

제정 기술표준원고시 제2001 - 108호(2001. 2. 26)
개정 기술표준원고시 제2002-1280호(2002. 10. 12)

전기용품안전기준

K 60667-2

[KS C IEC 2001]

전기용 벌커나이즈드 파이버

제2부 : 시험방법

한 국 산 업 규 격

KS C IEC

전기용 벌크나이즈드 파이버

60667-2 : 2001

제2부 : 시험방법

(IEC 60667-2 : 1986)

Specification for vulcanized fibre for electrical purposes
Part 2: Methods of test

서 문 이 규격은 1982년에 제1판으로 발행된 IEC 60667-2, Specification for vulcanized fibre for electrical purposes Part 2: Methods of test 및 Amendment 1(1986)을 번역해서 기술적인 내용을 변경하지 않고 작성한 한국산업규격이다. 다만 추록(amendment)에 대해서는 편집하여 하나로 하였다.

서 론 이 규격은 전기적 용도로 사용되는 벌크나이즈드 파이버를 다루는 시리즈 중 하나이다. 이 시리즈는 3부로 나누어져 있다.

- 1부 : 정의 및 일반적 요구사항
- 2부 : 시험방법
- 3부 : 개별재료에 대한 규정

전용할 때 이 규격에서 기술되거나 인용된 시험방법은 IEC 60641, Specification for pressboard and presspaper for electrical purposes.에서 기술한 것과 동일하다.

1. 적용 범위 이 규격은 전기 절연에 사용되는 평탄하거나 주름진 판, 둥근 봉, 둥근 튜브 모양의 벌크나이즈드 파이버를 다룬다. 접착제를 사용하여 벌크나이즈드 파이버 판을 여러층으로 적층한 재료에는 적용하지 않는다.
2. 시험상의 일반 주의사항 별도 규정이 없는 한, 시험편은 절단 후에 온도 23±2℃, 상대습도 50±5%의 대기 조건에서 조절되어야 한다. 판과 튜브의 호칭 두께에 따른 조절 시간은 다음과 같다.

-호칭 두께 또는 벽 두께 (mm)					
	≤0.5	0.5에서 1.0까지	1.0에서 2.0까지	2.0에서 3.0까지	3.0
-시간(h)					
	48	72	96	120	240 주)

봉의 경우 240시간을 적용한다.

주) 젖은 면으로 시험하는 경우, 적절한 시간은 48, 96, 120, 240, 480 시간이다.

3. 치 수
- 3.1 평판의 두께 두께는 IEC 60641-2 Specification for pressboard and presspape for electrical purposes, Part2 Methods of test 의 2. 에 따라 측정한다. 결과는 8개소 측정값의 중앙값으로 한다. 최고값과 최저값을 기록한다.
- 3.2 주름진 판의 두께 검토 중
- 3.3 튜브의 치수
- 3.3.1 외경 300mm 이하인 튜브의 외경 0.02mm까지 읽을 수 있는 마이크로미터와 버니어캘리퍼스를 사용하여 판의 원주상에서 60°간격으로 판의 각 끝부분과 중심의 값을 측정한다. 9회 측정값의 중앙값으로 결과를 구한다. 최고값과 최저값을 기록한다.(3.3.3. 참조)

3.3.2 외경 300mm 초과인 튜브의 외경 평판 스틸 테이프로 튜브의 양 끝과 중심 부분에서 0.5mm 까지 원주를 측정한다. 외경을 계산하며 테이프의 두께를 두 번 빼 주도록 한다. 이 방법 대신 직경을 바로 읽을 수 있도록 고정된 테이프를 사용할 수도 있다. 3회 측정값의 중앙값을 결과로 취한다. 최고값과 최저값을 기록한다.(3.3.3 참조).

3.3.3 튜브 외경의 변폭 상기 방법으로 측정된 외경 측정값으로 부터 최대값과 최소값의 차를 외경의 변폭으로 기록한다.

3.3.4 내경 300mm 이하 튜브의 내경 0.02mm까지 내경을 측정할 수 있는 기구를 사용하여 튜브의 양 끝에서 원주 상의 각각 60°씩 떨어진 위치에서 3회 측정한다. 6회 측정값의 중앙값을 결과로 구한다. 최고값과 최저값을 기록한다.

3.3.5 내경 300mm 초과 튜브의 내경 3.3.2의 방법으로 측정한 외경 측정값의 중앙값에서 3.3.6에서 정해지는 벽 두께 측정값의 중앙값을 2회 빼줌으로써 내경을 계산한다.

3.3.6 벽 두께 0.02mm 까지 벽 두께를 측정할 수 있는 기구를 사용하여, 튜브 원주 상의 대략 등간격으로 떨어진 세 위치에서 벽 두께를 측정한다. 튜브의 양 끝 또는 양 끝 가까운 곳에서 측정한다. 6회 측정값의 중앙값을 결과로 취한다. 최고값과 최저값을 기록한다.

3.4 봉의 치수

3.4.1 봉의 직경 0.02mm까지 읽을 수 있는 마이크로미터와 버니어캘리퍼스를 사용하여 봉의 양 끝과 중간 부분에서 원주 상의 각각 60°씩 떨어진 위치에서 3회 측정한다. 9회 측정값의 중앙값을 결과로 취한다. 최고값과 최저값을 기록한다.

4. 평판의 인장강도 인장강도는 ISO 1924에 기술된 방법에 따라 측정되어야 하며, 하중은 시편이 파괴될 때까지 100mm/min의 속도로 연속적으로 가한다.

ISO 1924과 다른점

- 한 방향으로 절단된 시험편에 대해 5회 측정하고, 이와 직각 방향으로 절단된 시험편에 대해 5회 측정
- 각 방향에 대한 결과는 그 방향에 대한 5회 측정값의 중앙값으로 한다. 각 방향에 대한 최고값과 최저값을 기록한다. 시험 결과는 N/mm²로 나타낸다.

비 고 판의 가공 방향은 시험편의 길이 방향에 해당하며 보다 큰 인장강도를 갖는다.

5. 봉의 인장강도

시험편 230mm 길이의 봉 중앙부에서 90mm 길이를 가늘어 지도록 가공한다. 직경 20mm 이하인 봉에 대해서는 중앙부 직경을 1.6mm 줄인다. 직경이 20mm를 초과하고 25mm 이하인 봉의 중앙부 직경은 3mm 줄인다. 봉과 가늘어진 부분 사이의 가공 반경은 6mm이다. 3개의 시험편을 시험한다.

장 비 인가된 하중을 1%의 정밀도로 측정할 수 있는 장비를 사용한다.

시험 절차 중앙에서 서로 직각 방향으로 2회 측정하여 직경을 측정한다. 인장 방향으로 측정될 시험편의 조임쇠에 시험편을 삽입한다. 3부에서 규정된 응력이 약 2분 동안에 도달할 수 있는 속도로 시험편이 파괴될 때까지 계속 하중을 가한다.

결 과 인장강도는 3개 측정값의 중앙값을 N/mm²로 나타낸다. 다른 2개의 측정값도 기록한다.

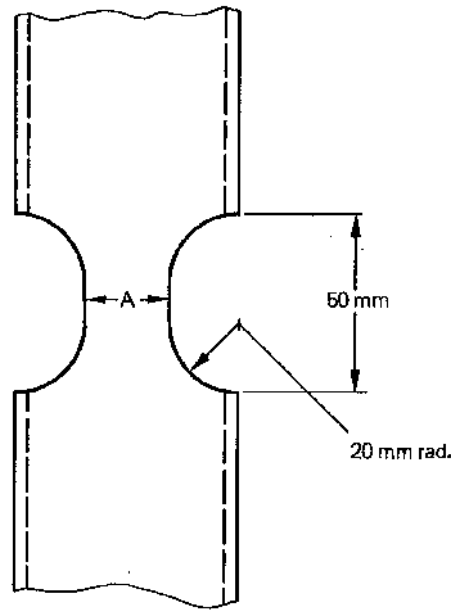
6. 내경 50mm 이하 튜브의 인장강도

시험편 그림 1에 나타낸 바와 같이 절단된 중심부를 갖는, 길이가 150mm 이상인 튜브의 시험편 3개를 시험한다.

장 비 인가된 하중을 1%의 정밀도로 측정할 수 있는 장비를 사용한다.

시험 절차 시험중 시험편이 깨지지 않도록 튜브의 내경과 동일한 직경을 가지는 강재 마개를 튜브의 양끝에 끼운다. 다음에 시험편은 일반적인 췌기 모양의 클램프에 장착된다. 하중은 3부에서 규정한 응력으로 부터 계산하여 약 2분 동안 이 하중에 도달할 수 있도록 하여 시험편이 파괴될 때까지 연속해서 하중을 가한다. 인장강도는 파단부 위치에서 튜브 벽의 원래 단면적으로 부터 계산하며, N/mm²로 나타낸다.

결 과 결과는 3개 측정값의 중앙값을 N/mm²로 나타낸다. 다른 2개의 측정값도 기록한다.



평행 부분 A의 나비(현으로 측정된)는 튜브 호칭 내경의 반에 해당한다.

그림 1. 튜브에 대한 인장강도 시험편

7. 평판 파괴시 휨응력 파괴시 휨응력은 ISO 178에 규정된 바와 같이 측정한다. 시험편은 그 주축이 ISO 178의 그림1 A 및 B에 표시된 방향을 갖도록 시험하려는 판에서 각 방향으로 시험편 5개를 절단한다; 시험하려는 판의 두께가 20mm 초과할 경우에는 시험편의 양면을 대칭으로 가공하여 두께를 20mm로 줄인다. 각 방향에 대한 시험 결과는 그 방향에 대한 5회 측정값의 중앙값으로 한다. 각 방향에 대한 최고값과 최저값을 기록한다.

8. 봉 파괴시 휨응력 파괴시 휨응력은 ISO 178 및 다음 규정에 따라 측정한다.

시험편 3개의 시험편에 대해 시험한다. 봉의 직경이 20mm를 초과하는 경우에는 동심형으로 20mm가 되도록 가공한다. 시험편의 길이는 직경의 20배 이상이 되도록 한다.

시험 절차 지지체 간의 거리는 측정 직경의 15~17배가 되어야 하며, 0.5% 이내로 측정한다.

파괴시의 휨응력은 다음 식으로 계산한다.

$$\text{파괴시 휨응력} = \frac{2.55WL}{D^3} \text{ (MPa)}$$

W = 뉴턴(N) 단위로 나타낸 파괴하중

L = mm 단위의 지지체 간의 측정된 거리

D = mm 단위의 시험편의 직경

결 과 파괴시의 휨강도는 3개 측정값의 중앙값을 N/mm²로 나타낸다. 다른 2개의 측정값도 기록한다.

9. 주름진 판의 압축강도 검토 중

10. 봉과 튜브의 압축강도 ISO 604에서 적합한 압축강도 시험을 선택한다.

11. 두께 0.8mm 이하 평판의 파열강도 다음의 두가지 방법을 이용할 수 있다 :

시험방법1

파열강도는 다음 사항을 예외로 하여 ISO 2758 에 기술된 방법에 의해 정해진다.

-시험편은 2의 방법에 따라 조절한다.

-중앙값을 결과로 취하며 최고값과 최저값을 기록한다.

원 리 원형 탄성 격막에 밀착되어 있는 시험편은 가장자리는 단단히 조이고 격막이 부풀음에 따라 자유롭게 부풀을 수 있게 한다. 시험편이 파괴될 때까지 막이 부풀도록 유압 유체를 일정한 비율로 압력을 가한다. 시험편의 파열강도는 가해진 유압의 최대값으로 한다.

시험방법2

평판의 파열강도는 ISO R 149의 커핑 시험(에릭슨 시험)에 의해 측정한다.

원 리 홀더와 압틀 간에 단단히 고정된 시험편은 커핑 시험 중에 균열이 보일 때까지 볼 이나 볼형 머리를 가진 스톨에 의해 압틀 쪽으로 압착된다. 그 후 만입부의 깊이를 측정한다.

12. 두께 0.8mm 이하 평판 인열 저항 인열 저항은 ISO 1974에 기술된 방법으로 측정한다. 단식 인열시험기를 사용한다.

ISO 1974과 다른점

-각 방향에 대해 9개의 시험편을 취한다;

-각 방향에 대한 결과는 그 방향에 대한 9회 측정값의 중앙값으로 한다. 최고값과 최저값을 기록한다.

13. 밀 도

시험편 평판 또는 주름진 판의 경우, 시험편은 한변이 약 40mm이고 두께가 호칭 두께 정도인 사각형으로 한다. 튜브와 봉의 경우 시험편은 대략 40mm 길이로 한다.

시험 방법 시험편은 공기 중에서 mg 단위로 칭량한 후 IEC 296, Specification for new insulating oils for transformers and switchgear에 적합하고 시험온도에서의 밀도를 알고 있는 변압기유 내에서 다시 동일하게 칭량한다.

결 과 시험편의 밀도는 다음과 같이 계산한다.

$$\text{밀도} = \frac{W_1 X}{W_1 - W_2} (\text{g/cm}^3)$$

W_1 = 공기 중의 시험편 질량, g

W_2 = 변압기유 중의 시험편 질량, g

X = 변압기유 밀도, g/cm³

14. 수 분 수분은 ISO 62의 시험방법 A 및 다음에 따라 측정한다.

시험편 수 시험편은 3개를 사용한다.

시험편 형태

-평판 : ISO 62와 동일;

-주름진 판 : 주름을 펴서 한변이 50±1mm의 사각형으로 되는 치수의 판.

봉과 튜브 튜브나 봉의 시험편은 50±1mm의 길이를 가지고, 그 길이 방향에 수직으로 절단되어야 한다.

결 과 3회 측정값의 중앙값을 결과값으로 한다.

15. 두께 3mm 이하 평판 및 주름진 판의 절연파괴전압

15.1 시험 조건 시험은 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 자유 대류 공기 중에서 IEC 60243, Recommended methods of test for electric strength of solid insulating materials at power frequencies에 따라 이 규격의 5에 명시된 장치를 사용하여 수행한다. 시험전 시험편은 $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 환풍 오븐에서 다음의 시간 동안 건조한다.

-호칭 두께 (mm)	≤ 0.5	$> 0.5 \sim \leq 1.5$	$> 1.5 \sim < 3$
-건조 시간 (h)	6 ~ 24	24	48

가열시간이 경과된 후 시험편은 데시케이터 중에서 냉각되어야 하며 데시케이터에서 꺼낸 후 3분 이내에 시험하여야 한다.

15.2 시험편 시험편의 수는 IEC 60243에 따른다.(5+5)

15.3 전 극

15.3.1 두께 3mm 미만의 평판 재료에 대해서는 IEC 60234의 6.1.1에 따른 전극을 사용하며, 판이 구부러진 상태로 있다면 오목한 면을 위로 향하게 하고 작은 전극이 큰 전극과 같은 중심을 갖는 상태에서 아래쪽에 있도록 하여 상부의 전극에는 최소한 10N 하중을 가하도록 한다. (이것은 큰 전극의 두께를 증가 시킴으로서 쉽게 이룰 수 있다. 황동이나 철폐로 만든 경우 30mm)

15.3.2 주름진 재료의 경우 등사의 전극(예 도전성 페인트)을 사용한다. 작은 전극은 나비가 $25\pm 0.5\text{mm}$ 인 페인트의 직사각형 면적이 되어야 하며 4개의 주름 피크를 거쳐 대칭으로 적용 하기에 충분한 길이를 갖고 시작과 끝이 피크 아래 1/4 주기에 있어야 한다. 전극은 셀프 접착 테이프로 주름의 홈에 가장자리 경계가 있도록 주의 를 하고 가려서 도포되어 진다. 큰 전극은 각 방향으로 작은 전극보다 최소한 25mm 더 크게 도포 되어져야 한다. 작은 전극은 15.1에 따른 건조와 냉각을 하기 전에 도포한다. 다음에 큰 전극을 도포하며 이어서 당초 건조시간의 반에 해당하는 추가 건조가 이루어 진다.

15.4 시험 방법 전압의 인가는 IEC 60243의 7.1에 따른다. 파괴에 대한 판정기준은 이 규격의 8에 따른다.

15.5 결 과 보고는 IEC 60243의 11에 따른다. 시험 재료에 대한 결과는 중앙값으로 하며 최고값과 최소값을 기록한다.

16. 내경 100mm 이하 튜브의 절연파괴전압 튜브의 절연파괴전압은 아래 사항을 제외하고는 15에 따른다.

a) 시험편은 100mm이상의 길이를 갖는 튜브이다.

b) 건조시간은 다음과 같다.

-호칭 벽 두께 (mm)	≤ 0.5	$> 0.5 \sim \leq 1.5$	$> 1.5 \sim 3$
-건조 시간 (h)	6 ~ 24	24	48

c) 내부 전극은 튜브에 딱 맞는 금속 실린더형 판이나 금속제 굴대로 구성된다. 내부 전극의 양 끝은 외부 전극의 양 끝보다 25mm 이상 길게 한다. 외부 전극은 내부 전극과 대칭적으로 튜브의 바깥 부분을 단단히 감쌀 수 있는 나비가 25mm인 금속제 판대로 구성된다. 외부 전극 조각의 모서리는 3mm 이상의 반경을 갖도록 가공한다.

17. 내아크성 검토 중.

18. 염소 함량 용출된 물 중의 염소이온을 측정하는 어떤 공인된 방법도 가능하다. 이러한 방법에 대해 논쟁이 될 경우 시험은 IEC 60554-2, Specification for cellulosic papers for electrical purposes, Part2: Methods of test의 14의 방법1에 주어진다. 용출 용액의 염소 함량은 염소이온의 중량을 오븐 건조 재료의 kg 당 mg으로 나타낸다

19. 황산염 함량 용출된 물 중의 황산염 이온을 측정하는 어떤 공인된 방법도 가능하다. 용출 용액의 황산염 함량은 황산염 이온의 중량을 오븐 건조 재료의 kg 당 mg으로 나타낸다

20. 회 분 공급 되어진 상태에서 재료의 회화 후에 남은 잔량은 **ISO 2144**에 명시된 방법에 따라 측정한다. 시료의 중량은 5g으로 하고 3회 측정한다. 오븐 건조 재료에 대한 백분율로 나타내어 결과의 중앙값을 보고 하며, 최고값과 최저값을 기록한다.

21. 두께 1.5mm 이하 평판의 내굴곡성

시험편 시험편의 두께를 가진 100mm × 30mm 크기의 시험편 3매를 시험한다. 가공 방향 및 가공 직각 방향에 대해 시험하여 각각의 결과를 보고한다.

시험 방법 두께가 1mm 이하인 경우에는 직경 28mm의 굴대, 1mm를 초과하는 경우에는 직경 45mm의 굴대를 시험편으로 감싼다.

결 과 어떤 시험편에도 눈에 보이는 파괴 흔적이 나타나지 않아야 한다.

22. 수 분 재료의 수분 함량은 공급된 상태로 **ISO 287**에 기술된 방법으로 측정한다. 이 방법은 샘플링 할 때의 시료를 칭량하고 건조시킨 후에 다시 칭량하는 것으로 구성된다. 일정한 무게가 되도록 건조하는 대신, 판재와 튜브의 경우 건조 시간은 다음과 같이 한다.

-호칭 두께 또는 벽 두께 (mm)	≤0.5	>0.5 ~ 1.5	>1.5 ~ 5	>5
-시간 (h)	6 ~ 24	24	48	72

봉의 경우에는 72 시간으로 하며, 건조 온도는 105±2℃로 한다. 시료의 질량은 적어도 5g은 되어야 한다. 시료는 3개를 준비한다. 결과로 측정값의 중앙값을 취하며 최고값과 최저값을 기록한다.

23. 두께 10mm 이하 평판의 층간박리강도 층간박리강도란 적층 방향에 수직인 방향의 인장강도를 말한다.

시험편 직경이 30mm인 시험편 3매를 각각 시험한다. 각 시험편은 표면을 거칠게한 너도밤나무에 적당한 접착제로 붙인 후 직경이 20mm가 되게 가공한다.

시험 방법 시험편을 4에 기술된 바에 따라 인장강도를 구한다, 다만 속도는 1 ~ 5mm/min로 한다.

결 과 층간박리강도는 3회 측정값의 중앙값으로 하며, 단위는 kN으로 나타낸다. 다른 두 값도 기록한다.