



**KC 60112**

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 4.0 2003-01

# 전기용품안전기준

## Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

습한 조건하에서의 고체절연재료 비교 트레킹지수 및 내트레킹지수 시험방법

Method for the determination of the proof and the comparative  
tracking indices of solid insulating materials

**KATS** 국가기술표준원

<http://www.kats.go.kr>

## 목 차

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황 .....                                            | 1  |
| 서 문 .....                                                                      | 2  |
| 1 적용 범위 (Scope) .....                                                          | 3  |
| 2 인용 표준 (Normative references) .....                                           | 3  |
| 3 정의 (Terms and definitions) .....                                             | 4  |
| 4 원리 (Principle) .....                                                         | 5  |
| 5 시험 시료 (Test specimen) .....                                                  | 5  |
| 6 시험 시료의 전처리 (Test specimen conditioning) .....                                | 6  |
| 7 시험 장치 (Test apparatus) .....                                                 | 7  |
| 8 기본 시험 절차 (Basic test procedure) .....                                        | 9  |
| 9 침식의 측정 (Determination of erosion) .....                                      | 11 |
| 10 내트래킹 지수(PTI)의 측정 (Determination of proof tracking index(PTI)) .....         | 11 |
| 11 비교 트래킹 지수(CTI)의 측정 (Determination of comparative tracking index(CTI)) ..... | 12 |
| 부속서 A (Annex A) .....                                                          | 17 |
| 부속서 B (Annex B) .....                                                          | 18 |
| 해 설 1 .....                                                                    | 19 |
| 해 설 2 .....                                                                    | 20 |

## 전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2001 - 26호 (2001. 2. 14)  
개정 기술표준원 고시 제2003 -523호 (2003.5. 24)  
개정 국가기술표준원 고시 제2014-0422호(2014. 9. 3)  
개정 국가기술표준원 고시 제2015-383호(2015. 9. 23)

## 부 칙 (고시 제2015-383호, 2015.9.23)

이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

## 전기용품안전기준

### 습한 조건하에서 고체절연재료의 비교 트레킹지수 및 내트레킹지수 시험방법

Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of  
solid insulating materials

이 안전기준은 2003년 1월 제4.0판으로 발행된 IEC 60112 Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials 를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 60112(2005.7)을 인용 채택한다.

# 조건하에서의 고체절연재료 비교 및 내트래킹지수 시험방법

Methods for determining the comparative and the proof  
tracking indices of solid insulating materials under moist  
conditions

## 서 문

이 표준은 2004년 제4판으로 발행된 IEC 60112 Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials를 번역하여, 기술적 내용 및 표준의 서식을 변경하지 않고 한국산업표준으로 제정한 것이다.

## 1. 적용범위

이 표준은 교류 전압에서 사용하는 재료 평판(plaques)과 기기의 일부 조각 등 고체 절연 재료에 대한 비교 트래킹 지수 및 내트래킹 지수의 측정 방법에 대해 규정한다.

또한 이 표준은 필요한 경우 전기적 침식에 대한 측정 방법도 규정한다.

**비 고 1.** 내트래킹 지수는 재료와 가공 부품의 품질 관리를 위한 방법 및 허용 기준(acceptance criterion)으로 쓰여진다. 비교 트래킹 지수는 재료들의 특성 비교 및 기본 특성화 작업에 주로 활용된다.

시험 결과는 전기 장치 설계시 안전 연면 거리(safe creepage distance)의 평가를 위해 직접적으로 사용될 수는 없다.

**비 고 2.** 이 시험은 습한 조건에서 사용되는 기구에 사용되는 재료를 시험할 경우에는 상대적으로 트래킹에서 적은 저항성을 보이는 재료와 적당하고 좋은 저항성을 지닌 재료를 식별하게 한다. 실외에서 더 높은 전압과 더 큰 시료 시편의 재료에 대한 성능을 평가할 경우에는 더 긴 시간 동안 가혹한 조건의 시험이 요구된다(KS C IEC 60587의 경사진 면 시험 참조). 경사 시험(inclined method) 같은 여타 다른 방법의 경우엔 이 표준에서 주어진 적하 시험(drop test)과는 다른 방법으로 재료를 평가해야 한다.

## 2. 인용 표준

다음에 나타내는 표준은 이 표준에 인용됨으로써 이 표준의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 표준은 그 최신판을 적용한다.

KS M ISO 3167 플라스틱 - 다목적용 시험편

ISO 293 : 1986 플라스틱 - 열가소성 재료 시험 시료의 압축 성형

ISO 294-1 : 1996 플라스틱 - 열가소성 재료 시험 시료의 사출 성형 - 제1부 : 일반 원칙, 다목적 성형과 바형 시험 시료

ISO 294-3 : 2002 플라스틱-열가소성 재료 시험 시료의 사출 성형-제3부: 소형 판

ISO 295 : 1991 플라스틱-열경화성 재료 시험 시료의 압축 성형

IEC 60589 : 1977 액체를 이용한 추출에서 전기 절연 재료의 이온성 불순물의 측정을 위한 시험 방법

IEC Guide 104 : 1997 안전 발표의 준비와 일반 안전 발표와 단체 안전 발표의 용도

### 3. 정 의

이 표준에는 다음 정의가 적용된다.

#### 3.1

##### 트래킹(tracking)

고체 절연 재료 표면에서 전기적 응력과 전해질 오염의 결합 효과로 인해 고체 절연 재료 및/또는 그 표면에 생성되는 전류 통로의 점진적 형성(progressive formation)

#### 3.2

##### 트래킹 실패(tracking failure)

전도성 부분 사이에서 트래킹으로 인한 절연의 실패

**비 고** 최근 시험에서 트래킹은 2초 동안 최소 0.5 A의 전류가 시료 및/또는 그 표면을 가로질러 통과함으로써 동작하는 과전류 장치에 의해 감지되고 있다.

#### 3.3

##### 전기적 침식(electrical erosion)

전기적 방전 작용으로 인한 절연 물질의 마멸

#### 3.4

##### 기중 아크(air arc)

시료 표면 위의 두 전극 사이에서 발생하는 아크

#### 3.5

##### 비교 트래킹 지수(comparative tracking index, CTI)

다섯 개의 시험 시료가 트래킹 실패와 지속적인 불꽃의 발생 없이 50방울이 떨어지는 동안 견디는 최대 전압의 수치. 100방울을 떨어뜨렸을 때 물질의 특성에 대한 진술도 포함된다(11.4 참조).

**비 고** 1. CTI에 대한 기준에는 침식의 정도에 대한 설명도 요구된다.

2. 테스트의 실패를 가져올 정도가 아닌 비지속적인 불꽃은 허용될지라도, 다른 중요한 요인이 없다면 불꽃을 전혀 일으키지 않는 재료가 선택된다(부속서 A 참조).

#### 3.6

##### 지속적인 불꽃(persistent flame)

논의가 필요할 경우-2초 이상의 연소가 있을 때를 말한다.

### 3.7

#### 내트래킹 지수(proof tracking index, PTI)

전압하에서 다섯 개의 시험 시료가 트래킹 실패와 지속적인 불꽃의 발생 없이 50방울이 떨어지는 동안 견디는 내전압의 수치

**비 고** 테스트의 실패를 가져올 정도가 아닌 비지속적인 불꽃은 허용될지라도, 다른 중요한 요인이 없다면 불꽃을 전혀 일으키지 않는 재료가 선택된다(부속서 A 참조).

## 4. 원 리

시험 시료의 상부 표면은 거의 수평 상태로 유지되고, 두 전극 사이의 전기적 압력하에 놓여진다. 또한 전극 사이의 표면은 전해질 용액의 지속적인 적하 상태에 놓이고, 이는 과전류 장치가 작동하거나 지속적인 불꽃이 발생하거나 또는 시험 기간이 다 경과할 때까지 계속된다.

개별 시험은 30초 간격으로 20 mg씩 (50~100) 방울의 전해질을 시험 시료의 표면에서 4 mm 떨어진 백금(platinum) 전극 사이로 떨어뜨리는 방식으로 짧은 시간(1시간 이내) 동안 진행된다.

시험 중에는 100 V~600 V 사이의 교류 전압이 적용된다.

시험하는 동안 시료는 침식되거나 연화되므로 전극이 시료 안으로 파고드는 것은 허용된다. 시험하는 동안 시료에 생기는 구멍의 형태는 구멍의 깊이(시험 시료의 두께)와 함께 보고된다. 재시험은 최대 10 mm까지의 좀더 두꺼운 시료가 사용될 수 있다.

**비 고** 트래킹 실패를 일으키기 위해 필요한 적하 방울의 수는 일반적으로 적용 전압이 감소함에 따라 증가하게 된다. 그리고 임계값 아래에서 트래킹은 중지된다.

## 5. 시험 시료

해당 면적이 충분하여 시험 도중 액체가 시료 가장자리를 넘쳐 흐르지 않는 거의 편평한 표면을 가진 시료라면 어떤 것이라도 사용이 가능하다.

**비 고 1.** 시료의 가장자리에서 발생하는 전해액 손실을 줄이기 위해 20 mm×20 mm 이상의 편평한 시료가 권장된다. 전해액 손실을 없애기 위해 KS M ISO 3167의 15 mm×15 mm 다목적 시험 시료 같은 더 작은 시료도 사용될 수 있다.

**2.** 각각의 시험에는 각각의 시험 시료를 따로 사용하는 것이 바람직하다. 같은 시험 시료로 여러 번의 시험이 이루어진다면, 시험 부위에서 발생하는 연기나 튀는 현상으로 인해 다음 시험을 할 부위가 오염되지 않도록 충분히 먼 위치에서 각각의 시험이 이루어져야 할 것이다.

시료의 두께는 3 mm 이상이어야 한다. 3 mm 이하인 재료의 개별 조각인 경우 적어도 3 mm 이상이 되게 쌓아 놓아야 한다.

**비 고 3.** 3 mm 이하의 얇은 시료로부터 얻어진 CTI값은 그보다 두꺼운 시료로부터 얻어진 CTI값과 비교되어서는 안 된다. 유리 지지부로의 더 큰 열전도가 얇은 시료로 전달되기 때문이다. 이런 이유로 얇은 시료는 겹쳐 쌓아 놓는 것이 허용된다.

시험 시료는 제품 표준에서 설명된 것이 없다면 부드럽고 거칠지 않은 표면을 가지고 있어야 하며, 굽힘, 오염, 불순물 같은 표면 결함이 없어야 한다. 또한 만약 가능하다면, 시험 결과와 함께 시료의 표면에 대한 설명도 함께 보고되어야 한다. 이러한 시료의 표면 특성들은 결과에 대한 산포(dispersion)를 추가시킬 수 있기 때문이다.

전기 제품의 일부를 떼어 실험할 경우, 제품의 일부로부터 적당한 시료를 떼어내는 게 불가능하다면, 동일한 절연 재료 주조 평판에서 떼어온 시료 조각이 사용된다. 이 경우 시료와 절연 재료는 가능하다면 똑 같은 제조 공정을 통해 만들어진 것이어야 한다. 만일 마지막의 자세한 제조 공정을 알 수 없을 경우 ISO 293, ISO 294-1, ISO 294-3, ISO 295 등을 이용한 방법이 적당할 것이다.

**비 고 4.** 다른 제조 조건/공정의 사용은 PTI와 CTI 시험에서 다른 결과에 이르게 할 수도 있다.

5. 다른 흐름의 방향을 이용한 주조 부품은 PTI와 CTI 시험에서 다른 결과에 이르게 할 수도 있다.

특수한 경우 시험 시료는 편평한 표면을 얻기 위해 지면에 놓을 수도 있다.

재료의 특징 때문에 전극의 방향이 중요할 경우, 측정은 그 특정 방향으로, 그것에 직각이 되게 이루어 져야 한다. 별다른 설명이 없다면 낮은 CTI값을 나타내는 방향이 보고되어야 한다.

## 6. 시험 시료의 전처리

### 6.1 환경 전처리(environmental conditioning)

별다른 설명이 없다면, 시험 시료들은 적어도 24시간 동안  $23^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$ 의 온도와  $(50 \pm 10)\%$ 의 상대 습도의 전처리를 필요로 한다.

### 6.2 시험 시료의 표면 상태

별다른 설명이 없다면

a) 시험은 깨끗한 표면에서 진행되어야 하며

b) 모든 시료 표면의 세척 과정은 보고되어야 한다. 가능하다면 세부 사항은 공급자와 소비자 간에 합의되어야 한다.

**비 고** 먼지, 오물, 지문, 그리스, 오일, 곰팡이 배출 또는 그 밖의 오염 물질은 시험 결과에 영향을 미칠 수 있다. 조심스럽게 시료의 세척 작업이 이루어져야 하며, 부풀어오름, 연화,



심각한 마모 또는 다른 심각한 피해가 일어나지 않도록 주의해야 한다.

## 7. 시험 장치

### 7.1 전 극

최소 순도 99 % 이상의 백금으로 된 두 개의 전극이 사용된다(부속서 B 참조). 두 전극은 한 쪽 끝이 끝날 모양으로  $30^\circ \pm 2^\circ$ 의 각을 가지고(그림 1 참조),  $(5 \pm 0.1) \text{ mm} \times (2 \pm 0.1) \text{ mm}$ 의 직사각형 단면적을 갖는다.

0.01~0.1 mm 정도의 편평한 표면을 만들기 위해 날카로운 가장자리는 제거된다.

- 비 고** 1. 눈금이 표시된 접안 렌즈가 장착된 현미경은 끝부분 표면의 크기를 측정하는 데 적당하다.
2. 전극의 말단 부위와 구석 부분 등에 요구되는 허용 오차를 확실히 유지하기 위해, 시험이 끝난 후에는 기계적인 방법을 통한 전극의 연마가 권장된다.

시험을 시작할 때 전극은 수직면에 대칭으로 배열되어야 한다. 전극 사이의 전체 각도는  $60^\circ \pm 5^\circ$ 이며, 마주보는 전극면은 시험 시료의 수평면에 대해 거의 직각이고(그림 2 참조), 시험을 시작할 때 시료와 전극 사이의 간격은  $(4.0 \pm 0.1) \text{ mm}$ 이어야 한다.

얇은 금속의 직사각형 슬립 게이지는 전극 사이의 간격을 재기 위해 쓰인다. 전극은 자유롭게 움직여야 하며, 시험 시작시 각 전극에 의해 시료에 가해지는 힘은  $(1.00 \pm 0.05) \text{ N}$ 이어야 한다. 시험 기간 동안 이 힘은 처음 상태 그대로 유지되어야 한다.

전형적인 시험 시료에 대한 전극의 배열 방법은 그림 3에 나타나 있다. 시료에 가해지는 힘은 시료와 전극 간의 적절한 간격하에서 확인된다.

전극 침투 정도가 작은 재료를 사용하여 시험을 할 경우에는 전극에 스프링을 사용하여 힘을 가할 수 있다. 그러나 일반적으로 중력을 이용하여 힘을 발생시킨다(그림 3 참조).

- 비 고** 3. 대부분의 경우 연화나 시료의 침식에 의해 시험 중에 전극이 움직이면, 전극의 끝부분은 아크를 만들고, 전극 사이의 간격은 변하게 된다. 간격의 변동 방향과 변동 정도는 전극의 중심 위치 그리고 전극/시료의 접촉점에 의해 결정된다. 이러한 변화는 재료에 의존적이며, 예측되지 않는다. 이러한 설계상의 차이는 장비 간 결과값의 차이를 가져올 수 있다.

### 7.2 시험 회로

(48~62) Hz의 주파수 범위에서 (100~600) V 사이에서 가변 가능한 정현파 전압이 전극에 공급된다. 전압 측정 장치는 실제 실효값을 표시하여야 하며, 오차는 최대 1.5 %이어야 한다. 전원의 전력은 0.6 kVA 이상이어야 한다. 시험 기본 회로의 예는 그림 4에 나타나 있다.

가변 저항기는 단락 전극 간 전류를  $(1.0 \pm 0.1)$  A로 조정할 수 있어야 하고, 전압계의 표시 전압이 이 전류가 흐를 때 10 %보다 더 하락해서는 안 된다(그림 4 참조). 단락 전극 간 전류를 측정하기 위한 장치는 최대 3 % 이상의 오차가 있어서는 안 된다.

장치의 입력 공급 전압은 충분히 안정적이어야 한다.

과전류 장치는 실효값  $(0.5 \pm 0.05)$  A, 허용 오차  $\pm 1.5$  % 전류가 2.00초, 허용 오차  $\pm 10$  %의 시간 동안 지속될 때 작동되어야 한다.

### 7.3 시험 용액

#### 용액 A

$(23 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 에서  $(3.95 \pm 0.05)$   $\mu\text{m}$ 의 저항률을 만들기 위해 1 mS/m 이하의 전도율을 가지는 탈이온수에 순도 99.8 % 이상의 분석 시약 등급의 무수 염화 암모늄( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )을 약 0.1 %의 질량으로 용해시킨다.

**비 고** 용액이 요구되는 범위의 저항률을 가지기 위해 투입되는 염화 암모늄의 양을 조절한다.

#### 용액 B

$(23 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 에서  $(1.98 \pm 0.05)$   $\mu\text{m}$ 의 저항률을 만들기 위해 1 mS/m 이하의 전도율을 가지는 탈이온수에 99.8 % 이상의 분석 시약 등급의 무수 염화 암모늄( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )을 약 0.1 %의 질량으로, 또한 술폰산 디이소부틸 나프탈렌 나트륨을  $(0.5 \pm 0.002)$  %의 질량으로 용해시킨다.

**비 고 2.** 용액이 요구되는 범위의 저항률을 가지기 위해 투입되는 염화 암모늄의 양을 조절한다.

용액 A가 일반적으로 사용되나, 보다 강한 오염 물질(aggressive contaminant)이 요구될 때 용액 B가 쓰인다. 용액 B가 사용되었다는 것을 표시하기 위해서는 CTI나 PTI 값의 뒤에 문자 “M”을 표시한다.

용액의 전도율은  $(1 \sim 2)$  kHz의 주파수 범위 내의 교류 전압을 사용하여 측정된다. 그 방법은 IEC 60589에 설명되어 있다.

### 7.4 적하 장치(dropping device)

$(30 \pm 5)$  초의 간격으로 시험 용액 방울이 시험 시료 위에 떨어진다. 용액 방울은  $(35 \pm 5)$  mm 높이에서 전극 사이의 거의 정중앙으로 떨어져야 한다.

50방울이 시료로 떨어지는 데 걸리는 시간은  $(24.5 \pm 2)$ 분이어야 한다.

50방울의 총질량은  $(0.997 \sim 1.147)$  g 사이이어야 하며, 20방울의 총질량은  $(0.380 \sim 0.480)$  g

사이이어야 한다.

**비 고 1.** 용액 방울들의 질량은 실험용 질량 저울로 측정된다.

용액 방울들의 질량은 적절한 시간 간격으로 확인되어야 한다.

**비 고 2.** 용액 A의 경우, 적하 장치에 매달린 얇은 벽을 가진 스테인리스강 재료의 관(예를 들면 주사용 바늘관)은 바깥지름이 (0.9~1.2) mm 사이의 것이 적당하다. 용액 B의 경우는 다른 적하 장치에서 쓰일 경우 (0.9~3.45) mm의 바깥지름을 가진 관이 필요하다.

**3.** 용액 방울이 두 번 떨어지거나 안 떨어졌는지를 확실히 하기 위해 적하 수량계/계산기의 사용을 권장한다.

## 7.5 시험 시료 지지대

시험 기간 동안 시험 시료를 지지하기 위해 두께 4 mm 이상이고 적당한 크기를 가진 유리판 등의 판이 사용된다.

**비 고 1.** 시험 시료 지지대의 세척(cleaning)에서 발생할 수 있는 문제들을 피하기 위해, 현미경용 일회용 유리 슬라이드를 시험 시료 지지대 위에 놓고 그 위에 시료를 놓도록 권장한다.

**2.** 전해질 용액의 손실 방지를 위해 유리판의 가장자리에 얇은 금속박 도체를 사용하는 것이 유용하다.

## 7.6 전극의 설치

시료와 전극은 원칙적으로 바람이 불지 않는 밀폐된 공간에 설치되어야 한다.

**비 고** 실내에 연기가 생기지 않게 유지하려면, 재료에 따라서는 시험 시료의 표면과 두 전극 사이에 약간의 공기 흐름이 필요할 수도 있다. 시험 시작 전 바람의 속도는 0.2 m/s 정도가 적당하며, 이보다 작을 수록 좋다. 연기 제거를 위해 시험 장치 이외의 다른 공간에서 바람의 속도는 충분히 높아야 한다. 바람의 속도는 적당한 범위의 풍속계를 사용하여 측정한다.

적당한 연기 배출 장치가 시험 후 공간에서의 안전한 연기 배출을 위해 준비되어야 한다.

## 8. 기본 시험 절차

### 8.1 일반 사항

재료가 충분히 이방성(異方性)일 경우 시험은 특정 방향으로 그곳의 시료 부분에 직각이 되게 이루어져야 한다. 별다른 설명이 없다면 가장 낮은 값이 나오는 방향의 값을 쓴다.

시험은 (23±5)℃의 대기 온도에서 진행된다.

별다른 설명이 없다면 시험은 오염되지 않은 시험 시료로 진행된다.

시료에 구멍이 생겼을 경우의 시험 결과는 시료의 두께에 상관없이 유효한 것으로 간주된다. 그러나 구멍의 형태와 그 깊이(시험 시료 또는 시료 더미의 두께)는 함께 보고되어야 한다.

## 8.2 준 비

각각의 시험 후 적당한 용매(solvent)를 써서 전극을 세척하고, 탈이온수를 사용하여 헹구어낸다. 필요하다면 전극의 모양을 복구한 후 다음 시험 전에 마지막으로 헹구어 준다.

시험하기 바로 전에 필요하다면 전극의 온도를 충분히 낮게 하기 위해 전극을 냉각시킬 수 있고, 그 결과 전극은 시료의 특성에 안 좋은 영향을 끼치지 않게 된다.

눈에 보이는 오염 물질이 확실히 없어야 하며, 일반적인 시험이나 시험 직전의 측정을 통한 용액의 전도율에 대한 요구 사항을 확실히 확인해야 한다.

**비 고** 이전의 시험에서 적하 장치에 남아 있던 잔여물이 용액을 오염시키고, 용액의 증발이 용액의 농도를 증가시킬 수 있는데, 이 두 가지의 경우는 모두 실제값 보다 낮은 결과를 나오게 할 것이다. 이러한 경우 시험 전에 적하 장치의 외부는 기계적으로(또는 용매를 사용하여) 세척을 하고, 내부는 적절한 용액으로 씻어 내린다. 시험과 시험 사이의 지연 시간 동안 (10~20) 방울 정도를 흘려 보냄으로써 부적절한 액체를 제거한다.

논쟁의 여지가 있을 경우, 전극과 적하 장치의 세척 과정은 구매자와 공급자 사이의 동의가 있어야 한다.

시료는 시험 표면이 위로 향하게 수평으로 시료 지지대 위에 올려 놓는다. 시험 시료의 높이를 적절히 맞추고, 전극 장치를 시료에서  $(4.0 \pm 0.1)$  mm 간격에 도달하게 전극을 낮춘다. 끝날 모양의 끝은 정해진 힘으로 시료의 표면과 전체 너비가 닿아 있도록 한다.

**비 고** 위 사항들을 시각적으로 확인할 경우 전극의 뒤쪽에 전구를 설치하는 것이 도움이 될 것이다.

25 V의 배수로 시험에서 요구되는 전압을 설정하고, 단락 전류가 허용 오차 내에 있도록 하기 위해 회로의 매개 변수(parameter)를 조정한다.

## 8.3 시험의 진행

적하 장치를 시작하고, 용액 방울을 시험 표면에 떨어뜨려 다음 일들이 발생할 때까지 계속 진행한다.

- a) 과전류 장치가 작동할 때
- b) 지속적 불꽃이 발생할 때
- c) a)나 b)가 발생하지 않은 채로 50방울(또는 100방울)이 떨어진 채로 25초가 경과했을 때

**비 고** 침식 측정에 대한 요구 사항이 없을 경우, 100방울 적하 시험이 50방울 적하 시험보다 먼저 실시된다.

시험이 끝난 후 유해 가스가 차 있는 시험조(chamber)를 환기시키고, 시험 시료를 제거한다.

## 9. 침식의 측정

요구가 있을 경우, 50방울의 시험을 통과한 시료는 표면에 있는 부스러기 또는 무질서하게 붙어 있는 저분자 물질들을 제거한 후 깊이 게이지의 지지대 위에 놓여지게 된다. 개별 재료 침식의 최대 깊이는 0.1 mm 정확도의, 지름 1 mm의 미세한 지름의 반원 모양 말단 부위를 가진 탐침에 의해 mm 단위로 측정된다. 다섯 번의 측정값 중 최대값이 쓰인다.

1 mm 미만의 침식 깊이는 < 1 mm로 보고된다.

10.의 방법에 따른 시험에서, 필요한 경우 침식은 특정 전압에서 50방울을 견디는 시료를 측정한다.

11.의 방법에 따른 시험에서, 필요한 경우 침식은 50방울의 최대 전압에서 다섯 개의 시험 시료를 측정한다.

## 10. 내트래킹 지수(PTI)의 측정

### 10.1 진 행

재료나 전기 기기에 대한 IEC 표준 또는 기타 다른 표준에서 내성 시험(proof test)만을 필요로 할 경우, 8.에 따라 단일 전압하에서 50방울 적하 시험을 수행한다. 요구하는 시료의 수에 대해 모두 트래킹 결함이나 안정적 불꽃의 발생 없이 50방울 적하 시험을 끝내고, 적어도 25초를 견뎌야 한다.

기중 아크의 발생으로 인한 과전류 장치의 작동은 트래킹 결함에 해당되지 않는다.

**비 고** 권장 시료의 수는 다섯 개이다.

내전압은 25 V의 배수여야 한다.

### 10.2 보 고 서

보고서는 다음 정보를 포함하고 있어야 한다.

- a) 시험에 쓰인 재료의 정보 확인과 기타 전처리에 대한 세부 사항
- b) 시료의 두께와 그 두께를 구성하는 데 사용된 적층의 수
- c) 원재료의 표면을 시험하지 못했을 경우 시험 시료 표면의 특징
  - 1) 세척 과정의 세부 사항

- 2) 갈아내기(grinding)와 같은 기계적 처리에 관한 세부 사항
- 3) 시험 표면의 코팅에 대한 세부 사항
- d) 표면의 긁힘, 얼룩, 불순물 등 표면의 결점과 관계된 시험 전 표면 상태
- e) 전극과 적하 장치의 세척 과정
- f) 측정이 완전히 바람이 없는 공간에서 이루어지지 않은 경우 대략의 바람의 속도
- g) 재료에 대해 알려진 특징을 고려한 전극의 대응(orientation of the electrodes)
- h) 다음 경우처럼 침식 정도의 측정에 대한 규정이 없을 때, 내트래킹 지수 시험에 대한 보고
  - 특정 전압에 대한 통과 또는 실패를 B 타입 용액의 사용 여부와 함께 표시할 때
  - 예를 들면 ‘통과 PTI 175’ 또는 ‘실패 PTI 175 M’
  - 침식에 대한 요구 사항이 있을 때 결과는 다음에서와 같이 보고된다.
  - 특정 전압에 대한 통과 또는 실패를 B 타입 용액의 사용 여부, 침식의 최대 깊이와 함께 표시할 때
  - 예를 들면 ‘통과 PTI 250-3’ 또는 ‘실패 PTI 250 M-3’
  - 시료에 불이 붙어서 침식을 보고하지 못할 경우, 이 사항을 보고하여야 한다.
  - 구멍이 시료를 뚫은 경우, 구멍의 형태와 그 깊이(시료의 두께)를 함께 보고하여야 한다.
  - 기중 아크로 인해 시험이 무효가 된 경우, 이를 보고하여야 한다.

## 11. 비교 트래킹 지수(CTI)의 측정

### 11.1 일 반

비교 트래킹 지수의 측정은 다섯 개의 시료가 트래킹 결함 없이 50방울 적하 시험을 견디는 최대 전압의 측정과, 50방울 시험값보다 25 V 낮은 전압에서 시료가 100방울의 적하 시험을 견디는지를 측정하여야 한다. 이 경우가 아니라면 100방울 적하를 견디는 최대 전압을 측정해야 한다.

**비 고 1.** 이 표준의 지난 개정판 내용에는 최대 50방울 적하를 견디는 전압의 측정은 100방울 시험 측정 전에 실시되어야 한다고 나타나 있다.

2. 처음 100방울 시험을 먼저 함으로써 시험 비용이 감소되는 것이 인정되므로, 이 표준에서는 이 방법을 권장한다.

### 11.2 100방울에서의 측정

8.의 기본적인 방법을 사용하여 정해진 범위에서 전압을 설정하고, 100번째 방울이 적하된 후 25초가 지나거나 앞에서 설명한 결함이 발생할 때까지 시험을 진행한다.

물질의 특성이 알려지지 않은 경우 초기 전압은 350 V를 권장한다.

시험 시료 위에 기중 아크가 발생해서 과전류 장치가 작동한 경우 시험은 무효가 된다. 새로운 시료를 사용하거나 기구를 세척하고 8.에서 설명한 과정을 거친 후, 같은 전압에서 동일한 시험을 다시 반복한다. 같은 상황이 발생한 경우 전압을 계속 낮춰 유효한 실패나 통과가 발생할 때까지 시험을 반복한다. 시험의 세부 사항을 보고한다(11.4 참조).

**비 고 1.** 몇몇 종류의 재료는 유효한 실패에 도달하지 않기 때문에 CTI의 측정이 불가능할 수 있다. 첫 번째 전압을 견디는 시험 기간에서 그 다음으로 높은 전압에서 기중 아크를 나타내는 순간으로 가는 동안 재료 특유의 특성이 바로 변화한다.

시험 시료의 표면을 가로지르는 과도한 전류의 흐름 때문에 과전류 장치가 작동하거나 또는 지속적인 불꽃이 발생한다면 시료는 그 전압에서 시험에 실패한 것이다. 이런 경우 8.에서 설명한 것처럼, 장치나 그 밖의 것들을 세척한 후 낮은 전압을 사용하여 새로운 위치/시료에 시험을 반복한다.

만약 위의 상황들이 발생하지 않고 100방울이 적하된 후 25초 이상 과전류 장치의 작동이 없다면 시험은 유효해지며, 시험 시료는 통과한 것으로 간주된다. 실패가 일어나지 않는 최고 전압에 도달할 때까지 점진적으로 전압을 높여 주면서 새로운 위치/시료에 반복적으로 시험을 반복한다. 주어진 전압하에서 처음 다섯 번의 시험에서 100방울을 적하한 후 적어도 25초 이상 지나는 동안 실패가 발생하지 않아야 한다. 다섯 개의 시료 조각 또는 큰 조각의 다섯 부분은 장치의 세척과 8.에서 설명한 과정을 거친 후 사용된다.

만약 시료를 관통하는 구멍이 보이면 구멍(시료나 시료 적층의 두께)의 형태와 그 깊이를 모두 기록해야 한다. 그 후 위에서 설명한 시험을 계속 진행한다.

**비 고 2.** 시험 중 구멍이 만들어진 경우, 다음 시험은 장치의 세척 등 8.에서 설명된 과정을 거친 후 더 두꺼운 시료로 실시해야 한다(최대 두께인 10 mm까지)

시험 시료의 특성이 알려지지 않은 경우, 400 V 이상의 전압에서는 매 시험마다 50 V 이상 시험 전압을 증가시켜서는 안 된다.

100방울 적하 후 다섯 개의 시료가 100방울이 적하되는 시간 동안 실패 없이 견딘 최대 전압을 결과로 기록한다.

그 후 50방울 적하시 최대 내전압 측정을 계속 진행한다.

### 11.3 50방울 적하시 최대 내전압 측정

100방울 적하 자료에 근거하여, 적당한 시험 전압에서 새로운 위치/시료(site/specimen)를 사용하여 시험 과정을 반복하고, 50방울이 적하된 후 25초 이상 경과하는 동안 시료가 시험을 견디는지 측정한다.

만약 시험 시료 위에 기중 아크의 발생으로 인해 과전류 정치가 작동된다면 시험은 무효가 된다. 장치의 세척과 8.에서 설명한 과정을 거친 후, 새로운 위치/시료를 사용하여 같은 전압으로 시험을 반복한다. 같은 상황이 발생할 경우, 유효한 실패나 통과가 발생할 때까지 전압을 점점 낮추어 시험을 반복한다. 시험의 세부 사항을 보고한다(11.4 참조).

**비 고** 몇몇 종류의 재료는 유효한 실패에 도달하지 않기 때문에 CTI의 측정이 불가능할 수 있다.

첫 번째 전압을 건디는 시험 기간에서 그 다음으로 높은 전압에서 기중 아크를 나타내는 순간으로 가는 동안 재료 특유의 특성이 바로 변화한다.

시험 시료의 표면을 가로지르는 과도한 전류의 흐름 때문에 과전류 장치가 작동하거나 또는 지속적인 불꽃이 발생한다면, 시료는 그 전압에서 시험에 실패한다. 이런 경우 장치의 세척과 8.에서 설명한 과정을 거친 후 낮은 전압을 사용하여 새로운 위치/시료에 시험을 반복한다.

만약 위의 상황들이 발생하지 않고 50방울이 적하된 후 25초 이상 과전류 장치의 작동이 없다면 시험은 유효해지며, 시험 시료는 통과한 것으로 간주된다.

만약 시험이 진행되는 동안 시료에 구멍이 생기지 않는다면, 실패가 일어나지 않는 최고 전압에 도달할 때까지 점진적으로 전압을 높여 주면서 새로운 위치/시료에 반복적으로 시험을 반복한다. 주어진 전압하에서 처음 다섯 번의 시험에서 50방울을 적하한 후 적어도 25초 이상이 지나는 동안 실패가 발생하지 않아야 한다. 다섯 개의 시료 조각 또는 큰 조각의 다섯 부분은 장치의 세척과 8.에서 설명한 과정을 거친 후 사용된다.

만약 시료를 관통하는 구멍이 보이면 구멍(시료나 시료 적층의 두께)의 형태와 그 깊이를 모두 기록해야 한다. 그 후 위에서 설명한 시험을 계속 진행한다.

50방울 적하 시험의 결과로 다섯 개의 시료가 50방울이 적하되는 시간 동안 실패 없이 견딘 최대 전압을 기록한다.

#### 11.4 보 고 서

보고서는 다음 정보를 포함하고 있어야 한다.

- a) 시험에 쓰인 재료의 정보 확인과 기타 전처리에 대한 세부 사항
- b) 시료의 두께와 그 두께를 구성하는 데 사용된 적층의 수
- c) 원재료의 표면을 시험하지 못했을 경우 시험 시료 표면의 특징
  - 1) 세척 과정의 세부 사항
  - 2) 갈아내기(grinding)와 같은 기계적 처리에 관한 세부 사항
  - 3) 시험 표면의 코팅에 대한 세부 사항
- d) 표면의 굽힘, 얼룩, 불순물 등 표면의 결점과 관계된 시험 전 표면 상태
- e) 전극과 적하 장치의 세척 과정
- f) 측정이 완전히 바람이 없는 공간에서 이루어지지 않은 경우 대략의 바람의 속도
- g) 재료에 대해 알려진 특징을 고려한 전극의 대응(orientation of the electrodes)
- h) 다음의 경우처럼 침식 정도의 측정에 대한 규정이 없을 때 비교 트레이킹 지수 시험에 대한 보고
  - 특정 전압에 대한 통과 또는 실패를 B 타입 용액의 사용 여부와 함께 표시할 때
  - 50방울 적하시 최대 전압에서의 CTI 지수는 다섯 번의 연속적인 시험을 통해 얻는다(100방울 적하 시 최대 전압에서의 값은 50방울 때보다 25 V 이상 낮은 전압에서 다섯 번의 연속적인 시험을 통해 측정된다.). B 용액이 쓰였을 때에는 “M”이라는 문자를 뒤에 붙인다.
  - 예를 들면 ‘CTI 175’, ‘CTI 175M’ 또는 ‘CTI 400(350) M’
  - 침식에 관한 요구 사항이 있을 경우 결과는 다음과 같이 보고된다.



50방울 적하시 최대 전압에서의 CTI 지수는 다섯 번의 연속적인 시험을 통해 얻는다(100방울 적하 시 최대 전압에서의 값은 50방울 때보다 25 V 이상 낮은 전압에서 다섯 번의 연속적인 시험을 통해 측정된다.). B 용액이 쓰였을 때에는 “M”이라는 문자를 뒤에 붙인다. 침식의 최대 깊이를 밀리미터로 표시한다.

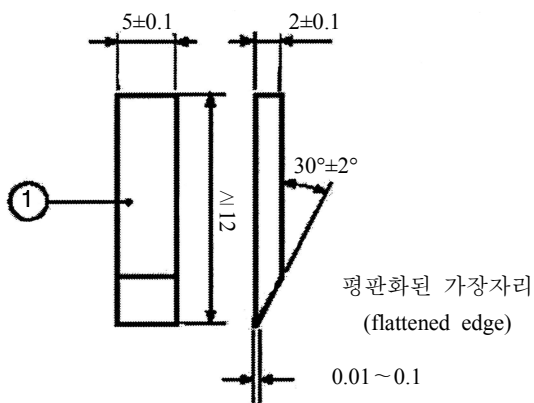
예를 들면 ‘CTI 275-1.2’, ‘CTI 375 M-2.4’ 또는 “CTI 400(350) M-3.4’

만약 넓은 범위에서 연소가 발생하는 등의 이유가 있다면 침식은 측정될 수 없고, 이를 보고한다.

만일 구멍이 시료를 뚫은 경우 구멍(시료나 시료 적층의 두께)의 형태와 그 깊이를 보고한다.

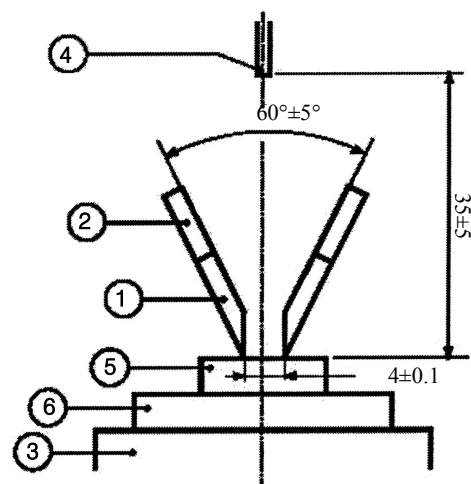
기중 아크로 인해 시험이 실패할 경우 이를 보고하여야 한다.

단위 : mm



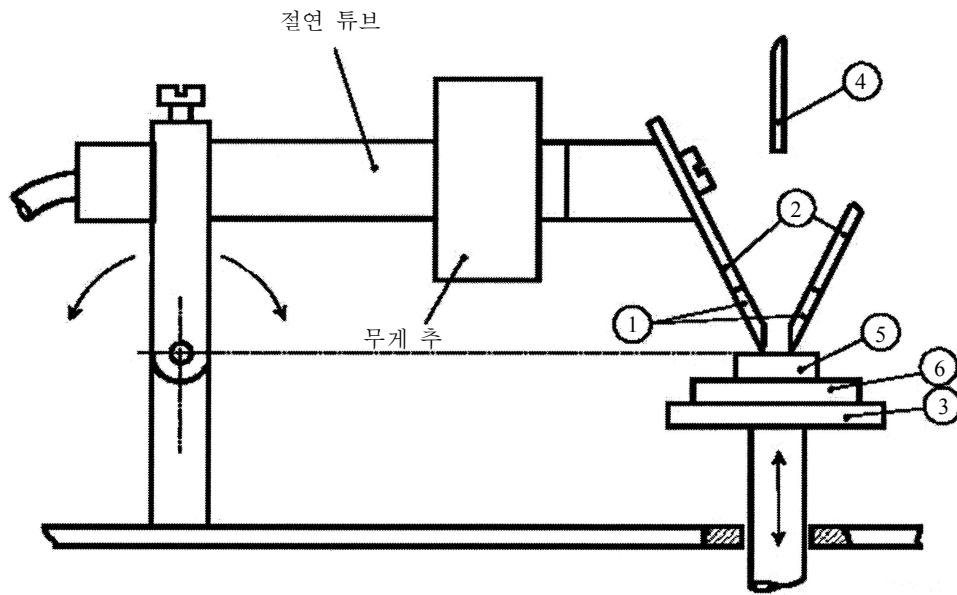
- 1 백금 전극
- 3 테이블(table)
- 5 시 료

그림 1 전 극



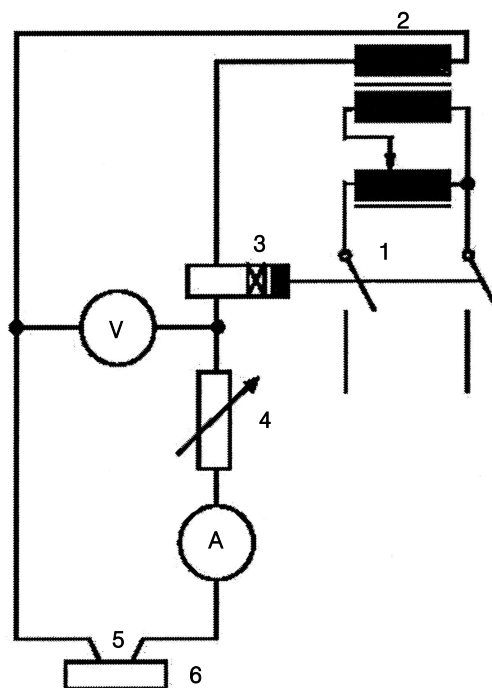
- 2 황동 연장부(brass extension)
- 4 적하 장치 끝부분
- 6 시료 지지용 유리

그림 2 전극 배열



- |              |                           |
|--------------|---------------------------|
| 1 백금 전극      | 2 황동 연장부(brass extension) |
| 3 테이블(table) | 4 적하 장치 끝부분               |
| 5 시 료        | 6 시료 지지용 유리               |

그림 3 전극 장착 및 시료 배치의 예



- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| 1 스위치       | 2 a.c. 전원 100~600 V |
| 3 지연 과전류 장치 | 4 가변 저항기            |
| 5 전 극       | 6 시 료               |

그림 4 시험 회로의 예

## 부속서 A

### (규정)

### 제품 기술위원회에서 고려되어야 할 요소(factor)에 대한 목록

제품 기술위원회에서는 표준 본문에서 언급한 방법을 사용하되, 다음의 추가 선택 사항(option)을 고려할 수 있다.

- a) 거친 표면의 시료가 갈아내기(grinding)와 같은 기계적 처리에 의해 매끄럽게 될 수 있는지에 대한 여부(5.)
- b) 시료 표면에 대한 설명(6.2) : 세척 등
- c) 허용된 세척 과정의 특성(6.2)
- d) 사용되는 전해액의 형태(용액 A 또는 B, 7.3)
- d) 시험 간의 장비 세척 방법에 대한 특별 지시 사항에 대한 여부(8.)
- f) 이등방성 재료의 경우, 특별한 설명이 없다면 방향에 따른 최소값이 보고된다(8.1).
- g) 내성 시험에서 사용되는 시료의 수 : 일반적으로 다섯 개나 기타의 수가 될 수 있다(10.2).
- h) 요구되는 내성 시험 전압(10.2)
- i) 내성 시험이 최소 100방울 시험 전압에 대한 요구 사항을 포함하는지에 대한 여부
- j) 침식 깊이 측정시 규정된 한계값을 요구하는지에 대한 여부(9.)
- k) 특정 요구 사항으로 인해 허용 가능한 불꽃에 대한 기준이 적용 의도와 적절치 않은지에 대한 여부. 그러한 경우 대체 시험 방법이 개발/사용되어야 한다.

## 부속서 B (규정)

### 전극 재료의 선택

**B.1** 백금은 일반적으로 이용할 수 있는 재료 중 가장 비활성의 특성을 가지기 때문에 백금 전극은 비교 트래킹 및 내트래킹 지수의 측정에 이용된다. 전극은 시험 중인 절연 재료의 특성이 트래킹 지수에 도달할 때 주요 측정 인자가 되도록 하기 위해, 사용되는 절연 재료와 전해액에 최소한의 영향을 끼친다.

**B.2** 전기 기기에 사용되는 하드웨어와 절연 시스템을 시뮬레이션하거나, 전극 비용을 줄이기 위해 백금 대신 구리, 황동, 스테인리스강, 금, 은 등이 때때로 사용되며, 이는 특정 전극 금속과 절연 재료 조합의 트래킹 특성 평가를 위한 것이다. 이들 전극 재료는 절연 재료와 전해액 모두에 다양한 등급의 상호 작용을 끼친다. 백금 전극을 대체하여 시험된 결과는 비교 트래킹 및 내트래킹 지수로 활용되어서는 안 된다.

## 해설 1 전기용품안전기준의 한국산업표준과 단일화의 취지

### 1. 개요

이 기준은 전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 안전관리를 수행함에 있어 국가표준인 한국산업표준(KS)을 최대한 인용하여 단일화한 전기용품안전기준이다.

### 2. 배경 및 목적

전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 인증을 위한 시험의 기준은 2000년부터 국제표준을 기반으로 안전성 규격을 도입·인용하여 운영해 왔으며 또한 한국산업표준도 2000년부터 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 규격의 내용은 양자가 거의 동일하다.

따라서 전기용품안전관리법에 따른 안전기준과 한국산업표준의 중복인증이 발생하였으며, 기준의 단일화가 필요하게 되었다.

전기용품 안전인증기준의 단일화는 기업의 인증대상제품의 인증시 시간과 비용을 줄이기 위한 목적이며, 국가표준인 한국산업표준과 IEC 국제표준을 기반으로 단일화를 추진이 필요하다.

또한 전기용품 안전인증기준을 한국산업표준을 기반으로 단일화 함으로써 한국산업표준의 위상을 강화하고, 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 하였다.

### 3. 단일화 방향

전기용품안전관리법에서 적용하기 위한 안전기준을 동일한 한국산업표준으로 간단히 전기용품안전기준으로 채택하면 되겠지만, 전기용품안전기준은 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 국내기업의 여건에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 기준을 여러번의 개정을 통해 변경함으로써 한국산업표준과의 차이를 보이게 되었다.

한국산업표준과 전기용품안전기준의 단일화 방향을 두 기준 모두 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 전기용품안전기준에서 한국산업표준과 중복되는 부분은 그 내용을 그대로 인용하는 방식으로 구성하고자 한다.

안전기준에서 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 개정된 시험항목과 시험방법, 변경된 기준은 별도의 항을 추가하도록 하였다.

한국산업표준과 전기용품안전기준을 비교하여 한국산업표준의 최신판일 경우는 한국산업표준의 내용을 기준으로 전기용품안전기준의 내용을 개정기로 하며, 이 경우 전기용품안전기준의 구판은 병행 적용함으로써 그간의 인증받은 제품들이 개정기준에 맞추어 개선할 시간적 여유를 줌으로서 기업의 혼란을 방지하고자 한다.

그리고 국제표준이 개정되어 판번이 변경되었을 경우는 그 최신판을 한국산업표준으로 개정 요청을 하고 그리고 전기용품안전기준으로 그 내용을 채택함으로써 전기용품안전기준을 국제표준에 신속하게 대응하고자 한다.

그리고 전기용품안전기준에서만 규정되어 있는 고유기준은 한국산업표준에도 제정요청하고, 아울러 필요시 국제표준에도 제안하여 우리기술을 국제표준에 반영하고자 한다.

### 4. 향후

한국산업표준과 전기용품안전기준의 중복시험 항목을 없애고 단일화 함으로써 표준과 기준의 이원화에 따른 중복인증의 기업부담을 경감시키고, KS표준의 위상을 강화하고자 한다.

아울러 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 한다.

또한 국제인증기구인 국제표준 인증체계를 확대하는 추세에 있으며, 표준을 활용하여 자국 기업의 경쟁력을 강화하는 추세에 있다. 이에 대응하여 국가표준과 안전기준이 국제표준에 신속히 대응함으로써 우리나라의 수출기업이 인증에 애로사항을 감소하도록 한다.

## 해설 2 전기용품안전기준의 추가대체항목 해설

이 해설은 전기용품안전기준으로 한국산업표준을 채택함에 있어 추가대체하는 항목을 적용하는 데 이해를 돕고자 주요사항을 기술한 것으로 규격의 일부가 아니며, 참고자료 또는 보충자료로만 사용된다.

심 의 :

| 구  | 분  | 성명 | 근무처 | 직위 |
|----|----|----|-----|----|
| (위 | 원  | 장) |     |    |
| (위 | 원) |    |     |    |

(간 사)

원안작성협력 :

| 구   | 분    | 성명 | 근무처 | 직위 |
|-----|------|----|-----|----|
| (연구 | 책임자) |    |     |    |
| (참여 | 연구원) |    |     |    |

전기용품안전기준의 열람은 국가기술표준원 홈페이지(<http://www.kats.go.kr>), 및 제품안전정보센터(<http://www.safety.korea.kr>)를 이용하여 주시고, 이 전기용품안전기준에 대한 의견 또는 질문은 산업통상자원부 국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과(☎ 043-870-5441~9)으로 연락하여 주십시오.

이 안전기준은 전기용품안전관리법 제3조의 규정에 따라 매 5년마다 안전기준전문위원회에서 심의되어 제정, 개정 또는 폐지됩니다.

## **KC 60112 : 2015-09-23**

---

**Method for the determination of the proof  
and the comparative tracking indices of  
solid insulating materials**

---

---

**ICS 35.080**

**Korean Agency for Technology and Standards**

<http://www.kats.go.kr>





산업통상자원부 국가기술표준원

Korean Agency for Technology and Standards

Ministry of Trade, Industry & Energy

주소 : (우) 369-811 충북 음성군 맹동면 이수로 93

TEL : 043-870-5441~9 <http://www.kats.go.kr>

