

활선작업 안전대책에 관한 연구

1993. 12.



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업안전 연구개발 및 보급사업의 일환으로 수행한 “활선작업
안전대책”에 관한 연구사업의 최종보고서로 제출합니다.

1993. 12. 31.

주관연구부서 : 산 업 안 전 연 구 원
기 계 전 기 연 구 실
연구수행자 : 선임 연구원 이 형 수

머 리 말

현대 산업사회에서 전기 에너지는 산업활동에 필수적이고도 중요한 기초에너지이다. 이렇게 중요한 전기는 생산과 소비가 동시에 이루어지는 특성을 가지고 있고, 또 지금까지는 마땅한 저장수단이 마련되어 있지 않기 때문에 그 유용성 만큼 위험성도 많다.

더구나 오늘날 고도로 발달한 산업은 정보화 사회로의 이행단계에 이르렀고, 이에 따라 전기는 그 양적인 공급만큼 안정적인 공급의 필요성이 대두 되었고 활선작업은 이러한 요구에 부응하는 방편이 되었다.

그러나, 활선작업의 증가는 정전작업에 비하여 위험한 요인이 비교가 안될만큼 크기 때문에 이에 대비한 세심하고도 면밀한 안전대책이 수반되지 않으면 감전 등으로 인하여 인적, 물적으로 많은 희생을 초래하게 된다. 지금까지의 재해통계가 이를 웅변하여 준다고 할 수 있다.

따라서, 전기작업 특히 활선작업에서는 많은 안전대책이 강구되어야 할 것이다.

이에 본 연구원에서는 활선작업에서 감전의 위험성과 그 대책에 대하여 연구하기에 이르렀고 그 결과로 본 연구 보고서를 간행하게 되었다.

아무쪼록 이것이 사업장에서의 전기작업으로 인한 재해예방에 미력하나마 보탬이 되기를 바라마지 않는다.

1993. 12. 31

산업안전연구 원장

서 상 학

목 차

머 리 말.....	i
1. 서 론	1
1.1 연구목적	1
1.2 연구범위와 내용	2
2. 활선작업 개요	4
2.1 활선작업의 정의와 필요성	4
2.2 활선작업의 분류와 특징	5
3. 활선작업 안전용구.....	7
3.1 활선작업 안전용구 일반	7
3.2 절연용 보호구	11
3.3 절연용 방호구	15
3.4 안전용구	16
4. 활선작업 안전대책.....	32
4.1 안전대책 일반	32
4.2 고압 수변전설비 작업	50
4.3 공장 전기설비의 작업	59
4.4 저압 활선작업 안전대책	61
5. 맺음말	66
참고문헌.....	68
부 록 : 활선작업 감전재해 사례.....	69

1. 서 론

1.1 연구목적

전기는 우리의 일상생활에서는 물론 산업현장에서 각종 기계기구나 장치의 동력원으로, 전열 및 조명 등의 에너지로 사용되기 때문에 오늘을 살아가는 현대인에게는 생산에 있어서 공기와 같은 존재이다.

최근, 산업에 있어서, 생활수준의 향상 등으로 전기에너지의 의존도가 높아짐에 따라 전기에의 접촉이나 취급이 많고, 접촉에 의해서만 감지할 수 있는 전기적 특징 때문에 이를 잘 사용하고 이용하면 매우 유용한 반면, 전기설비나 기계기구를 다룰 때 안전조치나 일상점검을 소홀히 하면 감전으로 귀중한 생명을 빼앗길 수 있을 만큼 위험하므로 이의 올바른 사용이 필수적인 과제이다.

특히 수요가 밀집한 공장지역이나 도시지역에서는 전기의 지속적이고도 안정적인 공급이 필수적이다.

따라서, 전기를 신설로 공급하기 위하여 배전선로를 증설하거나, 전기설비 등의 수리, 점검, 유지, 보수를 위하여 전기의 공급을 중단하게 되면 그 만큼 생산활동이 지장을 받게 되므로, 불가피하게 활선작업의 필요성이 대두된다. 또, 작업구역에 회로를 차단시키고 정전작업을 하더라도 역송전이나 역가압 등의 현상에 대해 감각적으로 확인할 수 없기 때문에 감전의 우려가 있게 된다.

다시 말하면, 활선작업은 전기적 에너지와 근로자와의 접촉위험이 상존하는 작업이며, 전기재해는 곧 감전이라는 직접적인 재해가 대부분이다.

한국산업안전공단의 '90. 2 ~ '91. 8월 사이에 발생한 중대 감전재해에 대한 분석자료에 의하면, 총 104건(사망 102명, 중상 8명)의 중대재해 중 활선 또는 활선 근접작업에 의한 것이 22건으로 전체의 21%를 차지하고 있으며, 정전작업시가 6건(5.8%)으로, 이 2가지 작업으로 인한 재해가 전체의 26.8%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

또, 이를 직능별로 보면, 전기관계 종사자의 감전이 35건의 34%, 일반 근로자가

69건(66%)으로 나타났고, 전기관계 종사자의 경우 변전소내의 수배전반 등 협소한 공간에서 차단기, 변압기 등의 해체, 보수, 케이블 인입작업시 충전부분에 접촉 감전되는 경우와 전주 이설 또는 주상 변압기의 설치, 철거작업시 역송전이나 충전된 선로에 감전되는 경우가 많은 것으로 나타났다. 일반 근로자의 경우는 주로 건설현장에서 사용하는 투광기나 펌프, 전기드릴 등 이동형 전기기계기구의 누전으로 인한 감전이 많았다.

전압별로는 고압 7건, 특별고압 23건인 반면, 저압에 의한 감전이 74건을 차지하고 있다.

업종별로는 건설업이 41건으로 전체의 39%를 차지하고 있어 건설현장에서의 감전재해가 심각한 것으로 나타났다.

일본의 경우도 1990년 총 51건의 중대 감전재해에서 활선 또는 활선근접작업에서 15건 (29.4%) 으로 우리나라와 비슷한 경향을 보이고 있다.

산업안전보건법에서는 전기작업에서의 감전위험을 방지하기 위하여 정전 및 활선 작업에 따른 전압종별, 활선 직접작업과 간접작업별로 구분하여 이에 알맞는 절연용 보호구, 방호구 및 활선작업용기구 등의 사용을 의무화하고 있으며, 작업안전을 확보하기 위하여 이들의 올바른 사용방법 및 관리요령을 아는 것은 대단히 중요하다.

앞서의 분석에서 보는 바와 같이 이러한 감전재해는 작업시 충전부와의 직접접촉에서 오는 위험을 방지하기 위한 절연용 보호구의 착용, 전기안전수칙의 철저한 이행이 수반되었다면 방지될 수 있었을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 활선작업이나 활선 근접작업에서의 작업안전을 위하여 불안전한 물적, 인적 요인을 파악하고 이에 관한 안전대책을 제시함으로써 재해방지에 기여하고자 한다.

1.2 연구범위와 내용

본 연구는 활선작업이나 활선근접작업으로 인한 감전재해 안전대책을 제시하기 위하여 작업위험을 분석하고 외국의 관련자료를 수집, 이를 토대로 안전기준을 마련하였다.

또, 활선작업의 위험성과 재해사례를 중심으로 재해원인과 대책을 살펴보았으며, 활선작업에서 필수적인 활선용구를 종류별로 기능과 역할, 특성 및 안전한 사용법을 제시하였다.

활선작업에 대한 안전기준은 활선작업 및 정전작업 전반에 걸쳐 일반적으로 준수하여야 할 사항을 제시하고, 작업별, 전압별로 당해작업에서 필요한 안전작업 방법 및 작업표준과 안전기준 등을 제시하였다.

2. 활선작업 개요

2.1 활선작업의 정의와 필요성

2.1.1. 활선작업의 정의

산업안전보건법에서는 전기로 인한 위험을 크게 6가지 유형으로 분류하여 각각에 대하여 대처하도록 하고 있다.

이를 구체적으로 살펴보면, 첫째, 전동기, 변압기, 접속기, 개폐기, 분전반, 배전반 등의 전기기계·기구나 전로 등의 충전부분에 대한 감전위험의 방호, 둘째 배선 및 이동전선으로 인한 위험의 방지, 셋째 정전작업과 넷째, 활선 및 활선근접작업으로 인한 감전위험 방지, 다섯째, 정전기로 인한 재해예방과 여섯째, 전자파로 인한 재해의 예방을 들 수 있다.

따라서, 활선 및 활선근접작업과 정전작업은, 광의적으로 보면 전기작업의 전부라 하여도 과언이 아니다. 다시 말하면, 전기적인 에너지가 충전되어 있는 상태나 정전작업에서 잘못 조작되어 충전되는 상태는 모두 활선상태가 되기 때문이다.

그러나, 본 연구에서 다루고자 하는 활선작업이란 전류가 흐르고 있거나, 충전된 물체 또는 전로에서 근로자가 당해 전로나 그 지지물의 설치, 점검, 수리 및 도장 등의 작업을 하는 것을 말한다.

또, 전류가 흐르고 있거나, 충전된 물체 또는 전로에서 근로자가 당해 전로에 접근하여 그 지지물의 설치, 점검, 수리 및 도장 등의 작업을 하는 것을 활선근접작업이라 한다.

2.1.2 활선작업의 불가피성

산업의 고도화, 국제화, 기술혁신, 국민생활의 다양화에 따라 에너지 소비중 전기 에너지의 비율은 점차 증대되고 있다. 이와 더불어 전기 이용은 광범위하고 복잡하며, 사업장의 다양한 부하기기와 이들이 요구하는 신뢰도 수준이 고도화, 다양화 됨

에 따라 정전작업이 어렵게 되고 있는 실정이다.

따라서, 이러한 요구에 부응하는 정전작업의 감소대책으로 활선작업이 불가피한 오늘날의 추세이다. 그러나, 활선작업은 근로자가 충전부와 직접 접촉하여 감전재해를 일으키기 쉬운 매우 위험한 작업이며, 따라서 안전측면만 고려할 때에는 정전작업이 가장 바람직하다고 할 수 있다.

그러나, 앞서와 같이 사업장에서의 정전은 곧 생산에 차질을 가져오고, 생산공정에 투입중인 원재료 및 제품이 못쓰게 되는 경제적 손실은 물론 기계장치 등의 성능에 영향을 초래하는 등의 물적 손실 때문에 활선작업은 불가피한 것이다.

2.2 활선작업의 분류와 특징

2.2.1 활선작업의 종류

(1) 직접 활선작업

산업안전보건법의 산업안전기준에 관한 규칙 제346조(저압활선작업), 제348조(고압활선작업)에 의한 작업으로 충전전로의 점검 및 수리 등의 충전전로를 직접 접촉하여 취급하는 작업을 말한다.

이때에는 규격에 따른 절연용 보호구(고무장갑, 보호가죽장갑, 전기절연모, 고무소매, 고무장화 등)를 착용하여야 하고, 충전부는 절연용 방호구 (고무판, 고무시트, 고무블랭킷 등)를 취부하여 감전의 우려가 없는 안전한 상태에서 작업하도록 규정하고 있다.

주로, 전선접속이나 애자교체, 개폐기 취부 등의 작업이 활선작업으로 실시되고 있다.

(2) 간접 활선작업

활선작업용장치(활선작업용 고소작업차, 절연사다리 등)를 이용하여 법에서 정한

충전전로와 접근한계거리(규칙 제350조)를 유지한 후 활선작업용기구(절연봉 등)를 이용하여 충전전로와 직접 접촉하지 않고 작업하는 것을 간접 활선작업이라 한다.

현재 우리나라에서는 22.9KV 배전선로가 간접 활선작업으로 시행되고 있으며, 안전성 확보라는 측면에서 직접 활선작업보다 유리하나 작업 효율성은 떨어진다고 볼 수 있다. 일본에서는 활선작업용 로봇이 이미 개발되어 실용화되어 있으며, 앞으로는 노동력의 부족과 3D현상의 심화로 가공선로의 활선작업은 이러한 로봇 활용이 활발해질 것으로 보이며 우리나라에서도 이의 도입이 곧 이루어 질 것으로 예상된다.

2.2.2 활선작업 재해유형

활선작업에서 주로 일어나는 재해를 유형별로 분석하여 보면, 다음과 같다.

- ① 활선상태에서 가공전선의 부설, 교체나 다른 곳으로의 이설, 애자나 기타 지지물의 점검, 청소 등의 전기작업시와 이러한 작업을 위하여 전주를 오르내릴 때 절연용 보호구나 방호구를 사용하지 않거나 또는 잘못 사용하여 충전부에 접촉되는 감전
- ② 활선상태를 死線으로 잘못 알거나, 착각하여 접촉 감전되는 사고
- ③ 정전작업에서 전기설비를 수리·점검하면서, 근접되어 있는 활선부분에 접촉되거나, 절단한 전선이 충전부에 접촉되면서 발생하는 감전재해
- ④ 건설공사 현장에서 이동용 크레인이나 각종 건설장비의 붐(Boom)이 인근의 가공 배전선로에 접촉하는 감전사고
- ⑤ 개폐기 등의 기기를 오조작하여 정전구간에서 통전되거나 역송전으로 인하여 발생하는 감전
- ⑥ 작업구간의 개폐기 조작상태를 확인하지 않았거나 통전상태를 검전하지 않고 접지를 하려고 하다가 감전
- ⑦ 전기기계기구나 설비 등의 충전부 작업시 절연용 방호구의 미설치 및 절연용 보호구를 착용하지 않거나 안전작업 수칙을 준수하지 않아서 일어나는 감전사고 등을 들 수 있다.

3. 활선작업 안전용구

3.1 활선작업 안전용구 일반

감전사고의 발생원인을 보면, 인적 결함(불안전행동)과 물적 결함(불안전상태)의 양쪽 원인에 의한 것이 대부분을 차지하고 있다.

불안전 행동가운데서도 보호구, 방호구를 착용하지 않고 작업을 하여 충전부에 접촉·접근한 것이나, 작업방법의 불량, 작업위치의 부적절에 의한 것이 많으며, 이들 대부분은 작업의 생략, 위협의 경시, 미숙련 등에 의한 것이다.

산안법 23조에는 “사업주는 사업을 행함에 있어서 발생하는 전기 등에 의한 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.”고 되어 있으며, 25조에는 “근로자는 23조의 규정에 의하여 사업주가 행한 조치로서 노동부령이 정하는 사항을 준수하여야 한다.”고 사업주와 근로자 모두 안전상의 조치를 준수하도록 규정하고 있다.

산업안전보건법상의 안전용구에 대한 자세한 관계조항은 표 3.1과 같다.

3.1.1 안전용구의 종류

활선작업 안전용구를 용도별로 분류하면 다음과 같다.

(1) 절연용 보호구

전로의 활선작업 또는 근접작업 등에서 감전 등의 위험을 방지하기 위하여 작업자가 신체에 착용하는 것으로 안전모, 안전대, 전기용 고무장갑, 절연화 등을 말한다.

(2) 절연용 방호구

전로의 활선작업 또는 근접작업 등에서 전로의 충전부에 장착하는 것으로, 절연용

시트, 커버, 절연판 등이 이에 속한다.

(3) 활선작업용 기구

손으로 잡는 부분이 절연재료로 된 봉상의 절연물로 활선에 근접하여 간접적으로 작업할 수 있는 기구를 말하며, 디스콘봉, COS 조작봉 등이 있다.

(4) 안전기구

정전작업 및 활선작업에서 작업자의 감전재해 방지를 위하여 충전여부를 확인함으로써 안전작업을 확보하여 주는 기구로, 검전기, 단락접지기구, 활선접근경보기 등이 있다.

3. 1. 2 안전용구에 대한 취급법

(1) 안전용구의 구비조건

- ① 장착이나 착용이 용이하여야 한다.
- ② 작업성이 좋아야 한다.
- ③ 재질이 좋고 안전성이 높아야 한다.
- ④ 견고하고 가벼우며 기능이 확실하여야 한다.
- ⑤ 보호구, 방호구는 검정품을 사용하여야 한다.

(2) 안전용구의 올바른 사용법

- ① 사용하기 전에 반드시 점검하고, 불량품은 바로 폐기한다.
- ② 검전기는 사용전에 반드시 검전성능을 확인한다. 조심스럽게 취급하여 충격

표 3.1 안전용구에 관한 산업안전보건법 등의 조항

법 조 항	내 용
법 33조 (양도 등의 제한)	위험한 작업이나 영 27조에서 정한 안전용구는 노동부 장관이 정한 방호장치를 구비하지 않으면 양도, 대여, 진열할 수 없다.
시행령 27조 (방호조치가 필요한 위험기계, 기구 등)	노동부장관이 정한 안전용구는 다음과 같다. 정전 및 활선작업에 필요한 절연용 기구
법 34조 (성능검사)	영 27조에서 정하고 있는 정전 및 활선작업에 필요한 절연용 기구는 성능검사를 받아야 한다.
법 35조 (보호구의 점정)	노동부장관이 정한 보호구는 노동부장관이 실시하는 점정을 받아야 한다.
영 28조 (검정대상 보호구)	검정대상 보호구 중 활선작업에 필요한 것은 다음과 같다. 절연용 보호구 (안전모, 안전대, 전기용 고무장갑, 절연(장)화)
규칙 342조	정전작업을 할 경우의 조치 (검전기구, 단락접지기구)
규칙 346조	저압 활선작업 (절연용 보호구)
규칙 347조	저압 활선근접작업 (절연용 방호구, 활선작업용 기구)
규칙 348조	고압 활선작업 (절연용보호구·방호구, 활선작업용 장치, 기구)
규칙 349조	고압 활선근접작업 (절연용 방호구, 보호구)
규칙 350조	특별고압 활선작업 (활선작업용 기구, 장치)
규칙 351조	특별고압 활선근접작업 (활선작업용 장치)
규칙 352조	시설물 건설 등의 작업시 감전방지 (절연용 방호구)
규칙 353조	절연용 보호구 등의 사용전 점검 등
산업안전보건 교육규정 5조	전압 75V 이상의 정전 및 활선작업의 특별교육 - 전기의 위험성 및 전격방지에 관한 사항 - 당해설비의 보수 및 점검에 관한 사항 - 정전작업, 활선작업시의 안전 작업방법 및 순서에 관한 사항 - 절연용 보호구, 절연용 방호구 및 활선작업용기구 등의 사용에 관한 사항

* 규칙은 산업안전기준에 관한 규칙임

을 주지 않아야 하며, 전지를 사용하고 있는 것은 수명에 주의한다.

③ 운반시 상자나 케이스에 넣어 재료나 공구 등에 눌러 손상되지 않도록 한다.

④ 작업에 적합한 것을 사용한다.

⑤ 안전용구의 취부 위치, 순서가 있는 경우는 반드시 준수한다.

(예를 들면, 단락접지기구는 원칙적으로 전로를 개방한 위치에 가장 가까운 부하측에 설치하고, 설치순서는 접지측에서 행하며 철거시는 접지측을 마지막에 한다.)

⑥ 저·고압용 고무장갑은 사용에 앞서 공기주입기로 시험한다.

⑦ 절연시트는 습기, 먼지 등이 묻어 있는 채로 사용하지 말아야 한다.

(3) 안전용구의 관리

① 관리규칙을 정한다.

② 관리책임자, 관리담당자를 선임하고 안전용구의 관리를 전담하게 한다.

③ 장비, 사용기준을 정하여 적절한 운용의 철저를 기한다.

④ 정기 자체검사는 검사기준, 방법, 검사대장(결과의 기록)을 정하여 관리하여야 한다.

⑤ 교육, 훈련 규칙을 정하고, 안전용구의 점검방법, 사용방법 등에 대한 교육을 실시한다.

⑥ 보관시는 다음 사항에 유의한다.

(가) 보관장소는 바람이 잘 통하고 직사광선, 먼지, 습기, 약품 등에 의한 영향이 없는 장소를 선정한다.

(나) 먼지, 약품, 기름 등이 묻어 있는 경우는 잘 닦고, 건조시킨다. (고무, 가죽, 플라스틱 등은 직사광선이나 강한 화기 등에 의한 급격한 건조는 피한다.)

(다) 고무제품은 건조제를 바른다.

(라) 금속부분에는 녹이 스는 것을 방지하기 위해 기름 등을 발라 둔다.

3.2 절연용 보호구

3.2.1 전기용 안전모

(1) 사용목적

작업자의 머리를 전기적, 기계적 충격으로 부터 보호하기 위하여 사용한다.

(2) 종류

안전모의 종류는 사용구분, 재질에 따라 4종류로 구분되나, 전기용 안전모는 AE, ABE의 2종류로 구분한다.

물체의 비래, 낙하, 추락에 의한 위험을 방지하는 일반 안전모의 기능외에 머리부분의 감전에 의한 위험을 방지하는 내전압 성능을 가지고 있다.

내전압성을 가지기 위하여 일반안전모와는 달리 모체의 내외면을 관통하는 구멍이나 핀홀 등이 없어야 하는데, 이는 구멍을 통한 전기적 방전으로 감전의 위험을 방지하기 위해서이다. 전기안전모는 일반적으로 7,000V이하의 내전압성능을 유지하여야 한다.

(3) 사용범위

다음 작업의 경우에는 안전모를 착용하여야 한다.

- (가) 고저압 충전부에 근접하여 두부에 전기적 충격을 받을 우려가 있는 장소
- (나) 주상, 철구상, 사다리, 벌채 등 고소작업의 경우
- (다). 건설현장 등 낙하물이 있을 우려가 있는 장소
- (마) 기타 두부에 상해가 우려될 때

(4) 사용시 주의사항

- (가) 머리에 맞는 것을 사용하고 땀방지대를 조절하여 착용해야 한다.
- (나) 특별고압 작업시는 전기적 절연성능이 충분한 것을 사용한다.
- (다) 기타 보호구 관리요령에 의한 정기점검 및 시험을 행한다.

3.2.2 전기용 고무장갑

(1) 사용목적

고무장갑은 기타 절연용 보호구 및 방호구와 함께 전선로나 전기기계기구의 충전부에 손이 접촉되어 감전되는 것을 방지하기 위해 전기작업자나 근로자가 전기작업시 착용하며, 보호용 가죽장갑은 고무장갑의 손상을 방지하기 위하여 사용한다.

(2) 종류와 규격

고무장갑은 사용전압에 따라 표 3-2 와 같은 3종으로 구별되며 규격은 노동부고시 92-12호의 한국산업안전공단 규격에 따른다.

표 3-2 고무장갑의 종류와 사용전압

색	종 별	사 용 전 압	시 험 전 압
검정	A 종	300V 초과 600V 이하	3000V 1분간
빨강	B 종	600V 초과 3,500V 이하	12,000V "
노랑	C 종	3,500V 초과 7,000V 이하	20,000V "

(3) 사용범위

다음과 같은 작업의 경우 고무장갑을 착용하여 감전사고를 방지하여야 한다.

- ① 활선상태의 배전용 지지물에 누설전류의 발생 우려가 있을 때
- ② 충전부의 접속, 절단 및 점검, 보수 등의 작업
- ③ 우중 또는 습기가 많은 장소에서의 개폐기 개방, 투입의 경우
- ④ 정전작업시 역송전이 우려되는 선로나 기기의 단락, 접지의 경우
- ⑤ 도체에 임시로 보호접지를 설치하거나 이동시 또는 활선공구 사용시
- ⑥ 기타 감전이 우려되는 경우

(4) 사용시 주의사항

고무장갑은 시간이 경과하면 열화되어 수명이 다하게 되므로 사용시 특별한 주의를 기울여야 한다. 규정된 전기적 시험에 통과하더라도 물리적 특성이 나빠 사용 못할 수도 있으므로 검사를 자주 해야 하며 다음사항에 유의하여야 한다.

- ① 고무장갑의 일상점검은 책임자의 감독하에 실시한다.
- ② 활선작업자가 작업을 시작하기 전에 공기테스트를 하는 것이 좋다.
- ③ 고무장갑은 절대로 안박을 뒤집은 채 사용하면 안된다.
- ④ 더운 날씨나 추운날씨에는 고무장갑안에 면장갑을 착용한다.
- ⑤ 고무장갑은 쉽게 손상을 받으므로 보호 가죽장갑을 꼭 착용해야 한다.
- ⑥ 고무장갑이 젖어 있거나 더러워진 상태로 방치해서는 안된다. 불가피해서 이런 상태로 임시로 두더라도 반드시 깨끗이 닦고 건조시켜야 하며 기름이나 그리스가 묻어 있으면 즉시 닦아낸다.
- ⑦ 열, 햇빛, 기름, 변형은 고무재질에는 치명적이므로 이러한 요인이 영향을 주지 않도록 최대한 보호해야 한다.

(5) 보관시 주의사항

① 창고보관

고무장갑은 열, 햇빛, 습도 및 변형 등에 따라 절연열화 현상이 발생하므로, 보관시 다음과 같이 하여야 한다.

(가) 가능한 서늘하고 어두운 장소에 한켠레씩 박스에 넣어 보관한다.

(나) 햇빛이 직사되는 장소(창가까이 등)는 피해야 한다.

(다) 열이나 더운 공기가 직접 닿는 스팀 파이프나 라디에이터 근처 등에 보관하지 않아야 한다.

(라) 코로나 방전이나 불꽃방전을 일으키는 전기적 실험을 한 같은 장소에 보관해서는 안된다. 이와 같은 장소는 오존이 발생하여 산화를 촉진시키기 때문이다.

(마) 안팎이 뒤집힌 채로 절대 보관해서는 안된다.

(바) 보관시 습기나 땀 등으로 인해 고무가 끈적거리는 것을 방지하기 위하여 장갑 안쪽에 톨크(Talc) 粉을 발라 둔다.

② 트럭보관

작업용 트럭에서는 고무장갑을 다음과 같이 보관하여야 한다.

(가) 고무장갑은 장갑백에 보관하고 가급적이면 걸어놓는다.

(나) 공구백이나 박스안에 보관할 때는 그 위에 다른 것을 쌓아 찌그러지게 해서는 안된다.

(다) 고온은 장갑표면을 끈적하게 하고 서로 달라 붙게 하므로 열이 발생하는 근처에 가까이 두어서는 안된다.

(라) 고무는 변압기 기름이나 석유화학 제품, 억제제 등과 접촉되면 팽창되어 파괴괴성, 스넥(Snag), 내 파단성(Tear Resistance)이 25% 정도 감소되므로, 이들과 접촉되지 않도록 하여야 한다.

(마) 장갑을 말거나, 접거나 묶지 말아야 한다.

3.3 절연용 방호구

3.3.1 절연관

(1) 사용목적

도시지역의 배전설비 현장이나 건설현장에서의 크레인 등 건설장비의 근접, 접촉 우려가 있는 배전선로에 일시적으로 설치하여 감전사고를 방지하기 위해 사용한다.

(2) 형상 및 구조

절연관의 형상 및 구조는 그림 3-1과 같다.

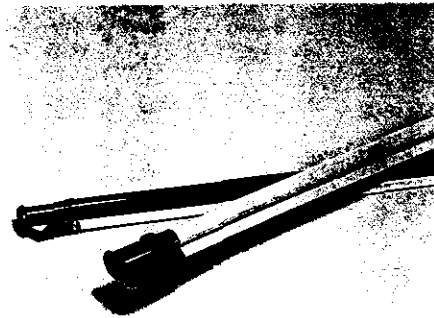


그림 3-1 절연관

(3) 사용범위

- ① 배전선로에 접근하여 건조물의 신축, 보수시 작업자나 장비 등이 선로에 접촉할 우려가 있는 장소
- ② 배전선로에 근접된 수목의 벌채 작업시 감전이 우려되는 장소나 수목의 벌채가 불가능하여 접촉이 우려되는 장소

- ③ 기타 감전재해 방지를 위하여 일시적인 조치가 필요한 장소

(4) 사용시 주의사항

- ① 사용하기전 손상유무를 확인하여야 한다.
- ② 활선작업용 전선커버 대용으로 사용하지 말아야 한다.
- ③ 장기간 설치된 장소에서는 절연판이 이동되지 않도록 견고하게 설치한다.
- ⑤ 운반시 자재와 혼합되게 운반하지 말아야 한다.

3.4 안전용구

3.4.1 활선접근경보기

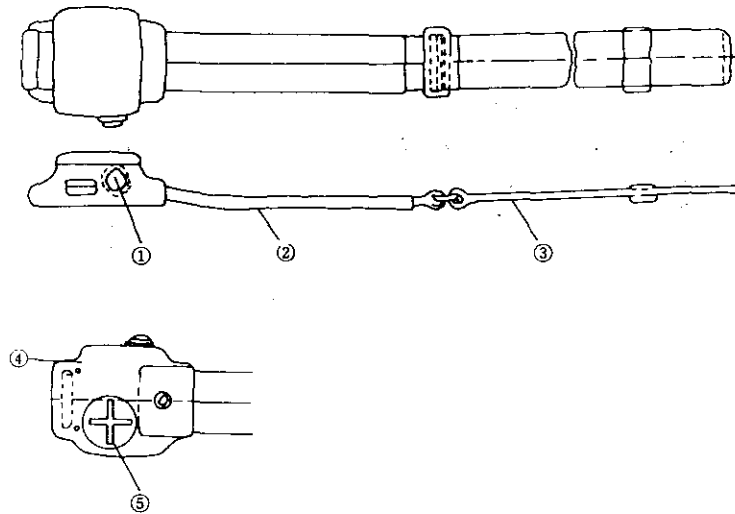
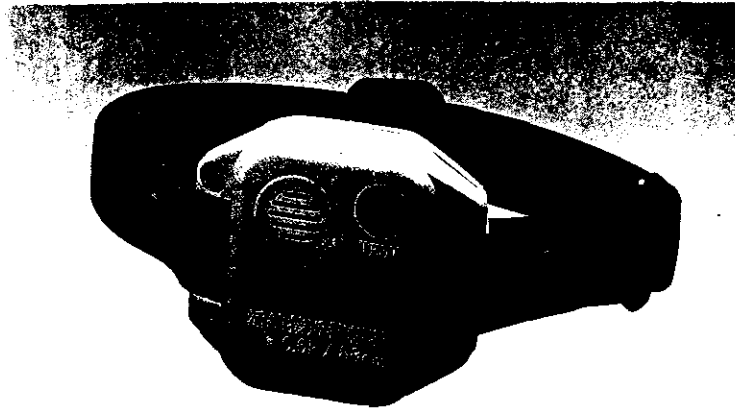
(1) 사용목적

전기작업자의 착각, 오인, 오판 등으로 충전된 기기나 전선로에 근접되는 경우, 경고음을 발생하여 접근 위험 경고 및 감전재해 방지를 위하여 사용한다.

(2) 형상 및 성능

① 형상

활선접근경보기의 형상은 그림 3-2와 같다.



번호	명칭
①	동작시험 스위치
②	밴드(안테나)
③	보조밴드
④	본체
⑤	건전지 교체 뚜껑

그림 3-2 활선접근경보기

② 성능

활선접근경보기의 사용전압별 요구되는 성능은 표 3-3과 같다.

표 3-3 활선접근경보기 성능

선로전압 (22.9KV)	동작거리 (cm)	비 고
22.9	110	사용방향에 따라 동작거리는 ±10 cm 허용됨
6.6	80	

(3) 사용범위

활선접근경보기는 다음의 경우에 반드시 착용해야 한다.

- ① 정전작업 장소에서 사선구간과 활선구간이 공존하는 장소
- ② 활선에 근접하여 작업하는 경우
- ③ 변전소에서 22.9KV D/S, 차단기 점검, 보수작업의 경우
- ④ 활선작업시에는 작업자의 판단에 따라 착용
- ⑤ 착각, 오인, 오판에 의한 감전의 우려가 있는 장소

(4) 사용시 주의사항

- ① 활선접근경보기를 검전기 대용으로 사용하지 않아야 한다.
- ② 사용전 시험용 버튼을 눌러 경보음 발생회수(분당 110~130회) 및 발생음향의 강도가 정상인지 여부를 확인하여 발생음이 미약할 경우는 건전지를 교환하여야 한다.
- ③ 사용이 끝나면 안전모에서 분리하여 보관하여야 한다.
- ④ 사용중 활선접근경보기에 물이 들어가면 부동작 또는 오동작의 우려가 있으므로 물이 들어가지 않도록 하여야 한다.

- ⑤ 변전소의 구내 또는 큐비클 내부에서는 오동작의 우려가 있으므로 사용하지 않아야 한다.
- ⑥ 안테나가 안전모 정면이 되도록 착용한다.
- ⑦ 팔에 착용시에는 안테나가 충전부의 정면이 되도록 착용한다.
- ⑧ 충격이 가해지지 않도록 한다.

3.4.2 검전기

(1) 사용목적

전기작업에서 전로의 정전을 확인하기 위하여 사용하는 기구로 근로자의 감전위험을 방지하는데 중요한 안전용구이다.

(2) 종류와 형상 및 구조

검전기를 크게 분류하면 전술한 것과 같으나, 일반적으로 많이 사용되고 있는 검전기로 저압용, 고압용 및 고·저압용, 특별고압용의 발광식, 음광식, 풍차식으로 나눌 수 있다. 또, 메이커별, 기종별로 보면, 상당히 차이가 있기 때문에 사용시에는 충분한 검토가 필요하다.

① 네온 발광식 검전기

절연성의 케이스에 네온관을 넣은 것으로, 대지간 인체저항(약 $500\Omega \sim 10M\Omega$)과 손잡이부의 정전결합 컨덴서(약 $5PF$)를 넣어 전압이 인가되면, 네온램프의 방전전류(약 $50 \sim 100 A$)에 의해 발광한다. (그림 3-3, 3-4)

동작 개시전압(방전 개시전압)은 $600 \sim 1,000 V$ 로 충전부에 직접 접촉시켜 사용하며 기타 다음과 같은 특징이 있다.

- (가) 조작이 간단하고, 값이 싸다.
- (나) 접촉 검전은 원칙적으로 할 수 없다.

(다) 네온관의 발광광도가 낮아 외부의 빛이 강하면 (태양빛 등) 식별되지 않는다.

(라) 길이는 20~30 cm 정도의 짧은 것이 일반적이며, 1m 정도 늘어나는 것도 있다.

② 전자 음광식 검전기

절연성 수지 케이스(플라스틱 등)에 분압저항(약 $100M\Omega$), 전압 검출회로, 증폭회로, 발광 다이오드, 전자 부저가 있으며 인체를 매개로 대지에 아주 낮은 전류(약 5~10 A)가 흐른 경우 이것을 증폭하여 발광 다이오드에 동작 전류(20~30mA)를 흘려 발광시킴과 동시에 소리가 난다.

동작 개시전압은 250~1,000V 이나, 내부에 증폭회로를 가지고 있기 때문에 충전부의 전계에 의한 미소전압(수십 mV)에 감응될 수 있고, 비접 축전압도 가능하며, 이 경우의 동작개시전압은 1,000~3,500V 가 되고 부동작 거리는 3~5cm 이다. (그림 3-5, 3-6)

기타 다음의 특징이 있다.

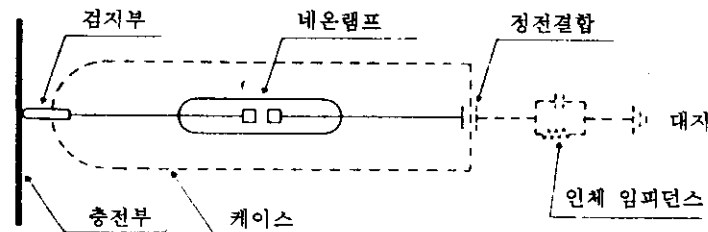


그림 3-3 네온 발광식 검전기 동작회로

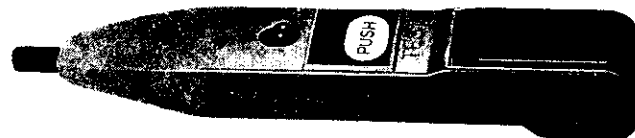


그림 3-4 네온발광식 검전기

- (가) 구조가 복잡하고 가격이 비싸다. (네온식의 1.5~2배)
- (나) 비접촉 검전이 가능한 반면, 타회로의 전계에 의해 발공되거나 음이 발생하는 경우도 있다.
- (다) 발광 다이오드의 광도가 높기 때문에 外光이 강한 경우(8,000룩스 정도)에도 식별할 수 있다.
- (라) 두가지로 (색과 음)나타내기 때문에 식별확인의 확실성이 높다.
- (마) 저압 겸용도 있으나, 音光표시가 다르기 때문에 주의가 필요하다.

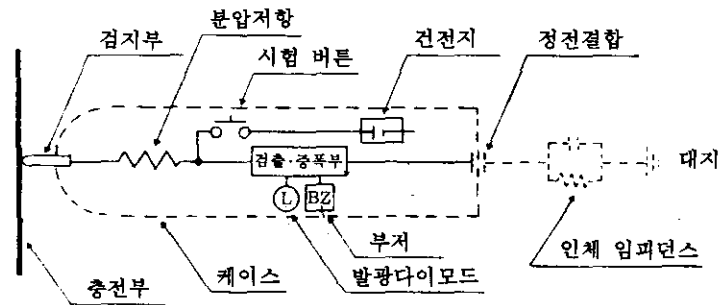


그림 3-5 전자음광식 검전기



그림 3-6 전자음광식 검전기

③ 풍차식 검전기(그림 3-7, 3-8)

회전하는 금속판을 유리에 봉입하고 대지사이에 인체저항, 정전결합 컨덴서를 삽입하여 전압이 인가되면 회전금속판(풍차) 끝에 코로나 방전이 발생하고 전자력에 의해 풍차가 회전한다. 동작 개시전압은 1,500 ~ 2,000 V로, 충전부에 직접 접촉시켜 사용한다.

기타 특징은 다음과 같다.

- (가) 가동부(풍차)가 있기 때문에 진동, 충격에 특별한 주의가 필요하다.
- (나) 풍차의 회전으로 식별하기 때문에 보기 쉽다.
- (다) 손잡이부 절연통을 비닐 등으로 두드려 회전을 확인할 수 있다. 전압은 3,000~5,000V가 된다.
- (라) 길이는 1~3m 의 것이 좋다.

(2) 사용방법

① 검전순서

검전이란 회로가 정전되어 있는 것을 확인하는 것이나, 보수업무 가운데는 검전기를 충전확인으로 사용하는 경우도 있다. (내압시험, 위험표시)

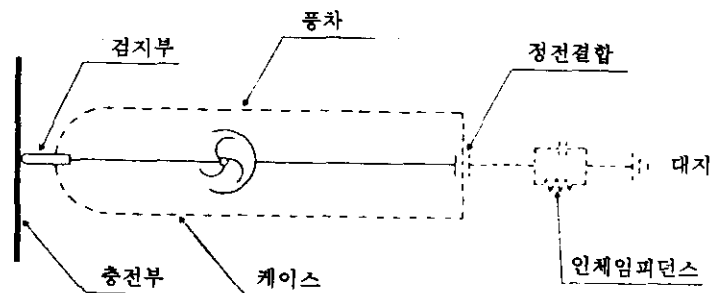


그림 3-7 풍차식 검전기의 동작원리

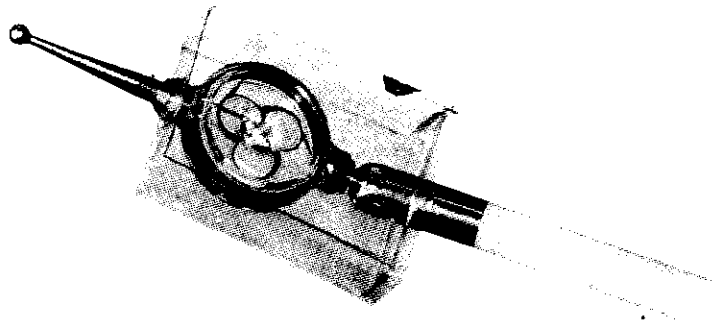


그림 3-8 풍차식 검전기

어느 경우에도 검전확인까지는 회로가 충전되어 있는 것으로 생각하여 검전 시에는 감전방지에 충분한 주의를 기울여야 한다.

(가) 검전기의 선정

메이커, 형식에 따라 성능이 다르므로 검전대상 전압, 형상, 주위환경에 따라 동작 개시전압, 표시방식(전자식이 좋은가, 네온식이 좋은가), 형상 등의 검토를 하여 선정한다. 또, 보유하고 있는 검전기의 특성에 따라 메이커의 매뉴얼이나 기술자료를 검토하여 사용하고, 검전기의 올바른 사용법 이외에 충전표시기, 경보기 등의 병용, 나충전부의 방호, 인체의 방호 등 안전작업에 철저를 기하여야 한다.

(나) 검전기의 시험(사용전 점검)

선정된 검전기의 외관을 점검하여 손상, 오손 유무를 조사한다. 이는 연면누설 등에 의한 사고방지상 중요한 사항이다.

다음으로, 동작 체크를 검전기 시험기로 행하고, 정상동작 여부를 확인한다. 전자회로식은 테스트 버튼이 사용되나, 이것은 회로 및 건전지 체크를 하는 기구이다. 또 검전기 시험기가 없는 경우는 고압충전이 명확

한 다른 회로에의 테스트 혹은 풍차식 마찰 테스트 등의 방법도 있으나, 이들은 어디까지나 간이테스트이다.

(다) 보호구의 장착

고압 고무장갑을 착용하고 필요에 따라 고무시트로 충전부를 보호한다.

(라) 점전을 실시한다.

검전기의 지정된 손잡이부를 바르게 잡고 점전한다.

1) 접촉 점전의 경우

검전기의 검지부만을 회로 도전부에 접촉시켜 표시를 확인한다. (그림 3-9)

2) 비접촉 점전의 경우

회로의 충전부에 직접 접촉되지 않고 공간이나 절연물을 넣어 점전하는 경우는 검전기 검지부의 표면적이 회로도체에 대해 크게 되도록 접근시켜 표시를 확인한다. (그림3-10)

(마) 사후처리

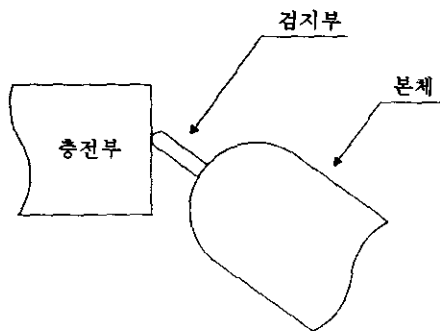


그림 3-9 접촉검전 검지부 예

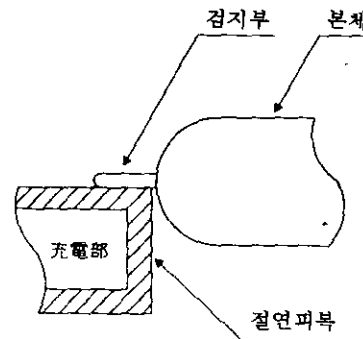


그림 3-10 비접촉검전 검지부 예

검전기에 의한 표시확인이 끝나면 검전은 종료되거나 후속작업이 있는 경우에는 용구를 정리하기 전에 정전, 충전표시 장치나 단락접지기구 설치를 한다.

(3) 검전작업시 주의사항

검전순서로 서술한 이외에 다음 사항을 유의하여 작업안전을 도모하고 검전의 확실성을 높여야 한다.

- ① 고압충전부에 대한 안전거리는 60 cm로 되어 있으나, 어떤 경우에도 고압 고무장갑을 착용하고 부근의 충전부에 접촉하지 않도록 주의하여야 한다.
- ② 비가 올때의 검전은 연면누설에 의한 감전, 지락의 위험이 있으므로 피해야 한다.
- ③ 케이스가 손상된 것을 절연 테이프 등으로 감아 사용하고 있는 사례가 있으나 안전관리상 절대로 피해야 한다.
- ④ 고압 전력케이블은 도전 테이프에 의한 차폐접지가 조정 불가능하므로 시드 (sheath)위로 부터는 검전이 불가능하다.
- ⑤ 검전자의 인체 임피던스가 매우 높은 경우 (고무장갑, 고무장화 등의 사용)에는 충전여부의 표시가 나타나기 어려운 경우가 있다. 이 경우는 손잡이부 (또는 접지단자)에 리드선으로 접지를 하여 검전한다.
- ⑥ 정전용량이 있는 대상물(케이블 등)을 검전하면 전하의 방전에 의한 순간적인 표시가 나타나는 경우가 있다.
- ⑦ 뇌 등 서지전압의 발생이 예상되는 경우에는 검전을 하지 않는다.
- ⑧ 특별고압에 근접하는 고압회로의 검전은 특별고압의 반대측에서 검전하여 유도를 배제한다. (그림 3-11)

(4) 검전기 관리상 주의사항

검전기는 안전용구의 일종으로 법적인 정기점검의 의무는 없으나 다음과 같이 일

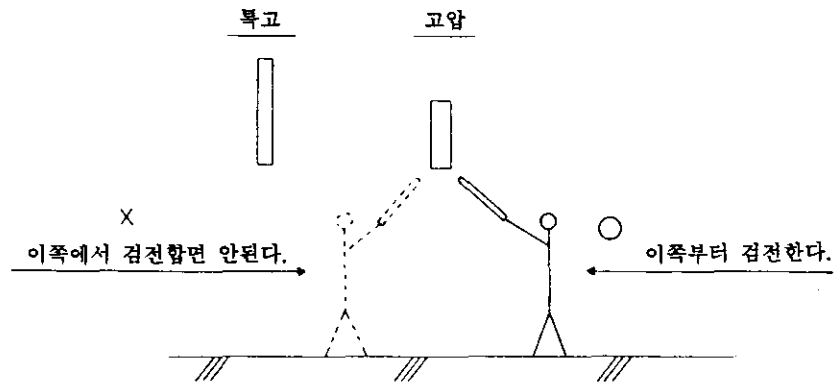


그림 3-11 유도를 배제한 검전 예

상적인 관리를 하도록 한다.

- ① 적어도 1년에 1회는 정기점검으로 내전압 시험(20KV 1분간), 동작 특성시험을 하고 그 데이터를 기록하여 보관한다.
- ② 건전지 내장형은 건전지 수명에 주의한다.
- ③ 직사광선을 피하고 옥내의 건조한 장소에 먼지나 진동, 충격을 받지 않도록 보관한다.
- ④ 온도, 습도가 급격히 변화하는 장소로 이동하여서는 안된다.
- ⑤ 운반시 조심하여 취급하고 강한 진동, 충격, 고온상태(여름철의 자동차내)가 되지 않도록 유의한다.
- ⑥ 케이스 표면의 더러움은 마른 걸레 등으로 깨끗이 청소하여 놓는다.

3.4.3 단락·접지용구

(1) 송전선로용 접지용구

① 사용목적

발·변전소나 송전선로용 접지용구는 오송전, 전자유도, 정전유도, 기타 선로와의 혼촉 및 뇌전압에 의한 감전사고 방지를 위하여 사용한다.

② 종류

접지용구의 용도별 종류는 표 3-4와 같다.

(가) 갑종 접지용구

발·변전소에서 선로개폐기 또는 구분개폐기에 의하여 충전부분과 정전부분이 구분되는 곳에서 전기충전의 우려가 있는 장소에 설치하는 것으로 운전책임자가 접지장소를 선정하여 시행하는 것을 말한다.

표 3-4 접지용구의 종류

사용전압(KV)	용도	접지선 굵기 (mm ² ×m)	절연봉 길이(m)
66	발·변전소용	38×6	4
154	"	60×8	6
345	"	60×10	8
66	송전선로용	14×3	1.3
154	"	22×4	2.6

(나) 을종 접지용구

송전선로 휴전작업시 설치하는 것으로 휴전작업 책임자가 접지장소를 선정하여 접지를 시행하는 것을 말한다.

③ 사용범위

발·변전소 등에서 기기 또는 선로를 정전시켜 점검하고 작업하고자 할 때는 정해진 장소에 접지를 하여야 한다.

(가) 접지방법

발·변전소나 송전선로의 차단기가 개방됨을 확인한 후 다음과 같이 접지한다.

(그림3-12)

- 1) 검전기를 사용하여 기기나 선로의 정전유무를 확인한다.
- 2) 접지선의 접지측 금구를 철탑이나 접지선에 확실하게 고정시킨다.
- 3) 선로측 금구를 선로나 기기에 연결할 경우 바람이나 진동에 탈락되지 않도록 확실하게 고정한다.
- 4) 접지를 잡은 장소에는 접지표찰을 부착하여 접지장소가 쉽게 식별될 수 있도록 한다.

(나) 접지 철거

- 1) 선로측 금구를 철거하고 접지측 금구를 나중에 철거한다.
- 2) 접지용구를 정리하여 잘 보관한다.

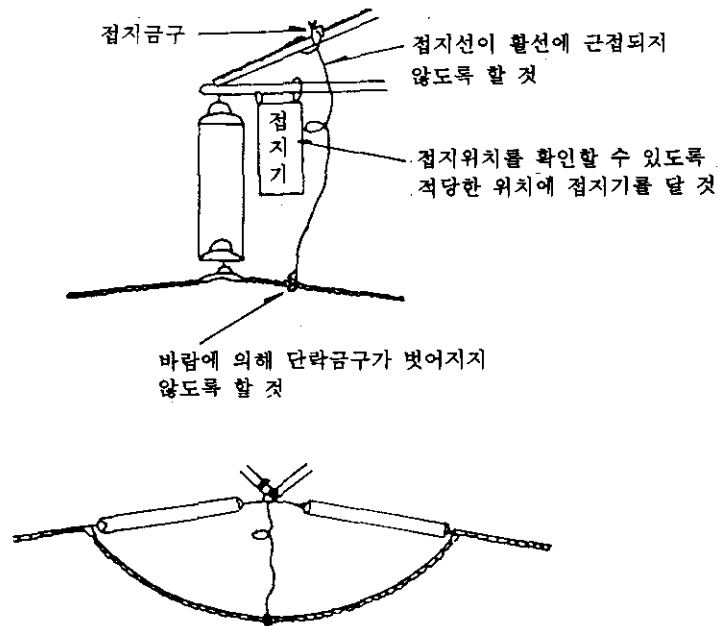


그림 3-12 접지용구의 접지방법

④ 사용시 주의사항

- (가) 접지시행전 반드시 각 상을 검전하여 정전을 확인한다.
- (나) 접지장소는 반드시 전원측 가까운 장소를 택하여 한다.
- (다) 접지장소가 구내인 경우 운전책임자, 구외인 경우는 작업책임자의 지시에

따라 접지작업을 실시한다.

- (라) 선로보수나 점퍼선을 접속·절단하는 경우는 절단하고자 하는 양단에 별도의 접지를 시행하여 정전유도 및 전자유도에 의한 감전을 방지한다.
- (마) 특별고압 송전선로 작업시는 도전성 작업복과 작업화를 착용한다.
- (바) 여러 장소에서 접지를 시행할 때는 작업장소에 가까운 곳에서 시행하고 철거시에는 반대순으로 한다.
- (사) 접지용구는 사용전에 충분히 점검하여 불량 접지용구는 사용하지 않도록 한다.

(2) 배전용 접지용구

① 사용목적

정전된 배전선로나 기기 등에 설치하여 작업중 오송전이나 유도전압에 의한 감전재해를 방지하기 위한 용구이다.

② 종류

배전용 접지용구의 사용전압별 종류는 표 3-5와 같다.

표 3-5 배전용 접지용구

사용전압(KV)	접지선 굵기(mm ² ×m)	절연봉 길이(m)
7	22×13	0.32
22.9	22×16	1.5

③ 형상 및 구조

배전용 접지용구의 형상 및 구조는 그림 3-13, 그림 3-14와 같다..

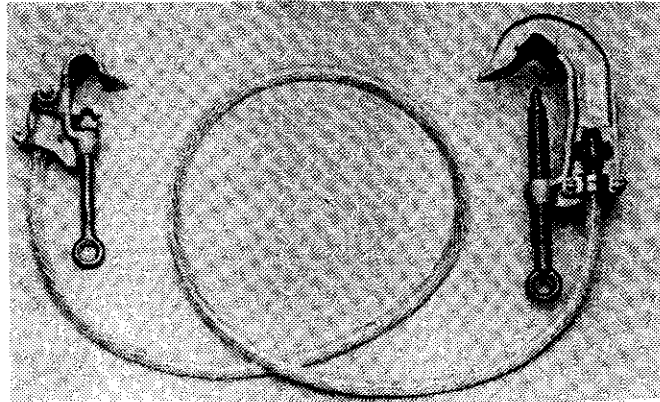


그림 3-13 배전용 접지용구

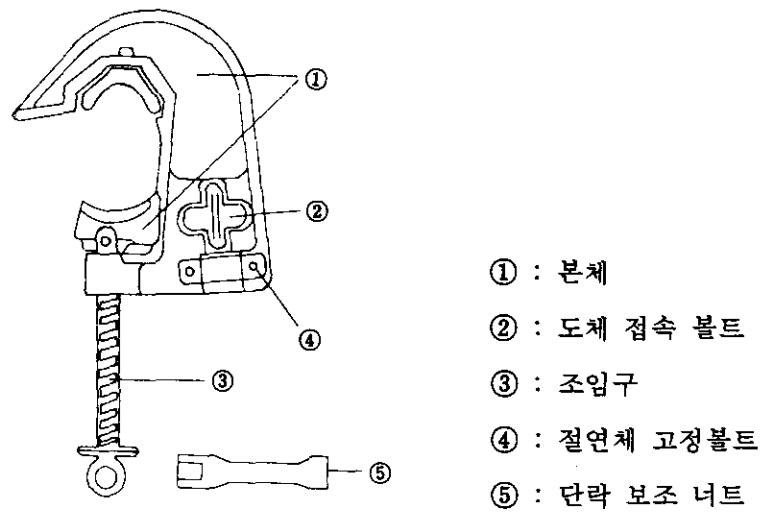


그림 3-14 접지 클램프의 구조

④ 사용범위

다음 작업의 경우는 접지용구를 정전중인 선로나 기기에 설치하여 오송전 및

유도전압에 의한 감전재해를 방지하여야 한다.

(가) 배전선로 전부 또는 일부를 정전하여 작업하는 경우의 정전된 선로

(나) 유도전압이 예상되는 선로 사용시

⑤ 주의사항

(가) 접지시행전 반드시 검전기로 각상을 검전하여 정전여부를 확인한다.

(나) 접지금구는 제2종 접지선이나 중성선에 접속한다.

(다) 역송전의 우려가 있는 경우는 작업위치 전후에 접지를 한다.

(라) 접지장소에는 접지표찰을 부착하여 접지장소가 쉽게 식별될 수 있게 한다.

(마) 접지용구는 사용전에 점검하여 불량여부를 확인하고 사용한다.

(바) 사용후 정리정돈을 잘 하여 보관한다.

4. 활선작업 안전대책

4.1 안전대책 일반

4.1.1 충전전로의 방호

고압전로의 활선작업, 활선근접작업을 할때 작업자가 절연용 보호구를 착용함과 동시에 충전전로중 작업자가 신체에 접촉 또는 접근되어 감전이 발생할 우려가 있는 부분에 대하여 절연용 방호구를 사용하여 충분히 방호한 후 작업에 임해야 한다.

최근, 배전선로의 전선은 절연전선이고 인류애자 부분의 절연 클램프 커버 취부, 기기단자에 절연커버를 씌우거나 전선 접속부분의 절연처리 기술 등이 향상되어 충전부의 노출 부분이 없어지고 있다.

그러나, 작업자가 이를 과신하여 방호를 생략하거나 부주의하여 충전부에 접촉되면 대단히 위험하게 된다.

(1) 방호 대상

작업자가 직접 취급하는 충전전로에 작업자의 신체가 접촉되거나 접근하여 감전될 우려가 있는 충전부분 및 접지전류가 흐르는 전선, 지지물, 공작물 등은 절연용 방호구 등을 이용하여 충분히 방호한다.

가공전로의 경우 방호를 필요로 하는 대상에는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 충전부분이 되는 것 : 전선, 변압기, 개폐기, 피뢰기 등의 단자 또는 리드선
- ② 접지(전류 유출로)가 되는 것 : 저압전선, 인입전선, 지선, 완금 등의 장주金物類, 철주, 접지된 기기류의 본체 등

(2) 방호범위

활선작업을 할 때 작업자의 신체가 접촉하거나 접근우려가 있는 충전부분은 절연 피복 유무에 관계없이 이 부분을 방호하는 외에 재료, 공구를 취급하는 범위와 신체가 이동하는 범위내에 있는 방호대상물에 대해서도 이를 완전히 방호할 필요가 있다. 또, 중량물을 취급하기 위해 동작범위가 크거나, 도전성의 긴 물체를 취급하는 경우는 전선로의 상태를 확인하는 외에, 감전의 위험이 없도록 충전부에서 충분히 이격함과 동시에 이격범위내의 방호대상물에 대해서는 충분한 방호를 하여야 한다.

(3) 방호시 유의사항

충전전로의 방호는 활선작업시 기본이 되는 작업으로, 이의 양부에 따라 나중의 작업능률이나 안전확보에 큰 영향을 미친다. 활선작업중에 방호구가 이동하거나, 빠져서 충전전로가 노출되지 않도록 확실히 방호하여야 한다.

방호시 유의사항은 다음과 같다.

- ① 작업지휘자는 작업자에게 방호방법과 순서를 지시한 후, 직접 방호작업을 지휘한다.
- ② 절연용 방호구는 잘 손질되고 정비된 것을 준비하고, 손상유무를 점검한다.
- ③ 방호를 하는 작업자는 먼저 절연용 보호구를 착용하여 신체를 보호한 후, 작업지휘자가 보호구의 착용상태를 점검하고, 미비점이 있으면 바로잡은 후 작업에 착수한다.
- ④ 주상에서의 방호작업은 원칙적으로 2명이 하고, 단독작업은 가급적 피한다.
- ④ 방호작업시는 발판 등을 사용하고 안정된 자세로 절연용 방호구를 장착한다.
- ⑤ 절연용 방호구는 몸 가까운 충전전로로부터 설치하고, 땀 때는 반대로 먼 곳부터 한다.
- ⑥ 바인드선이나 전선의 끝이 전기용 고무장갑에 상처를 내지 않도록 주의한다.

- ⑦ 절연용 방호구는 작업중이나 이동시 탈락하지 않도록 고무 끈 등으로 확실하게 고정한다.

(4) 방호방법

활선작업은 항상 감전의 위험이 따르므로, 올바른 순서로 안전하게 작업하지 않으면 안된다.

① 충전부분의 방호

(가) 전기용절연판(이하 절연판이라 한다.)

- 1) 설치순서는 반드시 신체 가까운 전선에서 한다. (그림 4-1 참조)
철거시는 이와 반대로 신체에서 먼 쪽에서 부터 철거한다.
- 2) 설치할 때는 벌어진 틈을 아래로 하여 애자에 충분히 끌어당겨 놓는다.
- 3) 전선이 경사되어 있는 경우는 절연판이 움직이지 않도록 고무끈이나 클립으로 단단히 묶어둔다.
- 4) 완금을 건너뛰어 설치하는 것은 위험하므로 절대로 하지 않아야 한다.
- 5) 절연판을 1개소에 2본 이상 설치할 때는 먼저 1본을 설치한 후 다른 한본과 겹쳐 접속하여 설치한다.

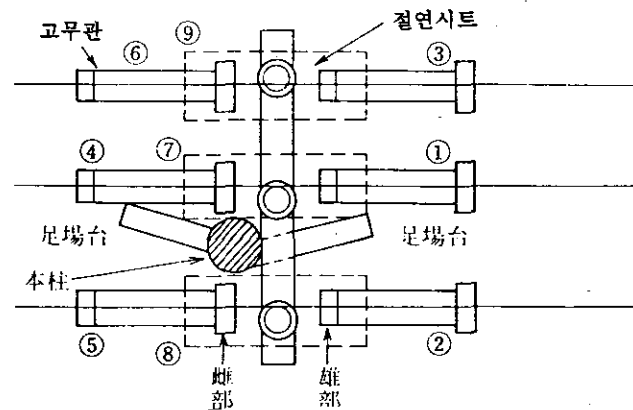


그림 4-1 절연판 설치 순서

(나) 편 애자 방호

- 1) 절연시트의 설치나 철거 순서는 절연관의 순서와 같이 한다.
- 2) 절연시트를 절연관 위에서 부터 조심스럽게 감고, 이 위를 고무끈으로 단단히 동여매거나 시트클립으로 단단히 묶는다.

② 저압선 및 접지물 방호

활선작업중 잘못하여 작업자의 신체가 고압 충전부에 접촉된 경우 저압전선, 인입선 또는 접지물이 되는 지지물이나 지선 등에 신체의 다른 부분이 접촉되어 있다면, 고압충전부-신체-접지체의 경로로 전류가 흘러, 감전의 위험이 있으므로 이 통전경로를 절연하기 위해 저압선이나 접지물에도 절연용 방호구를 장착하여 방호한다.

(가) 저압선의 방호

- 1) 저압본선은 고무관, 저압시트, 저압용 절연시트 등으로 방호한다.
- 2) 인류애자, 저압편애자, 인입선 등은 절연시트나 저압용 절연시트로 방호한다.
- 3) 방호구는 바람이나 진동으로 떨어지지 않도록 단단히 고정한다.

(나) 기타 접지물 방호방법

- 1) 완금이나 押金物(Armtie)은 전용의 방호구가 준비되어 있는 경우는 이를 장착하고, 전용의 것이 없는 경우는 절연시트를 적당히 감아 절연하고 빠지지 않도록 고무끈으로 단단히 묶어둔다.
- 2) 기타 접지된 금속부분에 활선작업중 신체가 접촉되어 통전경로가 되는 접지체는 절연시트를 적당히 깔아 절연하고 빠지지 않도록 단단히 묶는다.

4. 1. 2 안전거리 확보

저압에 의한 감전은 충전부에 인체의 일부가 직접 접촉함으로써 발생하지만, 고압이상은 충전부에 직접 접촉하지 않아도 어느 한계내의 충전부에 접근되면 공기의 절연이 파괴되어 섬락(Flashover)을 일으켜 충격을 받게 된다.

섬락은 주로 전압의 크기와 접근거리에 의해 결정되므로, 충전부에 접근하는 경우 섬락이 일으키는 거리이내에 들어가면 안된다.

충전선로나 발·변전소 등에서 활선작업 또는 활선근접작업의 접근한계거리로서는 작업자의 동작범위나 손에 잡고 있는 공구류의 크기를 고려한 거리에, 전압에 따른 섬락거리를 더한 범위가 된다.

(1) 접근한계거리

산안법 규칙 350조에는, 특고 충전전로에서 활선작업용 기구 등을 사용하는 경우, 표 4-1과 같은 접근한계거리를 유지하도록 규정하고 있다.

이 접근한계거리는 근로자의 신체나 근로자가 가지고 있는 금속제 공구, 재료 등이 특고 충전전로에 가장 근접한 부분과, 당해 충전전로와의 최단 직선거리에서 아크를 일으킬 우려가 있는 거리로서, 전로내부에 발생하는 이상전압(뇌서지, 개폐서지)을 고려하여 정한 값이다.

표 4-1 접근한계거리

충전전로의 사용전압 (KV)	충전전로에 대한 접근한계거리 (cm)
22	20
22~ 33	30
33~ 66	50
66~ 77	60
77~110	90
10~154	120
54~187	140
187~220	160
220 초과	220

(2) 허용접근거리

허용접근거리는 섬락거리에 작업자의 최대동작 범위를 가산하여 결정되어야 한다.
송전선의 활선작업인 경우 다음 식을 제안하고 있다.

$$D = A + bF$$

여기서, D : 허용접근거리

A : 작업시 작업자의 최대동작 범위(약 90 cm)

b : 전극배치, 전압파형, 기상조건에 대한 안전계수(1.25)

F : 전선-대지간에 발생하는 과전압 최대치에 대한 섬락거리

송배전선 등에 접근된 장소에서 이동식 크레인 등을 사용하는 경우 붐(Boom), 와이어 로프와 송배전선간의 이격거리는 전로의 전압에 따라 표 4-2와 같다. 저압과 고압은 전로의 절연방호에 따라 이 이격거리내에 가까이 할 수 있다.

표 4-2 이격거리

공칭전압	이격거리 (m)
600 V 이하	1.0
7,000 V 이하	1.2
11 KV	2.0
22	2.0
33	2.0
66	2.2
77	2.4
110	3.0
154	4.0
220	5.2
275	6.4
500	10.8

① 확인

충전부의 사용전압에 따른 접근한계거리에 이의 작업내용에 따른 작업자세의 최대 동작범위(사용하는 재료, 공구 등의 크기, 재질 등을 충분히 고려)를 더한 충분한 안전공간이 충전부와 사이에 유지될 수 있는 가를 목측으로 확인한다.

② 방호조치

(가) 고압의 경우

1) 가공전로의 작업

- a. 전주 위 등에는 충전부와 작업자와의 사이에 충분한 이격거리를 확보하는 것이 곤란하므로 고압 충전부에 대하여 머리위 거리가 30cm 이내 또는 신체의 측면거리 또는 발아래 거리가 60cm 이내에 접근하는 경우는 이 범위내의 충전전로를 방호한다. (그림 4-2)
- b. 저압선 작업이나 일부 정전작업을 할 때는 고압접근 표시 테이프나 한쪽 송전표시 팻말의 위험표시 등을 전주의 적당한 곳에 설치하여 작업자의 주의를 환기한다.

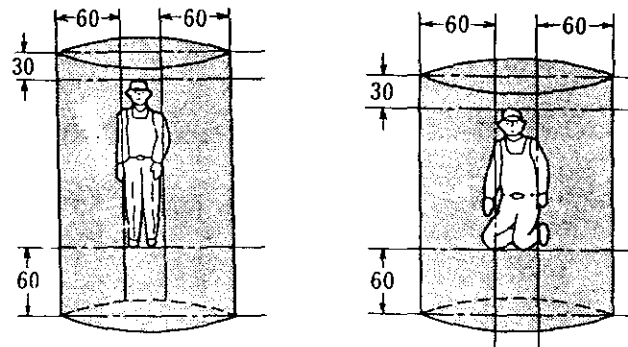


그림 4-2 방호구를 설치해야 할 범위

2) 옥내전로 작업

- a. 작업공간이 넓은 장소에는 이격거리 범위를 나타내는 구획네트, 구획 로프, 방호벽 등을 이용하여 물리적으로 구획하는 것이 가장 효과가 크다.

b. 작업내용, 작업장소 상태에 따라 구획네트, 구획로프 등으로 충분히 구획할 수 없는 경우에는 절연용 보호구를 착용하는 외에 절연용 방호구를 사용하여 충전부를 방호한다.

c. 중량물이나 길이가 긴 금속제 재료 등을 취급하는 경우에서 충전부에 접근할 우려가 있는 때는 견고한 방호벽으로 방호한다.

또, 실제의 전기공사 작업시는 고압전로에 근접하여 특별고압의 충전전로가 있는 것이 많으므로 이에 의한 감전위험을 방지하기 위한 조치를 강구하도록 한다.

(나) 특별고압의 경우

특별고압 환선 근접작업으로는 특별고압 송전선과 접근하는 가공배전선에서 행하는 작업과 특별고압으로 송전·수전하는 발전소, 변전소 구내 등의 작업으로 분류된다.

이러한 작업을 할 때 유의사항은 다음과 같다.

1) 가공선로 작업

a. 특별고압 송전선로와 병가된 가공배전선을 정전하고 작업하는 경우 고전압이 배전선로에 유도되고 있으므로 절연용 보호구를 착용하는 외에 배전선에 단락접지를 실시하여 전하를 소멸시킨후 작업을 시작하도록 한다.

b. 특별고압 송전선로에 접근하여 배전선로 지지물의 신설, 철거 등을 할 때는 지지물을 부주의로 특별고압 충전전로에 접근시키면 섬락에 의한 감전우려가 있으므로 특별고압 충전전로에 대하여 접근한계거리를 확보함과 동시에 아래 사항을 유의하여 작업을 행한다.

○ 지지물의 길이, 이동식 크레인 붐의 길이, 구조 등을 검토하여 작업범위의 폭과 높이 등을 확실히 파악한다.

○ 작업범위에 가장 가까운 부분의 특별고압 송전선로의 지상높이, 작업범위와 이격거리, 최고전압 등을 현지조사에 의한 목측과 동시 특별고압 송전선로의 관리자와 긴밀히 협의를 하여 확인한다.

- 작업범위와 특별고압 송전선로와의 안전한 이격거리는, 섬락의 우려가 있는 접근한계거리, 바람에 의한 전선의 이동폭, 목측거리의 오차 등에 더하여 안전을 고려한 충분한 안전공간을 확보하여야 한다.
- 작업에 임해서는 이동식 크레인의 차체에 접지를 실시하고, 지지물을 취급하는 작업자는 전기용 고무장갑, 전기용 장화 등을 착용하여 몸을 보호한다. 또, 만일의 이상접근을 방지하기 위하여 감시인을 배치하여 작업을 감시하도록 한다.

2) 발전소, 변전소 구내 등에서의 작업

발·변전소 구내 등에서의 작업은 특별고압 송전선로에 접근하여 하는 경우가 많고, 최근에는 설비의 대용량화에 따라 사용전압도 높아 감전의 위험이 증가하고 있으므로, 충분한 이격거리를 확보하여야 한다.

- a. 구내작업의 경우 이격거리를 확보하기 위하여 작업구역외 출입금지 표지를 설치하는 외에 구획네트, 구획로프, 이격봉 등으로 작업구획을 하는 것이 바람직하다.

또, 유도전압에 의한 감전우려가 있는 경우는 도전성 작업화를 사용하는 것이 좋다.

- b. 이동식 크레인과 같은 작업범위가 넓은 기계 등을 사용하는 경우 사용재료, 공구, 붐 등의 형상, 구조를 검토하여 충분한 이격거리를 갖는 위치에 방책을 설치하여 접근한계거리 이내에 접근하는 것을 방지하는 조치를 한다.

4. 1. 3 작업자 절연보호

활선작업을 안전하게 하기 위해서는 전기설비 등의 전기적, 기계적 성능을 충분히 이해하여야 한다. 이를 위하여 작업자는 활선작업에 대한 충분한 지식과 숙련된 기능을 가져야 하고, 신체를 보호하기 위하여 절연용 보호구를 착용하여야 한다. 고압

이상의 충전된 전로에는 절연용 방호구를 설치하고, 활선작업 기구나 장치를 사용하는 등의 조치를 하여야 한다.

또, 당해 충전부분과 안전한 이격거리를 확보하는 것이 무엇보다 중요하다.

(1) 활선작업시 준수사항

고압활선작업은 순간적인 부주의가 감전재해를 일으키고 중대재해를 일으키게 된다. 감전재해를 방지하기 위해서는 숙련된 지식과 기능을 가지고 충분한 방호조치를 하여야 안전한 작업을 할 수 있다.

먼저, 가장 인체에 접촉하기 쉬운 손을 보호하기 위하여 전기용 고무장갑을 착용하고 어깨부분이 충전부에 접촉하지 않도록 전기용 고무소매나 絶緣衣를 착용하여야 하며, 인체에 전류가 통전되더라도 대지와 절연되도록 전기용 고무장화를 신는다. 또, 머리부분의 감전을 방지하기 위하여 전기용 안전모를 착용한다. 전기용 안전모는 일반 작업용과 같이 비래물, 낙하물이나 공작물로 부터 머리를 보호함과 동시에 절연용 보호구로서의 성능을 겸비하여야 한다.

사업주는 근로자에게 반드시 절연용 보호구를 착용하도록 하여야 하고, 근로자는 이를 착용하여야 할 의무가 있다.

최근에는 고압 활선작업에 절연성능을 가진 고소작업차를 사용하도록 하고 있으나, 이 경우에도 위와 같은 절연용 보호구를 착용하여야 한다.

(2) 절연보호 대상작업과 절연용 보호구

작업자가 고압전로를 직접 접촉하는 작업시는 절연용 보호구를 착용하고, 충전부분에 절연용 방호구를 설치하는 등의 조치를 취하여야 한다. 충전된 가공배전선, 가공인입선 등을 직접 접촉하여 하는 대상작업은 다음과 같다.

① 전로의 신설, 증설, 교체 등의 전선작업에 수반된 전선의 절단, 접속작업 등

- ② 전주, 애자, 완금, 완목 등 지지물의 교체작업에 따르는 전선 이설 작업
- ③ 변압기, 개폐기, 피뢰기 등의 점검, 교체작업에서 충전부분의 전선 절단, 접속 등의 작업

(3) 보호구 착용

절연용 보호구는 감전의 위험으로 부터 인체를 보호하는 데 있으므로, 충전부에 접근하기 전에 이들 보호구를 착용하여야 하고, 활선작업중에는 어떠한 경우라도 벗어서는 안 된다.

활선작업자는 작업전에 전기용 장화나 고무소매, 절연의 및 안전모를 착용하고, 전기용 고무장갑은 작업자의 신체나 취급하는 공구 등이 충전부에 접촉하거나 접근하여 감전될 우려가 있는 위치에 가기 전에 착용한다.

절연용 보호구의 착용에 있어 주의하여야 할 사항은 다음과 같다.

① 전기용 고무장갑

전기용 고무장갑은 작업중 상처가 나기 쉽고 이 때문에 절연불량으로 인한 사고의 우려가 있으므로, 보호 가죽장갑을 착용하여 보호하여야 한다.

② 전기용 장화의 취급

전기용 장화는 전주를 오르내리거나 보행시 손상을 받을 우려가 있으므로, 활선작업이나 활선근접작업의 경우에만 사용하고, 기타 작업에는 안전화를 착용하도록 한다.

③ 사용전 점검

절연용 보호구는 당일 사용전에 반드시 점검하고, 이상이 있을 때는 보수하거나 교체하여야 한다.

(4) 악천후시의 작업중지

절연용 방호구나 보호구는 습기나 물기에 의해 전류가 표면에 누설되기 쉬워, 선

로사고의 원인이 되거나 감전되는 등 대단히 위험하게 된다. 따라서, 우천시나 뇌우시에는 활선작업을 하지 않아야 한다.

4. 1. 4 정전회로에 대한 조치

작업을 위하여 전기회로를 정전시킨 경우는 작업자 자신이 제3자의 착각, 오인이나 기기의 오동작 등에 의한 오송전으로 인한 사고를 방지하기 위하여 개폐기의 시건, 출입금지 조치, 점전, 단락접지기구의 설치, “공사중 송전금지”란 표시 등을 한다.

(1) 통전금지 조치

정전작업중의 불의의 통전에 의한 위험을 방지하기 위하여 다음과 같은 조치의 하나를 하여야 한다.

- ① 정전작업 중에는 전원스위치에 시건장치를 한다.
- ② 스위치에 통전금지에 관한 사항을 표시하여 둔다.
- ③ 전원스위치가 있는 장소에 감시인을 배치한다.

(2) 전하의 방전

전로에 전력케이블, 전력 컨덴서가 설치되어 있는 경우 잔류전하에 의한 감전의 우려가 있으므로, 작업시작전 안전한 방법으로 잔류전하를 확실히 방전시켜야 한다.

잔류전하의 안전한 방류 방법은, 작업자가 절연용 보호구를 착용하고, 단락접지기구를 사용하여 접지된 단락용 클립으로 각각의 리드단자를 단락한다.

그러나, 전력용 컨덴서에 방전코일이 설치되어 있거나, 개로된 전로에 상시 변압기가 부하되어 있는 경우는 개로후 곧 잔류전하는 소멸된다.

(3) 검전과 단락접지

정전작업시 정전되고 있는지의 여부를 잘못 판단하면, 인명에도 관계되는 중대한 재해를 발생하게 되므로 선로 정지의 연락을 받은 작업자는 시작전 반드시 검전 및 단락접지를 실시해야 한다.

검전과 단락접지는 작업자 자신을 감전의 위험으로 부터 지키는 안전한 방법임을 명심해야 한다.

또, 이를 행하는 작업자는 고압전기 취급자 가운데서 경험이 많은 자를 지명하여 절연용 보호구를 착용한 후 시행하도록 한다.

① 검전

(가) 정전여부를 확인하기 위해서는 고압검전기로 1선에 검전하여 완전히 송전이 정지되어 있는지의 여부를 확인한다.

(나) 검전시 전주의 절연전선 피복에서 검전하는 것은 검전기의 확실한 동작여부를 확인하기 어려우므로, 이런 경우는 절연커버를 벗기거나 애자의 바인드 부분, 전선 접속부의 테이핑 부분에서 검전하는 것이 좋다. 최근에는 절연전선의 피복위에서도 검전이 가능한 검전기가 시판되고 있다.

(다) 검전기를 사용할 때는 반드시 작업출발전에 검전기 시험기 등에 의한 성능을 시험하고 이상이 있으면 교환하여 사용한다.

② 단락접지

(가) 목적

고압전로에서 정전작업시 오송전이나 역송압에 의해 작업중 전로가 뜻하지 않게 충전된 경우에도, 단락접지한 경우 전원의 보호장치가 순간적으로 작동하여 전원을 차단하므로 작업자의 감전위험을 방지할 수 있다.

이를 위하여 접지저항은 가능한 작은 것이 좋으며, 단락접지기구는 용단되지 않도록 충분한 전류용량을 가진 것을 사용하여야 하며 접지는 다음과 같은 방법으로 실시하도록 한다.

(가) 접지방법에는 대지에 접지봉을 박아 접지하는 방법과 저압 가공선의 접지선에 접속하여 접지하는 방법이 있다.

1) 대지에 접지봉을 박을 때에는 습기가 많은 장소를 고르고, 접지저항을 가능한 작게 한다.

1) 저압선이 고압선과 병가되어 있는 경우는 저압 접지선을 이용하여 접지할 수도 있다.

(나) 접지선의 접지점은 누구라도 쉽게 구별할 수 있도록 접지표지를 설치하는 것이 좋다.

(다) 정전된 고압선을 단락접지할 경우에는 확실한 접지체에 연결된 접지도선을 접속한 후를 다른 고압선의 1선에 체결한다.

(라) 단락접지는 작업장소마다 행하고 작업하는 선로는 어디든지 반드시 접지하여야 한다.

(4) 역송압

최근 비상용 전원으로 저압 소형발전기나 이동식 발전기가 보급되어 있으며 고압 배전선로의 정전시 이를 운전하는 데, 잘못하여 배전용 변압기에서 정전회로에 고전압이 유기되는 역송압 현상이 발생, 작업자가 감전할 위험이 있다. 이는 수용가측의 인입용 개폐기를 개방하지 않은 상태에서 발전기를 운전하여 발생하는 것으로, 인입선, 저압배전선을 통하여 배전용 변압기의 저압측 권선이 여자되어 고압측에 고압이 유기된다.

역송압에 의한 감전재해를 방지하기 위해서는, 저압 발전기를 사용하기 전에 인입개폐기의 개방확인, 인입선의 분리 등의 조치는 가능하다.

그러나, 정전구역내 모든 배전용 변압기의 고저압 개폐기를 개방하는 것은, 주상 변압기가 많으므로 쉽지가 않다. 여기서, 작업구간의 양단, 분기개소에도 단락접지를 설치하여 두면 만일 오송전되어도, 인체저항에 비해 단락선 및 접지선의 저항은

월선 작으므로 대부분의 전류는 이를 통하여 흘러 감전이 방지될 수 있다.

4. 1.5 작업관리

활선작업, 활선근접작업시 감전의 우려가 있으므로, 작업관리를 엄격히 하지 않으면 안된다. 작업지휘자를 임명하여 작업을 직접 지휘하도록 하는 것이 필요하다.

또, 작업자는 단체행동을 하는 경우가 많으므로 작업지휘자의 명령과 지휘를 따르고, 안전의 기본에 따른 작업을 행하여야 한다.

(1) 적절한 작업계획의 수립

활선작업, 활선근접작업은 충전부로 부터 완전히 절연된 상태로 하여야 하나, 이들 작업은 통상 지지물 위에서 하기 때문에 충전전로의 사용전압에 따라 접근한계거리, 작업위치의 검토외에 기구에 걸리는 하중, 사용하는 기구, 공구의 적합여부, 작업인원 및 작업시간에 대하여 사전에 면밀한 검토를 하여 적정한 작업계획을 세운다.

특히 고압활선작업은 충전부를 직접 취급하는 작업으로, 항상 위험이 따르기 때문에 고도의 기능을 습득한 작업자가 행한다.

또, 고소작업차의 활용, 바이패스 케이블에 의한 무정전 작업을 채용하는 등 가능한 안전한 공법을 선정한다.

뇌 접근시 강우, 강풍 등 악천후로 인한 위험이 예상되는 때에는 작업을 중지한다.

(2) 정리정돈

현장에서 작업시작전 한번 더 기구 등의 외관검사를 함과 동시에 이를 정돈하여 필요한 기구, 재료가 전부 갖추어졌는 지를 확인한다.

(3) 사전협의 철저

작업전후에 TBM 등의 방법으로 작업내용, 작업순서, 각자의 분담, 안전확보상 준수사항 등에 대하여 작업지휘자를 중심으로 둘러앉아, 작업자 전원이 협의하여 의견점이 없도록 한다.

(4) 작업규율 준수

작업지휘자는 안전한 작업을 확보하기 위하여 적절한 감시감독을 하고, 작업자는 작업지휘자의 지도에 따라 규칙을 엄격히 지키도록 하여야 한다.

(5) 작업표준

활선작업, 활선근접작업은 항상 위험이 따르므로, 작업에 임하여서는 작업표준에 정한 순서에 따라 신중히 하여야 한다.

작업표준은 작업의 불안전, 비능률, 불합리성을 없애고 불안전 행동을 제거하여 준다.

과거의 재해사례를 보면, 작업순서를 잘못하여 일어난 재해가 적지 않다.

신규작업, 임시작업, 긴급작업 등 평상시 하지 않는 작업은 표준화가 되어있지 않으므로 사전에 충분히 협의하여 작업순서를 결정하고, 작업예정표를 작성하여 재해를 미연에 방지하는 조치를 취한다.

(6) 작업지휘자의 직무

① 일반적인 직무

작업지휘자는 작업 착수전에 현장시설 상태를 확인하고, 작업내용과 안전조치를

잘 주지시킴과 동시에 다음과 같은 것을 하여야 한다.

- (가) 인원 배치를 정하고 작업을 지시한다.
- (나) 작업순서를 설명하고 전작업의 소요 추정시간을 전원에게 주지시킨다.
- (다) 작업방법 및 순서를 알려주고 작업을 직접 지휘하며 작업자의 동작을 지켜 보면서 위험방지에 노력한다.

② 정전작업의 경우

- (가) 정전작업을 할 때에는 미리 정전범위, 정전 및 송전시간, 개폐기의 차단장소, 선로의 단락접지를 하는 장소와 상태, 작업순서, 작업자의 작업배치, 작업종료후의 처치 등을 설명하고 작업시작 때에는 선로의 정전상태, 차단된 개폐기의 시건, 통전금지에 관한 사항의 표시 등 개폐기의 관리상태, 점전, 단락접지기구의 설치상황, 감시인 배치상태를 확인한 후에 작업에 임하게 한다.
- (나) 작업을 종료한 때에는 작업현장의 상황과 작업자 전원의 안전을 확인한 후 단락접지기구를 철거하고 송전 준비를 한다.

③ 고압 활선작업과 활선근접작업의 경우

- (가) 신체 보호, 시설 방호, 사람의 배치, 작업 순서 등을 관계자에게 설명한다.
- (나) 만일의 사고에 대비하여 전류의 차단개소, 구급처치 등도 알려둔다.

④ 특별고압 접근작업의 경우

이 경우는 상기한 3가지 이외에 다음 사항을 하여야 한다.

- (가) 접근한계거리를 유지하기 위하여 보기 쉬운 곳에 표지를 설치하거나 구획네트, 구획 로프, 이격 등으로 구획시킨다.
- (나) 표지설치나 구획하는 것이 곤란한 경우는 감시인을 두어 작업을 감시하게 한다.

⑤ 기타

- (가) 전기기계기구, 공구 등의 설치상황, 절연피복 상태, 검전기의 성능, 절연용 보호구, 절연용 방호구, 절연작업용 기구 등의 성능을 매일 사용전에 점검한다.

- (나) 고압 충전전로에 접근하여 행하는 일반작업, 예를 들면, 크레인 조작작업 등에서는 특별고압 전로 및 고압, 저압의 전로에 대하여 방호를 하지 않을 때는 이격거리가 항상 유지될 수 있도록 작업을 지휘하여야 한다.

(7) 작업자 준수사항

① 일반사항

- (가) 작업자는 작업지휘자의 명령에 따라 올바른 작업순서로 안전하게 작업하여야 한다. 작업시작전 작업내용을 충분히 이해함과 동시에 현장의 상황과 선로의 송전, 정전 상태를 확인한다.
- (나) 작업중에는 적극적으로 작업지휘자의 지시를 받고, 지시사항, 협의사항 등을 무시한 제멋대로의 행동을 하는 일이 없도록 한다.
- 또, 작업중 의문이 있는 경우, 스스로의 판단에 의해 마음대로 행동을 취하지 말고 작업지휘자의 지시를 받는다.
- (다) 건강상태가 나쁘거나 고민이 있는 경우 등에는 스스로 작업지휘자에 신고한다.

② 정전작업의 경우

- (가) 정전작업을 할때는 개로된 개폐기에 시건을 하거나, 통전금지 사함을 표시한다.
- (나) 잔류전하가 발생하는 전로인 경우, 당해 잔류전하를 확실히 방전시키는 조치를 한다.
- (다) 정전전로는 검전기구로 정전을 확인한다.
- 또, 오통전, 다른 전로와의 혼촉이나 유도를 방지하기 위하여 단락접지기구로 확실하게 단락접지를 한다.
- 특히, 특별고압 송전선과 병가된 가공전로를 정전하여 작업하는 경우 절연용 보호구를 착용하는 외에 전로에 단락접지를 하고 작업에 착수한다.

③ 활선작업 및 활선근접작업의 경우

(가) 활선작업 또는 활선근접작업을 할때는 절연용 보호구의 착용, 절연용 방호구의 장착, 활선작업용 기구의 사용 등을 작업지휘자로 부터 지시받은 경우는 이를 착용하고, 장착하거나 사용하여야 한다.

(나) 활선작업에 사용하는 보호구, 방호구, 기구 등은 취급에 충분히 주의하여 매일 사용전 반드시 점검하고, 양부를 확인한다.

이 경우, 전기용 고무장갑 및 전기용 장화에 대해서는 공기시험을 행하고, 다른 공구는 육안검사에 의해 점검한다.

(다) 점검결과 이상이 있으면, 바로 보수하거나 교환하여 항상 성능이 유지되도록 한다.

4.2 고압 수변전설비 작업

고압 수변전설비에는 개방형의 옥상식, 옥내식과 큐비클식이 있다.

개방형 고압 수변전설비란 수변전실내에 파이프 프레임을 조립하여 애자, 관련기기, 배전반 등을 취부하여 설치하는 형식의 것을 말한다.

큐비클식 고압 수변전설비란, 고압의 수전기기, 변압기, 배전반 등의 기기 1세트를 접지한 금속제의 상자안에 들어있는 것을 말한다.

일반적으로 자가용 고압 수변전설비의 전기공사(전로나 그 지지물의 부설, 점검, 수리, 도장 등)은 정전을 기본으로 하여 작업을 실시하는 것이 원칙으로, 굳이 고압 활선작업으로 해야 하는 상황은 거의 없다.

그러나, 전부 정전이 불가능하여 해당되는 전로만을 개로하여 작업을 실시하는 경우도 있으므로 안전한 정전작업과 활선 근접작업의 방법에 대해 이해하여 둘 필요가 있다.

4. 2. 1 작업전 협의

(1) 시설관리자와의 협의와 작업계획

- ① 작업내용, 작업순서, 작업범위, 작업시간에 대해 시설관리자와 충분히 협의하여 확인한다.

특히, 정전개시 및 수전개시 시각에 대해서는 정확히 파악하여 만일 작업중에 변경을 부득이 해야 할 경우는 작업자와 시설관계자에게 철저히 확인한 후 실시한다.

- ② 작업계획은 충분한 여유를 가지고 수립한다.
- ③ 작업순서를 작성하고 작업의 체크와 지도에 활용한다.
- ④ 작업용 전원, 조명의 확보에 대해 확인한다.

(2) 확인사항

- ① 작업내용, 작업방법, 작업순서, 정전 범위, 작업시간을 잘 검토하는 외에 안전통로, 작업구역을 확인해 둔다.
- ② 전기기계기구, 절연피복 상태, 검전기 성능, 절연용 보호구, 방호구, 작업용 기구의 성능을 사용전에 점검하고 양호한 상태인가를 확인한다.

(3) 작업자와의 협의

- ① 작업시작전에 TBM 을 실시하고, 작업내용, 작업순서, 각자의 분담 등 안전확보를 위한 사항에 대해 협의하고 의문점이 생기지 않도록 한다.
- ② 인원 배치를 결정하고 작업분담을 지시한다. 이 경우 다음과 같은 점을 유의한다.
 - (가) 건강상태가 나쁜 사람이 있는지의 유무

- (나) 가정이나 기타 사항에 걱정이 있는 사람이 있는지의 여부
- (다) 공사에 필요한 면허가 있는지의 여부
- (라) 미성년자, 고령자 등의 유무
- ③ 작업방법, 작업순서, 작업시간을 작업자 모두에게 설명하고 이해시킨다.
- ④ 만일의 사고에 대비하여 구급처치, 연락방법 등에 대해서도 알려준다.
- ⑤ 작업중 의문이 생긴 경우 작업자의 독단적인 판단에 의해 마음대로 행동하지 말고 반드시 작업지휘자의 지시를 받도록 한다.

4. 2. 2 정전작업

(1) 정전

- ① 개폐기의 조작은 통상 시설관리자(전기주임 기술자)가 하는 것이나, 대신하여 조작하는 경우는 바른 조작요령에 의해 조작한다. 조작은 2인 이상으로 하는 것을 원칙으로 하되 서로 잘 연락하고, 상호 감시하여 안전을 확보한다.
- ② 전원의 개방순서는 다음과 같이 저압에서 고압으로 행하는 것을 원칙으로 한다.
 - (가) 저압측(저압 배전반)을 개방한다. 이 경우 다음 사항에 유의한다.
 - 1) 정전개시 시각이 명확하지 않는 경우를 고려하여 무부하를 확인하여 실시한다.
 - 2) 개로중인 것은 송전금지 표시임을 나타내는 표찰을 부착하고 잘못 투입하지 않도록 한다.
 - 3) 작업에 따라서는 상회전 방향을 확인하여 기록해 둔다.
 - (나) 고압 배전반의 차단기를 개방하며 이 경우 다음 사항을 유의한다.
 - 1) 각 배전반의 차단기를 개방하고 나서 주차단기를 개방한다.
 - 2) 수동개방시는 안정된 발판을 확보하고 올바른 작업자세로 개방한다.
 - (다) 고압 수전반의 주차단기를 개방한다.

- (라) 주차단장치가 옥내용 한류퓨즈가 있는 고압기중개폐기의 경우로, 고압 지락 차단기가 장치되어 있는 경우는 테스트 버튼으로 작동시켜 개방한다.
- 수동개방시는 폭봉으로 “수동회로용 레버”를 누르고, 자동회로 기구의 고리를 풀어 개로한다. (그림 4-4, 4-5)

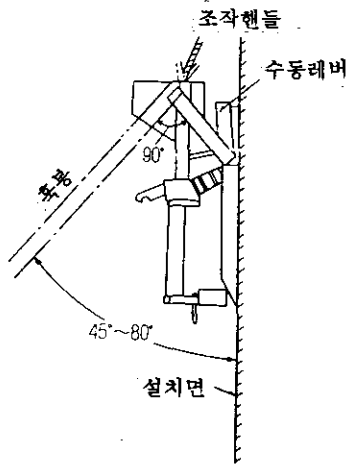


그림 4-3 폭봉의 조작 각도

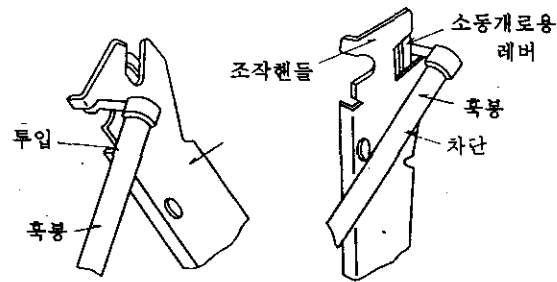


그림 4-4 폭봉의 조작순서

- (마) 차단기의 부하측을 고압검전기로 검전하여 충전여부를 확인한다.

- 1) 고압검전기를 사용하는 경우는 고압 고무장갑을 착용한다.
- 2) 전로의 검전은 1선마다 하고, 검전이 빠지는 일이 없도록 한다.

- (바) 단로기를 차단한다.

전기용 고무장갑을 착용한 후 안정된 발판을 확보하고 올바른 자세로 디스콘봉을 사용하여 개방한다.

- (사) 구분개폐기를 개방한다.

- 1) 전기용 고무장갑, 고무장화, 얼굴보호용 마스크를 착용한다.
- 2) 한전측 개폐기의 조작은 사전에 개폐기 조작 신고서에 의해 한전에 의뢰해 둔다.

- ③ 단로기 전원측을 고압 검전기로 검전하여 충전여부를 확인한다.

검전은 고압 검전기로 매상마다 실시하여 완전히 송전이 정지된 것을 확인한다.

- ④ 잔류전하에 의한 전격을 방지하기 위하여 다음과 같은 순서로 단락접지기구를 사용하여 전력케이블, 전력 컨덴서 등의 잔류전하를 확실하게 방전하여야 한다.
 - (가) 단락접지기구로 접지측 금구를 미리 정해진 접지선으로 취부한다.
 - (나) 전기용 고무장갑을 착용하고 접지된 단락용 클립으로 각각의 리드단자 등을 단락한다.
- ⑤ 단락접지기구를 다음 순서로 취부한다.
 - (가) 접지용 금구를 접지선에 확실하게 취부한다.
 - (나) 전선측 단락용 클립을 단로기의 전원측에 취부한다.
단락접지기구를 다는 위치는 원칙적으로 전로를 개방한 곳의 부하측에 가장 가까운 위치로 한다.
- ⑥ 잘 보이는 곳에 “접지중”, “투입금지”, “통전금지” 등의 표시를 한다. 또, 필요에 따라 감시인을 배치한다.
- ⑦ 정전조작이 완료되면, 관계자에게 보고한다.

(2) 작업시작전 점검

- ① 고압검상기로 확실히 정전되어 있는가를 확인한다.
- ② 단락접지기구를 설치한 상태를 재점검하여 확실히 고정되어 있는가를 확인한다.

(3) 작업지휘

전기취급 작업지휘자는 작업을 직접 지휘하여야 하고, 특히 다음 사항에 대해 지시 및 확인에 유의한다.

- ① 필요한 작업용 조명을 작업장소, 작업통로에 설치한다.
- ② 작업시작전 명확한 지시를 하고, 지시전에 작업시작을 금한다.

- ③ 작업순서대로 올바른 작업이 이루어지도록 한다.
- ④ 작업장소, 작업내용에 따라 감시인을 배치한다.

(4) 작업종료시 확인

- ① 작업이 끝나면 작업에 잘못이 없는지 확인한다. 만일 미비한 곳을 고칠 필요가 있는 경우는 작업방법을 검토하여 지시한다.
- ② 정리, 청소를 하고 사용된 기기, 공구, 남은 재료가 일치하고 있는가를 확인한다.
- ③ 수전조작에 필요한 조명이외에는 철거하고 숫자를 확인한다.
- ④ 작업자 전원을 집합시켜 인원을 점검한다.

(5) 수전설비

- ① 공구, 사용하고 남은 재료 등의 유무를 점검한다.
- ② 단락접지기구를 전선측 금구, 접지측 공구의 순으로 철거한다.
- ③ 각종 표지를 철거한다.
- ④ 회로의 절연상태를 파악하기 위하여 고압 절연저항 측정을 실시한다.
- ⑤ 조작금구의 양부를 재점검한다.
- ⑥ 회로상태를 확인한다. 작업내용에 따라 작업중에 차단기, 개폐기 등의 투입이 있는 경우가 있으므로, 이의 개방을 재확인한다.
- ⑦ 작업자 모두를 대기시킨다.
- ⑧ 시설관리자에게 수전준비가 완료된 것을 보고한다.

(6) 수전

- ① 개폐기의 조작은 정전시와 같이 올바른 요령으로 실시한다.

(가) 수전하는 것을 예고하고, 작업자 모두가 수변전설비 밖에서 대기하고 있는지 확인한다.

(나) 구분개폐기를 개방시와 같은 점에 유의하여 투입한다.

(다) 단로기의 전원측 각상의 충전을 고압점전기로 확인한다.

(라) 디스콘봉을 사용하여 단로기를 투입한다.

(마) 고압 수전반의 전압계에서 각상의 전압을 확인한다.

(바) 고압 수전반의 주차단장치를 투입한다. 안정된 발판을 확보하고, 바른 작업자세로 한다.

(사) 각 고압 배전반의 차단기를 투입한다.

고압 배전반의 전압계로 각상의 전압을 확인한다.

(아) 큐비클식 수전설비 등의 주차단장치가 옥내용 한류퓨즈가 있는 고압기중개 폐기의 경우는 조작레버의 우측에서 폭봉으로, 주플레이트가 완전히 투입 되기 까지 한번에 재빨리 투입한다.

② 수전조작이 완료되면 시설관리자와 관계자에게 보고한다.

(7) 저압회로 송전

① 시설관리자의 지시로 저압회로에 송전한다. 송전할 때는 송전금지 표찰이 표시 되어 있는 회로에 투입되지 않도록 주의한다.

② 동력 상회전 방향을 확인한다.

(8) 작업종료후 조치

① 수전실내 또는 큐비클 주변을 정리정돈한다.

② 수전실, 큐비클 문을 시전한다. 작업중 쥐나 고양이 등이 침입하여 시전후에도 사고를 일으킨 예가 있으므로 주의한다.

(9) 작업종료후의 미팅과 보고서 작성

- ① 작업개시전의 TBM에 대해 토의한다.
- ② 작업개시전의 위험예측이 실제로 어떻게 되었나에 대해 서로 토의한다.
- ③ 그날의 체험을 보고케 하여 서로 의견을 나눈다.
- ④ 레포트를 작성한다.

4. 2. 3 활선근접작업

(1) 작업준비

- ① 매상마다 검전을 하여 충전여부를 확인하고 작업전에 반드시 접지를 실시한다.
- ② 작업범위는 가능한 한 넓게 하여, 사선과 활선이 교차하지 않도록 한다.
- ③ 차단기, 단로기, 케이블헤드 등이 여럿 병렬로 된 경우는 선명, 회선번호, 기기번호, 상별 등을 명시하여 놓는다.
- ④ 고압 충전부의 방호는 충분한 기능 및 지식을 가진 자가 직접 지휘하도록 한다.
- ⑤ 작업공간이 넓은 장소에는 이격거리 범위를 표시하는 네트, 로프, 방호벽 등으로 구획한다.
- ⑥ 충전부와 작업자와의 사이를 충분한 이격거리를 확보하는 것이 곤란한 경우는 절연용 보호구와 방호구를 사용한다.
- ⑦ 작업장소, 작업내용에 따라 감시인을 배치한다.
- ⑧ 근접 충전부를 확인한다.
- ⑨ 작업자 모두에게 정전부, 충전부의 범위, 통로, 작업구역 등을 주지시킨다.
- ⑩ 작업에 필요한 공구는 반드시 공구박스에 넣어 휴대하도록 한다. 또, 팔목시계는 반드시 벗어놓고 작업하도록 한다.

(2) 작업 지휘

전기취급 작업지휘자는 작업을 직접지휘하여야 한다. 특히, 다음 사항에 대한 지시 및 확인에 유의한다.

- ① 검전기로 충전유무를 확인한다.
- ② 작업착수는 명확한 지시를 내리고 지시전에 작업시작을 금한다.
- ③ 절연용 보호구를 바르게 착용하도록 한다.
- ④ 작업순서대로 바른 작업이 행하여지도록 한다.

(3) 작업종료의 확인

- ① 작업이 종료되면 작업에 잘못이 없는가를 확인한다. 만일 미비한 곳을 고칠 필요가 있는 경우는 작업방법을 검토하여 지시한다.
- ② 감전사고는 작업종료후 일어나는 일이 많으므로, 작업이 종료되어 작업장소를 떠날 때 까지 긴장을 풀어서는 안된다.
- ③ 방호구 등을 철거함과 동시에 정리, 정돈 및 청소를 하고 사용된 기기, 공구, 남은 재료 등이 일치하는 가를 확인한다.
- ④ 인원을 확인한다.

(4) 작업종료시 미팅과 보고서 작성

- ① 작업개시전의 TBM에 대해 토의한다.
- ② 작업개시전의 위험예측이 실제로 어떻게 되었나에 대해 서로 토의한다.
- ③ 그날의 체험을 보고케 하여 서로 의견을 나눈다.
- ④ 레포트를 작성한다.

4.3 공장 전기설비의 작업

변·배전소에서는, 전기작업에 관한 안전이 중심이 되고 있으나, 공장 등의 전기사용 현장에서의 전기작업 안전은 공장 전체의 작업에 관한 안전의 일부이다.

전기 취급작업 지휘자는 이를 잘 이해하고, 전기작업에 관한 안전의 확립을 도모하여야 한다.

4.3.1 작업계획서

(1) 시설관리자와 사전 협의

시설관리자와의 사전 협의에서는, 작업내용을 이해하고 의문이 없도록 하여야 한다.

작업계획서상에는 없는 실제 현장의 상황을 보면서 자신의 작업순서, 안전조치 등 양부를 확인하여 불합리한 점이 있으면 시설관리자에게 개선을 요청한다.

공장내 작업현장의 환경은 위험한 약품이나 가스 등 산소결핍에 의한 위험이 존재할 우려도 있고, 또 안전조치 등도 공장자체의 독자적인 것이 많다. 안전하게 작업을 하려면, 공장내 작업환경의 파악과 안전확인을 사전에 할 필요가 있다.

(2) 작업준비와 점검

검전기, 측정기, 공구, 보호구, 방호구 등은 작업에 임하기 전에 들어가기 전에 정비, 점검을 해둔다.

작업현장에 고압과 저압 기기가 혼재해 있는 경우는 작업대상이 저압 전기설비라도 검전기는 고저압 겸용의 것을, 테스터는 절연내력이 큰 강전용의 것을 사용하는 것이 바람직하다.

4.3.2 작업시

(1) 작업시작전

작업현장에 들어가기 전에 작업자에게 작업내용, 목적 등을 설명하고 복장, 검전기, 작업공구, 안전공구가 미비한 곳이 없나를 체크한다.

(2) 작업시작시

정전작업 시작시, 가장 위험한 것은 시설 책임자의 작업시작 지시가 있기전에 작업시작 지시가 있었던 것으로 오해하여, 작업을 시작해 버리는 것이다. 이를 피하기 위해 작업시작 승락서 등을 받게 하는 것이 좋다.

작업승낙서를 받고 현장에 들어가면 시설 안전조치를 확인하고, 검전하여 작업용 접지를 설치하여야 한다. 그리고, 체크리스트에 의해 안전조치가 확실히 되어 있는가를 확인한다.

(3) 작업중

작업중에는 임의적인 판단 또는 임의적으로 작업을 하면 안된다. 계획외의 작업이 발생하거나 작업공정이 지연될 우려가 있는 경우는 책임자에게 상황을 보고하고, 지시에 따라 작업내용의 변경 등을 결정한다.

감시를 필요로 하는 경우는 감시자의 주의를 잘 지켜지도록 작업자 가운데 최상급자를 감시자로 지명한다.

(4) 작업종료후

작업이 끝나면 작업지휘자는 작업 결과, 특히 개폐기류가 작업시작시의 상태로 되 돌아갔는지를 체크시트로 확인하고 책임자의 검수를 받아 작업용 접지를 철거한다.

4. 4. 저압 활선작업 안전대책

저압에서의 전기작업은 고압이나 특별고압과는 달리 전기를 다룰줄 모르거나 서투른 비전문가도 자주 접촉하기 쉽고, 누구나 취급할 수 있다는 생각으로 인하여 감전되는 경우가 많다는 것이 통계적으로 입증되고 있다.

또 저압의 경우는 작업자의 손이나 발이 젖어있는 경우 등 감전되기 쉬운 상태가 많다. 이러한 상태에서의 접촉에 의한 감전을 방지하기 위하여는 저압의 배선, 전기 기계기구 등의 충전부를 취급하는 경우나 충전전로에 접근하여 전기공사를 하는 경우에는 반드시 절연용 보호구를 착용하거나 이들 충전전로에 절연용 방호구를 설치할 필요가 있다.

4. 4. 1 충전전로의 방호와 작업자 절연보호

(1) 방호 대상과 방호구

저압 전로에서의 방호가 필요한 대상물과 적합한 방호구는 다음과 같다.

① 전선류

전선의 노출 충전부에 대해서는 필요에 따라 방호한다. 직선인 경우는 고무절연판을 사용하고, 구부러진 선로나 분기회로는 절연 시트 등을 사용한다.

② 변압기 저압측 단자나 아크 용접기의 입력측 또는 출력측 단자는 각각 단자의 모양에 따라 단자 커버를 사용한다.

작업자가 잘못하여 절연불량 개소나 노출 충전전로에 접촉되는 경우는 다른 사람의 신체 일부가 접지되어 있는 금속부분에 접촉되어 있다면 이에 전류가 흐를 수 있으므로, 충전전로 뿐만 아니라 작업자 주변의 접지된 금속부분까지 방호하는 것이 바람직하다.

(2) 방호구의 설치와 철거

방호구의 설치나 철거시에는 충전전로에 접촉될 우려가 있으므로 작업자에게 전기용 고무장갑, 절연장화 등 절연용 보호구를 착용하게 한다.

방호는 작업자의 작업동작에 따라 신체, 취급중인 공구가 충전전로에 접촉할 우려가 있는 범위를 잘 확인하여 확실하게 하여야 한다.

(3) 작업자 절연보호

저압 활선작업중의 감전재해에서 피재자의 통전부위와 경로를 보면, 손 접촉에 의한 것이 가장 많고, 어깨, 오른 팔 등의 순으로 많은 것으로 되어 있다.

보호가 필요한 신체의 부분별로 적합한 보호구의 예를 보면, 다음과 같다.

- ① 손 : 저압용 고무장갑
- ② 어깨, 팔 : 절연의, 고무소매 등
- ③ 머리 : 전기용 안전모
- ④ 발 : 발부분이 감전되는 경우는 거의 없으나, 다른 부분 특히 손 등이 감전되면 손 - 발의 통전경로가 형성되므로, 절연장화를 착용한다.

4. 4. 2 정전회로에 대한 조치

전로 또는 지지물의 신설, 이설, 증설, 접속, 점검, 수리 등의 작업을 할때는 위

험한 전로를 정전시키고 하는 것이 바람직하다.

이 경우 전로를 잘못 조작하여 송전시키거나 근접되어 있는 충전전로와 혼촉하여 통전상태가 되면 대단히 위험하게 된다.

따라서, 정전작업에는 사전에 작업의 내용 등 필요한 사항을 충분히 주지키고 다음과 같은 조치를 하여야 한다.

(1) 통전금지 조치

정전된 회로의 전원 스위치에, 작업중에는 시건장치를 하고 통전금지에 관한 사항을 표시하거나 감시인을 배치하는 것 중의 하나를 하여야 한다.

(2) 잔류전하의 방전

정전된 전로가 전력케이블이거나 용량이 큰 부하기기, 역률개선용 전력 컨덴서가 접속되어 있는 경우에는 전원차단 후에도 잔류전하가 남게 된다. 부하기기나 케이블은 시간이 지남에 따라 자연히 소멸되지만, 전력용 컨덴서 등은 상당한 시간동안 전하가 남게 된다. 이러한 잔류전하로 인해 감전의 위험이 있게 되므로, 방전코일이나 방전기구로 안전하게 잔류전하를 방전시켜야 한다.

(3) 정전 확인과 오통전 방지

전로를 정전시키면, 전로의 전압에 적합한 검전기를 사용하여 정전을 확인하도록 한다. 검전작업시는 취급전로가 활선임을 전제로 충분한 감전재해 방지조치를 강구하고 작업에 임하는 것이 대단히 중요하다.

또, 오통전, 다른 전로와의 혼촉에 의한 불의의 통전을 방지하기 위하여 공사개소에 근접된 적당한 곳에 충분한 용량을 가진 단락접지기구를 사용하여 정전전로를 단

락접지하도록 한다.

작업중에는 작업자가 정한 순서에 따라 작업하는 것이 어떤가를 잘 파악하고, 부분 정전인 경우 근접된 활선에 접촉되는 일이 없도록 감시하여야 한다.

작업이 종료된 후 통전시는 이에 앞서 작업자가 감전 위험이 있는 위치에 접근하지 않도록 하고 전로의 접속방법이 잘못되어 있는지의 여부를 확인하도록 한다.

정전작업에서 필요한 조치는 표 4-4와 같다.

표 4-4 정전작업에서 필요한 조치

조치 단계	협의사항	실시해야 할 사항
작업 전	· 작업지휘자 임명 · 정전범위, 조작순서 · 개폐기 위치 · 정전시각 · 단락접지 개소 · 계획변경에 대한 조치 · 통전시 안전확인	· 작업내용을 잘 주지시킬 것 · 정전전로 개폐기에 시건장치 · 잔류전하 방전 · 검전기에 의한 정전확인 · 단락 접지 · 일부 정전작업의 사활선 표시 · 근접된 활선에 대한 방호
작업 중		· 작업지휘자 작업지휘 · 개폐기 관리 · 단락접지 상태 확인 · 근접된 활선에 대한 방호 상태 관리
작업종료후		· 단락접지기구 철거 · 안전표지 철거 · 작업자에 대한 감전위험 여부 확인 · 송전개시

4. 4. 3 작업관리

저압전로 활선작업은 고압에 비해 안이하게 생각하기 쉬우나, 이에 의한 감전재해가 상당히 발생하고 있으므로, 작업시작전 작업시간, 작업내용, 방호대상이 되는 전로의 범위, 가까운 곳의 차단장치 등 작업에 관한 구체적 필요사항을 작업자에게 주지시키고 작업지휘자를 지정한다. 작업지휘자는 작업자에게 보호구, 방호구, 기구 등의 사용법, 전로의 상별 취급순서, 기타 작업방법 및 작업순서에 관한 필요한 사항을 현장에서 주지시키고 이를 잘 이행하도록 지휘한다. 특히 정전작업시는 정전된 회로의 전원 개폐기를 잘 관리하고 단락접지기구의 취부상태가 안전한 가를 확인한 후 작업에 임하도록 한다. 그날 그날의 작업자의 건강상태를 파악하여 무리한 작업을 피하도록 한다.

5. 맺 음 말

활선작업 및 활선근접작업과 정전작업시 발생하는 감전으로 인한 중대재해는 약 35%에 이르고 있는 실정이나, 이에 대한 안전대책이 종합적이고도 체계적으로 수립되지 못하였다.

따라서, 본 연구는 이에 대한 안전한 방호대책을 마련하여 이로 인한 충전부나 활선에서의 감전재해를 방지하고자 하였으며, 안전한 작업방법과 대책을 고찰한 결과 다음과 같은 결론에 도달하였다.

1. 고압이상의 활선작업 및 활선근접작업은 대부분 전기취급에 전문적인 지식과 자격을 갖춘 작업자가 하므로, 정해진 작업표준과 안전수칙을 철저히 이행하도록 하는 교육에 중점을 두어야 한다.
2. 저압 활선작업 및 활선근접작업에서는 작업자가 안일하게 생각하고 작업에 임하지 않도록 철저한 교육을 실시하고, 특히 절연용 보호구의 성능과 기능을 숙지시켜 충전부와와의 접촉으로 인한 감전재해를 방지하도록 한다.
3. 절연용 보호구, 방호구 등 안전용구에 대한 사용 안전지침을 작성하였으며, 이를 사업장에 널리 보급하여 표준지침으로 활용하도록 한다.
4. 이 연구결과를 토대로 전기재해 예방에 관한 기술지침(안)을 작성하여 기준제정위원회의 심의를 완료하였으며, 노동부 고시로 제정되어 활용될 수 있을 것이다.
5. 활선작업에 필요한 절연용 방, 보호구에 대하여 필요한 성능이 유지되도록 하기 위한 성능검정이 보다 강화되어야 한다.

이를 위하여 다음 사항에 대한 제도적 보완이 있어야 한다.

첫째, 현행 7,000 V 이하의 고압용에만 실시하고 있는 전기용 고무장갑에 대한 성능 검정 규격이 특별고압용으로 까지 확대되어야 한다.

둘째, 활선작업용 장치(버킷트럭) 및 절연사다리 등 검정규격이 제정되어 있지

많은 안전용구는 규격을 제정하여 성능검정을 실시할 수 있는 방안에 대한 검토가 있어야 한다.

앞으로 활선작업 등과 관련된 감전재해를 예방하기 위하여 활선접근경보기의 성능 개선, 보호구나 방호구 등의 새로운 재질이나 성능 개선에 대한 연구가 활발히 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 中央勞動災害協會, 高壓·特別高壓 要氣 取扱者 安全必携, 1987
2. 中央勞動災害協會, 電氣工事 作業指揮者 安全必携, 1988
3. HSE, HSE Guidance note GS 24, Electricity on Construction Sites
4. HSE, HSE Guidance note GS 44, Electrical Working Practices
5. HSE, HSE Guidance note GS 47, Safety of Electrical Distribution Systems on Factory Premises
6. E.K,Greenwald, Electrical Hazards and Accidents/ Their Causes and Prevention ,VAN NOSTRAND REINHOLD, 1991
7. 한국전력공사, 배전반 활선교재, 1986
8. 노동성 산업안전연구소, 고압 배전선로용 휴대형 검전기 안전지침, 1985
9. 노동부, 92 산업재해 통계
10. 한국산업안전공단, 92 중대산업재해 분석 보고서, 1993

부록 : 활선작업으로 인한 감전재해 사례

사례 1 전주위에서 선로 변경 작업중 380V 전압에 감전 사망

사업장 : 아파트 공사현장

피해자 : 사망 1명

재해 발생 개요

경남 창원시 소재 ○○토건(합)의 아파트 신축공사 현장에서 재해자를 포함한 2명이 전주위에서, 다른 1명이 전주 아래에서 임시 가설전선 절단작업을 시작하였다.

절단된 전선(EV-200SQ, 2,160Kg/Km)이 자체하중에 의해 처지지 않도록 하기 위하여 전주 아래에 있는 작업자가 피해자에게 로프를 올려주면 피해자는 절단 작업자에게 전달하고 절단 작업자는 이 로프를 절단할 전선에 묶은 후 전선 절단 작업을 실시하였다.

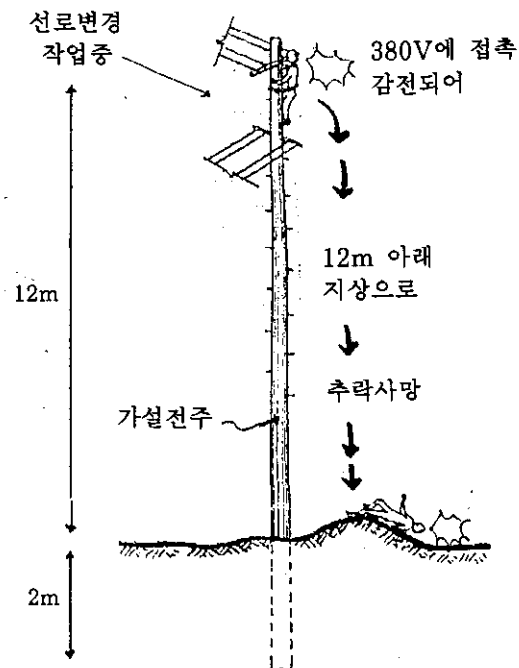


그림 1. 재해 발생 상황도

피해자가 절단 작업자와 전주위에서 위치를 변경하고자 이동중 이동이 여의치 않자 안전 로프를 풀고 몸을 옮기다가 전주 상단에 설치된 접퍼 연결용 클램프의 충전부 380V에 접촉되어 감전되어 추락 사망하였다.

재해 발생 원인

1. 가공선로의 충전전로는 당연히 감전의 우려가 있는 작업임에도 불구하고, 이 충전전로에 절연용 방호구를 설치하는 등 방호조치를 하지 않았다.
2. 안전 로프를 풀고 이동하는 등 임의로 행동하였고, 활선근접작업시 취해야 할 제반 안전조치의 의무를 하지 않았다.
3. 작업지휘자를 선정하여 이 지휘자의 작업 지휘에 의한 작업을 행하여야 함에도 그렇게 하지 않았다.

재해 예방대책

1. 활선근접작업시에는 작업지휘자를 지정하고, 이 지휘자의 지휘를 받아 작업을 행하여야 한다. 또, 작업지휘자는 작업방법, 순서, 안전작업 등에 대하여 지휘하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.
2. 가공전선 등의 충전전로에 접근하는 장소에서 작업을 할 때에는 절연용 방호구를 충전부에 설치한다.
3. 충전전로 근접작업 표준 등을 작성하고, 이를 근거로 하여 작업자에게 안전교육을 실시한다.

사례 2 청소중 고압 충전부에 접촉되어 감전 사망

사업장 : 제조업

피해자 : 사망 1명

재해 발생 개요

○○회사 주물공장의 전기로용 변전실에서 변압기, 계기용 변성기 및 유입차단기 부근의 애자 청소작업중에 재해가 발생하였다. 변압기는 압축공기를 이용하여 먼지를 일으켜 이를 빗자루로 쓸어 모아 청소하고, 애자는 가대(架臺)에 올라가서 먼지를 닦아내는 식으로 청소를 하였다.

작업자는 작업지휘자 갑을 포함 5명으로 변전실에 들어간 갑은 3가닥의 충전전로선로중 2가닥이 정전상태이었는데, 이 정전상태의 전로를 청소할 것과, 충전부분(대지전압 6,300V)에 대해서는 출입금지할 것을 작업자에게 지시하였다.

변압기 청소를 담당한 을이 먼저 변압기에 압축공기를 불어 넣자 굉장한 먼지가 생겨 앞이 잘 보이지 않았다. 이에 갑이 선풍기를 회전시켜 변전실 입구에서 먼지를 외부로 내보내는 준비를 하였다.

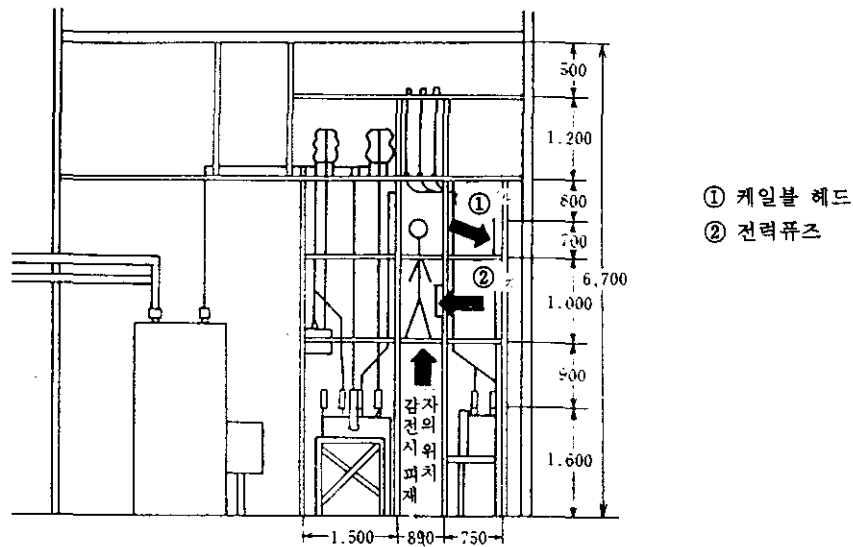


그림 2 재해 발생 상황도

이때, 돌연 병이 큰소리로 고함을 쳐서 갑이 을에게로 가자, 변압기 청소를 하고 있어야 할 을이 충전부분에 접촉되어 감전된 채 바닥에 쓰러져 있었다.

재해발생 원인

충전부분은 출입금지로서 작업지휘자 갑이 이를 감시하고 있었으나, 압축공기에 의한 먼지때문에 시계가 나빠, 갑이 선풍기를 준비하고 있었을 때 재해가 발생하였다.

출입금지 구역은 높이 3.5m 정도까지 금망으로 칸막이 되어 있었으나, 피재자 을은 변압기에서 이 금망위를 가대를 타고 건너 충전부분에 접근한 것으로 추정된다.

재해 예방대책

1. 변압기, 애자 등을 청소할 때는 정전작업으로 한다.
2. 전로 또는 지지물의 청소 등을 할 때는 당해 작업에 종사하는 근로자가 충전전로에 접근하여 감전될 우려가 있을 때는 안전한 이격거리를 확보하여 작업할 수 있도록 한다. 이것이 곤란할 때에는 충전전로에 절연용 방호구를 설치하는 등 조치를 취하는 것이 중요하다.
3. 작업표준을 작성하여 작업자에게 안전교육과 재교육을 철저히 한다.

사례 3. 이동식 크레인이 활선에 접촉

사업장 : 건설공사업

피해자 : 사망 1명, 중상 1명

재해 발생 개요

○○ 아파트 공사 현장에서, 이동식 크레인을 사용하여 건축용 자재를 하역하던 중 감전되어 1명이 사망하고 1명이 중상을 입는 재해가 발생하였다.

작업은, 도로위에서 이동식 크레인을 사용하여 하물자동차에서 건축용 장선재를 하역하였는데, 크레인에 1명, 하역장소에 3명의 작업자가 작업을 하고 있었다.

현장에는 지상 약 7m 높이에 22,900 V 의 가공 배전선로가 통과하고 있었는데, 건재를 크레인으로 들어올려, 이를 지상 약 50 cm 의 위치로 선회하여 정해진 장소에 옮기기 위해 작업자 3명이 와이어 로프에 손을 대는 순간, 크레인 지브 끝에서 1.6m 아래 위치의 와이어 로프가 이 전력선에 접촉하여, 1명은 사망하고 1명은 중

상을 입었다.

재해 발생 원인

1. 크레인의 붐이 접촉될 우려가 있는 가공 선로의 바로 아래에서의 작업은 당해 가공전선에 절연용 방호구를 설치하여야 함에도 이를 하지 않았다.
2. 크레인 운전자의 조작이 적절치 않았다.
3. 작업개시전 재해 방지를 위한 조치가 미흡하였다.
4. 작업자의 작업신호가 적절치 않았다.

재해 방지 대책

1. 가공 전선로에 크레인 붐이 접촉될 우려가 있는 작업은 당해전선에 절연용 방호구를 설치하든지 또는 감시인을 배치하는 등의 조치를 취한다.
2. 현장에서의 작업 지휘명령 계통을 명확하게 구분하고, 작업자에게 안전교육을 철저히 한다.

사례 4 주상작업중 감전

사업장: 시멘트 제조업

피해자 : 사망 1명

재해 발생 개요

93년 6월 ○일 14시 40분경 ○○양회(주) 단양공장에서 시멘트 밀 조명용 변압기 교체작업을 하였다. 작업자 6명중 1명은 변압기 점검을 실시하고, 다른 5명이 변압기실 내외에서 정리정돈 작업을 하던중 다른 작업자가 차단기에 전원을 투입하여 변압기 점검을 하던 작업자가 변압기의 1차측 부싱에 접촉하여 감전 사망하였다.

피해자는 작업복을 입고 안전화와 안전모를 착용하고 있었으나, 절연용 고무장갑은 착용하지 않은 상태에서 작업하였다.

재해 발생 원인

1. 충전부의 방호조치가 미흡하였다.
2. 충전부에 근접된 작업의 위험성과 이에 대한 대비없이 작업하다가 재해를 당하였다.
3. 정전작업 요령에 대한 교육을 소홀히 하였다.
4. 작업지휘자가 지정되지 않았다.

재해 방지 대책

1. 감전재해 예방을 위하여 다음 사항이 포함된 정전작업 표준을 작성하여 관계 근로자에게 교육시켜 철저히 준수토록 한다.
 - 작업지휘자의 임명, 정전범위와 작업시작전 점검 등에 관한 사항
 - 전로 또는 설비의 정전순서에 관한 사항
 - 계폐기 관리 또는 표지판 부착에 관한 사항
 - 정전확인 순서에 관한 사항
 - 단락 접지 실시에 관한 사항
 - 전원 재투입 순서에 관한 사항
 - 점검이나 시운전에 관한 사항
2. 변압기, 전로 등의 충전부는 절연용 방호구를 설치하는 등의 조치를 취하여야 한다.
3. 전기설비나 전기기계기구에 대한 보수, 점검 등을 할 때는 내전압형 전기 안전모, 전기용 고무장갑 등 절연용 보호구를 착용하고 작업하여야 한다.
4. 전기의 위험성과 작업방법에 대하여 특별 안전교육을 실시하여야 한다.

721

활선작업 안전대책에 관한 연구 (기전연 93-9-15)

발 행 일 : 1993. 12. 31

발 행 인 : 산업안전연구원장 서상학

연구수행자 : 선임연구원 이형수

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

기계전기연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

TEL : (032) 518-6484~6

(032) 513-0230

〈비매품〉

인쇄 : 문원사 (TEL : 739-3911~5)