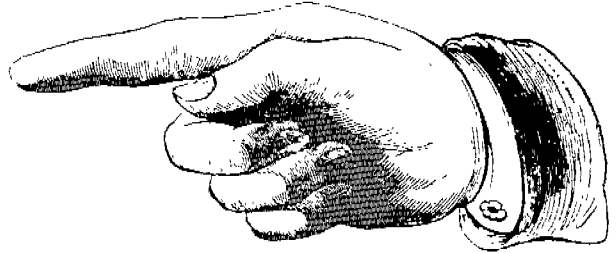


# 安全接近距離 의 限界



高圧이나 特別高圧電路는 作業者가 接近한 것 만으로도 閃絡에 의하여 電擊을 받아 感電死에 이를 危險이 있다.

이 때문에 活線作業을 할 때 接近距離의 確保와 絶緣用 保護具 등에 의하여 安全對策을 세워야 한다. 여기서는 高圧이나 特別變壓 電路에서 活線接近作業을 하는데 있어서 安全하게 接近할 수 있는 距離의 限界에 대하여 解說키로 한다.

## 1. 放電과 災害

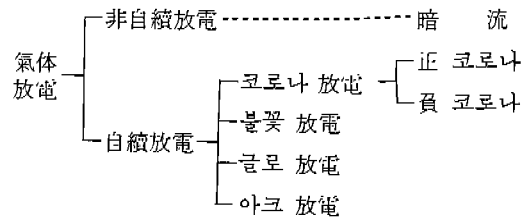
高圧이나 特別高圧 등의 電壓이 높은 充電部에 接近하였을 때 靜電誘導 등에 의하여 導體表面이나 氣體中에서 絶緣 파괴가 되어 電子사태에서 吹流로 成長하여 充電部에 接近한 物體를 통하여 大地에 大電流가 흐르거나 한다.

이와 같이 放電에 의하여 電極間이 短絡되는 것을 全路破壞라 하고 一般的으로 氣體, 液体中 또는 固体表面에 생기는 全路 파괴를 플래시 오버 또는 스파크 오버라 하고 있다. 또한 電極間의 一部에서 氣體內 등 導體表面에 發生하는 部

分的인 放電을 코로나 放電이라고 한다. 또 全路 파괴로 옮겨갈 때의 過度現象을 불꽃放電이라고 한다. 아크 放電은 코로나 放電 등에서 全路 파괴가 일어나 大電流가 흐른 放電이다.

氣體放電의 放電형태에 의한 分類를 그림 1에 표시한다.

그리고 이것들의 放電에 의한 災害에는 電擊에 의한 感電死나 쇼크死, 또는 火傷, 電擊에 의한 쇼크 때문에 넘어지거나 추락사고 災害, 다시 또 불꽃放電이 可燃性 物質에 引火하였을 때의 爆發이나 電氣火災 또는 電波障害나 빛, 熱, 소리 등에의 영향, 使用機器의 燒損이나 損傷 등 多種 多樣하다.



〈그림 1〉

## 2. 絶縁破壊電圧

絶縁物(固体, 液体, 氣體)에 높은 電壓을 加하면 絶縁物에 갑자기 큰 電流가 흐른다. 즉, 絶縁性이 없어진다. 이를 絶縁破壊라 하고 이때의 電壓을 破壊電壓이라고 한다. 絶縁破壊의 세기  $E$ 는 다음式으로 表示된다.

$$E = V/d \text{ [kV/mm]} \quad (1)$$

단,  $V$ : 破壊電壓 [kV]

$d$ : 電極間의 距離 [mm]

一般的으로 氣體絶縁物의  $E$ 는 10kV/mm 以下이고, 液体 및 固体絶縁物은 10~100kV/mm라고 하고 있다.

또, 氣體의 경우 破壊電壓  $V$ 와 電極間  $d$ 의 關係를 표시하는 式으로서 파세인 法則이 있는데, 그것들의 關係를 (2)式에 든다.

$$V \propto Pd \quad (2)$$

단,  $P$ : 氣體의 壓力 [mmHg]

또, 固体絶縁物의 경우 絶縁破壊電壓  $V$ 와 絶縁試料의 두께  $d$ 와의 關係는 (3)式의 實驗式이 있다.

$$V = A d^n \quad (3)$$

단,  $A, n$ 은 定數이고  $n$ 의 값은 1/3~2/3이다.

또, 固体絶縁의 破壊電壓은 溫度上昇과 함께 (4)式에 표시하는 바와 같이 현저히 低下된다고 하고 있다.

$$V = V_0 e^{B/T} \quad (4)$$

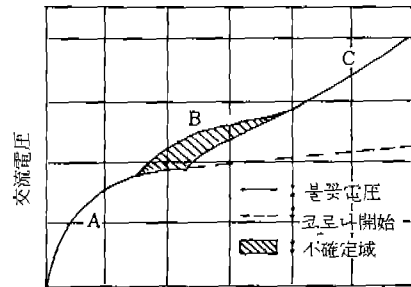
단,  $V_0, B$ : 定數

$T$ : 絶對溫度

그리고 또 固体絶縁物의 破壊電壓은 直流의 경우는 交流에 비하여 높다. 특히 高調波 등의 영향에 의하여 낮아진다.

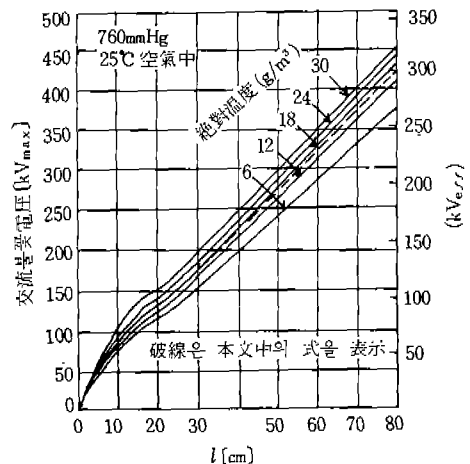
上記와 같이 絶縁破壊電壓을 求하기 위한 法則과 一般式에 대하여 개략을 記述하였지만, 實際적으로는 詳細한 여러 條件이 부여되어 이것들에 기초를 둔 絶縁破壊電壓을 고려하여야 한다. 특히 活線作業에 수반되는 接近限界 거리에 대해서는 人命에 關係되는 問題도 있고, 現實에

맞는 條件下에서 어떠한 安全率을 고려하여야 하는가, 그리고, 高压電路나 特別高压電路의 放電은 固体나 氣體絶縁의 파괴전압에 대해서 同時に 고려할 필요가 있기 때문에 理論式에서 쉽게 接近限界거리의 數値를 定하는 것은 극히 困難하다고 할 수 있다. 따라서 가장 實狀에 가까운 實驗條件으로 얻어진 값과 충분한 安全率을 고려한 數値를 接近限界거리로 부여된 것으로 생각한다. 産業安全保健法等의 規則에 定하여진 數値를 기초로 實驗資料를 검색한 결과 그림2~그림3에 표시하는 값 등이 閃絡電壓으로서 생각되는 것으로 본다.



갭의 길이  $l$  (1 눈금은 球의 직경  $D$ )

〈그림 2〉 球 갭의 放電特性



〈그림 3〉 針-針 갭의 불꽃 電壓

### 3. 閃絡距離와 接近限界距離

高圧이나 特別高壓의 活線作業이나 活線近接作業에 대해서는 産業安全保健法等에 상세히 規定되어 있다. 表 1은 公稱電壓과 閃絡距離의 一部, 그리고 充電電路의 使用電壓과 接近限界 距離를 표시한 것이다. 또 閃絡距離에 대하여는 2項에서도 論한 바와 같이 어느 理論式에 의하여 또 어느 條件을 기초로 決定된 값인가 確實하지 않다. 아마도 여러가지 條件에 의하여 얻어진 實驗値에서 결정된 것으로 생각한다. 또, 接近限界距離도 이들 값에서 安全率을 고려한 것

〈표 1〉

公稱電壓 [kV]	閃絡距離 [cm] (AC過電壓에 대하여)	充電電路의 使用電壓 [kV]	接近限界距離 [cm]
6	2		
20	9	22以下	20
30	13	22초과 33以下	30
60	35	33초과 66以下	50
		66초과 77以下	60
		77초과 110以下	90
		110초과 154以下	120
		154초과 187以下	140
		187초과 220以下	160
		200kV 초과	200

※ 日本노동안전위생규칙 (환선작업의 접근한계거리)

〈표 2〉

電壓區分	離 隔 距 離
特別高壓	(1) 2 m 以上 (2) 60,000V 以上에서는 10,000V 또는 그 端數 증가할 때마다 20cm 증가한다.
高 壓	1.2m 以上
低 壓	1.0m 以上

으로 推論하고 깊이 追求하는 것은 피한다.

표 2는 絶緣用保護具, 絶緣用防護具, 活線用作業用具等を 使用치 않는 一般作業의 경우의 이격거리를 표시한 것이다.

또 표 1, 표 2의 값에 대하여 實際의 作業에 있어서 作業位置의 決定을 할 때는 作業員의 最大動作幅과 作業器具의 寸수, 材料, 材質 등을 충분히 고려하고 決定하여야 한다.

### 4. 活線作業 및 活線近接作業

○ 電氣工事의 感電防止 (産業安全保健法 施行規則 178條)

(1) 事業主는 電路 또는 工作物의 設置, 點檢, 條理, 塗裝等の 作業을 할 경우 作業에 종사하는 勤務者가 充電電路에 접촉하거나 充電電路에 近接하여 作業하는 때에 充電電路과 머리와의 距離가 30cm 以內이거나 身體와의 水平距離 또는 발아래의 距離가 60cm 以內에 接近함으로 인하여 感電의 危險이 發生할 우려가 있을 때에는 充電電路를 休電시켜야 한다. 다만 休電이 곤란한 경우에는 다음 各號의 1의 조치를 하여야 한다.

① 勤勞者에게 活線作業用 保護具를 着用시키고 活線作業用 기구를 使用하게 할 것

② 近接된 充電部分에 방호구를 설치하게 할 것.

③ 感電危險을 防止하기 위한 保護망을 설치할 것. 다만 이 경우 措置하기가 困難한 경우에는 이를 省略할 수 있다.

④ 監視人을 定하여 監視하게 할 것.

(2) 第1項의 規定에 의한 防護具 및 保護網을 設置 또는 撤去作業을 할 때에도 作業에 종사하는 勤務者에게 活線作業用 保護具를 着用하게 하여야 한다.

(3) 第1項의 規定에 의한 活線作業 勤勞者가 유지하여야 할 充電部分과의 接近限界 距離는 다음과 같다(표 3 참조).

(4) 적용제한(규칙 제 179조).

〈표 3〉 활선작업의 접근한계

충전전로 사용전압 (kV)	접근한계 거리 (cm)	충전전로 사용전압 (kV)	접근한계 거리 (cm)
20 미만	20	110~140미만	120
20~30 미만	30	140~190 "	140
30~60 미만	50	190~220 "	160
60~80 미만	60	220 이상	220
80~110미만	90		

※ 산업안전보건법 발췌

이 장의 규정은 大地電壓이 50V 以下の 電氣 機械 器具 配線 또는 移動電線에 대하여는 適用 하지 아니한다.

絶緣用 防護具는 活線에 대하여 作業員의 머리 위 30cm, 体側 또는 다리 아래 60cm의 거리 以内に 身体等이 接近할 우려가 있는 部分에 장착하여 作業員이 感電災害로부터 몸을 지키도록 되어 있다. 이 상황을 그림 5에 표시한다.

여기서 産業安全保健法의 施行 規則의 主要骨子를 간추리면 다음과 같다.

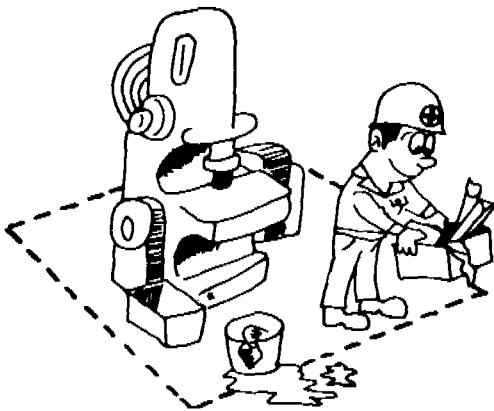
① 活線作業用 裝置를 使用하여 作業을 한다.

② 표시 또는 監視人에 의하여 接近限界(표1)의 確保가 完全하게 될 수 있는 조치를 取한 후 作業을 한다. 특히 特高電路에서는 放電에 의한 感電의 危險이 있으므로 作業員의 使用工具, 材料 등이나 動作幅을 충분히 고려하여 接近限界

## 安全 가이드

한국산업안전공단 제공

### □ 정리정돈과 청결



**작**업대의 정비가 좋지 않으면 작업중에 발에 걸려 넘어지거나, 불안정한 상태에 위치한 원재료 등에 부딪혀 상처를 입는다.

작업대는 정리, 정돈, 청소를 잘하고 발에 걸려 넘어지는 일 등이 일어나지 않도록 한다.

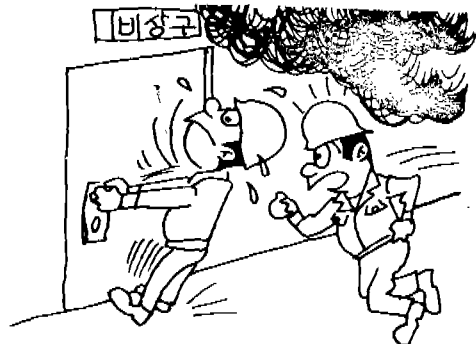
- 남은 재료와 그밖의 불필요한 물건을 처분하여, 필요한 물건만을 사용하기 쉽게 정돈해 두고 충분한 넓이를 확보한다.
- 물건은 불안정한 위치와 방향에 놓지 않는다.
- 작업대면(面)의 요철, 발에 걸려 넘어지기 쉬운 상태를 없애고 안전을 확보한다.

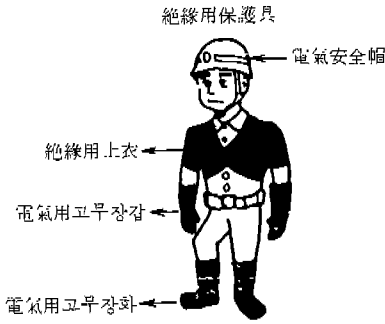
### □ 항상 출입을 가능하게

**불**이 나서 유독가스나 연기가 차 들어오면 누구나보다 빨리 안전한 장소로 대피하려고 한다. 이 때문에 다투어 먼저 빠져나가려고 비상구로 쇠도하지만 이때금 비상구가 연기나 고압가스로 차단되어 있거나 잠겨 있기 때문에 커다란 재해를 당하는 사례가 많이 나타나고 있다.

화재나 지진 등에 대비해서는 다음 사항을 실행하자.

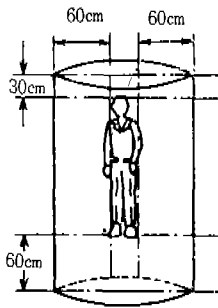
- 비상구에는 열쇠장치를 하지 않는다. 언제라도 사용할 수 있도록 해 둔다.
- 평소에 비상구를 확인해 둔다.
- 비상벨이 울리면 빨리 정해진 출입구를 통해 대피한다.





〈그림 4〉 保護具의着用

고압의 활선에 접촉하거나 그림의 원통형의 범위내에 접근함으로써 감전사고를 일으킬 우려가 있을 때는 그 전로에 절연용 방호구를 장착하여야 한다.



〈그림 5〉 高压活線 近接作業

거리를 유지하는 것이 중요하다.

③ 特高의 充電電路에 近接한 電路를 作業할 때는 誘導電壓에 의한 事故를 防止하기 위하여 短絡接地를 할 필요가 있다. 또 靜電誘導에 의하여 人体에 靜電氣가 帶電하는 것을 防止하기 위하여 電壓이 높은 電路 등의 作業을 할 때는 導電靴(一般的으로 275kV 以上), 導電衣 等を 使用한다.

다음에 低壓의 充電電路에서의 活線作業 또는 活線近接作業을 할 때도 絶縁用 保護具의 着用, 絶縁用 防護具의 장착 등은 高壓의 경우와 같이 取扱된다고 産業安全保健法 施行規則 第179條에 規定되어 있다.

단, 直流 7500V 以下, 交流 300V 以下の 低壓에서는 그 電壓에 맞는 絶縁用保護具, 絶縁用防

護具 및 活線作業用器具를 使用하여도 좋다고 되어 있다. 또 低壓電路에서의 絶縁防護具, 保護具를 사용하지 않을 때의 近接限界 거리는 표 2에 表示하는 1m 以上으로 되어 있다.

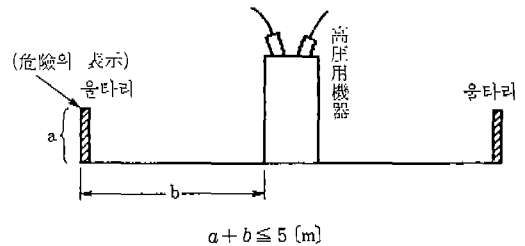
## 5. 高压用 機械器具의 施設과 이격 거리

電氣設備技術基準에서는 使用電壓의 계급에 따라 放電이나 電擊(感電)의 防止를 위한 安全對策으로서 電路나 電氣機械器具에서의 이격 거리에 대하여 規定하고 있다.

### (1) 高压用의 機械器具의 施設(電技 第37條)

① 高压用 機械器具를 施設할 경우는 機械器具의 周圍에 울타리를 施設하여 울타리의 높이와 울타리에서 充電部까지의 거리의 合을 5m 以上으로 하고 거기에 危險表示를 하여야 한다.

② 機械器具를 地表上 4.5m (市街地 以外에서는 4m) 以上の 높이에 施設하고 또 사람이 접촉할 우려가 없도록 施設하여야 한다.

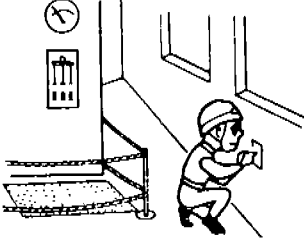
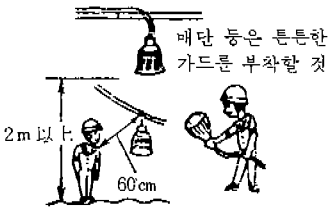


〈그림 6〉

〈표 4〉 특별고압의 이격거리

사용전압 구분	울타리높이와 울타리에서 충전부분까지의 거리의 제 또는 지표상 높이
35,000V 이하	5m
35,000V 를넘고 160,000V 이하	6m
160,000V 를 넘 는 것	6m에 160,000V를 넘는 10,000V 또는그 단수마다에 12cm를 더한 값

〈표 5〉

要 點	內 容 的 大 略
가 리 개 絶緣덮개의 設置	<p>전기기계작구는 작업, 통행할 때의 안전을 방지하기 위하여 가리개 또는 절연덮개를 시설하여야 한다. 변전실 등 구획된 장소에 전기취급자 이외의 자의 출입금지 되게 된 곳, 전주위 등에서 전기취급자 이외의 자가 근접할 우려가 없는 곳은 그러하지 아니하다.</p>  <p>안전 로프에 의한 가리개</p>
(絶緣덮개)	<p>절연덮개란 고무, 비닐, 베크라이트 등의 절연재료로 노출 충전부분을 덮는 것을 말함</p>
電燈의 가드	<p>핸드램프 또는 매달린 등에는 가드론 부착할 것, 가드는 구급의 노출부분에 손이 닿지 않고 또 망가지거나 변형한 것은 사용하지 말 것</p>  <p>매달린 등에는 튼튼한 가드론 부착할 것</p>
停 電 作 業	<p>停電作業을 할 때는 開閉器로 電氣를 끊은 후 다음과 같은 조치를 취하여야 한다.</p>
停電時의 조치	<p>(1) 開閉器에는 다음의 어느 措置를 취할 것.                  ① 作業中 자물통을 잠그어 놓는다.                  ② 通電禁止에 關한 所要事項을 表示하여 놓는다.                  ③ 監視人을 둔다.                  (2) 電力 케이블, 電力 콘덴서 回路 등이 있을 때는 殘留電荷를  확실하게 放電시킨다.</p>
監 視 人 殘留電荷	<p>(3) 高壓, 特別高壓의 電路를 開放하였을 때는 檢電器로  확실하게 短絡接地를 시킬 것</p>
短絡接地	<p>通電을 開始할 때는 다음 項을 確認할 것.                  (1) 作業員이 感電의 危險이 있는 位置에서  떨어져나를 確認                  (2) 短絡接地 器具를 撤去할 것.</p>
通電前의 確認	

〈표 6〉 保護具, 防具의 耐壓規格

分 類	試驗對象品目	試 驗 基 準	
		試驗電壓值	試驗時間
I. 保 護 具	(1) 電氣用 고무장갑 D C 1,500V 級用	12,000V	1 分間
	3,000V 級用	12,000V	1 分間
	6,000V 級用	20,000V	1 分間
	(2) 低壓用 고무장갑 300~600 V 級用	3,000V	1 分間
	200 V 級用	1,500V	1 分間
	(3) 電氣用安全帽	20,000V	1 分間
	(4) 電氣用 고무장화	20,000V	1 分間
2. 防 具	(1) 電氣用絶緣管	20,000V	1 分間
	(2) 電氣用絶緣 시트	20,000V	1 分間
	(3) 電氣用絶緣 커버	20,000V	1 分間

備考 : 電壓值에서, 記號가 없는 것은 교류로 한다.

③ 機械器具를 屋內의 取扱者 以外の 者가 出入할 수 없도록 施設한다.

(2) 特別高壓用의 機械器具의 施設 (電技 第32條)

① 표 4에 표시하는 이격거리 以上이고 또 危險表示를 한다.

② 機械器具는 地表上 5 m 以上の 높이에 施設하고 充電部分의 地表上의 높이를 표 4의 값 以上으로 하고 또 사람이 접촉할 우려가 없도록 施設한다. 등이 있어 이들의 機械器具나 電路에 接近하여 作業할 때에는 作業의 內容을 고려하여 作業者의 동작폭에서 충분히 이격하여 作業하는 것이 가장 좋은 安全對策이라 할 수 있다.

또 표 5, 표 6는 安全作業의 一例와 保護具, 防護具의 耐壓規格을 표시한 것으로 參考하기 바란다.

高壓 및 特別高壓은 低壓에 比하여 한층 危險하다. 電氣를 取扱하는 作業者의 適切한 安全管理를 함으로써 災害는 未然에 防止될 수 있는 것이다.

電氣安全의 知識을 충분히 몸에 배이게 하여 災害防止에 努力하여야 할 것이다.