

## 저압기기의 절연거리 측정에 관한 규격 고찰

안상필\*, 박남옥\*, 박성훈\*, 김철환\*\*  
한국전기연구원\*, 성균관대학교\*\*

### A Study on the Standards for measuring insulating distances of low voltage equipments

AHN, Sang-Pil\*, PARK, Nam-Ok\*, Park, Seong-Hoon\*, KIM, Chul-Hwan\*\*  
Korea Electrotechnology Research Institute\*, Sungkyunkwan University\*\*

**Abstract** - 저압기기는 사용자의 조작과 밀접한 연관이 있어서 항상 안전성에 중점을 두고 있다. 이에 따라 관련 제품규격에서도 안전에 관련된 시험 요구사항 개발이 최근 들어 늘어나고 있다. 특히 절연과 관련된 시험 요구사항 중 기본 절연거리에 대한 규정은 저압기기의 역사와 같이 해왔으며, 매우 중요한 요구조건이다.

그럼에도 불구하고 최근 저압기기의 소형화와 전자부품화에 따라 절연거리의 측정에 관련된 규적이 매우 복잡하고 다양화 되었다.

이에 본 논문에서는 차단기류 제품규격을 중심으로 하여 절연거리 측정과 관련된 시험규격 및 방법을 고찰해 보고, 실제 진행된 국제비교수련도 시험의 개요도 간단히 소개하고자 한다. 정리된 규적들은 연구원들이 대부분의 저압기기의 절연거리 측정에 공통적으로 적용하여 저압기기 개발 시 유용하게 활용할 것으로 기대한다.

#### 1. 서 론

IEC 60664-1은 2002년 버전에서는 4.2항인데 2007년에는 그 내용이 복잡해지면서 6.2항으로 변동이 되었다. 이 규격에는 저압기기의 절연특성을 만족시키기 위해 설 계시 고려해야 할 절연특성, 예를 들면 임펄스내전압, 상용주파내전압 등이 권장되어 있으며, 또한 절연과 관련된 이론 및 주위환경, 예를 들면, 오염도, 기압, 재료특성 등이 기술되어 있다.

IEC 60947-1과 61009-1은 산업용과 가정용 차단기에 대한 규격으로 기본적으로 부속서에 절연거리 측정에 대한 내용을 담고 있으나, 이 내용도 IEC 60664-1에서 발췌되었다고 봐야 하며, 만약 측정을 위해 자세한 규적이나 적용범위가 필요할 경우에는 IEC 60664-1을 추가적으로 참조하여야 한다.

CTL DSH No. 590은 IEC(IEC System for Conformity Testing and Certification of Electrical Equipment) 제도 하에서 CB인증제도를 운영하는 CBTL(Certification Body Testing Lab.)이 공통으로 적용하기 위해 제정한 결정문이다. 따라서 CB인증 시험을 위해서는 이 결정문을 준수하여야 한다.

#### 2. 용어정의

##### (1) 연면거리(creepage distance)

두 도전부 사이의 절연물의 표면을 따라 측정된 가장 짧은 거리

##### (2) 공간거리(clearance)

두 도전부 사이의 (대기 중으로) 가장 짧은 경로로 뺀 선을 따라 측정된 거리

##### (3) (기계식 개폐기기 한국의) 이격거리[isolation distance(of a pole of a mechanical switching device)]

단로기에 대해 규정된 안전기준을 만족하는 개로접점 사이의 공간거리

##### (4) 오손(pollution)

절연내력 또는 표면 저항율에 영향을 미칠 수 있는 고체, 액체 또는 기체(이온화된 기체)로 되어 있는 이물질의 어떤 상태

##### (5) (환경조건외) 오손등급[pollution degree (of environmental conditions)]

절연내력 및/또는 표면 저항율을 떨어뜨리는, 도전성을 갖거나 습기 찬 먼지의 양, 이온화된 가스나 염분의 양, 흡습 또는 습기의 응축을 야기하는 상대습도 및 그 발생빈도에 근거한 규약번호

###### ○ 오손등급 1:

오손이 없거나 건조한 비전도성의 오손만이 발생된다.

###### ○ 오손등급 2: 가정용 및 유사한 용도의 기기의 표준 오손등급

보통은 비전도성의 오손만이 발생된다. 그러나 가끔 응축에 의한 일시적인 전도성의 오손이 발생되기도 한다.

###### ○ 오손등급 3: 산업용 기기의 표준 오손등급

전도성의 오손이 발생되거나 응축으로 인해 전도성으로 되는 건조한 비전도성의 오손이 발생된다.

###### ○ 오손등급 4:

지속적으로 전도성을 갖는 오손이 발생된다. 예를 들면, 전도성의 먼지나 비 또는 눈에 의해 야기된다.

#### 3. 측정 기본원리

절연거리에는 용어정의에서 정의한 바와 같이 크게 두가지 형태가 있다. 바로 공간거리와 연면거리이다. 일반적으로 이격거리에 익숙해져 있기 때문에 공간거리의 측정은 그리 어렵지 않다. 그러나 연면거리의 경우 다양한 측정 규적이 있기 때문에 이 규적을 잘 숙지하여야 한다. 표 1은 홈의 폭 X를 규정한 값으로 오손등급에 따라 각각 다른 기준 값을 적용하여야 한다.

<표 1> 홈의 폭 X

오손등급	홈의 폭 X의 최소값 (mm)
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

##### (1) 연면거리를 측정하는 경우

○ 폭이 X mm 이상이고 깊이가 X mm 이상인 홈은 그것의 윤곽을 따라 측정한다.

○ 그 미만의 치수를 갖는 홈은 무시한다.

○ 높이 X mm 이상의 등마루(ridge)는, 그것이 절연물로 된 부품의 일체형 부분(예를 들면, 몰딩, 용접 또는 시멘트 접합에 의한)인 경우, 그것의 윤곽을 따라 측정하고, 일체형 부분이 아닌 경우에는, 등마루의 접합면을 지나는 경로나 외부 측면을 지나는 두 경로 중 더 짧은 거리를 따라 측정한다.

(2) 길이 X 미만의 개별 구간은 공간거리와 연면거리의 전체 길이를 계산하는데 있어서 고려되지 않아야 할 것이다.

(3) 공간거리나 연면거리가 하나 또는 그 이상의 금속부에 의해 영향을 받는 경우, 그 구간의 합이 최소한 규정된 최소값을 가져야 할 것이다.

(4) 접점 운반부의 고정 절연물과 가동 절연물을 가로지르는 연면거리에 있어서, 서로 관련해서 움직이는 절연된 부분 간에는 X의 최소값이 요구되지 않는다.

○ 서로가 관련되어서 움직이는 부분 사이에서 측정되는 연면거리 및 공간거리는 이러한 부분이 가장 불리한 위치에 있을 때 측정한다.

(5) 해당 공간거리가 3 mm 미만인 경우, 홈의 최소폭 X는 이 공간거리의 1/3로 줄어들 수도 있다.

특히 (5)번 규칙의 경우 IEC 60064-1에는 적용할 수도 있다.(may)로 정의되어 있어서 그 적용에 대한 판단이 불명확한 실정이다. 일반적으로 차단기류 이외의 가전제품 규격에는 이 규적이 전부 명시화되어 있지만, 2008년 CTL 비교수련도 워크숍 논의 결과 이 규칙의 적용이 여러 가지 케이스 별로 일관적인 데이터 도출이 어렵다는 측면에서 IEC TC에 재검토를 요청한 상태이다. 따라서 국내에서는 일단 이를 근거로 적용하지 않고 측정을 해도 무방하다고 판단된다.

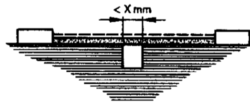
#### 4. 측정 규칙

여러 가지 규칙의 정확한 이해를 위하여 여러 가지 종류의 시험품 모양을 예제별로 열거하여 측정 규칙을 고찰하도록 하겠다.

**(1) 예제 1**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 깊이에 관계없이 X mm 미만의 폭을 갖는 두면이 평행인 홈이나 삼각형 형태의 홈을 포함한다.

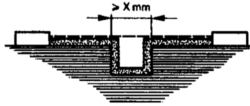
★ 규칙: 연면거리와 공간거리는 그림에서와 같이 홈을 가로질러 바로 측정된다.



**(2) 예제 2**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 깊이에 관계없이 X mm 이상의 폭을 갖는 두면이 평행인 홈을 포함한다.

★ 규칙: 공간거리는 조준선상의 거리이다. 연면거리 경로는 홈의 윤곽을 따라 측정된다.



**(3) 예제 3**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 리브를 포함한다.

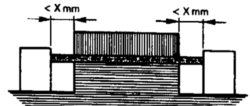
★ 규칙: 공간거리는 리브의 꼭대기를 거치는 가장 짧은 공간 경로이다. 연면거리 경로는 리브의 윤곽을 따라 측정된다.



**(4) 예제 4**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 양쪽에 X mm보다 작은 폭의 홈을 갖는 접착되어 있지 않은 접촉부를 포함한다.

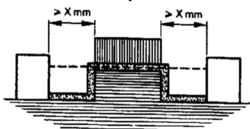
★ 규칙: 연면거리와 공간거리는 그림에서와 같이 조준선상의 거리이다.



**(5) 예제 5**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 양쪽에 폭이 X mm 이상인 홈을 갖는 접착되어 있지 않은 접촉부를 포함한다.

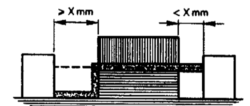
★ 규칙: 공간거리는 조준선상의 거리이다. 연면거리 경로는 홈의 윤곽을 따라 측정된다.



**(6) 예제 6**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 한쪽에 X mm보다 작은 홈을 가지고, 다른 한쪽에는 폭이 X mm 이상인 홈을 갖는 접착되어 있지 않은 접촉부를 포함한다.

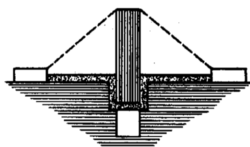
★ 규칙: 공간거리와 연면거리 경로는 그림과 같다.



**(7) 예제 7**

○ 조건: 접착되지 않은 접촉부를 지나는 연면거리가 격벽위로 지나가는 연면거리보다 작다.

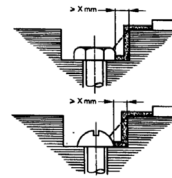
★ 규칙: 공간거리는 격벽의 꼭대기를 거치는 가장 짧은 직선의 공간 경로이다.



**(8) 예제 8**

○ 조건: 고려해야 할 정도로 충분히 넓은 나사 머리와 벽 사이의 공간

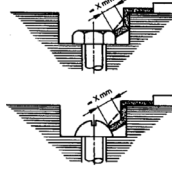
★ 규칙: 공간거리와 연면거리 경로는 그림과 같다.



**(9) 예제 9**

○ 조건: 좁아서 고려할 필요가 없는 나사 머리와 벽 사이의 공간

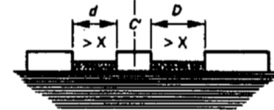
★ 규칙: 연면거리의 측정은 거리가 X mm와 같아질 때의 나사로부터 벽까지의 거리를 취한다.



**(10) 예제 10**

★ 공간거리는 d + D 거리이다.

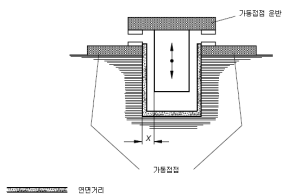
★ 연면거리도 또한 d + D이다.



**(11) 예제 11**

★ 접점운반부(contact carriers)의 고정 절연물과 가동 절연물을 가로지르는 연면거리

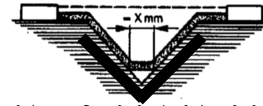
★ 길이 X는 무시



**(12) CTL Decision Sheet No. 590(80 degree rule)**

○ 조건: 이 연면거리 경로는 X mm보다 큰 폭을 갖고, 각도가 80 °미만인 V 형태의 홈을 포함한다.

★ 규칙: 공간거리는 조준선상의 거리이다. 연면거리 경로는 홈의 윤곽을 따라 측정된다. 단, 홈의 바닥을 X mm의 링크로 짧게 해서 그림과 같이 측정한다.

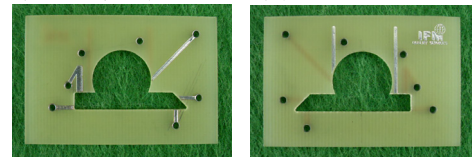


★ 즉, 80 °이상일 경우 V 홈 전체 윤곽을 연면거리로 측정(V윤곽)

**5. 결 론**

본 논문에서는 국제규격인 IEC 규격을 분석하여 저압기기의 공간거리 및 연면거리를 측정하는 여러 가지 규칙과 방법을 고찰하여 보았다.

절연거리 측정과 관련하여 한국전기연구원에서 참가한 국제비교속련 도시험의 시료는 그림 1과 같은 PCB이다.



**<그림 1> 절연거리 측정 시료 (전면 및 후면)**

국내의 시험기관들도 이러한 국제비교속련도 프로그램에 참가함으로써 시험기술의 향상과 노하우의 개발이 기대된다. 자세한 프로그램 안내 및 결과보고서는 <http://www.ifmqs.com.au/>로 문의하면 된다.

**[참 고 문 헌]**

[1] IEC 60664-1: 2007, 저압기기의 절연 협조 - 제1부: 원칙, 요구 사항 및 시험  
 [2] IEC 60947-1: 저압 개폐장치 및 제어장치 - 제 1 부 : 일반규정  
 [3] IEC 61009-1: 가정용 및 이와 유사한 용도의 과전류 보호장치를 가진 누전차단기(RCBO) - 제1부: 일반 요구사항  
 [4] CTL Decision sheet No. 590: Rule for creepage across grooves and similar surface discontinuities