



KC 60216-3-2

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 1.0 1993

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

전기 절연재료의 내열성 결정 지침

제3부 내열성 산출 지침

제2절 불완전 데이터에 대한 산출 - 끝점도달 중앙시간 이하의 보증시험결과

Guide for the determination of thermal endurance properties of
electrical insulating materials

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics

Section 2: Calculations for incomplete data: proof test results up to
and including the median time to end-point (equal test groups)

KATS 국가기술표준원

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

목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황	1
서 문	2
1 적용 범위 및 목적 (Scope and object)	3
2 산출 원리 (Calculation principles)	3
3 내열 특성 유도 지침 (Instructions for deriving thermal endurance characteristics)	5
4 참조 문서 (References)	8
부 속 서 A (Annex A)	10
부 속 서 B (Annex B)	12
부 속 서 C (Annex C)	16
부 속 서 D (Annex D)	17
부 속 서 E (Annex E)	25
부 속 서 F (Annex F)	26
해 설 1	27
해 설 2	28

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2001 - 30호 (2001.02.14)
개정 기술표준원 고시 제2003 - 523호 (2003.05.24)
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

전기 절연재료의 내열성 결정 지침

제3부 내열성 산출 지침

제2절 불완전 데이터에 대한 산출-끝점도달 중앙시간 이하의 보증시험결과

Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics

Section 2: Calculations for incomplete data: proof test results up to and including the median time to end-point (equal test groups)

이 안전기준은 1993년에 제1판으로 발행된 IEC 60216-3-2, Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials Part 3:Instructions for the calculating thermal endurance characteristics Section 2:Calculations for including the median time to end-point (equal test groups)를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 60216-3-2(2002.08)을 인용 채택한다.

**전기 절연 재료의 내열성 결정 지침 –
제3부 : 내열성 산출 지침 –
제2절 불완전 데이터의 산출 :
시험 중간에서 종료까지의 내열 특성**

**Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials –
Part 3 : Instructions for the calculating thermal endurance characteristics –
Section 2 : Calculations for incomplete data : proof test results up to and including the median time to end –
point(equal test groups)**

서 문 이 규격은 1993년에 제1판으로 발행된 IEC 60216-3-2 Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials-Part 3 : Instructions for the calculating thermal endurance characteristics-Section 2 : Calculations for incomplete data : proof test results up to and including the median time to end point(equal test groups)의 기술적 내용을 변경하지 않고 원문을 첨부하여 한국산업규격으로 제정한 것이다.

서 론 KS C IEC 60216은 다섯 개의 부로 구성되어 있다.

제1부 : 노화 절차 및 시험 결과 평가의 지침(KS C IEC 60216-1)

제2부 : 시험 기준의 선택(KS C IEC 60216-2)

제3부 : 내열성 산출 지침(KS C IEC 60216-3)

제4부 : 노화 오븐(KS C IEC 60216-4)

제5부 : 내열성 적용 지침(KS C IEC 60216-5)

제3부는 정규 분포된 시험 결과의 평균값을 토대로 하는 4개의 절로 구성되어 있다. 평균값 처리가 부적합한 경우 극한값 통계를 고려하기 위해 다른 통계 절차의 관련 절을 추가할 수도 있지만, 현재로서는 이러한 방법을 내열 표준에 사용할 수 있을 정도로 경험이 충분하지 않다.

이 규격은 2.에 해당한다. 2.는 산출 지침만으로 구성되어 있다. 관련 통계 이론은 KS C IEC 493의 해당 부 및 명시한 참고 문헌에서 찾을 수 있다.

새로운 제3부는 현재 준비 중이며, 현재 1.과 2.와 함께 개별 절의 초안, 파괴 시험 절차에서 얻은 정규 분포된 결과에 대한 산출 절차를 개발하고 있다.

1. 적용 범위 및 목적 KS C IEC 60216의 제3부는 KS C IEC 60216-1과 60216-2에 따라 얻은 데이터로부터 내열성을 산출할 수 있는 지침을 제공한다.

1.은 수학적 배경 기준이 상세하게 작성된 KS C IEC 60493-1에서 설정한 통계 원리에 따라 정규 분포된 완전 데이터에 대한 주요 순차 산출 계획을 제공한다.

3.은 동일한 크기의 그룹에서 얻은 불완전 시험 결과에 대한 산출 순서를 제공한다. 실제 예를 들면 “BASIC”으로 작성된 컴퓨터 프로그램과 해당 통계표를 부속서에 제공하고 있다.

2. 산출 원리

2.1 통계 원리 3.에 명시되어 있는 산출 절차와 지침은 KS C IEC 60493-1에서 설정한 원리와

가정을 토대로 한다. 가정은 다음과 같이 간단한 형태로 표현할 수 있다(KS C IEC 60493-1. 3.7.1 참조).

- a) 주어진 끝점에 도달하는 데 걸리는 시간의 로그 평균("끝점 도달 평균 시간")과 열역학(절대) 노화 온도 사이의 관계는 선형적이다.
- b) 이 선형 관계로부터 끝점 도달 시간의 로그 편차값은 정규 분포되며, 분산은 노화 온도와 무관하다.

이용 가능한 데이터가 불완전한 경우, 각 그룹의 중앙값 이상에서 끝점 도달 시간이 결정되지 않는다는 점에서, 각 그룹 내의 끝점 도달 시간의 로그 평균 및 분산의 불편 추정값과 평균 분산의 불편 추정값은 단순 대수 방법으로 결정할 수 있다(4.의 참조 문서 참조).

이러한 추정값은 KS C IEC 60216의 제3부 1.에서 평균과 분산의 추정값에 대해 사용한 것과 유사한 방법으로 사용한다.

최선의 선형 관계 계수 추정값은 최소 제곱법으로 얻는다. 그리고 이 선형 관계를 사용하는 추정값과 관련한 신뢰 한계값은 일반화된 회귀 분석법을 사용하여 얻을 수 있다.

2.2 분석용 데이터 실험 데이터는 온도값($\ominus^{\circ}\text{C}$)과 끝점 도달 시간(t 시간)으로 얻는다. 각 값은 x 나 y 값으로 변환된다.

$$x_i = \text{열역학(절대) 온도의 역수의 값}(i) \quad 1 / (\ominus_i + 273)$$

$$y_{ij} = \text{번째 노화 그룹}(j) \text{에서 시간의 값}(i) \text{의 로그 } \log(t_{ij})^{(1)}$$

주⁽¹⁾ 원칙적으로, 선택이 시종일관적이면 Napierian(로그밑 e) 또는 Briggsian(로그밑 10)을 사용하여 산출할 수 있다. 이러한 이유로, 기호 $\log(y)$ 가 3.1.5를 제외한 모든 절에 사용된다.

일부 중간 결과를 KS C 60216-3(1980)과 216-4(1980)의 2판과 비교할 수 있도록 하기 위해, 컴퓨터 프로그램(부속서 D)은 밑이 10인 로그를 사용한다.

n_i = 그룹(i)의 y 값의 수

k = 그룹의 수

t_j 의 개별값을 끝점에 도달하기 전에 마지막 보증 시험 사이클의 중간점으로 취한다.

끝점 도달 m 번째 시간 t_{im} 까지 산출하는데 값이 포함된다.

$$m = (n + 1)/2 \quad n \text{이 홀수인 경우}$$

또는

$$m = n/2 + 1 \quad n \text{이 짝수인 경우}$$

2.3 제한 사항

- a) 모든 그룹에서 초기 시료의 수는 동일하지만 11개 이상이다.
- b) 각 그룹에서의 시험은 끝점 도달 중앙 시간에 도달할 때까지 연속적이어야 한다.
- c) 각 그룹에 대한 사이클 시간은 끝점 도달 중앙 시간이 8번째 사이클보다 더 일찍 도달하지 않고 12번째 보다 늦지 않도록 선택한다.
- d) 첫 번째 사이클 내의 끝점 도달 시간은 기존의 알려져 있는 수학적 절차로 처리할 수 없으며, 무효한 것으로 취급해야 한다.
다음 중 하나를 적용한다.
 - 1) 새로운 그룹의 시료로 다시 시작한다.

2) 이 절차에 의해 도입된 수학적 부정확성이 작을 경우 **부속서 F**의 절차를 채택한다.

끝점이 첫 번째 사이클 동안 하나 이상의 시료에 도달하는 경우, 이 그룹을 버리고 다른 그룹을 시험해야 하며, 중요한 실험 기법에 각별한 주의를 기울인다.

2.4 통계적 검정 산출 절차에는 세 가지 시험이 포함된다.

a) 분산 동일성(Bartlett의 m^2) 검정법

b) 선형성(F) 검정

c) 산포(신뢰 구간) 검정법

검정 **b)**와 **c)**는 통계적으로 중요하지만 너무 작아 실제적인 중대한 결과를 갖지 못하는 이상적인 행동으로부터 편차를 검출할 수 있다. 이러한 환경을 충족시킬 수 있는 절차를 포함시킨다.

2.4.1 Bartlett m^2 검정법 주요 불평등 이외의 분산의 불평등은 온도 지수나 신뢰 구간의 심각한 오류를 유도하는 것으로 간주하지 않는다. m^2 값을 산출하고, 이 값이 0.05의 유효 레벨에 해당하는 것보다 크다면 3.1.5에 따라 m^2 의 값과 유효 수준을 보고한다.

2.4.2 선형성을 위한 F 검정법 F비는 회귀선[S_2^2 , 식(11) 참조]에서 노화 그룹[S_1^2 , 식 (10) 참조] 내 분산까지 노화 그룹 평균 편차의 분산비이다. F값이 높으면 회귀선 편차값이 높거나 그룹 내 데이터 분산값이 낮을 수 있다.

F비는 0.05의 유효 레벨에서 표의 값 F_0 에 대해 검정된다.

매우 작은 산포 데이터의 경우, 비선형성이 실제로 거의 중요하지 않지만 통계적으로 중요한 것으로 검출될 수 있다.

F 검정에는 이 방법으로 실패하는 경우에도 어떤 결과를 얻을 수 있도록 다음과 같은 절차가 포함된다.

a) F 검정이 수용 가능한 결과를 제공할 수 있도록 노화 그룹(s_1^2) 내 분산값을 증가시킨다. 즉 s_1^2 을 조정값(s_1^2)_a = $s_1^2 (F/F_0)$ 으로 대체한다. **3.1.6 b)** 참조

b) 이 조정값을 사용하여 결과의 하위 신뢰 한계 TC_a 를 산출한다.

c) 하위 신뢰 구간($TI - TC_a$)이 수용 가능한 것으로 판명되면($TI - TC_a \leq 0.6$ HIC. **2.4.3** 참조), 비선형성은 실제로 중요하지 않은 것으로 인정한다.

2.4.3 데이터 산포 검정 온도 지수, 하위 신뢰 한계, 2등분 구간(각각 TI, TC, HIC)을 산출하였을 때, 하위 신뢰 구간($TI - TC$)은 다음의 경우에 수용 가능한 것으로 인정한다.

$$TI - TC \leq 0.6 \text{ HIC}$$

(또는 해당하는 경우 $TI - TC_a \leq 0.6 \text{ HIC}$)

하위 신뢰 구간이 작은 차이만큼 0.6 HIC를 초과하여 1.6 HIC 이하에 있는 경우, 조정된 TI_a 를 산출하여, 즉 산출된 TI에서 하위 신뢰 구간이 0.6 HIC를 초과한 양을 빼 산출하여($F \leq F_0$ 라고 가정) 사용 가능한 결과를 얻을 수 있다.

즉 $0.6 \text{ HIC} < TI - TC \leq 1.6 \text{ HIC}$ 이고, 동시에 $F \leq F_0$ 이면 TI으로 회귀식(**3.1.8** 참조)에서 산출한 TI값 대신 아래 값을 보고한다.

$$TI_a = TI - [(TI - TC) - 0.6 \text{ HIC}] = TC + 0.6 \text{ HIC}$$

위의 조건이 충족되지 않으면, 시험 결과를 3.2.3과 같이(KS C IEC 60216-1, 12.5 참조) $Tl_0 = \dots$, $HIC_0 = \dots$ 의 형태로만 보고할 수 있다.

2.5 산출의 내부 정확도 산출 단계의 대부분에는 숫자와 비교하여 차이가 작은 경우 수의 차의 합 또는 이러한 차이의 제곱의 합이 포함된다. 이러한 환경에서, 3자리 결과의 정확도를 갖기 위해 최소한 6자리 유효 숫자의 내부 정확도로 산출해야 한다. 산출이 반복적이고 지루하기 때문에, 프로그래머블 계산기나 마이크로컴퓨터를 사용하여 산출할 것을 강력히 권장한다. 컴퓨터를 사용하면 10이나 12자리의 내부 정확도를 쉽게 얻을 수 있다.

3. 내열 특성 유도 지침

3.1 수치 유도와 내열 그래프

3.1.1 그룹 평균, 분산, 평균 분산의 추정

(이 지침은 끝점 도달 시간이 최대 중앙 시간으로 알려진 동일한 그룹의 경우에 적용한다.)

a) 증가 순서대로 각 그룹에서 끝점 도달 시간의 로그를 배열한다.

$$y_{i1} \leq y_{i2} \leq \dots \leq y_{im}$$

b) 평균 추정값을 산출한다.

$$\bar{y}_i = (1 - \mu)y_{im} + \frac{\mu}{m-1} \sum_{j=1}^{m-1} y_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

c) 분산 추정값을 산출한다.

$$s_{ii}^2 = \alpha \sum_{j=1}^{m-1} (y_{im} - y_{ij})^2 + \beta \left[\sum_{j=1}^{m-1} (y_{im} - y_{ij}) \right]^2 \dots \dots \dots (2)$$

계수 μ , α , β [그리고 식 (11)에서 사용한 ϵ]는 부속서 E에 명시되어 있다.

3.1.2 일반 평균 x , y , N 값을 산출한다. 3.의 모든 나머지 합은 1 ~ k의 범위에서 지수 l에 대한 것이다.

$$N = mk \dots \dots \dots (3)$$

$$\bar{x} = \sum x_i / k \dots \dots \dots (4)$$

$$\bar{y} = \sum y_i / k \dots \dots \dots (5)$$

3.1.3 회귀식과 내열 그래프 회귀식의 계수를 산출한다.

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

여기에서

$$b = \frac{\sum x_i \bar{y}_i - \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - k \bar{x}^2} \dots \dots \dots (7)$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \dots \dots \dots (8)$$

회귀선이 확정되면, $y = \log(t)$ 를 세로축에 $x = 1/(\odot + 273)$ 을 가로축으로 하여 내열 그래프에 회귀선을 그린다. 대개 x 는 오른쪽에서 왼쪽으로 증가하는 것으로 그리고, °에서의 \odot 해당값을 이 축에 표시한다(그림 1 참조).

비 고 특수 그래프 종이를 사용할 수 있다.

또 다른 방법으로, 해당 비선형 눈금에 그래프를 그리기 위해 이 산출을 실시한 컴퓨터 프로그램에 서브루틴을 포함시킬 수 있다(부속서 D 참조. 부속서 D에 서브루틴이 포함되어 있다).

3.1.1에서 얻은 개별값 $y_{ij} = \log(t_{ij})$ 과 평균값 y 를 아래 해당값에서 그래프에 그린다.

$$x_i = \frac{1}{g_i + 273} \dots\dots\dots (9)$$

하위 95% 신뢰선을 그려 내열 그래프를 완성한다(3.1.7 참조).

3.1.4 분산 산출 노화 그룹 내의 분산 가중 평균값을 산출한다.

$$s_1^2 = \frac{\sum s_{li}^2}{k} \dots\dots\dots (10)$$

회귀선으로부터 노화 그룹 평균의 편차의 가중 분산을 산출한다.

$$s_2^2 = \frac{1}{\varepsilon} \frac{\sum (\bar{y} - Y_i)^2}{k-2} \dots\dots\dots (11)$$

여기에서 ε 은 부속서 E에 명시되어 있다.

$$Y_i = a + bx_i \dots\dots\dots (12)$$

이는 다음과 같이 단순화할 수 있다.

$$s_2^2 = \frac{(\sum \bar{y}_i^2 - k\bar{y}^2) - b(\sum x_i \bar{y}_i - k\bar{x}\bar{y})}{\varepsilon(k-2)} \dots\dots\dots (13)$$

x 값의 중앙 두 번째 모멘트를 산출한다.

$$\mu_2(x) = \frac{\sum x_i^2 k \bar{x}^2}{k} \dots\dots\dots (14)$$

3.1.5 분산의 평등 검정 Bartlett 방법으로 η^2 값을 산출한다.

$$\chi^2 = \frac{\ln q}{c} [(N-k) \log_q s_1^2 - \sum (m-1) \log_q s_{li}^2] \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{여기에서 } c = 1 + \frac{\sum \left(\frac{1}{m-1} \right) - \frac{1}{N-k}}{3(k-1)} \dots\dots\dots (15a)$$

그리고 \log_q 는 밑이 q 인 로그를 나타낸다. Briggsian 로그(밑이 10인 로그)를 사용하면, $\ln q \approx 2.3$. Napierian 로그(밑이 e 인 로그)를 사용하면 $\ln q = 1$ 이다.

자유도 $f = k-1$ 에 대해 η^2 의 값을 표의 값 χ_0^2 과 비교한다(부속서 C, 표 C1 참조).

η^2 값이 0.05의 유효 수준에 대한 표의 값보다 크다면, η^2 값과 η^2 보다 낮은 최고값에 대한 표의 유효 수준을 보고한다. 또 다른 방법으로, η^2 과 그 유효 수준을 컴퓨터 프로그램(예를 들면 부속서 D의 프로그램)으로 산출할 경우 이를 보고한다.

3.1.6 선형성 검정(F 검정) 0.05의 유효 수준에서 F비 검정으로 회귀선 s_2^2 의 편차 분산을 k 측정 집합 내 합동 분산 s_1^2 와 비교한다.

비를 산출한다.

$$F = s_2^3 / s_1^2 \dots\dots\dots (16)$$

그리고 이 값을 $f_n = k-2$ 와 $f_d = N-k$ 자유도로 표의 값 F_0 와 비교한다(부속서 C, 표 C2 참조).

$$F_0 = F(0.95, K-2, N-k)$$

a) $F \leq F_0$ 이면, 합동 분산 추정값을 산출한다.

$$s^2 = \frac{(k-2)s_2^2 + (N-k)s_1^2}{N-2} \dots\dots\dots (17a)$$

b) $F > F_0$ 이면, s_1^2 을 $(s_1^2)_a = s_1^2(F/F_0)$ 로 조정하고 조정된 값 s_a^2 을 산출한다.

$$s_a^2 = \frac{(k-2)s_2^2 + (N-k)(s_1^2)_a}{N-2} \dots\dots\dots (17b)$$

3.1.7 X와 Y 추정값의 신뢰 한계값

a) Y-추정값 주어진 X값에 해당하는 추정값 Y의 하위 95 % 신뢰 한계는 다음과 같다.

$$Y_c = Y - t_{SY} \dots\dots\dots (18)$$

여기에서 $Y = a + bX$

$$s_Y^2 = \frac{\varepsilon s^2}{k} \left(1 + \frac{(X - \bar{x})^2}{\mu_2(x)}\right) \quad F \leq F_0 \text{일 경우} \dots\dots\dots (19a)$$

$$s_Y^2 = \frac{\varepsilon s_a^2}{k} \left(1 + \frac{(X - \bar{x})^2}{\mu_2(x)}\right) \quad F > F_0 \text{일 경우} \dots\dots\dots (19b)$$

그리고 t 는 95 %의 신뢰 수준에서 자유도 $N-2$ 인 Student의 t , $t(0.95, N-2)$ 의 표의 값이다(부속서 C, 표 C3 참조).

내열 그래프의 신뢰 한계 곡선(3.1.3)의 경우, Y_c 는 해당 범위에서 몇 가지 (X, Y)값의 쌍에 대해 산출하고, 이 점(X, Y_c)을 통해 그려진 곡선을 그래프상에 좌표로 나타낸다.

b) X-추정값 끝점 도달 시간에 해당하는 X값의 상위 95 % 신뢰 한계를 $F \leq F_0$ 인 경우에 다음 식으로 산출한다.

$$X_c = \bar{x} + \frac{(Y - \bar{y})}{b_r} + \frac{t_{s_r}}{b_r} \dots\dots\dots (20)$$

여기에서

$$Y = \log(t_r) \dots\dots\dots (20a)$$

$$b_r = b - \frac{\varepsilon t^2 s^2}{kb\mu_2(x)} \dots\dots\dots (20b)$$

$$s_r^2 = \frac{\varepsilon s^2}{k} \left(\frac{b_r}{b} + \frac{(X - \bar{x})^2}{\mu_2(x)}\right) \dots\dots\dots (20c)$$

$$X = \frac{Y - a}{b} \dots\dots\dots (20d)$$

$F > F_0$ 이면 s^2 대신 s_a^2 값을 식 (20b)와 식 (20c)에 삽입한다.

t 는 95 %의 신뢰 수준에서 자유도가 $N-2$, 즉 $t(0.05 - N-2)$ 인 표의 Student의 t 값이다(부속서 C, 표 C3 참조).

어떤 온도 추정값의 하위 95 % 신뢰 한계는 해당하는 X 추정값, X_c 의 상위 신뢰 한계에서 산출할 수 있다.

$$g_c = \frac{1}{X_c} - 273 \dots\dots\dots (21)$$

3.1.8 내열성 특성의 산출 3.1.3의 식 (6)에서 20 kh의 끝점 도달 시간에 해당하는 온도(°C)를 산출한다. 이 값이 온도 지수 TI이다.

10 kh의 끝점 도달 시간, T_{10} 에 해당하는 온도를 같은 방법으로 산출한다. 2등분 구간, HIC는 $T_{10} - T_I$ 이다.

조정값 S_a^2 을 사용하는 경우 $TI(Y = \log[20\ 000])$, TC, TC_a 의 하위 95 % 신뢰 한계를 3.1.6 b)의 방법으로 산출한다.

$(TI - TC)/HIC$, $(TI - TC_a)/HIC$ 값을 결정한다.

이 값이 0.6 이하일 경우, 시험 결과를 3.1.10에서 언급한 대로 TI(HIC) 형식으로 보고한다(KS C IEC 60216-1, 14. 참조).

$0.6 < (TI - TC)/HIC \leq 1.6$ 이고, $F \leq F_0$ (3.1.5)이면, HIC와 함께 $T_{Ia} = TC + 0.6 \text{ HIC}$ 값을 TI(HIC) 형식으로 보고한다.

모든 다른 경우에, 결과는 3.2.3에 명시한 대로 $T_{Ig} = \dots$, $HIC_g = \dots$ 형식으로 보고해야 한다.

3.1.9 통계적 검정 조사 및 보고 표 1에서 “검정”으로 시작하는 열의 조건이 충족되지 않으면, 최종 열에 나타난 대로 조치한다. 조건이 충족되면 다음 단계에서 조치가 나타난다. 이 순서는 또한 내열 산출을 위한 결정 흐름도(그림 1)에서도 나타나 있다.

표 1

단계	검정(?) 또는 조치	참조	No인 경우 조치
1	? 최장 끝점 도달 평균 시간 > 5000시간		12 단계로 이동
2	? 외삽(?) $\leq 25 \text{ K}$		12 단계로 이동
3	? $P(\chi^2, f) \leq 0.05$	3.1.5	χ^2 과 P를 보고하고 4단계로 이동
4	? $F \leq F_0$	3.1.6	$S_a^2 \rightarrow S_a^2 F/F_0$ 를 조정하고 9단계로 이동
5	? $TI - TC \leq 0.6(HIC)$	3.1.8	7단계로 이동
6	TI(HIC)를 보고		
7	? $TI - TC \leq 1.6(HIC)$	3.1.8	11단계로 이동
8	$T_{Ia} = TC + 0.6(HIC)$ 와 HIC를 TI(HIC) 형식으로 보고	2.4.3	
9	? $TI - TC_a \leq 0.6(HIC)$	2.4.2	11단계로 이동
10	TI(HIC)를 보고		
11	T_{Ig} 와 HIC_g 를 보고		
12	하위 온도에서 새로운 그룹 시험		

주(2) 외삽 = 최저 시험 온도 - T_I

3.1.10 보 고 필요한 형식과 보고 내용이 KS C IEC 60216-1 14.에 명시되어 있다. 그러나 단일 수치 결과 TI(HIC)가 전체 시험 데이터가 양질한 것인지를 나타낼 수 없고 데이터의 평가를 완료할 수 없기 때문에 보고의 부분으로 내열 그래프를 제출해야 한다.

3.2 그래프 유도

3.2.1 완전한 그래프 유도 각 시험 온도(2.2 참조)에서 끝점 도달 시간의 최고값을 시험 데이터에서 유도한다. 이 값과 시험 온도 Θ 의 값을 3.1.3에서 언급한 특수 그래프 종이에 좌표로 나타낸다. 내열 그래프를 그리고, 시각적인 방법으로 “최적의 라인”을 얻고, 온도 지수 T_{I0} 를 끝점 도달 시간이 20 000시간인 온도로 평가하고, 2등분 구간 HIC_g 를 온도차 $T_{10} - T_{I0}$ 로 평가한다. 여기에서 T_{10} 은 끝점 도달 시간이 10 000시간인 온도이다.

3.2.2 부분적 그래프 유도 3.1.3과 같이 회귀식의 a 와 b 계수를 산출하고, 이를 이용하여 내열 그래프를 그린다. 동일한 그래프에, 각 시험 온도에서 끝점 도달 중앙 시간의 최고값을 표시한다(2.2 참조).

내열 그래프로부터 3.1.8과 같이 T_{lg} 와 HIC_g 를 결정한다.

3.2.3 보 고

“ $T_{lg} = \dots$, $HIC_g = \dots$ ”를 보고한다.

4. 참조 문서 J.G. Saw, Biometrika, 46, 150(1959); “Estimation of the Normal Population Parameters given a Singly Censored Sample”.

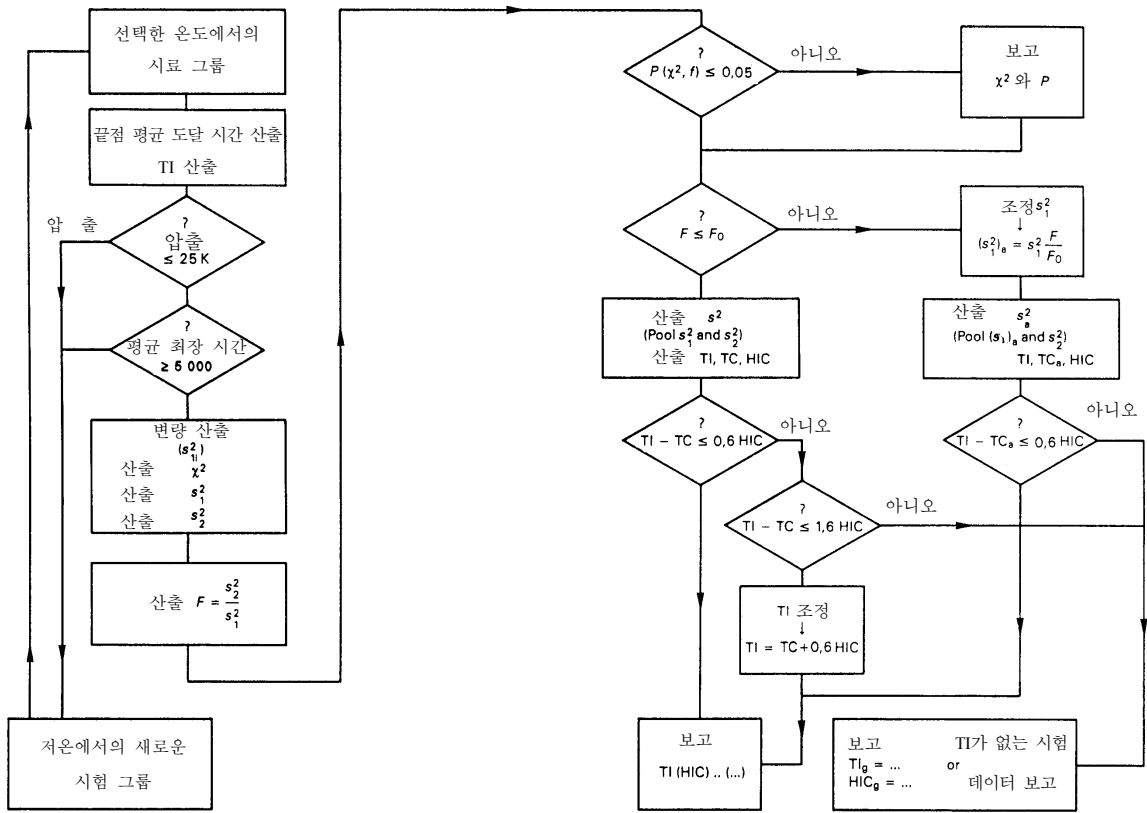


그림 1 내열 산출을 위한 결정 흐름도

부속서 A 기호 목록

기호		절
a	회귀 계수	3.1.3
b	회귀 계수	3.1.3
b_τ	중간 상수	3.1.7 b)
c	중간 상수	3.1.5
f	자유도의 수	
F	Fisher 분포 확률 변수	3.1.6
F_0	F표의 값	3.1.6
HIC	2등분 구간	3.1.8
HIC _g	TI _g 에 해당하는 2등분 구간	3.2
i	노출 온도의 차수 번호	2.2
j	끝점 도달 시간의 차수 번호	2.2
k	노출 온도의 수	2.2
$\log(x)$	밑이 규정되지 않은 x 의 로그	2.2
m	산출에 포함된 끝점 도달 최종 시간의 차수	2.2
n	각 시험 그룹에서 시료의 수	2.2
N	시험한 시료의 총 수	3.1.2
P	χ^2 의 유효 수준	표 C1
s^2	합동 분산 추정값	3.1.6 a)
s_a^2	s^2 의 조정값	3.1.6 b)
s_r^2	중간 상수	3.1.7 b)
s_Y^2	Y 의 분산	3.1.7 a)
s_i^2	$s_{i\tau}^2$ 의 가중 평균	3.1.4
$(s_i^2)_a$	s_i^2 의 조정값	3.1.6 b)
$s_{i\tau}^2$	θ_i 에서 노출된 시료 집합 내의 분산	3.1.1
s_2^2	회귀선에 대한 분산	3.1.4
t	Student 분포 확률 변수	3.1.7 a)
t_τ	추정을 위해 선택한 끝점 도달 시간의 값	3.1.7 b)
t_{ij}	θ_i 에서 노출된 j 번째 시료의 끝점 도달 시간	2.2
t_{im}	산출에 포함된 끝점 도달 최고 시간	2.2
TC	TI의 하위 단측 95% 신뢰 한계	3.1.8
TC _a	TC의 조정값	3.1.8
TI	온도 지수	3.1.8
TI _a	TI의 조정값	2.4.3
TI _g	그래픽 수단이나 정의된 신뢰 한계값 없이 얻은 온도 지수	3.2
TI ₁₀	10 kh에서의 온도 지수	3.1.8

x	독립 변수 : 열역학 (절대) 온도의 역수	2.2
X	회귀식에서 규정된 y 값에서의 x 값	3.1.7 b)
X_c	X 에 대한 상위 단측 95% 신뢰 한계	3.1.7 b)
x_i	g_i 에 해당하는 열역학 온도의 역수	2.2
\bar{x}	x_i 의 가중 평균	3.1.1
y	종속 변수 : 끝점 도달 시간의 로그	2.2
Y	회귀식으로부터 규정된 x 값에서의 y 값	3.1.7 b)
Y_c	Y 에 대한 하위 단측 95% 신뢰 한계	3.1.7 a)
Y_i	$x = x_i$ 에서 회귀식의 y 값	3.1.4
y_{ij}	t_{ij} 에 해당하는 y 값	2.2
\bar{y}_i	g_i 에서 y_{ij} 값의 평균	3.1.1
\bar{y}	\bar{y}_i 의 가중 평균	3.1.2
α	불완전 데이터의 추정 계수	3.1.1
β	불완전 데이터의 추정 계수	3.1.1
ε	불완전 데이터에 대한 평균 추정값의 분산 추정치 계수	3.1.4
g	온도(단위 : °C)	2.2
g_c	X_c 에 해당하는 온도에서 하위 단측 95% 신뢰 한계	3.1.7 b)
g_i	노출 온도(단위 : °C)	2.2
μ	불완전 데이터에 대한 평균 추정 계수	3.1.1
$\mu^2(x)$	x 값의 중앙 두 번째 모멘트	3.1.4
χ^2	χ^2 분포 확률 변수	3.1.5
χ_0^2	χ^2 의 표의 값	3.1.5

부속서 B 실 레

모든 값은 t_{ij} 값의 첫 번째 표와 그 로그를 제외하고 값 8자리 유효 숫자로 보고한다. 그러나 여기에서 보고된 산출값은 14자리의 내부 정확도로 실시하였고 이 정확도까지 초기에 유도하였다. 이는 필요한 엄격도보다 훨씬 높은 것이다.

각 그룹의 시료의 수 : 21

260℃에서 시험된 그룹은 첫 번째 사이클 동안 불합격이었고, 따라서 12번째 불합격까지 계속되었다. 20개 중에서 11개를 분석하였다.

노출 온도 x_i 의 값 시료의 개수	240		260		280			
	j	t	y	t	y	t		y
	1	1044	3.01870	—	—	336	2.52633	
	2	1044	3.01870	1368	3.13609	336	2.52633	
	3	3144	3.49748	1368	3.13609	432	2.63548	
	4	3144	3.49748	1368	3.13609	432	2.63548	
	5	4548	3.65782	1896	3.27784	624	2.79518	
	6	4548	3.65782	2136	3.32960	624	2.79518	
	7	4548	3.65782	2136	3.32960	720	2.85733	
	8	5136	3.71062	2136	3.32960	720	2.85733	
	9	6888	3.83809	2136	3.32960	720	2.85733	
	10	6888	3.83809	2136	3.32960	816	2.91169	
	11	8316	3.91991	2832	3.45209	912	2.95999	
	12	—	—	2832	3.45209	—	—	
$\sum y_{ij}, j=1\dots m-1$			35.392638		32.786196	27.397702		방정식 1
$\sum (y_{im} - y_{ij})^2, j=1\dots m-1$			2.2445421		0.40496778	0.67500617		방정식 2
\bar{y}_i			3.9199144		3.4391277	2.9599948		방정식 1
s_{ii}^2			0.22256300		0.036344813	0.064599547		방정식 2
μ	부속서 E		0		0.07474052	0		방정식 1
a	부속서 E		0.125180504		0.123720203	0.125180504		방정식 2
$\beta x 10^5$	부속서 E		-4.10278708		-4.57177272	-4.10278708		방정식 2
$\epsilon x 10^2$	부속서 E		7.32597474		(7.283429)	7.32597474		방정식 11

약간 초과인 산포, 수정됨.

방정식	양	값	
3	N	33	
4	\bar{x}	$1.8779362 \cdot 10^{-3}$	$(\sum x_i = 5,6338086 \cdot 10^{-3})$
5	\bar{y}	3.4396790	
7	$\sum x_i \bar{y}_i$	$1.9446169 \cdot 10^{-2}$	$(\sum y_i = 10,319037)$
	$\sum x_i^2$	$1.0589878 \cdot 10^{-5}$	
	b	6804.9189	
8	a	-9.3395246	
10	s_1^2	0.10749000	
11	s_2^2	$2.6855295 \cdot 10^{-3}$	
14	$\mu^2(x)$	$3.3150304 \cdot 10^{-9}$	
15a	c	1.0398990	
15	χ^2	8.3700067	
16	F	0.02498393	
17a	s^2	0.10410921	
18	t	1.6930490	(내부적으로 산출)
20d	X_{20000}	$2.0045139 \cdot 10^{-3}$	
20	X_c	$2.0342146 \cdot 10^{-3}$	
20a	Y_{20000}	4.3010300	
20b	b_r	6781.2528	
20c	s_r^2	0.057072991	
	ϑ_{20000}	225.87407	(TI)
21	ϑ_c	218.59021	(TC)
	ϑ_{10000}	237.13204	
	HIC	11.257977	
	0.6 HIC	7.0666924	
	$\vartheta_c + 0.6 \text{ HIC}$	225.65691	(산포도 수정)

TI(HIC) : 225.3(11.3)

신뢰 한계 = 218.6

F(n, d) = 0.025(1. 30)

F₀ = 4.2

$m^2(\lambda) = 8.4(2)$

확률 = 0.0152

온도	평균 시간	분산(log)
240	8316.0	0.222
260	2748.7	0.0363
280	912.0	0.0646

합동 분산 (s_i^2) 0.107

온도 240

시간

1044.0 1044.0 3144.0 3144.0 4548.0 4548.0 4548.0 5136.0 6888.0 6888.0 8316.0

온도 260

시간

1368.0 1368.0 1368.0 1896.0 2136.0 2136.0 2136.0 2136.0 2136.0 2832.0 2832.0

온도 280

시간

336.0 336.0 432.0 432.0 624.0 624.0 720.0 720.0 720.0 816.0 912.0

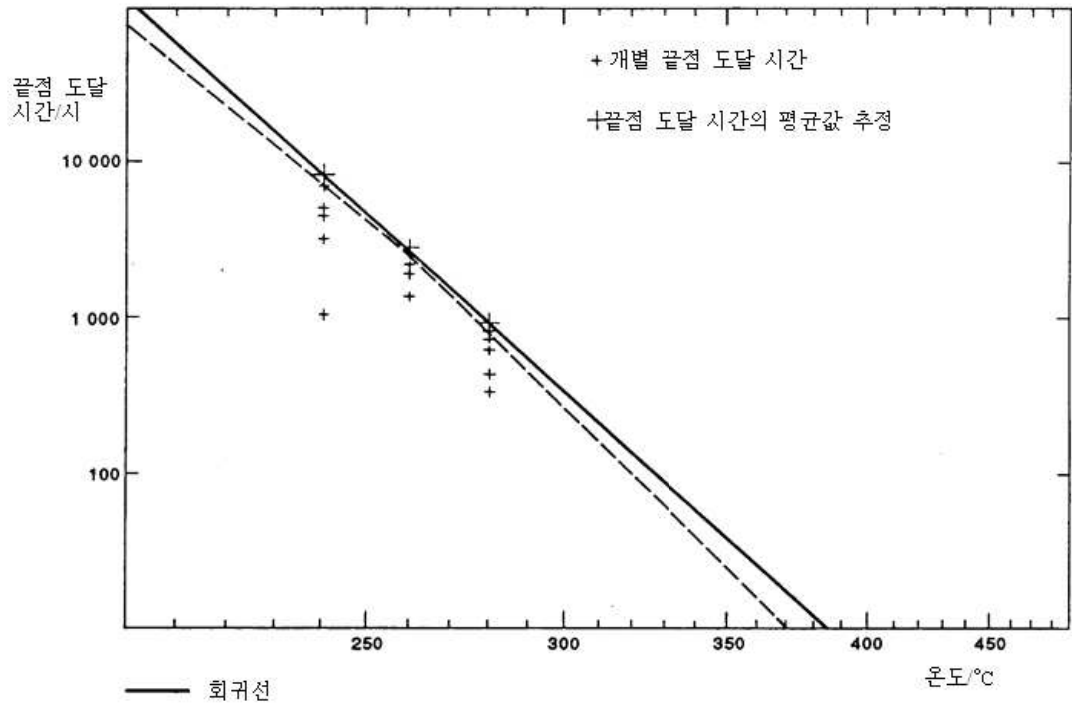


그림 B1 이 내열 그래프는 부속서 B의 실례의 데이터로부터 유도하였다.

부속서 C μ^2 , t , 및 F 분포의 fractiles

표 C1

f	P	χ^2			
		0.050	0.010	0.005	0.001
1		3.8	6.6	7.9	10.8
2		6.0	9.2	10.6	13.8
3		7.8	11.3	12.8	16.3
4		9.5	13.3	14.9	18.5
5		11.1	15.1	16.7	20.5
6		12.6	16.8	18.5	22.5

표 C2

f_d	f_a	F				
		1	2	3	4	5
12		4.8	3.9	3.5	3.3	3.1
13		4.7	3.8	3.4	3.2	3.0
14		4.6	3.7	3.3	3.1	3.0
15		4.5	3.7	3.3	3.1	2.9
16		4.5	3.6	3.2	3.0	2.9
17		4.5	3.6	3.2	3.0	2.8
18		4.4	3.6	3.2	2.9	2.8
19		4.4	3.5	3.1	2.9	2.7
20		4.4	3.5	3.1	2.9	2.7
25		4.2	3.4	3.0	2.8	2.6
30		4.2	3.3	2.9	2.7	2.5
40		4.1	3.2	2.8	2.6	2.5
50		4.0	3.2	2.8	2.6	2.4
100		3.9	3.1	2.7	2.5	2.3
500		3.9	3.0	2.6	2.4	2.2

표 C3

f	t
1	6.31
2	2.92
3	2.35
4	2.13
5	2.02
6	1.94
7	1.90
8	1.86
9	1.83
10	1.81
11	1.80
12	1.78
13	1.77
14	1.76
15	1.75
16	1.75
17	1.74
18	1.73
19	1.73
20	1.73
25	1.71
30	1.70
40	1.68
50	1.68
100	1.66
500	1.65

부속서 D 불완전 데이터에 대한 기본 프로그램

이 프로그램은 KS C IEC 60216-3-1의 프로그램과 동일한 BASIC 언어로 작성되어 있다.

프로그램의 목적은 세 가지 이상의 온도에서 노화된 동일한 크기의 시료 그룹에서 얻은 데이터를 분석하는 것이다. 노화는 각 그룹에서 중앙 불합격 후 중단되었다.

프로그램이 저장한 이름은 중요하지 않다. 왜냐 하면 현재로서는 다른 내열 분석 프로그램과 직접 인터랙트할 의도가 없기 때문이다.

```
10 SCREEN 0:CLS:PRINT TAB(35) "IEC 216-3-3"
20 PRINT:PRINT"This program is for analysis of thermal endurance data obtained
  by cyclic"
30 PRINT"proof tests up to the median failure. The sizes of the temperature gr
  ups"
40 PRINT"must be the same, but the case of a failure in the first cycle, which
  must"
50 PRINT"be omitted from the calculations, is catered for."
60 DATA 640,200
70 KEY OFF:READ WD%,HT%
80 PRINT:PRINT:PRINT"Input may be from an existing disc file (D) or by direct
  entry from the"
90 PRINT"keyboard (K). Please press either K or D."
100 DEFDBL G,H,S,T,X,Y,P:DEFINT I-N
110 DEF FN TI (TIME)=FNTEMPERATURE (FNX2 (LOG (TIME) /LOG (10)))
120 DEF FN YC (X)=A#+B#*X-FNST (M*K) *SQR (S* (1+K*(X-SX/K)^2/SB) *E#)
130 DEF FN X2 (Y)=(Y-A#) /B#
140 DEF FN X1 (TEMPERATURE)=1/ (TEMPERATURE+T0)
150 DEF FNTEMPERATURE (X)=1/X-T0
160 DEF FN SR (TIME)=SQR (S* (BR#/B#+ (FNX2 (LOG (TIME) /LOG (10)) -SX/K)^2/ (SB/K) ) *E#)
170 DEF FN XC (TIME)=SX/K+ (LOG (TIME) /LOG (10) -SY/K) /BR#+FNST (N) *FN SR (TIME) /BR#
180 DEF FN ST (N)=1.6282+.0001688* (N-2)+1.8481/ (N-2)
190 DEF FN Y (X)=A#+B#*X
200 DEF FN F0 (N1,N2)=1.9993/N1+10.468/N2+1.8718
210 DEF FN US (A$)=CHR$(ASC(A$) AND 223)
220 DEF FN AS (A$)=CHR$(((A$=CHR$(0)+CHR$(72)) AND 30) OR ((A$=CHR$(0)+CHR$(80))
  AND 31) OR ((A$=CHR$(0)+CHR$(77)) AND 28) OR ((A$=CHR$(0)+CHR$(75)) AND 29)
  OR (A$=CHR$(13)) AND 13)
```

```

230 ENTRY$="":WHILE ENTRY$<>"D" AND ENTRY$<>"K":ENTRY$="":WHILE ENTRY$="":ENTRY$
=INKEY$:WEND:ENTRY$=FNU$(ENTRY$):WEND
240 IF ENTRY$="D" THEN 1890
250 'Keyboard entry
260 '*****
270 CLS:INPUT"Enter the required number of test temperatures ",K
280 INPUT"Enter the number of specimens in a group ",L
290 IF L MOD 2 THEN M=(L+1)/2 ELSE M=L/2+1
300 DIM N(K), TEMPERATURE(K), X(K), S1(K), SY(K), SSY(K), TIME(K,M), Y(K,M),
B#(5),N1(3),GA(3),GB(3),GM(3),GE(3),MEAN#(K)
310 FOR I=1 TO K
320 PRINT"Enter temperature";I;:INPUT" ",TEMPERATURE(I)
330 PRINT"First cycle failure Y/N?";:A$="":WHILE A$<>"Y" AND A$<>"N":A$="":WHILE
A$="":A$=INKEY$:WEND:A$=FNU$(A$):WEND
340 PRINT " ";A$:IF A$="Y" THEN N(I)=L-1 ELSE N(I)=L
350 FOR J=1 TO M
360 PRINT"Enter time to failure for sample";J;"; if same as last, press RETURN";
370 INPUT",TIME(I,J):IF TIME(I,J)=0 THEN TIME(I,J)=TIME(I,J-1)
380 NEXT:NEXT
390 INPUT"Enter the filename for data saving ",FILENAMES
400 'Data review for editing
410 '*****
420 FOR I=1 TO K
430 IF N(I)<L THEN FIRST$=" Y" ELSE FIRST$=" N"
440 CLS:PRINT"Temperature";TAB(26) TEMPERATURE(I)
450 PRINT"First cycle failure";TAB(20) FIRST$
460 PRINT"Times";:FOR J=1 TO M
470 IF J>8 THEN X=41:Y=J-6 ELSE X=26:Y=J+2
480 LOCATE Y,X:PRINT TIME(I,J)
490 NEXT
500 LOCATE 22,1:PRINT"Do you wish to correct any value, Y/N ?"
510 A$="":WHILE A$="":A$=INKEY$:WEND:A$=FNU$(A$):IF A$="Y" THEN 1650
520 NEXT
530 CLS
540 'Primary calculation
550 '*****
560 RESTORE 3410
570 M1=0:WHILE M1<>M:READ M1:IF M1<>M THEN READ N1,Z,Z,Z,Z:WEND
580 FOR I=1 TO 3:READ N1(I),GA(I),GB(I),GM(I),GE(I)
590 READ J
600 NEXT
610 PRINT"Calculating ";FILENAMES:T0=273:N=K:FOR I=1 TO K:X(I)=FNX1(TEMPERATURE
(I))
620 FOR J=1 TO M:Y(I,J)=LOG(TIME(I,J))/LOG(10)
630 NEXT:NEXT
640 IF L MOD 2 THEN E#=GE(3) ELSE E#=GE(2)
650 FOR I=1 TO K
660 FOR J=1 TO 3
670 IF N1(J)=N(I) THEN A#=GA(J):B#=GB(J):M#=GM(J)
680 NEXT
690 FOR J=1 TO M-1
700 SY(I)=SY(I)+Y(I,J):SSY(I)=SSY(I)+(Y(I,M)-Y(I,J))^2
710 NEXT
720 MEAN#(I)=(1-M#)*Y(I,M)+M#*SY(I)/(M-1)
730 S1(I)=A#*SSY(I)+B#*((M-1)*Y(I,M)-SY(I))^2
740 SX=SX+X(I):SSX=SSX+X(I)^2:SPXY=SPXY+X(I)*MEAN#(I)
750 SY=SY+MEAN#(I):SSY=SSY+MEAN#(I)^2
760 NEXT
770 B#=(SPXY-SY*SX/K)/(SSX-SX^2/K)
780 A#=(SY-B#*SX)/K
790 M1#=CDBL(M)
800 FOR I=1 TO K

```

```

810 S1=S1+S1(I)
820 G=G+1/M1#
830 H=H+(M1#-1)*LOG(S1(I))
840 NEXT
850 S1=S1/K
860 CHI.SQUARED#=(K*(M-1)*LOG(S1)-H)/(1+(G-1/K/(M-1))/3/(K-1))
870 GOSUB 2690
880 S2=((SSY-SY^2/K)-B#*(SPXY-SX*SY/K))/E#/(K-2):F=S2/S1:F0=FNFO(K-2,M*K-K)
890 SB=SSX-SX^2/N
900 IF F>F0 THEN FLAG(3)=-1:F1=F/F0 ELSE FLAG(3)=0:F1=1
910 S=E#*((M-1)*K*S1*F1+(K-2)*S2)/(M*K-2)
920 BR#=B#-E#*FNST(M*K)^2*S/B#/SB
930 TIME=20000
940 HIGH.X=0:FOR I=1 TO K
950 IF X(I)>HIGH.X THEN HIGH.X=X(I):LOWEST=I
960 NEXT
970 GOSUB 1080 'for flag setting
980 Y1=5:Y2=1
990 X1=FNX1(10*INT(TI/10)-20):X2=X1-.0008
1000 SCALESTART=CINT(10*INT(TI/10)-10)
1010 SCALE.END=CINT(10*(INT(FNTEMPERATURE(X2)/10)))
1020 IF HIC>15 THEN INTERVAL=20 ELSE INTERVAL=10
1030 GOSUB 1200 'short report
1040 GOTO 2420 'for menu of further actions
1050 END
1060 'Statistical tests
1070 '*****
1080 TI=FNTI(TIME):TC=FNTEMPERATURE(FNXC(TIME))
1090 HIC=FNTI(TIME/2)-FNTI(TIME)
1100 EXTRAPOLATION=FNTEMPERATURE(HIGH.X)-TI
1110 IF EXTRAPOLATION>25 THEN FLAG(1)=-1 ELSE FLAG(1)=0
1120 LONGEST.MEAN.TIME=10^(MEAN#(LOWEST))
1130 IF LONGEST.MEAN.TIME<TIME/4 THEN FLAG(2)=-1 ELSE FLAG(2)=0
1140 DISPERSION=(TI-TC)/HIC
1150 IF DISPERSION>1.6 THEN FLAG(5)=-1 ELSE FLAG(5)=0
1160 IF DISPERSION>.6 THEN FLAG(4)=-1 ELSE FLAG(4)=0
1170 RETURN
1180 'report results according to statistical tests
1190 '*****
1200 CLS:IF FLAG(1) OR FLAG(2) OR FLAG(5) OR (FLAG(3) AND FLAG(4)) THEN GOSUB
1260 :RETURN
1210 IF FLAG(3) THEN PRINT"Minor non-linearity":PRINT
1220 IF FLAG(4) THEN PRINT"Slightly excessive dispersion, corrected":PRINT:RESULT
=TC+.6*HIC ELSE RESULT=TI
1230 PRINT"TI (HIC) : ";:PRINT USING "###.##";RESULT;:PRINT("":PRINT USING"###.##"
;HIC;:PRINT"):PRINT:PRINT
1240 PRINT"Confidence limit = ";:PRINT USING "###.##";TC
1250 RETURN
1260 PRINT"Full TI cannot be reported.":PRINT
1270 IF FLAG(1) THEN PRINT"Extrapolation = ";:PRINT USING "###.##";EXTRAPOLA-
TION:PRINT
1280 IF FLAG(2) THEN PRINT"Longest mean time to end point = ";:PRINT USING "#####"
;LONGEST.MEAN.TIME:PRINT
1290 IF FLAG(3) THEN PRINT"Failed F-test : F = ";:PRINT USING "#####.##";F;:PRINT"
, F0 = ";:PRINT USING "###.##";F0:PRINT
1300 IF FLAG(5) THEN PRINT"Excessive dispersion.":PRINT
1310 PRINT:PRINT"TI = ";:PRINT USING"###.##";TI:PRINT"HIC = ";:PRINT USING "###.##"
;HIC
1320 RETURN
1330 'graphics - thermal endurance graph
1340 '*****
1350 SCREEN 2:XRANGE=X1-X2:YRANGE=Y2-Y1

```

```

1360 LOCATE 1,1,0:CLS:VIEW(WD%/100,HT%/100)-(WD%*.99,HT%*.99),0,1
1370 WINDOW(X2,Y1)-(X1,Y2)
1380 FOR TEMPERATURE%=SCALESTART TO SCALE.END STEP INTERVAL
1390 X=X1+X2-FNX1(TEMPERATURE%)
1400 IF TEMPERATURE% MOD 50=0 AND X-X2>XRANGE/40 THEN LOCATE 24,(X-X2)/XRANGE*80
-1:IF X1-X>XRANGE/20 THEN PRINT TEMPERATURE%;
1410 IF TEMPERATURE% MOD 50=0 THEN Z=YRANGE/25 ELSE Z=YRANGE/50
1420 LINE(X,Y2-Z)-STEP(0,Z):LINE(X,Y1)-STEP(0,Z)
1430 NEXT
1440 FOR Y%=2 TO 4
1450 LINE(X2,Y%)-STEP(XRANGE/50,0):LINE(X1,Y%)-STEP(-XRANGE/50,0)
1460 LOCATE (5-Y%)*6+1,3:PRINT 10^Y%;
1470 NEXT
1480 LINE(X2,FNY(X1))-(X1,FNY(X2))
1490 INC!=XRANGE/50
1500 FOR I=0 TO 49:X=X2+I*INC!
1510 LINE(X1+X2-X,FNYC(X))-(X1+X2-(X+INC!),FNYC(X+INC!)),,, &HF00F
1520 NEXT
1530 FOR I=1 TO K
1540 CIRCLE(X1+X2-X(I),MEAN#(I)),XRANGE/250
1550 NEXT
1560 LOCATE 3,40:PRINT"Press any key for individual points":WHILE INKEYS="":WEND
1570 LOCATE 3,40:PRINT"
1580 FOR I=1 TO K:FOR J=1 TO M
1590 CIRCLE(X1+X2-X(I),Y(I,J)),XRANGE/640
1600 NEXT:NEXT
1610 LOCATE 3,40
1620 RETURN 2420
1630 'input data editing
1640 '*****
1650 LOCATE 22,1:PRINT "Move cursor to value to be changed and press return":LOC
ATE 1,18,1
1660 J=0:AS="":WHILE AS<>CHR$(13):AS="":WHILE AS="":AS=INKEYS:AS=FNAS(AS):WEND
1670 IF AS=CHR$(30) THEN J=J-1 ELSE IF AS=CHR$(31) THEN J=J+1
1680 IF J<0 THEN J=0 ELSE IF J>M+1 THEN J=M+1
1690 IF J<10 THEN X=25:Y=J+1 ELSE X=40:Y=J-7
1700 LOCATE Y,X
1710 WEND:PRINT"";
1720 IF J<>1 THEN LOCATE 23,1:INPUT"Enter new value ";NEW.VALUE
1730 IF J=0 THEN TEMPERATURE(I)=NEW.VALUE ELSE IF J>1 THEN TIME(I,J-1)=NEW.VALUE
1740 IF J=1 THEN IF N(I)<L THEN N(I)=L ELSE N(I)=L-1
1750 GOTO 430
1760 'record data to disc file
1770 '*****
1780 CLS:INPUT "Enter file name ",FILENAMES
1790 OPEN "o",1,FILENAMES
1800 PRINT#1,K:PRINT#1,L
1810 FOR I=1 TO K
1820 PRINT#1,TEMPERATURE(I):PRINT#1,N(I)
1830 FOR J=1 TO M
1840 PRINT#1,TIME(I,J)
1850 NEXT:NEXT:CLOSE#1
1860 RETURN 2420
1870 'recall data from disc file
1880 '*****
1890 CLS
1900 INPUT"Enter file name ",FILENAMES
1910 IF INSTR(FILENAMES, ".") THEN PRINT"Please use a file name without extension
":GOTO 1900
1920 OPEN "i",1,FILENAMES
1930 INPUT#1,K:INPUT#1,L
1940 IF L MOD 2 THEN M=(L+1)/2 ELSE M=L/2+1

```



```

1950 DIM N(K), TEMPERATURE(K), X(K), S1(K), SY(K), SSY(K), TIME(K,M), Y(K,M), B#
      (5),N1(3),GA(3),GB(3),GM(3),GE(3),MEAN#(K)
1960 FOR I=1 TO K
1970 INPUT#1,TEMPERATURE(I):INPUT#1,N(I)
1980 FOR J=1 TO M
1990 INPUT#1,TIME(I,J)
2000 NEXT: NEXT: CLOSE#1
2010 GOTO 420
2020 'Temperature estimate
2030 '*****
2040 CLS
2050 INPUT "Enter the time value      ",TIME
2060 TEMP.EST=FNTI(TIME):TEMP.CON=FNTEMPERATURE(FNXC(TIME)):HIC=FNTI(TIME/2)FNTI
      (TIME)
2070 PRINT:PRINT:PRINT"Temperature estimate";TAB(25): PRINT USING "###.#";TEMP.E
      ST
2080 PRINT"95% confidence limit";TAB(25):PRINT USING"###.#";TEMP.CON
2090 PRINT"Halving interval";TAB(25):PRINT USING"###.#";HIC
2100 PRINT:IF (TEMP.EST-TEMP.CON) >.6*HIC THEN PRINT"Extrapolation not fully jus
      tified"
2110 RETURN 2420
2120 'report to printer results according to statistical tests
2130 '*****
2140 IF FLAG(1) OR FLAG(2) OR FLAG(5) OR (FLAG(3) AND FLAG(4)) THEN GOSUB 2200 :
      RETURN
2150 IF FLAG(3) THEN PRINT#2,"Minor non-linearity"
2160 IF FLAG(4) THEN PRINT#2,"Slightly excessive dispersion, corrected":RESULT=
      TC+.6*HIC ELSE RESULT=TI
2170 PRINT#2,"TI ( HIC ) : ";:PRINT#2, USING "###.#";RESULT;:PRINT#2,"(:;:PRINT#
      2, USING"###.#";HIC;:PRINT#2,")":PRINT#2,""
2180 PRINT#2,"Confidence limit = ";:PRINT#2, USING "###.#";TC
2190 RETURN
2200 PRINT#2,"Full TI cannot be reported."
2210 IF FLAG(1) THEN PRINT#2,"Extrapolation = ";:PRINT#2, USING "###.#";EXTRAPOLA
      TION
2220 PRINT#2,"":IF FLAG(2) THEN PRINT#2,"":PRINT#2,"Longest mean time to end poi
      nt=";:PRIN
      T#2, USING "####";LONGEST.MEAN.TIME
2230 IF FLAG(3) THEN PRINT#2,"":PRINT#2,"Failed F-test : F = ";:PRINT#2, USING "
      ###.#";F;:PRINT#2," , F0 = ";:PRINT#2, USING "###.#";F0
2240 IF FLAG(5) THEN PRINT#2,"":PRINT#2,"Excessive dispersion."
2250 PRINT#2,"":PRINT#2,"":PRINT#2,"TI = ";:PRINT#2, USING"###.#";TI:PRINT#2,"HI
      C = ";:PRINT#2, USING "###.#";HIC
2260 RETURN
2270 'Time estimate
2280 '*****
2290 CLS
2300 INPUT "Enter the temperature value      ",TEMPERATURE
2310 TIME.EST = CSNG(10^(FNY(FNX1(TEMPERATURE))))
2320 TIME.CON = CSNG(10^(FNYC(FNX1(TEMPERATURE))))
2330 TEMP.CON = FNTEMPERATURE(FNXC(TIME.EST))
2340 HIC=FNTI(TIME.EST/2)-TEMPERATURE
2350 PRINT:PRINT "Time estimate ";TAB(25) :PRINT USING "###.###^";TIME.EST
2360 PRINT"95% confidence limit";TAB(25) :PRINT USING "###.###^";TIME.CON
2370 PRINT:PRINT:IF (TEMPERATURE-TEMP.CON)>.6*HIC THEN PRINT"Extrapolation not
      fully justified"
2380 RETURN 2420
2390 'menu of further procedures
2400 '*****
2410 LIN=1
2420 PRINT"Press any key for menu"
2430 WHILE INKEYS="":WEND

```

부속서 E 불완전한 데이터의 그룹 평균, 분산 및 분산 평균 계수

n	m	μ	α	β	ε
10	6	0.14237402	0.2441180925	-2.00045322E-2	0.13597144
11	6	0	0.250685932	-1.68530354E-2	0.13716243
11	7	0.24925991	0.199470571	-1.55839905E-2	0.11607211
12	7	0.12057511	0.204533441	-1.35763751E-2	0.11585477
13	7	0	0.208940612	-1.16456143E-2	0.116799
13	8	0.2152022	0.172347188	-1.108669E-2	0.10090906
14	8	0.10455472	0.17590051	-9.77439669E-3	0.10093894
15	8	0	0.179051341	-8.50715308E-3	0.10169465
15	9	0.18931561	0.151627832	-8.25677607E-3	8.929543E-2
16	9	9.228706E-2	0.154250858	-7.35251258E-3	8.9743219E-2
17	9	0	0.156610476	-6.47646027E-3	9.004658E-2
17	10	0.16897949	0.135307112	-6.36989298E-3	8.01067E-2
18	10	8.259311E-2	0.137318956	-5.72067003E-3	8.028344E-2
19	10	0	0.139149625	-5.09001812E-3	8.079098E-2
19	11	0.15258385	0.122130237	-5.05348094E-3	7.26473E-2
20	11	7.474052E-2	0.123720203	-4.57177272E-3	7.283429E-2
21	11	0	0.125180504	-4.10278708E-3	7.32597474E-2
21	12	0.139085629	0.111274798	-4.10102462E-3	6.6467165E-2
22	12	6.82500019E-2	0.112561882	-3.7338401E-3	6.66514225E-2
23	12	0	0.113753115	-3.37566146E-3	6.70122916E-2
23	13	0.127779807	0.102180512	-3.3910113E-3	6.12611371E-2
24	13	6.27963988E-2	0.103243093	-3.10475468E-3	6.14362434E-2
25	13	0	0.104232886	-2.8250501E-3E	6.1746254E-2
25	14	0.118172726	9.44530651E-2	-2.84836965E-3	5.6814555E-2
26	14	5.81494476E-2	9.53447768E-2	-2.62091053E-3	5.69782472E-2
27	14	0	9.61799524E-2	-2.39833079E-3	5.72472927E-2
27	15	0.109908494	8.78071666E-2	-2.42479697E-3	5.29718566E-2
28	15	5.41425782E-2	8.85659092E-2	-2.24107889E-3	5.31236252E-2
29	15	0	8.92798839E-2	-2.0610683E-3	5.33592291E-2
29	16	0.102724091	8.20314575E-2	-2.0881275E-3	4.9617429E-2
30	16	5.06521117E-2	8.26847462E-2	-1.93761963E-3	4.97576046E-2
31	16	0	8.33019925E-2	-1.78997874E-3	4.99655775E-2
31	17	9.964209444E-2	7.69660991E-2	-1.81630106E-3	4.66635039E-2

부속서 F 첫 번째 사이클 내의 끝점 도달 단일 시간 및 복수 시간

F.1 첫 번째 사이클 내의 끝점 도달 단일 시간 끝점이 첫 번째 사이클에서 하나의 시료에 도달하는 경우. 이는 비정상 환경(예를 들면 고장난 시료) 때문일 가능성이 있다. 수학적으로 시간 0과 1(1사이클 단위) 사이의 끝점 도달 시간이 $y = \log(\text{시간})$ 의 값으로 할당될 수는 없다.

다음과 같은 두 개의 대안 절차가 있다.

- a) 이 그룹을 버리고 다른 그룹을 재검정한다.
- b) 시험을 계속하고, 끝점 도달 m 시간이 기록될 때까지 끝점 도달 첫 번째 시간(무효한 것으로 가정)을 무시한다.

$$\begin{array}{ll} \text{여기에서 } m = (n + 1)/2 & n \text{이 홀수인 경우} \\ m = n/2 + 1 & n \text{이 짝수인 경우} \end{array}$$

n 은 각 그룹에서 시료의 원래의 수이다.

부속서 E의 검사는 $\varepsilon_{n,m}$ 이 $\varepsilon_{n-1, m}$ 에 매우 가깝다는 것을 보여 준다. 따라서 산출은 모든 그룹과 μ, α, β 의 해당값으로 실시할 수 있다.

F.2 첫 번째 사이클 내의 끝점 도달 복수 시간 끝점이 첫 번째 사이클에서 하나 이상의 시료에 도달한다면, 해당 그룹에서 얻은 데이터를 사용하여 분석을 정당화하는 것은 불가능하다. 가장 합리적인 설명은 결합 기법, 사이클 기간 선택 또는 실험 기법(샘플 준비 또는 처리)이다. 이 그룹을 버리고 해당 온도에 대한 시험을 권장한다.

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 줌으로써 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 국제인증기구(IEC)는 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	성 명	근 무 처	직 위
(위 원 장)			
(위 원)			

(간 사)

원안작성협력 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)			
(참여연구원)			

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 60216-3-2 : 2015-09-23

**Guide for the determination of thermal
endurance properties of electrical
insulating materials**

**Part 3: Instructions for calculating
thermal endurance characteristics**

**Section 2: Calculations for incomplete
data: proof test results up to and
including the median time to end-point
(equal test groups)**

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>

