

제정 기술표준원고시 제2001 - 54호 (2001. 2. 17)  
개정 기술표준원고시 제2003 -523호 (2003. 5. 24)

# 전기용품안전기준

## K 61033

[KS C IEC 2002]

---

에나멜선 기판 함침제의  
본드 강도 측정 시험법

## 목 차

서문 .....	1
1. 적용범위 .....	1
2. 시험방법 .....	1
2.1 방법 A: 꼬인 코일 시험(twisted coil test) .....	1
2.2 방법 B: 나선형 코일 시험(helical coil test) .....	3
2.3 방법 C: 와이어 묶음 시험(wire bundle test) .....	4
그림 .....	7

## 한국산업규격

### 에나멜선 기판 함침제의 본드 강도 측정 시험법

KS

C IEC 61033 : 2002  
(IEC 61033 IDT)

#### Test methods for determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate

서 문 이 규격은 1991년에 제 1판으로 발행된 IEC 61033(Test methods for determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate)을 번역해서 기술적 내용 및 규격의 서식을 변경하지 않고 한국산업규격으로 제정한 것이다.

#### 1 적용 범위

본 규격은 용제 니스 및 무용제 수지와 같은 함침제의 에나멜선 기판에 대한 접착력을 측정하는 세 가지 시험 방법을 기술한다. 접착력은 경화, 시험 온도, 열 에이징 등의 영향을 받을 수 있으며 함침제의 경우, 선택한 와이어 에나멜 유형의 영향을 받을 수 있다.

세 가지 시험 방법은 가장 흔한 표준적인 접착력 시험을 포함한다. 어떤 물질 군의 경우, 이 방법들 중 하나를 관련 규격서의 규정사항에 속한 조정 방법으로 지정할 수 있다.

#### 2 시험 방법

##### 2.1 방법 A: 꼬인 코일 시험

##### 2.1.1 원 리

본 시험에서는, 꼬인 코일의 형태로 된 직경 0.315 mm의 감긴 에나멜 선을 함침하여 경화시킨다. 본 시료를 파괴하기 위한 최대의 힘이 접착력의 크기이다.

##### 2.1.2 시 료

적절한 권선 장비를 사용하여 에나멜 권선 와이어(비고 1 참조)로부터 임의로 감긴 코일을 준비한다. 권선 장비로부터 제거 후 코일이 터지는 것을 방지하기 위해서는 권선 와이어의 각 끝 부분이나 짧은 에

나멜 와이어를 코일 주위로 두-세 차례 반대 방향으로 감으면 된다. 이를 위해 권선 장비에 적절한 노치를 제공한다(그림 1b 참조). 코일 감기의 경우, 다음의 치수를 적용한다:

감기 직경:	57 mm ± 1 mm
홈(slot) 너비:	6 mm ± 1 mm
감는 회수:	100 (비고 2 참조)
공칭 와이어 직경:	0.315 mm

비고

1 에나멜 권선 와이어의 경우에는 IEC 317도 참조할 것.

2 100회 대신, 바람직할 경우, 50회의 2배를 적용함으로써 코일의 교류 가열을 허용하는 이중의 감은 선을 제공할 수 있다.

권선 장비로부터 코일을 제거하고 타원형이 되도록 잡아 늘인다. 트위스팅 기구를 이용하여 코일을 세로축 주위로 2번 완전히 감는다(그림 2a 및 2b 참조). 형성된 꼬인 코일은 직경 약 7mm, 길이 85~90mm로서, 함침제를 위한 기관으로 사용할 수 있다.

구매 계약에 별도의 규정이 없을 경우, 꼬인 코일을 함침제로 1회 처리한다. 꼬인 코일 위치를 수직으로 하고, 최소5±1분 동안 함침제 속에 담근다(비고 참조). 천천히 그리고 일정하게 최대 1mm/s의 비율로 꺼낸다. 수평 상태로 10~15분 동안 말리고, 제조업자의 권고에 따라 또는 합의된 예정표에 따라 코일을 수평 상태에서 경화시킨다. 처리를 2회 이상 할 경우에는, 뒤따르는 각 처리에 대해 방향을 반대로 바꾸면서, 나선형 코일을 수직 상태로 담그고, 액체를 빼고, 경화시킨다.

각 시험 온도에 대해 다섯 개의 시료를 준비한다.

비고 - 높은 점도나 요변성 제품들과 같은 어떤 함침제의 경우 대체 처리법이 필요할 수도 있다.

### 2.1.3 장 비

ISO 178을 참조하여 장비를 사용한다.

시험 장비 지지물의 치수는 그림 3을 따르도록 한다.

### 2.1.4 절 차

그림 3에 따라 시료를 올바르게 위치시키고서, 약 1분 내에 최대 힘에 도달하도록 크로스헤드 속도를 조정한다.

고온(비고 참조)에서 시험할 경우, 장비에 부착된 가열 용기를 사용할 수 있다. 시험 전에, 시험 시료가 시험 온도에 확실히 도달할 수 있는 충분한 시간 동안만 시험 시료를 시험 온도에서 용기에 넣어 두도록 한다. 장시간에 걸쳐 시료를 가열할 경우 그 특성에 영향을 줄 수 있다.

비고 - 전류 가열의 경우, 시험 시료의 시험 온도를 적절한 수단, 예를 들면, 열전쌍, 저항 측정치 등을 사용해 결

정해야 한다.

### 2.1.5 결 과

접착력은 5개 측정치들의 중간값으로 나타낸다(단위 : N)

### 2.1.6 보 고

다음과 같은 사항을 보고한다:

- 본 표준의 시험 방법 A 언급;
- 함침제에 대한 세부적인 사항;
- 기관에 대한 세부적인 사항(에나멜 권선 와이어의 종류);
- 시료 준비에 대한 세부적인 사항(단일 또는 이중 코일, 함침 상세);
- 시험 온도
- 접착력 및 각 시험 온도에 대한 최대·최소 측정치
- 권선 와이어나 시험 시료를 어떠한 방식으로 세척한 결과 더 이상 “수령하였을 때의” 상태가 아닐 경우, 이 절차를 보고서에 기록해야 한다.

## 2.2 방법 B: 나선형 코일 시험

### 2.2.1 원 리

이 시험에서는, 나선형 코일 형태의 직경 1mm의 와이어에 니스를 코팅하여 경화시킨다. 이 코일을 파괴하는데 필요한 힘이 접착력의 크기이다.

### 2.2.2 시 료

적당한 권선 장비를 사용하여 에나멜 권선 와이어(비고 참조)로부터 나선형 코일(그림 4 참조)을 마련한다. 코일을 감기 위해, 다음의 치수를 적용한다:

공칭와이어 직경:	1mm
맨드릴 직경:	6.3mm ± 0.1mm
코일 길이:	75mm ± 2 mm
감기 장력:	10N ± 1N

비고 - 에나멜 권선 와이어의 경우에는 IEC 317 참조. 코일은 연속적인 긴 길이로 감은 다음에 크기에 맞게 절단해 낼 수 있다.

구매 계약에 별도의 규정이 없을 경우, 나선형 코일을 함침제로 1회 처리한다. 나선형 코일 위치를 수직으로 하고, 함침제 속에 60±10초 동안 담근다(비고 참조). 천천히 그리고 일정하게 최대 1mm/s의 비율로 꺼낸다. 수평 상태로 10~15분 동안 말리고, 제조업자의 권고에 따라 또는 합의된 예정표에 따라 코일을 수평 상태에서 경화시킨다. 처리를 2회 이상 할 경우, 뒤따르는 각 처리에 대해 방향을 반대로 바꾸어, 꼬인 코일을 수직 상태로 담그고, 액체를 빼고, 경화시킨다.

비고 - 높은 점도나 요변성(thixotropic) 제품들과 같은 어떤 함침제의 경우 대체 처리법이 필요할 수도 있다.

### 2.2.3 장 비

ISO 178을 참조하여 장비를 사용한다.

시험 장비 지지물의 치수는 그림 5를 따르도록 한다.

### 2.2.4 절 차

그림 5에 따라 시료를 올바르게 위치시키고서, 약 1분내에 최대 힘에 도달하도록 크로스헤드 속도를 조정한다.

고온(비고 참조)에서 시험할 경우, 가열 용기를 장비에 부착한다. 시험 전에, 시험 시료가 시험 온도에 확실히 도달할 수 있는 충분한 시간 동안에만 시험 시료를 시험 온도에서 용기에 넣어 두도록 한다.

### 2.2.5 결 과

접착력은 5개 측정치들의 중간값으로 나타낸다(단위 : N).

### 2.2.6 보 고

다음과 같은 사항을 보고한다:

- 본 표준의 시험 방법 B 언급;
- 함침제에 대한 세부적인 사항;
- 기관에 대한 세부적인 사항(에나멜 권선 와이어의 종류);
- 시료 함침에 대한 세부적인 사항;
- 시험 온도;
- 접착력 및 각 시험 온도에 대한 최대·최소 측정값;
- 권선 와이어나 시험 시료를 어떠한 방식으로 세척한 결과 더 이상 “수령하였을 때의” 상태가 아닐 경우, 이 절차를 보고서에 기록해야 한다.

## 2.3 방법 C: 와이어 묶음 시험

### 2.3.1 원 리

이 시험에서는, 묶음 형태의 직경 2mm 와이어에 니스를 코팅하고서 경화시킨다. 중앙의 와이어를 묶음으로부터 끌어내는데 필요한 힘이 접착력의 크기이다.

### 2.3.2 시 료

아래의 절차 a) 또는 b)에 따라 에나멜 권선 와이어(비고 1 참조)로 와이어 묶음(그림 6 또는 7 참조)을 준비한다.

a) 15mm ± 0.5mm 길이의 와이어 여섯 개를 그림 6과 같이 최소 길이가 120mm인 중앙 와이어의 말단 중심으로 하나의 묶음이 되도록 배열하고, 두 곳에서 직경 0.35mm의 연동선으로 묶어 적당한 위치에 고정시킨다.

b) 길이가 약 105mm인 와이어 여섯 개를 그림 7과 같이 길이 120mm인 와이어의 말단 중심으로 하나

의 묶음이 되도록 배열하여 15mm±0.5mm 만큼 겹치게 하고, 직경 0.35mm의 연동선으로 묶어서 적당한 위치에 고정시킨다. 길이 50mm의 동일한 와이어를 여섯 개 와이어 묶음 말단의 가운데 구멍 속으로 집어넣어, 장력 시험 장비의 집는 부분에서 물리고, 접촉력을 측정해야 할 겹쳐진 부분은 말단을 동선으로 묶는다.

비고

1 에나멜 권선 와이어에 대해서는 IEC 317 참조.

2 시료를 위해 사용할 와이어는 에나멜 표면이 손상되지 않도록 조심스럽게 편다. 와이어를 잡아당겨서 펼 경우에는, 와이어의 신장을 5% 미만으로 제한한다. 하나의 시험 시료 준비에 필요한 와이어 길이를 동일한 열로부터 절단하여, 니스를 칠하는 동안 중앙 와이어가 빠지는 것을 방지하기에 충분히 균일한 직경을 보장한다. 와이어의 말단에는, 접착력에 영향을 미칠 수 있는 가시(barb)나 기타 돌출부가 없도록 한다.

절차 a)나 b)에 따라 와이어 조립시, 지그(jig)를 사용하여 외부 와이어의 말단의 위치를 정하여 규정된 겹치는 부분을 제공한다. 플레이트 위로 정확히 15mm의 돌출부를 제공하는 정지점과 만날 때까지 가운데 와이어가 통과하는 직경 2.8mm의 구멍이 있는 플레이트가 만족스러운 것으로 알려져 있다. 이것은 외부 와이어를 묶기 와이어들의 최종 타이팅에 의해 고정하기 전에 외부 와이어의 위치를 정하거나 또는, 지지 이음고리의 추가로, 개별 와이어로부터 묶음을 조립하기 위해 사용할 수 있다. 적절한 설계도는 그림 8에서 볼 수 있다. 이 지그는 이미 알려져 있는 장력, 예를 들면 3N이 장력을 묶기 와이어에 적용할 수 있도록 묶음이 수평이 되는 쪽에서 사용할 수 있다.

시험 시료를 단일의 돌출 와이어로 시험하기 위해 5분 간 니스에 담근 다음에, 꺼내어 15분 동안 액체를 뺀다. 담그고 말리는 지속시간을 달리할 수도 있는데, 그럴 경우 보고서에 기록해야 한다. 시료들을 제조업자의 권고에 따라 경화하고, 돌출한 중앙 와이어로부터 떨어진 시험 시료의 말단 부분에 여분의 니스가 묻지 않도록 한다. 마찬가지로, 돌출한 와이어 주위에 과도한 메니스커스(meniscus)를 허용하지 않도록 한다.

각 시험 온도에 대해 다섯 개의 시료를 준비한다.

비고 - 높은 점도나 요변성 제품들과 같은 어떤 함침제의 경우 대체 처리법이 필요할 수도 있다.

### 2.3.3 장 비

ISO 178를 참조하여 장비를 사용한다.

시험 장비 지지물의 치수는 그림 8을 따르도록 한다.

### 2.3.4 절 차

절차 A에 따라 만들어진 시험 시료를 장력 시험 기계에서 특수 지그(그림 9 참조)를 사용해 끌어당긴다. 이 특수 지그는, 다른 말단의 묶음이 시험 기계의 반대쪽 조(jaw)에 고정된 지그에 물려 있는 동안 돌출한 와이어가 장력계의 조에 물려 있게 한다. 각 말단을 시험 기계의 조에 물린 상태에서, 절차 b)에 따라 만들어진 시료들을 끌어당긴다. 시료를 적당한 위치에 놓고서, 조의 속도를 조정하여 약 1분 내에 최대 힘에 도달하게 한다.

고온에서 시험할 경우, 가열 용기를 장비에 부착한다. 시험 전에, 시험 시료가 시험 온도에 확실히 도달할 수 있도록 충분한 시간 동안만 시험 시료를 시험 온도에서 용기에 넣어 둔다.

### 2.3.5 결 과

접착력은 5개 측정치들의 중간값으로 나타낸다(단위 : N).

### 2.3.6 시 험 보 고

다음과 같은 사항을 보고한다:

- 본 표준의 시험 방법 B 언급;
- 함침제에 대한 세부적인 사항;
- 기관에 대한 세부적인 사항(에나멜 권선 와이어의 종류);
- 시료 함침에 대한 세부적인 사항;
- 시험 온도;
- 접착력 및 각 시험 온도에 대한 최대·최소 측정값;
- 권선 와이어나 시험 시료를 어떠한 방식으로 세척한 결과 더 이상 “수령하였을 때의” 상태가 아닐 경우, 이 절차를 보고서에 기록해야 한다.

그림

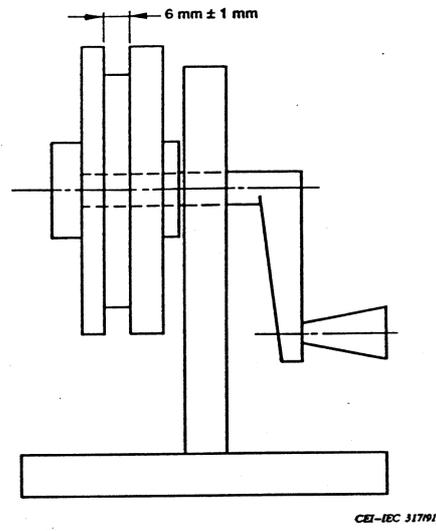


그림 1a - 코일 와인더(Coil winder)

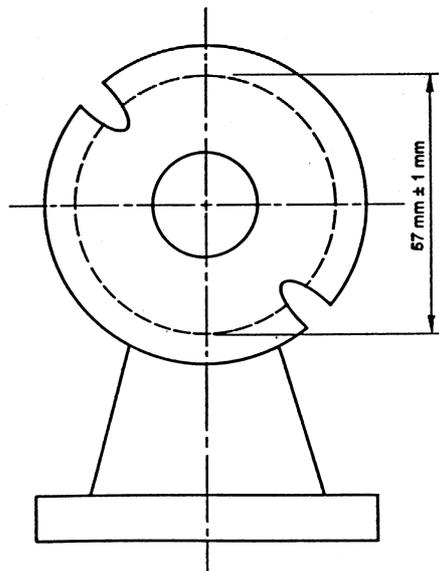


그림 1b - 코일 와인더, 전면도

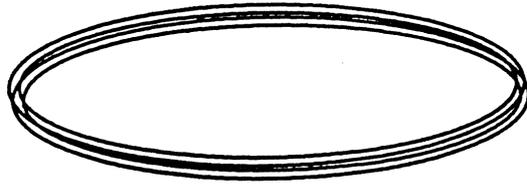


그림 2a - 타원형 코일

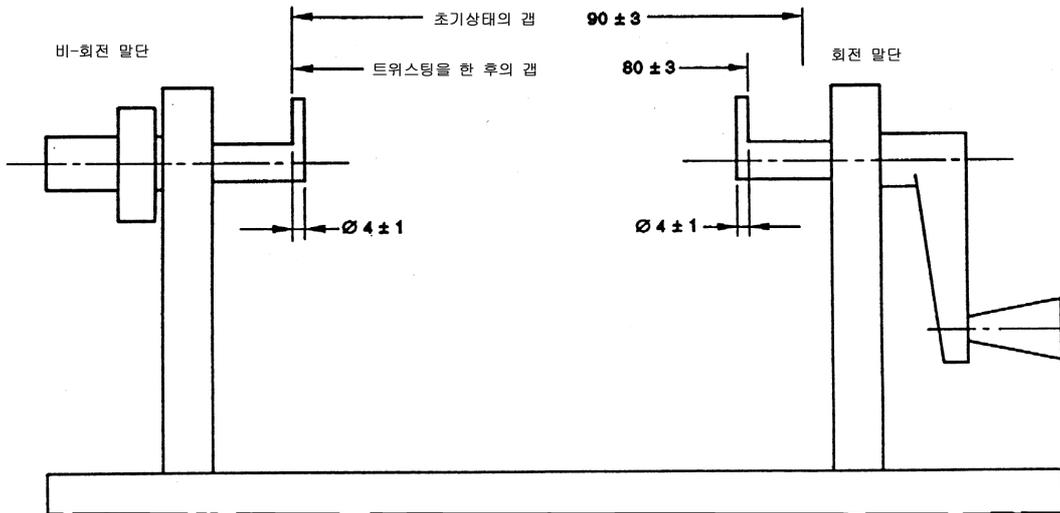


그림 2b - 코일 트위스터(Coil twister)

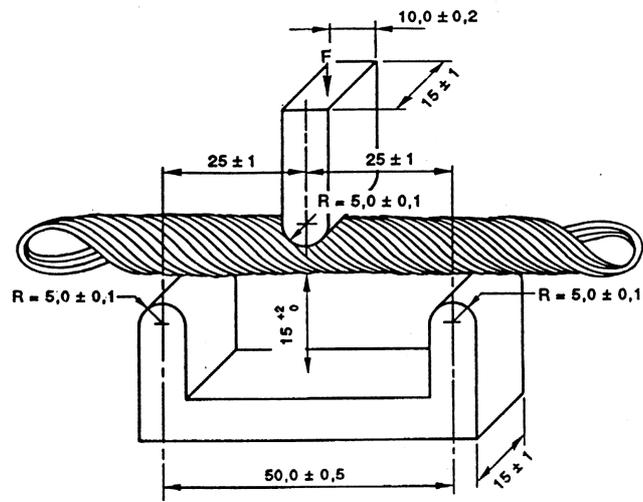


그림 3 - 지지물 배열(Arrangement of supports)

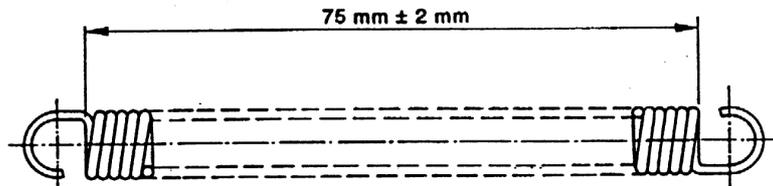


그림 4 - 나선형 코일 시험 시료

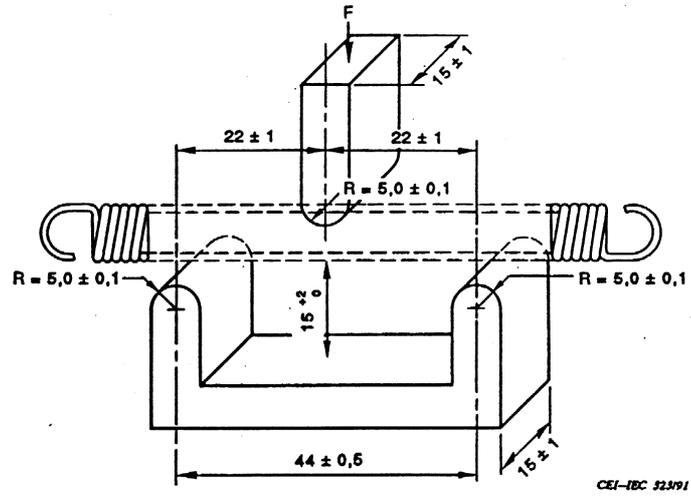


그림 5 - 지지물 배열

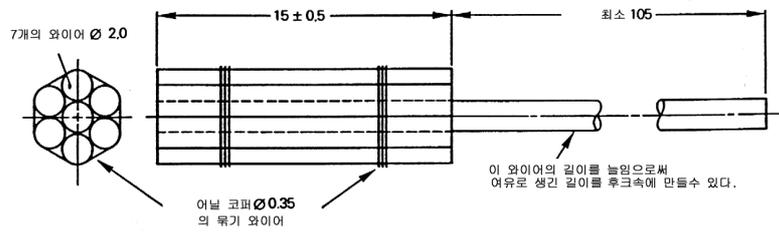


그림 6 - 시험 시료

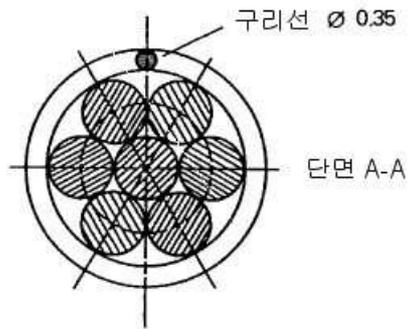
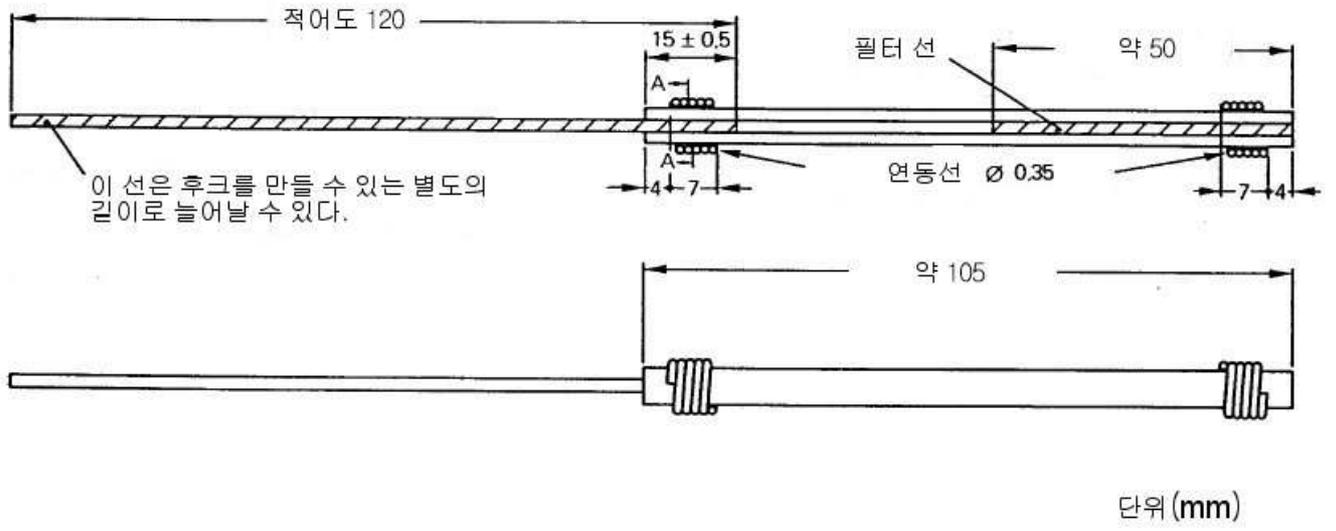


그림 7 - 대안 시험 시료

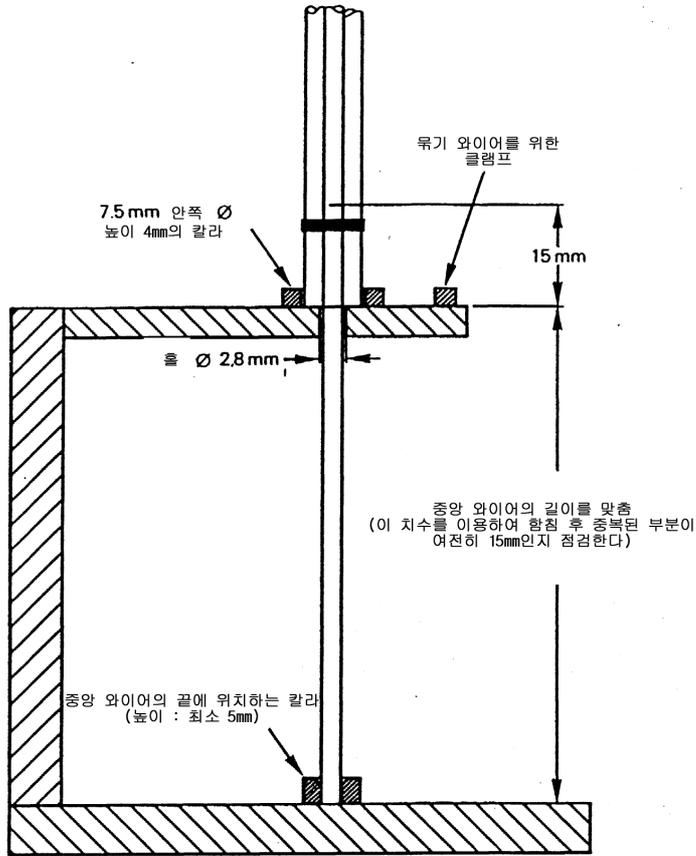


그림 8 - 번들 시험시 사용하는 지그 다이어그램

