

# 安全接近距離의 限界

고압이나 특별고압전로는 작업자가 접근하기만 해도 閃絡에 의하여 전격을 받아 감전사에 이르게 되는 위험성이 있다.

따라서 활선작업을 할 경우에는 접근한계 거리의 확보나 절연용 보호구 등에 의하여 안전대책을 강구해야 된다. 여기서는 고압이나 특별고압전로에서의 활선 접근작업에서 안전하게 접근할 수 있는 거리의 한계에 대하여 해설한다.

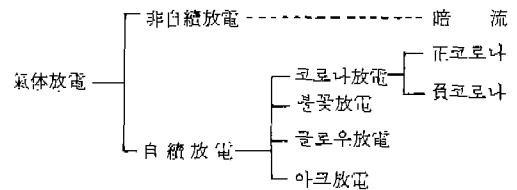
## 1. 放電과 災害

고압이나 특별고압 등의 전압이 높은 충전부에 접근했을 경우 靜電誘導 등에 의하여 도체 표면이나 기체중에서 절연과피가 발생하여 電子상태에서 스트리머로 성장하여 충전부에 접근한 물체를 통하여 대지 대전류가 흐르는 수가 있다.

이와 같이 방전에 의하여 전극 간에 단락되는 것을 全路과피라고 하며 일반적으로 기체, 액체 중 또는 고체표면에서 발생하는 전로과피를 플래시오버 또는 스파크오버라고 한다. 또한 전극간의 일부에서, 기체 속에서 등 도체표면에 발생하는 부분적인 방전을 코로나 방전이라고 한다. 또한 전로과피로 이행할 때의 과도현상을 불꽃방전이라고 한다. 아크 방전은 코로나 방전 등으로 전로과피가 생겨 대전류가 흐른 방전이다.

기체방전의 방전형에 따른 분류를 그림 1에 들었다.

또한 이들 방전에 의한 재해에는 전격으로 인한 감전사나 猝死 또는 화상, 전격으로 인한 속외의 한 전락사고재해, 또한 불꽃방전이 가연성 물질에



〈그림-1〉

인화되었을 경우의 폭발이나 전기화재 또는 전파장애나 빛, 열, 음 등의 영향, 사용기기의 소손이나 손상 등 다종다양하다고 하겠다.

## 2. 絶緣破壞電壓

절연물(고체, 액체, 기체)에 높은 전압을 가하면 절연물은 갑자기 큰 전류가 흐른다. 즉 절연성이 상실된다. 이것을 절연과피라고 하며 이 때의 전압을 과피전압이라고 한다. 절연과피의 강도  $E$ 는 (1) 식으로 부여된다.

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

단  $V$ : 과피전압 [kV]

$d$ : 전극 간의 거리 [mm]

일반적으로 기체절연물인  $E$ 는 10KV/mm 이하이며 액체 및 고체절연물은 10~100KV/mm이다.

또한 기체의 경우 과피전압  $V$ 와 전극간  $d$ 의 관계를 나타내는 식으로서 파센의 법칙이 있으며 그들의 관계를 (2) 식에 들었다.

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

단,  $P$ : 기체의 압력 [mmHg]

또한 고체절연물의 경우 절연과피전압  $V$ 와 절연

시료의 두께  $d$ 와의 관계는 (3)식의 실험식이 있다.

$$V = Ad^n \quad (3)$$

단  $A$ ,  $n$ 는 定數이고  $n$ 의 값은  $1/3 \sim 2/3$ 이다.

또한 고체절연체의 파괴전압은 온도상승과 더불어 (4)식과 같이 현저하게 저하된다.

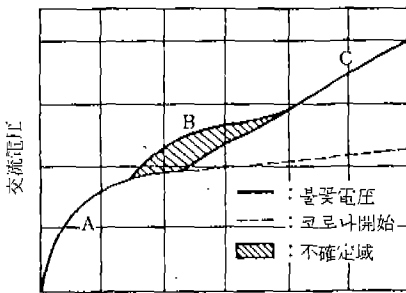
$$V = V_0 e^{B/T}$$

단,  $V_0$ ,  $B$ : 定數

$T$ : 절대온도

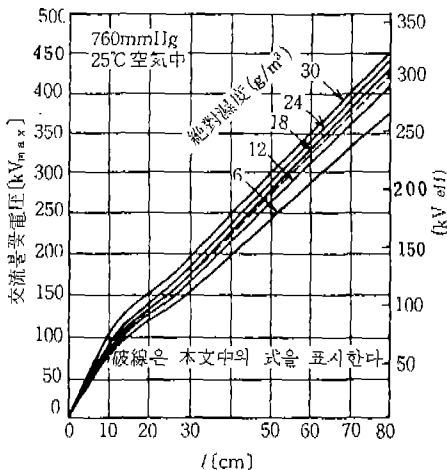
또한 고체절연체의 파괴전압은 직류의 경우에는 교류에 비하여 높다. 특히 고조파 등의 영향에 의하여 낮아진다.

위와 같이 절연파괴전압을 구하기 위한 법칙이나 일반식에 대하여 개략을 설명했는데 실제로는 상세한 제조조건이 부여되며 그에 의거한 절연파괴전압이 고려되어야 한다. 특히 활선작업에 따른 접근한계 거리에 대해서는 인명에 관계되는 문제이기도 하므로 현실에 입각한 조건하에서 어떤 안전율을 고려



갭의 길이 (1 눈금은球的 직경D)

〈그림-2〉球갭의 放電特性



〈그림-3〉針-針 갭의 불꽃電壓

해야 되는지 또한 고압전로나 특별전압전로의 방전은 고체나 기체절연체의 파괴전압에 대하여 동시에 고려해야 되기 때문에 이론식에서 용이하게 접근한계거리의 수치를 부여하는 것은 극히 곤란하다고 하겠다. 따라서 가장 실상에 가까운 실험조건에서 얻어진 값과 충분한 안전율을 고려한 수치를 접근한계거리로서 부여되는 것으로 본다. 이상과 같은 조건에 의거하여 실험자료를 검토한 결과 그림2~그림3의 값 등이 섭락전압으로 생각할 수 있다.

### 3. 閃絡距離와 接地限界距離

고압이나 특별고압의 활선작업이나 활선근접작업에 대해서는 근로기준법에서도 건강하고 문화적인 생활을 보장하기 위해 임금, 취업시간, 휴게, 휴일 연차 유급휴가, 시간의 및 휴일의 근로, 여자, 연소자의 보호 등의 근로조건을 상세히 규정하고 있다. 표1은 공칭전압과 섭락거리의 일부 또한 충전전로의 사용전압과 접근한계거리를 표시한 것이다. 또한 섭락거리에 대해서는 앞에서도 해설한 바와 같이 어떤 이론식에 의거하여 또한 어떤 조건하에서 결정된 값인지 분명하지 않다. 아마도 여러 가지조건에 따라 얻어진 실험치에서 결정된 것으로 생각된다. 또한 접근한계거리도 이같은 값에서 안전율을 고려한 것으로 추론한다.

표2는 절연용 보호구, 절연용 방구, 활선작업용구, 활선작업용 장치 등을 사용하지 않는 일반작업

〈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	22를 초과 33以下	30
60	35	33을 초과 66以下	50
		66을 초과 77以下	60
		77을 초과 110以下	90
		110을 초과 154以下	120
		154를 초과 187以下	140
		187을 초과 220以下	160
		200kV를 초과하는것	200

〈표-2〉

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

의 경우의 이격거리를 든 것이다.

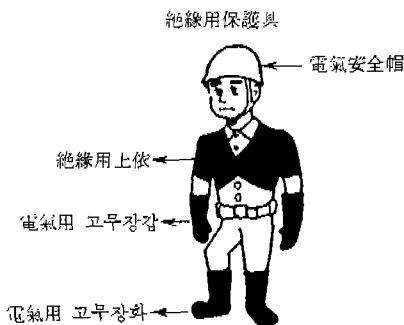
또한 표 1, 표 2의 값에 대하여 실제의 작업에서 작업위치의 결정을 할 경우에는 작업원의 최대동작폭이나 작업기구의 치수, 재료, 재질 등을 충분히 고려에 넣어 결정해야 된다.

#### 4. 活線近接作業과 安全

활선 및 활선에 근접하여 작업을 할 경우 필요에 따라 절연용 보호구를 착용하고 절연방구의 장착을 해야된다. 그림 4의 절연용 방구 또는 절연용 보호구를 사용하여 작업을 한다. 또한 절연용 방구는 활선에 대하여 작업원의 머리 위 30cm, 몸 또는 다리 밑 60cm의 거리 이내에 신체 등이 접근할 위험성이 있는 부분에 장착하고 작업원이 감전재해에서 몸을 지키도록 하고 있다. 이 상황을 그림 5에 들었다.

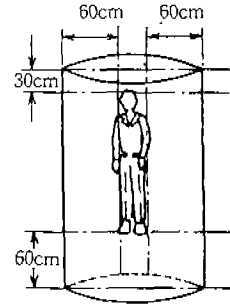
또한 특별고압의 충전전로의 활선근접 작업에서 는 다음 사항에 유의한다.

1. 활선작업용 장치를 사용하여 작업을 실시한다.
2. 표식 또는 감시인에 의하여 접근한계(표 1)의 확보를 완전히 할 수 있는 조치를 취한 후 작업을 실시한다. 특히 특고전로에서는 방전에 의한 감전



〈그림-4〉 保護具의 着用

고압의 活線에 접촉되거나 그림의 圓筒形의 범위내에 접근함으로써 감전사고가 발생할 위험성이 있을 때에는 그 電路에 절연용방구를 장착해야 된다.



(近接한다): 대체로 다음 표의 이격거리의 최소치 이내에 있는 것을 말한다

電 壓	離 隔 距 離
特別電壓	① 2 m 以上 ② 60,000V 이상에서는 10,000V 또는 그 端數를 증가할 때마다 20cm 증가한다
高 壓	1.2m 以上
低 壓	1 m 以上

〈그림-5〉 高壓活線 近接作業

의 위험성이 있으므로 작업원의 사용공구, 재료 등이나 동작폭을 충분히 고려하여 접근한계거리를 유지하는 것이 중요하다.

다. 특고의 충전전로에 근접한 전로에서 작업할 경우에는 유도전압에 의한 방지를 위해 단락접지를 해야 한다. 또한 靜電誘導에 의하여 인체에 정전기가 대전되는 것을 방지하기 위해 전압이 높은 전로 등의 작업을 할 때에는 導電靴(일반적으로 275kV 이상), 導電服(일반적으로 500kV 이상) 등을 사용한다.

다음에 저압의 충전전로에서의 활선작업 또는 활선근접작업을 할 경우에도 절연용 보호구의 착용, 절연용 방구의 장착 등은 고압의 경우와 마찬가지로 취급해야 된다.

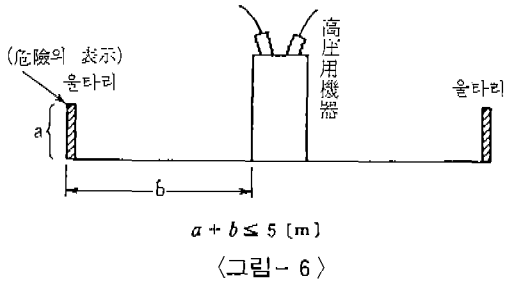
다만 직류 750V 이하, 교류 300V이하의 저압에서는 그 전압에 따른 절연용 보호구, 절연용 방구 및 활선작업용 기구를 사용해도 된다. 또한 저압전로에서의 절연방구, 보호구 미사용에서의 근접한계거리는 표 2와 같이 1.0m 이상으로 되어 있다.

#### 5. 高壓用 機械器具의 施設과 離隔距離

전기설비기술기준령에서는 사용전압의 계급에 따라 방전이나 전격(감전)의 방지를 위한 안전대책으로서 전로나 전기기계기구에서의 이격거리에 대하여 규정하고 있다.

(1) 高压用の 機械器具의 施設(제 30조)

(a) 고압용 기계기구를 시설할 경우에는 기계기구의 주위에 울타리를 설치하고 울타리의 높이와



(표 - 3) 特別高压의 離隔距離

使用電壓區分	울타리의 높이와 울타리에서 充電部分까지의 거리와의 합 또는 地表上的 높이
35,000V以下	5m
35,000V를 초과 160,000V以下	6m
160,000V를 초과하는 것	6m에 160,000V를 초과하는10,000V 또는 그 端數마다 12cm를 加한 값

(표 - 4) 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
1. 保護具	(1) 電氣用 고무장갑 DC 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
	200V 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) 電氣用絶緣音	20,000V	1分間
	(2) 電氣用絶緣シート	20,000V	1分間
	(3) 電氣用絶緣커버	20,000V	1分間

비고 : 電壓值에서 기호가 없는 것은 交流이다.

울타리에서 충전부까지의 거리의 합을 5m 이상으로 하고 또한 위험하다는 취지를 표시한다(그림 6).

(b) 기계기구를 지표상 4.5m(시가지 밖에서는 4m) 이상의 높이로 시설하고 또한 사람이 접촉될 위험성이 없도록 시설한다.

(c) 기계기구를 옥내의 취급자 이외의 사람이 출입할 수 없도록 시설한다.

(2) 特別高压用の 機械器具의 施設(제 31조)

(a) 표 3에 표시한 이격거리 이상이고 또한 위험하다는 취지를 표시한다(그림 6과 같이 이격시킨다)

(표 - 5)

빛 點	內 容 의 대 략
울 타 리	전기기계기구는 작업, 통행 등에서 감전연커버의 설치를 방지하기 위해 울타리 또는 절연커버를 설치해야 된다. 변전실등구획된 장소에서 전기취급자 이외의 사람이 출입이 금지되어 있는 것, 전주 위 등에서 전기취급자 이외의 사람이 접근할 위험성이 없는 것은 이에 해당되지 아니한다.  안전·로프에 의한 울타리
(절연커버)	절연커버란 고무, 비닐, 베크라이트 등의 절연재료로 노출충전부를 피복하는 것을 말한다.
전등의 가드	핸드램프 또는 현수전등에는 가드를 부착한다. 가드는 베이스의 노출부분에 손을 접촉시키지 않으며 또는 파괴되거나 변형되는 것을 사용하지 않는다.  현수등은 튼튼한 가드를 부착한다. 2m以上 60cm

(56페이지로 계속)

이하계 되어 합리적인 전조를 시킬 수가 있다.

또한 각종 열가공처리 프로세스에서도 우수한 기술방법을 제공하는 것으로서 산업의 각 분야에서 이용이 확대되어 가고 있다.

다음에 전기가열방식에서는 고에너지 밀도의 가열을 용이하게 할 수 있다는 이점이 크다.

그림 2는 전열에서의 가열전력밀도(Heating Power Density)의 개략치를 고온열원에 의거한 것으로 가정된 경우의 等價熱源溫度와 대비하여 도시한 것에 의하면 열로서의 에너지 공급방식과 다른 종류의 공급형태를 취하기 때문에 앞에서 설명한 에너지의 집중기능과 함께 열원방식보다 훨씬 고에너지 밀도의 가열이 가능해진다.

이 기능은 재래의 방식으로는 불가능했던 초고온 가열, 미세가공처리, 국부단시간처리, 가열 프로세스의 신속처리화에 또한 처리품질의 향상, 앞으로의 새로운 재료의 개발에도 크게 기여할 것으로 예상되며 또한 에너지의 절감, 생산의 프렉시빌리티의

향상에 큰 효과를 가져올 것이다.

### 2 - 3 零圍氣條件의 高精度制御

재료의 품질의 고도화, 신소재의 개발에는 고도의 처리분위기의 제어가 불가결이며 필요에 따라진 공처리(감압상태), 무산화분위기 또는 고순도 가스 분위기 속에서의 처리 등을 필요로 한다.

전기가열방식에서는 순수하게 열에너지만을 독립하여 공급할 수 있으므로 고도의 분위기제어의 적성이 높은 장치의 제작이 용이하며 정도가 높은 온도의 제어성과 함께 고품질의 재료의 개발, 생산에서의 수요는 증대될 것으로 예상된다.

금속재료, 세라믹 재료의 소결, 무산화 열처리, 플렉스레스 납땜 또는 화학재료, 식품 등의 가열가공처리 등 새로운 수요분야가 상정된다.

이상 전기가열방식의 개요와 응용분야의 개관 및 재래의 가열방식과 다른 기본적 특징에 대하여 해설했다. \*

(87페이지에서 계속)

要 點	內 容 의 대략
정전작업	정전작업을 할 때에는 계폐기로 전기를 끊은 후 다음의 조치를 취해야 된다
정전시의 조치	(1) 개폐기에는 다음의 어느 조치를 취할 것
시 정	ㄱ. 작업중 시정조치를 한다 ㄴ. 동전금지에 관한 소요사항을 표시해둔다.
감시인	ㄷ. 감시인을 배치한다.
잔류전하	(2) 전력케이블, 전력 콘덴서회로등인 때에는 잔류전하를 확실히 방전시킬 것
단락접지	(3) 고압, 특별고압의 전로를 열었을 때에는 검전기기로 정전을 확인하고 또한 단락접지기구로 확실히 단락접지를 한다.
통전전의 확인	통전을 개시할 때에는 다음사항을 확인할 것 (1) 작업원이 감전의 위험성이 있는 위치는 떠났다는 것 (2) 단락접지기구를 제거했다는 것

(b) 기계기구는 지표상 5m이상의 높이로 시설하고 충전부분의 지표상의 높이를 표 3의 값 이상으로 하고 또한 사람이 접촉될 위험성이 없도록 시설한다.

등이 있으며 이들의 기계기구나 전로에 접근하여 작업할 경우에는 작업의 내용을 고려하여 작업자의 동작폭에서 충분히 이격하여 작업하는 것이 가장 좋은 안전대책이라고 할 수 있다.

또한 표 4, 표 5는 안전작업의 일례와 보호구, 방구의 내압규격이다.

고압 및 특별고압은 저압에 비하여 한층 더 위험하다. 전기를 취급하는 작업자의 적절한 안전관리를 실시함으로써 재해는 미연에 방지할 수가 있는 것이다.

전기안전의 지식을 충분히 인식하고 재해방지에 노력해야 된다. \*