철탑 조립 시에는 작업장소에 따른 적절한 떨어짐 방지장치를 아래 <그림 23, 24>과 같이 설치하여야 한다.



[a]



[b]



[c]

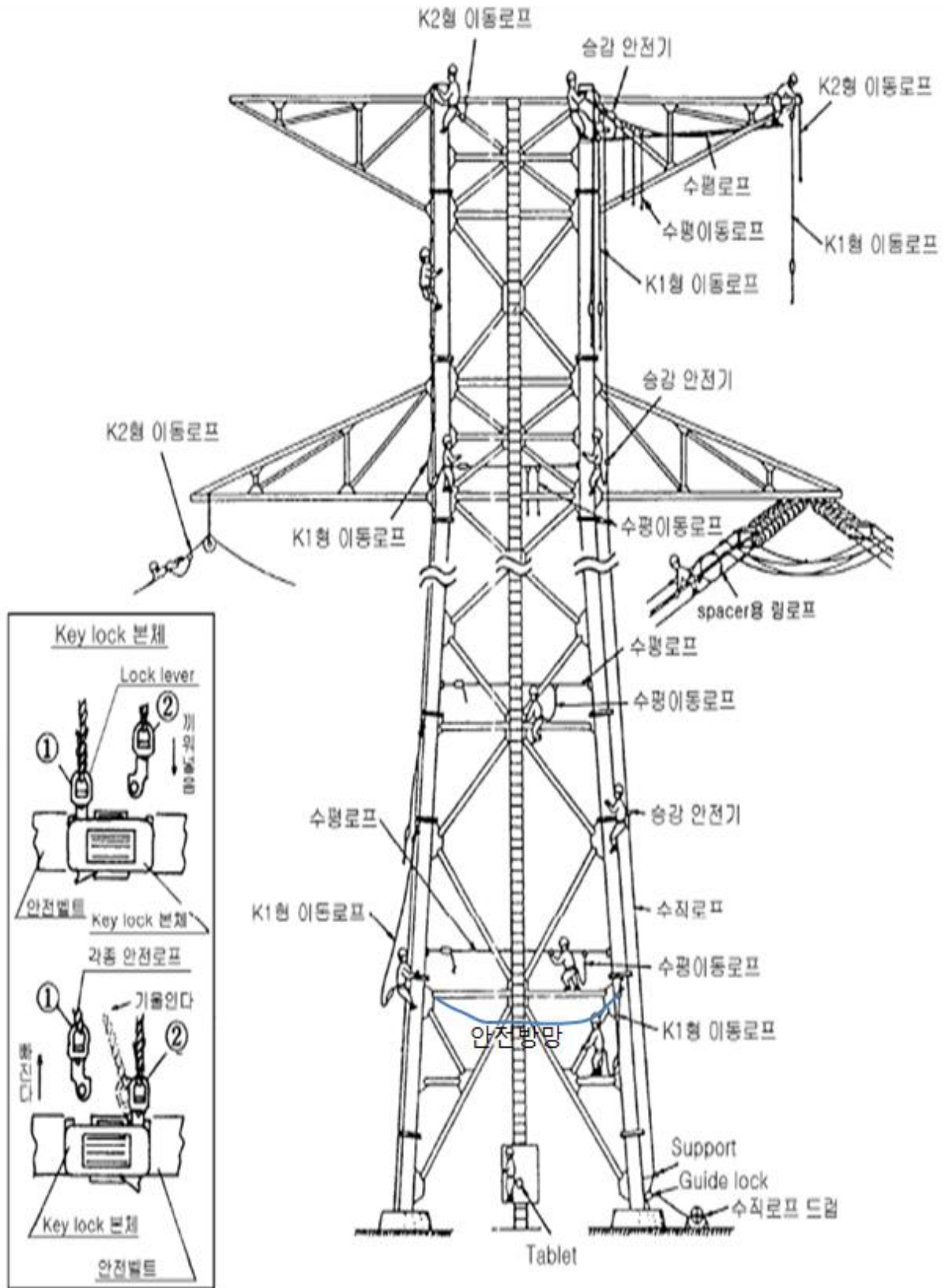


[d]

[a : 가이드로프 설치, b : 이동로프 설치]

[c : 구명줄용 드럼 설치, d : 충격 감쇄장치 설치]

<그림 23> 가이드로프 설치 등



<그림 24> 철탑의 떨어짐 방지장치 설치 예

(13) 헬기 운반에 앞서 조사비행을 실시하여 사전에 비행경로 및 타공작물의 횡단개소 등을 확인하여야 한다.

(14) 헬기 운반 및 조립 작업 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

(가) 다음의 기상조건 시에는 운반을 하지 않는 것을 원칙으로 하여야 한다.

- ① 순간풍속이 초당 10미터를 초과하는 경우
- ② 시계거리 1,000미터 이내인 경우
- ③ 강우량 : 1시간당 1밀리미터 이상
- ④ 강설량 : 1시간당 1센티미터 이상

(나) 비행이 부적합한 경우는 아래의 기준에 따르되, 비행여부는 기장이 결정하여야 한다.

- ① 강풍이 불거나 풍설인 경우
- ② 난기류의 발생이 심한 경우
- ③ 기상의 급변이 예측되는 경우
- ④ 엔진 등 기체의 상태가 이상이 있는 경우
- ⑤ 화물의 모양이나 매달기 공구 등이 불량한 경우
- ⑥ 운반중량을 초과한 경우
- ⑦ 기타 기장이 비행 부적합하다고 판단되는 경우

(다) 헬기장, 하강장 및 그 주변에 헬기의 풍압으로 날아갈 우려가 있는 물건은 제거하거나 단단히 묶어 넘어지지 않도록 하고 그대로 방치하지 않도록 하여야 한다.

(라) 헬기장, 하강장 및 그 주변에서는 일절 화기를 사용하여서는 안된다.

(마) 헬기의 진입 및 진출방향 바로 아래서 작업을 하거나 기자재를 쌓아두지 않도록 하여야 한다.

(바) 지상 근로자는 경사지에서 헬기의 주회전 날개, 뒷부분 회전날개에 접촉하지 않도록 주의하여야 한다.

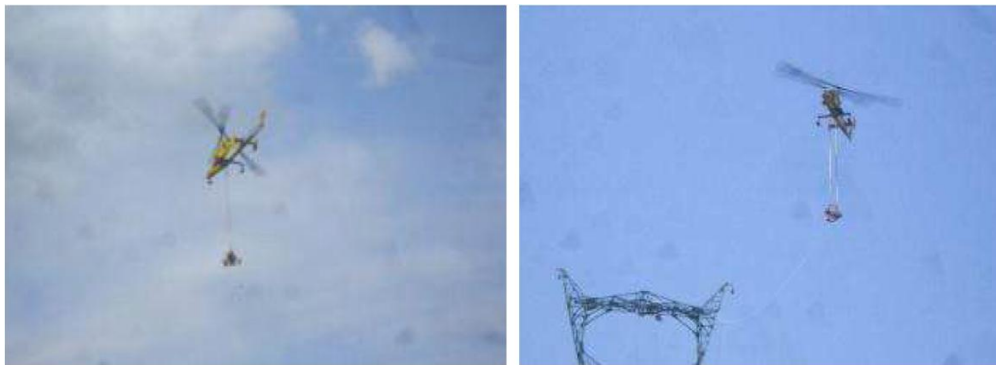
(사) 화물의 운반을 위한 연락방법은 아래와 같은 방법을 준수하여야 한다.

- ① 헬기장과 헬기간 : 항공무전기 또는 휴대용 무전기
- ② 헬기장과 하강장간 : 휴대용 무전기 또는 유선전화기
- ③ 하강장과 헬기간 : 수신호 또는 흑판, 휴대용 무전기

(아) 하강장과 헬기간의 수신호는 다음과 같은 요령에 의하여야 한다.

- ① 신호자는 하강장에 진입하는 헬기의 기장 또는 헬기상 유도자가 확실하게 보이는 장소에서 신호를 하여야 한다.

- ② 수신호는 헬기에서 확인할 수 있도록 확실한 동작을 취하여야 한다.
 - ③ 신호자는 보안경(방진용)을 착용하여야 한다.
- (자) 헬기로 부재를 운반하는 작업 시에는 아래 사항을 준수하여야 한다.
- ① 상부재를 헬기로 운반 시 장척물은 반드시 2점지지로, 기타 부재는 버킷이나 포대 등에 넣어 운반하도록 하여 탈선이나 떨어짐에 의한 재해를 방지하여야 한다.
 - ② 헬기는 기중에 맞는 중량을 운반해야 하며, 장척물의 중심점이 헬기의 인하 직하에 오도록 하여야 한다.
 - ③ 헬기장 주변에는 일반인의 출입을 금하는 표지판을 설치하고, 이·착륙시 먼지가 발생할 우려가 있는 장소는 살수 또는 방진대책을 강구하여야 한다.
 - ④ 근로자는 헬기의 바람에 지장을 받지 않도록 복장을 단정히 하고 안전모와 방진안경을 착용하여 비산된 먼지가 눈에 들어가지 않도록 하여야 한다.
 - ⑤ 작업책임자는 헬기를 이용하여 작업을 하기 전에 비행경로, 작업방법, 안전사항 등을 근로자에게 교육하여야 한다.



<그림 25> 헬기 이용 자재운반

- (차) 헬기장은 설치기준에 적합하도록 필요한 설비를 배치하고 안전대책을 수립하여야 한다. 헬기장에 필요한 설비는 아래와 같다.
- ① 헬기 계류장, 이·착륙대
 - ② 자재하치장 및 화물달기장
 - ③ 연료저장소, 사무실, 통신설비, 화장실, 창고, 주차장
 - ④ 풍향·풍속계, 살수설비
- (카) 하강장의 구비조건은 아래의 기준을 준수하여야 한다.
- ① 하강장은 헬기장의 설치기준에 준하여 설치하며, 선로 밑을 피한 장소로

하여야 한다.

- ② 반입하는 기자재에 적합한 넓이의 평탄한 장소로 주위가 열려 있는 장소로 하여야 한다.
- ③ 운항에 지장이 되는 수목은 벌채를 하여야 한다.
- ④ 거푸집, 시트, 도포용 비닐 등의 풍압으로 날아가기 쉬운 물건은 정리 및 결속하여 이를 방지하여야 한다.
- ⑤ 하강장은 철탑 부근 또는 철탑 부지 내부에 설치하여야 한다.
- ⑥ 하강장에 필요한 설비로서는 하강장이 경사지인 경우에는 가설작업대와 통신설비, 풍향·풍속계를 구비하여야 한다.

- (15) 철탑 조립시 낙하물 우려가 있는 장소에는 접근금지표지 및 구획을 하여야 하고, 작업 종료 후에는 반드시 작업장 부지 내에 일반인이 출입하지 않도록 조치를 하여야 한다.

8. 전선 설치공사 작업안전

- (1) 전선 설치를 위한 준비작업 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

(가) 아래와 같은 중요작업은 숙련공을 배치하여 작업하도록 하여야 한다.

- ① 드럼장 전선설치 차의 조작
- ② 연선작업(전선 펴기 작업)
- ③ 긴선작업(전선 당기기 작업)
- ④ 전선설치 엔진의 운전
- ⑤ 활선접근작업 및 기타 필요개소 등

(나) 원치 등 동력기계를 사용할 경우 설치장소, 조립도, 용량 등을 고려한 작업계획서를 작성하여야 한다.

(다) 엔진장, 드럼장에는 주위의 낙뢰 등을 유도하기 위하여 38mm²이상 동연선을 사용하여 접지를 하도록 한다.

(라) 엔진장 설치 시에는 충분한 깊이에 근가 목을 매설 후 충분한 힘을 견딜 수 있는 지의 여부와 주변지반의 이상 유무를 확인토록 하여야 한다.

(마) 발받침, 활차개소, 수목접촉 우려개소, 인상·인하 수평각이 큰 개소 등에는 관리감독자를 배치하여야 한다.

- (바) 횡단공작물이 전력선인 경우 활선작업, 정전작업을 구분하여 관계기관과 충분한 협의를 하고 연락체계를 수립하여야 한다.
- (사) 지장철탑 이설, 철탑의 지지물인 애자교체, 송전선의 거리조정, 송전선의 파손교체 등과 같은 휴전작업장소 발생 시에는 휴전관계자 회의를 작업 전에 실시하며 안전사항을 점검하여야 한다.



<그림 26> 드럼장 용지조성 및 연선차 앵커, 고정와이어 설치

- (2) 전선설치 작업 시에는 아래와 같은 일반적인 공통 안전조치사항을 준수하여야 한다.
 - (가) 근로자는 장력이 걸린 전선이나 와이어가 만든 각도 밖에서 작업하여야 한다.
 - (나) 전선설치작업이 높은 곳에서 이루어질 때는 관리감독자를 임명하여 감시토록 하여야 한다.
 - (다) 메신저 와이어를 사용하여 가선헌 때는 충분한 강도의 와이어로프를 사용하고 전선이 늘어져 지면에 닿지 않도록 조치하여야 한다.
 - (라) 지지물 위에서 작업원이 애자런 끝으로 나갈 경우나 이동할 때는 반드시 안전대를 사용하여야 한다.
 - (마) 전선을 설치하거나 철거시에는 한쪽 암의 전선만 설치 또는 철거하여 불평형 장력으로 인하여 철탑이 회전·굴절, 넘어지지 않도록 하여야 한다.
 - (바) 전선을 설치하거나 철거시 다른 모든 설비는 접지하여야 하고 접지가 되지 않았으면 충전된 도체로 취급하여야 한다.
 - (사) 설치되거나 철거되는 전선은 항상 감시 하에 두어 전선설치장력의 급격한 변화를 방지하여야 하며, 장력변화로 인하여 인접설비나 근로자가 손상되지 않도록 이격거리를 충분하게 유지하여야 한다.

(3) 전선 펴기작업 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

(가) 전선드럼 또는 엔진을 설치한 장소에서는 연선구간 배치도를 비치하고 전선펴기구간의 전선 1조당 길이 및 전선접속위치, 엔진장소 구간내의 첩탑 각도 및 고저차, 작업원의 배치상황을 명확히 구분하여 이로 인한 사고를 예방하여야 한다.



<그림 27> 인양 원치 설치 및 예인 로프 이동



<그림 28> 드럼장의 설치전경 및 전선 드럼배치

(나) 통신설비를 드럼, 엔진, 첩탑, 기타 중요장소에 배치하고 아래사항을 준수하여야 한다.

- ① 전선 와이어의 상태와 활차의 회전에 유의하여 상호연락하면서 연선 작업을 실시하여야 한다.
- ② 연선 구간 내에서는 항상 연락이 확실하고 신속하게 되도록 유선 또는 무선전화 설비를 전선설치장비, 첩탑, 기타 중요장소에 설치하여야 한다.
- ③ 관리감독자는 유, 무선 전화기를 병용하여 드럼장, 엔진장 장소와의 연락을 긴밀히 하여야 한다.
- ④ 전기적인 유도가 예상되는 장소의 유선전화설비는 위험방지 조치를 하여야 한다.



<그림 29> 연선차 설치전경 및 고정프레임 실제부착모습

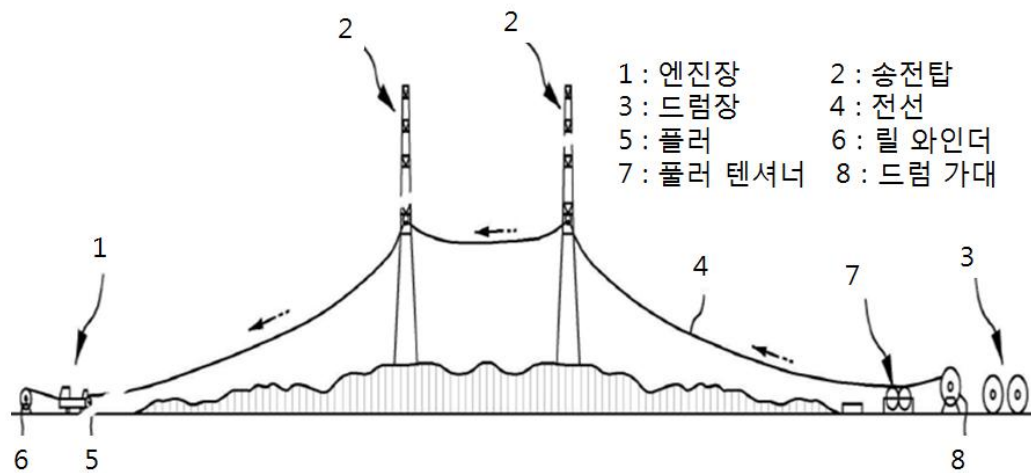
(다) 철탑에 설치하는 가지선은 아래의 사항을 준수하여야 한다.

- ① 가지선의 굵기 및 조수는 철연선 38mm² 2조 이상 또는 동등 이상의 강연선으로 하고 각 암마다 개별로 매설된 근가에 고정하여야 한다.
- ② 가지선의 회전방지를 위하여 턴버클에는 통나무나 각재를 끼워야 하며 외부인의 접근을 방지하기 위하여 구획로프나 표지를 설치하여야 한다.
- ③ 철탑 암에 부착하는 가지선은 수평각도 30°이하로 하여 암이 수직하중 증가로 인한 굴절을 방지하여야 한다.
- ④ 전선퍼기 경계철탑은 원칙적으로 가지선을 설치하여야 한다.
- ⑤ 가지선은 주주재와 암주재의 교점 또는 암의 끝부분에 부착하여야 한다.
- ⑥ 연선경계철탑을 보강하는 가지선의 부착방향은 원칙적으로 선로중심 방향과 평행으로 하고 부착각도는 수평지면과 가지선이 이루는 각이 45°이하가 되도록 하여야 한다.

(라) 활차 사용시 활차걸이에 걸리는 힘은 연선와이어가 형성하는 각도 및 와이어 장력에 의하여 크게 변하므로 충분한 강도가 있는 것을 사용하여야 한다.

(마) 기설 송전선과 접근 또는 교차하는 경우에는 전자유도 작용에 의해 전선 등에 고전압이 유기될 수 있으므로 유도방지장치(접지로라 등)를 설치하여야 한다.

(바) 전선설치용 블록은 흠이 마모, 손상되었거나 회전이 불량한 것을 사용해서는 안 되며, 사용 전에 흠을 깨끗이 청소하여야 한다.



<그림 30> 가선공사 개념도

(4) 전선설치 장비사용 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

- (가) 전선퍼기 차는 드럼대와의 거리를 10미터 이상으로 하고 충격에 의하여 위치변동이 없도록 견고하게 고정하여야 한다.
- (나) 전선퍼기 차의 제동장치는 특히 방습에 유의, 정상상태에서만 사용토록 시험을 하여야 한다.



<그림 31> 플러텐서너(Puller Tensioners) 연선작업 및 전력선 요크 부착

- (다) 운반 시는 그 기능이 손상되지 않도록 특히 주의해야 하며 사용 중 또는 사용 후 점검 및 손질을 철저히 하여야 한다.
- (라) 장시간 연선을 중지할 경우는 감아롤 등으로 연선차 앞에 전선을 붙들어 매어 전선이 미끄러져 풀리는 것을 방지하여야 한다.
- (마) 전선설치장비의 시동, 정지, 속도조정은 각 작업개소와 긴밀하게 연락하면서 행하도록 하여야 한다.
- (바) 전선펴기 작업을 원활하게 행하고 사고를 방지하기 위하여 다음 장소에는 반드시 관리감독자를 배치하여야 한다.
- ① 발받침 설치개소
 - ② 인하 블록 및 연선롤러(Roller) 설치개소
 - ③ 인·출입 각도가 큰 철탑(수평각도, 인상 및 인하각)
 - ④ 연선 중 메신저와이어나 전선이 수목에 접촉할 우려가 있는 곳
 - ⑤ 공공에 위해를 미칠 우려가 있는 곳
- (5) 전선 당기기 작업 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.
- (가) 애자 금구류를 인상작업 시 심부름 바를 직하에서 당기는 것은 피해야 한다.
- (나) 볼트, 너트 및 공구류는 전용가방이나 견고한 주머니 등을 사용하여 떨어지는 일이 없도록 하여야 한다.
- (다) 권상용 윈치가 작업 중 주재, 부재, 발판볼트 등에 접촉되지 않도록 확인 후 작업하도록 하여야 한다.
- (라) 와이어, 접속공구 등은 사전에 점검하여 이상 유무를 확인하여야 한다.
- (마) 전선당기기 작업을 할 때에는 철탑 암의 가지선, 활차걸이 부착점을 점검하고 활차의 회전, 전선의 이탈, 전선당기기의 원활상태 등에 대하여 긴밀한 연락을 취할 수 있도록 근로자를 배치하여야 한다.



<그림 32> 풀러텐서너(Puller Tensioners)

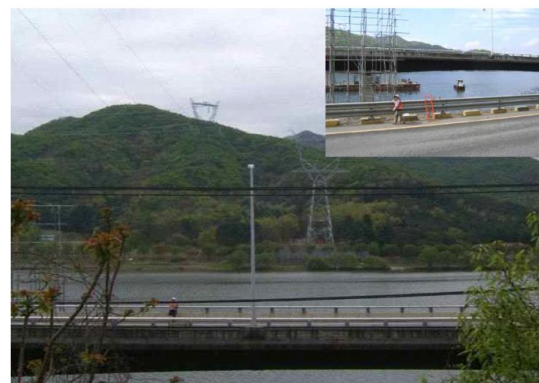
- (바) 충전된 선로가 근접하여 있고 유도전압이 발생될 가능성이 있는 곳에서 전선을 설치하거나 철거 시는 휴전작업에 관한 사항을 준수하여야 한다.
- (사) 철탑 암의 애자 끝에서 작업하는 근로자의 안전을 확보하기 위하여 안전대를 착용하도록 관리감독 하여야 한다.

(6) 발받침 작업 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.

- (가) 발받침을 나무로 시공할 때는 연결하는 부분을 1미터 이상 겹쳐 2개소 이상에서 묶어야 한다.
- (나) 기둥의 간격은 띠장 방향에서는 1.8미터 이하, 장선 방향에서는 1.5미터 이하로 하여야 한다.
- (다) 발받침 고정용 지선은 강연철선 혹은 와이어를 사용하여야 하며 발받침 형태에 따라 넘어지지 않도록 하여야 한다.
- (라) 보호받을 공작물이 15미터 이상의 높이일 경우 또는 폭이 8미터이상인 도로·궤도상에 설치할 경우는 발받침용 철주를 사용하도록 하여야 한다.
- (마) 배전선로를 보호하기 위한 발받침은 설치 전에 관계자와 협의, 전선에 절연 방호관을 설치한 후 시공하여야 한다.
- (바) 발받침이 도로상 또는 도로에 걸쳐 설치될 때는 적색기, 위험표지, 다용도 안전경보기, 조명등 등을 발받침으로부터 최소한 100미터 전·후방에 설치하여 위험을 경고하여야 한다.
- (사) 철제 발받침을 전기설비 보호용으로 설치할 때는 임시 접지를 시행하여야 한다.
- (아) 강풍 등의 일기예보가 있을 때는 발받침들의 강도를 재검토하여야 하며 부족시는 지선 등으로 보강하여 피해를 받지 않도록 하여야 한다.



<그림 33> 발받침 설치



<그림 34> 보선원 배치

- (7) 헬기를 이용한 전선퍼기·전선당기기 작업 시에는 다음과 같은 안전조치사항을 준수하여야 한다.
- (가) 와이어로프 전선 퍼기에 앞서 전선퍼기 구간의 조사비행을 실시하여 풍향, 풍속, 횡단물, 가이드봉의 부착상황, 와이어로프의 고정개소, 작업원의 배치상황, 긴급시 착륙장소, 철탑번호 등을 확인하여야 한다.
 - (나) 전선 퍼기 중 특고압선로, 철도, 도로 등 중요 횡단개소에는 보선원을 배치하여야 한다.
 - (다) 탑상 유도원, 관리감독자는 안전대 등의 개인보호구를 완벽하게 착용하고 작업에 임하여야 한다.
 - (라) 와이어로프를 철탑에 결박 시에는 헬기에 의한 풍압이 강하므로 주의를 하여야 한다.
 - (마) 와이어로프가 헝클어져 로프가 풀리지 않는 등 긴급사항이 발생시 지상에서 와이어로프를 자르든가 전선 퍼기용 기기를 분리하여야 한다.
 - (바) 헬기가 철탑부근을 통과할 때는 탑상작업원은 철탑부재 내측에 들어가 있어야 하며 절대로 낙뢰 차폐선 암 위로 머리를 내밀어서는 안 된다.
- (8) 철탑공사가 끝났다 하더라도 개폐기를 투입하기 전에 모든 작업원이 충전부에 접근치 못하도록 조치하고 현장 뒷정리 확인 후 송전하여야 한다.