

제정 기술표준원고시 제2001 - 호(2001. 02. 20)
개정 기술표준원고시 제2003 -1443호(2003. 11.15)

전기용품안전기준

K 60641-2

[KS C IEC 2003]

전기용 프레스보드와 프레스페이퍼

제2부 : 시험방법

목 차

서 문	2
서 론	2
1. 시험에 대한 일반 사항	2
2. 두께	2
3. 겉보기 밀도	3
4. 인장강도와 신장률	3
5. 내부 파열저항	4
6. 모서리 파열 저항	4
7. 압축률	5
8. 유연성	6
9. 수축성	6
10. 겹(ply) 사이의 결합	7
11. 수분함유율	8
12. 회분(연소 후 남은 양) 함유량	8
13. 수용성 추출물의 전도성	8
14. 수용성 추출물의 pH)	9
15. 유기 추출물의 전도성	9
16. 액체 유전체의 오염	11
17. 오일의 흡수율	12
18. 전도 경로	12
19. 금속미립자의 존재	13
20. 절연 내력	14
21. 직류 절연 내력(고려 중)	15
22. 임펄스 절연 내력(고려 중)	15
그림	17

한국산업규격
전기용 프레스보드와 프레스페이퍼
-제2부: 시험 방법

00.000.00
KS
C IEC 60641-2:2003
(IEC 60641-2:1979, IDT)

Specification for pressboard and presspaper for electrical purposes
Part 2: Methods of test

서문 본 규격은 1979년에 제1판으로 발행된 IEC 60641-2 (Specification for pressboard and presspaper for electrical purposes Part 2: Methods of test) 을 번역해서 기술적인 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국 산업 규격이다.

서론 본 규격은 염색을 하거나 천연색 그대로 광택 또는 비광택으로 가공하고 비함침 상태로 공급되는 프레스보드와 프레스페이퍼에 대해 다루며, 전 압축된 프레스보드가 포함된다. 본 규격은 마분지나 적층재료(접착제로 두 개나 그 이상을 하여 만들어진 재료)는 다루지 않는다.

1. 시험에 대한 일반 사항

언급이 없는 한, 잘리고 난 후의 시험 시료들은 23 ± 2 . C 와 상대습도 50%의 대기상태에서 전처리되고, 이 대기에서 시험될 것이다. 언급이 없는 한, 상대습도의 허용오차는 $\pm 5\%$ 이고, 전처리 기간이 적어도 16 시간 이상이어야 한다. 논쟁이 있을 경우, 전처리는 전처리 대기가 시험 시료의 무게를 증가시키는 것에 대해 확실하게 하기 위해 충분한 시간 동안 70. C에서 건조시킨 후 마르는 쪽부터 접근하도록 한다.; 공칭 두께에 관련한 시료의 전처리 기간은 다음과 같다.

공칭 두께(mm)	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 3	≤ 3
시간(h)	48	72	96	120	240

2. 두께

2.1 시험 장치

2.1.1 6mm에서 8mm의 지름의 측정 면을 가진 외부 나선형 마이크로미터. 측정 면은 0.001mm 이내로 평평하고 0.003mm이내로 평행해야 한다. 나사의 피치는 0.5mm이고 눈금은 0.01mm씩 50개로 분할되며 0.002mm까지 측정하여 읽을 수 있다. 시료에 가해지는 압력은 0.1MPa에서 0.2MPa($10\text{N}/\text{cm}^2 \sim 20\text{N}/\text{cm}^2$)로 한다.

2.1.2 두 개의 그라운드와 0.001mm 이내로 평평하고 0.003mm이내로 평행한 겹쳐진 동심원의 표면을 가진 정추형(dead weight) 다이얼-타입 마이크로미터. 상부 표면의 지름은 6mm에서 8mm이다. 하부의 표면이 상부의 표면보다 크다. 상부 표면은 표면의 수직축 방향으로 움직인다. 다이얼은 0.002mm까지 직접 읽도록 눈금이 그어진다. 마이크로미터의 프레임은 추나 압착기의 풋 스핀들과의 접촉으로부터 밖으로 다이얼의 틀에 가해진 15N의 힘이 마이크로미터에서 표시되는 바와 같이 0.002mm보다 큰 프레임 편차를 가지지 않는 강도를 가진다. 시료에 가해지는 압력은 0.1 MPa($10\text{N}/\text{cm}^2$)이다.

2.1.3 기구의 점검에 사용되는 세팅 게이지는 공칭 크기의 $\pm 0.001\text{mm}$ 이내로 정확해야 한다. 기구에 의해 표시되는 두께는 게이지 블록으로부터 0.005mm이상으로 다르지 않아야 한다.

2.2 과 정

모서리로부터 20mm 이상의 떨어진 지점에서 주어진 조건하에서 2.1항에 설명한 기구 중 하나를 사용하여 프레스보드나 프레스페이퍼의 두께를 측정한다.

보드에 대해, 측정은 두 개의 모서리를 따라 8회 한다. 물 프레스페이퍼에 대해서는 ISO가 권장하는 R 534를 따른다. 폭을 가로질러 측정할 경우 미터 폭당 5회를 측정해야 한다.

논쟁의 여지가 있을 경우에는, 재료의 전폭을 가로질러 40mm의 폭으로 조각을 자르고 이 조각으로부터의 똑같은 간격을 두고 8곳에서 40mm이상의 길이로 8개의 시험 시료를 자른다. 1항을 따라 시험 시료의 전처리를 하고 2.1.2항에 설명된 기구를 사용하여 각각의 시험 시료의 중심에서 가까운 지점에서 각 시료의 두께를 측정한다.

2.3 결 과

측정의 중간값과 최소·최대값을 보고한다.

3. 결보기 밀도

시험은 전처리된 3개의 시료들로 수행된다.: 3개의 시료 각각에 대해 한번의 측정이 이루어진다.

100cm²이상의 면적을 가진 직사각형 시료를 사용하고 1mg의 정확도로 각각의 질량을 측정한다. 2회의 길이측정과 코너에서 최소 12mm 떨어진 지점에서 측정한 2회의 폭으로 각 시료의 면적을 계산한다.

모서리에서 최소 20mm정도 떨어진 곳에서 면을 따라 일정한 공간을 둔 지점에서 2.1항에서 설명한 기구 중 하나로 8회의 측정을 하고 평균값을 계산하여 두께를 결정한다.

g/cm³로(질량/부피 비) 결보기 밀도를 나타낸다.

중간값이 결과로 얻어진다.; 그 밖의 두 결과가 보고된다.

4. 인장강도와 신장률

원리

인장강도의 측정은 기준 시험 조건에 측정하며 대략 250mm×15 mm의 시험 시료를 양 방향에서 당겨 시료가 파괴되는 것을 측정한다.

인장강도는 N/mm²으로 나타내고 다음의 공식에 의해 계산된다.

$$\sigma = \frac{F}{w \cdot a}$$

F = 힘 (N)

w = 시료의 폭 (mm)

a = 시료의 두께 (mm)

4.1 접히지 않은(unfolded) 시료의 측정

인장강도와 신장은 ISO 1924에서 기술한 방법으로 측정한다.

ISO 1924와 다른 점

- 기계방향과 크로스 방향으로 시료를 잘라 9회의 측정 실시
- 중간값이 결과로 얻어지고 최고값과 최저값이 보고된다.

4.2 접힌(folded) 시료의 측정

시료들은 **그림 1a**에서 시료의 중간정도의 길이에서 시료의 세로방향의 모서리의 오른쪽 각으로 손으로 구부린다. 시료는 가이드를 따라 놓인 시료의 세로방향 모서리를 따라 **그림 2**에 묘사된 접는 장치의 롤러로 들어간다. 그 다음, 접혀진 시료는 **그림 1b**와 같이 손으로 구부러지고, 다시 접는 장치의 롤러를 통과한다. 이러한 목적으로 롤러는 접히는 앞부분 약 20mm에서 시료와 맞물린다. 시료를 편 후, 시료는 **4.1**에 따라 시험을 한다.

5. 내부 파열저항(Internal tearing resistance)

내부 파열저항은 **ISO 1974**의 규정에서 나타낸 방법에 따라 측정된다.
하나의 파열 시험기가 사용된다.

ISO 1974와 다른 점

- 각 방향으로 9개의 시료를 얻는다.
- 중간값이 결과로 얻어지고 최고값과 최저값이 보고된다.

원리

에너지의 측정은 43mm 정도 남기고 1회의 절단으로 찢어지는 직사각의 시료가 요구된다.

6. 모서리 파열저항(Edge tearing resistance)

6.1 시험장치

모서리 파열 등자(**그림 5**)를 사용했고, 이것은 **4**항에 서술된 것처럼 인장 시험장치에 달았다. 모서리 파열 등자(stirrup)는 등자 모양의 프레임 끝에 의해 지지되는 평평한 판 형태의 얇은 강판(A)으로 구성된다.

등자 프레임의 얇은 금속은 인장 시험 장치의 하부 클램프(clamp)에 꼭 조여있다. 그래서 등자의 수직 중앙선은 하부 클램프들과 상부 클램프들의 중앙선과 연결했을 때 일치하게 된다. 그 수평 판은 등자 프레임으로부터 제거할 수 있고 다른 두께의 범위의 재료를 사용하는데 다른 두께의 두 판이 제공된다. 한 개의 판은 두께가 $1.25 \pm 0.05\text{mm}$ 이고 다른 한 개의 판은 두께가 $2.50 \pm 0.05\text{mm}$ 이다. 그 판의 모서리는 얇은 V자형 금속을 가지며 게다가 각의 범위가 $150 \pm 1^\circ$ 이다. 그리고 V자형 금속은 단면도에서 반원의 모양이고 유연하며 끝다.

6.2 시험 시료

기계방향으로 9개, 크로스 방향으로 9개의 시험 시료를 15mm에서 25mm의 폭과 250mm의 길이로 자른다.

시험 시료들은 **1**항을 따라 전처리 한다.

6.3 과 정

적당한 두께의 판을 등자 프레임에 붙인다. 두께가 $1.25 \pm 0.05\text{mm}$ 의 판은 두께 0.75mm까지의 재료에 사용되고 더욱 두꺼운 종이에서는 $2.50 \pm 0.05\text{mm}$ 의 판을 사용하였다.

등자 프레임의 얇은 금속은 인장 시험 장치의 하부 클램프에 꼭 조여 등자의 수직 중앙선이 하부 클램프들과 상부 클램프들의 중앙선과 연결했을 때 일치하게 한다. 그러기 위해서는 클램프의 중앙점을

통하여 그 선에 대칭적으로 V자형 금이 위치해야 한다.

비고 - 그 등자는 아마도 상부 클램프에 꼭 조여있어야 할 것이다. 이 절차는 등자의 질량을 보상하기 위해 인장시험기의 균형을 다시 맞추기 위함이다.

기계의 하부 클램프를 상부 클램프의 하부 모서리가 V자형 금의 형태 판보다 약 90mm 정도 높게 하도록 위치시킨다.

등자를 통하여 시료를 판 아래 끼워 넣고 두 끝을 함께 상부 클램프에 조이는 것이다. 이 과정에서 시료가 느슨하게 된 것은 꼭 조이고 시험 시료에 파열력이 가해지지 않도록 조심한다. 관성 효과로 인한 비정상적 응력을 최소화하기 위하여 가능한 천천히 시험 시료에 최초 부하를 적용한다. 부하를 증가시켜서 5초에서 15초 사이에 파열(tearing)이 시작되도록 하고 이 부하를 N 단위로 기록한다.

6.4 결 과

두 방향의 각각에 대한 중간값을 N단위로 기록하고 사용된 판의 두께, 부하율, 시험 시료의 두께와 폭을 언급한다.

7. 압축률

7.1 원리

프레스보드와 프레스페이퍼의 압축률을 결정하기 위해서, 시험 시료 패드는 낮은 압력(처음의 압력) 하에 두고 정의된 값(최종 압력)까지 증가시킨다. 패드 두께의 %변화율은 재료의 압축률로 측정된다.

7.2 시험 시료

요구되는 시험 시료를 준비하기 위해 충분한 재료의 양을 4시간동안 $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 오븐에서 건조시킨다. 대략 1 torr에서 오븐을 비운다. 완전한 건조 기간은 24시간이다.

7.3 시험 장비의 요구사항

압축 하의 시험 시료의 면적은 최소 625mm^2 이어야 한다. 시료(패드)의 높이는 최소 25mm, 최대 85mm이다.

깔리는 압력(bedding pressure)은 1 N/mm^2 이고 5분 동안 적용된다.

최종 압력(final pressure)은 20 N/mm^2 이고 5분 동안 적용된다. 그런 후 압력을 1.0N/mm^2 줄여 5분 동안 적용한다.

7.4 결 과

$$\text{압축률} \quad C = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \times 100\%$$

$$\text{압축률의 잔여분(residual part)} \quad C_{res} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \times 100\%$$

$$\text{압축률의 가역분(reversible part)} \quad C_{rev} = \frac{h_2 - h_1}{h_0 - h_1} \times 100\%$$

h_0 = 처음 압력(bedding pressure) 하의 패드 두께

h_1 = 최종 부하 하의 패드 두께

h_2 = 최종 압력에서 깔리는 압력으로 감소 후의 패드 두께

8. 유연성

8.1 시험 시료

25mm×300mm의 3개 시료를 시험 하에서 재료의 기계방향과 크로스방향 양쪽으로부터 절단한다. 절단 시, 시험 시료의 어떤 부분도 주어진 재료의 모서리로부터 25mm이하의 위치에서 절단해서는 안 된다.

8.2 0.5mm 이하의 두께에 대한 접는 시험(folding test)

4.2항에서 나타낸 것처럼 시험 시료를 360°접는다. 이 과정은 IEC 60641-3(고려중)에서 지정된 반대방향에서 접는 회수가 선택적으로 반복된다. 그 후 각 시험 시료의 표면에서 시험 시료의 전체 폭을 가로질러 어느 한쪽 표면의 겹 또는 찢개짐을 검사한다.

8.3 굴곡 시험

각 시험 시료를 IEC 60641-3에서 지정한 지름의 굴대 주위를 따라 90°로 천천히 구부린다.

이 시험은 수동으로 이루어지고, 가능한 한 결과를 재현할 수 있도록 하기 위해 시험 시료가 부드럽게 굴대에 가깝게 구부러지도록 한다.

각 시험 시료의 굴곡부에서 겹들을 따라 찢개짐, 어느 한쪽 표면의 부서짐 또는 얇은 조각으로 갈라진 정도가 검사된다.

9. 수축성

시험 시료

50mm×300mm의 크기로 시료를 6개를 자른다. 3개는 기계방향이고 3개는 크로스방향이다.

과정

1항을 따라 시료를 전처리하고 시료의 길이와 두께를 측정한다. 측정은 각 시료의 길이의 측정과 모서리로부터 20mm이상인 지점에서 이루어진 두께측정이다.

105±2 °C의 환기 가능한 오븐에서 시료를 가열한다.

건조시간은 다음과 같다.

공칭 두께 (mm)	≤0.5	> 0.5에서 1.5	> 1.5에서 5	> 5
시간(h)	6에서 24	24	48	72

테시게이터에서 실온으로 냉각 후 길이와 두께를 다시 측정한다.

결과

기계방향에 대하여 길이의 수축을 계산하고 크로스방향에 대하여 전처리된 시험 시료의 최초의 측정치에서 치수의 %변화율을 측정한다.

각 방향에 따른 중간값을 결과로 얻고 그 밖의 두 값은 보고된다.

두께의 수축에 대하여, 결과로 얻어진 중간값과 최대·최소값이 보고된다.

10. 겹(ply) 사이의 결합

10.1 시각적인 검사를 따르는 쪼개짐(splitting)에 의해

10.1.1 시험 시료

시료는 대략 75mm×75mm이다. 절단 시, 보드의 모서리로부터 25 mm보다 작은 위치에 시험 시료의 일부가 들어가지 않도록 한다.

10.1.2 방 법

적당한 방법에 의해 비슷한 두께의 두 부분으로 시험 시료의 한 모서리를 쪼개어 손으로 시험 시료를 잡아당겨 완전히 분리한다.

쪼개진 부분에서 하나 또는 더 많은 겹에서 틀어지거나 찢겨지거나하는 것이 나타나는지, 또는 찢겨진 표면에 거칠거나 울퉁불퉁한 면이 있는지 검사한다.

10.2 결합의 측정에 의해

10.2.1 기구

겹 결합 시험기계(ply adhesion testing machine)나 인장기계(tensile machine)(4.1항에 언급함). 가압력 0에서 10 N의 유용한 시험 범위를 가지고 가역 진자 형태(power-driven pendulum type)의 기계가 권장된다. 입구(jaws)는 50mm이상의 폭이며, 특별하게 고려해야 하는 점은 시험의 시작 시 입구의 분리가 30mm보다 더 크면 안 된다는 것이다.

10.2.2 시험 시료

1항에 따라 전처리된 50mm×200mm의 치수의 5개의 시료가 필요하다. 시료의 길이 방향은 종이의 기계방향에 수직이다.

10.2.3. 방 법

가능한 한 시료의 중심 박층에 가깝게, 손으로 시험 시료의 50mm 폭을 가로질러 겹을 분리한다. 날카로운 연필심이 이러한 목적으로 사용된다. 폭의 50mm를 가로질러 얇은 층으로 나눈 후, 계속해서 200mm길이 시험 시료의 약 20mm를 얇은 조각으로 나눈다. 시료의 길이방향에 수직인 지점에서 분리한 끝부분을 접고, 손으로 오른쪽 각에 시료의 분리되지 않은 부분을 지지하고 있는 시험 기계의 입구로 접은 양쪽 끝을 삽입하여 기계를 작동한다.

잡아당기는 동안 시험 시료의 분리된 부분과 분리되지 않은 부분의 각이 90.를 유지하기 위해서는 분리점 근처에서 손가락 사이로 분리되지 않은 부분을 가볍게 잡아주는 것이 필요하다. 만약 진자 기계가 사용되면, 진자는 역회전 방지용 멈춤쇠의 사용 없이 자유롭게 움직이도록 한다. 시험기계의 구동 입구의 속도를 300mm/min으로 하고, 길이의 최소 75mm에 대해 기계를 사용하여 분리하고, 최대 값과 최소값, 평균값을 기록한다.

결과

N/10mm로 표현되는, 겹 결합에서 얻어진 5개의 값에서 중간값을 보고하고, 최대값과 최소값을 보고한다.

11. 수분함유량

종이의 수분 함유량은 ISO 287을 따라 측정한다

방법은 샘플링 시의 시험 시료의 무게측정과 건조 후의 무게 재 측정으로 구성된다. 일정 질량까지 건조하는 대신에 다음의 건조 기간을 따른다.

공청두께 (mm)	≤ 0.5	> 0.5에서 1.5	> 1.5에서 5	> 5
시간(h)	6에서 24	24	48	72

건조온도는 $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 이다. 시료의 질량은 최소 50g이다. 3개의 시료가 시험된다. 결과값은 중간값으로 주어지고, 다른 두 개의 값이 보고된다.

논쟁이 있을 경우, 제조업자와 사용자간 동의한 샘플링 방법을 따르는 다른 위탁 판매분에서 얻어진 10개의 시료를 시험한다.

12. 회분 함유량

주어진 조건에서 재료의 소각 후 남은 재료의 잔여량은 ISO 2144에서 기술된 방법에 따라 결정된다. 시료의 질량은 5g이다. 3회의 측정이 이루어진다. 오븐 건조 재료의 질량(11항의 미리 정해진 건조로부터 계산된)의 질량에 기초한 중간값을 결과값으로 한다.; 다른 두 값도 나타난다.

13. 수용성 추출물의 전도성

13.1 시험 장치

- 이미 알고 있는 cell의 상수 K를 가진 셀의 전도도
- 50Hz에서 3000Hz사이의 주파수 범위에서 5%의 정확도를 가진 읽을 수 있는 최소 단위가 $1\mu\text{S}$ 로 컨덕턴스와 어드미턴스를 측정할 수 있는 측정 도구.
- 산과 알칼리에 저항할 수 있는 유리로 환류 응축기를 가진 250 Cm^3 의 입구 폭을 가진 원뿔형 플라스크

13.2 과 정

주어진 물질로 측정이 이루어진다. 한 번의 측정은 각각 세 개의 추출들로 이루어진다. 첫째로, 플라스크로 60 ± 5 분 동안 끓인 물에서 대조 시험이 이루어진다. 만약 그 물의 전도도가 0.2mS/m 보다 크지 않다면, 그 플라스크는 사용해도 된다. 반대로 전도도가 더 크다면, 그 플라스크는 신선한 물과 함께 끓여진다. 만약 두 번째 시험에서 전도도가 0.2mS/m 를 초과한다면 다른 플라스크를 사용해야 할 것이다.

보드의 실험은 아래의 내용을 따라 이루어져야 한다:

대략 5g보다 작지 않고 시험 하의 재료의 전체 두께에서 1mm보다 작은 두께로 약 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 의 조각으로 시험 시료를 자른다. 환류 응축기가 있는 250 Cm^3 의 유리플라스크에 5g을 넣고 0.2mS/m 보다 작은 전도도를 갖는 물 100 Cm^3 를 추가한다. 물은 60 ± 5 분 동안 천천히 끓인다. 그런 후에 실내 온도에서 플라스크를 냉각시킨다. 이 과정에서 공기로부터의 이산화탄소의 흡수에 대하여 예방조치가 요구된다.

즉시 측정되는 전도도 측정을 위해서 추출은 측정 용기로 옮겨진다. 측정 용기는 추출물과 함께 2번 씻겨진다. 전도도의 측정은 $23 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 이루어져야 한다.

비고 - 시료의 사용, 저장, 처리와 전도도, pH, 수성 추출물의 염소 함유량의 시험에 대한 시험부의 기간동안 화학 연구실과 같은 대기상태를 가진 곳이나 맨손으로 시료를 다루는 일은 없어야 한다.

13.3 결 과

다음의 식으로 전도도를 계산한다:

$$\gamma = K(G_1 - G_2)$$

여기서 : γ = 추출용액의 전도도, ($\mu\text{S/m}$),

K = cell 상수, (m^{-1})

G_1 = 추출용액의 컨덕턴스 (μS)

G_2 = 대조 컨덕턴스 (μS)

중간값이 결과로 보고되고 최고값과 최소값이 보고된다.

14. 수용성 추출물의 pH

14.1 시험 장치

- 최소 0.05pH의 민감도를 가지고 있는 유리와 카로멜(calomel) 전극들을 가진 pH-미터.
- 산 그리고 알칼리에 저항하는 유리로 250 cm^3 의 입구 폭을 가진 플라스크

14.2 과 정

한 번의 측정은 각각 세 개의 추출들로 이루어진다.

13.2항에서 기술하게 되는 것에 따라 추출물을 준비한다.

추출물은 대기에 불필요한 노출을 피해 즉시 사용하기 위해 옮겨진다.

추출물의 pH값의 $\pm 2\text{pH}$ 이내의 pH값을 가지고 있는 완충 용액(buffer solution)으로 pH 미터의 눈금을 정한다 완충 용액으로부터 전극을 제거하고 증류수와 소량의 추출물을 여러번 씻음으로써 전극을 세척한다.

전극들을 여과되지 않은 추출물에 담그고, $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 추출물의 pH값을 측정한다.

비고 1. — 만일 추출물이 전도성의 측정에 사용되면, 측정을 위한 샘플이 pH 측정 이전에 수용성 추출물로부터 이루어져야 한다. 이것은 카로멜 전극에서 확산되는 염화칼륨이 다른 영향을 결과에 미칠 수 있기 때문이다.

2. — 13.2항을 참조한다.

14.3 결 과

중간값이 결과로 보고되고 최고값과 최소값이 보고된다.

15. 유기성 추출물의 전도성

이 시험의 목적은 절연재료에서 이온화가 가능한 유기재료를 측정할 수 있는지 없는지를 알아보는 것이다. 이것의 존재는 유기(트리클로로에틸렌)추출물의 전도도 증가에 의해 확인된다. 그리고 시험은 염화 냉각제나 함침제가 절연재료에 담겨질 때 특유의 의미를 지닌다.

비고 - 주의사항에 대해서는 13.2항을 참조한다.

15.1 시험 장치

셀의 세척 방법과 절연액의 저항을 측정하기 위한 권장 시험 셀로서 IEC 60247을 따르는 전도도 셀. 측정기구는 100V d.c.를 넘지 않는 전압을 사용하는 전기 멀티메가 옴미터 또는 민감한 검류계와 배터리이다.

용제는 백토(fuller's earth)나 예를 들면 실리콘 겔 같은 다른 적당한 재료를 약1% 섞은 후 소결된 유리필터를 통해 여과하여 정제한 실험실 시약용 트리클로로에틸렌이다. 기공(pore)의 최대 직경이 5 μ m에서 15 μ m 범위내인 필터가 적합하다.

비고 - 백토는 만약 수분을 흡수하거나 120°C를 넘지 않는 온도의 청정상태에서 열에 의해 건조되면 효과가 없다.

대조 시험은 각 추출 전에 수행되고 만약 결과로 얻어지는 전도도가 일관되게 $5 \times 10^{-4} \mu\text{S/m}$ 를 넘으면 전도도가 이 수치보다 더 크지 않을 때까지 정제된다.

정제된 트리클로로에틸렌은 그들에 놓아두거나 갈색병에 담아두면 안정하다. 그러나 전도도는 추출에 사용하기 전에 체크해야한다.

추출하는 동안과 측정하는 동안, 용제는 강한 빛, 특히 직사광선으로부터 차단되어야하고 그들에 보관한다.

15.2 과 정

하나의 측정은 3개 추출 각각에 이루어진다. 추출물은 13.2항의 수용성 추출물의 전도도에 대해 설명한 바와 같은 시험 하에서 재료를 다름으로써 준비되어지고 시험 시료는 어떤 감지할 수 있을 정도의 흡수된 물을 제거하기 위하여 80°C~100°C의 온도에서 약 2시간동안 공기에서 천천히 가열된다. 재료를 재빨리 적당한 플라스크에 옮겨 담고, 용제 10cm³ 당 1g의 비율로 정제된 트리클로로에틸렌으로 덮는다. 용제는 가루 유리(ground-glass)의 접합으로 만들어진 모든 유리기구를 사용하여 환류(reflux) 조건 하에서 1시간동안 서서히 가열된다.

이 기간의 마지막에 플라스크는 확실하게 마개를 막아지고, 밤새도록 그들에 둔다. 증발로 인한 부피 손실이 10 %이하 이어야한다.

만약 사전에 알고 있지 않다면, 정전 용량 또는 전도도가 알려진 수용성 용액이나 커패시턴스 방법에 의해 셀 상수 K가 정해진다.

트리클로로에틸렌 추출물을 채우기 전에, 셀은 증류수로 완전히 세척하고(마지막으로 전해액을 사용했다면), 정제된 트리클로로에틸렌로 여러번 건조시키고 다시 세척한다. 셀은 채우기 전에 건조시키고 한 용기에서 다른 용기의 액체의 이동은 냉각에 기인하는 수분의 응축의 위험을 피하기 위해 따뜻한 공기가 흐르는 곳에서 하도록 한다.; 전극에서의 부동(breathing)을 막기 위해 필요하다.

추출물의 저항은 d.c.전압을 적용하고 1분 후 15°C에서 25°C 온도에서 측정한다.

만약 측정된 추출물 저항이 R(M Ω)이고 셀 상수가 K(m⁻¹)이라면, 추출물의 전도도($\mu\text{S/m}$)는

$$\frac{K}{R} - \text{용제의 전도도}(\mu\text{S/m}) \text{ 이다.}$$

15.3 결 과

재료의 추출물의 전도성은 $\mu\text{S}/\text{m}$ 로 표현된다.

3개 측정의 중앙값이 결과로 얻어지고 최고값과 최저값이 보고된다.

16. 액체 유전체의 오염

16.1 기구

- IEC 60247에 따르는 전도성 셀
- IEC 60250에 따르는 액체의 소실 요소 측정을 위한 셀: IEC 60250 미터파장을 포함한 상용, 가청, 무선주파수에서 전기절연재료의 유전율, 유전체 손실을 측정방법

비고 - IEC 60250의 그림 2와 그림 3의 셀들은 저항 측정에 유용하고 IEC 60247에서 설명된다.

- 먼지의 진입을 방지하고 시험 동안 증기의 손실을 줄이기 시계접시(watch glass)로 덮여지고, 중성 또는 붕규산 유리의 400cm^3 크기의 비이커로 구성된 염소화된 유전체를 담기 위한 1번 용기. 용기는 완전히 깨끗해야 하며 커버는 염소화된 유전체의 오염을 야기해서는 안 된다.
- 오일 위해서 유지되는 건조 질소의 대기에서 약 1 L의 부피를 가지는 중성이거나 붕규산 유리의 오일을 담기 위한 2번 용기.
- $100\pm 1^\circ\text{C}$ 로 제어 할 수 있는 강제 통풍오븐.
- 금속 집계를 청소한다
- IEC 60641-3(고려 중)에 규정된 충분한 양의 염소화된 유전체, 전력 주파수에서 염소화된 유전체의 손실을, 또는 1분 동안 전압을 적용한 후에 100°C 에서 실온까지 측정된 염소화된 유전체의 d.c. 전도도는 공급자와 사용자에게 의해 동의된 제한 사이에 있다.
- 건조 오일(Dry oil: IEC 60296 변압기와 개폐기에 대한 새로운 절연오일의 요구사항의 분류II) 산도 지수와 70°C , $40\text{Hz}\sim 62\text{Hz}$ 에서의 손실율이 측정된다.

16.2 시험 시료

재료의 충분한 양을 1mm 보다 얇고 1cm^2 정도의 표면 크기를 가진 조각으로 세밀하게 자르고, $105\pm 2^\circ\text{C}$ 에서 16시간 동안 건조시킨다. 시료는 깨끗한 금속 집계로만 다루어져야 한다.

16.3 염소화된 유전체의 오염

1번 용기에서, 염소화된 유전체 250cm^3 에 25cm^3 의 시료를 담근다. 용기의 청결 상태를 확실하게 하기 위해서, 손실율이나 염소화된 유전체를 포함한 용기를 100°C 에서 약 1시간정도 가열한 후 전도도를 점검해 보는 것도 좋다. 만일 결과가 만족스러우면 보드 시료는 채용되어진다.

염소화된 액체가 담겨진 용기와 시료와 함께 있는 단지 액체가 담겨져 대조를 위해 사용되는 동일한 용기는 168 ± 1 시간 동안 $100\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 유지된다.

이러한 기간이 지난 후, 시험 유전체와 대조군 모두 100°C 에서부터 실온까지에서 측정된다. 얻어진 전도율과 손실율 사이의 차이를 보고한다.

비고 - 염소화된 유전체에 냄새의 흡입과 피부와의 접촉을 피해야 한다. 각국의 관련 규정이 참고되어야 한다.

16.4 절연 오일의 오염

2번 용기에서 750cm^3 오일에 75cm^3 의 시료를 담근다. 위에서 오일의 사용을 설명한 바와 같이 용기의 청결성에 대한 확인이 요구된다. 오일 위는 건조 질소의 대기를 유지한다. 시료와 오일을 함께 담고

있는 용기는 대조군으로서 동일한 오일을 담고있는 동일 용기와 함께 96시간 동안 $100\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 가열된다.

이 기간이 지난 후, 70°C , 48Hz~62Hz에서의 산도와 손실율이 시험 오일과 대조군 모두에서 측정된다. 얻어진 두 값 사이의 차이를 보고한다.

17. 오일의 흡수율

3개의 시료가 요구된다. 시료는 약 $75\text{mm}\times 75\text{mm}$ 이고 시험 하의 재료의 두께와 같은 두께를 가지도록 한다. 시료들은 100Pa 압력을 가진 $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 진공 캐비닛에서 24시간 동안 매달아둔다. 진공을 서서히 제거하고 데시게이터에서 시료를 냉각한 후에, 각각의 질량은 mg단위로 측정되어진다.

질량을 측정한 뒤, 온도는 $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 상승시키고, 압력은 100Pa까지 내린다. 이 온도와 압력을 1시간 동안 유지한다. 그 후, IEC 60296의 등급 II의 요구사항을 따르며 90°C 로 예열된 오일이 250Pa을 넘지 않는 압력이 유지되도록 충분히 느린 속도로 넣어져야 한다.

시료가 완전히 잠겼을 때, 진공을 제거하고 가열을 멈춘다. 시료들을 오일에서 6시간 놓아둔다. 시료를 오일에서 꺼내어 남은 오일을 압지(blotting paper)로 제거하라. 갇힌 시료들의 무게를 제거, 흡수된 오일의 질량이 측정된다. 결과는 원래의 무게에 흡수된 오일 무게의 백분율로 표현된다.

중간값이 결과로 얻어지고, 다른 두 개의 값이 보고되어 진다.

최대 오일 흡수의 계산하는 방법은:

$$\text{오일 흡수율}(\%) = 100 S_0 \left(\frac{1}{W} - \frac{1}{F} \right)$$

S_0 = 오일의 비중

W = 건조된 프레스보드의 겉보기 밀도

F = 프레스보드 섬유조직의 비중

18. 전도 경로

18.1 시험 장치

전극 : 매끄럽게 가공된 주철 또는 다른 금속판으로 구성된 두 개의 전극, 그리고 매끄러운 고체 황동(brass) 롤러 세트(그림 6)

시험 시료가 움직여진 방향에 평행인 그 판의 치수는 최소 150mm이다. 판의 다른 치수는 적어도 시험 시료의 폭 보다 커야한다.

롤러의 표면을 매끄러운 실린더로 윤택을 내고 가공한다. 동 롤러의 최종 치수는 다음과 같다.

- 지름 : 38mm
- 면의 폭 : 25mm

롤러는 판 전극위의 두 평행 열에 올려지고, 자동적으로 롤러 표면과 판의 표면이 정렬하여 각 롤러가 판 표면의 위 또는 아래에 올려지도록 배치된다.

롤러와 판은 서로로부터 충분히 절연되어있다. 롤러가 회전할 때 롤러와 전위(potential source)사이
에 전기적 연결의 계속성을 확보하도록 롤러가 설치된다. 롤러의 두 열은 시료가 움직여지는 방향에
두 열의 축이 90°로 놓여져 있어야한다. 그 롤러의 각 열은 중앙선에서 35mm의 공간을 두고 떨어
져 있고, 한 열의 롤러의 중앙점이 다른 열의 중앙점 맞은편이 되도록 두 열은 그림 6과 같이 위치하
다.

각 롤러에 의해 시험 시료의 표면에 가해지는 총 힘은 2450N~3150N이다. 전극의 손상을 피하기 위
해 제한 저항(limiting resistance)이 사용된다.

18.2 전 압

IEC 60641-3(고려 중)에서 특별한 언급이 없는 한, 전압은 2V/ μm r.m.s이다.

18.3 시 편

시험 시료는 그 모서리가 인접한 롤러의 바깥쪽 모서리를 지나서 최소 25mm까지 확장된 폭을 가진
다.

18.4 과 정

롤러들을 들고 시험 시료의 끝과 종이 표면위의 하부 롤러들을 삽입한다. 18.2항에 규정된 적당한 전
압의 전위를 가진 전극을 연결한다. 평판과 롤러 사이로 시료를 10m/min에서 20m/min의 속도로 끌
어 당긴다. 시료를 통하여 타버린 구멍의 수를 세고, 각각의 타버린 구멍은 전도 경로로 고려된다.
타버린 구멍의 수를 세는 것 대신에 전자 카운팅(electronic counting)이 적용될 수도 있다.

18.5 결과의 계산과 기록

- a) 계 산 : 파괴의 수를 전체 면적(m^2)으로 나누어 면적당 전도 경로의 수를 계산한다.
- b) 실험 보고서 : 보고서에서 언급해야 할 것 :
 - 1) m^2 당 전도 경로의 수;
 - 2) 시험된 재료의 총 면적.

19 금속 미립자의 존재

19.1 시 편

대략 100mm의 변을 가진 사각형

19.2 방 법

적어도 5분 동안 시료를 1%(체적)의 초산 용액에 완전히 담근다. 용액에서 시료를 빼내어 회분 없는
여과지위에 놓고 먼지 없는 대기에서 말린다. 말랐을 때, 1cm³의 초산과 리터 당 1g의 시안화철 칼륨
(potassium ferrocyanide)이 포함된 용액에 5분 동안 담근다. 증류수에 시료를 씻고 약 50°C의 오븐에
서 건조시킨다.

시료의 착색된 얼룩을 조사하라. 푸른 얼룩은 철, 붉은 얼룩은 구리, 황동 또는 청동의 존재를 나타낸
다.

20. 절연 내력

시험은 IEC 60243(상용 주파수에서의 고체 절연 재료의 절연 내력 측정방법)을 따르는 오일과 공기

에서 23℃의 온도에서 시행한다.

0.5mm이하의 얇은 재료에 대해 시험은 접힌 시험 시료로 수행된다.

20.1 시험 장치

IEC 60243의 5항을 따르는 장치가 사용된다. 전극은 IEC 60243의 6.1.1항(전극의 표면은 평평하고 오목한 곳이나 결함이 없어야 한다.)을 따른다.

20.2 공기 중에서의 시험을 위한 시료

300mm×300mm의 시험 시료는 105±2℃의 환풍이 잘되는 오븐에서 다음과 같이 건조되어야만 한다.

공청 두께(mm)	≤0.5	>0.5 to 1.5	>1.5 to 5	>5
시간(h)	6 to 24	24	48	72

가열 시간이 경과된 후에 시험 시료는 데시게이터에서 냉각되고 데시게이터에서 꺼내어 3분 안에 시험한다.

20.3 오일에서의 시험을 위한 시료

100Pa 이하의 압력에 105±2℃인 진공 캐비넷에서 24시간동안 300mm×300mm 시험 시료를 매달아 둔다. IEC 60296의 등급 II의 요구사항을 따르며 90℃로 예열된 오일이 250Pa을 넘지 않는 압력이 유지되도록 충분히 느린 속도로 넣어져야 한다.

시료가 완전히 잠겼을 때 진공을 해제하고 대기압, 90±2℃온도에서 24시간 이상 오일에 잠긴 채로 둔다. 시료가 오일에 완전히 잠기고 전극을 위치시키는 동안 시료는 23±2℃로 냉각된다. 함침과 시험사이의 기간에 시료가 공기 중에 노출되지 않도록 한다.

20.4 접혀진 후 시험을 위한 시료

300mm×300mm의 시험 시료들은 20.2항에 따라 건조한다. 네 모서리 각각에 평행하고 모서리로부터 약 40mm정도에서 하나의 주름을 만든다.

주름들은 다음과 같다: 시험 시료들은 먼저 손으로 구부리고 그림 3에서 표현된 기구가 권장된다. 시험 시료를 기계의 틈 안으로 들어갈 때까지 삽입하여, 한 쪽으로 90°까지 구부리고 틈에서 빼내어 손으로 90° 더 구부린다.

접혀진 시험 시료를 그림 4의 접는 장치의 롤러에 집어넣는다. 그 다음 시험 시료의 주름을 손으로 360°뒤로 뒤집어, 접는 장치에 통과시킨다. 이러한 이중 주름은 시험 시료의 네 모서리에서 수행된다.

시험 시료의 펴기 후의 접기와 그 뒤의 시험은 가능한 빠르게 진행하여야 한다. 20.2항의 3분 제한에 대한 초과가 필요하다면 어떤 경우에도 10분 안에는 시험을 종료하여야 한다.

20.5 시험의 회수

오닐과 공기에서의 시험은 9번 측정된다.

접은 후의 시험은 접은 부분이 교차하는 지점은 제외하여 두 세로방향의 접음 각각에 대해 5번 측정하고 두 가로방향의 접음 각각에 대해 5번 측정한다.

20.6 과 정

IEC 60243의 7.1항을 따르는 전압이 가해진다. 절연 파괴의 기준에 대해서는 IEC 60243의 8항을 참조한다.

20.7 결 과

보고서는 IEC 60243의 11항을 따른다. 측정된 두께를 근거로 하여 kV/mm단위로 표현되는 각각의 측정치 세트의 중간값이 결과로 얻어진다. 측정 세트는 공기에서의 시험에서 9번의 측정, 오일에서의 시험에서의 9번의 측정, 그리고 가로방향과 세로방향의 접힘에서 10번의 측정으로 이루어진다.

21. 직류 절연 내력

고려 중.

22. 임펄스 절연 내력

고려 중.

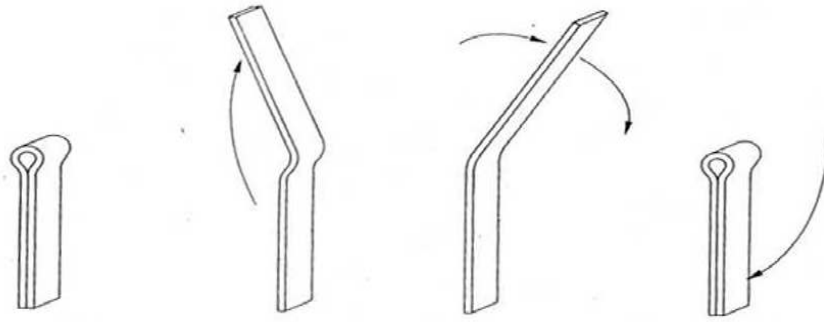


그림 1a

그림 1b

그림 1. 접는 순서

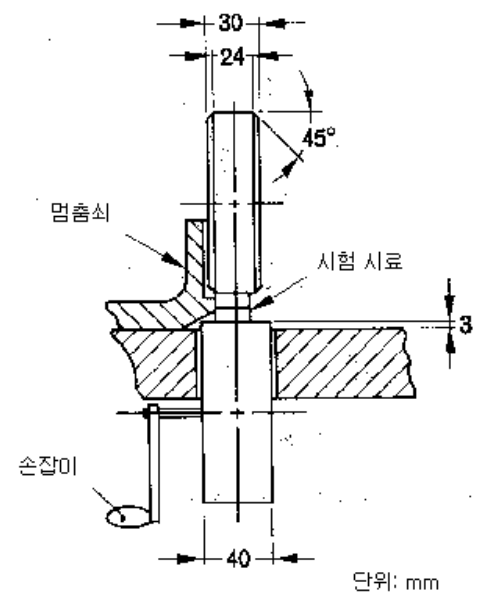
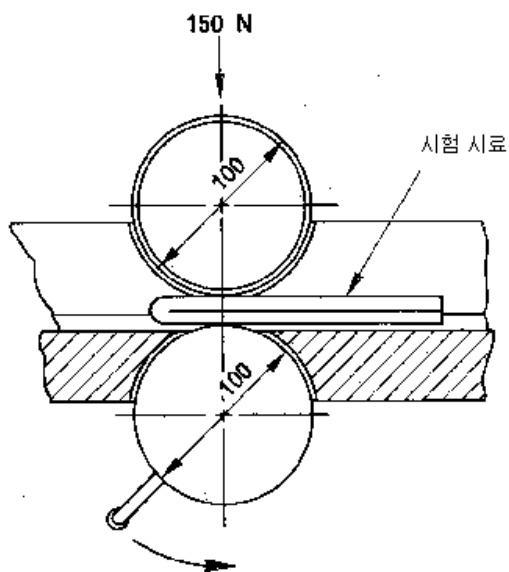


그림 2. 접는 장치

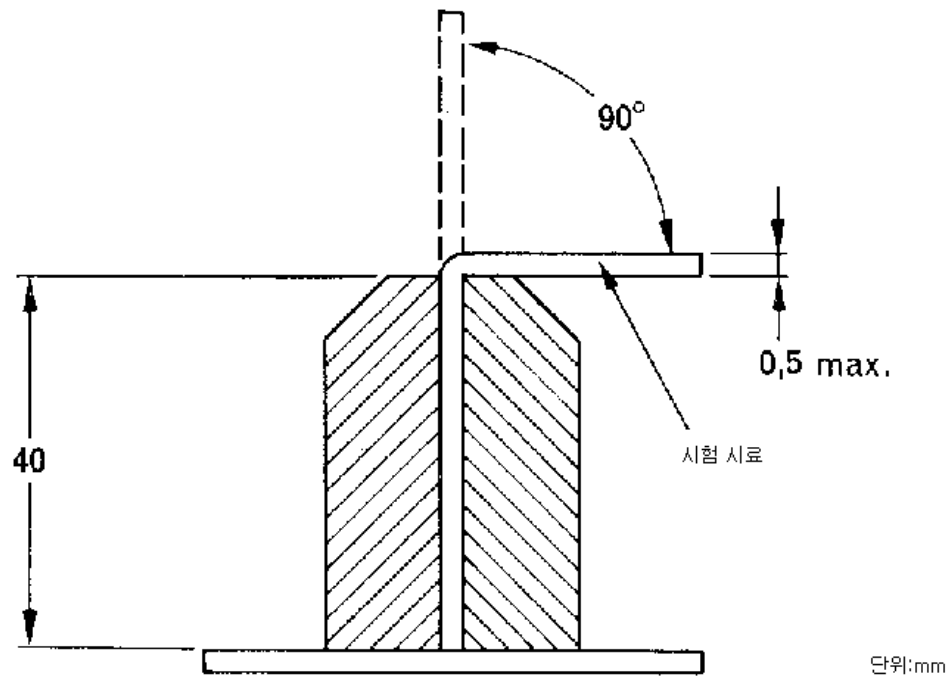


그림 3. 접는 기구

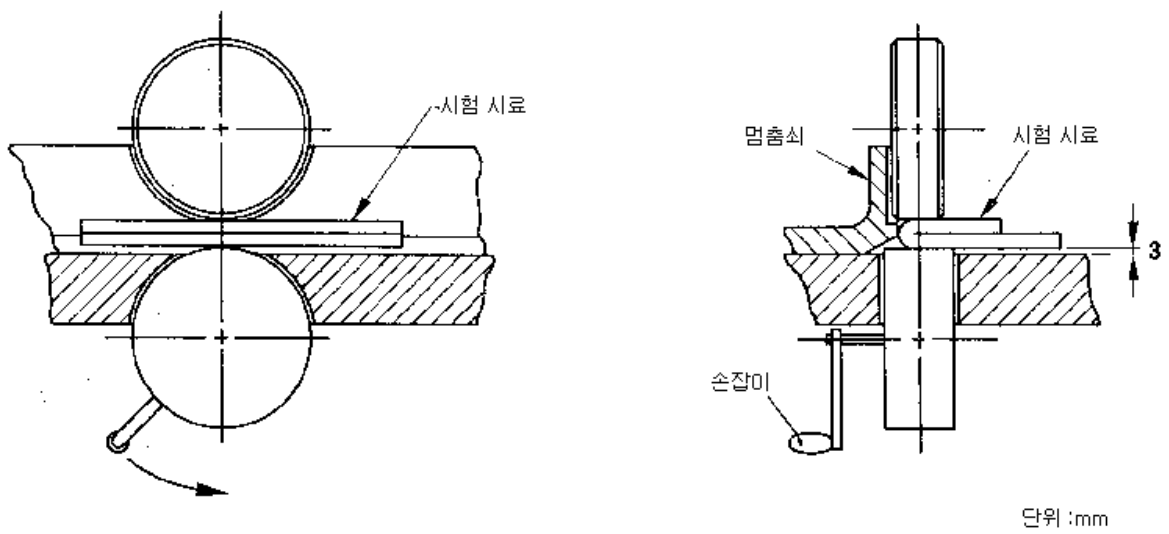


그림 4. 접는 장치
(치수는 그림 2를 참조)

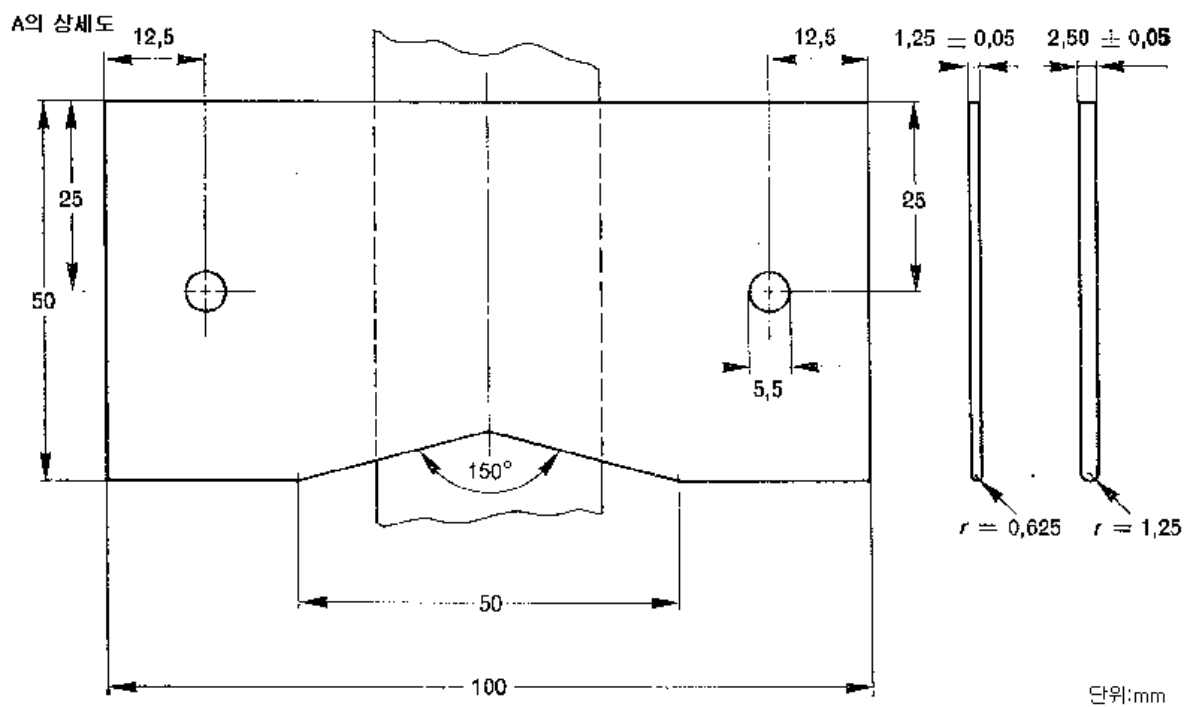
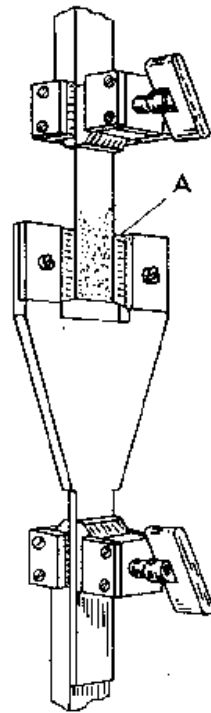


그림 5. 모서리 파열 등자

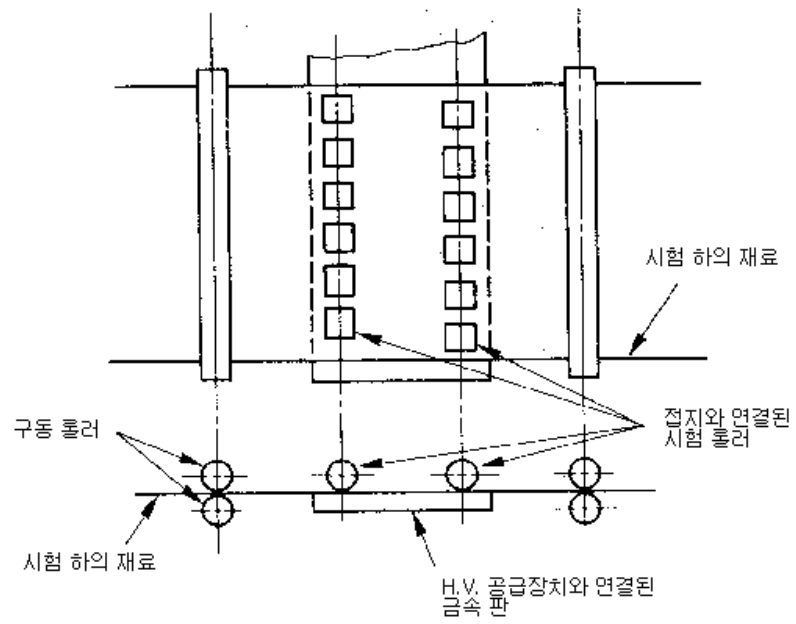


그림 6. 전도성 입자에 대한 시험 장치의 도식적 배열