

전기용품안전기준

K 60811-2-1

[KS C IEC 2006]

전기 케이블 및 광 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

- 제2-1부 : 천연합성고무의 특성 시험방법
- 내오존성시험, 핫셋(hot set)시험, 내유시험

목 차

1. 개요	2
1.1. 적용범위	2
1.2. 인용규격	2
2. 시험값	2
3. 적용성	2
4. 형식시험 및 기타 시험	3
5. 전처리	3
6. 시험 온도	3
7. 중앙값	3
8. 오존성 시험	3
8.1. 시험방법	3
8.2. 오존 농도측정	3
9. 핫셋 시험	7
9.1. 시험시료 채취와 준비 및 단면적 측정	6
9.2. 시험장치	6
9.3. 시험순서	6
9.4. 결과의 평가	8
10. 시스 내유시험	8
10.1. 시험시료채취 및 준비	8
10.2. 시험시료의 단면적 측정	8
10.3. 사용할 오일	8
10.4. 시험순서	8
10.5. 기계적 특성	8
10.6. 결과의 정의	8

전 기 용 품 안 전 기 준
(K 60811-2-1)

전기 케이블 및 광 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

제2-1부 : 천연 합성고무의 특성시험방법

-내오존성시험, 핫셋(hot set)시험, 내유 시험

Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test methods

- Part 2-1 : Methods specific to elastomeric compounds

- Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests

서 문

본 규격은 2001년 제2.1판으로 발행된 IEC 60811-2-1 (Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test methods - Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds - Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests)을 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격(KS C IEC 60811-2-1 : 2002)과 부합화한 전기용품안전기준이다.

1. 개요

1.1. 적용범위

이 규격은 선박 해양용으로 사용되는 케이블, 배전 통신용 전기 케이블, 광케이블의 고분자 절연체 및 시스 재료에 대한 시험 방법을 규정한다. 이 규격은 천연 합성 고무에 적용되는 내오존성 시험, 핫셋 시험 및 내유 시험 방법을 다룬다.

1.2. 인용규격

다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용규격은 그 최신판을 적용한다.

IEC 60811-1-1: 1993, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1 : Methods for general application - Section 1 : Measurement of thickness and overall dimensions - Tests for determining the mechanical properties

IEC 60811-1-2: 1985, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1 : Methods for general application - Section Two : Thermal ageing methods

2. 시험 값

이 규격은 시험 조건(온도, 기간 등) 및 시험 요구사항의 전부를 규정한 것이 아니다. 이러한 것은 관련 유형의 케이블을 취급하는 표준에서 규정하고 있다. 이 규격에서 규정하는 시험 요구사항은 특정 유형의 케이블 규격의 요구사항에 맞도록 변경할 수 있다.

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

3. 적용성

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

4. 형식 시험 및 기타 시험

이 규격에서 규정한 시험 방법은 형식 시험용으로 작성한 것이다. 특정 시험에서 형식 시험 조건과 일반 시험 등과 같이 자주 수행하게되는 시험과 근본적으로 차이가 발생하는 경우 이러한 차이를 명시하여야 한다.

5. 전처리

모든 시험은 절연체 또는 시스의 압출 또는 가황(또는 가교) 후 16시간 이상 지난 뒤에 실시해야 한다.

시험을 상온에서 실시한다면, 시편을 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 온도에서 최소 3시간 동안 보관해야 한다.

6. 시험 온도

별도로 규정하지 않은 경우 시험은 상온에서 실시한다.

7. 중앙값

시험의 결과로 얻어진 값을 오름차순 또는 내림차순으로 정렬하였을 때, 중앙값은 유효한 측정값의 개수가 홀수이면 그 가운데 값이 중앙값이 되며, 짝수이면 가운데 두 개의 평균이 중앙값이다.

8. 오존성 시험

비 고 : 오존의 독성에 주의해야 한다. 항상 사람에게 노출되지 않도록 하고 작업실 환경은 농도가 0.1ppm 또는 현재 산업 위생 표준값 중 더 낮은 쪽을 초과하지 않도록 해야한다.

8.1. 시험 방법

8.1.1. 시험 장치

- a) 양이 조절되는 오존 발생 장치
- b) 조절된 습도와 온도의 시험조건 하에서 시험해야 할 시편이 들어있는 챔버를 통해 오존화된 공기를 순환시킬 수 있는 방법
- c) 오존 농도를 결정하는 수단
- d) 시편을 조이고 신장시키는데 적합한 장치
- e) 나무나 금속으로 된 원통형 맨드릴
- f) 실리카겔 또는 이와 동등한 물질로 채운 건조기
- g) 0.1 mg 까지 정확하게 잴 수 있는 시험용 저울

8.1.2. 시료채취

8.1.2.1. 절연체의 시료채취

케이블이 단심이든 다심이든 하나의 선심으로 시험한다. 선심의 바깥쪽에 압출된 반도체층이 있지 않다면 케이블의 끝에서 1.5m 이상이 되도록 충분한 길이로 심을 잘라서 두 개의 시편을 만든다. 만약 심선의 외부가 압출된 반도체 차

폐층을 갖고 있는 경우 네 개의 시편을 만들어야 한다. 기계적 손상 징후를 보이는 시편을 시험에 사용해서는 안 된다.

8.1.2.2. 시스의 시료채취

시험할 케이블이나 코드의 시편 또는 케이블에서 채취한 시스의 하나를 최소 2개의 시편으로 만들기에 충분한 크기로 취한다. 기계적 손상 징후를 보이는 시험편을 시험에 사용해서는 안 된다.

8.1.3. 시험편의 준비

8.1.3.1. 절연체 시험편

보호 피복을 가황을 하기에 앞서 절연체에 직접 적용하지 않았고 절연체에 접촉되지 않은 경우, 선심에 붙어 있는 보호 피복을 절연체를 손상시키지 않고 전부 제거해야 한다. 선심 바깥부분에 테이프 형태의 반도전층이 있다면 이를 제거해야 한다. 선심 바깥부분에 압출된 반도전층이 있다면, 시험편 2개는 반도전 층을 제거하고 2개는 그대로 남겨 둔다.

8.1.3.2. 시스 시험편

KS C IEC 60811-1-1의 9.1.3과 9.2.3에 따라 아령형 시험편 2개를 준비한다. 시험편의 최소 두께는 0.6mm이어야 한다. 케이블 크기가 너무 작아서 아령형으로 시험편을 준비할 수 없다면, 이 시험편 준비에 대한 사항은 절연체 시험방법에 규정되어 있어야 한다.

8.1.4. 시험편의 조정과 변형 과정

8.1.4.1. 절연체 시험편

선심에 압출된 반도전층이 없다면 한 개의 시험편을 같은 방향으로 꼬아 비틀지 않고 맨드릴에 한 바퀴 돌려 그 끝이 만나 곳을 끈이나 테이프로 감아서 고정시킨다. 기타 다른 시험편도 비슷하게 같은 방향으로 꼬아 같은 평면에서 역방향으로 구부린다. 만약 선심이 제조된 그대로 그 바깥면에 차폐층이 있다면, 2개의 시험편 중 하나는 반도전 차폐층을 제거하고 다른 하나는 제조된 그대로 남겨둔다. 위에 기술한 방법을 2개의 시험편을 감는다.

지름이 아래와 같은 황동, 알루미늄, 또는 적절하게 처리된 목재 맨드릴을 사용하여 실온이나 20℃ 중 더 높은 쪽 온도에서 굽혀서 시험을 실시한다.

선심의 완성품 직경 d (mm)	맨드릴의 지름 (선심의 직경과 배수)
$d \leq 12.5$	4±0.1
$12.5 < d \leq 20$	5±0.1
$20 < d \leq 30$	6±0.1
$30 < d \leq 45$	8±0.1
$45 < d$	10±0.1

시험편이 너무 단단해 끝 부분이 만나지 않을 경우 굽힌 후 고정시켜서 주어진 지름의 맨드릴에 최소한 180° 이상 구부려야 한다. 각각의 시험편은 깨끗한 천으로 닦아 먼지나 습기를 제거하여야 한다. 맨드릴에서 구부린 시험편은 시험하기 전에 30분 ~ 45분 동안 상온을 유지하면서 아무런 처리를 하지 않아야 한다.

8.1.4.2. 시스 시험편

각각의 시험편 표면을 깨끗한 천으로 닦아 먼지나 습기를 제거한다. 그 후 시험편을 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 최소 16시간 동안 건조기에 보관한다. 조임 장치로 시험편의 양끝을 조이고 이를 $33\% \pm 2\%$ 신장시킨 후, 조임 장치에서 시험편을 신장된 상태를 유지시킨다.

비 고 클램프 근처에서 오존에 의한 균열이 생기지 않도록 하기 위해 시험편에 적합한 내오존성 도료를 칠할 수 있다.

8.1.5. 오존성 노출

시험편을 8.1.4에서처럼 시험에 적당하게 처리하여 준비하고 시험 마개를 부착한 시험기구 가운데 놓는다. 시험편은 서로 최소 20mm 떨어져 있어야 한다. 시험편은 별도로 케이블 규정하지 않으면 시험편을 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 온도를 유지시키고 요구되는 오존 농도를 맞추어 건조한 공기를 순환시켜 그 공기에 노출시킨다. 오존 농도와 노출 시간은 관련 케이블 규정에 따른다. 8.2에 따라 시험기구 안쪽에서 오존 농도를 측정한다.

규정된 오존 농도로 갖추어진 공기의 흐름율은 $280\text{L/h} \sim 560\text{L/h}$ 이어야 하며, 기압은 대기압보다 약간 높게 유지해야 한다.

8.1.6. 결과의 평가

규정된 시험 지속시간 후에 시험 기구에서 시험편을 꺼낸 후 육안으로 검사하며 확대시켜서 검사할 필요는 없다. 양끝을 묶은 곳에서 가장 멀리 떨어진 구부린 부분의 180° 단면에서 절연체는 균열이 없어야 한다.

아령형 시험편의 가운데 좁은 부분의 표면에 균열이 없어야 한다. 클램프 근처에 있는 균열은 무시할 수 있다.

8.2. 오존 농도 측정

8.2.1. 화학 분석

8.2.1.1. 시약

분석 가능한 품질을 유지하는 인가된 시약을 사용하여야 한다. 시험에 증류수를 사용한다.

- a) 녹말 지시액 : 가용성 녹말 1g을 찬물 40ml에 넣은 후 녹말이 완전히 녹을 때까지 일정한 속도로 저어 끓는점까지 가열한다. 이 용액을 찬물 200ml를 넣어 희석하고 결정화된 염화아연 2g을 첨가한다. 이 용액을 침전시켜 위에 표면에 뜨는 맑은 물을 따라 낸다. 주기적으로 사용하기 위해서는 보관할 때 이 용액은 2 ~ 3일마다 새 것으로 바꾸어야 한다. 다른 방법으로는 끓는 물 100ml에 가수성 녹말 1g을 넣은 용액을 준비할 수 있다. 이 녹말 용액을 지시약으로 사용할 경우 아세트산 10% 몇 방울을 용액에 첨가한다.
- b) 표준 요오드 용액 : 요오드화칼륨(KI) 2g과 물 10ml를 계량 튜브에 넣고 무게를 잰다. 용액의 총 요오드가 약 0.1g이 될 때까지 저울 접시 위 튜브에서 요오드를 이 용액에 직접 첨가한다. 요오드가 첨가된 용액을 정확하게 계량하여 첨가된 요오드의 양을 결정한다. 그런 다음 이 용액을 비커에 담는다. 비커 위에 놓인 계량 튜브를 물로 씻어 낸다. 이 용액을 비커에서 1,000ml 플라스크에 붓는다. 비커를 플라스크 안의 물로 행구어 플라스크 용액을 1,000ml로 희석시킨다.

비 고 이 용액을 마개가 달린 갈색병에 넣고, 서늘하고 어두운 곳에 보관하면 상당히 안정된다.

- c) 티오황산나트륨 용액 : 0.24g의 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 을 1,000ml 플라스크에 넣어 1,000ml로 희석하여 표준 요오드 용액과

거의 같은 농도의 티오황산나트륨($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)을 준비한다. 그 농도가 점차 줄어들기 때문에 이 용액은 오존 시험이 있는 날에 요오드 용액을 기준으로 준비해야 한다. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 의 농도 E 는 요오드 용량으로 계산되며 용액의 밀리리터 당 요오드 밀리그램으로 표시한다.

$$\frac{F \times C}{S}$$

여기서

F : 요오드 용액의 부피(단위: $\text{m}\ell$)

C : 요오드 용액의 농도(단위: $\text{mg}/\text{m}\ell$)

S : 적정 용액을 계산하기 위한 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 부피

d) 요오드화칼륨 용액: 순수 KI 의 20g을 물 2,000 $\text{m}\ell$ 에 용해시킨다.

e) 아세트산 : 부피의 10% 용액을 준비한다.

8.2.1.2. 과정

오존을 포함한 공기를 측정된 부피가 시험기구로부터 거품이 일어 KI 용액으로 가거나, 적절한 방식으로 오존을 포함한 공기의 측정된 부피를 수집하여 적당한 수단으로 KI 용액과 혼합한다. 사용할 수 있는 두 가지 방법은 다음과 같다.

- 샘플링 병에 KI 용액 100 $\text{m}\ell$ 를 넣고 한쪽은 시험기구의 샘플링 콕에 연결하고 다른 쪽은 500 $\text{m}\ell$ 기체 뷰렛(burette)에 연결한다. 샘플링 병과 가스 챔버의 샘플링 콕을 연결하는 유리관이 샘플링 병속에 KI 용액 바로 아래까지 도달해야 한다. 뷰렛의 양방향 수도꼭지를 열어 놓고, 뷰렛 밑면에 연결된 흡입기를 올려서 뷰렛의 눈금 끝까지 물로 채운다. 뷰렛에 있는 수도꼭지를 닫고 샘플링 병쪽으로 열어 시험기구에 있는 샘플링 콕을 병쪽으로 연다. 그 다음 뷰렛에 있는 물이 다 빠질 때까지 흡입기를 내린다. 다 빠지게 되면 시험기구에서 기체 500 $\text{m}\ell$ 가 KI 용액을 통해 거품으로 된다. 그 다음 수도꼭지를 닫고 적정을 하기 위해 병을 치운다.
- 용량이 400 $\text{m}\ell$ 인 분할 깔때기를 KI 용액으로 채우고 시험 기구의 시험 마개에 연결한다. 분할 깔때기의 밑면에 있는 시험 마개와 정지 콕을 동시에 열어 KI 용액 약 200 $\text{m}\ell$ 가 그 아래 놓인 눈금이 적힌 실린더 안으로 배출되도록 한다. 시험 마개와 수도꼭지를 신속하게 닫고 측정 실린더에서 KI 용액의 부피와 같은 기체 부피를 담고있는 분할 깔때기를 제거한 후 마개를 닫는다. 분할 깔때기를 흔들어서 KI 용액과 완전히 반응하게 한다. 눈금이 새겨진 실린더에 있는 용액을 녹말 지시약으로 시험하여 자유 이온이 존재하는지 확인하고, 만약 검출된다면 이 가스 시료는 받을 수 없으며 다른 것을 구해야 한다.

시험기구를 사용하여 파악된 가스의 량과 반응한 KI 용액은 어떤 방법을 사용하든 녹말 지시약을 사용하여 표준화된 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액으로 적정한다.

8.2.1.3. 계산방법

요오드 1 mg 은 실온과 압력에서 오존 0.1 $\text{m}\ell$ 에 해당하기 때문에(평균 실온과 압력에서 이 분석 방법의 정확도 내에서), 오존 농도는 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$\text{오존의 부피 \%} = \frac{10 \times S \times E}{V}$$

여기에서

S : 적정 용액 계산하기 위한 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 부피(단위: ml)

E : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 요오드의 량 (단위: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ml 당 요오드 mg)

V : 수집한 가스 시료의 부피(단위: ml)

8.2.2. 오존측정기를 사용한 직접적인 측정

화학 분석의 대안으로 오존 농도를 오존 측정기로 직접 측정할 수 있다. 이 오존 측정기는 화학적 방법으로 얻은 결과와 비교하여 보정해야 한다.

9. 핫 셋 시험

9.1. 시험편 채취와 준비 및 단면적 측정

KS C IEC 60811-1-1의 9.의 시험 방법에 따라 각각의 선심에서 얻어진 시스 시험편 두 개와 절연체 시험편 두 개를 준비하여 그 단면적을 측정한다. 반도전 층을 제거한 후 아령형 시험편을 시스의 내부와 절연체 내부에서 준비한다. 두께는 0.8mm 이상, 2.0mm 이하이어야 한다. 원래의 시험편에서 0.8 mm를 얻을 수 없다면 최소 0.6mm가 허용된다. 큰 아령형 시험편의 경우 20mm, 작은 아령형 시험편의 경우 최소 10mm 의 표점을 시험편 중앙에 표시한다.

9.2. 시험 장치

- a) KS C IEC 60811-1-2의 8.1에 규정한 대로 항온조에서 시험을 실시한다.
- b) 각 시험편을 항온조의 상부 그립(grip)에 매달고 시험편에 부착된 하부 그립에 추를 부착할 수 있도록 그립을 설치한다.

비 고 관상형 시험편을 시험할 때 양단을 밀봉하지 않도록 그립을 설치해야 한다. 이 방법으로 시험편의 안지름보다 조금 작은 금속 핀을 한 쪽에 삽입하면 된다.

9.3. 시험 순서

- a) 시험편을 항온조에 매달고, 케이블 형식별로 규정하고 있는 재료에 따라 규정하고 있는 중량만큼 매단다. 이 절차는 항온조를 최소 시간 열리도록 가능한 한 신속하게 실시한다.
- b) 항온조가 온도를 회복한 후(5분 이내가 바람직), 시험편을 항온조에 10분 더 놓아둔다. 인장을 산출할 수 있도록 표시선 사이의 거리를 측정한다. 항온조에 창이 없어서 측정하려면 항온조를 열어야 한다면, 열고 30초 이내에는 측정을 해야 한다. 문제의 소지가 있다면, 창이 있는 항온조에서 시험을 실시하고 항온조를 열지 않고 측정을 한다.
- c) (아래쪽 그립에서 시험편을 절단하여 시험편에서 인장력을 제거한 후, 시험편을 항온조에서 회복하도록 놓아둔다. 시험편을 5분 동안 또는 규정된 온도에서 회복할 때까지의 시간 중 더 긴 시간 동안 항온조에 놓아둔다. 시험편을 항온조에서 제거하여 주위 온도로 서서히 냉각시킨 후 표시선간의 거리를 다시 측정한다.

비 고 가열된 그립, 추 및 시험편을 취급할 때 물리적 위험을 피하도록 주의해야 한다.

9.4. 결과의 평가

- a) 규정된 온도에서 추를 부착한 상태로 10분 후에 신장의 중앙값이 케이블 유형에 따라 정해진 해당 규정값을 초과하지 않아야 한다.
- b) 항온조에서 시험편을 제거하여 냉각시킨 후 표시선간 거리의 중앙값은 항온조에 시험편을 넣기 전 값과 비교해서 케이블 유형에 따라 정해진 백분율 이상으로 증가하지 않아야 한다.

10. 시스의 내유시험

10.1. 시험편의 채취 및 준비

KS C IEC 60811-1-1의 9.2.2와 9.2.3에 기술한 규정에 따라 시험편을 5개 준비한다.

10.2. 시험편의 단면적 측정

KS C IEC 60811-1-1의 9.2.4의 시험 방법을 참조한다.

10.3. 사용할 오일

별도로 합의하지 않은 경우 시험할 무기질 오일은 KS M ISO 1817에서 설명한 No.2(IRM902)이어야 한다.

10.4. 시험순서

시험편을 규정된 시험온도로 사전에 가열한 오일욕조에 담그고, 규정된 시간 동안 해당 온도를 유지하고 있는 오일에 놓아둔다(케이블 유형에 대한 규격 참조).

규정된 지속시간이 끝나면, 관련 케이블에 대한 별도의 규정이 없다면 시험편을 오일에서 꺼내어 과도하게 묻은 오일을 닦아낸 후 16시간 이상 24시간 이하 동안 상온에서 공기 중에 매단다. 이렇게 하게 되면 시험편은 약간 얼룩지게 되면서 오일이 제거된다.

10.5. 기계적 특성

KSC IEC 60811-1-1의 9.1.6과 9.1.7의 시험 방법을 따른다.

10.6. 결과의 정의

인장 강도는 오일에 담그기 전에 측정된 시험편의 면적을 토대로 계산한다(10.2 참조). 오일에 담근 시험편 5개에서 얻은 중앙값과 처리하지 않은 시험편(KS C IEC 60811-1-1의 9.1.2 참조)에서 얻은 값의 중앙값간의 차이는 케이블 유형에 대한 해당 규격에서 규정한 백분율을 초과하지 않아야 한다.