

제정 기술표준원고시 제2000 - 54호 (2000. 4. 6)  
개정 기술표준원고시 제2002-1280호 (2002. 10. 12)  
개정 기술표준원고시 제2006 -943호 (2006.12 .27 )

# 전기용품안전기준

## K 60811-1-2

[IEC 60811-1-2 ed 1 1985]

---

전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

제2부 : 시험방법 총칙

제2절 : 열 노화 시험방법

## 목 차

1. 적용범위 .....	2
2. 시험값 .....	2
3. 적응성 .....	2
4. 형식시험 및 기타시험 .....	2
5. 전처리 .....	2
6. 시험온도 .....	3
7. 중앙값 .....	3
8. 열 노화방법 .....	3
8.1 열 노화 .....	3
8.2 가압 공기노화 .....	6
8.3 가압 산소노화 .....	7
8.4 향온조내의 환기율 측정방법 .....	7

# 전기용품안전기준 (K 60811-1-2)

## 전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

-제1부 : 시험방법 총칙

-제2절 : 열 노화 시험방법

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables

- Part 1 : Methods for general application

- Section Two : Thermal ageing methods

### 서 문

이 규격은 1985년 제1판으로 발행된 IEC 60811-1-2, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1 : Methods for general application - Section Two : Thermal ageing methods를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 제정한 한국산업규격(KS C IEC 60811-1-2 : 2002)과 부합화한 전기용품안전기준이다.

### 1. 적용범위

이 규격은 배선용 및 선박에 사용하는 통신용 전기케이블의 절연체 및 시스 재료의 시험방법에 대하여 규정한다.

이 규격의 이 절은, 가장 일반적인 절연체 및 시스용 컴파운드(에라스토마, 비닐, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등)에 적용하며, 두께 및 완성외경 측정, 기계적 특성의 결정에 대한 방법에 대하여 규정한다.

### 2. 시험 값

이 규격은, 시험 조건(온도, 기간 등) 및 시험 요구 사항의 전부를 규정한 것이 아니다. 그러한 것은 각각 관련 개별 케이블 규격으로 규정된다

이 규격으로 규정한 시험 조건은, 케이블 독자적인 요구에 적합하도록 관련 개별 케이블 규격을 변경할 수 있다.

### 3. 적용성

조건값들과 시험 매개변수들은 가장 일반적인 종류의 절연체 및 시스, 케이블, 전선, 코드에 대해서 기술된다.

시험조건 및 시험범위는, 범용의 케이블, 전선 및 코드의 절연체 및 시스에 대하여 규정한다.

### 4. 형식 시험 및 기타 시험

이 규격에 규정한 시험방법은 형식 시험용으로 작성한 것이다. 어떤 종류의 시험에서 형식시험 및 기타 범용시험, 이른바 출하시험과의 사이에 근본적으로 차이가 있는 경우는, 그러한 차이를 명시하여야 한다

### 5. 전처리

모든 시험은 절연체 및 시스의 압출 또는 가교 후 적어도 16시간 이상 경과한 후에 시행되어야 한다.

## 6. 시험온도

특히 규정이 없는 한 시험은 실온에서 행한다.

## 7. 중앙값

시험결과 얻어진 값을 상위순서 또는 하위순서로 늘어놓을 때 유효한 측정치의 수가 홀수인 경우는 중심 값 짝수인 경우는 2개의 중심 값의 평균으로 한다.

## 8. 열 노화방법

### 8.1 열 노화

#### 8.1.1 총칙

열 노화처리는 관련케이블 규격에 따른다.

- a) 준비한 절연체 또는 시스 재료의 시험편은 8.1.3.1에 따른다.
- b) 준비한 선심 시험편(도체 및 절연체)은 8.1.3.2 및 8.1.3.3에 따른다.
- c) 완성케이블 시료는, 8.2.4에 따른다.
- d) 가열감량시험은 K 60811-3-2의 8.에 따른다.

주 : 노화시험 a)와 가열감량시험 d)는 같은 시험편으로 함께 하여도 좋다.

#### 8.1.2 장치

공기가 자연히 순환하던가 또는 강제 순환식 오븐은 공기가 시험편의 표면을 순환하도록 오븐의 밑에서 상부 쪽으로 나오도록 한다.

오븐은 규정한 노화온도에서 1시간당 8회 이상, 20회 이내의 환기를 행한다.

오븐내의 환기를 측정하는 방법은 2가지로 8.4에 제시하였다.

관련 케이블규격에 다른 규정이 없으면 고무 컴파운드를 시험할 때에는 오븐내의 팬을 사용하여도 좋다.

고무 이외의 다른 컴파운드의 경우에 팬을 사용하지 아니한다.

의심스러운 경우에는 고무 컴파운드는 오븐내의 팬을 회전하지 아니하도록 한 오븐으로 시험한다.

#### 8.1.3 시험편의 시험준비

##### 8.1.3.1 절연체 및 시스 재료의 노화 (도체 없는)

노화는 공기의 상태 압력 하에서 행한다.

시험편은 K 60811-1-1의 9.에 규정된 시험편을 오븐의 중앙부에 수직으로 매단다. 시험편은 서로 20mm이상 띄운다.

시험편은 가열감량에 사용하는 경우의 시험편은 오븐 용적의 0.5%이하로 한다.

시험편은 관련케이블 규격에서 규정한 재료의 온도와 시간 따라 오븐에 넣는다.

근본적으로 조성이 다른 컴파운드는 같은 오븐으로 동시에 시험하지 않는다.

열화가 종료되면 곧바로 시험편을 오븐에서 꺼내어 직사광선을 피해 실온에서 16시간이상 유지한다.

인장시험은 절연체와 시스도 K 60811-1-1의 9.1.7 및 9.2.7에 따라 행한다.

##### 8.1.3.2 완성품 원래 상태에서 도체의 노화

- a) 내열화 후 도체와 세파레이터를 절연체에서 손상하지 아니하게 제거할 수 있는 경우에는 다음 절차에 따른다.

충분히 길게 자른 선심의 시험편은 노화전의 인장시험용으로 채취한 시료의 인접한 위치에서 채취한다.(K 60811-1-1 참조)

이러한 것은 K 60811-1-1의 9.1.4에 따라 5개의 시험편을 준비한 후에 8.1.3.1에 따라 노화한다.

b) 도체 또는 세파레이터를 제거할 수 없는 경우에는 적절한 처리로 절연체를 손상하지 아니하는 방법으로 노화하고, 시험방법은 1급 및 2급의 도체에 대해서는 다음의 표를 5급 및 6급의 도체에는, 8.1.3.3 b)를 적용한다.

도체의 종류 및 도체의 형상에 관한 종류	참조 조항
1급 : 평형도체	8.1.3.3 a) 참조. 이 방법으로 접촉 문제가 생기는 경우에는, 8.1.3.4 참조
1급 : 금속 도금도체 또는 세파레이터를 감은 도체	8.1.3.4 참조
2급 : 원형, 평형 또는 금속도금전선 및 세파레이터를 감은 16mm <sup>2</sup> 이하의 도체	8.1.3.4 참조
2급 : 원형도체 및 평형 또는 금속도금전선의 16mm <sup>2</sup> 를 초과하는 도체	8.1.3.5 참조
5급 및 6급 : 원형, 평형 또는 금속도금전선 및 세파레이터를 감은 16mm <sup>2</sup> 이하의 도체	8.1.3.3 b) 참조. 이 방법으로 접촉 문제가 생기는 경우에는, 8.1.3.4 참조
5급 및 6급 : 원형도체 및 평형 또는 금속도금 전선의 16mm <sup>2</sup> 를 초과하는 도체	8.1.3.5 참조
주 : 권부시험의 경우(8.1.3.4 참조) 노화조건이 인장특성의 측정요구와 서로 다를 경우가 있다(8.1.3.2, 8.1.3.3, 8.1.3.5). 관련케이블의 규격을 참조	

### 8.1.3.3 압축도체가 있는 관상시험편의 노화

a) 압축외경의 평형도체 K 60811-1-1의 9.1.3 b)에 따라 5개의 시험편을 준비한 후 10%이상의 압축외경을 가진 평형 도체를 재 삽입한다.

이것은 원래의 도체를 인장하든지 요구된 외경보다 가는 도체를 사용하여도 좋다.

이러한 시험은 압축도체를 제거하고 관상시험편의 단면적을 K 60811-1-1의 9.1.4 b)에 따라 측정된 후 8.1.3.1에 의해 노화한다. 다음에 K 60811-1-1의 9.1.6 및 9.1.7에 따라 인장특성을 측정을 행한다.

b) 다심의 5급 및 6급의 압축도체 다수의 압축도체를 가진 5급 및 6급의 도체 5개의 시험편 준비는 K 60811-1-1의 9.1.3 b)에 따라 행한다.

이 목적 외에 전선 약 30%의 도체를 절연체에서 제거하든지, 전선 70%의 도체를 관상시험편의 안에 재 삽입한다. 이러한 시험편은 압축도체를 제거하고 관상시험편의 단면적을 K 60811-1-1의 9.1.4 b)에 따라 측정한다.

### 8.1.3.4 선심시험편의 노화 및 권부시험

#### a) 시험편 채취 및 준비

노화전의 인장시험용 시료를 채취한 곳에서 가능한 한 인접한 위치의 시험용 각 선심에서 적절한 길이의 2개의 시험편을 채취한다.

#### b) 노화절차

시험편은 오븐의 중앙에 서로 20mm이상 떼어놓는다.

시험편은 양단을 지지하고 절연체는 서로 접촉하지 아니하도록 띄운다.

시험편은 오븐 용적의 2%이하로 하여 케이블 탭의 관련규격에서 규정된 온도와 시간에 따라 오븐 안에서 유지한다.

**c) 권부절차**

노화후 시험편을 오븐에서 꺼내어 직사광선을 피하여 실온에서 16시간이상 유지한다. 권부시험은 K 60811-1-4의 8.1.3에서 규정하는 장치로 행한다.

맨드릴의 지름은 선심경의 배율로 한다.

f의 값과 권부 횡수는 다음과 같이 규정한다.

도체의 단면적 mm <sup>2</sup>	권부 직경의 배율 f	권부회수
2.5이하	1±0.1	7
4~6	2±0.1	6
10~16	4±0.1	5

**d) 요구사항**

권부절차가 끝난 시험편은 맨드릴에 감은 상태로 시험한다.

양 시험편의 절연체는 확대하지 아니하고 육안 또는 교정한 시력으로 검사한 때 크랙이 있어서는 안 된다.

**8.1.3.5 특별히 준비한 선심시험편의 노화**

a) 약 200mm 길이의 3개의 시험편은 노화전의 인장시험용으로 채취한 시료에 가능한 한 인접한 위치의 시험용 선심으로 채취한다(K 60811-1-1 참조).

부채형의 경우 폭 10mm이상의 작은 시편을 도체 축에 따라 부채형으로 잘라내어 도체에서 분리한다.

다음에 이 작은 시편은 같은 장소로 되돌리고 그림 1과 같이 시편이 도체와 충분히 접촉하도록 시험편의 중앙과 양단 말로부터 약20mm의 곳을 적절한 철사로 묶는다.

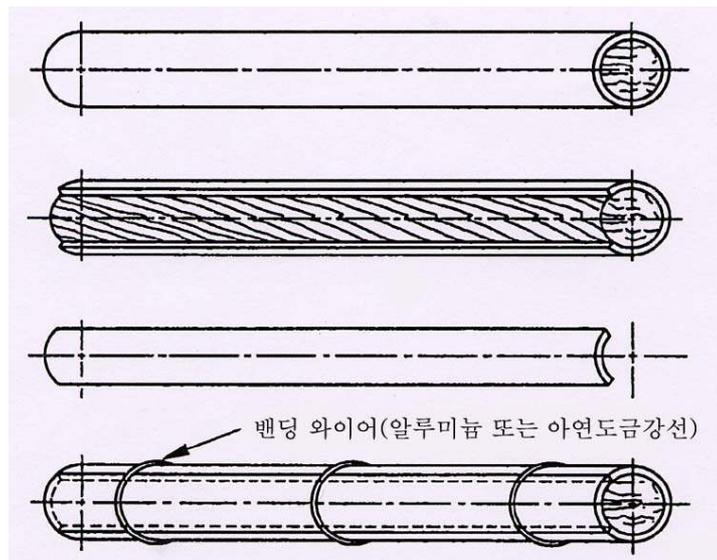


그림 1

여기서 반정도의 작은 사이즈인 경우(예 25mm) 절연체를 분리할 수 있다.

#### b) 노화절차

특별히 준비한 시험편은 각 시험편을 서로 20mm이상 떨어져 오븐의 중앙에 놓는다.

시험편은 오븐 용적의 2%이하로 하고 시험편은 케이블 타일의 관련규격에 규정되어 있는 온도와 시간오븐의 오븐 안에서 유지한다. 노화가 종료 후 곧바로 시험편을 오븐에서 꺼내어 직사광선을 피해 실온에서 16시간 이상 방치하고 거기에서 분해한다.

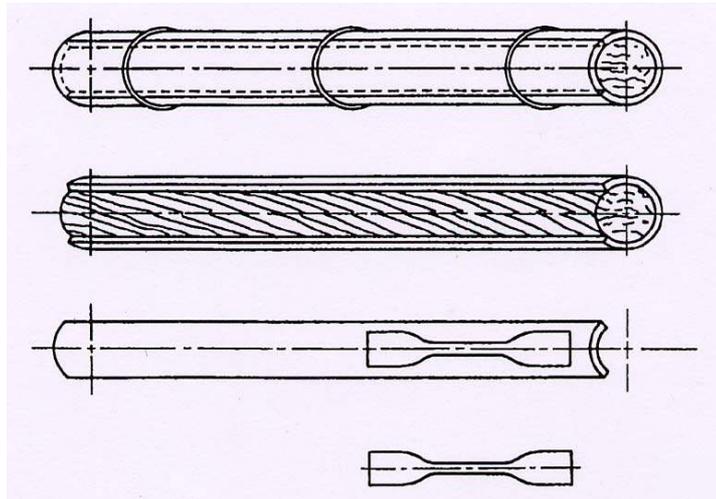


그림 2

2개의 시험편에서 채취한 담벨 시험편은 K 60811-1-1의 9.1.4에 의해 단면적을 측정한다.

#### 8.1.4 완성케이블 시험편의 절차

길이 약200mm의 완성케이블 3개를 노화전 인장시험의 시료(K 60811-1-1참조)을 채취한 바로 가까이 에서 채취한다.

케이블의 시험편은 오븐의 중앙부에 서로 20mm 떨어져 수직으로 매달고, 그 용적은 2%이하로 한다. 시험편은 관련 케이블규격에서 규정한 온도와 시간오븐에 넣는다. 열화가 종료되면 곧바로 시험편을 오븐에서 꺼내어 직사광선을 피해 실온에서 16시간 이상 유지한다. 이후 케이블을 해체하고, 각 선심(최대 3선심)의 절연체와 케이블 각 시험편의 시스로부터 K 60811-1-1의 9.에서 규정하는 2개의 시험편을 준비한다. 여기서 선심과 시스에 대하여 각각 6개의 시험편을 할 수 있다.

시험편의 두께를 2mm이하로 하기 위하여 연삭 또는 연마하는 경우는 충분한 평활을 얻을 수 있는 최소 제거량으로 한다.

시험편 단면적 측정과 다른 조건설정을 한 후 시험편을 K 60811-1-1의 9.에 따라 인장시험을 행한다.

#### 8.2 가압 공기노화

K 60811-1-1의 9에서 규정한 시험편을 서로 접촉하지 아니하도록 봄베이에 넣는다. 시험편은 봄베이 용적의 1/10이하의 용적이 되도록 넣는다.

본질적으로 조성이 다른 컴파운드는 동시에 시험해서는 안 된다.

항온조는 건조한 유분을 포함하지 아니하는 공기로 충분하며, 압력을 0.55±0.02MPa로 한다.

시험편은 관련케이블 규격으로 규정한 재료의 온도와 시간을 맞춘다.

가열이 종료하면 압력을 서서히 감소하여 5분에 걸쳐 정상 압으로 되돌린다.

이 조작은 시험편의 발포를 피하기 위하여 한다.  
인장시험은 K 60811-1-1의 9.1.6 및 9.1.7에 따른다.

### 8.3 가압 산소노화

K 60811-1-1의9에 규정된 시험편을 서로 접촉하지 아니하도록 용기에 넣는다. 시험편은 용기 용적의 1/10이하의 용적이 되도록 넣는다.

용기에는 순도 97%이상의 시판되고 있는 산소면 충분하며 압력을 2.1±0.07MPa로 한다.

시험편은 관련케이블 규격에서 규정한 재료의 온도와 시간에 따라 용기에 넣는다.

노화 시간이 끝난 직 후, 5분이상의 시간 동안 서서히 압력을 낮춰 대기압과 같아지도록 한다. 이 조작은 시험 편의 발포를 피하기 위하여 한다.

인장시험은 K 60811-1-1의 9.1.6 및 9.1.7에 따른다.

### 8.4 항온조내 환기율의 측정방법

#### 8.4.1 방법1 - 간접법 및 전력소비량에 의한 방법

a) 이 방법은 통풍구멍을 열려 놓고 오븐내의 온도를 지정 온도 후 유지하는데 필요한 전력량과 통풍구멍을 닫고 오븐내의 온도를 지정온도로 유지하는데 필요한 전력량과의 차가, 통풍구멍이 열려 있을 때, 오븐 내를 통과하는 공기량의 척도가 되는 것으로 사용하나, 통풍구멍을 열고 있을 때, 정해진 노화온도에 오븐의 온도를 유지하는데 필요한 평균전력량(P1 와트)을 구한다. 이 읽어 내고 있는 기간은, 오븐의 온도와 실온과의 차가 0.2°C 이내로 한다. 실온은, 오븐에서 약 2m 떨어진 지점에서 거의 오븐의 밑에 상당하는 위치에서 측정한다. 다만, 어떠한 물체로부터라도 적어도 0.6m 떨어져 있어야 한다.

b) 통풍구멍이 열려 있을 때, 오븐을 통과하는 공기량은 다음 식에 따른다.

$$m = \frac{P1 - P2}{C_p (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3600m}{d} \quad (2)$$

여기서,

$C_p$  : 정상 압력에서 공기의 비열(1.003 J/g)

$t_1$  : 실온(°C)

$t_2$  : 오븐의 온도(°C)

$P1 - P2$  : 제1절에서 정한 전력소비량의 차

$m$  : 공기의 량(g/s)

$V$  : 공기의 체적(l/h)

$d$  : 시험시간에서의 시험실내 공기의 밀도(g/l)

주 - 760mmHg, 20°C에서의 공기밀도는 1.205g/l

여기에서,

$$V = \frac{3600(P1 - P2)}{1.003d(t_2 - t_1)} \quad \text{또는} \quad V = \frac{3590(P1 - P2)}{d(t_2 - t_1)}$$

이 식은, 통풍구멍이 닫혀 있을 때는, 오븐을 통하여 흐르는 공기가 없다고 가정한다. 따라서, 공기 새지 아니하도록 이음매는 접착테이프로 붙이고, 출입구는 확실하게 막는다.

c) 전력소비량을 전력계로 측정하는 경우는, 오븐의 히터가 “ON”으로 되어 있는 전시간(s)을 스톱워치로 측정하고, 히터가 “ON”으로 되어 있는 동안에 1번만 전력계를 읽는다.

전력계의 읽음에 스톱워치로 측정한 전시간(s)을 곱하여, 시험시간(s)으로 나누어 온도를 일정하게 유지하기 위하여 필요한 전력량의 평균  $W$ 를 산출한다.

d) Wh미터 또는 kWh미터를 사용하는 경우, 미터의 전 에너지소비의 읽음을 시험시간(h)으로 나누어 산출한다. 가정용 kWh미터를 사용하는 경우는, 단시간에 충분한 정도는 눈금이 너무 크기 때문에 얻을 수 없다. 이 경우, 이 미터에 붙어 있는 회전디스크는 전력소비의 인디케이터로서 이용한다. 그 디스크 위에 표시 마크가 미터 창의 중심의 반대측이 되도록 움직인다.

그리고 나서 시험을 개시하기까지 접촉하지 않고 둔다.

오차를 적게 하기 위하여 시험기간은 충분히 길게 취하고, 디스크 회전은 약 100회로 한다.

시험은, 디스크 위의 마크가 보이는 장소에서 끝내는 것이 바람직하다. 시험 종료 시 마크가 시야에서 벗어날 때는 보정 한다.

히터의 on, off에 대한 시점에서 시험을 개시하고 그리고 종료한다.(예를 들면, 사모스타트에 의해 히터가 작동하는 시간)

#### 8.4.2 방법 2 - 직접 및 연속법

장치의 특징 파이프 시스템 또는 에어실린더와 같은 고압 공기원으로 움직이는 것으로 한다.

##### a) 공기압의 제어

여러 가지 압력의 공급원으로부터 공기압을 오븐에 공급하는 감압장치 일정압력의 공기류로 조정하는 밸브가 붙어 있는 것으로 한다.

##### b) 유량계

공기의 유량을 측정할 수 있는 장치. 이 장치는 기압계의 원리로 동작하며 그림3과 같다.

1) 모세관은 내경 2mm 길이 약 70mm의 눈금이 붙어 있는 것을 사용한다, 그림4는 전형적인 교정 도이다. 이것은 공인기관에서 만들어진 것으로 그 관은 공기의 유량을 500l/h 또는 600l/h까지 제어할 수 있다.

2) 기압계로서의 관은 수압차로  $0 \pm 300$ mm 동안에 2중으로 눈금이 붙어 있는 것으로 한다. 기압계용의 액체는, 증류수를 이용한다.

##### c) 공기 오븐

공기오븐은 입구에도 틈이 없도록 밀폐하여 운전한다.

공기의 관은 밑을 통하여 오븐에 넣는다. 공기의 출구 구멍은 오븐의 상부에 있으며 열려 있는 유일한 통풍구멍이다.

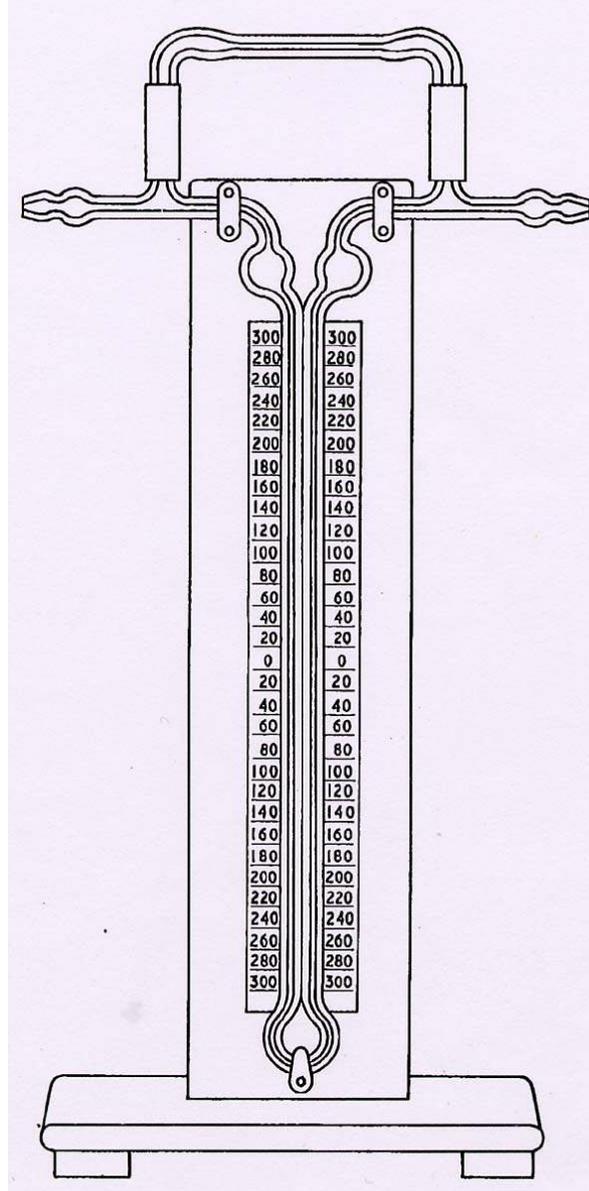


그림 1. - 방법2에 대한 공기오븐에서의 공기흐름 조절용 유량계

mW당 압력차

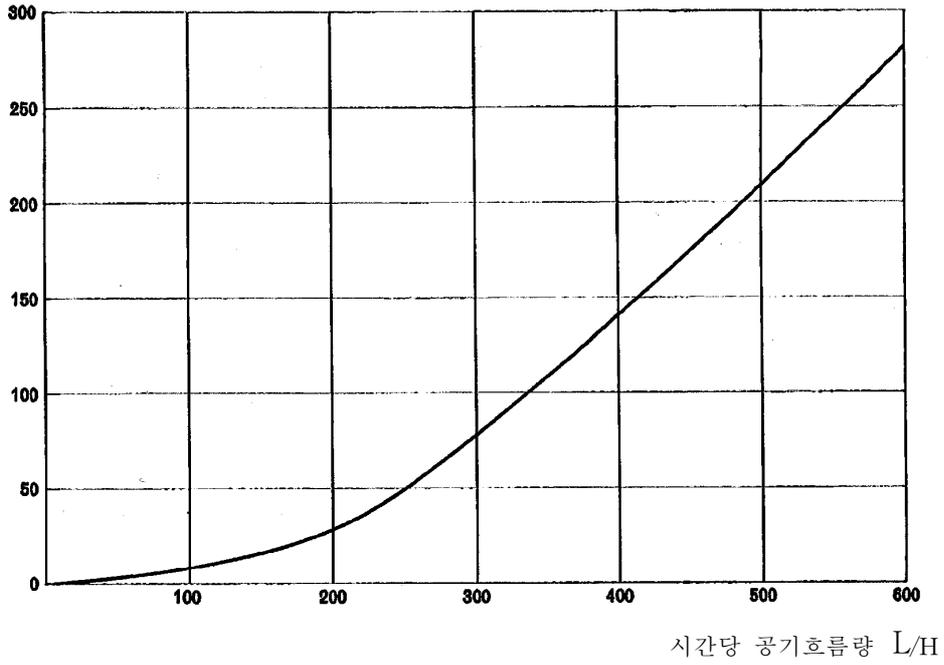


그림 2 -방법2에 대한 공기 오븐에서의 공기흐름량 조절에 대한 유량계의 모세관의 교정도표  
(지름 :  $d=2\text{mm}$ ; 길이:  $l=70\text{mm}$ )

부속서 A

**K 60538과 60540 및 60811의 해당 항목 및 세부 항목 대조표**

**A1. K 60538 과 60811과의 해당 항목 및 세부항목 대조표**

K 60538의 항목*	60538	60811		
	항목 또는 세부항목	부	절	항목 또는 세부항목
일반 사항	1	전부	전부	1 ~ 7
절연체의 기계적 특성	2	1	1	9.1
시스의 기계적 특성	3	1	1	9.2
용융지수(MFI)	4	4	1	10
밀도	5	1	3	8
절연체 및 시스의 노화 시험	6.1	1	2	8
절연체의 수축시험	6.2	1	3	10
저온 권부시험				
절연체	6.3.1	1	4	8.1
시스	6.3.2	1	4	8.2
탄소블랙 및 미네랄 충전제 함유량	7	4	1	11
두께 및 지름 측정	부속서 A	1	1	8
용융 지수	부속서 B	4	1	10
K 60538의 항목**	538A	811		
	항목	부	절	항목
열 노화후의 권부시험	1	4	1	9
내 환경응력의 저항성 시험	2	4	1	8

\* K 60538 : 전기 케이블 와이어 및 코드 : 폴리에틸렌 절연 및 시스에 대한 시험방법

\*\* K 60538A: K 60538에 대한 최초 추가판(1976) : 근거리 통신장치 및 이와 유사한 기술을 이용한 장치에 사용된 전기 케이블 와이어 및 코드의 폴리에틸렌 절연 및 시스에 대한 추가 시험 방법.

A2. K 60540 과 60811의 해당 항목

K 60540의 항목*	540	811		
	항목	부	절	항목
부분 방전 시험	3	-	-	-
두께 및 지름의 측정 **	4	1	1	8
절연체 및 시스의 기계적 특성 시험	5	1	1	9
열 노화 시험방법	6	1	2	8
PVC 절연체 및 시스의 가열감량시험	7	3	2	8
PVC 절연체 및 시스의 가열변형시험	8	3	1	8
PVC 절연체 및 시스의 저온시험	9	1	4	8
PVC 절연체 및 시스의 권부가열시험	10	3	1	9
탄성중합체 및 열가소성 화합물의 밀도측정방법	11	1	3	8
열가소성 폴리에틸렌의 용융지수의 측정	12	4	1	9
내 오존성 시험	13	2	1	8
햇 셋 시험	14	2	1	9
탄성중합체 시스에 관한 내유시험	15	2	1	10
450/750V 이하인 케이블, 코드 및 전선에 대한 전기시험	16	-	-	-
PVC 절연체 및 시스의 열 안전성	17	3	2	9
PE 의 탄소블랙 및 미네랄 충전제의 함유량 측정	18	4	1	10
내수성 시험	19	1	3	9
수축성 시험	20	1	3	10

\* K 60540 : 전기 케이블과 코드의 절연체 및 시스의 시험방법(탄성중합체 및 열가소성 화합물)

\*\* 기술적으로 동일하지 않음