



KC 60811-4-1

(개정 : 2015-09-23)

IEC Ed 2.0 2004-06

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and Telecommunication Products and Components

전기케이블 및 광케이블의 절연체 및 시스재료의 공통시험방법

제4-1부:폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 화합물의 시험방법-환경응력 내균열성, 용융지수의 측정-직접연소법에 의한 폴리에틸렌의 카본블랙과 무기물 충전재함유량측정-열질량분석법으로 카본블랙함량측정-현미경에 의한 폴리에틸렌의 카본블랙분산평가

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

Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds - Resistance to environmental stress cracking - Measurement of the melt flow index - Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion - Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) - Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope

KATS 국가기술표준원

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

목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황	1
서 문	2
1 일반 사항 (General)	3
2 정의 (Terms and definitions)	3
3 시험값 (Test values)	4
4 적용성 (Applicability)	4
5 형식 시험 및 기타 시험 (Type tests and other tests)	4
6 전처리 (Pre-conditioning)	4
7 중앙값 (Median value)	4
8 환경 응력의 내균열성 (Resistance to environmental stress cracking)	4
9 공기 중에서 열 노화 후 권부 시험 (Wrapping test after thermal ageing in air)	9
10 용융 지수의 측정 (Measurement of the melt flow index)	9
11 폴리에틸렌에서 카본블랙과 무기질 충전물의 함량 측정- 직접 연소법 (Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene-Direct combustion method)	13
12 폴리올레핀 화합물에서 카본블랙 함량의 열중량 분석법 (Thermogravimetric analysis of the carbon black content in polyolefine compounds) ·	14
13 폴리에틸렌에서 카본블랙 분산 평가 시험 방법 (Test for the assessment of carbon black dispersion in polyethylene)	15
부속서 A (Annex A)	16
해 설 1	17
해 설 2	18

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2000- 176호(2000. 7.25)
개정 기술표준원 고시 제2002-1280호(2002.10.12)
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

전기케이블 및 광케이블의 절연체 및 시스재료의 공통시험방법

제4-1부: 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 화합물의 시험방법-환경응력 내균열성, 용융지수의 측정-직접연소법에 의한 폴리에틸렌의 카본블랙과 무기물 충전재함유량측정-열질량분석법으로 카본블랙함량측정-현미경에 의한 폴리에틸렌의 카본블랙분산평가

Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods
Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to environmental stress cracking – Measurement of the melt flow index – Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope

이 안전기준은 2004년 06월 제2.0판으로 발행된 IEC 60811-4-1 Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Resistance to environmental stress cracking – Measurement of the melt flow index – Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion – Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) – Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope 를 기초로, 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 변경하지 않고 작성한 KS C IEC 60811-4-1(2006.11)을 인용 채택한다.

**전기 케이블 및 광 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험
방법 — 제4-1부: 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 화합물의 시험 방법
— 환경 응력 내균열성, 용융 지수의 측정 — 직접 연소법에 의한
폴리에틸렌의 카본블랙과 무기물 충전재 함유량 측정 — 열질량
분석법(TGA)으로 블랙 함량 측정 — 현미경에 의한 폴리에틸렌의
카본블랙 분산 평가**

Insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Common test methods—Part 4-1 : Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds—Resistance to environmental stress cracking—Measurement of the melt flow index—Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion—Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis(TGA)—Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope

서 문 이 규격은 2004년 제2판으로 발행된 IEC 60811-4-1 Insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Common test methods—Part 4-1 : Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds—Resistance to environmental stress cracking—Measurement of the melt flow index—Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion—Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis(TGA)—Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope를 번역하여 기술적 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격이다.

1. 일반 사항

1.1 적용 범위 이 규격은 선박 해양용으로 사용되는 케이블, 배전용 및 통신용 전기 케이블과 광 케이블의 종합 절연체 및 시스 재료의 시험 방법을 규정한다. 이 시험 방법은 절연체용 다공성 화합물과 발포층 등 PE 및 PP 화합물에도 적용한다.

1.2 인용 규격 다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS C IEC 60811-1-3 전기 케이블 및 광 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험 방법-제1-3부: 시험 방법 총칙-밀도 측정 방법-내수성 시험-수축 시험

KS M ISO 18553 폴리올레핀 관, 이음관 콤파운드의 안료 및 카본블랙 분산도 평가 방법

2. 정 의 이 규격에서 사용하는 주된 용어의 정의는 다음에 따른다. 이 규격에서는 저밀도, 중밀도, 고밀도 PE를 아래와 같이 구별한다.

폴리에틸렌 유형	23 °C에서 밀도 ⁽¹⁾ g/cm ³
저밀도 폴리에틸렌	0.925
중밀도 폴리에틸렌	> 0.925 ≤ 0.940
고밀도 폴리에틸렌	> 0.940

주⁽¹⁾ 이 밀도는 KS C IEC 60811-1-3의 8.에 규정된

방법에 의한 경우 미완성된 합성 수지를 참조한다.

3. 시험 값 이 규격은 시험 조건(온도, 기간 등) 및 시험 요구 사항의 전부를 규정한 것이 아니다. 이러한 것은 관련 유형의 케이블을 취급하는 표준에서 규정하고 있다. 이 규격에서 규정하는 시험 요구 사항은 특정 유형의 케이블 요구 사항에 맞도록 관련 케이블 규격을 변경할 수 있다.

4. 적용 성 가장 일반적인 유형의 절연체와 시스 및 케이블, 전선, 코드에 대한 조건값과 시험 매개 변수를 규정하고 있다.

5. 형식 시험 및 기타 시험 이 규격에서 규정한 시험 방법은 형식 시험용으로 작성한 것이다. 특정 시험에서 형식 시험 조건과 일상 시험 등과 같이 자주 수행하게 되는 시험과 근본적으로 차이가 발생하는 경우, 이러한 차이를 명시하여야 한다.

6. 전 처 리 모든 시험은 절연체 및 시스의 압출 또는 가황(또는 가교) 후 16시간 이상 지난 뒤에 실시해야 한다.

7. 중 앙 값 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. 환경 응력의 내균열성

8.1 일반 사항 이 시험 절차는 시스를 만드는 데 사용한 미립자 상태의 원재료에 적용한다.

절차 A 케이블 계통 조건과 환경이 가혹하지 않은 조건에서 사용하는 재료에 적용

절차 B 가혹한 케이블 계통 조건과 환경에서 사용하는 재료에 적용

8.2 장 치 장치는 다음의 요소로 구성된다.

8.2.1 압축 프레스 시트를 만들 수 있는 가열용 프레스

8.2.2 두께가 (6 ± 0.5) mm이고 면적이 약 $200 \text{ mm} \times 230 \text{ mm}$ 인 두 개의 견고한 금속 후면판은 받침판 중심 5 mm 이내에 온도 센서를 놓을 수 있도록 한쪽 가장자리에 구멍을 뚫는다.

8.2.3 약 $200 \text{ mm} \times 230 \text{ mm}$ 인 분리 용지 2개, 예를 들어 두께가 0.1~0.2 mm인 알루미늄 호일

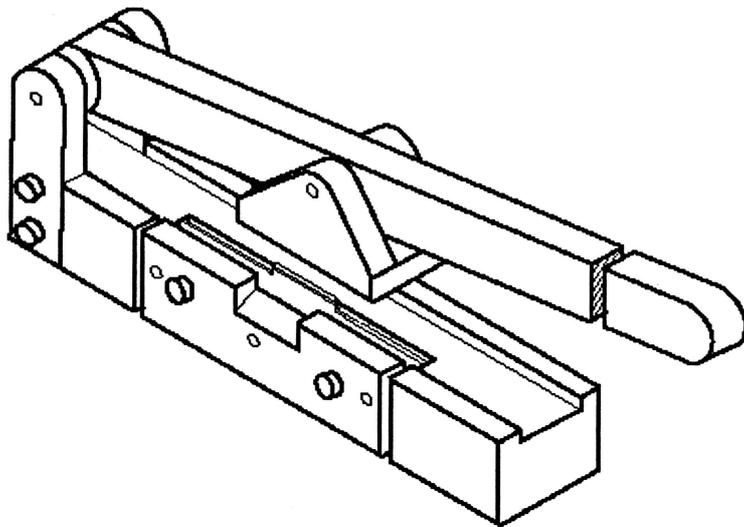
8.2.4 내부 모서리가 반지름 3 mm로 둥글며 $150 \text{ mm} \times 180 \text{ mm} \times (3.3 \pm 0.1)$ mm인 시험판을 생산하기 적합한 성형 체이서(chase)

8.2.5 강제 공기 순환 기능과 온도를 (5 ± 0.5) K/h의 속도로 낮추는 프로그래밍 장치가 있는 전열 공기 오븐

8.2.6 시험편을 (38.0 ± 2.5) mm \times (13.0 ± 0.8) mm로 절단하기 적합한 천공용 프레스, 청결하고 날카롭지만 손상되지 않은 천공용 다이스(die) 및 기타 이에 적합한 장치

8.2.7 지름이 4~8 mm인 평평한 게이지, 면 압력이 5~8 N/cm²인 다이얼 게이지

8.2.8 그림 2와 같은 날을 갖는 도구를 그림 1의 V자형의 장치에 넣는 치구



비 고 칼날은 그림 2에서 나타낸 것과 같은 치수로 연마된 칼날이어야 함(부속서 A 참조).

그림 1 노칭 장치

단위 : mm

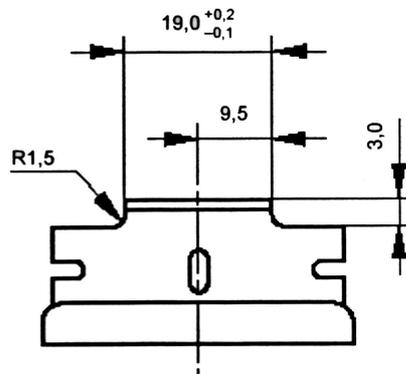
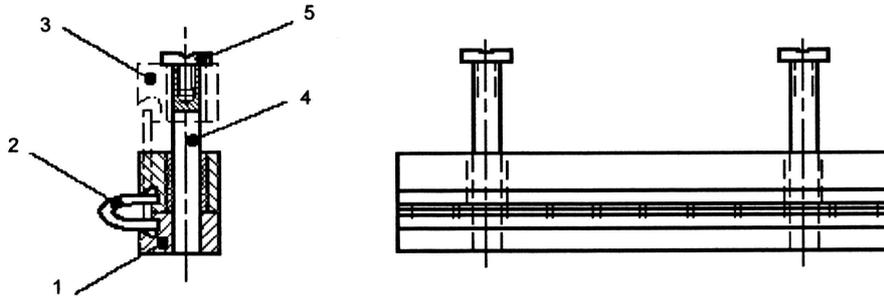


그림 2 칼 날

8.2.9 그림 3과 같은 바이스가 있는 권부 장치 또는 균일하고 확실하게 고정할 수 있는 장치, 잠금 장치가 있는 장치



- 1 후면 클램프
- 2 시험편
- 3 전면 클램프
- 4 지지대
- 5 나사

그림 3 굽힘 클램프 조립품

8.2.10 그림 4와 같은 굽힘 클램프와 동합금 채널 부분에 구부린 시험편을 한 번에 이동시키고 교환하는 기구

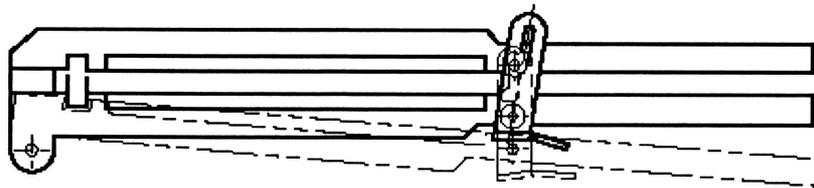
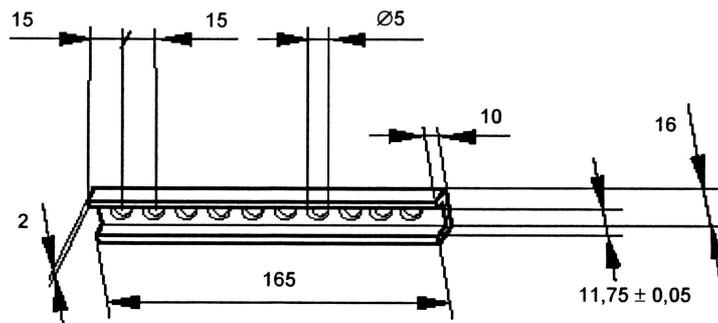


그림 4 교환 도구 조립품

8.2.11 그림 5와 같이 10개의 굽힌 시험편을 넣어 고정할 수 있는 동합금 채널 시험편 홀더
단위 : mm



비 고 (11.75±0.05) mm는 채널 내부의 간격임.

그림 5 동합금 채널 시험편 홀더

8.2.12 굽힌 시험편이 있는 황동 채널 시험편 홀더를 수용하는 200 mm×32 mm의 경질 유리 시험관. 이 시험관은 적합한 알루미늄박으로 감싼 코르크로 막는다(그림 6 참조).

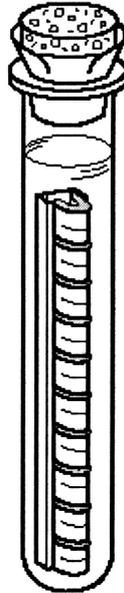


그림 6 시험편 10장을 담은 8.2.11에서처럼 삽입하기 위한 동합금 채널 시험편 홀더가 있는 시험관

8.2.13 시 약

절차 A 100 % Igepal CO-630(Antarox CO-630) 또는 화학 성분이 같은 기타 시약(비고 1.과 2., 부속서 A 참조)

절차 B Igepal CO-630(Antarox CO-630)의 용적 10 % 수용액 또는 화학 성분이 같은 기타 시약(비고 1., 2., 3. 또는 부속서 A 참조)

비 고 1. 시약은 한 번 이상 사용하지 않아야 한다.

2. 예상치 못한 고장이 짧게 여러 번 발생할 경우, 규정된 물 함량 증가가 최대 1 %를 넘으면 시약 활동이 현저하게 증가하기 때문에 물 함량에 대해 시약을 검사해야 한다.

3. Igepal CO-630 수용액 또는 이와 동등한 수용액을 준비해야 한다. 만드는 방법은 최소 1시간 동안 60~70 °C에서 패들스티어링 혼합에 의해 준비해야 한다. 이 용액은 준비한 후 1시간 이내에 사용하여야 한다.

8.2.14 시 험 챔버는 시험관을 수용할 수 있도록 충분히 크고 깊어야 하며(그림 6 참조) 가열되어 있어야 하는데, 이 온도는 (50 ± 0.5) °C로 유지해야 하며 시험 챔버에 시험관 삽입시 온도가 49 °C 미만으로 내려가지 않도록 온도를 유지해야 한다.

8.3 시험 시트의 준비

8.3.1 시험을 준비하기 위해, 8.2.3과 같은 청결한 분리용 호일을 8.2.2와 같이 후면판 위에 8.2.4와 같이 성형틀 위에 놓는다. 성형 틀은 2차 분리용 호일 위에 분말 또는 제분된 덩어리 (90 ± 1) g 을 채운다. 어떤 촉매도 사용하지 않아야 한다.

8.3.2 성형 장치는 8.2.1과 같이 성형 프레스에 놓고 170 °C로 가열한 후 1 kN 이하의 힘으로 프레스를 압축한다.

8.3.3 성형판 속의 센서로 표시되는 온도가 165~170 °C에 도달하면, 50~200 kN 범위에서 최대 하중을 2분 동안 가한다. 이때 센서에 표시되는 온도는 165~170 °C 범위를 유지해야 한다. 성형 장치에 압력이 종료되면 프레스를 가압 상태에서 즉시 냉각시킨다.

8.4 시험 시트의 시험 조건 시험 시트의 시험 조건은 시험 결과에 실질적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 이해 당사자가 합의를 해야 한다. 이를 합의하지 않는다면 이 규격의 소항에 명시한 처리 기준을 적용해야 한다. 분리용 호일을 건드리지 않고 후면판을 제거한 후, 그 주위로 공기가 자유 순환할 수 있도록 성형한 시험 시트를 8.2.5와 같이 오븐 위에 놓는다. 이때 성형한 시험 시트는 열전도

수평 표면 위에 잘 지지되어야 하며 분리용 호일과 폴리에틸렌 간의 접촉이 양호하게 유지되어야 한다. 성형된 시험 시트의 수평면 중심에서 5 mm 이내에서 측정된 온도를 다음과 같이 제어한다.

오븐의 시험 온도는 저밀도 폴리에틸렌의 경우 (145±2) °C, 중밀도 폴리에틸렌의 경우 (155±2) °C, 고밀도 폴리에틸렌의 경우 (165±2) °C에서 1시간 동안 유지해야 한다. 냉각은 (29±1) °C에 도달할 때까지 (5±2) K/h의 비율로 냉각해야 한다. 프레스에 있는 동안 성형된 시험 시트를 냉각시키는 것도 가능하다. 냉각되는 속도를 온도 기록계로 기록해야 한다.

비 고 시험 시트의 제조 방법은 임의로 해도 좋다. 문제가 발생할 경우, 제조한 표준 시료를 사용해야 한다.

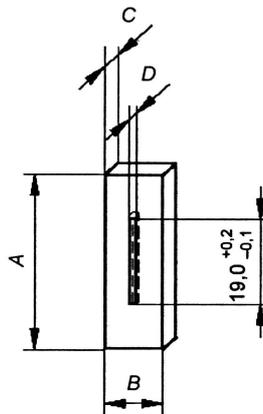
8.5 시험 시트의 육안 검사 시험 시트의 표면은 평활해야 하며, 가장자리로부터 10 mm 이내에 기포, 돌출부 또는 함몰 자국이 없어야 한다.

8.6 시험 절차

8.6.1 시험편의 준비 8.2.6과 같이 블랭킹 다이스와 블랭킹 프레스 또는 이와 동등한 장치를 사용하여 8.6.2와 같이 시험편 10장을 절단한다. 이 시험편은 시트의 가장자리로부터 25 mm 이상 떨어진 시험 시트에서 절단하여야 한다. 왜냐하면, 시험편을 채취한 후 노칭된 부분에 다른 영향을 주어서는 안 된다. 또한 8.2.7에 따라 다이얼 게이지를 사용하여 측정된 시험편의 두께는 8.6.2에 따라야 한다. 시험편은 가장자리를 사각으로 잘 다듬어야 하고, 경사진 모서리는 잘못된 결과가 생길 가능성이 있다.

8.6.2 시험편의 노칭과 삽입 시험편을 시약에 넣기 전에 8.2.8의 노칭 장치를 사용하여 각각의 시험편에 노칭을 만든다. 칼날은 무디거나 손상되지 않아야 하며, 필요한 경우 교체해야 한다. 칼날은 상태가 양호하더라도 100개 이상의 노칭을 만드는 데 사용하지 않아야 한다.

단위 : mm



PE-시스 화합물의 밀도 (¹)	A mm	B mm	C mm	D(²) mm
0.940 g/cm ³ 이하	38.0±2.5	13.0±0.8	3.00~3.30	0.50~0.65
0.940 g/cm ³ 초과	38.0±2.5	13.0±0.8	1.75~2.0	0.30~0.40

주(¹) 밀도는 4.에 따라 미충진된 수지에 대한 것이다.

(²) 깊이 D는 그 길이를 따라 일정해야 한다.

그림 7 노칭을 만든 시험편

8.2.9와 같이 노칭을 위로하여 시험편 10개를 굽힘 클램프에 놓는다. 클램프는 바이스(vice) 또는 전동기 구동식 회전 프레스를 사용하여 일정한 속도로 30~35초 동안 압력을 가한다.

구부린 시험편을 굽힘 클램프에서 8.2.10과 같은 운반 공구로 들어올리고, 8.2.11과 같이 동합금 채널에 넣는다. 일부 시험편이 홀더에 너무 높이 올려져 있다면 손으로 압력을 가해 강제로 낮춘다.

시험편을 구부리고 5분에서 10분 사이에 홀더를 8.2.12와 같은 관에 삽입한다. 모든 시험편이 액

체로 덮일 때까지 시험관을 8.2.13과 같은 적합한 시약으로 채우고 코르크 마개로 닫는다.

시약으로 채워진 시험관을 8.2.14와 같은 가열된 용기에 있는 선반에 놓는다. 시험 중에 시험편이 시험관에 닿지 않도록 주의해야 한다. 가열된 용기에 삽입하는 시간을 기록해야 한다.

8.7 결과의 평가 일반적으로 환경 응력 균열은 노치에서 시작하여 이에 직각으로 진행된다. 시험편을 확대하지 않고 육안이나 교정 시력으로 검사할 때 균열의 첫 발생을 시험편의 불량으로 한다.

절차 A 가열된 용기에서 24시간 후에 시험편의 불량률이 5개 이하여야 한다. 시험편의 불량률이 6개이면 시험을 통과하지 못한 것으로 간주한다. 새로운 시험 시트에서 준비한 시험편 10개를 사용하여 이 시험을 한 번 반복할 수 있다. 5개 이하 시험편이 불량이어야 한다.

절차 B 가열된 용기에서 48시간 후에 어떤 시험편도 불량률이 없어야 한다. 시험편 1개가 불량이면 시험을 통과하지 못한 것으로 간주한다. 새로운 시험 시트에서 준비한 시험편 10개를 사용하여 이 시험을 한 번 반복할 수 있다. 어떤 시험편도 불량률이 없어야 한다.

8.8 시험 조건의 요약과 절차 A 및 B에 대한 요구 사항

조건과 요구 사항	방법 A	방법 B
시험 시트의 준비 :		
- 온 도 ℃	165~170	
- 힘 kN	50~200	
- 시 간 분	2	
시험 시트의 전처리 :		
- 온도 범위 ℃	주 ⁽¹⁾ 참조	
- 냉각 속도 K/h	5±2	
시험 조건 :		
- 시약 ⁽²⁾ , 농도 %	100	10
- 온 도 ℃	50.0±0.5	
- 지속 시간(최소) h	24	48
요구 사항 :		
- 고 장 륜 Max.	5개 시험편(F 50)	0개 시험편(F 0)

주⁽¹⁾ 시작 온도는 폴리머 유형에 따라 달라진다.

- 저밀도 폴리에틸렌의 경우 (145±2) °C
- 중밀도 폴리에틸렌의 경우 (155±2) °C
- 고밀도 폴리에틸렌의 경우 (165±2) °C
- 최종 온도 (29±1) °C

⁽²⁾ legpal CO-630 또는 화학 성분이 같은 그밖의 시약

9. 공기 중에서 열 노화 후 권부 시험

비 고 공기 중에서 열 노화 후 권부는 현재 KS C IEC 60811-4-2의 10.에 따른다.

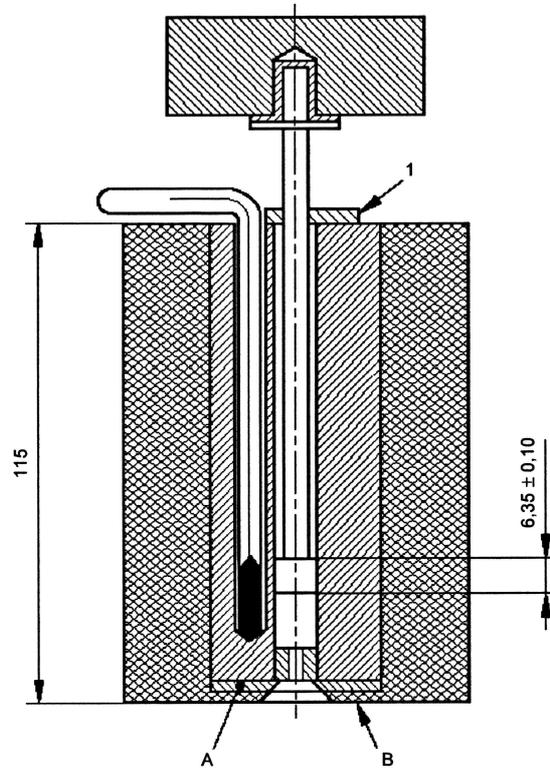
10. 용융 지수의 측정

10.1 일반 사항 폴리에틸렌과 폴리에틸렌 화합물의 용융 지수(MFI)는 온도 190 °C로 규정 하중을 가하여 1.5분 또는 10분 이내에 규정된 다이스를 통해 압출된 재료의 양이다.

- 비 고 1. 같은 방법이 KS M ISO 1133에도 규정되어 있다.
- 2. 용융 지수는 난연성 폴리에틸렌에 적용할 수 없다.

10.2 장 치 장치는 기본적으로 압출 가소성 측정기를 사용한다. 일반적인 설계가 **그림 8**에 표시되어 있다. 수직 실린더에 담겨 있는 폴리에틸렌은 규정된 온도 조건에서 하중이 걸린 피스톤에 의해 다이스를 통해 압출된다. 재료와 접촉이 되는 장비의 모든 표면은 연마가 되어 있어야 한다. 장치는 다음의 필수 부품으로 구성된다.

- a) **강철 실린더** 강철 실린더는 수직인 곳에 부착되며, 190 °C에서 동작을 하기 때문에 단열 처리를 한다. 실린더는 길이가 최소 115 mm이고 안지름이 9.5 ~10 mm이어야 하며 아래 **b)**의 요구 사항을 준수해야 한다. 실린더의 기저부는 노출된 금속 면적이 4 cm²를 초과할 경우에는 단열 처리해야 하며, 압출 재료의 점착을 피하기 위해 단열재는 폴리테트라플루오르에틸렌(두께 약 3 mm)을 사용하는 것이 바람직하다.
- b) **강철 공동 피스톤** 강철 공동 피스톤의 최소 길이는 실린더 길이와 같아야 한다. 실린더 축과 피스톤 축이 일치해야 하며, 피스톤의 유효 길이는 최대 135 mm이어야 한다. 헤드 길이는 (6.35±0.10) mm이다. 헤드의 지름은 실린더의 동작 길이를 따라 모든 점에서 실린더의 안지름보다 (0.075±0.015) mm 작아야 한다. 또한 하중을 산출하기 위해 **c)**를 참조한다. 이 지름은 ±0.025 mm 이내이어야 한다. 헤드의 낮은 쪽 가장자리는 반지름이 0.4 mm이고 위쪽 가장자리는 날카로운 부분을 제거해야 한다. 헤드 위에서 피스톤은 지름이 약 9 mm로 완화된다. 이동식 저울추를 지지하기 위해 피스톤 상단에 스태드를 붙여도 되지만 피스톤은 이 하중으로부터 단열 처리되어야 한다.
- c) **피스톤 상단에 있는 이동식 저울추** 저울추와 피스톤의 총 하중 P 는 다음과 같다.
방법 A의 경우에 $P=21.2$ N(**10.5** 참조)
방법 C의 경우에 $P=49.1$ N(**10.6** 참조)
- d) **가열 장치** 가열 장치는 실린더에 있는 폴리에틸렌을 (190±0.5) °C로 유지시킨다. 자동 온도 조절이 필요하다.
- e) **온도 측정 장치** 온도 측정 장치는 다이스에 가능한 한 가깝게 설치하거나 실린더 본체 내에 설치하여야 한다. 온도 측정 장치는 온도를 ±0.1 °C의 정확도로 측정할 수 있도록 교정해야 한다.



1 가이드 콜러(guide collar)

그림 8 용융 지수 측정 장치(바깥지름이 큰 실린더, 다이스 지지판 A, 단열판 B)

단위 : mm

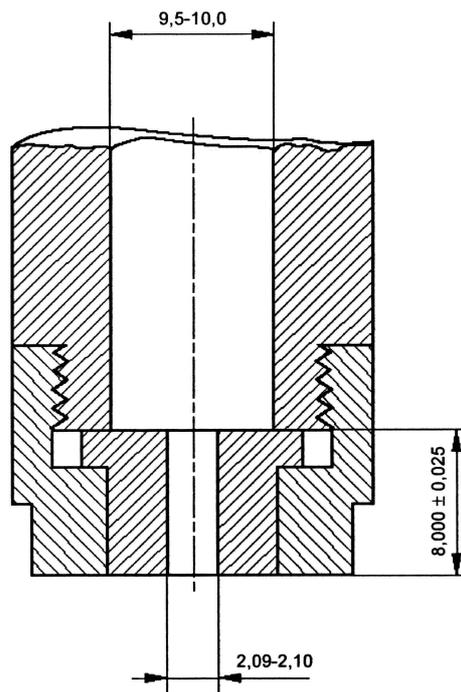


그림 9 다이스(바깥지름이 작은 실린더 및 다이스를 설치하는 방법의 예)

f) **다 이 스** 다이스는 경화 강철로 만들며 길이가 (8.000±0.025) mm이고 평균 안지름이 2.090 ~ 2.100 mm이다. 그 길이를 따라 ±0.005 mm 내로 일정해야 한다(그림 9 참조). 이 다이스는 실린더 기저부를 벗어나 돌출되지 않아야 한다.

g) **저 울** 저울의 정밀도는 ±0.000 5 g이다.

10.3 시험 시편 절연체 및 시스의 재료는 케이블 또는 전선의 한쪽 끝으로부터 시료를 채취한다. 시험편은 어느 방향으로든 간에 크기가 3 mm를 초과하지 않게 시료를 채취하여야 한다.

비 고 필요하다면, 절연 재료는 다른 심선에서 채취해도 된다.

10.4 장치의 청소와 유지 각 시험을 끝낸 후 장치는 세척하여야 한다. 표면의 부착된 폴리에틸렌을 제거할 때 또는 장치 부품을 조작할 때는 피스톤, 실린더 및 다이스의 표면을 손상시킬 수 있는 재료나 연마재를 사용해서는 안 된다.

장치를 세척하기에 적합한 용제는 크실렌, 테트라하이드로나프탈렌 또는 무취 등유이다. 피스톤은 뜨거울 때 천을 용제에 담가 청소해야 하며, 실린더도 뜨거울 때 면봉을 용제에 담가 청소해야 한다. 다이스는 딱 맞는 청동 리머나 나무못으로 청소한 후 끓는 용제에 담가야 한다. 규칙적으로 사용하는 장치의 경우, 상당히 빈번하게, 예를 들어 일주일에 한 번 절연판과 다이스 지지판을 제거하여 실린더를 완전히 청소할 것을 권장한다.

10.5 방법 A

10.5.1 일반 사항 방법 A는 MFI가 알려지지 않은 폴리에틸렌 시험편의 용융 지수를 측정하는 데 적합하다.

10.5.2 시험 절차 장치를 청소한다(10.4 참조). 일련의 시험을 시작하기 전에 실린더와 피스톤 온도는 15분 동안 (190±0.5) °C에 있어야 하며, 폴리에틸렌을 압출하는 동안 이 온도를 유지해야 한다.

온도 측정 장치[10.2의 e) 참조]는 실린더 내에 영구적으로 들어 있는 유리 수은 온도계를 사용할 것을 권장한다. 목재 금속 등과 같은 저융점 합금을 사용하여 열적 접촉이 잘 되도록 해야 한다.

비 고 다른 온도 측정 장치를 사용하는 경우, 시험을 시작하기 전에 10.2 e)의 유리 수은 온도계와 비교하여 (190±0.5) °C로 교정한 후 실린더 안에 놓고 적당한 깊이로 폴리에틸렌에 담근다.

실린더에 약간의 시험편을 채우고(표 1 참조), 하중을 제거한 피스톤을 실린더 상단에 다시 삽입한다.

시험편을 삽입하고 4분 후, 이 시간 동안 실린더 온도는 (190±0.5) °C로 복귀해야 하며, 다이스를 통해 폴리에틸렌을 압출하기 위해 하중을 피스톤 위에 놓는다. 압출된 재료를 짧게 자르는 적당히 날카로운 도구인 “절단기(cut off)”로 다이스에서 일정한 간격으로 압출된 재료를 잘라 압출 속도를 측정한다. 각 절단에 걸린 시간 간격이 표 1에 명시되어 있다.

시험편을 실린더에 삽입하고 나서 20분 이내에 여러 개의 시료를 채취한다. 첫 번째로 절단한 시료와 기포를 포함하는 것은 버린다. 그 중에서 최소 3개를 선택하여 각각 mg단위까지 질량을 측정하고 평균값을 계산한다. 만약 최대값과 최소값의 차이가 평균값의 10 %보다 클 경우, 그 결과를 버리고 다시 시험해야 한다.

10.5.3 결과의 표현 용융 지수(MFI)를 유효 숫자 2자리(비고 1. 참조)까지 기록하고 MFI.190.20.A로 표현한다(단위 : g/600 s)(비고 2. 참조).

$$MFI.195.20.A = \frac{600 \times m}{t}$$

여기에서 MFI : 10분당 그램으로 표현

m : 절단한 질량의 평균 질량(단위 : g)

t : 절단 시간 간격(단위 : 초)

비 고 1. 폴리에틸렌의 MFI는 이전의 열적 및 기계적 처리에 의해 영향받을 수 있으며, 특히 산화는 MFI를 감소시키는 경향이 있다. 시험 중에 발생하는 산화는 대개 연속 절단 질량을

연속적으로 감소시킨다. 이 현상은 산화 방지제를 포함하고 있는 폴리에틸렌 화합물에는 보이지 않는다.

2. 190=시험 온도(단위 : °C)

20(또는 방법 C에서 50)=용액에 가해진 뉴턴 단위의 근사 하중

10.6 방법 C

10.6.1 일반 사항 방법 C는 방법 A에 의해 측정된 MFI가 1 미만인 폴리에틸렌 시험편의 MFI를 측정하는 데 적합하다.

10.6.2 시험 절차 시험 절차는 방법 A와 동일하다. 절단을 하는 데 사용한 시간 간격과 실린더에 넣은 충전물의 질량은 표 1에 따른다.

10.6.3 결과의 표현 용융 지수(MFI)를 유효 숫자 2자리(10.5.3의 비교 1. 참조)까지 기록하고 MFI.190.50.C로 표현한다(단위 : g/150 s)(10.5.3의 비교 2. 참조).

$$MFI.195.50.C = \frac{150 \times m}{t}$$

비 고 더 많은 하중(50 N)으로 더 짧은 절단 시간(150초)을 사용하면 방법 A와 척도 A를 사용하여 얻은 결과와 거의 일치하는 척도 C를 구할 수 있다. 그러나 척도 A와 C 사이에 직접적인 상관 관계는 없다.

표 1 절단하는 데 사용되는 시간 간격과 방법 A와 C를 위해 실린더 내에 놓이는 충전물의 질량

용융 흐름 지수 MFI	실린더에 넣은 충전물의 질량 g	시간 간격 s
0.1~0.5	4~5	240
0.5~1	4~5	120
1~3.5	4~5	60

11. 폴리에틸렌에서 카본블랙과 무기질 충전물의 함량 측정 - 직접 연소법

11.1 시험편 채취 절연체 또는 시스의 시험편을 충분한 질량으로 케이블의 한쪽 끝에서 채취한다. 이 시험편을 조각으로 자른다. 그 치수는 임의의 방향으로 5 mm를 초과하지 않아야 한다.

11.2 시험 절차 길이가 약 75 mm인 카본 보트가 빨갱게 달아오를 때까지 가열한 후 최소 30분 동안 건조기에서 냉각시키고 0.000 1 g까지 질량을 잰다. 질량이 (1.0±0.1) g인 폴리에틸렌 시험편을 보트에 넣고 전체 질량을 0.000 1 g까지 잰다. 폴리에틸렌 질량을 가장 근접한 0.000 1 g(질량 A)까지 재기 위해 보트의 질량을 뺀다.

보트와 시험편을 경질 유리질, 규소질 또는 자기제 연소관에 넣고 길이 (400±50) mm로 약 30 mm를 뚫는다. 300~650 °C의 온도 측정을 위해 온도계를 운반하는 스토퍼와 질소가 들어가도록 관을 연소관 한쪽 끝에 삽입하여 온도계 끝이 보트에 닿도록 한다. 산소 함량이 0.5 % 미만인 질소를 연소관을 통해 (1.7±0.3) L/min의 속도로 통과시키고, 이 흐름률을 지속적으로 가열하는 동안에도 유지시킨다. 확실하지 않은 경우, 질소의 산소 함량을 0.01 %로 제한한다.

연소관을 노(furnace)에 놓고 그 출구를 두 개의 냉각 트랩에 일렬로 연결한다. 두 개의 트랩에는 트리클로에틸렌이 담겨 있으며 첫 번째 트랩은 드라이아이스로 냉각된다. 두 번째 트랩 출구관은 가스 배출구 또는 외부 대기로 뺀다. 다른 방법으로 이 출구를 연소관에서 직접 외부 대기로 뺄 수도 있다.

약 10분 후 온도가 300~350 °C, 그 후 10분 후 약 450 °C, 다시 10분 후 (600±5) °C가 되도록 노를 가열한다. 이 온도를 10분 동안 유지한다. 이 방법을 사용하고 노에서 빠진 보트를 포함한 관을 질소 흐름을 전과 같은 속도로 유지하면서 5분 동안 냉각시키고 10분 후 출구관을 냉각 트랩에서 분리한다.

보트를 질소 입구 끝을 통해 연소관에서 제거하여 20~30분 동안 건조기에서 냉각시킨 후 질량을

다시 측정한다. 잔여물의 질량은 0.000 1 g(잔여물의 질량 B)까지 측정한다. 그 후, 보트를 다시 연소관에 삽입한다. 질소 대신 공기나 질소를 (600±20) °C에서 적당한 흐름율로 관을 통해 불어넣는다. 나머지 카본블랙이 연소되어야 한다. 시험 조립품에서 냉각시킨 후 보트를 제거하고 다시 질량을 잰다. 잔여물의 질량을 0.000 1 g(잔여물의 질량 C)까지 측정한다.

11.3 결과의 표현

$$\text{카본블랙 함유량} = \frac{B-C}{A} \cdot 100 \%$$

$$\text{무기질 충전물 함유량} = \frac{C}{A} \cdot 100 \%$$

$$\text{총 충전물 함유량} = \frac{B}{A} \cdot 100 \%$$

12. 폴리올레핀 화합물에서 카본블랙 함량의 열중량 분석법

비 고 이 방법은 폴리에틸렌의 카본블랙 함량을 측정할 때 11.의 방법을 대안으로 사용할 수 있다. 문제의 소지가 있는 경우 11.의 직접 연소법을 기준 방법으로 사용한다.

12.1 원 리 열질량 분석기에서 질량을 잰 시험 부분을 100 °C에서 시작하여 20 K/min 속도로 950 °C까지 가열한다.

비 고 1. 시작 온도 100 °C는 냉각 시간이 짧아 이후 측정을 더 일찍 실시할 수 있기 때문에 실용적이다.

먼저, 산소가 없는 건조한 질소를 이용하여 시험 부분을 제거한다. 온도가 850 °C에 이르면 건조한 질소를 “합성 공기”로 바꾼다. 공기로 바꾼 후 존재하는 카본블랙을 연소시킨다.

비 고 2. 질소를 이용해서 제거할 때 질량 손실은 중합체의 열화와 다른 미량 성분의 손실 때문이다.

12.2 시 약

- 산소 함량이 10 mg/kg 미만인 질소로 건조시킨다.
- “합성 공기(80 % 질소와 20 % 산소의 혼합물)”를 건조시킨다.

12.3 장 치

- 열 중량 분석기
- 기체 선택기
- 작 도 기
- 분석 저울

12.4 절 차

12.4.1 장치의 매개 변수

- a) 시작 온도 : 100 °C
- b) 가열 속도 : 20 K/min
- c) 종료 온도 : 950 °C
- d) 계량한 시험 부분 : 5 ~ 10 mg
- e) 850 °C까지 질소를 건조시켜 정화한 가스
- f) 850~950 °C의 “합성 공기”를 건조시켜 정화한 가스

12.4.2 조 작 제조자의 지침과 12.4.1에 명시한 매개 변수에 따라 장치를 조작한다. 시험 부분이 담긴 도가니의 밀면을 덮는다. 시험 부분은 가능한 한 얇은 시트로 구성된다. 가열을 하기 전에 최소한 5분 동안 질소를 사용하여 공기를 제거해야 한다.

12.4.3 평 가 화합물의 카본블랙 함량은 각 하나의 시험 부분에 대해 850~950 °C의 건조한 “합성 공기”에서 연소하는 동안 질량 변화로 결정된다. 950 °C에서 점화 잔여물은 동시에 회분 함량이 된다.

13. 폴리에틸렌에서 카본블랙 분산 평가 시험 방법

13.1 일반 사항 KS M ISO 18553에 따라 평가를 실시한다. 이 방법은 폴리에틸렌 화합물이나 압출(예 : 시스)과 함께 사용하기 적합하다.

비 고 이 방법은 카본블랙 함량이 3 % 미만인 폴리에틸렌에만 적용한다.

KS M ISO 18553은 시험편을 준비하는 두 가지 절차를 다룬다. 두 절차를 사용할 수 있지만, 다음의 권고 사항을 적용한다.

- 압축 절차는 주로 폴리에틸렌 화합물에 사용하지만 압출물에도 사용할 수도 있다.

- 마이크로톰 절차는 폴리에틸렌 압출물에 사용한다.

13.2 절 차 KS M ISO 18553에 따라 규정된 수의 시험편을 준비한다. KS M ISO 18553에 명시된 현미경 검사법을 사용하여 다음에 대해 시험편을 검사한다.

a) 분 산 도

b) 걸모양 평가

13.3 결과의 표현 KS M ISO 18553에 명시된 방법으로 검사 결과를 표현한다.

13.4 요구 사항 관련 케이블 규격에 별도로 언급하지 않은 경우, KS M ISO 18553의 부속서 D에서 권고한 한계값을 취하여 허용 분산도를 나타낸다.

비 고 KS M ISO 18553의 부속서 D에는 다음이 명시되어 있다. “다음의 한계값을 권장한다. 등급 : 평균 3 이하(5.1 참조), 외관 평가 : 부속서 B의 현미경 사진 B보다 나쁘지 않아야 한다(즉, 현미경 사진 A1, A2, A3, B와 비교할 수 있는 분산 평가만 허용된다).”

부속서 A(참고) 공구 및 시약

공 구

8.2.8, 8.2.9, 8.2.10에 나타낸 공구는 다음 주소에서 구입할 수 있다.

MM. Custon Scientific Instruments Inc.

541 Deven Street

Arlington, N.J.

U.S.A.

공구의 상세 도면은 다음 주소에서 구입할 수 있다.

American Society for Testing and Materials(ASTM)

1916 Race Street

Philadelphia 19103, Pa.

U.S.A.

시 약

25 ℃에서 밀도가 1.06인 100 % IGEPAL CO-630 시약은 다음 주소에서 구입할 수 있다.

GAF Corp., Dyestuff and Chemical Div.

140 West 51 Street

New York, N.Y. 10020

U.S.A.

이 시약은 물 1 % 미만을 포함해야 한다. 흡습성이기 때문에 밀봉된 금속이나 유리 용기에 보관해야 한다.

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 : 전선 및 케이블 분야 전문위원회

구 분	성 명	근 무 처	직 위	
(위 원 장)	홍진웅	광운대학교	교 수	
(위 원)	윤석환	LS전선(주)	차 장	
	조영준	대원전선(주)	상 무	
	이시형	가온전선(주)	팀 장	
	김명길	한국코아엔지니어링	전 무	
	오수경	한국전자정보통신산업진흥회	센터장	
	김재현	한국전기공사협회	팀 장	
	조준형	한국전선공업협동조합	부 장	
	이근재	한미전선(주)	부 장	
	김주삼	한국제품안전협회	팀 장	
	김선호	한국산업기술시험원	연구원	
	박범하	한국기계전기전자시험연구원	책 임	
	최기보	한국화학융합시험연구원	과 장	
	(간 사)	송무근	국가기술표준원 전자정보통신표준과	주무관
		김원석	국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과	연구사

원안작성협력 : 시험 인증기관 담당자 연구포럼

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)	최기보	한국화학융합시험연구원	과 장
(참여연구원)	강수현	한국기계전기전자시험연구원	주 임
	김선호	한국산업기술시험원	연구원
	구기모	한국기계전기전자시험연구원	연구원
	김원석	국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과	연구사

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 60811-4-1 : 2015-09-23

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

- Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds - Resistance to environmental stress cracking - Measurement of the melt flow index - Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion - Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA) - Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope

ICS 29.035.20 **29.060.20**

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>

