



KC 60370

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 1.0 1971-01

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

절연 바니시의 내열성 시험절차

- 절연강도 시험

Test procedure for thermal endurance of insulating varnishes

- Electric strength method

KATS 국가기술표준원

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

목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐기 이력 및 고시현황	1
서 문	2
1. 서 론 (Introduction)	3
2. 시험 시료 (Test specimen)	3
3. 시험 장치 (Test apparatus)	4
4. 열화 온도 및 시간 (Ageing temperatures and times)	4
5. 시험 절차 (Testing procedure)	4
6. 산 출 (Calculations)	5
7. 보 고 (Report)	5
그 림 (Figure)	7
해 설 1	7
해 설 2	8

전기용품안전기준 제·정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2001-38호(2001. 2. 15)

개정 기술표준원 고시 제2002-1280호(2002. 10. 12)

개정 국가기술표준원 고시 제2014-0421호(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

절연 바니시의 내열성 시험절차 - 절연강도 시험

Test procedure for thermal endurance of insulating varnishes - Electric strength method

이 안전기준은 1971년 1월 제1판으로 발행된 IEC 60370, Test procedure for thermal endurance of insulating varnishes - Electric strength Method를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 60370(2002.05)을 인용 채택한다

절연 바니시의 내열성 시험절차

- 절연강도 시험

Test procedure for thermal endurance of insulating varnishes

- Electric strength method

서 문 이 규격은 1971년에 제1판으로 발행된 IEC 60370 Test procedure for thermal endurance of insulating varnishes-Electric strength method를 번역하여, 기술적 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격이다.

1. 서 론

1.1 적용 범위

이 시험 절차는 유리 섬유 코팅용 절연 바니시의 비내열성 및 열 열화 전후의 절연 강도 측정용 시험 방법에 대해 다루고 있다.

1.2 목 적

전기 시스템에서 사용되는 절연 바니시의 적합성 결정시 필요한 온도 지수를 확립하기 위함이다.

1.3 일반 사항

이 시험 방법은 고온 열화 후 유리 섬유를 코팅한 바니시의 절연 강도 보존 여부를 측정한다. 전기 기기용 절연 바니시의 적합성 평가에서 경도, 결합력, 내용제성 및 열가소성 유동과 같은 물리·화학적 특성은 절연 특성과 대등하게 중요하다. 그러나 이러한 특성의 평가는 이 시험 방법의 범위 내에 있는 것은 아니고, 기타 다른 시험 절차를 통해 개별적으로 분석해야 한다. 절연 바니시의 수명에 영향을 미치는 주요 인자는 열 열화이다. 바니시가 열 열화를 통해 약화된 후에 습도 및 진동과 같은 조건으로 전기 기기에 고장을 유발할 수 있다. 절연 바니시는 자체가 물리적/전기적 무결성을 가지고 있는 한, 전기 기기를 보호하는 데 매우 효과적이다. 바니시의 열 열화는 일부 특성의 변화를 야기한다. 이러한 변화로는 질량 손실, 다공성, 메집성(crazing) 및 기타 기계적 특성의 약화가 해당된다. 바니시의 열 열화는 절연 강도의 저하로 검출할 수 있고, 따라서 이 시험 방법에 대한 파괴 표준값으로 사용한다. 절연 바니시는 진동과 열팽창에 기인하여 사용 중에 굽힘력을 받는다. 이러한 이유로 인해 기능 시험에 절연 굽힘이나 신장 시험이 포함된다.

이 시험 절차에서는 두 가지 대안을 제안한다.

대안 1 : 바니시 시료의 외부 표면을 약 2 % 신장시킬 수 있도록 설계한 굴곡형 전극 시스템. 이러한 굽힘시험은 바니시가 사용 중에 겪게 되는 상황을 모의하는 것이다.

대안 2 : 평탄형 전극 시스템. 이 방법은 열 열화의 영향만을 나타낸다. 시험편은 열 열화시에 발생한 전기적 약점이 추가적인 기계적 신장의 영향을 받지 않고 측정될 수 있도록(대안 1에서와 같이) 구부리지 않는다.

두 방법을 사용하는 시험 결과는 열화 후 굽힘 시험이 절연 강도에 중대한 영향을 미치는지의 여부를 판단할 수 있게 해 준다. 시험 절차에서 시험편을 규정된 시간 동안 고온의 오븐에서 열화시킨다. 이후 시험편을 오븐에서 꺼내어 냉각시킨 후 절연 강도를 시험한다. 각 온도에서 나타나는 열 수명은 절연 강도를 사전에 선택한 값으로 감소시키는 데 필요한 열화 시간으로 결정된다. 이 값은 바니시를 적용할 때 일부 기능적 특성의 기본값으로 선택할 수 있다. 그 다음 비내열성을 열화 온도와 열 수명간의 관계를 나타내는 곡선으로 측정한다.

2. 시험 시료

시험편은 연속적인 필라멘트, 바니시를 침지하여 코팅한 유리 섬유로 구성해야 한다.

2.1 시험편 준비

유리 섬유 패널은 단위 면적당 $90 \sim 140 \text{ g/m}^2$ 의 무게와 센티미터당 20~26엔드(end) 및 16~24구멍을 갖고 두께가 0.1~0.18 mm인 연속적인 필라멘트, 유리 섬유에서 절단해야 한다(시험을 실시하는 국가에서 규정된 구멍 및 엔드를 갖는 유리 섬유를 구입할 수 없을 경우에는, 해당 국가에서 생산되는 제품 중 표준 유리 섬유와 가장 근접한 제품을 사용해야 한다.).

(굴곡형 전극의 치수는 총 두께가 0.175~0.185 mm로 코팅한 0.1 mm 두께의 유리 섬유 외부 표면으로 약 2 % 신장 가능하도록 설계한다. 따라서 보다 두꺼운 것은 열화 결과에 상당한 영향을 미칠 수 있는 신장 증가가 발생할 수 있다는 사실에 유념해야 한다.)

유리 섬유는 바인더를 제거하기 위해 열처리를 통한 청소를 해야 한다(일반적으로 사용하는 열처리 소 절차는 250 °C에서 24시간 및 400 °C에서 24시간 섬유를 가열하는 것으로 이루어진다. 주의 : 450 °C 이상의 가열은 섬유를 손상시킬 수 있다.).

각 유리 섬유 패널은 섬유의 날실에 평행인 30 cm 치수를 갖는 15×30 cm로 되어야 한다. 각 패널을 적절한 시험편 고정 프레임에 부착하고 단단히 조인다.

(이 프레임은 내부 치수가 15×30 cm인 직사각형으로, 구부러 만들기 위해 지름이 약 1.7 mm이고 길이가 1 m인 내식성 와이어를 사용하여 만든다. 와이어의 끝은 한쪽 모서리에서 약 5 cm 겹치도록 하여 묶는다.)

각 열화 온도에서 12개 이상의 패널 세트가 필요하다. 최소 2.5 cm의 간격을 갖는 수직 위치로 오븐에서 시험편 프레임을 유지시킬 수 있는 적절한 고정물을 사용해야 한다.

2.2 바니시 침지

시험편은 부착한 유리 섬유 패널을 바니시에 침지시켜 준비한다. 시험편은 대기 중 또는 $23 \pm 2 \text{ °C}$ 의 온도 및 $(50 \pm 5) \%$ 상대 습도에서 준비해야 한다. 섬유 두께에 대해 두 번 이상의 코팅으로 $0.08 \pm 0.005 \text{ mm}$ 두께로 증가하도록 시험을 통해 바니시가 일관성 있게 조정해야 한다. 패널은 거품이 없어질 때까지 30 cm의 길이 방향으로 바니시에 침지시켜야 한다. 10 cm/min의 일정한 속도로 기계적으로 빼고, 30분 동안 마르도록 해야 한다. 코팅을 좀더 일정하게 하기 위해 연속되는 침지간에 시험편을 세로 방향으로 뒤집는다. 각 침지가 끝난 후 시험편을 마지막 침지와 동일한 수직 위치로 바니시 제조자가 규정한 온도와 시간에서 굽는다.

2.3 측정 장치

두께는 모루(anvil)와 스펀들 표면의 지름이 6~8 mm이고, 모루와 스펀들 표면간의 힘을 제어할 수 있는 구조를 갖는 나사형 마이크로미터로 측정한다. 일반적으로 모루와 스펀들 표면간의 힘은 10 N이다. 5회 측정의 평균값이 시험편의 평균 두께이다.

마이크로미터는 주기적으로 교정해야 한다. 그 정확도는 3 μm 이내에 있어야 한다.

3. 시험 장치

3.1 대안 I-굴곡형 전극 시험 고정 설비

고정 설비의 치수는 그림 1에 표시된 값을 따라야 한다. 전극은 깨끗이 닦여진 황동으로 하는 것이 바람직하다. 상부(가동 가능) 전극의 총질량은 1.8 kg이다. 상부 전극이나 하부 전극이 충분히 움직일 수 있도록 하여, 시험편과 양 전극 사이가 정확히 접촉되도록 해야 한다. 이렇게 하려면 하부 전극에 부드러운 고무 패드를 설치함으로써 가능하다.

3.2 대안 II-평탄형 전극 시험 고정 설비

전극은 지름이 1.0 mm로 둥글게 모서리 처리된, 지름이 6 mm인 대향 원통형 황동 막대로 구성해야 한다.

전극면은 평활, 평탄 및 평행해야 하고, 서로 정확하게 대향 유지되어야 한다. 상부(가동 가능) 전극의 총중량은 $50 \pm 2 \text{ g}$ 이고, 이러한 요건을 충족하는 적합한 고정 설비 및 보호 구성 설비가 만족해야 한다.

3.3 절연 강도 시험 세트

절연 강도 시험 세트는 IEC 60243(Recommended methods of test for electric strength of solid insulating materials at power frequencies)에 따라야 한다.

3.4 열화 오븐

공기 순환 오븐은 IEC 60212(Standard conditions for use prior to and during the testing of solid

electrical insulating materials)에 규정된 허용차 범위 내에서 온도를 조절할 수 있어야 한다.

4. 열화 온도 및 시간

시험편은 비내열성을 평가할 수 있도록 온도 범위를 충분히 포함하는 3개 이상, 필요한 경우에는 그 이상을 열화 온도에서 열화시켜야 한다. 열화 온도는 최소한 20 °C 차이를 두어야 한다. 최저 열화 온도에서 적어도 5 000시간 이상의 열 수명을 나타내야 한다. 100시간 미만의 열 수명을 나타내는 열화 온도는 사용하지 말아야 한다. 온도 지수를 얻을 수 있는 내열 데이터를 외삽할 때 오차를 줄이기 위해 20 °C를 초과하는 외삽이 필요하지 않도록 최저 열화 온도를 선택해야 한다.

또한, 열화 온도 선정에 대한 지침으로 IEC 60216(Guide for the preparation of test procedures for evaluating the thermal endurance of electrical insulating materials)의 7.을 참조한다.

5. 시험 절차

5.1 시험편 두께

각 시험편의 최초 평균 두께는 열 열화 전에 5개 지점에서 측정한다. 두께는 2.3에서 설명한 장치를 사용하여 30 cm 길이의 평행한 시험편의 중앙을 따라 측정한다.

5.2 최초 전기적 강도 전압

각 시험편 세트에서 하나의 시험편을 최소한 4시간 동안 온도 23 ± 2 °C에 상대 습도 (50±5)%에서 전처리하고, IEC 60243의 7.1에 따라 단시간 시험으로 절연 강도를 시험한다. 다만, 500 V/s의 전압 상승 속도를 사용해야 하는 것은 제외한다. 시험편의 한쪽 끝에서 4 cm 떨어진 4.5 cm 지점에서 6 회피의 절연 강도 측정을 수행해야 한다. 대안 I에서 시험편을 날실이 구부러지도록 굴곡형 전극 고정 설비에 삽입해야 한다. 각 대안에서 전극이 손상되지 않도록 주의를 기울여 천천히 낮춘다.

5.3 열화와 시험편 시험

5개의 시험편에 알루미늄박으로 꼬리표를 붙이거나 또는 영구적인 표시를 하여 2.1에서 기술한 시험편 고정 프레임에 설치한다. 시험편 프레임을 포함한 고정 설비를 열화 오븐 내에 설치하고, 임의의 벽면에서 최소한 10 cm 이상 떨어지도록 위치시키고, 시험편이 공기 흐름과 평행 방향이 되도록 유지한다. 하나의 시험편을 선택한 열화 온도에서 예상되는 열 수명의 25 %, 50 %, 100 %에 해당하는 3개의 열화 시간 종료시에 제거해야 한다. 제거 후에 시험편을 최소한 4시간 동안 온도 23 ± 2 °C에 상대 습도 (50±5) %에서 처리하고, 대안 I이나 대안 II에 따라 절연 강도 시험을 실시한다. 예상되는 열 수명의 50 % 시간에서, 5개의 추가 시험편에 꼬리표를 붙이고 오븐에 넣어야 한다. 마찬가지로 열 수명이 75 %의 시간에서 나머지 시험편을 오븐에 설치해야 한다.

각 시험편의 평균 절연 강도를 세로축으로, 열화 시간을 가로축으로 하여 적합한 그래프 용지에 그린다. 열 수명이 너무 낮게 평가되었을 경우에는 오븐에 남아 있는 첫 번째 그룹 중 하나의 시험편을 예상 열 수명의 150 %에서 꺼내어 시험한다. 열화된 시험편에 이용 가능한 정보를 활용하여 나머지 시험편을 각각 선택한 간격으로 꺼내어 절연 강도 대 노출 시간의 곡선을 작성한다. 이것은 측정점 사이를 채우거나 필요한 경우에 범위 확장이 필요할 수도 있다. 이러한 절차는 열화 과정을 측정하는 데 충분한 시험편을 이용할 수 있는지를 확실하게 해 준다. 열화는 규정 끝단 전압의 2/3 절연 파괴 전압에 도달할 때까지 또는 열화 시간이 최소한 6 000시간 이상 진행될 때까지 계속해야 한다. 어떤 열화 온도에서 5 000시간 이상의 열수명이 측정되었을 경우에는 시간 상한값을 이에 맞게 증가시켜야 한다.

6. 산 출

6.1 절연 강도의 종단점

파괴 기준값으로 120 kV/cm의 종단점이 권장된다. 이 종단점의 선정은 임의적이며, 이 값은 실제 사용 수명과 상관이 있음을 보여 주는 경험을 바탕으로 하고 있다. 5.3에서 설명한 바와 같이, 더욱 정확하게 규정할 수 있도록 선정한 종단점을 초과하여 시험을 계속하는 것이 바람직하다.

각 온도에서 평균 절연 강도를 열화 시간(단위 : 시간)의 함수로 그린다. 95 % 신뢰 한계값으로 또한 나타내는 것이 바람직하다. 이 곡선으로부터 120 kV/cm에 해당하는 열화 시간을 측정하고(최초 평균 두께를 토대로), 이를 열 수명이라 부른다. 협의가 된 경우, 최초 열화되지 않은 평균 절연 강도의 백분율로 다른 종단점을 사용할 수도 있다.

6.2 비내열성

IEC 60216에서 제시된 바와 같이 각 열화 온도에서 시간 단위로 로그 시간 눈금을 갖는 그래프 용지에 열 수명을 세로축으로, 절대 온도의 역수를 가로축으로 하여 좌표를 나타낸다.

대부분의 경우, 이 종이의 좌표는 거의 직선으로 나타난다. 물질의 열 수명을 온도의 함수로 나타내기 위해 회귀 분석을 사용하여 직선으로 그린다. 열 수명은 이 곡선에서 최초 평균 두께를 토대로 120 kV/cm의 절연 강도에 해당하는 열화 시간으로 측정한다.

7. 보 고

7.1 보고 자료

이 시험 절차의 결과 보고서에 다음의 정보를 포함시켜야 한다.

- a) 바니시, 유형, 제조자, 물리적 특성 등의 설명
- b) 단위 면적당 무게, 구성(cm당 엔드 및 구멍)과 사용한 유리 섬유의 두께를 규정한다.
- c) 시험에서 사용한 전극 시스템(대안 I 또는 대안 II)
- d) 시료의 특수 처리(해당하는 경우). 적합한 구조를 얻는 데 필요한 침지의 횟수
- e) 시험편을 준비하는 데 사용한 경화 시간 및 온도
- f) 시험편의 최초 평균 파열 두께
- g) 최초 평균 절연 강도
- h) 각 열화 기간에 대한 평균 절연 강도
- i) 120 kV/cm에 상응하는 곡선점에서 시간 종단점을 표시하여 노출 시간의 함수로 95 %의 확률에 대한 신뢰 한계값의 그래프. 기타 다른 종단점을 선정한 경우에는 열 수명에 해당하는 것과 같이 표시하는 것이 바람직하다.
- j) 로그 시간 눈금에 절대 온도 역수의 함수로 표시한 비내열성 그래프
- k) 끝점 기준과 온도 지수는 IEC 60216에 따라 측정해야 한다.

방법 1 : 만곡형 전극, 바니시의 내열성

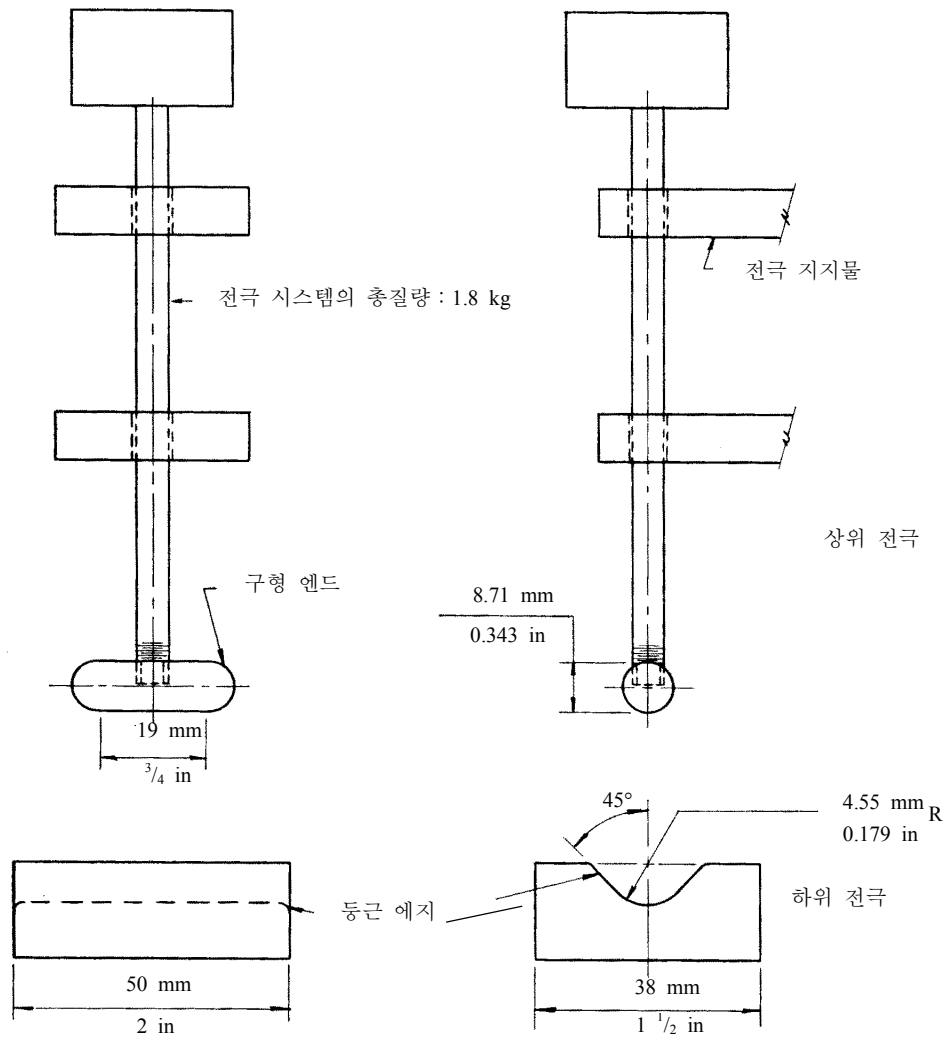


그림 1 전극 물질 : 황동

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 60370: 2015-09-23

**Test procedure for thermal
endurance of insulating varnishes**

- Electric strength method

ICS 97.060

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>

