

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

전기용품안전기준

K 60554-2

[KS C IEC 2003]

전기용 셀룰로오스 페이퍼

제2부 : 시험방법

목 차

서문	
1. 적용범위	
2. 인용규격	
3. 정의	
4. 시험에 대한 일반적인 사항	
5. 두께	
5.1. 페이퍼 한 장의 두께 측정법(ISO 534)	
5.2. 페이퍼의 평균 두께 측정	
6. 물질(g/m^2 , 기초 중량 또는 grammage)	
7. 겉보기 밀도	
8. 인장 강도와 신장율	
9. 내부 파열 저항	
10. 모서리 파열 저항	
10.1 시험 장치	
10.2 시험 시편	
10.3 과정	
10.4 결과	
11. 폭발 강도	
12. 절곡 내구력	
12.1 시험 장치	
12.2 시험 시편	
12.3 과정	
12.4 결과	
13. 수분 함유량	
14. 회분 함유량	
15. 수용성 추출물의 전도도	
15.1 시험 장치	
15.2 과정	
15.3 결과	
16. 수용성 추출물의 pH	
16.1 시험 기구	
16.2 과정	
16.3 결과	
17. 수용성 추출물의 염화물 함유량	
17.1 방법 1	
17.2 방법 2	

18. 황산염 함유량	
19. 유기 추출물의 전도도	
19.1 시험 기구	
19.2 과정	
19.3 결과	
20. 나트륨과 칼륨 함유량 측정; 불꽃 원자 흡수 분광 흡수법	
21. 공기 투과도	
21.1 시험 기구	
21.2 시험 시편	
21.3 과정	
21.4 결과	
22. 물 흡수율(심지)	
22.1 원리	
22.2 시약	
22.3 기구	
22.4 조건	
22.5 시험 시편	
22.6 과정	
22.7 결과	
22.8 시험 보고서	
23. 기름 흡수 작용(수정된 Cobb 방법)	
23.1 시험 기구	
23.2 시험 시편	
23.3 과정	
23.4 결과	
24. 전기적 강도	
24.1 시험 기구	
24.2 시험 시편	
24.3 과정	
24.4 결과	
24.5 직류 전압을 사용한 시험 방법	
24.5.1 시험에 대한 일반 사항	
24.5.2 전극	
24.5.3 시험 시편	
24.5.4 시험 과정	
24.5.5 측정 횟수	
24.5.6 측정 과정	
24.5.7 평가	
25. 젖어 있지 않은 페이퍼의 손실율과 유전율	
25.1 시험 기구	

25.2 시험 시편	
25.3 과정	
25.4 결과	
26. 전도성 경로	
26.1 방법 1	
26.2 방법 2	
27. 열 안정성	
27.1 내부 파열 저항	
27.2 폭발 강도	
27.3 중합도	
그림 1. 모서리 파열 등자	
그림 2a. 개략도	
그림 2b. 상세도(Cobb 흡수 시험기에 필요한 변형)	
그림 2. 기름 흡수성 시험을 위한 시험 기구	
그림 3. 전도 입자용 시험 기구의 도식적 배치	
그림 4. 시험 기구	
그림 5. 물 흡수도 기구	

한국산업규격
전기용 셀룰로오스 페이퍼
-제2부: 시험 방법

KS
CIEC 60554-2: 2003
(IEC 60554-2, 2001, IDT)

Cellulosic papers for electrical purposes
-Part 2: Methods of test

서 문 본 규격은 2001년 제2판으로 발행된 IEC 60554-2(Cellulosic papers for electrical purposes - Part 2: Methods of test)을 번역하여 기술적 내용 및 규격서의 서식을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격이다.

1. 적용 범위

본 규격은 IEC 60554-3의 사양에서 규정하고 있는 요구 조건을 맞추기 위하여 전기적 용도로 사용하고 있는 셀룰로오스 페이퍼의 시험 방법에 대해 규정한다.

본 규격에서는 사용된 방법의 간결한 설명을 포함하는 몇몇 ISO 규격을 인용한다. 간결한 설명은 단지 동일한 용도인 경우에만 해당되고 모든 세부 사항은 ISO 규격에 따라야 한다.

2. 인용 규격

다음의 규격은 이 규격에 인용함으로서 이 규격의 규정일부를 구성한다. 이러한 인용규격은 그 최신 판을 적용한다.

KS C IEC 60216 : 전기 절연 재료의 열적 내구성 측정을 위한 안내서

KS C IEC 60243-1 : 절연 재료의 전기적 강도-시험 방법-제1부 : 상용주파수에서의 시험

IEC 60247 : 1978, 비유전율, 유전 손실율과 절연 액체의 직류 저항을 측정

IEC 60250 : 1969, 미터 과장을 포함하는 상용, 가정 및 무선 주파수에 있어서 전기 절연 재료의 유전율과 유전 손실율 측정을 위한 권장 방법

IEC 60296 : 1982, 변압기와 스위치기어에서 사용하고 있지 않는 무기 절연유에 대한 사양

IEC 60450 : 1974, 새로운 또는 오래된 전기 페이퍼의 중합에 대한 평균 점성도 측정

IEC 60554-3 : 전기적 용도로 사용하고 있는 셀룰로오스 페이퍼-제3부:개별 물질에 대한 사양

ISO 287 : 1985, 페이퍼와 기관-수분 함유량 측정-오븐 건조 방법

ISO 534 : 1988, 페이퍼와 기관-피상 부피 밀도 또는 피상 시트 밀도 측정

ISO 535 : 1991, 페이퍼와 기관-물 흡수성 측정-Cobb 방법

ISO 536 : 1995, 페이퍼와 기관-질량 측정

ISO 1924-1 : 1992, 페이퍼와 기관-인장 특성 측정-제1부:부하법의 일정을

ISO 1924-2 : 1994, 페이퍼와 기관-인장 특성 측정-제2부:신장율법의 일정을

ISO 1974 : 1990, 페이퍼-파열 저항 측정(Elmendorf법)

ISO 2144 : 1997, 페이퍼, 기관과 펄프-900℃에서 점화했을 때 남아있는 재에 대한 측정

ISO 2758 : 1983, 페이퍼-폭발 강도 측정

ISO 9964-3 : 1993, 수질-나트륨과 칼륨 측정-제3부:불꽃 방사 분광계를 이용한 나트륨과 칼륨 측정

3. 정의

IEC 60554 중 본 부의 사용 목적을 위해서, 다음과 같은 정의를 적용한다.

3.1 시료

선택 단위에 따라 릴 또는 시트를 주어진 치수에 맞게 자른 사각형 페이퍼.

3.2 시험 시편

시험 방법에 따라 각각의 단일 측정이 이루어진 페이퍼의 양. 이 시험 시편은 시료로부터 얻을 수도 있고 어떤 경우에는 시료 자체라고 할 수도 있다.

4. 시험에 대한 일반적인 사항

구체적인 지시사항이 없다면, 시편을 자른 후 온도 $23^{\circ}\text{C}\pm 2\text{K}$, 상대습도 $50\%\pm 5\%$ 인 대기 하에서 자른 시료를 적어도 16시간 동안 유지해야 한다. 시험 시편은 시료를 잘라 만들고 이러한 분위기 하에서 시험한다.

조건이 적합하지 않은 경우, 조절하고 있는 분위기는 온도 $23^{\circ}\text{C}\pm 1\text{K}$, 상대습도 $50\%\pm 2\%$ 로 유지해야 하며 건조면(습기를 4% 이하 함유하고 70°C 로 건조한 후)부터 시험해야 한다.

구체적인 지시사항이 없다면, 시료의 수는 세 개여야 한다.

구체적인 지시사항이 없다면, 측정의 중심값을 결과로 받아들여야 하고 최고값과 최저값은 기록해야 한다.

5. 두께

두께는 아래에 주어진 예외와 함께 ISO 534에 따라 측정한다.

5.1 페이퍼 한 장의 두께 측정법(ISO 534)

a) 원리

방법은 정전기 부하를 인가할 때 한 장의 두께를 측정하기 위하여 정밀한 다이얼 마이크로미터를 기본적으로 사용한다.

인가하는 정전기 부하는 $100\text{kPa}\pm 10\text{kPa}$ 의 압력에 반응해야 한다.

b) 예외

시험은 세 개의 시험 시편에 대해 실시하며 세 개의 시험 시편 각각에 대해 한 번씩 측정한다. 한 번의 측정은 시험 시편의 각 모서리와 중심 치수, 모두 다섯 개의 치수로 이루어진다.

결론은 마이크로미터 단위로 나타낸다.

두께를 폭보다 큰 편차로 만들기 위해 폭 사이를 측정하는 경우, 이 절차의 세부사항은 IEC 60554-3에서 확인할 수 있다.

5.2 페이퍼의 평균 두께 측정

원리

방법은 최소 다섯 장의 두께를 측정하기 위하여 정밀한 다이얼 마이크로미터를 사용하는 것이 기본이다.

인가하는 정전기 부하는 $100\text{kPa}\pm 10\text{kPa}$ 의 압력에 반응해야 한다.

시험은 250mm×250mm인 시편이 최소한 다섯 장으로 구성된 세 개의 시험 시편에 대해 실시하며 세 개의 시험 시편 각각에 대해 한 번씩 측정한다. 한 번의 측정은 시험 시편의 각 모서리와 중심 치수, 모두 다섯 개의 치수에 대해 이루어진다.

폭이 규정된 250mm보다 좁은 재료에 대해서, 시험 시편은 시료의 길이를 400mm로 대략 동일한 간격으로 만들어서 다섯 번 측정해야 한다.

결론은 마이크로미터 단위로 한 장의 두께를 나타낸다.

두께를 폭보다 큰 편차로 만들기 위해 폭 사이를 측정하는 경우, 이 절차의 세부사항은 IEC 60554-3에서 확인할 수 있다.

6. 물질(g/m², 기초 중량 또는 grammage)

페이퍼 기초 중량은 다음의 예외를 포함하고 ISO 536에 기술된 방법에 의해 측정해야 한다.

- ISO 536의 5항과 6항은 무시한다;
- 시험은 세 개의 시험 시편에 대해 실시해야 하며, 한 번의 측정은 각각 세 개의 시험 시편에 대하여 행한다;
- 질량은 적어도 500cm² 인 시험 시편에 대해 0.5%의 정밀도로 측정한다.

원리

모든 측정은 조건을 만족하는 시험 시편을 토대로 행해야 하기 때문에, 각 시험 시편의 면적과 질량을 측정하고 m² 당 g의 단위로 표현한 유니트 당 질량 또한 계산하라.

기초 중량을 폭보다 큰 편차로 만들기 위해 폭 사이를 측정하는 경우, 이 절차의 세부사항은 IEC 60554-3에서 확인할 수 있다.

7. 겉보기 밀도

두께와 기초 중량은 5항과 6항에 따라서 세 개의 시험 시편에 대해 각각 측정한다. 각 시험 시편에 대해 겉보기 밀도를 계산한다. 겉보기 밀도는 g/cm³로 표시한다.

8. 인장 강도와 신장율

인장 강도와 신장율은 다음의 예외를 포함하고 ISO 1924에 기술한 방법 중의 하나에 의해 측정해야 한다(사용 방법은 IEC 60554-3에 표시하고 있다):

- 기계 방향으로 자른 아홉 개와 기계 수직 방향으로 자른 다른 아홉 개의 시편을 측정한다;
- 각 방향에 있어서 측정의 중심값을 결과로 받아들여야 하며 각 방향에 있어서 최고값과 최저값은 기록한다;
- 그렇지 않은 경우, 약 100m에 가까운 파열 길이로 표현할 수 있다.

원리

인장력은 표준 시험 조건을 적용할 때, 양 방향으로 자른 약 250mm 당 15mm의 파손을 초래하는데, 이때 인장력을 측정한다.

9. 내부 파열 저항

내부 파열 저항은 ISO 1974에 기술한 방법에 의하여 측정해야 한다. 단일 파열 시험기는 다음과 같

은 예외를 포함하여 사용해야 한다:

- 기계 방향으로 자른 아홉 개와 기계 수직 방향으로 자른 다른 아홉 개의 시편을 측정한다.

원리

직사각형 시험 시편을 43mm 남겨두고 단일 절단한다. 이것을 파열시키는데 필요한 에너지를 측정한다.

10. 모서리 파열 저항

10.1 시험 장치

ISO 1924에 기술한 것처럼 인장 시험 장치에 부착한 모서리 파열 등자()(**그림 1** 참조)를 사용해야 한다. 수직판이며 얇은 철판(A)으로 구성된 모서리 파열 등자는 등골 형태 구조의 선단에 의해 모서리를 지지한다.

등자 구조의 얇은 금속 스페는 인장 시험기의 하단 클램프에 묶는다. 따라서 등자의 수직 중심선은 상단과 하단 클램프의 중간점 접합부와 일치한다. 수직판은 등자 구조로부터 이동할 수 있고 다른 두께의 두 개의 판은 다른 두께 범위의 페이퍼 사용을 공급한다. 어떤 판 하나의 두께는 $1.25\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 이고 다른 판 하나의 두께는 $2.50\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 이다. 판의 모서리는 얇은 V자 형이 새겨진 금과 $150^\circ \pm 1^\circ$ 의 각도에 대응하는 면을 형성한다. V자 형이 새겨진 금이 있는 면을 단면에서 볼 때 반원 모양이고 매끄럽고 곧다.

10.2 시험 시편

아홉 개의 시험 시편들은 폭이 15mm에서 25mm, 길이가 적어도 250mm로 기계 방향과 페이퍼의 단면 방향으로 자른다.

시험 시편은 4항에 따라서 결정한다.

10.3 과정

적당한 두께의 판을 등자 구조에 부착하라. 두께가 $1.25\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 인 판은 두께가 0.75mm인 얇은 페이퍼를 사용하고 더욱 두꺼운 페이퍼에 대해서는 두께가 $2.50\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 인 판을 사용한다.

등자의 수직 중심선을 시험 기계의 상단과 하단 클램프의 중간점과 일치시키기 위하여 인장 시험기의 하단 클램프(**비고** 참조)에 있는 등자의 얇은 스페를 고정하라. 그러면 V자 형이 새겨진 금이 있는 면은 클램프의 중간점을 통하여 선에 대칭으로 위치한다.

비고 원한다면, 등자를 상단 클램프에 고정할 수도 있다. 이 과정은 등자의 질량을 보상하기 위해 인장 시험기의 재균형을 필요로 할 것이다.

상단 클램프의 하단 모서리가 V자 형이 새겨진 금이 있는 판의 상단 모서리보다 90mm 높게 하기 위하여 기계의 하단 클램프를 놓아라.

판 아래서 시험 시편이 등자를 통과하도록 하라. 그리고 두 끝이 하나가 되도록 하여 이 둘을 상단 클램프에 고정하라.

이와 같은 조작에서, 대부분의 느슨한 시험 시편은 꼭 조인다. 하지만 시험 시편에 급하게 힘을 가하지 않도록 해야 한다. 가능하다면, 관성 효과로 인한 비정상적인 변형을 최소화하기 위하여 시험 시

편에 대한 부하의 초기 증가가 대단히 천천히 이루어지도록 하라.

부하를 증가시켜 파열이 5초에서 15초 사이에 시작하게 하고 이 부하를 뉴턴(N)단위로 기록하라.

10.4 결과

페이퍼의 양 방향 각각의 중심값을 기록하라. 이때 사용한 판의 두께와 시험 시편의 부하, 폭, 두께의 비율까지도 기록해야 한다.

11. 폭발 강도

폭발 강도는 다음의 예외를 포함하여 ISO 2758에 기술한 방법에 따라서 측정해야 한다.

- 시험 시편은 4항에 따라야 한다.

원리

원형 탄성 격막과 접촉하고 있는 시험 시편은 원 주변에 단단히 고정하지만 격막이 팽창할 경우에는 단단히 고정할 수 없다. 유압 액체는 시험 시편이 파괴될 때까지 격막이 팽창하는 동안 일정한 비율로 주입한다. 시험 시편의 폭발 강도는 인가한 유압의 최대값이다.

12. 절곡 내구력

12.1 시험 장치

절곡 시험기(Schopper 타입).

12.2 시험 시편

기계 방향으로 자른 폭 15mm의 긴 조각 아홉 개와 기계 수직 방향으로 자른 아홉 개의 또 다른 긴 조각.

12.3 과정

양쪽 클램프에 시료를 고정하라. 시료의 두께가 0.03mm가 될 때까지 시료에 5N의 응력을 가하고 더 두꺼운 시료에 대해서는 10N을 가하라. 곡률반경이 0.25mm, 두께가 0.5mm인 판에 분 당 100에서 200 이중 절곡 속도를 인가했을 때 견딜 수 있는 페이퍼의 이중 절곡 수를 측정하라.

12.4 결과

두 개의 유효 숫자로 각각의 중심값을 기록하라. 최고값과 최저값 역시 기록해야 할 것이다.

13. 수분 함유량

일반적으로 페이퍼의 수분 함유량은 ISO 287(오븐 건조 방법)에 기술한 방법에 따라서 측정한다. 결과는 고유 질량의 수분율로서 표현한다. 세 개의 시험 시편은 ISO 287에 따라야 할 것이다.

원리

시료일 때 시험 시편의 질량을 측정하고 일정한 질량으로 102°C에서 105°C로 오븐에서 건조한 후 다시 한번 질량을 측정하라.

14. 회분 함유량

소각 후에 남아 있는 폐이퍼의 잔여량은 ISO 2144에 기술한 방법에 따라서 측정해야 할 것이다. 세 번의 측정을 한다. 결과는 오븐 건조 질량의 백분율로 나타낸다.

15. 수용성 추출물의 전도도

15.1 시험 장치

- 셀 정수 K라고 알려진 전도도 셀.
- 50Hz에서 3,000Hz의 주파수 범위에서 5%의 정확도를 가지고 최소단위가 1 μ S까지 전도도를 측정할 수 있는 전도도 또는 인덕턴스 측정기. 저항도 동일한 정확도로 측정할 수 있다.
- 산과 알칼리에 견딜 수 있고 리플렉스 콘덴서로 이루어져 주둥이가 250cm³로 넓은 원추형 병.

15.2 과정

측정은 이미 알려진 재료에 대해 행한다. 한 번의 측정은 세 개의 추출물 각각에 대해 행한다. 우선 공시험은 플라스크 안에서 60분 $\pm$ 5분 동안 끓인 물로 행한다. 만약 물의 전도도가 200 μ S/m보다 작다면, 플라스크를 사용해도 좋다. 전도도가 200 μ S/m보다 크다면, 플라스크는 아무 성분도 포함하지 않은 물과 함께 끓는다. 두 번째 시험에서 전도도가 200 μ S/m를 초과한다면, 다른 플라스크를 사용해야 한다.

폐이퍼에 대한 시험은 다음과 같이 수행해야 할 것이다.

대략 무게가 20g인 시험 시편을 크기가 약 10mm $\times$ 10mm인 조각으로 자르라. 리플렉스 콘덴서로 된 250cm³의 유리 플라스크 안에서 대략 무게 5g을 측정하고 200 μ S/m보다 작은 전도도를 갖는 약 100cm³의 물을 추가하라. 물은 60분 $\pm$ 5분 동안 서서히 끓는다. 그리고 플라스크 안에서 실내 온도로 냉각한다. 이는 공기로부터 이산화탄소의 흡수를 방지하기 위해 필요하다.

그런 후 추출물의 전도도를 즉시 측정하기 위해서 추출물을 측정 용기에 천천히 따라야 한다. 측정 용기는 추출과 함께 두 번 행구어야 한다. 전도도의 측정은 23 $^{\circ}$ C $\pm$ 0.5K에서 행한다.

비고 1 17항의 방법 1에 따른 추출은 선택적으로 적용할 수 있지만, 100cm³안에 5g은 사용해야 한다.

비고 2 수용성 추출 시험을 통해 전도도, pH 및 염화물 함유량을 측정하기 위한 목적으로 시료와 시험의 일부를 이용, 저장 및 취급하는 경우, 기본적으로 시편을 화학 실험실과 같은 분위기나 맨손으로 다룸으로써 시편이 오염되는 것을 방지해야 한다.

15.3 결과

다음과 같이 추출 용액의 전도도를 계산하라.

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

여기서,

γ : 추출 용액의 전도도(μ S/m);

K : 셀 상수(m⁻¹);

G₁ : 추출 용액의 컨덕턴스(μ S);

G₂ : 공시험의 컨덕턴스(μ S).

16. 수용성 추출물의 pH

16.1 시험 기구

- 최소한 0.05pH 단위의 감도로서 유리와 칼로멜 전극으로 이루어진 pH미터.
- 산과 알칼리에 견디는 유리로서 주둥이가 넓은 250cm³의 원추형 플라스크.

16.2 과정

한 번의 측정으로 각각 세 번의 추출이 이루어진다.

15.2에 기술한 추출물을 준비하라.

추출물은 대기와의 불필요한 노출을 피하고 즉시 사용하기 위해 천천히 따라야 한다. 추출물의 pH값이 ± 2 pH 단위 이내인 완충 용액으로 pH미터를 측정하라. 완충 용액으로부터 전극을 제거하고 전극을 증류수에서 여러 번, 추출물을 소량 포함한 곳에서 한 번 행구어 잘 세척한다. 여과하지 않은 추출물 안에 전극을 담그고 $23^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ 에서 추출물의 pH값을 측정하라.

비고 1 추출물을 전도도 측정에 사용한다면, 이 측정의 시료는 pH 측정을 하지 않은 수용성 추출물을 이용해야 한다. 이는 칼로멜 전극으로부터 확산된 염화 칼륨이 결과에 다른 영향을 미치기 때문이다.

비고 2 15.2의 비고 2 참조.

16.3 결과

결과로서 중심값을 기록하라; 최고값과 최저값을 기록한다.

17. 수용성 추출물의 염화물 함유량

17.1 방법 1

17.1.1 주의 사항

이 시험에 사용되는 기구는 매우 청결한 상태로 유지해야 한다. 이를 위해서 모든 플라스크, 비이커 및 깔대기는 일반적인 세척과 행굼 후에 탈이온화 용액 안에서 끓여야 한다. 기구는 스테인레스 강철 집게를 이용하여 사용되어야 한다. 마찬가지로 시료 준비를 위한 집게와 가위는 스테인레스 강철로 된 것이어야 하며, 같은 방법에 의해 청결을 유지한다.

비고 15.2의 비고 2 참조.

17.1.2 시험 기구

- 2mV의 정밀도를 갖고 직류 0mV에서 300mV까지 측정할 수 있는 측정 장치(예, 전자전압계 또는 pH미터와 같은 전위차계).
- 바닥이 평평하고 600cm³로 우수한 내성을 가진 유리 또는 석영 플라스크.
- 증기 전해조.
- 분석 저울.
- 유리로 된 마이크로미터 주사기(방법 1에만).
- 0.01cm³로 눈금이 새겨진 마이크로뷰렛(방법 2에만).

- 자기 교반기.
- 측정용 실린더, 비이커, 여과용 깔대기, 막대와 주사 바늘 등.
- 간이 여과지.

17.1.3 과정

한 번의 측정으로 각각 세 번의 추출이 이루어진다. 각각의 추출을 위해 페이퍼는 대략 50mm×10mm의 길고 가느다란 조각으로 자른다. 약 20g을 바닥이 평평한 600cm³ 플라스크 안에 넣고 15항의 전도도 요구조건을 만족하며 끓고 있는 탈이온화되었거나 증류된 약 300cm³의 물을 첨가한다.

혼합물은 60분±5분 동안 증기 전해조에 둔다. 이때 플라스크의 주둥이는 목부분 이상을 적당한 비이커로 약간 헐겁게 덮어 씌어둔다.

그런 다음 부유물은 Bucher 깔대기 안에서 미리 추출된 거름페이퍼를 통한 흡입 작용에 의해 여과한다. 가능한 한 최대의 추출물을 얻기 위해 잔여 페이퍼 덩어리를 압착해야 하는데 이 때 끝부분이 평평한 막대를 사용하여 압착한다.

추출물의 부피를 측정하고 잔여 덩어리의 무게를 잰다(W).

추출물은 추출 플라스크와 유사한 플라스크에 다시 집어넣고 열탕조 안에서 건조하기 위해 수분을 제거하였다; 오염은 플라스크 위에 거꾸로 매달려 있는 큰 비이커(약 250cm³)에 의해 방지한다.

건조가 완전히 끝나면, 약 20cm³의 탈이온수를 플라스크에 첨가하고 건조를 반복한다.

추출한 잔여물을 10% HNO₃ 용액 안에서 5cm³±1% 용해하면 100cm³ 비이커에 옮겨 담는다. 그리고 플라스크는 아세톤 5cm³±1%가 든 비이커 안에서 두 번 세척한다.

그런 다음 추출물의 염화물 함유량은 예를 들면 pH 미터와 같은 측정기를 가진 자기 교반기, 유리 관련 전극 그리고 은선 반응지시기를 이용하여 전위차적으로 측정한다.

적정제()는 적정 셀 안으로 마이크로미터 주사기의 유리 바늘을 통해 용액을 떨어뜨림으로써 형성되는 0.01cm³의 0.02M AgNO₃ 용액을 말한다.

다음은 구성하는 시약 블랭크를 적정하라: 건조시키기 위해 증발한 (340-W) cm³의 물, 5cm³의 10% HNO₃, 그리고 10cm³의 아세톤.

17.1.4 결과

추출 용액의 염화물 함유량은 페이퍼 질량의 10⁻⁶ 단위로, 염화물 이온 질량으로 표시하고 다음과 같이 계산된다:

$$\text{염화물 함유량}(10^{-6}) = 35.46 \frac{(A-B)M}{D} \times \left(1 + \frac{W-D}{V}\right) \times 10^3$$

여기서,

M : AgNO₃ 용액의 몰농도(mol/kg);

D : 건조한 페이퍼 질량(g);

A : 추출물을 적정하는데 사용한 AgNO₃ 용액의 부피(cm³);

B : 블랭크를 적정하는데 사용한 AgNO₃ 용액의 부피(cm³);

W : 습기를 머금은 페이퍼 잔여물의 질량(g);

V : 추출물의 부피(cm³).

결과는 세 번 측정에 대한 중심값이다.

17.2 방법 2

17.2.1 이 방법은 다음의 세부 항목에 있어서 **방법 1**과 차이가 있다.

- 물 300cm³ 안에 페이퍼 20g 대신 물 100cm³ 안에 페이퍼 4g을 처리한다;
 - 60min±5min 동안 격렬히 가열한다;
 - 추출물의 처리는 다음과 같다
- a) 냉각된 추출 용액을 여과하거나 천천히 따르고 난 후 길쭉한 200cm³의 비이커 안에서 25g±0.1g을 쟀다. 아세톤 125cm³와 1% 질산 15방울을 첨가한다;
 - b) 비이커 안에 교반 막대를 집어 넣는다. 그런 다음 비이커를 자기 교반기 위에 올려 놓고 액체의 표면이 심하게 출렁거리지 않게 교반 속도를 조절한다;
 - c) 액체 안에 전극을 담고 안정화될 때까지 계측한다. 그런 다음 적정을 시작한다;
 - d) 마이크로뷰렛으로 0.01cm³에 0.0025M AgNO₃ 용액을 첨가하고 밀리볼트 단위의 전위 변화를 기록한다;
 - e) 전위에 있어서 가장 큰 변화를 나타내는 종점을 적정하거나, 또는 전위차 곡선으로부터 미리 측정된 고정점을 적정한다;
 - f) 종점에 이를 때까지 사용한 용액의 총부피를 기록한다;
 - g) 이중 적정은 각 추출물마다 행해야 하고 0.01cm³ 단위까지 일치해야 한다. 이중 시료는 차이가 발생할 수 있는 낮은 레벨인 2.0×10⁻⁶ 이하를 제외하고는 ±5% 이내에서 일치해야 한다;
 - h) 다음을 구성하는 시약 블랭크를 적정한다: 물 25g±0.1g, 아세톤 125cm³ 그리고 1% HNO₃ 15방울.

17.2.2 결과

추출 용액의 염화물 함유량은 페이퍼 질량의 10⁻⁶ 단위로 염화물 이온 질량으로서 표시하고 다음과 같이 계산한다:

$$\text{염화물 함유량}(10^{-6}) = 35.46 \frac{(A - B)M}{D} \times 4 \times 10^3$$

여기서,

A : 추출물을 적정하는데 사용한 0.0025M AgNO₃ 용액의 부피(cm³);

B : 블랭크를 적정하는데 사용한 0.0025M AgNO₃ 용액의 부피(cm³);

M : AgNO₃ 용액의 몰농도;

D : 오븐 건조 후 페이퍼 시료의 질량(g);

결과는 세 번 측정에 대한 중심값이다.

18. 황산염 함유량

고려 중에 있다.

19. 유기 추출물의 전도도

이 시험의 목적은 이온화가 가능한 유기 재료가 절연 재료 안에서 존재할 수 있는 지 여부를 측정하는 것이다. 유기물의 존재는 유기(트리클로로에틸렌) 추출물의 전도도가 증가함으로써 알 수 있다. 그리고 시험은 염화된 냉각제 또는 함침제 안에 담가 둔 절연 재료에 적용할 때 특별한 의미를 지닌다.

비고 취급 시 주의 사항에 대해서는 15.2의 **비고 2** 참조.

19.1 시험 기구

IEC 60247에 따른 전도성 셀을 사용한다. 측정 기구는 직류 100V를 넘지 않는 적당한 전자 다중절연저항계, 또는 검류계, 전압계 그리고 100V를 넘지 않는 직류 전압원이다.

용매로는 백토나 다른 적합한 재료, 예를 들어 실리콘 젤과 같은 재료의 무게 1% 정도를 넣고 휘젓거나, 소결한 유리 필터를 통해 여과하여 정제한 실험 시약 등급 트리클로로에틸렌이 쓰인다. 최대 기공 직경이 5 μ m에서 15 μ m 범위 내인 필터가 적합하다.

비고 백토가 만약 수분을 흡수하거나 120 $^{\circ}$ C를 넘지 않는 청정한 공기에서 열에 의해 건조한다면 효과가 없다.

공시험은 각 추출 전에 수행하고, 만약 결과로서 생기는 전도도가 $5 \times 10^{-4} \mu\text{S/m}$ 를 초과하면, 용매는 전도도가 $5 \times 10^{-4} \mu\text{S/m}$ 보다 크지 않을 때까지 더욱 더 정제한다.

정제한 트리클로로에틸렌은 어두운 곳에 놓아 두거나 갈색 병 안에 담아두면 안전하다. 그러나 트리클로로에틸렌의 전도도는 추출을 위하여 사용하기 전에 점검해야 한다.

추출과 측정을 하는 동안, 용매는 강한 빛, 특히 직사광선으로부터 차폐해야 한다; 어두운 곳에서 보관한다.

19.2 과정

한 번의 측정으로 각각 세 번의 추출이 이루어진다. 추출물은 15.2에서와 같이 수용성 추출물의 전도도에 대해 설명한 시험 하에서의 재료로 준비한다. 그리고 시험 시편은 소량 흡수된 물을 제거하기 위해 80 $^{\circ}$ C에서 100 $^{\circ}$ C 온도에서 약 2시간 동안 공기 중에서 서서히 가열한다. 재료는 적당한 플라스크에 즉시 옮겨 담고 용매 10cm³ 당 1g의 비율로 정제한 트리클로로에틸렌을 채운다. 용매는 유리가루의 결합으로 구성된 모든 유리기구를 사용하여 환류 조건 하에서 1시간 동안 서서히 가열한다.

마지막으로 플라스크는 확실하게 마개를 막아두고 어두운 곳에서 밤새도록 두었다. 증발로 인한 부피 손실이 10%를 초과하면 안된다.

셀 상수 K의 값을 모른다면, 셀 상수는 전도도를 아는 수용액 또는 정전용량법에 의해 결정한다.

트리클로로에틸렌 추출물을 채우기 전에, 셀은 증류수로 충분히 세척하고(마지막으로 수용성 전해질을 사용했다면) 정제한 트리클로로에틸렌으로 여러 번 건조하고 세척한다. 셀은 채우기 전에 건조하고 다른 용기에 담아 냉각으로 인한 습기 응축의 위험을 피하고자 따뜻한 공기가 흐르고 곳에 놓는다; 이는 전극의 호흡작용을 막기 위해 필요하다.

추출물의 저항은 직류 전압을 인가한 후 1분간, 15 $^{\circ}$ C에서 25 $^{\circ}$ C 사이의 온도에서 측정한다.

R은 추출물의 측정 저항(M Ω)이고 K는 셀 상수(m⁻¹) 그리고 K/R는 추출물의 전도도($\mu\text{S/m}$) 로서

$$\frac{K}{R} - \text{용매의 전도도, } \mu\text{S/m}$$

로 표시한다.

19.3 결과

재료의 추출물 전도도는 $\mu\text{S}/\text{m}$ 로 표시한다.

20. 나트륨과 칼륨 함유량 측정;

불꽃 원자 흡수 분광 흡수법

이 방법은 고순도의 제품, 예를 들어 전기 페이퍼나 펄프 안의 나트륨과 칼륨을 측정하는 것이다. 페이퍼나 펄프 10g인 시험 시편은 14항에 따라 태우고, 회분은 최대 0.00001% K^+ 이온과 0.00005% Na^+ 이온(약 6mol/l 용액)을 포함하는 “분석용 32% 염산”으로 알고 있는 염산 10cm³ 안에서 용해한다. 분광 측정은 ISO 9964-3에 따라서 수행한다.

21. 공기 투과도

페이퍼의 공기 투과도(π)는 다음과 같은 공식에 의해 정의한다:

$$\pi = \frac{V}{Atp}$$

여기서, V는 공기의 부피(cm³)로서 이는 pKPa의 일정한 공기압 차이가 존재하는 가운데 t초 이내에 A m²의 면적을 가진 페이퍼 시트가 통과하는 것을 말한다. 공기 투과도가 0.01로부터 5 유니트인 중간 범위를 측정하기 위해 사용된 기구에 대해서는, 약 1kPa 정도의 압력 차를 일반적으로 사용한다. 공기 투과도가 0.0001 유니트 이하인 낮은 범위의 페이퍼인 경우, 시편에 대해 3.5kPa의 압력 차를 가진 기구를 사용할 수 있고, 반면 예를 들어 전해질 페이퍼와 같이 2×10^6 유니트에 이르는 높은 투과도를 가진 페이퍼는, 100Pa 이하의 압력 차를 이용한다. 이와 같은 압력 차는 특별한 페이퍼 재질에 대해 언급한 IEC 60554-3에서 설명하고 있다.

21.1 시험 기구

기구에는 다음과 같은 조건을 따른다.

21.1.1 부피는 $\pm 2\%$ 의 정밀도를 가지고 1% 이내의 시간과 5%의 정밀도를 가진 유동율로 측정해야 한다.

21.1.2 시험 시편에 가하는 초기 압력 차는 알고 있듯이 2% 정도이고 측정하는 동안 5%를 초과해서는 안된다.

21.1.3 시험 시편은 시편의 압력을 가한 면에 대해 공기가 새지 않도록 가스켓으로 고정한다. 이 가스켓은 시험 시편의 측정 면적이 1% 이상 변할 정도로 변형되어서는 안된다.

21.1.4 시험 시편의 면적은 6cm² 보다 작지 않아야 한다. 10cm²의 면적을 권장하고 있다.

21.1.5 물을 치환 매개물로 사용할 때, 시험 시편을 통과하는 공기의 흐름은 이전에 물과 접촉하는 방향이 아닌 다른 방향으로 되어야 한다.

21.1.6 공기 누설은 시험 시편을 대신하는 기구 안에 스며들기 힘든 재료, 예를 들면 금속박()

과 같은 재료를 고정함으로써 확인할 것이다. 어떠한 누설도 특별한 기구로 측정된 최소 공기 투과율의 0.025배보다 적어야 할 것이다.

21.2 시험 시편

시료는 4항에 의한 조건에 따라서 설정해야 한다. 적어도 5개 이상의 시험 시편을 시험 시료에서 잘라야 한다. 시험 시편의 최소 단위가 너무 커서 시험 시편이 클램핑 단위로부터 모든 방향으로 돌출되어 보이며 21.1.4에 요구하는 시험 면적을 차지한다.

21.3 과정

실험 과정의 세부 사항은 사용 기구에 좌우되지만, 다음 사항은 필수적이다.

- a) 시험 시편에 인가하는 압력 차이의 정확한 측정;
- b) 측정 전, 후에 즉시 공기의 흐름을 조절하는 실린더 또는 장치의 안정적인 움직임;
- c) 공기의 교환으로 인해 발생할 수 있는 진동을 없앴;
- d) 시험 시편을 뒤틀림 없이 균일히 고정;
- e) 측정 전에 기구를 평평한 표면 위에 놓음.

21.4 결과

21항의 공식에 의해 결과는 1kPa의 대기압으로 정정한다. 다섯 개의 시험 시편을 시험하여 얻어진 중심값을 결과로 한다. 최고값과 최저값은 기록한다. 시험 시편에 가해지는 미소한 압력차를 기록하라.

22. 물 흡수율(심지)

22.1 원리

시험 재료 조각의 한 쪽 끝을 물에 담근 채 수직으로 매단다. 주어진 시간 동안 모세관이 상승함으로써 재료의 흡수성을 측정할 수 있다. 시험은 실험실 온도에서 수분 포화상태를 만들기 위해 밀폐된 용기 안에서 실시한다.

22.2 시약

22.2.1 증류수 또는 탈이온수

증류수 또는 탈이온수에서 얻어낸 것과 동일한 결과를 보여줄 수 있을 경우에만 식수를 사용해야 한다. 논란이 있을 경우, 증류수/탈이온수를 사용해야 한다.

22.3 기구

- a) 적어도 깊이가 250mm인 투명한 물 용기.
- b) 적어도 길이가 200mm인 거리 조절용 시편을 두 개 설치한 결합 뚜껑과 시험 시편 지지대.

비고 적합한 기구는 그림 5에 나타내고 있으며 6mm의 투명한 아크릴 판과 같은 재료로 만든다. 거리 조절용 시편은 하단부에 고정하고 조정할 수 있도록 연결해야 한다.

- c) 15분까지 표시할 수 있으며 초단위로 나타낼 수 있는 타이머.

- d) 거의 0.5mm까지 읽을 수 있는 카세트미터 또는 길이가 적어도 300mm이고 눈금을 새긴 직선 자로 된 자.
- e) 시험 시편 지지대에 시험 시편을 부착하기 위한 적당한 못 또는 핀.
- f) 페이퍼 클립
- g) 연필.
- h) 직선 자.

22.4 조건

4항에 따른 샘플로 결정한다.

22.5 시험 시편

시료를 기계 방향으로 폭이 $15\text{mm} \pm 1\text{mm}$, 길이가 최소한 200mm인 10개의 조각으로 자른다. 필요하다면, 기계방향과 수직으로 10개의 조각을 더 자른다.

비고 200mm의 최소 시험 길이를 사용하는 경우(예를 들어, 실험실 핸드 시트), 시험 시편이 불활성 캐리어와 결합한다면 불활성 캐리어의 길이는 자세히 기술하여 시험 보고서에 포함해야 한다.

한쪽 끝으로부터 $15\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 의 거리에서 각 시험 시편을 교차하여 연필로 선을 그린다. 선과 페이퍼 끝 사이의 중간쯤에, 수직으로 매달은 시험 시편을 안전하게 하기 위해 적당한 무게로 고정하라 (페이퍼 클립으로 알맞게 고정한다).

22.6 과정

평평하고 수평인 표면 위에 물 용기를 놓고 $50\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 의 높이로 $23^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ 온도의 물을 더한다. 시험 동안 $23^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ 의 온도를 유지하라. 용기 뚜껑을 놓고 물 표면에 닿을 정도의 위치가 될 수 있도록 시편과의 거리를 조절하라.

기구로부터 뚜껑을 제거해 수평적인 거리를 유지하면서 표면 위에 놓아라. 거리 조절용 시편의 접촉점 끝과 교차하여 직선 모서리를 놓고 각 시험 시편은 직선 모서리를 따라 그은 연필 선 위치에 놓는다. 구멍 중 하나를 관통하여 핀이나 못에 의해 시험 시편을 뚜껑에 고정한다. 이런 방법은 5개의 시험 시편을 동시에 시험하는데 편리하다.

모든 시험 시편을 위치에 고정하고 무거워진 긴 조각의 끝을 15mm의 연필 선까지 물에 담그기 위하여 물 용기 위에 뚜껑을 제자리에 놓고 즉시 타이머를 작동한다.

10분 $\pm$ 5초 후, 긴 조각과 함께 뚜껑을 제거하고 작업 표면 위에 정렬하여 놓는다. 물을 제거하고 10초 이내에, 긴 조각에 있어서 물을 흡수한 맨 앞부분에 연필 선을 표시한다. 만약 물의 앞부분 표시가 여의치 않다면, 평균 위치로 판단하라.

0.5mm에 가장 가까운 연필 선 사이의 거리를 측정하라.

비고 1 시험 시간이 변화하는 것도 편리할 수 있다. 하지만 모든 경우에 있어서, 시간은 기록해야 한다.

비고 2 페이퍼 또는 기관에 용해되기 쉬운 요소는 아마도 결과에 영향을 줄 것이다. 가능한 이와 같은 영향을 줄이기 위해서 신선한 물을 새로운 일련의 시험에 사용할 수 있다.

22.7 결과

각 방향으로 시험한 10 개 결과의 평균값을 계산하라.

흡수도가 20mm/10분보다 작은 경우, 0.5mm에 근접하게 결과를 표현하라.

흡수도가 20mm/10분보다 같거나 큰 경우, 1mm에 근접하게 결과를 표현하라.

각 방향으로 시험한 시험 결과의 표준 편차를 계산하라.

22.8 시험 보고서

시험 보고서는 아래 정보와 함께 이 기준들을 참고로 포함시켜야 한다:

- a) 만약 사용하고 있다면, 시험 조각의 길이와 불활성 캐리어;
- b) 기계 방향 물 흡수율의 평균값과 표준 편차;
- c) 필요하다면, 기계방향과 수직일 때의 물 흡수율에 대한 평균값과 표준 편차;
- d) 결과에 영향을 주는 흡수시간 또는 다른 상태를 포함하는 방법으로부터 방향 전환.

23. 기름 흡수 작용(수정된 Cobb 방법)

이 시험에서 면적을 알고 있는 페이퍼팩의 한 쪽 면에 기름을 묻힌다. 일정 시간 후 기름을 다 비우고 난 후 팩의 맨 위 시트는 얼룩졌고 기름 흡수를 통한 팩 무게의 증가는 직접 칭량()에 의해 측정한다. 이 시험은 ISO 535에서 제시하고 있는 물 흡수작용을 규명하기 위한 시험으로부터 시작하였다.

23.1 시험 기구

이 시험을 위한 시험 기구는 그림 2a에서 나타내고 있으며 내부 단면적이 100cm², 높이가 약 50mm의 속이 빈 금속 실린더로 구성한다. 실린더는 바닥판에 고정되어 있고 실린더를 덮기에 충분한 크기의 내유()고무로 만든 덮개판으로 되어 있으며 금속판과 접촉한다.

덮개판은 바닥판 속에 실린더를 고정하는 역할을 하고 있다. 실린더 벽의 두께는 그다지 중요하지는 않지만 약 6mm 정도가 적당하다. 내유 고무판의 IRH(국제규격고무강도)는 65보다 작아서는 안된다. 실린더 위쪽 모서리는 매끄럽게 가공한다.

장치들을 작업대에 안전하게 보호할 수 있는 설비를 마련해야 한다.

그림 2b는 ISO 535에서 제시한 물 흡수작용을 규명하기 위하여 Cobb 테스트에 사용하였던 Cobb 흡수성 테스터기로의 변환 조건들을 나타내고 있다.

23.2 시험 시편

시험 시편은 각각 130mm×130mm인 여러 개의 페이퍼 시트로 구성한다; 시트의 수는 실험적으로 결정하고 기름이 스며든 시트보다는 적어도 한 장 이상 많아야 한다. 두 시험 각각에 대해 다섯 개의 시험 시편이 필요하다. 첫 번째 시험은 하나의 시험 시편 위 페이퍼의 한쪽 면에 기름을 묻히고 두 번째 시험은 또 다른 시험 시편 위 페이퍼의 반대 면에 기름을 묻힌다.

팩을 조립할 때 어떤 시트도 뒤집혀진 상태에서 조립하지 말아야 하는 것은 필수적이다. 예를 들어 모든 시트는 맨 위로 동일한 면이 오게 해야 한다.

23.3 과정

사용하는 기름은 **IEC 60296**에 따라서 2등급을 사용하며 주변 온도를 유지하고 있는 봉합된 용기 안에서 사용하기 전에 저장해야 한다. 각각의 실험에서 기름은 100cm³ 사용하고 첫 번째 시험이 끝난 후 필요한 수준까지 기름을 충분히 채운다.

주변 온도로 셀과 기름의 온도를 유지하라. 시험 시편의 무게를 측정하라.

시험 셀에 기름을 채우고 셀을 뒤집을 때 페이퍼의 '윗쪽'면이 기름과 닿을 수 있도록 시험 시편을 뒤집어 놓는다. 덮개 판을 끼워 넣고 나비 너트로 꼭 조인다.

셀을 뒤집고 기름이 45초 동안 페이퍼에 스며들도록 한 다음, 셀을 원래의 상태로 되돌리고 10초 동안 배수시켜라.

나비 너트를 느슨하게 풀고 시험 시편을 셀의 본체와 덮개판 사이에서 서서히 뺀 다음, 두 모서리를 지속적으로 당긴다. 빼는 것은 약 10초 이내에 끝내야 하고 시험 시편의 하단 표면과 셀의 앞쪽 모서리가 접촉할 수 있게 하는 것이 필수적이다.

남은 기름을 제거하기 위해 맨 위 시트의 기름을 가볍게 빨아내고 다 빨아냈는지 확인하기 위해 육안으로 검사한다. 기름을 빨아내는 것은 10초 이상 되지 않게 한다.

기름이 스며든 시험 시편의 무게를 측정하고 몇 장의 시트에 스며들었나 기록한다. 다섯 개의 시험 시편 모두 이런 방법으로 시험한다.

기름과 접촉하는 페이퍼의 반대 면에 새로운 다섯 개의 시험 시편으로 위와 같은 과정을 반복하라.

23.4 결과

기름이 스며든 원형 면적 중 m 당 질량이 증가하는 것을 기름의 흡수 정도로 나타내고 각 일련의 시험에 있어서 다섯 시험 결과에 대한 중심값을 산출하라. 중심값에서 20%이상 벗어난 단 하나의 기록도 계산에서 제외한다. 만약 벗어난 기록이 두 개라면, 여섯 번 이상의 시험이 더 필요하다.

추가적인 기록 이탈이 있다면, 모든 11개의 기록을 중심값 측정에 포함하고 페이퍼의 기름 흡수 정도는 변수로 기록해야 한다.

페이퍼의 기름 흡수는 시료 팩의 반대 면에서 행해진 시험의 두 결과물 중에서 더 낮은 것이다.

24. 전기적 강도

시험은 **KS C IEC 60243-1**에 따라 대기 중에서 수행해야 한다.

24.1 시험 기구

기구에는 **KS C IEC 60243-1**의 7항 에 따른다. 전극은 **IEC 60243-1**의 4.1.1.1 또는 4.1.2에 따른다. 선택한 전극은 25mm/75mm 전극이다. 작은 전극은 재료의 폭이 큰 전극을 사용할 수 없을 경우에만 사용한다. 전극의 형태는 평행하고 작은 구멍이나 다른 결함이 없어야 한다.

24.2 시험 시편

모든 시험 시편은 섬락을 피할 수 있도록 충분히 커야 한다.

시험에서 필요로 하는 개수는 아마도 한 개일 것이다. 한 층 이상으로 구성한 시험 시편에 대해서, 축적한 층의 수는 **IEC 60554-3**에서 제시해야 한다.

시험의 온도 또는 습도가 4항과 다른 곳에 있어서, 시험 시편 처리는 **IEC 60554-3**에서 언급하고 있다.

24.3 과정

전압의 적용은 IEC 60243-1의 9.1에 따른다. 절연 파괴의 기준은 KS C IEC 60243-1의 10항을 참조하라.

시험을 아홉 번 실시하라.

24.4 결과

결과는 측정된 두께를 기초로 한다. 보고서는 KS C IEC 60243-1의 12항에 따른다. 중심값과 최저값은 kV/mm로 기록한다.

비고 특수한 페이퍼에 대한 더욱 정확한 통계 평가는 IEC 60554-3이 필요할 수도 있다.

24.5 직류 전압을 사용한 시험 방법

24.5.1 시험에 대한 일반 사항

전기적 강도는 대기 중에서 측정하고, 가능한 한 KS C IEC 60243-1에 따른다.

24.5.2 전극

스테인리스 스틸로 만들어진 두 개의 원통형 전극(표면 정세도() 2.5 μ m 또는 그 이상)를 사용한다. 전극의 형태는 평행하고 작은 구멍이나 다른 불순물이 없어야 한다. 모서리는 반지름이 3.0mm가 되도록 제거해야 한다.

상부 전극은 지름이 25mm이고 높이가 25mm이다. KS C IEC 60243-1의 그림 1a에 따라서 대향 전극 밑은 지름을 75mm로, 높이를 대략 15mm로 하고 동축으로 배열한다.

대지 전위와 접촉하고 있는 대향 전극은 두께가 40 μ m에서 50 μ m인 알루미늄 호일의 평면판으로 구성할 수 있다.

24.5.3 시험 시편

시험 시편은 섬락을 방지하기 위해 충분히 커야 한다. IEC 60554-3에 서술한 경우를 제외하고, 한 층위에 또 다른 한 층을 쌓은 이층의 페이퍼를 측정한다.

시험 시편은 한 개의 시료로부터 시작해야 한다. 예를 들어 페이퍼로 40cm×40cm판을 만들고 20cm×20cm인 두 개의 이중층 시험 시편으로 자른다.

24.5.4 시험 과정

시험 시편은 매달거나 공기가 순환하고 있는 오븐 안에서 20층 이하로 느슨하게 쌓아 놓고 60분 동안 105 $^{\circ}$ C $\pm$ 2.5K의 온도에서 건조한다. 시편을 오븐에서 꺼낸 후 1분 이내에 시험한다. 문제가 있을 경우, 시험은 오븐 안에서 실시한다.

24.5.5 측정 횟수

최소한 아홉 번의 절연 파괴를 실시한다. 시험 결과에 대해서는 적어도 95%의 신뢰도가 요구되며, 20번 이상의 절연 파괴가 이루어져야 한다.

24.5.6 측정 과정

측정 기기의 지연은 1%를 초과해서는 안된다.

응력은 예상 절연파괴 전압의 약 절반 정도로부터 5초에서 10초 사이에 절연 파괴가 발생할 때까지 증가한다. 적당한 절연 파괴값은 이전의 두 시험에서 찾을 수 있다.

예를 들어 공칭 두께가 25 μ m보다 작거나 같은 페이퍼의 경우, 전압은 절연 파괴에 이르기까지 초당 200V에서 300V정도로 증가한다. 절연파괴 시, 단락 전류가 0.1mA에서 1.0mA에 도달할 때, 전압계는 절연파괴 전압을 나타내야 한다.

비고 단락 전류는 시험 시편과 직렬로 보호 저항을 삽입함으로써 0.1mA에서 1.0mA로 제한할 수 있다(전극에 대한 손실을 방지하기 위해서).

24.5.7 평가

보고서는 다음과 같은 사항을 포함해야 한다:

- a) 페이퍼 이중층의 두께;
- b) 전극의 형태와 크기;
- c) 절연 파괴 횟수;
- d) 중심값;
- e) 최소값과 최대값;
- f) 중심값을 이중층 페이퍼의 두께로 나눠 계산한 전기적 강도(MV/m=kV/mm);

비고 적어도 95%의 신뢰도를 요구하는 곳(20번 이상의 측정을 요구함):

$\bar{X}$: 평균값;

SD : 표준 편차;

L_{LC} : 최소 신뢰도 한계 = $\bar{X} - (SD \times 1.64)$.

25. 젖어 있지 않은 페이퍼의 손실율과 유전율

25.1 시험 기구

25.1.1 IEC 60250에 기술한 것과 같은 보호 브리지 또는 이와 동등한 기구.

25.1.2 IEC 60250에 기술한 것과 같은 브리지를 사용하는 50Hz 또는 60Hz 발전기와 검파기. 전압은 변압기와 가변비 자동 변압기 둘 중 하나를 이용한 50Hz 또는 60Hz의 주 회로에서 공급할 수 있다. 그 밖의 다른 주파수도 지정할 수 있다.

25.1.3 IEC 60250에 따라서 보호 전극 한 개 이상의 세트는 높은 열전도도와 반복하는 온도 사이클도 일그러짐이 발생하지 않는 금속으로 구성한다. 표면은 부식을 방지하도록 하였다.

전극은 측정된 정전용량이 브리지 범위 이내에 존재할 수 있는 크기이어야 한다. 가드와 보호 전극 사이의 차이는 시험에 적용할 수 있도록 작아야 한다.

전극 표면은 두께가 0.125 μ m 이내로 평평하며 좋은 상태를 유지해야 한다.

용액에 젖어 있는 페이퍼를 시험하는데 있어서, 하부 전극은 용액에 젖어 있는 상태를 유지하기 위하

여 모서리 주변에 약 10mm 높이로 테두리를 설치한다.

20kPa의 총 압력(다른 압력을 IEC 60554-3에서 규정하지 않은 경우)을 상부 전극에 무게가 더해진 상태로 시험 시편에 가한다.

젖어 있지 않는 페이퍼를 시험할 때 시료으로부터 습기를 쉽게 제거하기 위해서, 연속적으로 윗면에서 상부 전극이 거의 통과하도록 구멍을 뚫고 400 μ m 드릴로 전극 표면을 통과시킨다. 구멍들은 상부 전극에 더해진 어떤 물체에 의해 막혀서는 안된다. 청소하는데 문제가 발생하는 것을 피하기 위하여, 구멍 뚫린 전극은 젖은 페이퍼를 시험하는 데는 적합하지 않다.

25.1.4 진공 건조 장치, 이 장치에는 챔버로부터 측정 지침을 이끌어 낼 수 있는 방법과, 압력을 측정할 수 있는 게이지 및 2.7Pa 이상의 압력을 유지할 수 있는 진공 펌프를 포함한 적절한 용기로 구성한다.

25.1.5 지정 온도로 전극과 시료를 가열할 수 있는 가열기.

25.1.6 열전대는 시험 시편의 온도를 정확히 나타내기 위하여 보호 전극 안에 끼워 놓는다. 온도계가 시험 시편의 온도를 정확히 측정할 수 있다면 사용해도 좋다.

25.1.7 진공 챔버 안에서 충분히 건조한 공기 또는 불활성 가스를 주입할 수 있는 장치, 예를 들면 황산과 알콕사이드 일종인 오산화 인 또는 활성 알루미늄 건조 장치.

25.1.8 응용 시 : 스며드는 다른 액체가 밝혀지지 않을 경우, IEC 60296에 따라서 스며든 기름. 필수적으로 함침제의 가스 제거와 건조는 미세한 파편을 없애지 않고도 건조나 가스 배출을 할 수 있도록 하기 위하여 일정 온도와 진공 상태에서 유리 구슬의 기둥을 통과시켜서 이룰 수 있다.

25.2 시험 시편

보호 전극의 지름보다 적어도 폭이 3mm정도 넓은 페이퍼층.

25.3 과정

단 한번만 측정해야 한다.

25.3.1 두 개의 보호 시트를 합해 100 μ m보다 얇지 않은 스택을 준비하기 위하여 충분한 층수의 롤로부터 자르고 적당한 크기의 시험 시편을 준비한다. 두 개의 외부 시트를 핀셋으로 제거하고 남아있는 패드는 전극 사이 중앙에 조심스럽게 놓는다. 전극 아래의 실제 면적은 절대 맨손으로 만져서는 안된다.

25.3.2 구체적인 지시 사항이 없다면, 동시에 챔버를 비우면서 시료와 전극을 115 $^{\circ}$ C까지 가열한다. 시험 시편이 건조될 때까지 115 $^{\circ}$ C $\pm$ 5K의 온도와 2.7Pa보다 작은 챔버 압력을 유지하라. 상부 전극에서의 수분을 잘 제거하기 위해 구멍을 뚫었다면 이와 같은 상태로 16시간이면 충분하다고 알려져 있고, 구멍을 뚫지 않으면 24시간 이상 걸릴 수도 있다. 시험 시편은 손실율을 정상 상태에서 측정함으

로써 건조하게 보일 수 있다.

25.3.3 젖지 않은 페이퍼

가열기를 끄고 건조 공기로 이루어진 진공상태를 중단하고 시료가 식는 동안 손실율과 정전용량을 측정한다. 측정은 가능한 한 115°C, 105°C, 90°C, 70°C, 55°C에 가까운 온도에서 실시한다. 전계는 1.2kV/mm와 1.5kV/mm 사이에서 측정하라.

25.3.4 액체에 젖어 있는 페이퍼

가열기를 끄고 건조 공기로 이루어진 진공상태를 중단하고 115°C의 온도에서 손실율과 정전용량을 측정한다. 손실율은 25.3.3에서 진도된 것과 유사한 시편이 이전의 실험값과 비슷하다면, 챔버는 시험 온도에서 함침제 증기압보다 높은 압력으로 다시 비워진다. 충분히 가스가 제거된 함침제는 함침제 안에 완전히 잠긴 페이퍼 시험 시편을 감안해서 하부 전극으로 옮긴다. 진공을 10분 후에 멈추고 손실율과 정전용량 측정은 가능한 한 115°C, 105°C, 90°C, 70°C, 55°C에 가까운 온도에서 실시한다. 전계는 1.2kV/mm와 1.5kV/mm 사이에서 측정한다.

비고 1 시험 후에, 스며든 기름이 오염되지 않았다는 것을 증명하는 것은 좋은 습관이다.

비고 2 이 방법은 높은 유전율을 가진 액체에는 적합하지 못하다.

25.4 결과

보고서에는 다음과 같은 내용을 포함한다:

- a) 온도에 따른 손실율 곡선;
- b) 시험 시편의 두께;
- c) IEC 60250에 따라 계산한 유전율;
- d) 인가한 응력(kV/mm);
- e) 젖어 있는 액체의 성질(적용할 수 있을 경우).

26. 전도성 경로

사용 가능한 방법이 두 가지 있고 사용한 방법은 IEC 60554-3의 규정을 따른다.

26.1 방법 1

이 방법은 비교적 고장이 거의 없다고 예상하는 곳에서 100% 검증하는데 매우 적합하다.

26.1.1 시험 기구

시험 기구는 매끄럽게 가공한 주철 또는 다른 금속판으로 된 두 개의 전극, 그리고 일련의 매끈한 고체 동 롤러로 구성한다(그림 3 참조).

시험 시료가 움직이는 방향과 평행한 판의 치수는 적어도 150mm이다; 다른 판의 치수는 적어도 시험 시료의 폭만큼 커야 한다.

롤러의 표면을 가공하고 실린더를 매끄럽게 하기 위해 닦는다. 완성된 동 롤러의 치수는 다음과 같다:

- 지름 : 38mm;
- 면 폭 : 25mm.

롤러는 판 전극 위에 두 개의 열로 평행하게 설치하고 각 롤러는 판 표면에서 위, 아래로 움직일 수 있도록 배열하였으며 롤러 표면과 판 표면이 자동으로 정렬하게 되어 있다.

롤러와 판은 서로 완전히 절연 상태여야 한다. 롤러가 회전할 때 롤러와 전위차 원() 사이에 전기적인 접촉을 유지할 수 있도록 롤러를 설치해야 한다. 롤러의 두 개 열은 시험 시료가 움직이는 방향과 90° 방향으로 설치해야 한다. 각 열의 롤러는 중심선으로부터 35mm 떨어져 있고 두 개의 열은 그림 3에서 볼 수 있듯이 하나의 열 안에 롤러의 중간점이 다른 열 안의 중간점과 반대가 되도록 위치해야 한다.

시험 시료 표면에서 각 롤러에 의해 가해진 총 힘은 3,150N보다 작고 2,450N보다는 커야 한다. 전극에 손상이 가해지는 것을 피하기 위해서 한계 저항을 사용한다.

26.1.2 전압

IEC 60554-3에 규정한 것이 없다면, 전압의 실효치는 2kV/mm이다.

26.1.3 시험 시편

시험 시료는 인접한 롤러의 바깥 모서리가 적어도 25mm를 초과하는 시료 중의 하나이다. 시험 시료는 길이가 적어도 7.5m이어야 한다.

26.1.4 과정

롤러를 올려 시험 시료의 끝을 삼입하고 페이퍼 표면 위로 롤러를 낮추어라. 26.1.2에 규정한 적당한 전압의 전위차 원으로 전극을 연결하라. 판과 롤러 사이의 시료 속도를 10m/분에서 20m/분으로 높여라. 시료를 통해 타버린 구멍의 수를 세고 타버린 각 구멍을 전도 경로라고 생각한다.

타버린 구멍의 수를 세는 대신, 전자식 계산을 적용할 수도 있다.

26.1.5 결과에 대한 계산과 표현

a) 계산

고장 횟수를 조사할 면적으로 나눔으로써 단위 면적 당 전도 경로의 수를 계산하라. 단위는 m²으로 표현하라.

b) 시험 보고서

보고서에는 다음과 같은 내용을 언급한다:

- 1) m² 당 전도 경로의 수;
- 2) 시험한 페이퍼의 총 면적;
- 3) 이 측정에 사용한 계산 유형(전자식 또는 타버린 구멍)

26.2 방법 2

이 방법의 전도 경로는 55kΩ±5kΩ보다 낮은 저항을 가지고 있다. 기구는 저항이 60kΩ보다 높을 때 전도 경로를 표시하지 않는다 .

26.2.1 시험 기구(그림 4 참조)

a) 전극

시험 기구는 두 개의 전극으로 구성하며 그 중 하나는 접지한 금속판이 평평하게 조정되어 있고 다른 하나는 속이 비지 않고 접지한 원통형 동 또는 절연된 핸들로 된 강철 롤러로 구성된다. 판의 크기는 시험 중인 시료의 크기와 일치해야 한다.

롤러의 치수는 다음과 같다:

- 지름 : 50mm;
- 최대 폭 : 50mm;
- 핸들을 포함해 롤러에 가해진 압력 : 롤러 폭 당 0.1N/mm 또는 0.25N/mm.

b) 롤러와 판의 기계적 정확성

이 방법에 따라서 행해진 시험 결과들은 만약 실제 형태가 0.0025mm를 훨씬 벗어난다면, 판과 롤러 표면의 기계적인 완성도에 크게 의존한다. 0.025mm 벗어난 것은 큰 오차라고 간주한다. 전기적인 기구에 있어서 일반적으로 요구하는 정확도보다 큰 정확도를 달성하기 위한 방법에 대해 아래에 기술한다.

롤러가 선반 안에서 회전하면서 닦이며 정확한 크기로 잘려진다. 롤러의 지름은 알맞은 감도의 다이얼 마이크로미터에 의해 측정할 수 있는데 그 이유는 롤러가 평평한 모루(면지가 없는)에 부착되어 있기 때문이고, 또한 롤러의 지름이 롤러 표면으로 최고점에 이르기까지 모루로부터 측정할 수 있기 때문이며, 마지막으로 작은 곡률 반경을 지닌 둥근 마이크로미터 플런저를 사용하기 때문이다.

그렇게 측정한 반경이 롤러의 전체 실린더 길이에 따라 $\pm 0.0025\text{mm}$ 이상 차이가 나지 않도록 하라.

하나로 만든 판의 두께를 적어도 25mm가 되게 하라. 용접하거나 가열하여 얇은 판을 만들었다면, 이들 판들이 서로 다른 팽창에 의한 뒤틀림을 방지하기 위해서 동일한 재질을 사용해야 한다. 각각의 경우에도, 판을 크기와 평평함에 있어서 거칠게 가공하여, 그 후의 뒤틀림을 방지하기 위해서 연장 가열하여(예를 들어, 200°C 에서 300°C 의 온도로 24시간) 판을 달군다. 이것이 편이상 표면 분쇄기 상에서 이루어질 수 있는 $\pm 0.0025\text{mm}$ 의 정확성을 갖춘 ground flat이다. 만약 판을 매우 정확한 기계에 의해 신중히 제작한다면, 더 이상의 연마는 필요 없다. 왜냐하면 연마보다는 오히려 평평한 상태를 유지하는 것이 더 필수적이기 때문이다. 만약 연마가 필요하다면, 일반적인 연마는 연마 도중에 발생할 수 있는 평평함을 파괴할 수 있기 때문에, 광학적인 기술에 따라서 수행한다. 판의 평평함은 면지 없는 판 위에 놓여진 롤러 뒤에 램프를 놓아 롤러와 판 사이의 광선을 관찰함으로써 점검할 수 있다.

비고 0.4m×0.25m로 설계한 표면판을 사용하고 있다.

c) 감지기

감지기는 규정했던 것보다 낮은 저항일 때의 파동을 기록할 수 있는 펄스 카운터를 구비한 측정기구이다. 기록은 전압을 전도 경로에 인가하는 동안, 전도 경로 당 하나의 유니트로 표시된다. 계산 장치는 롤러가 움직이는 방향으로 1mm 이상 떨어진 전도 경로의 경우에도 개별적인 계산을 할 수 있다.

d) 보호 저항

전체 회로의 저항은 적어도 $50\text{k}\Omega$ 이어야 한다.

e) 전원

전원은 일반적으로 직류 110V±10V의 전압원이다.

필요한 곳은, 회로를 접지시킴으로써 안전을 최대한 확보할 수 있다.

26.2.2 시료

시료는 판을 완전히 덮을 수 있을 만큼 충분히 커야 하고, 페이퍼판은 무게에 의해 유지해야 한다.

적어도 1m²의 면적은 시험해야 한다.

얇은 페이퍼와 같은 시료를 시험할 때, 최대한 조심해서 다루어야 한다.

시료를 손으로 만지지도 말고, 롤러로부터 꺼내진 후 판의 표면 이외의 다른 표면에 놓아서도 안된다.

26.2.3 과정

끝부분에 가해지는 무게에 의해, 판을 수평으로 맞추고 판에 시료를 고정하라. 110V가 공급하고 있는 터미널 한 쪽에 판을 연결하라.

저항의 자유단을 110V가 공급 중인 다른 단자와 연결하는 방식으로 롤러, 감지기 그리고 저항을 연결하라. 롤러를 중첩이 안되게 조심스럽게 parallel stroke 안의 페이퍼로 통과시키고, 속도는 계수() 단위를 실행하는데 적당한 속도로 조절한다. 어떤 특별한 압력도 가하지 말라.

26.2.4 결과의 계산과 표현

a) 계산

전도 경로의 수를 조사할 면적으로 나누는 것에 의해, 단위 면적 당 전도 경로의 수를 계산하라. 단위는 m²으로 표현한다.

b) 시험 보고서

보고서에 언급해야 할 내용은 다음과 같다:

- 1) 단위 면적 당 전도 경로의 수;
- 2) 시험한 페이퍼의 총 면적.

27. 열 안정성

열화 전, 후의 시험은 면이 건조한 상태에서 실시한다. 열화 기간과 온도는 IEC 60554-3에서 규정하고 있다. KS C IEC 60216의 지침을 따라야 한다.

27.1 내부 파열 저항

9항에 정해져 있듯이, 열적 안정성은 열처리 후에 파열 저항이 감소하는 것으로 표현할 수 있다.

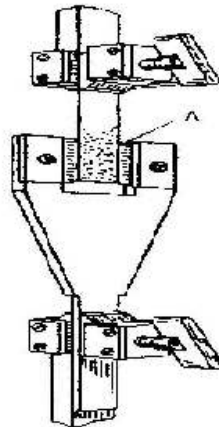
27.2 폭발 강도

11항에 정해져 있듯이, 열적 안정성은 역시 열처리 후에 폭발 강도가 감소하는 것으로 표현할 수 있다.

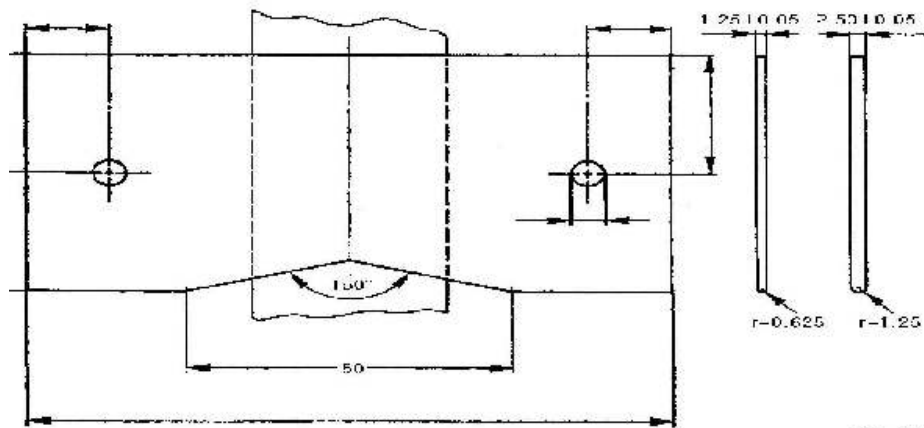
27.3 중합도

IEC 60450에 정해져 있듯이, 열적 안정성은 역시 열처리 후에 중합도가 감소하는 것으로 표현할 수

있다.

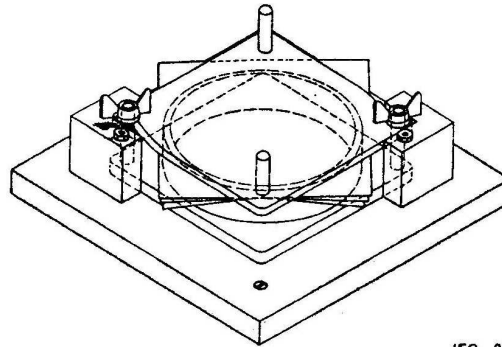


삼세도 A



IEC 2172/01
단위 : 밀리미터

그림 1 - 모서리 파열 등자.



IEC 2179/01

그림 2a - 개략도

기존 못을 나사산 M8 X 5 직경 8mm, 길이 27mm 인 활동 못으로 교체하라

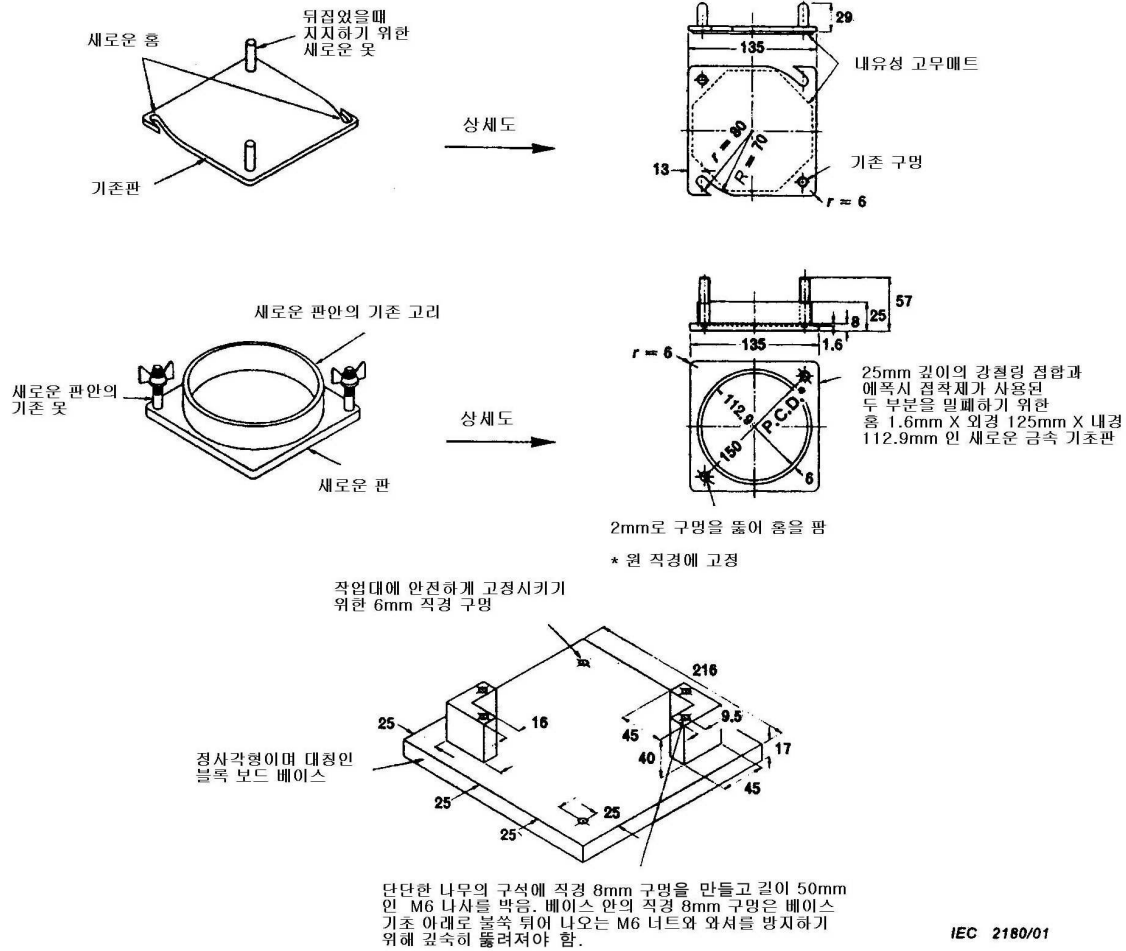
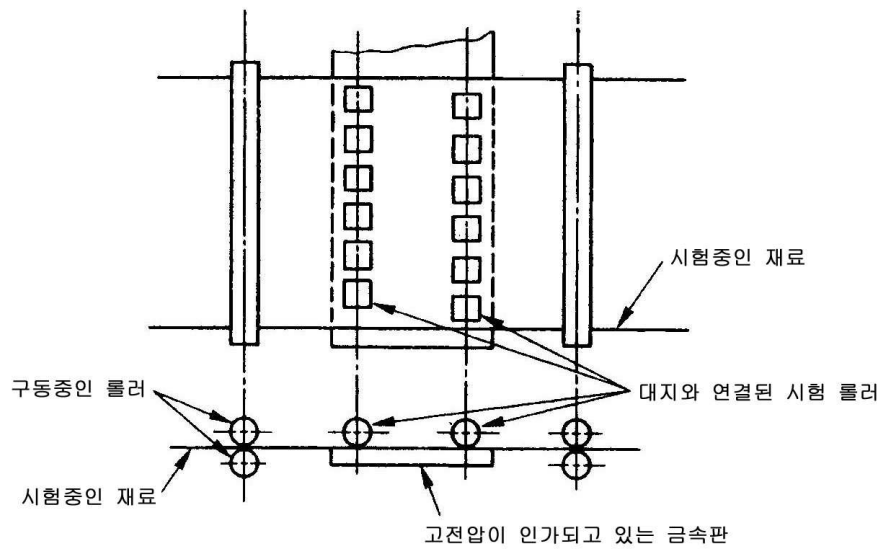


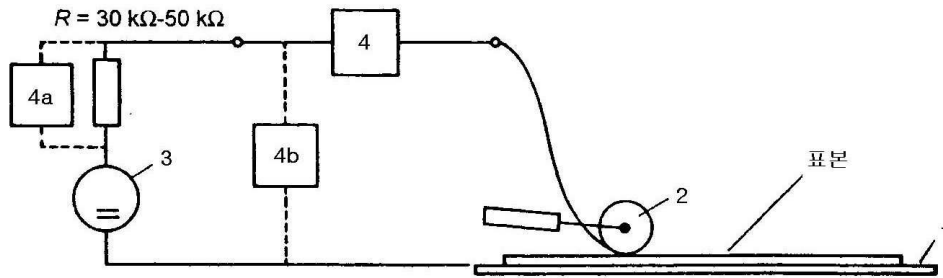
그림 2b - 상세도 (Cobb 흡수 시험기에 필요한 변형)

그림 2 - 기름 흡수성 시험을 위한 시험 기구



IEC 2181/01

그림 3 - 전도 입자용 시험 기구의 도식적인 배치

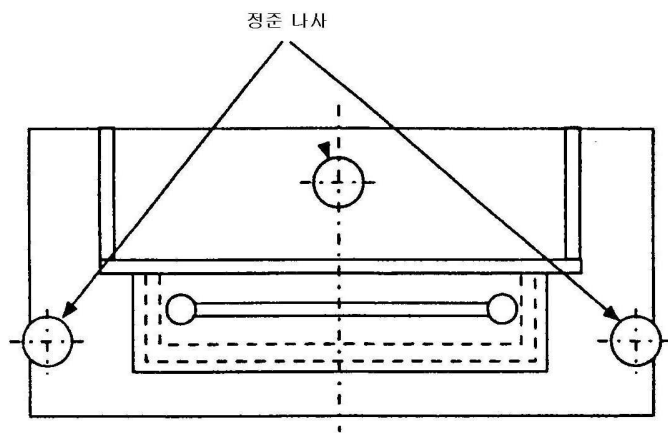
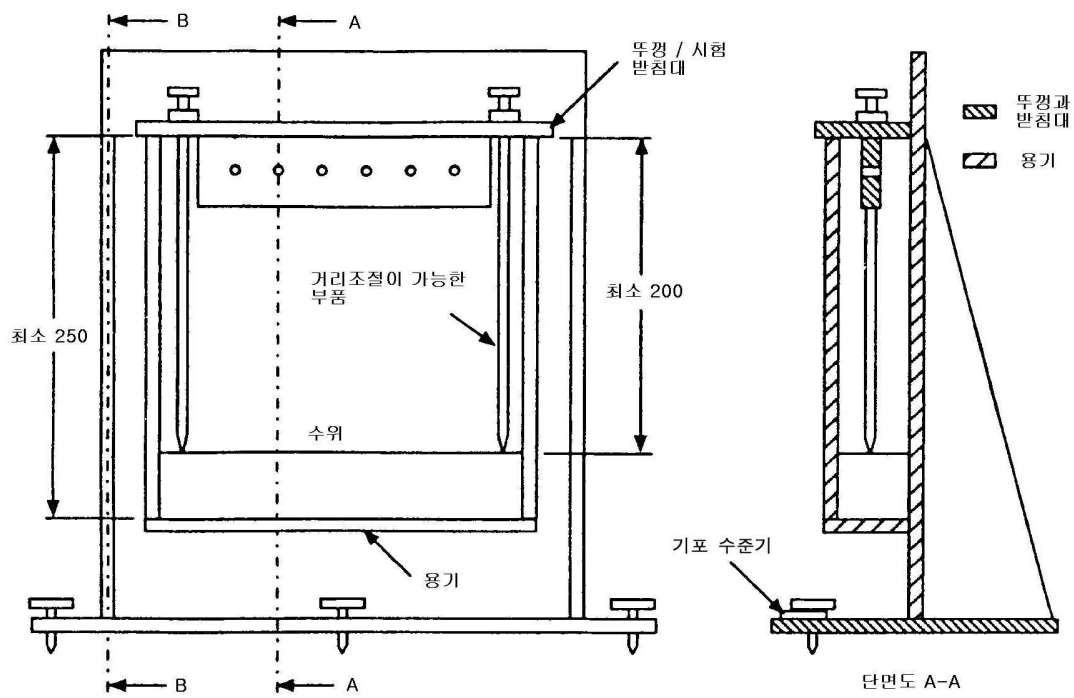


IEC 2182/01

Key

- 1 판 전극
- 2 롤러 전극
- 3 110V 전압원
- 4 지시 및 계수 장치
- 4a 선택적 위치
- 4b 선택적 위치

그림 4 - 시험 기구



IEC 2183/01

단위 : 밀리미터

그림 5 - 물 흡수도 기구