



KC 60216-1

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 5.0 2001-07

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

전기 절연재료의 내열성 결정지침

제1부 : 노화절차 및 시험결과 평가 지침

Electrical insulating materials – Thermal endurance properties

Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results

KATS 국가기술표준원

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

목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황	1
서 문	2
1 적용범위(Scope)	3
2 인용표준 (Normative reference)	3
3 용어, 정의, 기호 및 약어 (Terms, definitions, symbols and abbreviated terms)	3
4 절차의 개요 (Synopsis of procedures)	6
5 실험 절차의 세부사항 (Detailed experimental procedures)	7
6 평가 (Evaluation)	11
7 단순 절차 (Simplified procedures)	16
부속서 A (Annex A)	26
부속서 B (Annex B)	28
부속서 C (Annex c)	30
해 설 1	32
해 설 2	33

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2001 - 27호 (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

전기 절연재료의 내열성 결정지침

제1부 : 노화절차 및 시험결과 평가 지침

Electrical insulating materials – Thermal endurance properties

Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results

이 안전기준은 2001년 7월 제5.0판으로 발행된 IEC 60216-1 Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results 를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 60216-1(2008.11)을 인용 채택한다.

절연재료의 내열성 결정지침 — 제1부 : 노화절차 및 시험결과 평가 지침

Electrical insulating materials - Properties of thermal endurance -
Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results

1. 적용범위

이 표준은 내열성의 평가에 사용되는 일반적인 열화 조건과 절차를 규정하고, 다른 부에 수록된 자세한 설명과 지침을 사용함에 있어서의 지침을 제공한다.

또한 상기의 절차가 사용될 수 있는 조건과 함께 간단한 절차를 제공한다.

상기의 절차는 근본적으로는 전기 절연 물질과 단순 조합된 절연 물질의 사용을 위하여 제공되었으나, 일반적인 적용 절차로 간주되고, 전기 절연을 위해 사용되지는 않은 물질의 평가에 광범위하게 사용된다.

이 표준의 적용에 있어서, 예상되는 물성치 변화를 야기하기 위한 시간의 로그(logarithm)와 절대 온도의 역수 사이의 실용적 관계를 선형 관계(Arrhenius relationship)로 가정한다.

이 표준의 올바른 적용을 위해서는 연구가 진행 중인 온도 범위에 있어서 어떠한 변천 특히, 1차적 변천이 있어서는 안 된다.

이 표준의 나머지 부분에서, 용어 “절연 물질”은 항상 “절연 물질 및 절연 물질의 단순 조합물질”의 의미로 사용된다.

2. 인용 표준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

IEC 60050(212) : 1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 212 : Insulating solids, liquids and gases

KS C IEC 60212 : 2002 고체 절연 재료 시험 전 및시험시의 표준 조건

KS C IEC 60216-2 : 2002 전기 절연 재료의 내열성 결정 지침-제2부 : 시험 기준 선택

KS C IEC 60216-3 : 2002 전기 절연 재료의 내열성 결정 지침-제3부 : 내열 특성 산출 지침-제1절 : 정상 분포 데이터의 평균값을 적용한 계산법

KS C IEC 60216-4-1 : 2002 전기 절연 재료의 내열성 결정 지침-제4부 : 노화 오븐-제1절 : 항온조

KS C IEC 60493-1 : 2002 전기 절연 재료 노화 시험 결과의 통계적 분석 지침-제1부 : 정규 분포된시험 결과 평균값에 의한 방법

KS M ISO 291 : 2002 플라스틱-상태 조절 및 시험을위한 표준 분위기

ISO 2578 : 2007 플라스틱 - 장기 열노출후의 시간 - 온도 한계의 측정

KS M ISO 11346 : 2007 가황 또는 열가소성 고무-수명 및 최대 사용 온도 추정

3. 용어, 정의, 기호 및 약어

3.1 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1.1

온도 지수(temperature index)

TI 20 000시간(다르게 규정될 수도 있는 시간)에서 내열 관계로부터 유도된 온도(℃)에 해당하는 수[IEV 212-02-08 수정]

3.1.2

2등분 구간(halving interval)

HIC TI와 동일한 온도에서 취한 끝점(end-point) 도달시간의 반을 나타내는 온도(℃) 간격에 해당하는 수

[IEV 212-02-10 수정]

3.1.3

내열 그래프(thermal endurance graph)

내열성 시험에서 규정된 끝점에 도달한 시간의 로그와 열역학적(절대) 시험 온도의 역수를 그린 그래프

[IEV 212-02-07]

3.1.4

내열 그래프 용지(thermal endurance graph paper)

시간축의 간격이 10의 멍인 로그 스케일로 종축이 표기된 그래프 용지(편의상 10시간부터 100 000시간까지의 범위). 횡축의 수치는 열역학적(절대) 온도의 역수에 비례한다. 통상적으로 좌에서 우로 증가하는 비선형 온도(℃) 스케일을 갖는다.

3.1.5

순서 데이터(ordered data)

각 데이터가 이전의 것보다 크거나 또는 같은 순서에 따라 적당한 방향으로 정렬된 데이터의 집합

비고 이 표준에서의 오름차순 정렬은 첫 번째 데이터가 통계적으로 가장 작은 상태로 정렬된 것을 의미한다.

3.1.6

순서 통계자료(order-statistics)

정렬 데이터 집합의 각 수치는 정렬 순서에 따른 위치에 의한 정렬 통계에 참조된다.

3.1.7

불완전 데이터(incomplete data)

지정된 어느 수치의 상위 및/또는 아래 수치를 알 수 없는 상태의 정렬 데이터

3.1.8

중도절단 데이터(censored data)

미지수의 개수가 알려진 불완전 데이터

지정된 수치의 상위 또는 하위에 중도절단이 시작되었다면, 1종 중도절단이다. 지정된 순서 통계자료의 상위 또는 하위에 중도절단이 시작되었다면, 2종 중도절단이다. 이 표준에서는 2종 중도절단만을 다룬다.

3.1.9

자유도(degree of freedom)

데이터의 개수에서 인자의 개수를 뺀 수

3.1.10

데이터 집합의 분산(variance of data set)

하나 또는 그 이상의 인자로부터 정의된 기준 값과 데이터의 편차를 자유로도 나눈 값의 제곱합

비고 기준 값이라 함은 예를 들면 평균값(인자가 1개인 경우) 또는 직선(인자가 2개인 경우, 기울기와 절편)으로 간주될 수 있다.

3.1.11

데이터 집합의 공분산(covariance of data set)

각 원소가 서로 대응하고 원소의 수가 동일한 2개의 집합에서, 각 평균으로부터의 편차의 곱합을 자유도로 나눈 수

회귀 분석(regression analysis)

2개의 데이터 그룹을 고려할 때 각 그룹을 구성하는 요소로부터의 편차의 제곱합을 최소로 하기 위한 최적의 직선을 도출하는 과정

비고 관련 인자는 회귀 계수로 언급된다.

3.1.12

상관 계수(correlation coefficient)

2개의 데이터 집합의 원소들 간의 관련성을 표현하는 수로서, 각 분산의 곱의 제곱근으로 공분산을 나눈 수와 같다.

상관 계수의 제곱은 0(상관관계 없음)과 1(완전한 상관관계)사이에 있다.

3.1.13

신뢰 한계(confidence limit)

TC 시험 데이터로부터 추출된 통계적 인자로서, 95 %의 신뢰는 TI에 의하여 추정된 온도 지수의 참값에 대하여 낮은 한계를 제시한다.

비고 1 95 %신뢰라 함은 온도 지수의 참값이 TC보다 실제 작을 확률이 5 %임을 의미한다.

비고 2 다른 경우, 예를 들면 파괴 시험 데이터의 선형성 테스트를 위해서 95 % 이외의 신뢰 값이 종종 사용될 수도 있다.

3.1.14

파괴 시험(destructive test)

동일한 시편의 반복 측정을 원천적으로 배제하는 방법으로 특성을 측정하여 비가역적으로 변화된 시험 시편에 대한 특성 진단 시험

3.1.15

비 파괴 시험(non-destructive test)

시편의 특성이 측정에 의하여 영구적인 변화를 일으키지 않고 동일한 시편에 대한 측정의 연속이 적절한 조치 이후에 계속될 때의 특성 진단 시험

3.1.16

확인 시험(proof test)

각 열화 주기의 끝에 있는 시험 시편이 규정된 스트레스를 받고 있을 때 시편이 파괴될 때까지 열화 주기를 연장할 때의 특성 진단 시험

3.1.17

온도 그룹(시편)(temperature of group)(of specimens)

동일한 오븐에서 동일한 열화 온도에 노출된 시편의 개수

애매함으로 인한 위험이 없다면 온도 그룹이나 시험 그룹을 간단히 그룹으로 표현할 수도 있다.

3.1.18

시험 그룹(시편)(test group)(of specimens)

파괴 시험을 위해 온도 그룹(위와 같이)으로부터 제거된 시편의 개수

3.2 기호 및 약어

절

a, b	회귀 계수	
a, b, c, d	파괴 검사 시편의 개수	5.3.2.3, 7.2.3
n	값의 개수	6.4.1
N	시험 시편의 전체 개수	5.3.2.3, 7.2.3
m_i	온도 그룹 i 의 시편의 개수(중도절단 데이터)	6.3.2
r	상관 계수	7.6.3
F	Fisher 분포의 확률 변수	6.6.1
s_y	회귀 곡선으로부터 점들의 평균 제곱 분산의 제곱근	
x	열역학적 온도의 역수 ($1/\theta$)	
y	끝점 도달 시간의 로그	
ϑ	온도, °C	
Θ	열역학적 온도 (K)	
Θ_0	0°C에 해당하는 켈빈 온도(273.15K)	
τ	시간(끝점 도달)	
χ^2	χ^2 분포의 확률 변수	
μ_2	값 그룹의 중심 2차 모멘트	
TI	온도 지수	
TC	온도 지수의 95 % 신뢰 한계의 낮은 값	
HIC	온도 지수와 동일한 온도에서의 2등분 구간	
TEP	내열 프로파일	
RTI	상대 온도 지수	

4. 절차의 개요

4.1 전체 절차

재질의 열적 특성을 평가하기 위하여 표준화된 절차는 다음의 절차로 구성된다.

비고 아래와 5.1부터 5.8까지 기술되어 있는 평가절차 전체를 사용할 것을 강력하게 권고한다. KS C IEC 60216-3에 규정된 계산방법이 계산기를 사용한 수 계산이 수행되기에는 복잡하고 장황하므로 KS C IEC 60216-3은 작업을 매우 간단하게 수행할 수 있는 컴퓨터 프로그램과 컴퓨터 화면에 내열 그래프를 도시하는 프로그램을 수록하고 있다.

- a) 계획된 특성 측정에 적합한 시편을 준비한다(5.3 참조).
- b) 시편이 실온 또는 다른 표준 온도로 복귀하는 시간 동안 연속적 또는 주기적으로 몇 가지 고정된 크기의 상승온도에서 시편군을 열화시킨다(5.5 참조).
- c) 열화의 정도를 나타내기 위하여 시편에 진단 절차를 수행한다. 진단 절차는 특성의 비 파괴적 또는 파괴적 결정이나 잠재적으로는 파괴적 보증 시험이 될 수 있다(5.1 및 5.2 참조).
- d) 규정된 끝점, 즉 시편의 손상 또는 규정되어 있는 측정된 특성의 변화 정도에 도달할 때까지 일정한 열의 노출 또는 열의 주기령을 계속한다(5.1, 5.2 및 5.5 참조).
- e) 열화 절차(연속적 또는 주기적인)와 진단 절차(항목 c))의 종류에 따라 열화 곡선이나 각 시편에 대해 끝점 도달 시간이나 주기의 수와 같은 시험 결과를 보고한다.
- f) 데이터를 수치적으로 평가하고 6.1과 6.8에 설명된 바와 같이 그래프로 나타낸다.
- g) 온도 지수와 2등분 구간 또는 상대 온도 지수와 2등분 구간을 사용하여 6.2에서 기술된 약식 숫자 형태의 전체 정보를 표현한다.

시험과 평가 모든 절차는 5부터 6.8까지 제시되어 있다.

4.2 수치적 및 도시적 평가의 단순 절차

데이터의 산포도를 시험하지 않고 선형 거동으로부터의 편차만을 시험하는 단순한 절차도 가능하다. 이 사항은 7.1부터 7.6까지 기술되어 있다.

몇 가지 제한적 조건에 따라 내열 데이터를 도식적으로 평가하는 것이 가능하다. 이러한 경우 데이터 산포도의 통계적 평가는 불가능하나, 선형적 관계로부터 데이터의 편차를 평가하는 것을 중요한 것으로 간주한다. 도식적 절차에 대한 지침도 7.1부터 7.6까지에 기술되어 있다.

5. 실험 절차의 세부사항

5.1 시험 절차의 선택

5.1.1 일반적 고려사항

각 시험 절차는 시편의 형상, 치수 및 개수, 노출 온도 및 시간, TI와 관련된 특성, 끝점을 결정하기 위한 방법 그리고 시험 데이터로부터 내열 특성의 유도(誘導)를 규정한다.

가능하다면 경우 의미 있는 형태로 선택된 특성이 실제 사용중인 재료의 기능을 반영해야 한다. 특성의 선택은 KS C IEC 60216-2에 명시되어 있다.

일정한 조건을 제공하기 위하여, 오븐으로부터 제거된 후와 측정 전 시편의 조건이 규정될 필요가 있다.

5.1.2 TI의 결정을 위한 세부 지침

IEC 표준의 물질을 적용할 수 있다면, 일반적으로 TI 값의 제한에 대한 특성 요건이 주어진다. 이러한 표준의 물질을 적용할 수 없을 경우, 내열성 평가 방법과 특성 선택의 지침이 KS C IEC 60216-2에 명시되어 있다(이러한 방법을 찾을 수 없다면, 국제표준, 국가표준 또는 단체 표준이나 특별히 고안된 방법을 우선 순서에 따라 사용하여야 한다.).

5.1.3 20 000시간 이외의 TI 결정

대부분의 경우, 요구되는 내열 특성은 20,000시간 지속으로 지정된다. 그러나 이보다 길거나 짧은 시간에 관련된 정보가 필요한 경우가 있다. 보다 긴 시간의 경우, 이 표준 본문의 요구사항이나 제안사항(예를 들면 끝점에 도달하기 위한 가장 긴 시간의 최소값으로서 5,000시간)에 따라 주어진 시간을 20 000시간에 대한 실제적 규정시간의 비율만큼 증가시킬 수 있다. 동일한 방법으로 열화 주기 지속이 대략 동일한 비율에 따라 변화되어야 한다. 온도의 외삽보상은 25 K를 초과해서는 안

된다. 보다 짧은 규정 시간을 적용하고자 하는 경우, 필요하다면 동일한 비율에 따라 관련 시간을 감소시킬 수 있다.

매우 짧은 규정 시간의 경우, 높은 열화 온도가 비선형성을 초래하는 유리 천이 온도나 국부적 용해와 같은 천이점을 포함하는 온도 영역까지 도달하므로 특별한 주의가 필요하다. 매우 긴 규정 시간의 경우에도 비선형성을 초래할 수 있다(부속서 A 참조).

5.2 끝점의 선택

물질의 내열성은 절연 시스템 내의 특별한 적용 측면에서 물질의 적절한 선택을 용이하게 하기 위해 서로 다른 내열성 데이터(다른 특성 및/또는 끝점으로부터 유도된)로 특성화할 필요가 있다(KS C IEC 60216-2 참조).

끝점을 정의하는 방법에는 두 가지가 있다.

- a) 원래 레벨에서 측정값의 증가율 또는 감소율. 이 접근 방식은 물질을 서로 비교할 수 있지만, 항목 b)보다 정상 사용시 필요한 특성 값에 대한 관계는 열악하다. 초기 값의 결정은 5.4를 참조한다.
- b) 특성의 고정 값. 이 값은 정상 사용 요건의 경우 선택할 수 있다. 보증 시험의 끝점은 주로 고정된 특성 값의 형태로 제공된다.

끝점은 절연 시스템에서 실제 사용시 발생할 수 있는 응력에 대한 내성 능력을 감소시키는 절연 물질의 악화 정도를 나타내기 위해 선택한다. 시험의 끝점으로 나타낸 저하 정도는 사용시 원하는 물질 특성에 대한 허용 가능한 안전 값과 관련되어야 한다.

5.3 시편의 준비와 개수

5.3.1 준비

열화 시험에 사용되는 시편은 조사하고자 하는 모집단에서 임의 추출된 샘플로 구성되며 균일하게 처리한다.

물질 표준 또는 국제 시험 표준에 시편 준비에 필요한 모든 지침이 포함되어 있다.

시편의 두께는 내열성 결정을 위한 특성 측정의 목록에 규정되어 있다. KS C IEC 60216-2를 참조한다. 그렇지 않을 경우, 그 두께를 기록하여야 한다. 일부 물리적 특성(예를 들면 유연성 있는 강도)은 시편 두께의 미미한 변화에도 민감하다. 이러한 경우, 관련 규정에서 필요하다면 각 열화 기간 경과 후의 두께를 측정하고 기록할 필요가 있다.

또한 열화 속도가 두께에 따라 변하기 때문에 두께는 상당히 중요하다. 두께가 서로 다른 물질의 열화 데이터를 비교해서는 안 된다. 결과적으로, 어떤 물질에는 서로 다른 두께에서 특성을 측정하여 유도한 하나 이상의 내열성을 지정할 수 있다.

시편 치수의 허용오차는 일반 시험에 사용된 것과 동일해야 한다. 시편 치수가 정상적으로 사용된 것보다 더 작은 허용오차를 요구할 경우, 특별 허용오차를 제시하여야 차폐 측정 시에는 시편의 품질이 일정하고 대표적인 물질을 시험하여야 한다.

처리 조건은 일부 물질의 열화 특성에 상당한 영향을 미칠 수 있기 때문에, 예를 들면 샘플링 공급 롤에서의 절단 시트, 주어진 방향으로 이방성 물질의 절단, 성형, 경화, 전 처리가 모든 시편에 대해 동일한 방법으로 실시된다는 것을 보장해야 한다.

5.3.2 시편의 개수

내열 시험 결과의 정확도는 각 온도에서 열화된 시편의 개수에 따라 크게 달라진다. 적합한 시편의 개수에 대한 지침은 KS C IEC 60216-3에 명시되어 있다. 일반적으로 다음의 지침(5.3.2.1부터 5.3.2.3까지)을 적용하며, 이는 5.8에 명시된 시험 절차에 반영된다.

예비 시편을 준비하거나 그렇지 않을 경우 적어도 원래 물질의 일부를 보존하는 것이 좋다. 이러한 방법을 통하면, 추가적인 시편의 열화 시험이 요구되어도 예측하지 못한 문제가 발생하여 시편

그룹간의 계통적 차이가 양산될 가능성을 최소화할 수 있다. 이러한 문제는 예를 들면 내열성 관계가 비선형적인 것으로 판명되는 경우, 또는 시편이 오븐의 열 방출로 인해 손실되는 경우 발생할 수 있다.

비 파괴 시험이나 보증 시험이 특성의 초기값에 기초하는 경우, 각 온도 그룹에서 시편 개수의 최소 2배에 해당하는 시편 그룹으로부터 결정되어야 한다. 파괴 시험에 대해서는 5.3.2.3을 참조한다.

5.3.2.1 비 파괴 시험에서의 시편의 개수

각 노출 온도에 대해 5개의 시편 그룹이 적당하다. 이에 대해 KS C IEC 60216-3에 더 상세한 지침이 제공되어 있다.

5.3.2.2 보증 시험에서의 시편의 개수

대부분의 경우 각 노출 온도에 대해 최소한 11개의 시편 그룹이 필요하다. 도식적 편차의 경우와 일부 다른 경우에서 데이터의 처리는 각 그룹의 수가 홀수이면 더욱 단순화될 수 있다. KS C IEC 60216-3에 더 상세한 지침이 제공되어 있다.

5.3.2.3 파괴 시험에서의 시편의 개수

파괴 시험에서의 시편의 개수(N)은 다음과 같이 유도한다.

$$N = a \times b \times c + d$$

여기서

a : 특정 온도에서 동일한 처리를 거쳐 특성이 결정된 후 폐기한 그룹의 시편의 개수(대개 5개)

b : 처리, 즉 특정 온도에서의 전체 노출 시간에 해당하는 수

c : 열화 온도 수준의 수

d : 특성의 초기값을 확정하는 데 사용한 그룹의 시편의 개수. 진단 기준이 초기 수준으로부터 특성 변화율일 경우 통상적으로 $d = 2a$ 를 선택한다. 기준이 절대 특성 수준일 경우, 초기값을 기록할 필요가 없다면 d 는 일반적으로 0으로 주어진다.

5.4 초기 특성 값의 설정

초기 특성 값을 결정하기 위하여 전체 모집단에서 임의 샘플을 구성한 시편을 선택한다. 특성 값을 결정하기 전에, 이 시편을 2일(48 ± 6 시간) 동안 시험의 열화 온도의 최저 수준으로 노출시켜 처리해야 한다(5.5 참조).

비고 경우에 따라(예를 들면 시편이 매우 두꺼운 경우에는) 안정된 값을 얻기 위해서 2일 이상의 시간이 필요할 수도 있다.

진단 특성을 결정하기 위한 방법에서 별도로 기술하지 않은 경우(예를 들어 시험 방법 또는 KS C IEC 60216-2)에는, 초기값은 시험결과의 산술 평균이다.

5.5 노출 온도 및 시간

TI 결정을 위해서는, 끝점 도달 시간과 열역학적(절대) 온도의 역수 사이의 선형 관계를 확립하기에 충분한 범위를 포함하는 최소한 3가지 이상(4가지 이상이 권고된다.)의 온도에서 시편이 노출되어야 한다.

적절한 내열 특성의 산정에 있어서 불확도를 감소시키기 위해서는, 노출되는 온도의 전체 범위가 다음의 조건을 포함하도록 신중히 선택되어야 한다.

a) 가장 낮은 노출 온도는 TI를 결정하는 5 000시간 이상의 끝점에 대한 평균 또는 중간 값이어야

한다(5.1.3 참조).

b) TI를 결정할 때 필요한 외압은 25 K를 초과해서는 안 된다.

c) 가장 높은 노출 온도는 100 시간(가능하면 500 시간 미만) 이상의 끝점에 대한 평균 또는 중간 값이 될 수 있어야 한다.

비고 몇몇 재료에 대해서는, 만족할 만한 선형성을 유지하면서 500 시간 미만의 끝점 도달시간을 얻는 것이 불가능할 수도 있다. 그러나 끝점 도달 시간의 보다 작은 범위가 동일한 데이터의 산포도에 대한 신뢰 구간을 증가시킬 수 있다는 것이 중요하다.

비 파괴 시험을 진행하는 적절하고 상세한 지침이나 보증 또는 파괴 시험 기준은 5.8에 명시되어 있다.

표 1은 초기 선택 방법에 대한 지침이다.

시간과 온도의 설정에 유용한 많은 제안과 권고는 부속서 B에 명시되어 있다.

5.6 열화 오븐

열화 시간 전체에 걸쳐서, 열화 오븐은 시편이 위치하는 공간에 있어서 IEC 60216-4에 주어진 온도 편차 범위 내를 유지할 수 있어야 한다. 특별히 규정된 사항이 없다면, IEC 60216-4-1을 적용한다.

오븐 내에서의 공기의 순환과 공기 함량의 변화는 열 저하의 속도가 분해물의 추적 또는 산소 고갈에 의해 영향 받지 않도록 적절해야 한다(5.7 참조).

5.7 환경 조건

대다수의 경우, 극한 습도, 화학적 오염 또는 진동과 같은 특수 환경 조건의 영향은 절연 시스템 시험을 시행하면 더욱 적절하게 평가할 수 있다. 그러나 환경 처리, 공기 이외의 대기의 영향, 기름과 같은 액체의 담금이 중요할 수 있다.

5.7.1 열화 중 대기 조건

별도로 규정되어 있지 않다면, 정상적인 실험실의 대기 조건 하에서 오븐을 작동시키고 시험한다. 그러나 습도에 민감한 물질의 경우, 열화 오븐실의 절대 습도를 통제하고 KS C IEC 60212에 따라 표준 대기의 조건 B의 습도와 동일한 경우 더욱 신뢰성 있는 결과를 얻는다. 그리고 상기의 조건 또는 다른 명시된 조건을 기록하여야 한다.

5.7.2 특성 측정의 조건

별도로 규정되어 있지 않다면 시편의 측정 전에 조건이 조절되어야 하고, 재질 기준 사양에 명시된 조건 하에서 측정이 수행되어야 한다.

5.8 열화 절차

이 절은 다음을 위한 기본적 절차이다.

a) 비 파괴 시험

b) 보증 시험

c) 파괴 시험

5.3의 지침에 따라 다음과 같은 개수의 시편을 준비한다. 필요하다면, 5.4에 명시된 특성의 초기값을 결정한다. 노출 온도만큼 다수의 그룹으로 시편을 임의 분리한다.

5.5의 지침에 따라 노출 온도와 시간을 설정한다(부속서 B 참조).

5.6에 부합하도록 각 오븐에 하나의 그룹을 위치시키고, 표 1로부터 선택된 온도에 최대한 근접하게 유지한다.

비고 1 각 시험 이후에 오븐을 정상상태로 간단히 되돌리도록 각 시편을 구분하여 표기하는 것이 좋다.

비고 2 부속서 B에서 명시된 목적, 특히 추가적인 온도 수준에서 새로운 시편의 초기화를 미리 하기 위하여 여러분의 시편의 그룹을 준비하는 **5.3**의 권고사항에 대한 주의가 필요하다.

5.8.1 비 파괴 시험을 위한 절차

각 주기의 종료 후, 각 오븐으로부터 시편의 그룹을 제거하고, 다른 규정이 없다면 실온까지 오븐을 냉각시킨다(**5.7** 참조). 몇몇 시험의 특성은 열화가 계속 진행되는 오븐 온도에서의 측정이 필요할 수도 있다.

각 시편에 적절한 시험을 수행하고, 원래의 오븐으로 전과 동일한 온도에서 복귀시킨 후 더 많은 주기 동안 노출시킨다. 측정값이 규정된 끝점에 도달할 때까지 온도 노출 주기, 냉각, 시험의 적용을 계속하고 끝점을 초과하는 최소한 하나의 점을 제공한다.

6.1에 수록되고 **KS C IEC 60216-3**에 기술된 대로 결과를 평가하고, **6.8**에 명시된 대로 결과를 보고한다.

5.8.2 보증시험을 위한 절차

보증 시험 절차에 의한 시험을 위한 시편은 보증 시험을 적극적으로 통과한 시편으로부터 임의 추출한다.

각 주기의 종료 후, 모든 시편을 오븐에서 제거한다. 제거한 후, 실온까지 시편을 냉각시키고, 고정된 보증 시험을 하나씩 수행한다. 보증 시험을 통과한 시편을 시험하였던 오븐에 복귀시키고, 전에 시험하였던 것과 동일한 온도에서 노출하는 주기를 수행한다.

시편의 개수(m)가 홀수인 경우 시편 개수의 절반 정도인 $(m+1)/2$ 개의 시편이, 시편의 개수가 짝수인 경우 $m/2+1$ 개의 시편이 부적격일 때까지 보증 시험을 계속 적용한다. 결과가 끝점 도달 시간의 약 10배의 시간의 노출에 도달할 가능성이 보이는 경우, 초기에 선택한 노출 시간을 변경할 필요는 없다. 이와 같은 결과가 보이지 않을 경우, 주기 시간의 변화가 네 번째 주기 전에 이루어진다고 가정했을 때, 이 시간은 중간 결과의 10 주기에서 예상할 수 있도록 변경할 수 있다. 온도에 노출하는 주기를 모든 시편이 손상되어 더욱 복잡한 통계적 분석이 수행되어야 할 정도까지 계속 수행한다(**KS C IEC 60216-3** 참조).

6.1에 수록되고 **KS C IEC 60216-3**에 상술된 대로 결과를 평가하고, **6.8**에 명시된 대로 결과를 기록한다.

5.8.3 파괴 시험을 위한 절차

각 오븐에 대해서, 지정된 시편의 수($=a$, **7.2.3** 참조) 만큼 무작위 추출하여 시험 그룹을 선정하고, 순서에 적절하도록 노출하는 시간에 맞추어 선택된 노출 시간 이후에 오븐으로부터 제거한다. **5.5**와 **부속서 B** 및 **표 1**을 참조한다.

각 오븐에서 제거된 후, 별도로 규정되어 있지 않다면 시편의 그룹을 실온까지 냉각시킨다. 온도나 습도에 따라 특성의 현저한 변화가 예상되는 재료의 경우, 별도로 규정되어 있지 않다면 **KS C IEC 60212 부속서 B**의 표준 대기 조건에서 다음날까지 시편을 그대로 둔다. 시편을 시험하고 **KS C IEC 60216-3**에 명시된 대로 노출 시간의 로그에 대해 결과 및 결과의 산술평균(또는 적합한 다른 형태의)을 도시한다.

6.1에 수록되고 **KS C IEC 60216-3**의 **6**절에 기술된 대로 결과를 평가하고, **6.8**에 명시된 대로 기록한다.

6. 평가

6.1 시험 데이터의 수치적 분석

데이터의 완전한 분석을 위한 수치적 계산 과정은 **6.3**부터 **6.7**까지에 규정되어 있다. 동일한 통계적

신뢰를 갖지는 않으나, 결과를 도출하는 간단한 절차 또한 가능하다(7.1부터 7.6까지). 상기의 간단한 절차는 실험적 데이터의 산포가 충분히 작아서 취득하고자 하는 온도지수의 충분한 신뢰 구간을 확보할 수 있다고 예상되는 경우(예를 들면 이전에 수행되었던 경험이 있는 경우)에만 사용될 수 있다. TI 데이터의 분석은 끝점 도달 시간의 로그와 열역학적 열화온도의 역수와의 관계가 선형적이라는 가정을 기초로 한다.

TI 결과의 평가에 대해서 우선시되는 방법은 그림 4에 보이는 도식적 표현과 같이 KS C IEC 60216-3에 상술된 수치적 절차에 의한 것이다. 그러나 도식적 평가는 통계적 요구 조건이 충분하지 않거나 또는 다른 원인에 의하여 이것이 불가능한 경우에 적용될 수 있다. 이러한 경우, 결과는 오븐에서 측정된 온도의 평균값을 사용하여 도시되어야 한다(부속서 A 참조).

6.2 내열 특성 및 형식

내열 특성은 다음과 같다.

온도 지수 TI
2등분 구간 HIC
(6.7 참조)

전기 절연 재료의 내열은 항상 특정한 성질과 끝점에서 주어진다. 이것이 무시되는 경우, 열화에 관련된 재료의 특성이 모두 동일한 비율로 저하하지 않을 수도 있으므로 내열 특성에 대한 기준은 무의미하게 된다. 따라서 재료는 예를 들면, 다른 특성의 측정으로부터 도출된 하나 이상의 온도 지수 또는 구분 구간이 지정될 수 있다.

선형성과 산포를 고려한 통계적 조건과 수치적 방법에 의한 도출이 만족할 만한 경우, 그 형식은 다음과 같다.

TI(HIC) : TI 값 (HIC 값)

예를 들면, TI (HIC) : 152 (9.0)

TI 값은 가장 근접한 정수 값으로 표시되어야 하고, HIC 값은 소수점 이하 첫 자리까지 표시되어야 한다. 도식적 방법을 통하여 유도되거나 통계적 조건이 충족되지 않는 경우의 형식은 다음과 같다.

$TI_g=TI$ 값, $HIC_g=HIC$ 값

예를 들면, $TI_g=152$, $HIC_g=9.0$

TI를 유도하기 위해 20 000 시간 이외의 시간이 사용된 경우, kh의 단위로 관련 시간을 표시한다. 이러한 경우 TI의 형식은 다음과 같다.

kh 단위의 TI 시간 (HIC) : TI 값 (HIC 값)

예를 들면, TI 40 kh (HIC) : 131 (10.0)

이에 상응하는 TI_g 는 예를 들면, TI_g 40 kh = 131, $HIC_g=10.0$

간단한 절차(7.6 참조)에 의하여 유도된 경우 형식은 다음과 같다.

$TI_s=TI$ 값, $HIC_s = HIC$ 값

예를 들면, $TI_s=152$, $HIC_s=9.0$

6.3 끝점 도달 시간과 x 값 및 y 값

각 온도 그룹에 대해서, x 값은 다음의 식을 이용하여 계산되어야 한다.

$$x=1/(g+\Theta_0) \quad (1)$$

여기에서 g (°C)는 열화온도이고, $\Theta_0=273.15$ K 이다.

6.3.1 비 파괴 시험

시편의 각 온도 그룹에서, 각 열화 시간 이후의 특성 값은 각 시편으로부터 취득된다. 상기의 값으로부터 보간 (interpolation) (**그림 1** 참조)이 필요하다면, 끝점 도달시간을 얻고 6.4에서 사용된 y 값으로서 그것의 로그를 계산한다.

6.3.2 보증 시험

각 온도 그룹에서의 각 시편에 대해서, 끝점에 도달하기 직전에 열화 시간의 중간 도달 시간을 계산하고, y 값으로서 이 시간의 로그를 취한다.

첫 번째 열화 주기 동안의 끝점 도달시간은 유효하지 않은 것으로 처리되어야 한다. 이 경우는 다음 중 어느 한가지를 수행한다.

a) 새로운 시편 그룹으로 다시 수행하거나,

b) 시편을 무시하고 그룹 i 에 있는 시편의 수(m_i)를 하나씩 감소시킨다.

첫 번째 열화 주기 동안 하나 이상의 시편이 끝점에 도달한다면, 그 그룹을 배제하고 실험 절차의 중요한 부분에 특별한 주의를 기울이면서 다음 그룹을 시험한다.

6.3.3 파괴 시험

각 시편은 관련 특성을 측정함으로써 손상되므로, 어떠한 시편이라 하더라도 끝점 도달시간을 직접 측정하는 것은 불가능하다. 끝점 도달시간에 대한 가정은 KS C IEC 60216-3의 6.1.4에 기술된 수학적 절차를 사용하여 계산한다.

이 절차는 하나의 온도에서 열화되는 모든 시편의 열화 속도는 동일하고 이어지는 시험 그룹의 특성이 열화되는 속도로부터 결정된다는 가정에 기초한다. 열화 그래프의 근사 선형화 영역이 선택(**그림 2**)되고, 평균 열화 그래프에 평행상 직선이 각 점(시간, 특성)을 지나도록 그려진다. 이 직선과 끝점을 지나는 직선의 절편은 요구되는 끝점 도달시간의 로그를 제공한다(**그림 3** 참조).

비고 열화 그래프는 특성값을 도시함으로써 형성되기도 하고, 노출 시간의 로그에 대해 특성값의 적절한 변형을 도시함으로써 형성되기도 한다. 시간축에 대한 회귀곡선의 절편이 각 직선의 절편의 평균값과 동일함을 확인할 필요가 있다.

절차는 수치적으로 수행되고 적절한 통계적 시험이 도입되어야 한다. 유도된 y 값은 6.4의 계산에 사용된다(KS C IEC 60216-3의 6.1.4 참조).

6.4 평균과 분산

6.4.1 완전 자료

온도 그룹내의 모든 시편에 대해서 끝점 도달시간이 알려진 경우 비 파괴 시험과 보증 시험을 위해서, 모든 y 값에 대한 평균 $\bar{y}$ 와 분산 s^2 을 다음과 같이 계산한다.

$$\bar{y} = \sum y/n \quad (2)$$

$$s^2 = \frac{\sum y^2 - (\sum y)^2/n}{(n-1)} \quad (3)$$

여기에서 n 은 그룹 내 y 값의 개수다.

파괴 시험을 위해서 6.3과 같이 취득된 y 값의 가정에 적용함으로써 동일한 절차가 사용되어야 한다.

6.4.2 불완전(중도 절단) 자료

그룹 내 모든 시편이 끝점에 도달하기 전에 열화가 중단된 경우의 비 파괴 시험과 보증 시험을 위해서, KS C IEC 60216-3의 6.2.1.2에 기술된 대로 평균과 분산이 계산되어야 한다.

6.5 일반적 평균과 분산 및 회귀 분석

y 값에 대한 가중 평균과 분산, x 값에 대한 가중 평균과 중심 2차 모멘트는 KS C IEC 60216-3의 6.2.2에 따라 계산되어야 한다.

내열 그래프의 기울기와 절편에 대한 회귀 분석과 선형성에 대한 분산에 대한 시험은 KS C IEC 60216-3의 6.2.3에 따라 계산되어야 한다.

6.6 통계적 시험과 데이터의 요건

다음의 통계적 시험은 KS C IEC 60216-3의 6.3에 충분히 규정되어 있으며, KS C IEC 60216-3의 부속서 A와 B에 요약되어 있다. 상기의 시험은 실제적 의미를 가지면서 통계적 요건을 만족하지 못하는가를 결정하기 위함은 물론 내열 특성의 타당하지 않는 유도를 초래할 수 있는 데이터에 대한 모든 중요한 관점에서 시험하도록 고안되었다.

6.6.1 모든 형태의 자료

통계적 시험을 적용하기 전에, 데이터는 다음의 요건을 만족해야 한다.

a) 가장 낮은 시험 온도에서의 끝점 도달 시간의 평균값이 5,000 시간(해당 온도지수에 대해 20,000 시간이 아닌 다른 시간 τ 가 규정되어 있는 경우에는 $\tau/4$ 시간)보다 작지 않아야 한다.

b) 온도 지수와 가장 낮은 시험 온도와의 차이는 25 K를 넘지 않아야 한다.

상기의 조건 중 어느 하나라도 만족되지 않는다면, TI 값을 기록할 수 없다. 유효한 계산을 수행하기 위해서는 하나 또는 그 이상의 시편 그룹이 조건에 부합할 수 있는 낮은 온도에서 열화시험이 수행되어야 한다.

데이터의 집합이 상기의 조건에 만족할 경우의 통계적 요구조건은, 온도 지수(TI)와 그것의 낮은 95 % 신뢰 한계(TC)와의 차이(TI - TC)가 0.6 HIC를 초과하지 않는 것이다. 이 차이는 데이터의 산포, 회귀 분석에 있어서 선형성으로부터의 편차, 데이터의 개수 및 외삽보간의 연장에 의존한다.

이 표준에서 다루어지고 KS C IEC 60216-3에서 상술된 일반적인 계산 절차는 KS C IEC 60493-1에서 설정된 원칙에 기초한다. 이러한 사항은 다음과 같이 간단하게 표현될 수도 있다(KS C IEC 60493-1의 3.7.1 참조).

1) 규정된 끝점 도달하는데 경과된 시간(단순히 끝점 도달 시간)의 로그 평균과 열역학적(절대) 온도의 역수 사이의 관계는 선형적이다.

2) 선형적 관계로부터 끝점 도달시간의 로그의 편차는 열화 시간으로부터 독립적인 열화 시간에 대해 독립적인 분산에 의하여 정규적으로 분포한다.

첫 번째 가정은 피셔(Fisher) 검증(F-test)에 의하여 검증된다. 이 검증에서는 인자 F 가 실험 데이터로부터 계산되고 도표화된 값 F_0 와 비교된다. 만일 $F < F_0$ 이라면, 선형적성의 가설이 채택되고, 이후의 계산이 수행될 수 있다. 그렇지 않다면, 가설은 기각된다. 그러나 통계적으로 현저한 비선형성이 감지되어도 실용적 중요성이 덜 한 경우와 같은 특별한 경우에는, 규정된 조건 하에서 수정된 방법으로 계산 절차가 진행 될 수도 있다(KS C IEC 60216-3 참조).

유의수준 0.05 하에서 시험이 수행되도록 F_0 을 선정한다. 여기서 유의수준 0.05는 가설이 타당하더라도 가설을 기각할 확률이 5%(그리고 가설이 타당하다면 채택 확률이 95%)임을 의미한다.

두 번째 가정은 바틀렛(Bartlett)의 카이제곱 검증(χ^2 test)에 의하여 검증된다. 인자는 χ^2 분포표와 비교하여 데이터로부터 계산된다. 인자 χ^2 가 유의수준 0.05에서 표의 값보다 크다면, χ^2 의 값과

이에 대응하는 확률 P 를 보고한다.

파괴 시험(6.3.3)의 경우, 끝점 근방에서의 시간의 함수로 표현되는 특성 값의 선형성 또한 F 검증으로 검증한다(KS C IEC 60216-3의 6.1.4.4 참조).

TI - TC의 값이 0.6 HIC와 1.6 HIC 사이에 있도록 산포되어 있는 경우, 통상적인 절차에 의하여 계산된 TI의 낮은 신뢰한계와 TI_a 의 보고된 값과의 차이가 0.6 HIC보다 같거나 작은 TI 대신에 TI_a 를 보고하는 것은 가능하다(TI의 값은 $Tia = TC = 0.6$ HIC와 대체된다. KS C IEC 60216-3의 4.4(3)과 7.3을 참조하라.).

계산 절차와 적절한 제한은 이러한 상황을 만족시키기 위해 개발되었으며, KS C IEC 60216-3에 자세히 나타나 있다. 절차와 조건을 설정하는 결과표와 흐름도는 KS C IEC 60216-3의 부속서 A와 B에 주어져 있다.

6.6.2 보증 시험

데이터의 보증 시험을 위해서 끝점 도달시간은 손상되기까지의 열화 주기의 중간 지점으로 간주된다. 첫 번째 열화 주기의 끝점에서의 손상은 받아들여질 수 없다. 가능한 한 보다 짧은 주기를 적용한 새로운 그룹의 시험을 시작하거나, 첫 번째 주기의 손상을 무시하고 그룹 내 시편의 수를 하나씩 감소시키면서 시험을 시작한다(예를 들어 KS C IEC 60216-3의 6.1.3에 명시된 대로 21개의 온도 그룹의 경우 20개를 수학적 절차로 처리). 상기의 어떠한 경우 시편을 준비하는 기법에 있어서 신중한 검사가 필요하다.

모든 경우에 있어서, 열화 시험은 보증 시험을 통과하지 못한 각 그룹내의 시편 절반 이상에 대해서 수행되어야 한다. 모든 그룹에 대해서 크기가 동일하거나 동일한 개수의 시편이 시험에 통과하지 못할 필요는 없다.

6.6.3 파괴 시험

유의 수준 0.05(KS C IEC 60216-3의 그림 2와 3 및 6.1.4.4 참조)를 만족하기 위해서는, 선형성 시험을 위해 선택된 각 온도에서 최소한 3개(많을수록 좋다.)의 열화 시험 그룹이 통상적으로 요구되며, 이러한 그룹의 평균이 최소한 하나 이상은 끝점보다 크고 최소한 하나 이상은 끝점보다 작아야 한다. 규정된 환경 하에서 이러한 조건이 만족되지 않는 것은 허용된다(약간의 외삽보간이나 유의수준 0.005에서의 선형성 시험은 허용된다. KS C IEC 60216-3의 6.1.4.4 참조).

6.7 내열 그래프와 내열 특성

20,000 시간(또는 KS C IEC 60216-3의 6.3.3 (47)에 의한 온도 지수로 선정된 시간 τ_1 와 같은 시간)의 끝점 도달시간에 상응하는 온도 θ_1 을 계산한다

동일한 방법으로, 10,000 시간 또는 $\tau_1/2$ 의 끝점 도달시간에 상응하는 온도 θ_2 를 계산한다. $\theta_2 - \theta_1$ 는 2등분 구간 HIC의 값이다.

1,000 시간 또는 $\tau_1/20$ 의 끝점 도달시간에 상응하는 온도 θ_3 을 계산한다. θ_1 과 θ_2 및 이에 상응하는 시간을 이용하여 내열 그래프 용지에 내열 회귀곡선을 도시한다.

KS C IEC 60216-3의 6.3.3 (46)과 식 (50)을 사용하여, 20,000 시간, 1,000 시간(또는 이전 그래프에서 선택된 시간) 및 최소한 5개로 등분된 시간 동안의 온도 추정량의 낮은 신뢰 수준을 계산한다. 내열 그래프에 시간-온도 그래프를 도시하고, 상기의 점을 통과하는 곡선을 도시한다.

동일한 그래프 상에 열화 온도와 끝점 도달시간(측정되거나 가정된), 평균 시간을 도시한다.

내열 특성은 6.5의 계산과정을 통하여 유도된다(KS C IEC 60216-3의 7.2와 7.3 참조).

6.8 시험 보고서

시험 보고서는 다음의 사항을 포함하여야 한다.

- a) 크기와 시편의 다른 조건을 포함한 시험 재질의 설명
- b) 조사된 특성, 선정된 끝점 그리고 만일 백분율로 표현된다면 특성의 초기값.
- c) 특성을 결정에 적용된 시험 방법(예를 들면 IEC 규정에 의한 기준)
- d) 열화 환경과 같은, 시험 절차에 관련된 정보
- e) 다음의 데이터를 포함한 개별적 시험 온도
 - 1) 비 파괴 검사의 경우, 열화 시간의 특성 변화 그래프와 함께 개별적 끝점 도달 시간.
 - 2) 보증 시험의 경우, 시험 주기 동안 끝점에 도달한 시편의 개수와 함께 열화 주기의 주 및 지속시간.
 - 3) 파괴 시험의 경우, 열화 시간에 따른 특성의 변화 그래프와 함께 개별적 특성 값 및 열화 시간.
- f) 내열 그래프
- g) 6.2에서 정의된 형식에 의하여 보고된 온도 지수 및 등분 구간
- h) KS C IEC 60216-3의 6.3.1에 의하여 요구된다면, χ^2 및 $k-1$ 의 값
- i) KS C IEC 60216-3의 5.1.2에 부합하지 못한 첫 번째 시험 주기

7. 단순 절차

7.1 절차의 개략적 설명

선택된 온도에서 선택된 특성(예를 들면 기계적, 광학적 또는 전기적 특성. KS C IEC 60216-2 참조)의 수치에 대한 변량은 시간의 함수로서 결정된다(5.8 참조).

상기 특성의 규정된 끝점이 도달할 때까지 절차를 계속 함으로써 특정한 온도에서의 끝점 도달 시간을 도출한다.

2 개의 다른 온도 중 최소 온도와, 결정될 특성과 관련된 환경에 다른 시편을 노출한다. 3개 또는 4개의 온도에서 열화시키고, 각 온도에서의 끝점 도달 시간을 결정하는 것이 좋다.

모든 온도에서의 데이터가 완전하다면, 내열 그래프를 도시하고 그래프의 선형성이 내열 특성의 계산 값을 증명할 수 있도록 관련된 간단한 통계적 계산을 수행한다.

7.2 실험 절차

7.2.1 진단 시험의 선택

선택된 시험은 가능한 실용적 관점에서 중요성을 보유할 수 있는 특성과 관련되어야 하고, 이러한 방법은 국제 표준(예를 들면 KS C IEC 60216-2)에 규정된 방법으로부터 도출된 것이어야 한다. 시편의 크기 및/또는 형태가 열처리에 의하여 바뀐다면, 이러한 영향으로부터 독립적일 수 있는 방법만을 사용해야 한다.

7.2.2 끝점의 선택

끝점의 선택에 있어서 다음의 2가지 인자가 고려되어야 한다.

온도 지수가 추정될 수 있는 시간의 주기. 일반적인 목적으로는 20,000 시간의 주기가 권고되며, 특별한 목적으로는 다른 시간이 규정될 수도 있다.

선택된 특성의 허용 가능한 변화량. 이 수치는 예상되는 사용 조건에 종속한다.

7.2.3 시험 시편

시험 시편의 크기와 준비하는 방법은 관련된 시험 방법에 주어진 사항과 부합해야 한다.

비 파괴 시험에서 요구되는 기준을 위해서, 대부분의 경우 각 노출 온도에 대해서 5개의 시험 그룹이 적당하다.

보증 시험의 기준에 있어서, 최소한 11개 가급적 21개의 시편 그룹이 각 노출 온도에 요구된다.

파괴 시험에 요구되는 기준을 위해서, 필요한 시편 전체 개수의 최소값은 다음과 같이 유도된다.

$$N = a \times b \times c + d \quad (4)$$

여기에서

a : 특정 온도에서 동일한 처리를 거쳐 특성이 결정된 후 폐기한 그룹의 시편의 개수(대개 5개)

b : 처리, 즉 특정 온도에서의 전체 노출 시간에 해당하는 수

c : 열화 온도 수준의 수

d : 특성의 초기값을 확정하는 데 사용한 그룹의 시편의 개수. 진단 기준이 초기 수준으로부터 특성 변화율일 경우 통상적으로 $d = 2a$ 를 선택한다. 기준이 절대 특성 수준일 경우, 초기값의 기록이 필요하지 않다면 d 는 일반적으로 0으로 주어진다.

비고 1 상기의 방법에 따라 시험을 위한 시편의 개수가 매우 많아진다면, 어떠한 경우에는 관련된 시험 항목을 일부 배제시키거나 상기의 개수를 감소시킬 수 있다. 그러나 시험 결과의 정밀도는 시험된 시편의 개수와 상당한 관계가 있음을 알아야 한다.

비고 2 반대로, 각 시험의 결과가 과도하게 산포한다면, 충분한 정밀도를 확보하기 위해서 시편의 개수를 늘리는 것이 필요할 수 있다.

비고 3 사전 시험에 의하여 요구되는 열화 시험의 수 및 지속 시간에 대한 대략적으로 평가를 준비하는 것이 권고된다.

7.3 노출 온도

시험 시편은 외삽보간에 의하여 요구되는 정확도의 수준에 맞추면서 온도 지수를 적절히 산정할 수 있는 충분한 범위의 온도(3 가지 이상)에 노출되어야 한다. 낮은 노출 온도는 끝점에 도달하는데 경과되는 시간이 최소한 5,000 시간이 되도록 선정되어야 한다. 이와 유사하게, 높은 노출 온도는 끝점에 도달하는 데 경과되는 시간이 100 시간보다 짧지 않아야 하고 500 시간 보다는 길지 않도록 선정되어야 한다(5.5 c 참조). 낮은 노출 온도는 예상되는 TI 보다 25 °C 이상 높으면 안 된다.

예상되는 온도 지수가 20 000 시간 이외의 시간으로부터 도출된다면, 낮은 노출 온도는 끝점에 도달하는데 경과되는 시간이 최소한 외삽보간을 위해 선택된 시간의 25 %가 되도록 선정되어야 한다.

적절한 노출 온도의 선정은 시험하고자 하는 재료의 이전에 측정된 정보를 필요로 한다. 이러한 정보가 유효하지 않을 경우, 사전의 기초 시험은 내열 특성을 평가하기에 적합한 노출 온도의 선정에 도움이 될 수 있다.

7.4 열화 오븐

열화를 위한 오븐은 온도 편차와 공기의 순환율에 관련하여 KS C IEC 60216-4에 규정된 요구조건과 부합하도록 사용되어야 한다.

7.5 절차

열화 온도에 노출되는 시편 외에 부가적으로 적당한 개수의 시편이 준비되어야 한다.

– 부가적인 온도에서의 열화를 요구하는 정확도의 경우를 위해서

– 기준 시편으로서

상기의 시편은 적절히 제어된 환경 하에 보관되어야 한다(ISO 291 참조).

7.5.1 초기 특성 값

필요하다면 열화 절차를 시작하기 전에 조건이 조절된 필요한 개수만큼의 시편을 실온에서 초기 시험을 수행하고, 선택된 방법과 부합하는 시험을 수행해야 한다.

열과 관련된 설정은 선택된 노출 온도 범위의 가장 낮은 온도에서 48시간 동안 조절되어야 한다.

7.5.2 열화 절차

요구되는 개수의 시편을 선택된 온도를 유지하면서 각 오븐에 설치한다.

만일 다른 내열 플라스틱으로부터 발생하여 시편 간 교차 오염될 가능성이 있다면, 각 재질에 별도의 오븐을 사용한다.

각 열화 시험의 끝에서는 필요한 수의 시편을 오븐에서 제거하고, 필요한 경우 적절하게 제어된 환경 하에 방치한다(ISO 291 참조). 선택된 시험 기준에 부합하는 시험은 실온에서 수행되어야 한다. 시험 후에 비 파괴 시험과 보증 시험이 필요한 경우, 열화를 지속하기 위해 시편을 오븐에 재 설치한다.

고찰하고자 하는 특성의 수치적 평균이 관련된 끝점에 도달할 때까지 상기의 절차를 계속한다.

7.6 단순 계산 절차

7.6.1 끝점 도달 시간

각 노출 온도에서의 비 파괴 시험과 각 열화 주기 이후에 오븐에서 제거된 그룹에 대하여, 선정된 특성의 평균값을 열화 시간의 로그의 함수로 도시한다(그림 2 참조). 상기의 그래프가 끝점 도달 기준을 의미하는 수평축과 만나는 점이 온도 그룹의 끝점 도달 시간으로 간주된다.

비 파괴 시험의 경우, 각 열화 주기 이후에 각 시편에서 측정된 특성 값을 도시하고, 상기의 그래프가 끝점의 기준을 의미하는 수평축과 만나는 점을 시편의 끝점 도달 시간으로 간주한다. 온도 그룹의 끝점 도달 시간은 시편 시간의 평균이다.

보증 시험에 적용하는 경우, 각 열화 시간은 열화 주기의 시작과 끝의 평균에 따라 계산된다. 온도 그룹의 열화 시간은 보증 시험 도중에 손상이 발생한 시간으로 간주되어야 한다.

7.6.2 회귀 곡선의 계산

이 표준의 목적을 위해 사용된 열화 함수는, 특성 값에 있어서 일정한 변화를 일으키는 데 필요한 시간 τ 에 대해서 절대 온도 Θ (K)를 관련시킨 방정식이다.

$$\tau = Ae^{B/\Theta} \quad (5)$$

여기에서

A, B : 재질과 진단 시험에 종속된 상수

Θ : 절대 온도로서, $\vartheta + \Theta_0$ 와 같음

ϑ : °C 단위의 온도

$$\Theta_0 = 273.15 \text{ K}$$

다음과 같은 선형 방정식으로 표현될 수 있다.

$$y = a + bx \quad (6)$$

여기에서

$$y = \ln \tau$$

$$x = 1/\Theta$$

$$a = \ln A$$

$$b = B$$

x 및 y 값의 주어진 쌍을 적용하여, 선형적 관계로 최적 맞춤 하는 a 와 b 의 값을 x 및 y 값으로부터 결정한다.

$$b = \frac{(\sum xy - \sum x \sum y/k)}{[\sum x^2 - (\sum x)^2/k]} \quad (7)$$

$$a = \frac{(\sum y - b \sum x)}{k} \quad (8)$$

여기에서 k 는 x 및 y 의 개수이다.

비고 1 “통계적”을 처리하는 기능이 있는 대부분의 “과학용” 계산기에는 회귀 분석 기능이 있으므로, 상기의 식 (5)부터 (7)의 계산은 계산기를 이용하여 수행할 수 있다. 이 경우, x 가 독립 변수로 입력되는 경우에는 y 가 종속변수가 되는 점이 중요하다.

비고 2 시간과 온도를 입력하고 합계의 계산이 실행되기 전에 x 와 y 로 변환시키는 것이 통상적으로 가능하다.

비고 3 7.6.3에서 사용된 값에 영향을 미치지 않는다면 다른 기준에 의한 로그(예를 들면 10.)가 사용될 수 있다.

7.6.3 선형성으로부터의 편차의 계산

결정 계수(상관 계수의 제곱)을 계산한다. 이후 계산기의 회귀 분석 기능을 이용하여 수행될 수 있다.

$$r^2 = \frac{(\sum xy - \sum x \sum y/k)^2}{[\sum x^2 - (\sum x)^2/k][\sum y^2 - (\sum y)^2/k]} \quad (9)$$

y 에 대한 중심 2차 모멘트를 계산한다. 이것은 y 의 표준편차의 제곱에 $(k-1)/k$ 을 곱한 것과 같다.

$$\mu_2(y) = \frac{\sum y^2 - (\sum y)^2/k}{k} \quad (10)$$

회귀 곡선으로부터 데이터 편차의 평균을 계산한다.

$$s_y = \sqrt{\frac{(1-r^2)\mu_2(y)}{k-2}} \quad (11)$$

7.6.4 온도 지수 및 등분 구간

식 (11)로부터 계산된 s_y 가 0.16(또는 상용로그를 사용하는 경우 0.0695)보다 작다면, TI와 HIC의 값이 결정될 수 있다. 그렇지 않다면, 근본적인 가정으로부터의 편차가 과도하여 계산을 수행할 수 없다.

$$g = \frac{b}{(\ln \tau - a)} - \Theta_0 \quad (12)$$

식 (12)를 사용하여 $g_{20,000}$, $g_{10,000}$ 및 $g_{2,000}$ 으로 각각 표기되는 20,000, 10,000 및 2,000 의 τ 값에 상응하는 온도를 계산한다.

($g_{20,000}$, 20,000)과 ($g_{2,000}$, 2,000)의 데이터 쌍을 사용하여 내열 그래프가 도시된 내열 용지에 회귀 곡선을 도시한다.

TI와 HIC의 값을 계산한다.

$$TI = g_{20,000}, \quad HIC = g_{10,000} - g_{2,000}$$

20,000 이외의 수치를 갖는 τ 가 TI의 계산에 사용된다면, 상기의 10,000과 2,000을 $\tau/2$ 와 $\tau/10$ 으로 대체한다.

7.6.5 간단한 계산의 유효성

상기에 기술된 계산 절차는 모든 온도 그룹에 대해서 끝점 도달시간의 평균값에 기여하는 데이터의 수가 대략적으로 같을 때만 유효하다. 또한 상기의 절차는 적합성을 위한 시험 데이터의 산포도를 시험하지는 않는다. 이러한 이유로 인하여, 상기의 결과가 통계적으로 모두 수용하는 상태를 나타내지는 않으므로, 내열 시험에 있어서 재질의 거동에 대한 기존의 만족할 만한 경험이 DT는 경우에만 상기의 절차를 사용할 수 있다.

의심이 우려되는 모든 경우에 있어서, KS C IEC 60216-3의 6.3부터 6.7까지 기술된 총괄적 분석이 수행되어야 하며, 특히 시험 데이터의 산포를 받아들임에 우려가 발생하는 경우 더욱 그러하다.

7.6.6 시험 보고서

6.8에 따라 시험 보고서를 작성하고 다음의 형식으로 기록한다.

$$TI_s = xxx, \quad HIC_s = yy, \quad y$$

표 1 노출 온도와 시간 제안 값

TI의 추정값 ℃	노출 온도(℃)																											
	네모 안: 일일 단위의 열화 주기 기간																											
	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	360				
95-104	28		14		7		3		1																			
105-114		28		14		7		3		1																		
115-124			28		14		7		3		1																	
125-134				28		14		7		3		1																
135-144					28		14		7		3		1															
145-154						28		14		7		3		1														
155-164							28		14		7		3		1													
165-174								28		14		7		3		1												
175-184									28		14		7		3		1											
185-194										28		14		7		3		1										
195-204											28		14		7		3		1									
205-214												28		14		7		3		1								
215-224													28		14		7		3		1							
225-234														28		14		7		3		1						
235-244															28		14		7		3		1					
245-254																28		14		7		3		1				

추가적인 논의와 권고사항은 **부속서 B**에 명시되어 있다.

비고 1 이 표의 내용은 주로 주기적 보증 시험, 비 파괴 시험에 대한 것이지만, 파괴 시험에 적합한 시간 간격의 선택 지침으로도 사용할 수 있다. 이러한 경우에 56일 또는 그 이상의 주기 시간이 요구될 수 있다.

비고 2 최초로 계획된 최저 열화 온도의 이하에서 열화에 대한 추가 시편을 제출하여 시험 프로그램을 연장할 경우, TI를 결정하기 위해 10 K의 온도 간격과 42일의 주기 기간이 고려되어야 한다.

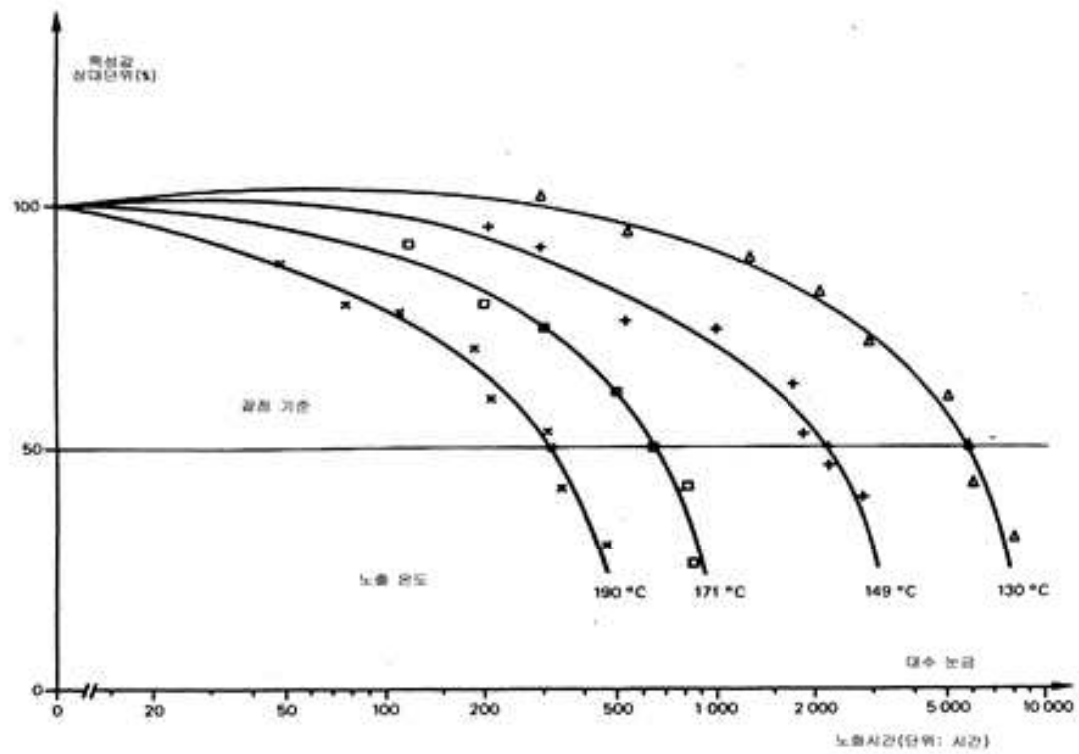
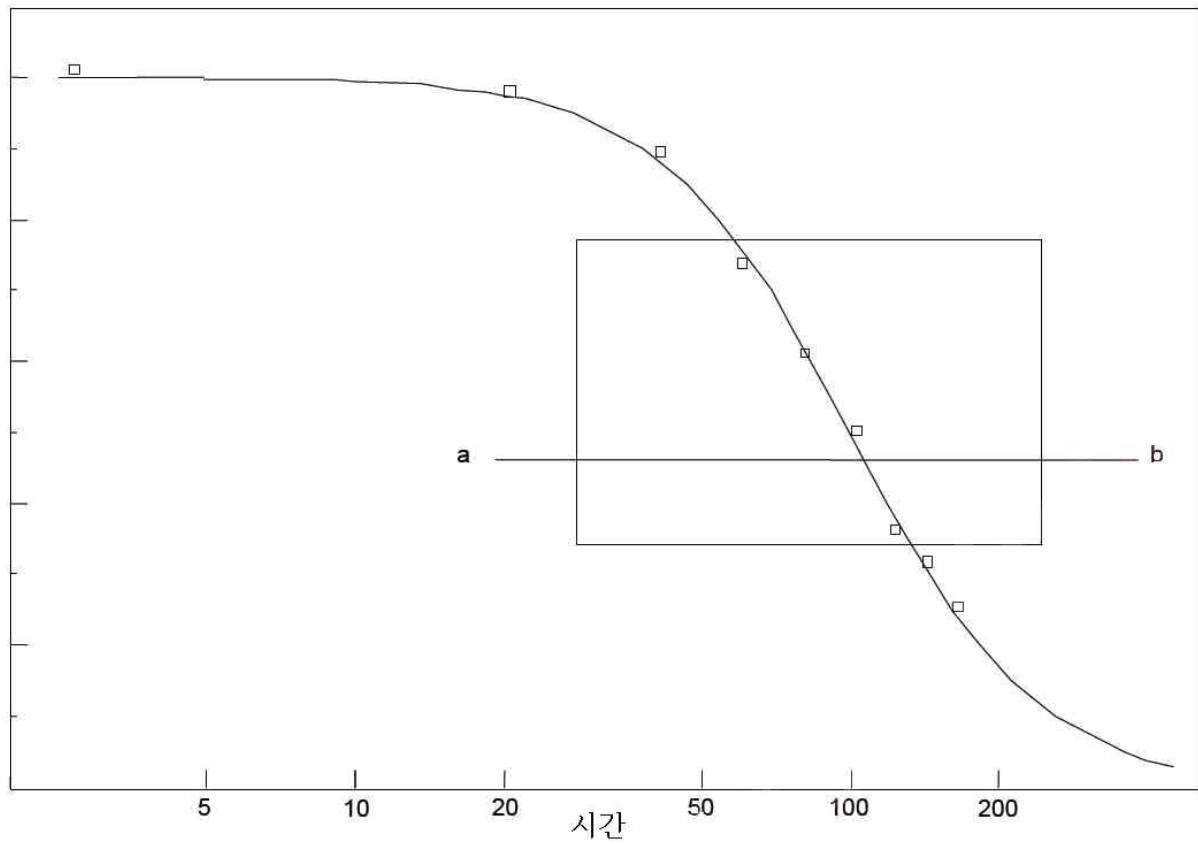


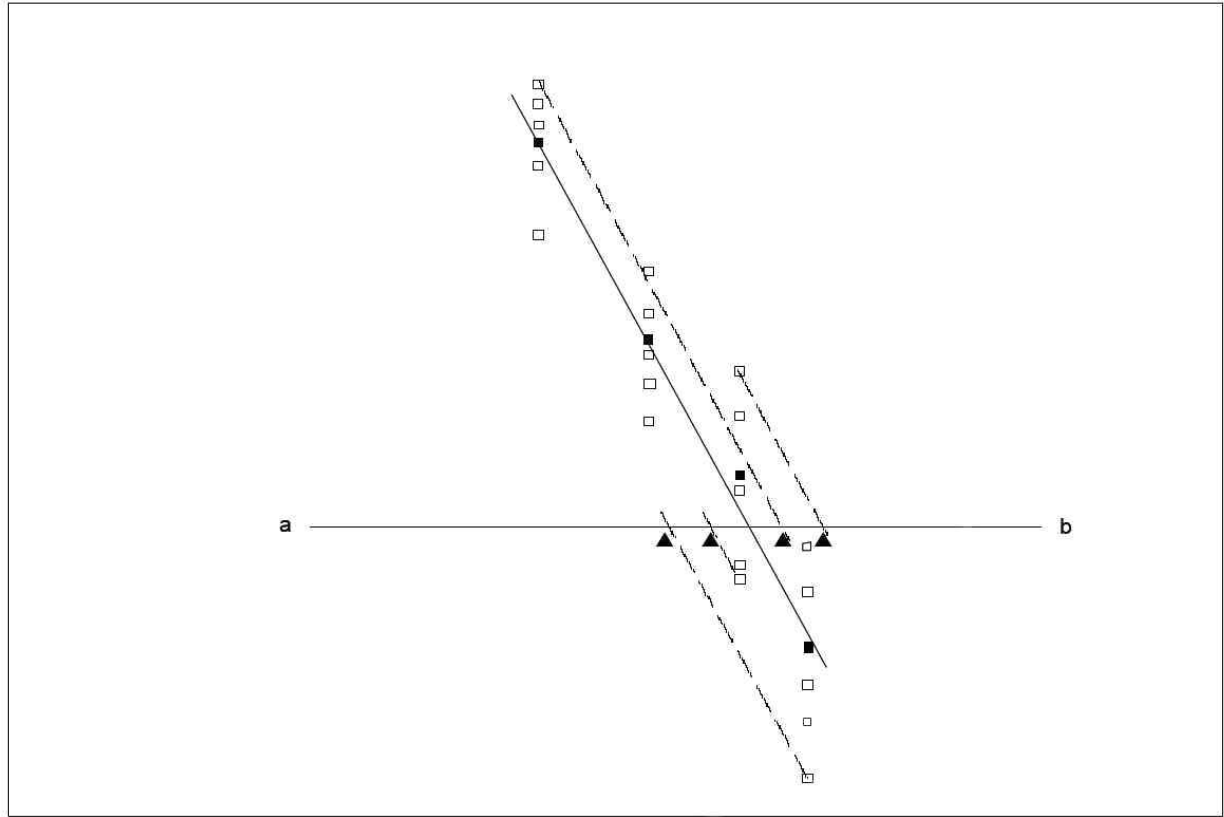
그림 1 특성 변화 - 각 온도에서의 끝점 도달 시간 결정.
(파괴 시험 및 비 파괴 시험)



사각형의 세부 그림을 **그림 3**에 나타내었다.

a-----b 끝점에서의 특성 값

그림 2 끝점 도달 시간의 추정 - 특성 값(수직축, 임의의 단위)과
시간(수평축, 로그 스케일, 임의의 단위)



시간

□ 데이터 점

■ 그룹 평균 특성

▲ 끝점 도달 시간의 추정점

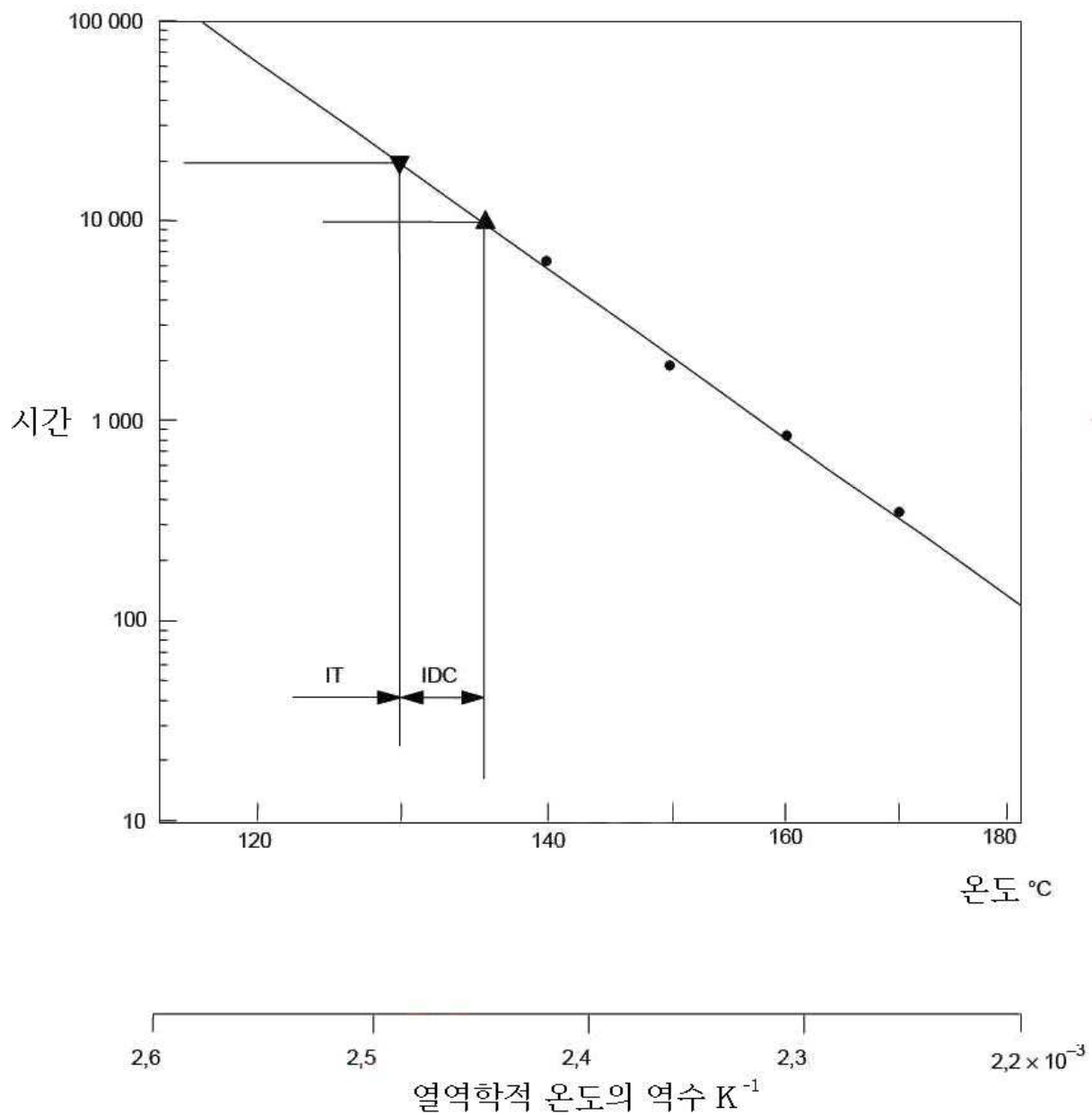
a—b 끝점에서의 특성 값

———— 회귀 곡선

----- 회귀에 평행한 추정 값의 선

명확하게 하기 위하여, 추정 직선은 일부 데이터에 대해서만 나타내었다.

그림 3 파괴 시험 - 끝점 도달시간의 추정



- ▼ : 온도 추정, 20 000 시간
- ▲ : 온도 추정, 10 000 시간

그림 4 내열 그래프

부속서 A (참고)

산포와 비선형성

A.1 데이터의 산포

산포된 데이터의 수용 여부에 대한 시험은 KS C IEC 60216-3에 상술되어 있다. 과도하게 산포된 데이터는, T에 대한 95 % 보다 낮은 신뢰 한계가 수용할 수 있는 것보다 더 큰 결과를 초래하며, 이와 같은 조건 하에서 T를 추정하는 것은 모호하다.

적절하지 않은 실험 기법을 사용하여도 데이터의 산포가 크지 않다면, 산포된 데이터의 영향은 많은 데이터 개수, 즉 보다 많은 수의 시편을 사용 함으로서 극복될 수 있다. 더 많은 수의 시편을 시험하고(재료가 사용 가능하다면) 초기의 데이터에 시험 결과를 추가하는 것이 가능하므로, 상기의 사항이 실험 작업의 완전한 반복이 필요함을 의미하는 것은 아니다. 상기의 부가적인 시험은 낮거나 중간 정도의 온도일 수 있으나, 초기에 선정된 것보다 높은 온도에서 수행되지 않는 것이 일반적이다.

불완전한 데이터(일반적으로 중간에서 절사된)의 보증 시험의 경우, 더 많은 수의 시편이 검증 시험에서 손상될 때까지 노출을 계속함으로써 데이터 그룹의 크기를 충분히 증가시키는 것이 가능하다. 신뢰 구간의 크기는 데이터 전체 개수의 역수의 제곱근에 근사적으로 비례한다.

A.2 비선형성

A.2.1 열 저하 메커니즘

이 표준에 따라 전기 절연 물질의 내열 시험을 기반으로 하는 모델은 열적으로 활성화된 화학적 과정의 이론을 적용하는 것이다. 이 모델은 진단 특성의 선택된 끝점이 열화를 거친 물질의 분자 변화의 정도와 관련될 경우 유효하다. 따라서 이 모델의 유효성은 진단 특성과 분자 변화의 정도 사이의 엄격한 선형적 관련성에 의존하지 않는다.

위에서 언급된 기본적인 가정 이외에, 열 열화의 화학적 메커니즘에 관한 몇 가지 일반적 가정을 충족해야 한다.

- a) 물질 또는 물질의 조합은 거시 물리적 관점에서 일정해야 한다.
- b) 열 저하는 균일하게 진행되어야 한다.
- c) 열화 반응은 근본적으로 비가역적이어야 한다.

A.2.2 데이터 그룹의 비선형성

데이터의 비선형성은 데이터의 평가에 있어서 F 검증 결과 기각된 것을 의미하며, 동시에 데이터의 산포도가 시험 결과의 신뢰 구간에 대해서 과도하게 커서 수용할 수 없음을 의미한다(KS E IEC 60216-3의 6.3 참조). 이것은 부적절한 실험 방법(예를 들면 오븐 온도의 오류)으로부터 파생될 수 있으며, 이러한 비선형성은 추가적인 실험에 의해서 보정될 수 있다. 그러나 대부분의 경우 편차는 재료의 열화 특성으로부터 발생하는데, 이것은 열가소성의 재료나 열화 온도의 범위가 포함되거나 근접한 다른 재료, 또는 몇 가지 종류의 천이 온도가 포함되거나 이에 근접한, 또는 하나 이상의 열화 메커니즘이 존재하는 경우에 발생할 수 있다.

이러한 경우, 낮은 온도에서 추가적인 실험을 수행함으로써 수용할만한 결과를 취득하는 것이 가능하다. 이것은 신뢰 구간의 크기 결정에 영향을 미치는 원인 중의 하나인 외삽보간을 감소시킬 수 있는 효과를 초래할 수 있으며, 또한 비선형성과 관련된 오류를 다소 감소시킬 수 있다.

가장 높은 온도에서 가장 두드러진 편차가 발생하므로, 가장 높은 온도에서의 결과를 제거하고 낮은 온도에서의 추가적인 실험을 수행함으로써 수용할만한 결과의 취득이 가능하다.

이러한 예상이 구현되지 않는다면, 외삽보간이 필요하지 않을 정도로 충분히 낮은 온도에서의 시험

이 필요하다.

부속서 B (참고)

노출 온도와 시간

표 1은 내열 시험을 계획하는 경우 열화 온도와 지속 주기에 관한 정보를 제공한다. 추정된 TI에 상응하는 표 1의 열은 관련된 행의 명칭에서 나타나는 오븐 온도에서 하루 동안의 열화 시간을 보여준다. 열화 시험의 초기 결과는 열화 주기나 부가적인 열화 온도의 적응성을 진작시킬 수 있다. 다음을 구별하는 것이 권고된다.

- 주기와 연속적 열화
- 저하의 정도를 결정하기 위한 파괴 시험, 비 파괴 시험 및 보증 시험

다음의 권고사항과 제안사항은 열화 온도와 시간을 설정함에 있어 유용할 것이다.

B.1 온도

- d) 가장 높은 노출 온도는 100시간에서 500시간(5.5 c의 비고 참조) 사이에서 끝점 도달시간의 중간 정도가 되는 시간이어야 한다.
- e) 선택한 노출온도는 시험의 전체 온도 범위가 동일한 열화 메커니즘을 발생할 것으로 예상될 경우, 일반적으로 20 K 정도의 동일한 간격만큼 달라야 한다(표 1 참조). 이 규칙이 메커니즘 B의 변화를 가져온다면, 예를 들어 용해 또는 연화 같은 천이점이 예상될 때, 최대 노출 온도를 제한할 필요가 있다. 이러한 경우, HIC의 값이 알려져 있거나 10 K 이하로 예상될 때, 열화 온도의 차이를 감소시켜야 하나, 10 K 이하가 되어서는 안 된다(오븐 온도의 오차에 대한 영향이 수용 가능하도록).
- f) 노출 온도의 선택에는 시험할 물질의 상대 온도 지수 또는 온도 지수의 대략적인 값을 사전에 평가하는 작업이 포함된다. 이 정보를 이용할 수 없을 경우, TI 값을 예측하기 위하여 예비 차폐 시험을 실시할 수 있다

B.2 시간

B.2.1 주기적 열화

보증 시험과 비 파괴 시험의 경우, 선택한 노출 온도에서 노출된 그룹간 처리, 시험, 열 주기의 차에 의해 유발된 오차를 최소화해야 한다. 오차를 최소화하려면 주기 길이를 선택하여 끝점 평균 또는 중앙 도달 시간이 약 10 주기에 도달해야 하고 7 주기보다는 작지 않아야 한다.

비 파괴 시험의 경우, 표 1에서 일정한 주기 길이를 제안하고 있지만, 기하학적으로 연속되는 시험 시간이 사용될 수 있다.

B.2.2 연속적 열화

파괴 시험의 경우, 각 시험대상 그룹의 열화는 연속적이므로, 서로 다른 열화 온도에서 끝점 평균 도달 시간이 표 1에 명시된 주기 길이의 동일한 배수가 될 필요는 없다. 그러나 각 온도(5.3 참조)에서 계획한 시료 그룹의 수는 최소한 10이어야 한다. 시험 그룹 간 시간 간격은 최소한 두 그룹의 시료의 결과를 끝점 평균 도달시간 전에 이용할 수 있도록 계획한다. 이 간격의 시간에 따른 특성 변화 속도는 선형적이어야 한다. 11.3과 KS C IEC 60216-3의 6.3.3을 참조한다.

B.3 유보된 시료 그룹

순차적인 절차는 알려지지 않은 물질을 시험할 때 적합하다. 이러한 경우, 준비한 시료의 절반을 열화오븐에 위치시키고 권장되는 순서의 두 번째나 세 번째 노출 주기 후 측정을 실시하는 것이

합당할 수 있다. 몇 회의 주기를 실시한 후, 나머지 시료를 오븐에 위치시킬 수 있고, 이것은 열화 곡선(특성 변화 곡선)의 지점을 확정하는 데 필요한 것으로 인정된다(그림 1, 2 및 3 참조).

또한 순차적 절차는 평가의 정확성이 열화 될 추가 시료에 필요한 경우, 예를 들면 내열성 관계가 비선형적인 경우 적합하다. 완료 후에 초기의 시험 프로그램을 연장하도록 결정을 내린다면, 전체 절차의 지속을 멈출 수 있다. 대신 내열성 관계의 추세는 초기의 프로그램의 최저 열화 온도에서 첫 번째나 두 번째 불합격 후 대략적으로 평가할 수 있다. 비선형성이 예상되는 경우, 시료의 하나 또는 두 개의 추가 그룹의 하위 온도에서 열화는 허용 가능한 시간 한계 내에 완전한 시험 데이터를 즉시 생성하기 위해 시작할 수 있다.

매우 유용한 것으로 빈번히 판명되는 절차는 아래의 표 B.1에 수록된 순서를 따르는 시험 그룹의 유보된 도입을 포함한다.

이 예는 하나의 온도에 노출되고 있고 A, B, C, D, E, F, G, H 및 I로 명칭이 부여된 9개의 시험 그룹에 근거를 둔다.

5개의 시험 그룹은 절차의 초반부에서 오븐에 놓여진다. 계속되는 유보 후에(표 B.1의 비교 참조) 3개의 시험 그룹이 추가된다.

표에 명시된 대로 그룹을 시험한다.

표 B.1 그룹

주기의 시작	열화오븐에 설치된 그룹	오븐과 시험 그룹으로 제거
1	B C D E F	A (unaged)
2 ^a	G	
3 ^a	H	
4 ^a	I	
5		B
9		C
13		D
17		E
21		F
^a 조절시간의 합과 동일하고 그룹을 시험하는 데 소요된 시간에 의한 주기의 시작 이후 유보		

그룹 F의 시험 후에 끝점에 도달하지 못하면, 그룹 G부터 그룹 I는 적절한 열화를 추가한 후 시험되어야 한다.

그룹 B부터 그룹 F 중 어느 한 그룹에서 끝점에 도달한다면, 그룹 G부터 그룹 I는 오븐으로부터 즉시 제거되어야 하고, 조절 후에 시험되어야 한다. 예를 들어 그룹 C가 끝점에 도달한다면(9 번째 주기), 그룹 G, H 및 I는 각각 6, 7 및 8 번째 주기를 가해질 것이다. 이러한 방법으로 분별력의 감소 없이 시험의 전체 분량이 감소된다.

이러한 값은 예로서 단독으로 의도된 것이며, 요구되는 작업에 따라 변화될 수 있다.

부속서 C (참고)

이전 판의 개념

c.1 상대 온도 지수(relative temperature index) RTI

상대 온도 지수는 다음과 같이 KS C IEC 60216-1의 4판에 정의되어 있다.

“두 물질의 비교시험에서 동일한 열화와 진단 절차를 거쳤을 때, 기준 물질의 알려진 온도 지수에 해당하는 시간으로부터 얻은 시험 물질의 온도 지수(그림 3 참조).”

RTI를 얻고자 하는 경우, TI를 결정할 때 관측된 계통 오차는 보상되어 확장된 범위에 있어야 한다. 특성은 현재 새롭고 독립적인 기준의 주제로서 제정 중이다. (준비 중)

비고 1 4판의 그림 3은 본 표준에서는 그림 C.1으로 나타내었다.

비고 2 상기의 정의는 그림과 엄격히 상반되지는 않으며 2판의 정의와는 다소 다르다.

c.2 내열 분포(thermal endurance profile) TEP

내열 분포는 KS E IEC 60216-1¹⁾의 2판에서 도입되었으며, 다음과 같이 정의된다.

“내열 분포는 20,000시간과 5,000시간의 내열 그래프에서 유도한 섭씨 온도에 해당하는 두 숫자 다음에, 5,000시간에서 온도에 대한 단축 신뢰 한계보다 95 % 이하에 해당하는 숫자로 구성된다.”

KS C IEC 60216-1의 4판에는 삭제되어 있지만 2등분 구간이 혼란 없이 명확히 기술되고 있으며, 이는 낮은 신뢰 한계의 실제 값이 재료를 실제 예로 하는 경우 유용한 특징이 없음을 인지하였기 때문이다. 계산된 TI와 이것의 낮은 신뢰 한계 사이의 차이가 규정된 값보다 작다는 보장이 주어진 것이 더욱 중요하다는 것이 인지되었다.

1) IEC 60216-1:1974, Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 1: General procedures for the determination of thermal endurance properties, temperature indices and thermal endurance profiles

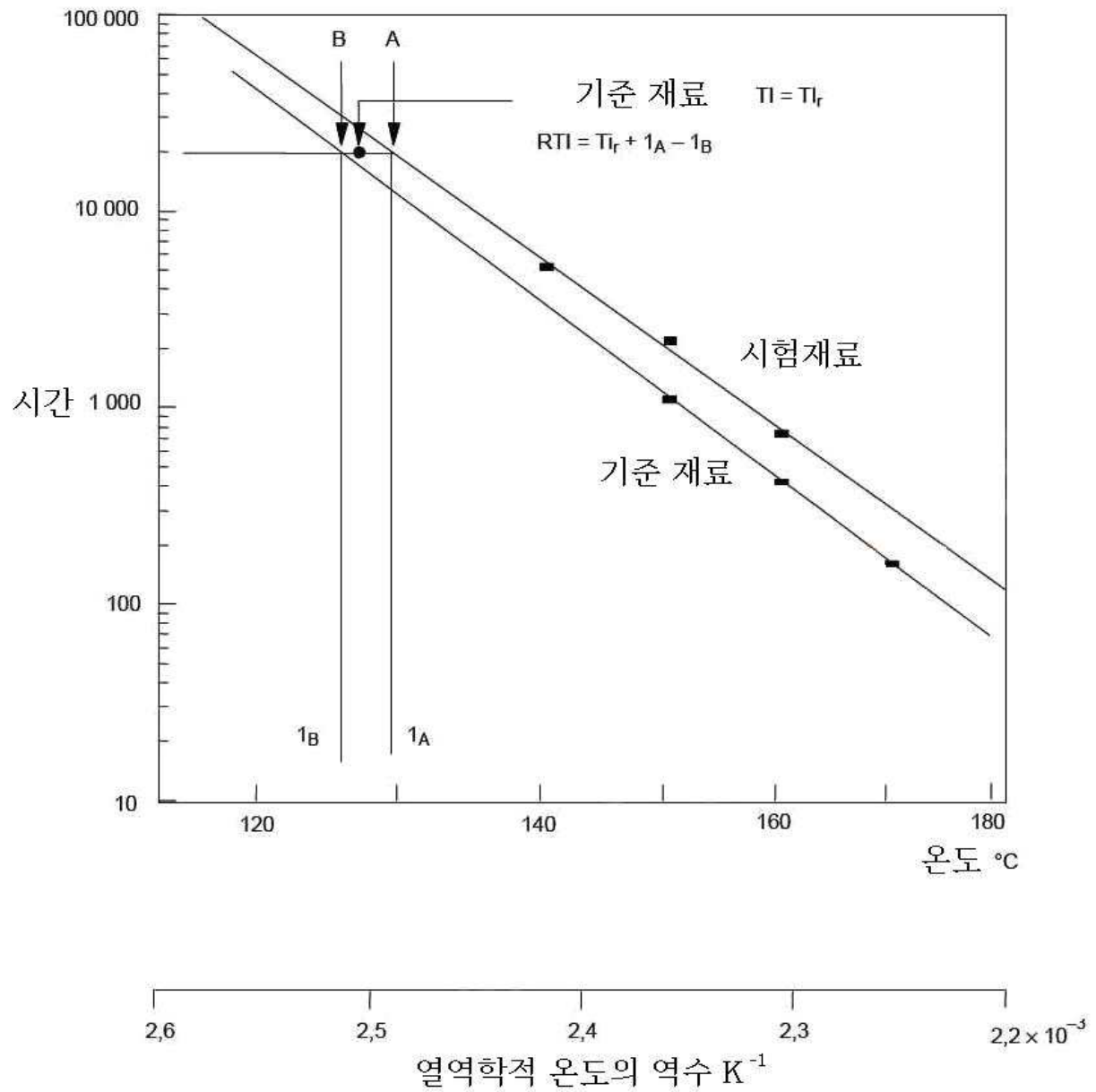


그림 4 상대 온도 지수
(KS E IEC 60216-1, 4판, 그림 3으로부터 인용)

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 60216-1 : 2015-09-23

Electrical insulating materials

- Thermal endurance properties

**- Part 1: Ageing procedures and
evaluation of test results**

ICS 35.040

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>

