

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

전기용품안전기준

K 60811-1-4

[IEC 60811-1-4 ed 1 1985]

전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

제2부 : 시험방법 총칙

제4절 : 저온 시험방법

목 차

1. 적용 범위	2
2. 시험 값	2
3. 적용성	2
4. 형식 시험 및 기타 시험	2
5. 전처리	2
6. 시험 온도	2
7. 중앙 값	2
8. 저온성 시험	3
8.1. 절연체의 저온에서의 굽힘시험	3
8.1.1. 개요	3
8.1.2. 시료채취 및 시험시료의 준비	3
8.1.3. 장치	3
8.1.4. 순서	3
8.1.5. 시험조건	3
8.1.6. 결과의 평가	4
8.2. 시스의 저온 굽힘시험	4
8.2.1. 개요	4
8.2.2. 시료채취 및 시험시료의 준비	4
8.2.3. 장치 및 순서와 시험조건	4
8.2.4. 평가	4
8.3. 절연체의 저온에서의 인장시험	4
8.3.1. 개요	4
8.3.2. 시료채취	4
8.3.3. 시험시료의 준비	4
8.3.4. 장치	5
8.3.5. 순서와 시험조건	5
8.3.6. 결과의 평가	6
8.4. 시스의 저온에서의 인장시험	6
8.4.1. 개요	6
8.4.2. 시료채취	6
8.4.3. 시험시료의 준비	6
8.4.4. 장치	6
8.4.5. 순서와 시험조건	6
8.4.6. 결과의 평가	6
8.5. PVC 절연체 및 시스의 저온에서의 충격시험	6
8.5.1. 개요	6
8.5.2. 시료채취와 시험시료의 준비	6
8.5.3. 장치	7
8.5.4. 시험조건	7
8.5.5. 순서	7
8.5.6. 결과의 평가	8
부속서 A - K 538과 540 및 K 811에 대응하는 부 와 절	10

전기용품안전기준
(K 60811-1-4)

전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

-제1부 : 시험방법 총칙

-제4절 : 저온 시험방법

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables

- Part 1 : Methods for general application

- Section Four : Test at low temperature

서 문

본 규격은 1985년 제1판으로 발행된 IEC 60811-1-4 (Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1 : Methods for general application - Section Four : Test at low temperature)를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 제정한 한국산업규격(KS C IEC 60811-1-4 : 2002)과 부합화한 전기용품안전기준이다.

1. 적용범위

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

이 규격은 일반적인 절연체 및 시스용 PVC와 PE 화합물에 대한 저온성 시험방법에 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 가교후 적어도 16시간 이상 경과한 후에 시행되어야 한다.

6. 시험 온도

시험은 관련된 케이블 기준에 표시된 온도에서 수행하여야 한다.

7. 중앙 값

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

8. 저온성 시험

8.1. 절연체의 저온 굽힘시험

8.1.1 개요

이 시험은 12.5 mm이하의 직경을 가진 원형단면의 선심과 시편을 구하기가 쉽지 않을 경우에는 부채꼴 형상의 선심에 대한 것이다.

케이블의 종류에 대하여 규정에서 요구한다면 보다 큰 선심에 대해서 시험이 행해질 수도 있다. 다른 방법으로는 보다 큰 선심의 절연체에 대해 8.3항에서 규정하는 인장 시험을 한다.

8.1.2. 시료채취 및 시험시료의 준비

시험하는 각각의 선심은 적당한 길이 두 개의 샘플로 한다. 필요하다면 피복을 벗겨서 이 샘플을 시험 표본으로 쓰일 수 있을 것이다.

8.1.3. 장치

이 시험에 사용되는 권부시험장치가 그림1에 설명과 함께 나와있다. 이것은 한 개의 회전하는 회전부와 시료를 넣어주는 장치로 구성되어 있다.

그림1에 나와 있는 것과 같은 한 개의 회전부로 이루어진 장치도 사용할 수 있다.

장치는 시험전과 시험하는 동안 저온냉장고에 넣어 둔다.

8.1.4. 순서

시험 시료를 그림1에서와 같이 권부시험장치에 고정시킨다.

시험 시료가 고정된 장치는 주어진 온도로 16시간 이상 저온냉장고에 넣는다. 16시간의 냉장시간은 장치가 냉각되는데 필요한 시간이다.

만약 장치가 이미 냉각되어 졌다면 냉각시간이 짧아도 되나 장치가 이 시험 온도에 도달하였다는 가정 하에 4시간 이상은 되어야 한다. 장치와 시험 시료가 모두 이미 냉각되어 졌다면 각각의 시험 시료를 장치에 고정한 후 1시간의 냉각 시간이면 충분하다.

주어진 시간이 끝날 즈음 8.1.5항에서 주어진 조건을 만족시키면서 회전부가 회전하게 되면 시험 시료가 넣어지게 되는데 그림으로써 이것이 회전부 축(규정된 지름을 가진 원통)에 나선형으로 감기게 된다. 부채꼴 형상의 시험 시료의 경우에는 둥근 뒤쪽 부분이 회전부 축(규정된 지름을 가진 원통)에 감기게 한다. 시험 종료 후 회전부 축에 감긴 시험 시료는 주위 상온 온도와 같아지게 한다.

8.1.5. 시험 조건

냉각온도와 시험온도는 케이블의 종류에 대하여 관련된 규정에서, 절연체(컴파운드)의 종류에 대해 주어진다.

규정된 원통의 직경은 시험 시료 직경의 4 ~ 5배 정도이다.(아래 참조)

감기는 5초에 한바퀴 비율로 일정하게 감고 권부 횟수는 다음 표와 같다.

완성품의 바깥지름(d) (mm)	권부 횟수(회)
$d \leq 2.5$	10
$2.5 < d \leq 4.5$	6
$4.5 < d \leq 6.5$	4
$6.5 < d \leq 8.5$	3
$8.5 < d$	2

각각의 시험 시료의 실제 직경은 버니어캘리퍼스 또는 측정 테이프로 측정한다. 부채꼴 형상의 시험 시료의 경우, 짧은 축이 원통 지름과 권부 횟수를 결정하는 매개변수와 같게 한다.

평형코드의 경우 원통의 직경은 시험시료의 짧은 축을 기준으로 하고 시험 시료는 그 짧은 축이 원통에 수직으로 감기 게 한다.

8.1.6. 결과의 평가

8.1.4항에 규정한 시험 완료 후 시험 시료를 원통에 감긴 그대로의 상태에서 검사한 양쪽의 절연체의 시험 시료는 확대 하지 않고 육안 또는 교정 시력으로 보았을 때 갈라짐이 없어야 한다.

8.2. 시스의 저온 굽힘시험

8.2.1. 개요

이 시험은 일반적으로 완성 외경이 12.5 mm이하의 케이블과 평형케이블로 긴 부분의 지름이 20mm 이하에 적용한다.

케이블의 종류에 대하여 규정에서 요구되고 있는 경우에는 그것을 초과하는 케이블로 이 시험을 적용하고, 요구하지 않을 경우는 8.4의 시험을 행한다.

8.2.2. 시료 채취 및 시험 시료의 준비

시험할 각각의 시스는 적절한 길이의 케이블에서 2개의 시험시료를 채취한다.

시험하기 전에 시스에 붙은 모든 것을 제거한다.

8.2.3. 장치 및 순서와 시험 조건

8.1.3항, 8.1.4항 및 8.1.5에 의한다.

외장 또는 바깥 시스의 아래에 동축 도체가 있는 경우는 원통지름은 관련 케이블 직경과 같게 한다.

8.2.4. 결과의 평가

8.1.4항에 규정한 순서에 따라 시험 완료 후 시험 시료는 원통 지름에 감긴 그대로 상태에서 검사한다. 양쪽의 시스의 시험 시료는 확대하지 않고 육안 또는 교정 시력으로 검사하였을 때 갈라짐이 있어서는 안 된다.

8.3. 절연체의 저온 인장시험

8.3.1. 개요

이 시험은 8.1.1항에서 규정되어 있는 것처럼 굽힘 시험을 하지 않은 선심의 절연체에 대하여 수행한다.

8.3.2. 시료 채취

시료는 각각의 선심에서 적당한 길이의 2개의 시료가 준비되어야 한다.

8.3.3. 시험 시료의 준비

모든 피복물(외부 반도체 부분을 포함한다)을 제거한 후에 절연체는 축 방향으로 잘라서 벌린 후 도체와 내부의 반도체를 제거한다.

절연체의 두께가 규정하는 평균 두께 2.0mm를 초과하지 않으면, 연마하거나 잘라낼 필요는 없다. 기준을 초과하는 두께를 가진 시료들은 연마하거나 잘라야 한다. 원하지 않는 열 발생에 유의하여야 하며 시료의 규정 두께를 얻기 위해서다. 연마하거나 자른 후에는 최소 두께가 0.8mm 이상이 되도록 한다.

모든 시료는 주위 온도에서 최소한 16시간 이상 방치해 놓아야 한다.

이러한 준비 후에는 각각의 시료에 대해서 그림 3과 같은 또는 가능하다면 그림 4와 같은 2개의 시료를 준비하여 각각의 시료에 축 방향으로 들어가도록 한다. 가능하다면, 2개의 아령형 모양의 시험시료를 만든다.

시험은 K 811-1-1의 9.1.3항목의 a)항의 마지막 내용에 따라 표시를 한다.

K 60811-1-1: 전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험 방법 제1부: 시험방법 총칙, 제1절: 절연체 두께 및 완성품두께 측정-기계적 특성시험을 시험하는 동안 표시한 선의 길이를 직접 측정할 수 있는 장치가 사용된다면, 기계적 특성 시험을 위한 시험 준비가 된 것으로 본다.

8.3.4. 시험장치

시험은 냉각장치가 달린 보통의 인장시험기구 또는 냉각 실에 설치된 인장시험기구에서 행해진다.

액체를 냉매로 사용하면 주어진 온도에서 적어도 10분 이상을 조정 시간으로 갖는다.

대기 중에서 냉각할 경우 장치와 시험 표본의 냉각에 걸리는 조정 시간은 최소한 4시간 이상으로 한다. 장치가 미리 냉각되었다면 이 시간은 2시간으로 줄 수 있고 장치와 시험 표본 모두 미리 냉각되었다면 장치에 시험표본이 고정된 후 조정시간은 30분 이상이면 될 것이다.

냉각에 액체 혼합을 사용하려면 절연이나 피복 물질을 손상시키지 않도록 해야 한다.

인장 시험 동안에 표시선 사이의 길이를 직접 측정할 수 있는 장치를 사용하는 것이 좋다. 그러나 손잡이 사이의 길이를 재는 장치도 사용할 수 있다.

주의 - 적당한 냉매로는 에틸알콜이나 메틸알콜과 고체 이산화탄소의 혼합물이 있다.

8.3.5. 순서와 시험 조건

인장시험 기구의 손잡이는 스스로 조여들지 않는 종류의 것이다.

미리 냉각된 손잡이로 시편을 같은 길이로 잡는다.

시험하는 동안 표시선사이의 길이를 직접 측정할 수 있다면 손잡이 사이의 자유길이는 두 종류의 시편 모두 30mm로 한다.

손잡이 사이의 변이를 켜다면 손잡이 사이의 자유길이는 그림3에서와 같은 시편의 경우 $30 \pm 0.5\text{mm}$ 로 하며 그림 4에서와 같은 시편의 경우 $22 \pm 0.5\text{mm}$ 로 한다.

인장시험기구의 두 손잡이가 멀어지는 속도는 $25 \pm 5 \text{ mm/min}$ 으로 한다.

시험 온도는 케이블 종류에 따른 표준에서 화합물 종류에 따라 주어진 것과 같게 한다.

늘어난 길이는 파괴가 일어났을 때 가능하다면 두 표시선 혹은 두 손잡이 사이의 거리의 측정에 의해 결정된다.

8.3.6. 결과의 평가

늘어난 길이(연신량)의 계산에 있어서 표시선 사이의 길이 증가는 20mm(그림 4와 같은 시편이 사용될 경우 10mm)의 초기 길이에 관련이 있으며 이 길이의 퍼센트로 나타낸다.

양쪽 물림부 사이의 거리를 재는 다른 방법이 사용된다면 이 길이의 증가가 원래의 길이 그림 3의 시편에 따르면 30mm, 그림 4의 시편에 따르면 22mm, 와 관련이 있을 것이다. 이러한 방법이 사용될 때에는 시험 표본이 장치로부터 제거되기 전에 관찰한다. 만약 시험 표본이 손잡이에서 부분적으로 미끄러졌다면 **이 결과는 무시해야 한다.** 늘어난 길이를 계산하기 위해서는 최소한 세 개의 유효한 결과가 요구된다. 그렇지 못한 경우 시험이 여러 번 반복되어야 한다. 다른 방법으로 명시되지 않았다면 어떠한 유효한 결과도 20%보다 작지 않을 것이다.

논쟁의 소지가 있는 경우 표선을 이용하는 방법이 사용되어진다.

8.4. 시스의 저온 인장시험

8.4.1. 개요

이 시험은 8.2.1절에서 명시된 것처럼 굽힘 시험을 하지 않은 케이블의 피복에 대한 것이다.

8.4.2. 시료채취

시험되는 각각의 시스는 두 개의 같은 길이의 시료에서 채취한다.

8.4.3. 시험 시료의 준비

시스를 벗긴 후에 피복이 축 방향으로 잘라져서 연다. 그런 후 심과 충전재와 그 밖의 내부 부분들이(가능하다면) 제거한다.

시스나 동심의 도체를 가진 케이블에 대해서는, 피복 가닥이 금속 요소에 의해 생긴 자국을 따라 잘라낸다.

피복이 그 명시된 평균 두께가 2.0mm를 초과하지 않는다면 갈거나 잘라낼 필요는 없다. 이러한 제한을 넘는 두께를 가진 샘플들은 갈거나 잘라야 한다. 원치 않는 열 발생에 유의하여 샘플의 정해진 두께를 얻기 위함이다.

갈거나 자른 후에는 두께가 적어도 0.8mm 이상이 되도록 한다. 모든 샘플들은 주위 온도에서 최소한 16시간 이상 조정한다.

이러한 준비 후에는 각각의 샘플에 대해서 그림 3과 같은 혹은 가능하다면 그림 4와 같은 두 개의 시편을 준비하여 각각의 샘플에 축 방향으로 들어가도록 한다. 가능하다면 두 개의 시편이 양쪽으로 들어가게 한다.

시험하는 동안 표시선 사이의 거리를 직접 측정하는 장치를 사용한다면 시편은 KSC IEC 간행물 60811-1-1(준비한 것)의 9.1.3절의 a)항목의 마지막 문구에 따라 표시를 한다.

8.4.4. 장치

8.3.4절과 일치한다.

8.4.5. 순서와 시험 조건

8.3.5절과 일치한다.

8.4.6. 결과의 평가

8.3.6절과 일치한다.

8.5. PVC 절연체 및 시스의 저온 충격 시험

8.5.1. 개요

이 냉간 충격은 심의 절연의 종류에 상관없이 모든 종류의 PVC 피복 케이블에 대한 것이다. 또한 관련된 케이블표준에서 요구할 경우에는 PVC 피복이 없는 전선 코드 평형코드의 절연체에 대한 것이다.

8.5.2. 시료채취 및 시험 시료의 준비

케이블 직경보다 최소한 5배 이상 긴 150mm 이상의 3개의 완전한 케이블 표본을 준비한다. **시료 외부의 덮개는 제거한다.**

8.5.3. 장치

이 시험에 사용되는 장치는 그림 2의 설명과 함께 나타나 있다.

장치는 40 mm 정도의 두께를 가진 스폰지 고무 받침 위에 놓여지며 시험하는 동안 냉장고에서 유지된다.

8.5.4. 시험 조건

시험 온도는 PVC 절연체의 종류에 따라 관련된 케이블 규정에 정해진 것과 같게 한다.

고정된 설치를 위한 전력 케이블의 경우에는 샘플의 시험에 사용하는 해머의 질량은 다음 표에 의해 주어진다.

완성품 외경 (mm)		해머의 질량 (g)
초과	이하	
—	4.0	100
4.0	6.0	200
6.0	9.0	300
9.0	12.5	400
12.5	20.0	500
20.0	30.0	750
30.0	50.0	1000
50.0	75.0	1250
75.0	—	1500

신축성 있는 케이블이나 코드 그리고 통신용 케이블의 경우에는 샘플의 시험에 사용하는 해머의 질량은 다음 표에 의해 주어진다.

완성품 외경 (mm)		해머의 질량 (g)
초과	이하	
평형 코드의 경우		100
-	6.0	100
6.0	10.0	200
10.0	15.0	300
15.0	25.0	400
25.0	35.0	500
35.0	-	600

위 표를 참조하여 각각의 시험 표본에 대하여 버니어캘리퍼스나 측정 테이프를 사용하여 전체 직경을 측정한다. 납작한 코드는 그 부축을 강철 베이스에 수직하도록 하여 시험한다.

8.5.5. 순서

장치와 시험할 케이블 표본을 냉장고에 나란히 넣고 주어진 온도로 유지시킨다. 그런 후 냉장고 안에서 장치가 완전히 냉각되도록 16시간 이상 냉각한다. 만약 장치를 미리 냉각했다면 보다 짧은 시간동안 냉각해도 될 것이다. 하지만 시험 표본이 주어진 온도에 도달했다는 가정 하에, 1시간 이상은 냉각하도록 한다.

주어진 시간이 끝날 무렵 각각의 표본을 그림 2처럼 번갈아 가면서 놓는다. 그리고 해머를 100mm 높이에서 떨어뜨린다.

피복이 없는 케이블이나 코드의 절연을 관찰하기 전에 가능하면 시험 표본이 주위 공기와 같은 온도를 갖도록 놓아둔다.

그런 후 곧은 채로 있던 시험 표본을 각각 100mm 길이마다 360°비튼 후에 관찰한다. 그러나 만약 이런 식으로 샘플을 비틀 수 없는 경우, 이것들을 피복의 경우와 마찬가지로 방법으로 관찰한다.

케이블과 코드의 피복을 관찰하기 전에 가능하면, 시험 표본이 거의 실내온도에 도달하도록 하고 그런 후 뜨거운 물에 담근다. 그런 후 케이블의 축 방향으로 피복을 잘라서 연다.

피복의 안쪽과 바깥쪽 그리고 절연을 관찰한다. 피복이 있는 케이블과 코드의 절연은 바깥쪽만 관찰한다.

8.5.6. 결과의 평가

3개의 표본을 정상적인 혹은 수정된 육안으로 확대하지 않고 보았을 경우 어떠한 금이 간 흔적도 볼 수 없을 것이다.

3개 중에 1개의 샘플만이 금이 갔다면 하나라도 금이 가면 케이블이나 피복의 시험 요건을 만족시키지 못하므로 다른 3개의 샘플을 가지고 시험을 반복해서 3개의 샘플 모두가 금이 가지 않도록 하여 시험 요건을 만족시킬 수 있다.

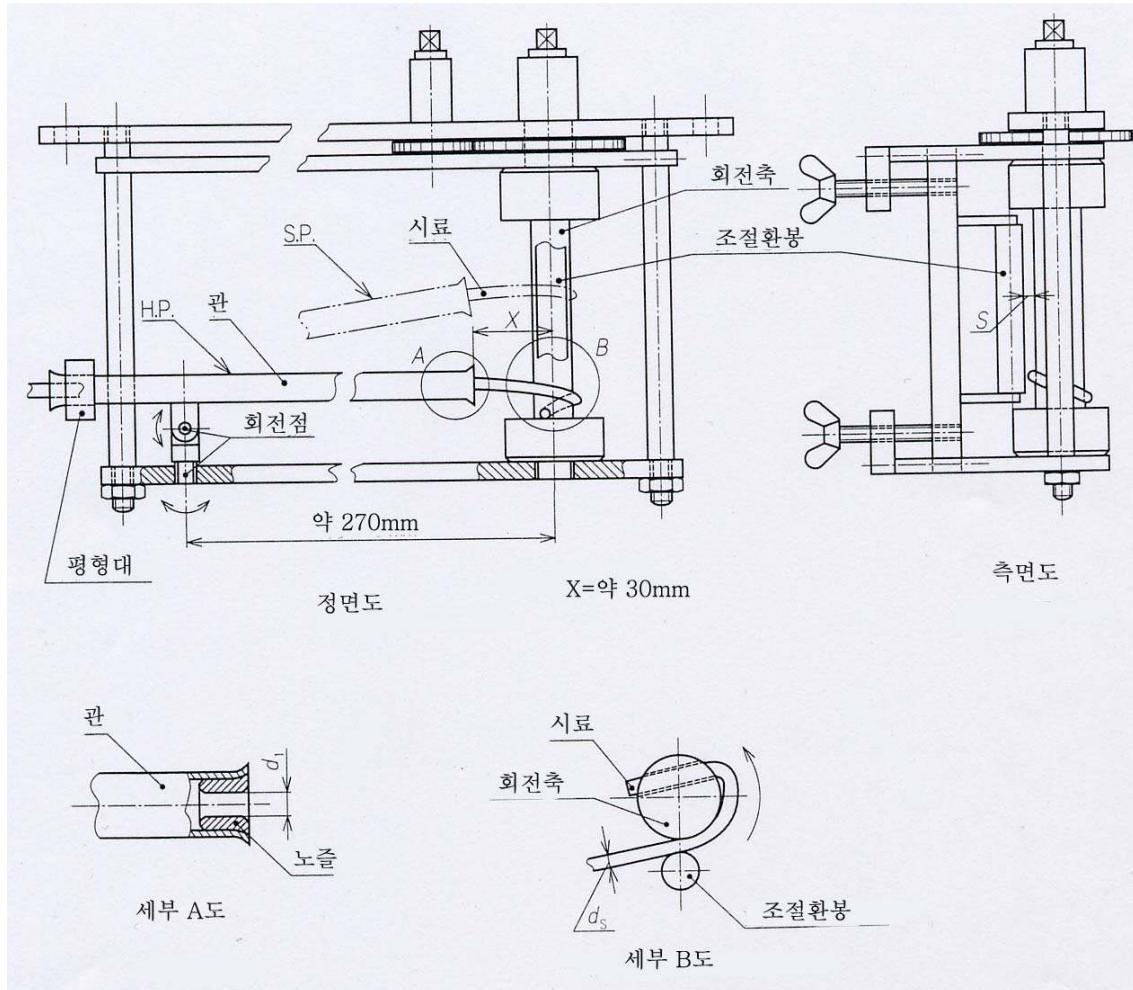
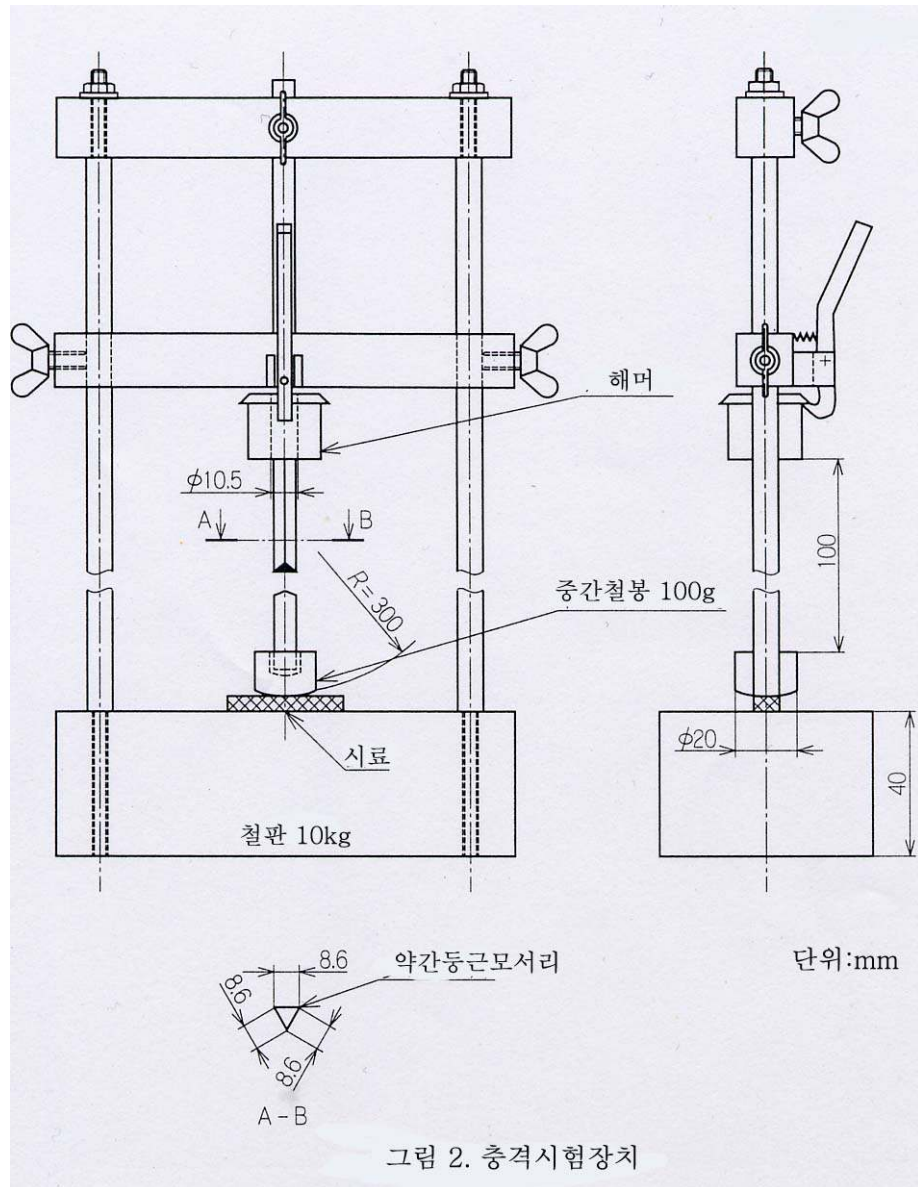


그림 1. 저온 굽힘 시험장치



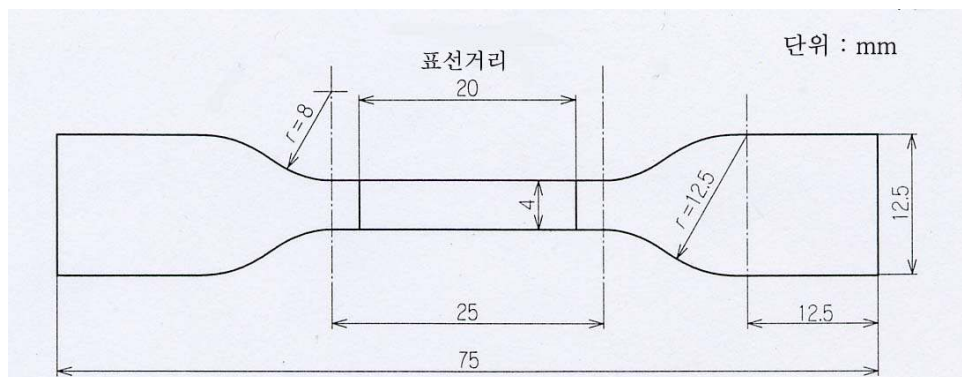


그림 3. 아령형 시험편

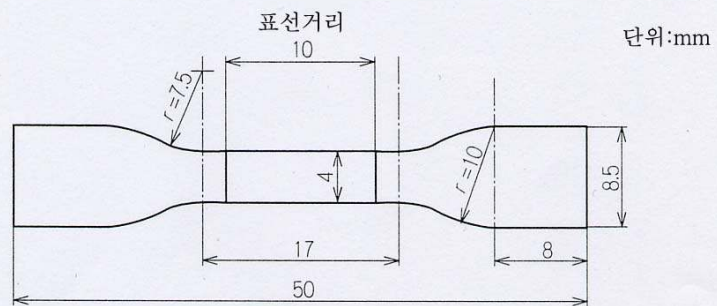


그림 4. 소형 아령형 시험편

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 썬 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