

제정 기술표준원고시 제2001-37호(2001. 2. 15)
개정 기술표준원고시 제2002-1280호(2002. 10. 12)

전기용품안전기준

K 60345

[KS C IEC 2002]

온도상승 시 절연재료의 저항 및 저항율 측정방법

온도상승 시 절연재료의 저항 및 저항률 측정방법

CIEC 60345 : 2002

Method of test for electrical resistance and resistivity of insulating materials at elevated temperature

서 문 이 규격은 1971년 제2판으로 발행된 IEC 60345, Method of test for electrical resistance and resistivity of insulating materials at elevated temperature를 번역하여 기술적 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격이다.

1. 적용 범위

본 시험 방법은 최고 800°C까지의 온도에서 절연물질의 절연 저항과 체적 저항률 측정용 절차를 다루고 있다. 측정은 **KS C IEC 60093**(절연재료의 표면 및 체적 저항률 시험방법) 및 **KS C IEC 60167**(고체 절연재료의 절연 저항 시험방법)에 따라 실시하며, 다음과 같은 특별한 절차를 따라야 한다.

2. 시료 및 전극의 준비

절연 저항 측정에서 시료는 적절한 크기와 형상을 갖고 미리 전극을 부착시키게 된다(**KS C IEC 60167** 참조). 체적 저항률을 측정할 경우에 시료는 가급적이면 원형이어야 하며, 전극 중 하나가 가드전극으로 되어 있는 3단자 전극시스템을 사용해야 한다. 시료의 두 지점간의 두께 변화가 평균 5%를 초과하지 말아야 한다. 시료 전극은 가급적이면 원형으로 하고, 발화 전도성 페인트 또는 시료 표면에 뿌리거나 증착한 도전성 코팅제로 시료 전극을 만들어야 한다. 금 또는 플래티늄이 전극 금속으로 적합하다. 은(silver)은 온도 상승시에 이동이 발생하므로 사용하지 말아야 한다. 박층으로 형성한 금은 온도 상승에 따라 뭉치는 성향이 있기 때문에 도전성을 상실하게 된다. 다공성 시료에는 증발 또는 분무하여 전극을 형성시키는 것이 어렵고, 이러한 전극으로 측정한 결과치는 불확실하게 된다. 시료의 모서리에서 표면 효과를 최소화하기 위해(시료 준비 시의 조작에 기인하여), 가드전극을 사용하지 않은 경우에는 전극에서 시료 모서리까지의 최소 거리는 0.5cm로 해야 한다.

3. 시험 설비

3.1 저항 측정 (그림 1 참조)

전극간 저항은 필요한 감도와 정확성을 가진 적절한 장치로 측정해야 한다(**KS C IEC 60093** 참조).

3.2 가열 챔버

시료를 가열하기 위해 적절한 전기 오븐 또는 노(furnace)를 사용한다. 시료가 미세한 온도변동으로도 전체적에 걸쳐 균일한 온도에 노출되도록 가열챔버를 제작해야 한다. 가열 소자로부터 시료에 직접 열에너지가 복사되는 것을 차단하기 위해 간접 가열식으로 설치하는 것이 바람직하다. 이러한 간접 가열식은 산화알루미늄 또는 이와 동등한 재료인 세라믹으로 제작할 수 있다. 은, 스테인레스강 또는 이에 상당하는 금속으로 된 접지 금속 차폐를 오븐 내에 설치해야 한다. 차폐부위는 가열 회로와 측정 회로간에 누설 전류를 차단하는 보호작용을 해야 한다. 시료의 저항이 매우 높은 경우에는

측정 중 간섭현상을 방지하기 위해 가열 소자를 분리할 필요가 있다.

3.3 시료 홀더

시료는 가열 챔버 내에 두 전극 지지대 사이에 견고하게 설치해야 한다. 이 지지대와 각각의 리드선은 기계적으로 안정하고 내산화성의 금속으로 제작한다. 스테인레스강과 같이 높은 내열성을 갖는 합금을 사용할 수도 있다. 대안으로는 불활성 가스하에서 시험을 실시할 수도 있다. 지지대는 비틀림이 발생하지 않고 전극 지지대와 시료간에 균등하게 열이 공급되도록 충분한 두께를 가져야 한다. 지지대의 접촉면 크기는 시료 전극과 크기가 같고, 한쪽 전극 지지대가 시험시료를 삽입하고 제거할 수 있도록 가동성을 갖추는 것이 바람직하다.

3.4 측정 리드선

절연처리된 측정용 리드선은 서늘한 곳에 위치하여 시험결과에 영향을 미칠 수 있는 누설전류를 막을 수 있도록 적절히 보호한 고저항의 세라믹 절연체를 통해 노 안으로 설치한다.

비고. 대안으로는 리드선을 노의 상단 또는 벽면(이 부분은 접지시키는 것이 바람직하다)에 있는 구멍을 통하도록 설치할 수도 있다. 뾰뚱한 리드선을 사용할 경우에는 지지물을 제외한 어떤 것에도 닿지 않도록 외부적으로 지지한다. 이 지지물은 비교적 차갑기 때문에 경질의 절연 물질로 만들 수 있다.

3.5 온도 조절

KS C IEC 60212(고체 절연재료의 시험 전 및 시험 시의 표준 조건)에 따라 온도 허용오차를 유지할 수 있도록 온도 조절 장치를 설치해야 한다. 열전대는 두 개를 사용하는 것이 바람직한데, 하나는 챔버에서 온도 조절용으로 사용하고 다른 하나는 시료의 온도를 직접 측정하기 위함이다. 시료의 온도는 저항 측정에서 전기적 상호작용을 유발하지 않도록 시료에 가능한 한 근접하게 열전대를 설치하여 측정한다. 가령, 시료에 인접한 지지대 표면까지 뚫어진 구멍에 직접적으로 열전대를 삽입할 수 있다(**그림 1** 참조). 시료의 표면과 수직을 이루는 지지대의 이면 또는 시료 표면과 평행한 지지대면에서 구멍을 뚫을 수 있다. 열전대를 전극 지지대 내에 설치하는 경우에는 리드선과 온도 표시장치를 적절하게 절연시키고 측정을 수행한 후에 연결을 풀고 제거할 수 있어야 한다.

3.6 측정시 주의사항

오븐 내에 리드선 절연재료가 가열될 경우에는 리드선의 절연 저항이 측정에 영향을 미칠 정도로 충분히 낮게 될 수 있다. 회로는 전류 측정 기기와 전압원 (접지로 절연된 시료의 양쪽 면) 사이에서 접지되어 있기 때문에 고전위의 리드선과 접지간에 컨덕턴스는 전압원에 과도한 전류 드레인을 형성하지 않을 경우에는 무시할 수 있다. 저전위의 리드선과 접지간에 컨덕턴스는 전류측정기기 양단에서 분로를 구성한다. 측정 전극의 접지저항은 전류측정기기의 입력저항(가장 민감성 기기인 경우에는 $10^{11}\Omega$ 에 상당한다)과 비교하여 높아야 ($10\sim 100$ 배)한다. 누설저항은 각 온도에서 개별적으로 측정해야 한다. 이중 금속간의 열전대 전위는 리드선과 전극홀더에서 사용할 경우에 측정오차를 발생할 수 있다. 공급전압을 단락시킨 상태에서 전류측정은 본 열전대 효과의 정도를 나타내게 된다.

4. 조건 잡기

시료에 적용해야 할 처리 조건은 사용할 재료에 따라 다르다; 이를 재료사양에 규정하고 **KS C IEC 60212**의 표 1에 명기된 사항 중에서 선택하는 것이 바람직하다.

5. 절차

5.1 연속적인 온도상승(방법 A)

본 방법은 광범위한 온도 범위에 걸쳐 단일 시료의 저항과 온도간에 개략적인 관계를 신속하게 파악하는데 적합하다. 본 방법은 유전 흡수의 영향¹⁾을 무시할 수 있는 물질 또는 유사한 물질에 대한 상대비교 결과를 얻을 수 있는 물질에만 적합하다.

시료를 전극 지지대 사이에 견고하게 부착해야 한다. 그러나, 시료가 가열 중에 비틀릴 정도로 부착하지 말아야 한다. 규정 전압을 시료에 인가하고 물질의 두께에 따라 분당 5°C 이하의 일정한 비유로 상승시켜야 한다. 온도가 증가함에 따른 저항과 온도 사이의 관계를 적절하게 파악하기 위하여 충분한 횟수만큼 저항을 측정해야 한다.

5.2 단계적 온도상승(방법 B)

본 방법은 연속적으로 온도를 증가시켜서 얻는 방법보다 더욱 정확하게 단일시료의 저항과 온도 사이에 상관관계를 파악하는데 적합하다. 또한 유전 흡수가 문제가 되는 시료에도 유용하다. 본 방법은 하나 이상의 시료를 시험할 때도 편리하다. 복수의 시료를 측정할 시에 각 시료에 필요한 시료 홀더가 설치되어 있거나 또는 챔버를 개방하지 않고 시료를 가열 챔버에서 시료 홀더까지 옮길 수 있는 장치가 설치되어 있는 경우에는 각 시료가 열평형에 도달할 때까지 기다릴 필요가 없게 된다.

시료를 전극 지지대 사이에 견고하게 부착한다. 그러나 시료가 가열 중에 비틀릴 정도로 부착하지는 말아야 한다. 시료의 온도는 실온에서 원하는 시험온도²⁾까지 가능한 한 급속하게 증가시키고, 그 다음 각 시험 온도에서 다음 온도까지 단계적으로 증가시킨다. 전극 지지대의 온도가 원하는 시험 온도의 2°C 또는 1%(더 큰 쪽 선택) 내에 있다면, 재료사양에서 규정한 전압을 시료에 1분간(또는 규정에 따라 기타 시간 동안) 인가하여 저항을 측정해야 한다. 측정이 완료되면, 전압을 제거하고, 고전압, 측정 및 가드전극(사용한 경우)을 서로 연결(단락 회로)해야 한다.

원하는 범위의 온도에 걸쳐 저항과 온도사이의 적절한 상관관계를 파악하기 위해 충분한 횟수(최소한 5개)의 시험 온도를 선정해야 한다. 하위 온도에서, 온도 증가분은 상대적으로 작다(예 : 10°C). 시험 온도가 증가함에 따라, 온도 증가분도 증가하게 된다.

비교. 저항(또는 저항률)의 로그함수는 절대 온도의 역수의 함수로 종종 나타낸다.

5.3 주의사항

전류가 측정용으로 규정한 시간 내에 유전 흡수로 인하여 안정화되지 않을 경우에는 안정한 상태에서 얻은 저항값을 측정할 수 있도록 저항을 시간의 함수로 측정하는 것이 필요할 수 있다. 시험 중인 물질의 저항이 비교적 낮은 경우에는 시료가 가열되는 현상을 피하기 위해 전압을 감소시켜 측정을 실시할 필요가 있다. 극성효과가 나타나는 물질은 한쪽 또는 양쪽 전극의 이온 집중으로 불확실한 결과치를 나타낼 수 있다. 열열화의 영향을 특별히 고려할 필요가 없는 경우에는 열평형에 도달할 수 있도록 충분한 시간동안 시험 온도에서 시료를 유지시켜야 한다. 시험 온도에서 최대한 허용가능한 노출 시간은 추가시료를 사용한 시험에서 예상한 것 보다 더 길거나 또는 이에 상응하는 시간 동안 주기적으로 측정된 저항값(1분의 충전)을 비교하여 결정하는 것이 바람직하다. 연속적으로 고온의 온도에서 수행하는 일련의 시험 후에 시료가 온도상승에 노출되어 영구적인 변화를 발생했는지의 여부를 측정하기 위해 시작 온도에서 추가 측정을 실시해야 한다.

6. 결과의 표현

6.1 절연 저항

측정값은 절연 저항 R의 값으로 한다.

1) 어떤 경우에 유전 흡수는 장시간 값과 비교하여 단시간 저항값이 100까지 감소할 수도 있다.

2) 시험 챔버는 전극 지지대의 온도가 원하는 시험 온도를 초과하지 않도록 제어할 수 있게 하는 것이 좋다.

6.2 체적 저항률

체적 저항률 ρ_v 는 다음 공식을 기초로 산출한다.

$$\rho_v = \frac{A}{h} R_v$$

여기서

R_v = 체적 저항

A = 가드전극의 면적

h = 면적 A 내부에 시료 평균두께

7. 시험 보고

시험 보고서에는 최소한 다음과 같은 내용을 포함시켜야 한다.

- a) 재료의 명칭 또는 설명
- b) 시료의 치수
- c) 전극의 유형 및 전극 지지대의 특성
- d) 전처리 후(실시한 경우), 저항의 측정방법
- e) 시험 전압과 충전 시간
- f) 온도 증가 방법, 즉 방법 A 또는 B
- g) 측정을 실시한 온도
- h) 각 온도에서 개별적인 값
- i) 체적 저항률의 산출값, 필요한 경우 산출에 필요한 치수 포함

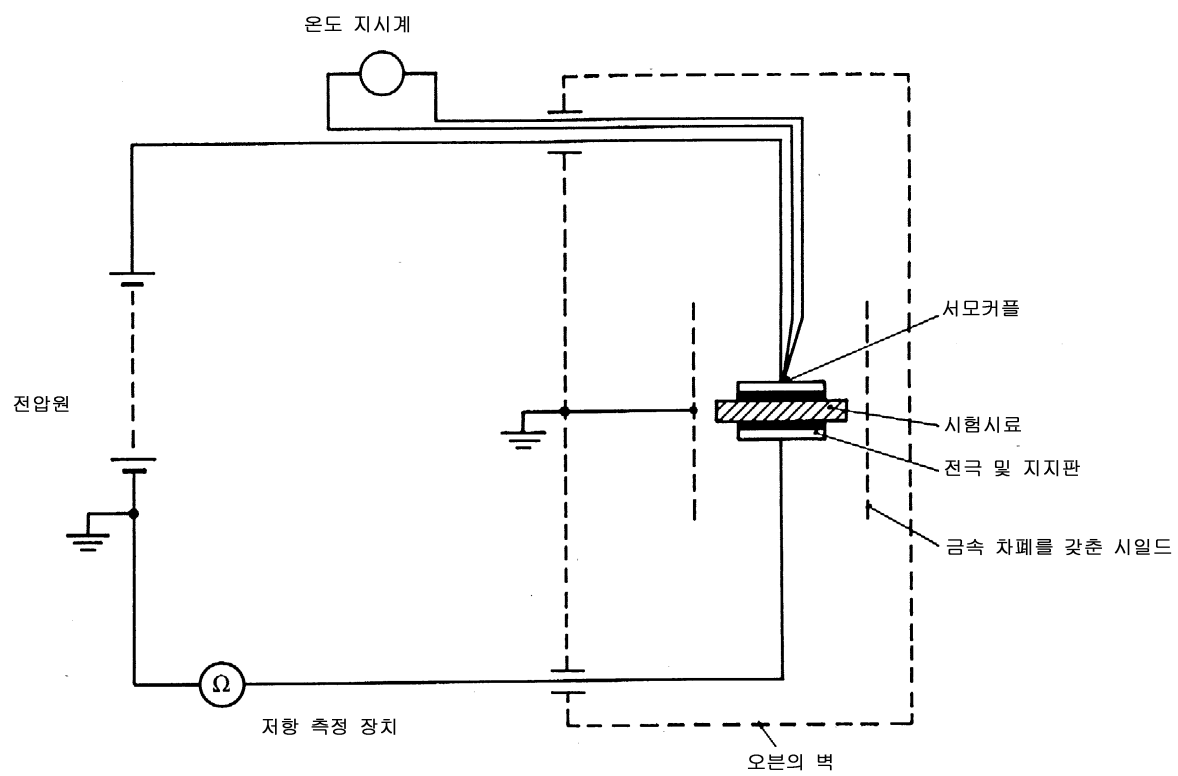


그림 1