

안전관리 시리즈-2

전기기기의 통상온도 시험(1)

전기기기는 통상 사용 후 고온부로 인해 회로적 과부하, 부품 고장 및 절연 파괴 등 어떠한 위험요소에 노출되어서는 안 된다. 또한 통상온도 상승 시험 후 감전 및 상해 대한 추가 시험이 반드시 뒤 따르게 되어 있다. 따라서 전기기기의 안전성을 판단하기 위해서 통상온도 상승 시험은 기본 사항이며, 필수적이라 할 수 있다.

본고에서는 전기용품안전기준 K60335-1의 제1부 규격과 개별 규격을 근거로 하여, 통상 상태 즉 정상 상태 일 때 일반적인 온도 상승 시험방법 및 적합성에 대해서 설명한다. 또한 각 전기기기별로 온도 시험을 위해서 설치 조건, 동작 시간 및 적합성에 대해서 제시하고자 한다.



한국전기전자시험연구원
전 희 득 연구원

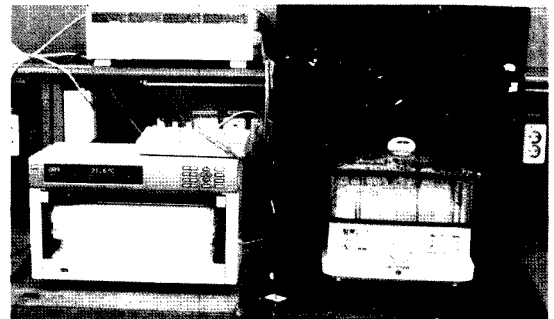
1. 통상온도 시험 개요

통상동작이란 기기를 전원에 접속하고 통상의 사용 방법으로 기기를 운전하였을 때의 상태를 말한다. 통상 상태에서 기기를 동작 할 때, 기기 각 부위는 과도 온도 상승으로 인하여 화재 발생의 위험성 및 사용자의 화상 가능성이 없어야 하며, 또한 절연재료의 파괴 및 플라스틱 부품의 변형으로 인한 감전 등의 위험 소지가 없어야 한다.

따라서 시험하는 동안 온도 상승은 계속 감시 되고 이 사이 온도 상승 값은 규격에서 지정된 허용온도 상한 값 이하이어야 한다. 또한 온도 퓨즈 및 전류 퓨즈와 같은 보호 장치가 동작되지 않아야 하며, 또한 밀봉 컴파운드는 흘러나오지 않아야 한다. 온도상승 시험 후 과도한 누설 전류가 흐르지 아니하고, 충분한 절연내력을 가지고 있어야 한다.

2. 시험장비 및 치공구

- AC Source
- Power Analyzer
- 열전대(Thermocouple)
- 열전대용 온도기록계 및 권선저항 측정기
- 열전대 용접기
- 시험용 코너, 지지대 및 매입형 기기의 부착대



[그림 1] 온도시험 장비 세팅

3. 시험방법 및 절차

- 통상 천장에 부착하는 기기는 수평지대 아래쪽에 부착.

3.1기기의설치

전기기기의 온도 상승 시험은 기기 또는 기기내의 가동부분이 통상 사용시에 일어날 수 있는 가장 불리한 상태로 하여 시험을 한다. 또한 제어 장치 또는 절환 장치가 있는 기기는 사용자가 그 조정 위치를 변경할 수 있는 경우에는 그 장치를 가장 불리한 위치로 조정하여 시험을 한다. 시험실 환경 조건은 개별 규격에서 특별한 언급이 없다면, 바람이 없는 상태로, 통상 주위온도 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 로 유지하는 장소에서 실시한다.

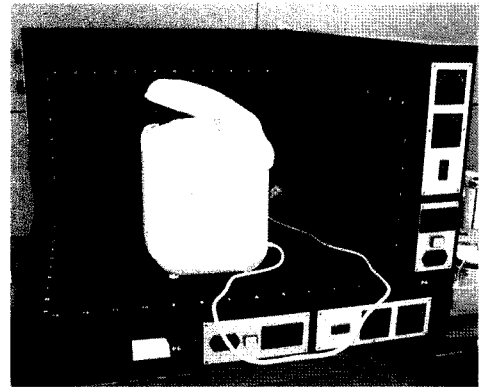
시험 시 수지형 기기는 통상 사용되는 자세를 유지하고, 매입형 기기는 제조자의 취급지시에 따라 부착한다. 전열소자와 전동기의 유무에 따라서 전열기기, 전동기 구동기기 및 복합기기로 분류하고, 이에 따라서 설치 조건이 달라진다.

▶ 전열기기 및 복합기기

- 통상 마루 위 또는 탁상에서 사용하는 기기는 가능한 한 벽에 가까운 마루 위에 위치.
- 통상 벽에 부착하는 기기는 한쪽 벽에 부착하고 가능한 한 다른 한쪽 벽, 마루 및 천장에는 통상의 거리정도로 가깝게 위치. 다만, 부착방법을 제조자가 특별히 지시하고 있는 경우는 이에 따름.
- 통상 천장에 부착하는 기기는 통상 거리정도의 범위에서 벽에 근접시켜 천장에 부착함. 다만, 부착방법을 제조자가 특별히 지시하는 경우는 이에 따름.

▶ 전동기 구동기기

- 통상 마루 위 또는 탁상에서 사용하는 기기는 수평 지대 위에 위치.
- 통상 벽에 부착하는 기기는 수직지대에 부착.



[그림 2] 시험 코너 및 벽

3.2기기의입력전원

전열기기는 통상 사용 상태에서 정격입력의 1.15배의 입력으로 운전한다. 전동기 구동기기는 통상 사용 상태에서 정격전압의 0.94배와 1.06배중 가장 불리하게 되는 전압으로 운전한다. 또한 복합기기는 통상 사용 상태에서 정격전압의 0.94배와 1.06배 중 가장 불리하게 되는 전압으로 운전한다.

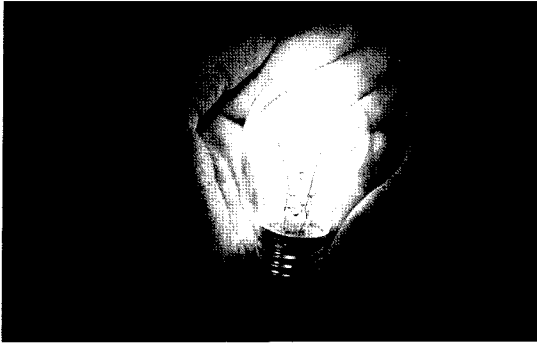
3.3동작시간

통상 사용상태 중 가장 불리하다고 생각되는 시간 동안 기기를 운전해야 하나, 시험시간은 2회 이상의 반복운전으로 될 수도 있다. 통상 동작(normal operation)이란 기기를 전원에 접속하고 통상의 사용 방법으로 기기를 운전 하였을 때 상태를 의미한다.

개별 규격에 나와 있는 시험시간 및 조건을 우선으로 적용한다.

3.4열전대법에 의한 온도 측정

3.4.1 측정부위



- 사용자 접근 영역부분(노브, 핸들, 기기 외함 등)
- 권선을 제외한 전기 절연에 제공된 부분(전원코드 및 내부배선, 플라스틱 성형물, 스위치, PCB 등)
- 목재 지지대, 시험용 코너의 벽 및 천장 등
- 그 외 K60335-1의 일반 요구사항, 표 3 참조.

3.4.2 부착방법

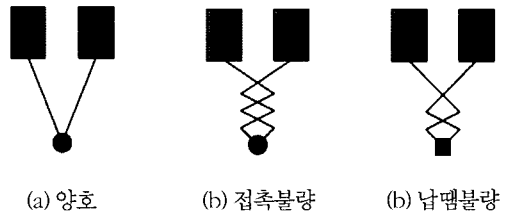
열전대를 측정하고자 하는 부위의 온도를 최대한 정확히 측정하기 위하여 적절한 방법을 선택해야 한다. 기존에는 LOCITTE444(접착제)와 LOCITTE7452(경화 촉진제)를 사용하여 열전대를 부착하여 사용하였다. 이는 측정 부위에 열전대를 최대한 밀착되어 열의 전달이 원활히 되도록 해야 하며, 너무 많은 접착제의 사용은 이불 효과를 가져 올 수 있으므로 부위의 정확한 온도 측정에 저해 요인이 되는 단점이 있다. 따라서 현재는 내열성 테이프를 사용하여 측정 부위에 열전대를 직접 부착함으로써 정확한 온도를 측정하고 있다. 특히 충전 부위의 온도를 측정할 때는 측정 장비를 보호하기 위하여 내열성 테이프를 부착한 후, 그 위에 열전대를 부착하여야 한다.

3.4.3 열전대 부착시 주의사항

열은 아래에서 위로 전달되므로, 측정 부위의 가장 윗 부분에 열전대를 부착해야 한다. 발열원 자체의 문제점보다는, 열원에 의해 주변의 절연물 혹은 지지용 플라스

틱 재질들이 손상을 입는지 여부에 주안점을 두어야 할 것이다. 즉, Heat-sink 주변 혹은 접촉되는 플라스틱 부품들의 온도를 측정 하고, Heat-sink 접촉되는 전선의 경우는 Heat-sink의 온도를 측정하여 판정해야 한다.

열전대의 접합은 꼬거나 납땜 등을 사용하여 접합해서는 안 되므로 반드시 용접으로 접합해야 하며, 접합부 이외의 부분이 접촉되어 오차가 발생되지 않도록 [그림 3] (a)와 같이 용접 후 끈게 꺾준다.



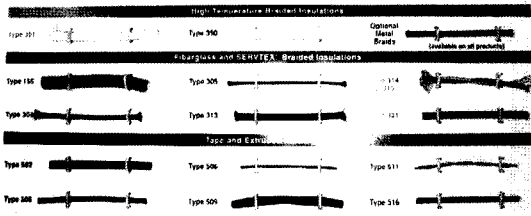
[그림 3] 열전대의 접합

3.4.4 열전대의 원리

두 종류의 금속도체 양단을 전기적으로 접속시키고 이 양단에 온도차를 주면 회로중에 전류가 흐른다. 이와 같이 한쪽(기준점)의 온도를 일정온도(원칙적으로 0℃)로 유지하고 열기전력의 수치를 측정함으로써 다른 끝단(측온점)의 온도를 알 수 있다.

[표 1] 열전대 종류별 특성

종류	사용재료	사용온도	특기사항
K-Type	+ : Chromel - : Alumel	0℃ ~ 1,000℃	기전력의 직선성이 좋아 가장 많이 사용
J-Type	+ : Iron - : Constantan	0℃ ~ 600℃	H2, Co 등에 사용 가능 산화분위기 사용불가
T-Type	+ : Copper - : Constantan	-200℃ ~ 300℃	저온영역에서 기전력의 안전성과 정도 우수함
E-Type	+ : Chromel - : Constantan	-200℃ ~ 700℃	중, 저온용으로 저온에서 많이 사용
R-Type	+ : Platinum	600℃ ~ 1,500℃	고가격, 고온에서 정도가 우수함



[그림 4] 열전대의 종류

3.5 저항법에 의한 측정

3.5.1 측정부위

- 변압기, 진동기 코일 및 교류전동기의 권선 등

3.5.2 온도 산출방법

권선의 온도 상승 값은 다음 식에 따라 계산한다.

$$\Delta t = (R_2 - R_1) / R_1 \times (k + t_1) - (t_2 - t_1)$$

여기서, Δt : 온도 상승값(K), R_1 : 시험 시작시 저항값,
 R_2 : 시험 종료시 저항값
 t_1 : 시험 시작시 실내온도, t_2 : 시험 종료시 실내온도를
 의미한다. k 는 권선이 동선일 경우 234.5가 되고, 알루미늄
 권선인 경우는 225로 된다.

3.5.3 측정방법

대부분 권선의 온도상승은 저항법에 따라 측정한다.
 다만, 권선이 불규칙하거나, 측정에 필요한 접속이 곤란
 한 것은 열전대를 사용하여 측정할 수 있다. 온도 시험
 시작시의 권선온도가 실온과 같은 온도가 되도록 하고,
 시험 종료시에 권선 저항값은 스위치를 차단한 직후 가
 능한 한 짧은 시간 내에 측정해야 한다. 다음에 약간의
 사이를 두고 그 값을 측정하여 시간-저항값 곡선을 그려
 서 스위치를 차단한 순간의 저항값을 구하는 것이 바람
 직하다.

구동하는 전기기기의 권선저항을 전압을 인가한 상태
 (운전중)에서 측정 가능한 활선 권선 측정기 즉 Hot-Line
 코일저항계 측정 가능하다.

3.6 통상온도 시험의 적합조건

- 온도 상승치 규제 : 각 부위별 규제치를 초과하
 지 않을 것
- 보호장치 동작하지 않을 것
- 밀봉 컴파운드가 흘러나오지 않을 것

▶ 다음호에 계속