

전기용품안전기준

K 60811-4-1

[KS C IEC 2002]

전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

제4부 : 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 화합물의 시험방법

제1절 : 환경응력의 내균열성, 가열후의 권부시험, 용융지수의
측정, PE의 카본블랙 및 무기물 충전재의 함유량 측정

목 차

1. 적용범위	2
2. 시험 값	2
3. 적용성	2
4. 용어의 정의	2
5. 형식시험 및 기타 시험	2
6. 전처리	2
7. 중간값	3
8. 환경 응력의 내균일성	3
8.1 개요	3
8.2 장치	3
8.3 시험 시트의 준비	5
8.4 시험 시트의 조정	6
8.5 시험 시트의 육안검사	6
8.6 시험 순서	6
8.7 결과의 평가	7
8.8 시험조건의 요약과 시험순서A 및 B 의 필요 조건	7
9. 열 노화후의 권부시험	7
9.1 개요	7
9.2 장치	8
9.3 시료채취	8
9.4 열 노화 순서	8
9.5 시험 순서	8
9.6 결과의 평가	8
10. 열가소성 폴리에틸렌의 용융지수의 측정	8
10.1 개요	8
10.2 장치	9
10.3 시료채취	9
10.4 장치의 청소 및 보수	9
10.5 방법 A	10
10.6 방법 B	11
11. PE의 카본블랙 및 무기물 충전제의 함유량 측정	11
11.1 시료채취	11
11.2 시험순서	11
11.3 결과의 표현	12
부록 A - 기구와 시약	14
부록 B - KSC IEC 60538과 60540 및 60811의 해당 항목 및 세부 항목 대 조표	15

전 기 용 품 안 전 기 준

(K 60811-4-1)

전기 케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통 시험방법

제4부 : 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 화합물의 시험 방법

제1절: 환경 응력의 내균열성, 가열후의 권부시험, 용융 지수의 측정,
PE의 카본 블랙 및 무기물 충전제의 함유량 측정

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables

- Part 4 : Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds

- Section 1 : Resistance to environmental stress cracking
 - Wrapping test after thermal ageing in air
 - Measurement of the melt flow index

서 문

이 규격은 1985년 제1판으로 발행된 IEC 60811-4-1, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds - Section One - Resistance to environmental stress cracking - Wrapping test after thermal ageing in air - Measurement of the melt flow index 를 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격(KS C IEC 60811-4-1 : 2002)과 부합화한 전기용품안전기준이다.

1. 적용범위

이 규격은 선박에 사용되는 케이블과 배전용 및 통신용 전기 케이블 등의 절연체 및 시스 재료의 시험방법에 대하여 규정한다.

이 규격은 절연체의 컴파운드, 발포층을 포함한 환경 응력의 내균열성, 가열후의 권부시험, 용융 지수의 측정, PE의 카본 블랙 및 무기물 충전제의 함유량 측정에 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. 용어의 정의

각 시험에 있어서의 구별은 저밀도, 중밀도 그리고 고밀도 PE로 구분한다.

저밀도 폴리에틸렌 $\leq 0.925 \text{ g/cm}^3$ 23°C

중밀도 폴리에틸렌 > 0.925 $\leq 0.940 \text{ g/cm}^3$ 23°C

고밀도 폴리에틸렌 $> 0.940 \text{ g/cm}^3$ 23°C

비고 - 이러한 밀도는 KSC IEC811-1-3의 8절(: 전기케이블의 절연체 및 시스 재료의 공통시험방법, 제1부 : 시험방법 총칙
- 제 3절 : 밀도의 측정방법 - 내 수성성 시험 - 수축 시험방법)에서 규정된 방법에 의한 경우 미완성된 합성수지를 참고한다.

5. 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

6. 전처리

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

7. 중앙값

시험의 결과가 얻어진 값을 상위 순 또는 하위 순서로 정렬 할 수 있었을 때, 유효한 측정치의 수가 홀수의 경우는 그 중앙값, 짝수의 경우는 2 개의 중앙값의 평균치로 한다.

8. 환경응력의 내균일성

8.1 개요

시험절차는 시스 재료에 적용한다.

절차 A

케이블 시스템상태와 환경이 과혹하지 않은 경우의 재료에 적용한다.

절차 B

케이블 시스템상태와 환경이 과혹한 경우의 재료에 적용한다.

8.2 장치

8.2.1 성형판보다 넓은 플레리트를 갖는 성형 시험시트 작성용 가열 프레스.

8.2.2 두께 $6\pm 0.5\text{mm}$, 면적 $200\text{mm}\times 230\text{mm}$ 을 가진 두 개의 견고한 금속 후면판은 온도센서를 붙이기 위해 판의 중앙에 5mm 내로 각각의 한쪽 끝에 구멍을 뚫는다.

8.2.3 두 개의 분리 용지는 약 $200\text{mm}\times 230\text{mm}$ 이다. 예) 알루미늄 호일은 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 두께이며 폴리에스터필름은 $0.2\sim 0.3\text{mm}$ 두께이다.

8.2.4 시험시트를 제작하기 위한 적합한 몰딩폼은 내부코너가 반지름 3mm 두께로 둥글게 된 150mm×180mm×3.3±0.1이다.

8.2.5 강제 공기순환 기능과 5±0.5℃/h의 비율로 온도를 내리는 장치를 가진 전열 공기 오븐.

8.2.6 시험편을 38.0±2.5mm×13.0±0.8mm으로 절단할 수 있는 깨끗하고 날카로운 날로 인해 흠이 생기지 않고 천공할 수 있는 다이와 천공용 프레스 또는 기타 적절한 장치

8.2.7 다이얼 게이지는 지름이 4~8mm의 평평한 게이지, 면 압력 5~8N/cm²의 측정압력을 가지는 다이얼 게이지

8.2.8 그림2에 나타난 것과 같은 날을 갖는 것을 그림1의 V자형의 장치에 넣는 치구.

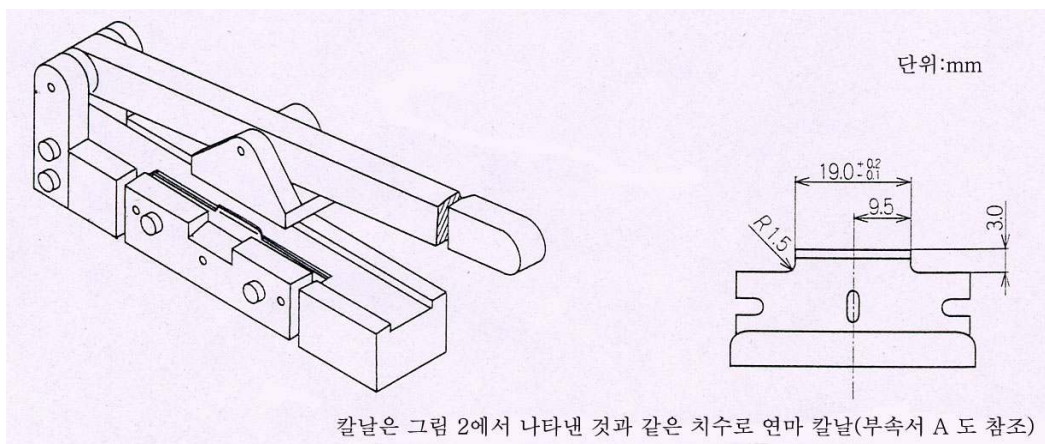


그림 1

그림2

8.2.9 그림3은 바이스가 있는 권부장치 또는 균일하고 확실한 고정을 할 수 있는 장치, 잠금 장치가 있는 장치.

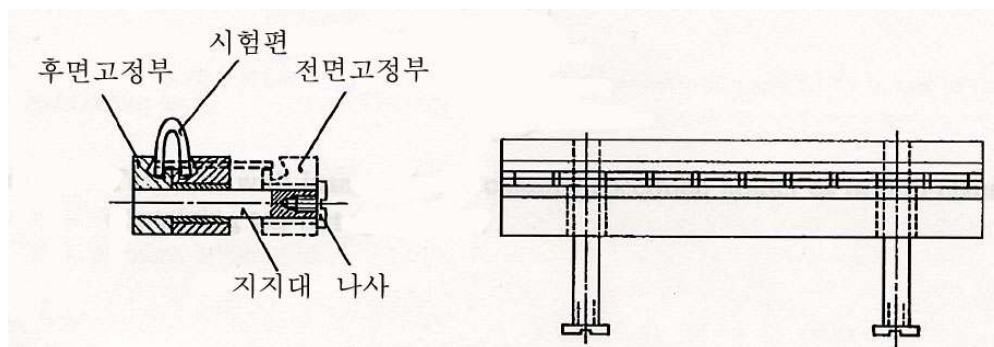


그림 3

8.2.10 그림4는 굽힘 시험편을 끼우는 부분에서 교환하기 위한 기구.

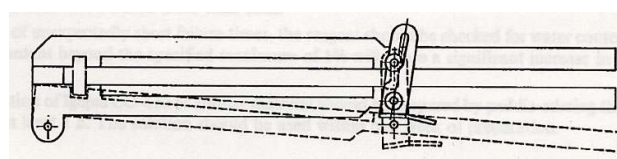


그림 4

8.2.11 그림5 는 10장의 곽힘 시험 를 고정하기 위한 동합금으로 만든 시험편 홀더 (holder) .

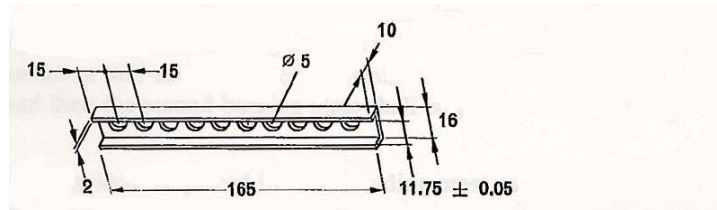


그림5

8.2.12 곽힘시험편을 고정하기 위한 동합금 시험편 홀더를 삽입하기 위한 200×32mm 경질 유리 시험관.
시험관의 마개는 적당한 알루미늄 호일로 막는다(그림 6참조).

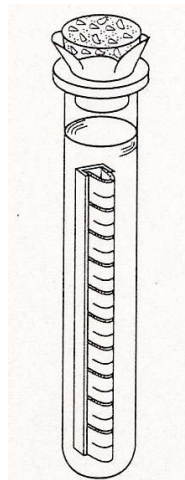


그림6 - 10장의 시험편을 동합금 시험편 홀더 8.2.11에 삽입하기 위한 시험관

8.2.13 시약

절차A

100%의 Igepal CO-630(Antraox CO-630) 또는 동등의 화학 혼합물(노트1과2, 부속서A 참조)

절차B

Igepal CO-630(Antraox CO-630)의 용적 10%수용액, 또는 동등의 화학 혼합물 (노트1과2, 부속서A참조)

비고1 - 시약은 한번이상 사용되어선 안 된다.

- 2 - 예상치 못한 짧은 반응 실패의 경우에 시약의 수중함유성분을 조금씩 증가시키면서 그 성분을 시약의 활동에 큰 증가를 유발하는 규정된 최대 1%를 넘는지 점검해야 한다.
- 3 - Igepal CO-630의 수용액또는 비슷한 물질은 최소 한시간 60~70℃에서 패들스티어링 혼합에 의해 준비되어야 한다.
용액은 준비된 후 1시간이내에 사용하여야 한다.

8.2.14 시험관을 지지한 선반을 수용하기에 충분한 크기와 깊이의 가열된 컨테이너(그림6) 온도는 적합한 장비와 시험관 삽입시 온도가 49℃미만으로 내려가지 않도록 하기에 충분한 온도 50±0.5℃로 유지해야한다

8.3 시험시트의 준비

8.3.1 시험의 준비는 8.2.3에 나타난 것과 같이 청정하게 한 분리용 호일을 8.2.2에 나타내는 성형판과 8.2.4에 나타내는 시험용 성형 틀 위에 놓는다.

이 흙은 $90\pm 1\text{g}$ 의 미립자나 두 번째 분리 호일 위에서 단일한 층을 형성하고 있는 제분된 덩어리물질로 채워진 후 두 번째 후면판이 놓이게 된다. 어떤 촉매도 사용되지 않는다.

8.3.2 성형 장치는 미리 170°C 까지 가열하고 8.2.1에 나타난 성형 프레스 안에 놓이게 되며 1kN 이하의 작은 힘으로 프레스를 압축한다.

8.3.3 성형판 속의 센서에 의하여 지시받은 온도가 $165\sim 170^{\circ}\text{C}$ 까지 이르렀을 때 $50\sim 200\text{kN}$ 의 범위에서 최대하중을 2분간 가한다. 그리고 그 사이 온도는 $165\sim 170^{\circ}\text{C}$ 사이의 범위를 유지하여야 한다. 성형 장치에 압력이 종료되면 프레스를 가압 상태에서 즉시 냉각시킨다.

8.4 시험시트의 조정

성형시편을 평활하게 하며 분리용 호일과 폴리에틸렌이 양호한 적속 상태가 유지되도록 분리 호일용 영향에 주지 않게 하고 성형판을 제거한 후에 성형된 시험시트는 8.2.5에 따라 오븐 안에 넣는다.

성형한 시트의 수평면 중앙의 위 5mm 이내에서 측정된 온도는 다음과 같이 관리하여야 한다 : 오븐의 온도는 저밀도 폴리에틸렌에 대해서는 $145\pm 2^{\circ}\text{C}$, 중밀도 폴리에틸렌은 $155\pm 2^{\circ}\text{C}$, 고밀도 폴리에틸렌은 $165\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 1시간 유지한다. 그 후 냉각은 $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ 가 될 때까지 1시간에 $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 비율로 냉각시킨다. 프레스 속에서의 성형시험시트의 냉각은 무시한다. 냉각되는 상태를 온도기록계로 기록하여야 한다.

비고 - 시험시트의 제조방법은 임의로 해도 좋다, 문제가 있는 경우에는 조제된 표준시료를 사용한다.

8.5 시험시트의 육안 검사

시트는 표면이 평활하고 가장자리로부터 10mm 을 제외하고 기포나 돌출부 흠등이 있어서는 안 된다.

8.6 시험 순서

8.6.1 시험편의 준비

8.2.6에서와 같이 블랭킹다이와 블랭킹 프레스나 기타 적당한 장비를 사용하여 너비 $13.0\pm 0.8\text{mm}$ 인 10장의 시험편을 시트의 가장자리로부터 25mm 이상의 위치에 취한다. 시험편을 취한 후의 구멍사이의 작업으로 인하여 영향을 받아서는 안 된다

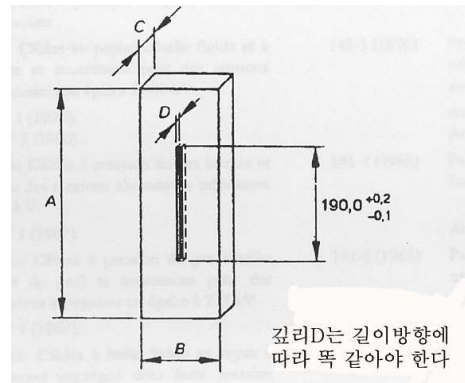
8.2.7에 따라 다이얼게이지를 이용해 측정된 시험편의 두께는 $3.15\pm 0.15\text{mm}$ 가 되어야 한다.

시험편은 사각의 모서리를 잘 다듬어야 한다. 경사진 모서리는 잘못된 결과가 생길 가능성이 있다.

8.6.2 시험편의 노칭과 삽입

시험편을 시약에 넣기 전에 8.2.8에 따라 노칭 장비를 이용해 넣는다(그림7)

칼은 날카롭고 무디거나 망가진 것이어서는 안되므로 필요시엔 교체를 한다. 팬츠는 상태에서도 100회 이상의 노치에 사용되어져서는 안 된다.



PE- 시스 컴파운드의 밀도	A mm	B mm	C mm	D mm
$\leq 0.940 \text{ g/cm}^3$	38 ± 2.5	13.0 ± 0.8	$3.00 \sim 3.30$	$0.50 \sim 0.65$
$> 0.940 \text{ g/cm}^3$	38 ± 2.5	13.0 ± 0.8	$1.75 \sim 2.0$	$0.30 \sim 0.40$

그림 7

시험편 10개를 8. 2. 9에 따라 구부리고 크램프에 잘게 썰은 것을 넣고 설치한다. 크램프는 바이스 또는 정속도의 구동 회전프레스에 의한 공구로 30~35초동안 압력을 가한다.

구부린 시험편은 8.2.10에 따라 공구를 구부리고 크램프로부터 꺼내어 8.2.11에 따라 동합금제의 홈상 치구에 넣는다. 만약 몇 개의 시험편이 홀더로부터 나와 있다면 손으로 조절하여 밀러 넣는다.

지지대는 시험편이 구부러진 후 5~10분 8.2.12의 관에 넣는다. 시험관은 8.2.13의 적당한 시약으로 모든 시험편이 액체로 덮일 때까지 채워지며 콜크로 막는다.

시약으로 가득찬 시험관은 8.2.14에서 보이는 바와 같이 즉시 가열된 용기의 선반에 놓는다. 시험 중에 시험편이 시험관과 접촉하지 않도록 주의가 요해진다. 가열된 용기의 넣은 시간을 기록해 둔다.

8.7 결과의 평가

일반적으로 환경 응력 내 균열은 노치(새김)에서 시작하여 균열이 우측으로 진행한다. 확대경을 사용하지 않고 육안 또는 교정시력으로 검사할 때 크랙의 첫 발생을 시험편의 불량으로 한다.

절차 A

가열된 용기 내에서 24시간 후에 시험편의 파괴는 5개 이하이어야 한다. 만약 6 개의 시험편이 파괴되었다면 이 시험은 통과하지 못한 것으로 간주된다. 새로운 시험 용지에서 10 개의 시험편을 사용하여 1회에 한하여 재시험하여도 좋다. 그 경우 5개 초과 파괴되어서는 안 된다.

절차 B

가열된 용기 내에서 48시간 후엔 균열한 시험편이 하나도 없어야 한다. 시험편이 1 개라도 파괴한 경우 불량이라고 판정한다. 새로운 시트로부터 10개의 시험편을 사용하여 1회에 한하여 재시험하여도 좋다. 그 경우 시험편이 파괴

되어서는 안 된다.

8.8 수행절차 A와 B를 위한 필요조건과 시험 상태의 요약

상태 및/ 또는 필요조건	수행절차 A	수행절차 B
시험시트의 준비 : - 온도 $^{\circ}\text{C}$ - 힘 kN - 시간 min 시험시트의 상태 : - 온도 범위 $^{\circ}\text{C}$ - 냉각 속도 $^{\circ}\text{C/h}$ 시험 상태 : - 시약 $\%$ - 온도 $^{\circ}\text{C}$ - 지속성(최소) h 필요조건 : - 실패 비율 max	165 ~ 170 50 ~ 200 2 (145 $\pm$ 2) ~ (30 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -2 \end{smallmatrix}$) 5 $\pm$ 2 100 24 5개의 시험편(F 50)	10 48 0개의 시험편(F 0)
*Igepal CO-630 또는 기타 동일한 성분을 갖는 시약		

9. 열노화 후의 권부시험

9.1 개요

이 시험은 절연체용 폴리에틸렌 컴파운드가 내산화성의 정도를 나타내기 위한 것이다.

이 시험은 재료의 밀도가 0.940g/cm^3 이하로서 외경 10mm 이하 및 두께 0.8mm이하 또는 그 어느 쪽이든 한쪽의 조건으로 실시한 경우에 대하여 적용한다.

밀도가 0.940g/cm^3 을 초과하는 재료에 대해서는 검토중이다.

비고 - 장기 안정시험은 검토중이다.

9.2 장치

9.2.1 표면이 부드러운 금속제 맨드릴 및 하중 지그

9.2.2 권부장치, 가능하다면 자동 권취 기구부착 맨드릴

9.2.3 자연순환형 가열장치

9.3 시료채취

이 시험은 완성제품으로부터 4개의 시험편을 취한다. 2m 길이의 시료로부터 4개의 시험편을 만든다.

시험편에 부착된 충전화합물에서 시스와 편조가 있다면 주의하여 제거한다.

시료에서 도체를 제거하지 않고 시료를 평평하게 한다.

9.4 열 노화 순서

9.3에 의하여 준비된 시료는 9.2.3의 가열장치의 중앙에 시료를 상호 20mm 이상 간격을 두고 $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에 $14 \times 24\text{h}$ (336시간)동안 수직으로 매 단다. 시료가 차지하는 비율은 가열장치 용적의 2% 이상이어서는 안 된다. 가열이 끝나는 즉시 시료를 가열장치로부터 꺼내고 직사광선에 노출하지 않고 16시간 이상 실온에 방치한다.

비고 - 가열시간 및 가열온도 관계된 케이블의 사양에 의해 필요에 따라 시간이 늘어나거나 온도를 올릴 수 있다.

9.5 시험 순서

9.3에 의하여 준비된 시험편을 9.4에 따라 가열 후 실온에서 권부시험을 수행한다.

이런 목적으로 도선 한쪽을 벗긴다. 도체단면적에 대하여 $15\text{N}/\text{mm}^2 \pm 20\%$ 의 무게를 가한다. 약 1회/5초의 속도로 금속제 맨드릴위에 9.2.2의 권부장치를 이용하여 시험편의 한쪽 끝을 10회 감는다. 권부 외경은 시험편의 1 ~ 1.5배로 한다. 맨드릴에 시험편을 감아 9.2.3의 가열장치의 중앙에 $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 24시간동안 수직 나선모양의 형태로 유지한다.

9.6 결과의 평가

실온에서 냉각 한 후에 시험편을 확대경 없이 육안으로 조사하였을 때 크랙이 없어야 한다. 시험편이 파괴 되었을 경우 1회에 한하여 재시험 할 수 있다.

10. 열가소성 폴리에틸렌의 용융 지수의 측정

10.1 개요

폴리에틸렌 및 폴리에틸렌 컴파운드의 용융지수(MFI)는 온도 190°C 로 규정 하중을 가하여 2.5분 또는 10분 이내에 규정의 다이스를 통하여 나온 물질의 양이다.

비고 - 동일한 방법이 ISO 1133에 기재되어 있다.

10.2 장치

장치는 기본적으로 30페이지의 그림 8에 보여진 압출성형 플라스토티터이다. 수직의 금속 실린더에 들어있는 폴리에틸렌은 규정된 온도조건에서 하중이 걸린 피스톤에 의해 다이스를 통해 나온다. 재료와 접촉이 되는 장비의 모든 표면은 연마가 되어있어야 한다.

장치는 아래와 같이 주요부품으로 이루어지고 있다.

a) 강철 실린더

강철 실린더는 수직위치에 고정되고 190°C 에서의 작동을 위해 적당한 단열처리를 한다. 실린더는 내경 9.5~10mm로 길이는 최소 115mm이며, 10.2의 b)항목에 있는 필요조건을 따른다. 실린더의 바닥은 노출된 금속의 넓이가 4cm^2 를 초과하는 경우에는 단열처리를 한 것으로 하고 단열재로서는 압출성형 재료의 고화를 피하기 위해 약 3mm 두께의 폴리테트라플루오르에틸렌을 추천한다.

b) 강철 공동 실린더

강철 공동 실린더의 최소길이는 실린더의 길이와 같은 길이를 가졌다. 실린더와 피스톤의 축은 일치하고 피스톤의 유효길이의 최대는 135mm이다. 피스톤엔 $6.35 \pm 0.10\text{mm}$ 길이의 헤드가 있다.

헤드의 지름은 실린더의 동작 범위 내에서는 실린더의 내경으로부터 $0.075 \pm 0.015\text{mm}$ 작다. 또한 무게 c)를 계산하기 위해 직경 ± 0.025 이내의 정밀급으로 측정하여야 한다. 헤드의 하단 예지는 반경 0.4mm으로 하고, 상단 예지는 날카

로워지지 않을 정도의 에지이어야 한다. 헤드 상부의 피스톤 직경은 약 9mm 이어야 한다.

피스톤의 최상부에 조정용 저울추 지지용 스태드를 붙여도 되지만 피스톤은 이 저울추로부터 단열처리가 되어야 한다.

c) 피스톤 최상부의 조정용 저울추

그 저울추와 피스톤의 총 하중 P 는 다음과 같다.

$$P = 21.2N \text{ A방법인 경우 (10.5 참조)}$$

$$P = 49.1N \text{ B방법인 경우 (10.6 참조)}$$

d) 가열장치

폴리에틸렌을 실린더 안에서 $190 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 로 유지하기 위한 가열장치에는 자동 온도 조절장치가 필요하다.

e) 온도측정 장치

온도측정장치는 가능한 한 다이스에 가깝게 설치하거나 실린더몸체내부에 설치하며 온도측정의 정밀도는 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 의 정확도를 가져야 한다.

f) 다이스

다이스는 경화강철로 길이 $8.000 \pm 0.25\text{mm}$, 평균내경 $2.090 \sim 2.100\text{mm}$ 사이이며 길이방향으로 균일한 오차는 $\pm 0.005\text{mm}$ 이내(그림 9참조)이다. 다이는 실린더로부터 벗어나면 안 된다.

g) 저울

저울의 정밀도는 $\pm 0.0005\text{g}$ 의 정밀급 이어야 한다

10.3 시험 시료

절연체 및 시스의 시료는 케이블 또는 전선의 한쪽 끝으로부터 시료를 채취한다.

시험편은 어느 방향으로든 간에 크기가 3mm를 초과하지 않게 시료를 채취하여야 한다.

비고 - 필요하다면 절연체의 재료는 다른 선으로부터 채취해도 된다.

10.4 장치의 청소와 유지

장치는 시험을 한 후에는 청소를 하여야 한다.

표면에 부착된 폴리에틸렌을 제거할 때에 피스톤, 실린더, 다이스 또는 부품의 표면에 손상을 줄 우려가 있는 연마제와 같은 것은 결코 사용해서는 안 된다.

장치를 청소하는데 적합한 용제로는 크실렌, 테트라하이드로나프탈렌, 무향케로신등이 있다. 피스톤은 뜨거운 상태로 용제에 적신 천으로 손질된다. 실린더 또한 뜨거운 상태로 용제에 적신 천으로 소제한다. 다이는 거의 고정된 브래스 리머나 나무못으로 깨끗하게 한 후 끓는 용제에 담근다.

적절한 간격으로 예를 들어 계속사용시 일주일에 한번 정도 다이 지지판은 고정되어 있다면 분리를 하여 실린더를

완전히 청소할 것을 권장한다.

10.5 A방법

10.5.1 개요

A방법은 용융지수(*MFI*)가 알려지지 않은 폴리에틸렌 표본의 용융지수(*MFI*)를 측정하는데 적합하다.

10.5.2 시험 순서

장치를 청소한다(10.4를참조). 시험하기전에 실린더 및 피스톤의 온도를 15분간 $190\pm0.5^{\circ}\text{C}$ 가 되어야 하며 이 온도는 폴리에틸렌의 압출성형 동안 유지되어야 한다.

온도측정 장치(10.2의 e) 참조)는 수온온도계를 실린더 본체에 영구적으로 설치 할 것을 추천한다.(아래의 비고사항 참조). 목재 메탈과 같은 저융점 합금을 사용하여 열적 접촉이 잘되는 것을 사용해야 한다.

비고 - 만약 어떤 다른 온도 측정장치를 사용할 때에는 시험에 앞서 10.2의 e)에 따라 실린더 안의 폴리에틸렌속 적당한 깊이까지 담그고 $190\pm0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 수온 온도계와 비교하여 교정을 해 두어야 한다.

실린더 안에 시료의 일부가 들어갈 수 있게 하고(표1 참조) 하중을 제거한 피스톤을 실린더 상부에서 삽입한다.

시료투입 6분 후 이 때 실린더 온도는 $190\pm0.5^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 확인한다. 하중을 피스톤 상부에 올려놓고 폴리에틸렌을 다이스로부터 압출 한다. 압출량은 압출된 재료를 일정 시간 간격마다 적절한 칼로 절단 측정한다. 이 일정 시간 간격은 표1에 따른다. 시료를 실린더에 투입하고 나서 20분 이내에 여러개의 시료를 채취한다. 처음 절단한 거와 기포가 있는 것은 제외한다. 그 중에서 최소 3개를 선택 각각 mg 단위까지 무게를 달고 평균치를 계산한다. 만약 최대치와 최소치의 차이가 평균치의 10%보다 큰 때에는 그 결과를 버리고 다시 시험을 한다.

10.5.3 결과의 표현

*MFI*는 유효 숫자 2자리수(비고1 참조)와 기호 *MFI*.190.20.A(비고2 참조)로 나타낸다.

$$MFI.190.20.A = \frac{600 \times m}{t}$$

여기서 *MFI*는 10분당 그램수로 표현한다.

m : 절단한 질량의 평균치(g).

t : 절단 시간 간격(초)

비고1 - 폴리에틸렌의 *MFI*는 열적 기계적에 의해 영향을 받는다. 특별히 산화를 받을 때에는 *MFI*를 올리는 경향이 있다. 시험중에 일어나는 산화발생은 통상 절단량의 감소를 나타내는 원인으로 된다. 이 현상은 산화방지제를 포함한 폴리에틸렌 컴파운드 아래에서는 나타나지 않는다.

2 - *MFI* = 용융 지수

190 = 시험 온도 섭씨온도

20(또는 50) = 용액에 가해지는 뉴턴단위의 근사 하중

10.6 C 방법

10.6.1 개요

방법C는 방법A에 의하여 측정된 **MFI** 값이 1미만의 폴리에틸렌에 적합하다.

10.6.2 시험 수행절차

시험 수행절차는 방법A와 같다.

절단에 사용되는 시간간격과 실린더에 들어지는 충전물의 질량은 테이블 I 에 보여진다.

10.6.3 결과의 표현

MFI 값은 유효숫자 2자리수(비고1 참조)와 기호 MFI.190.50.C(비고2 참조)로 나타낸다.:

$$MFI.190.50.C = \frac{150 \times m}{t}$$

비고 - 더 짧은 절단시간(150초)과 더 많은 하중(50N)을 사용하는 것은 근사적으로 방법A와 스케일

A로 선택된 결과와 거의 일치한 스케일 C의 값을 얻을 수 있다. 그러나 스케일 A와 스케일 C의 사이에는 직접적인 관계는 없다. 초래한다.

표1

절단하는데 사용되는 시간간격과 방법A와 C를 위해 실린더 내에 놓이는 충전물의 질량

용융 지수(IF)	실린더 내에 놓이는 충전물의 질량(g)	시간간격(s)
0.1 ~ 0.5	4 ~ 5	240
0.5 ~ 1	4 ~ 5	120

11. PE 중의 카본블랙 및 무기물충전제의 함유량 측정

11.1 시료 채취

절연체 또는 시스의 시료를 케이블의 한쪽 끝에서 채취한다. 시료는 어느 방향으로든 5mm를 초과하지 않는 크기로 만들어야 한다.

11.2 시험 순서

길이 75mm의 카본보트를 빨강계 달아 올을 때까지 가열하고, 건조기안에서 30분 이상 건조시키고 0.0001g 까지 질량을 측정한다. 질량 1.0±0.0g의 폴리에틸렌의 시료를 보트의 속에 넣고 전체의 질량을 0.0001g까지 측정한다. 보트의 질량을 빼고 폴리에틸렌의 질량을 0.0001g까지 구한다.(질량A)

보트와 시료는 거의 30mm의 구멍과 길이 400±50mm를 가진 경질 유리인 실리카 또는 자기제의 연소관 중앙에 놓는다. 그 후 300℃에서 500℃의 온도측정을 위해 온도계를 운반하는 스탭퍼와 질소가 들어가도록 하기 위한 튜브가 온도계가 보트와 접촉하도록 연소튜브의 한쪽 끝으로부터 삽입한다. 0.5% 이하의 산소를 함유한 질소를 유량1.7±0.31/분으로 연소튜브를 통과시킨다. 이 유량은 가열 중 계속 유지한다.

비고 - 의문이 있는 경우 질소중의 산소함유량은 0.01%로 제한된다.

연소관은 화로 속에 놓고 그 배출구에는 2개의 냉각트랩을 직렬로 접속하여 양쪽 모두에 트리클로에틸렌을 넣고 첫 번째 트랩은 드라이 아이스로 냉각시킨다. 2번째 트랩 출구 관의 매연은 랜지후드 또는 외부로 배출시킨다. 연소관 으로부터 직접 외부로 배출하여도 무방하다. 화로의 온도가 약 10분 후에는 $300\sim 500^{\circ}\text{C}$ 사이가 되도록, 또 10분 후에는 450°C 까지 마지막 10분 후에는 $500\pm 5^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 가열한다. 이 온도는 10분간 유지한 후 (냉각 트랩을 사용하는 경우) 출구의 관을 냉각트랩으로부터 제거하고 보트에 들어간 연소관을 화로에서 제거한다. 질소를 전과 동일한 비율로 흘리면서 5분간 냉각한다. 보트는 연소관으로부터 질소 입구 쪽을 분리하고 건조기 내에서 20~30분 동안 냉각하여 잔여물의 질량을 0.0001g 단위까지 측정한다.(잔여질량 B)

보트를 다시 한번 연소관속에 넣고 질소 대용으로 공기 또는 산소를 $500\pm 20^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 적당한 유속으로 관을 통해 보내여 남은 카본 블랙을 태운다. 시험장치 내에서 냉각 후 보트를 꺼 내여 잔여 질량을 0.0001g 단위까지 측정한다.(잔여질량 C)

11.3 결과의 평가

$$\text{카본블랙의 함유량} = \frac{B-C}{A} \times 100\%$$

$$\text{무기물 충전제 함유량} = \frac{C}{A} \times 100\%$$

$$\text{충전제 함유량} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

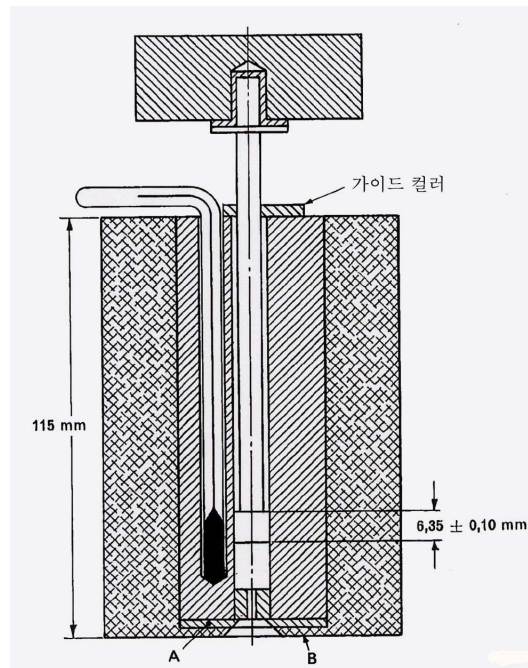


그림 8 - 용융지수 측정 장치 (큰 외경 실린더 및 다이스 지지판 A 및 단열판 B)

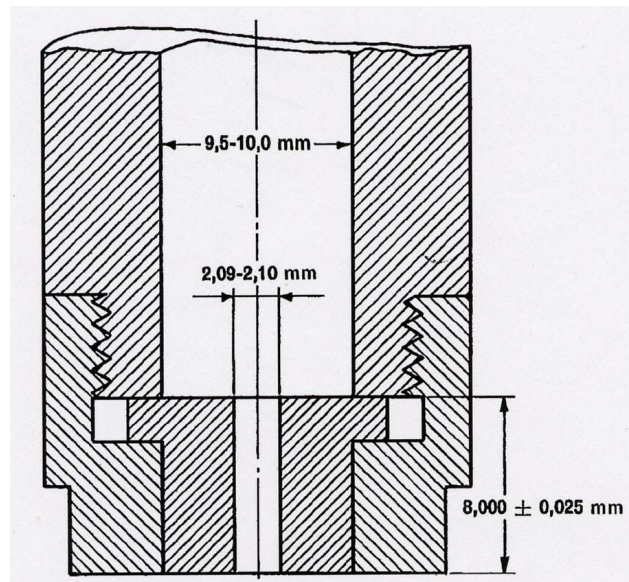


그림 9 - 다이스(작은 외경 실린더 및 다이스 설치방법 예)

부속서 A
기구와 시약

기구

본 규격 8.2.8, 8.2.9와 8.2.10에서 보여진 기구는 다음에서 얻을 수 있다. :

Messrs. Custon Scientific Instruments Inc.
541 Deven Street
Arlington, N.J.
U.S.A

기구의 세부도면은 다음에서 얻을 수 있다. :

American Society for Testing and Materials(ASTM)
1916 Race Street
Philadelphia 19103, Pa.
U.S.A

시약

25℃의 밀도 1.06의 100% IGEPAL CO-630 시약은 다음에서 얻을 수 있다. :

GAF Corp., Dyestuff Chemical Div.
140 West 51 Street
New Yo가, N.Y. 10020
U.S.A

그리고 1%미만의 물을 함유해야한다. 흡습성이기 때문에 밀폐된 철기나 유리용기에 보관되어야 한다.

부속서 B

KSC IEC 60538과 60540 및 60811의 해당 항목 및 세부 항목 대조표

A1. KSC IEC 60538 과 60811과의 해당 항목 및 세부항목 대조표

KSC IEC 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
KSC IEC 60538의 항목**	538A	811		
	항목	부	절	항목
열 노화후의 권부시험	1	4	1	9
내 환경응력의 저항성 시험	2	4	1	8

* KSC IEC 60538 : 전기 케이블, 와이어 및 코드 : 폴리에틸렌 절연 및 시스에 대한 시험방법

** KSC IEC 60538A: KSC IEC 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. KSC IEC 60540 과 60811의 해당 항목

KSC IEC 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	11
내수성 시험	19	1	3	9
수축성 시험	20	1	3	10

* KSC IEC 60540 : 전기 케이블과 코드의 절연체 및 시스의 시험방법(탄성중합체 및 열가소성 화합물)

** 기술적으로 동일하지 않음