	<p style="text-align: center;">공 단 표 준 규 격</p> <p style="text-align: center;">66kV 가교폴리에틸렌절연 난연 전력케이블(66kV TFR-CV Cable)</p>	<p><b>KRSA-3001-R4</b></p> <p>제정 2008. 09. 23. 개정 2010. 02. 04. 개정 2011. 05. 16. 개정 2016. 05. 11. 확인 2016. 05. 11.</p>
---	--	--

## 1. 적용범위 및 규격

### 1.1 적용범위

이 규격은 공칭전압 66kV의 전선으로 전차선로용 급전선로에 사용하는 가교폴리에틸렌절연 난연 전력케이블(이하 “케이블” 이라 한다.)에 대하여 적용한다.

### 1.2 규격

#### 1.2.1 케이블

케이블의 종류는 공칭전압, 선심수 및 공칭단면적에 따라 [표 1]과 같이 구분한다.

[표 1]

공칭전압	선 심 수	기 호	도체의 공칭 단면적(mm <sup>2</sup> )
66kV	단 심	TFR-CV	100, 200, 325, 400, 600

#### 1.2.2 호칭 및 약호

케이블의 호칭 및 약호는 공칭전압, 기호와 선심 수 및 도체의 공칭 단면적으로 [표 2]와 같이 한다.

[표 2]

호 칭	약 호
66kV 가교폴리에틸렌절연 난연 전력 케이블 단심 000mm <sup>2</sup>	66kV TFR-CV 1C× 000mm <sup>2</sup>

※ TFR : Tray Flame Retardant

## 2. 인용표준

### 2.1 인용표준

본 규격은 [별지 1]의 관련 규격을 인용 적용한다.

### 3. 구조 및 형태

#### 3.1 구조

##### 3.1.1 도 체

도체는 IEC 60228에 규정한 나연동선의 소선을 꼬아 구성한 압축 원형연선으로 하며, 도체의 표면은 평활 하여야 하고 흠, 돌기, 부풀음 등이 있어서는 안된다. 연선 전의 동일 도체에서 두 개의 다른 소선의 직경비(최대직경/최소직경)는 2이하이어야 하며 외층 핏치는 외경의 20배 이하로 하고 연선 방향은 최 외층을 S꼬임으로 한다. 도체에는 접속개소가 없도록 하고, 도체를 구성하는 소선에는 도체 최 외층에서 임의의 30cm구간에 2개소 이상의 접속이 있어서는 안 된다. 또한, 소선의 접속은 전기적, 기계적 특성을 저하시키지 않도록 한다.

##### 3.1.2 내부 반도체층

내부 반도체층은 도체에 유해한 영향을 끼치지 않는 반도체 열경화성 콤파운드를 도체 위에 균일하게 압출하여 성형하며, 표면이 평활하고 사용상 유해하다고 인정되는 보이드가 있어서는 안된다. 또한 내부 반도체층이 도체와 접하는 부분에는 반도체성 테이프 등에 의한 세퍼레이터를 두어도 좋으며 세퍼레이터 두께는 내부 반도체층 두께에 포함한다.

##### 3.1.3 절연체

절연체는 압출 가교 폴리에틸렌으로 형성해야 하며, 절연체가 내부, 외부의 양 반도체층과 접하는 면은 평활하고 층간에 틈이 있어서는 안 된다.

또, 절연체의 공칭두께는 [별표 1]과 같으며 사용상 유해하다고 인정되는 이물 또는 보이드가 있어서는 안 된다.

##### 3.1.4 외부 반도체층

외부 반도체층은 반도체 열 경화성 콤파운드를 절연체 위에 균일하게 압출, 성형해야 하며, 어떠한 열을 가하더라도 절연체와 쉽게 분리되어서는 안된다.

외부 반도체층이 절연체와 접하는 면은 평활하고, 사용상 유해하다고 인정되는 이물 또는 보이드가 있어서는 안되며, 압출 외부 반도체층 위에는 반도체층에 손상을 주지 않도록 반도체성 부풀음 테이프를 긴밀히 감는다. 테이프의 두께는 외부 반도체층 두께에 포함시키는 것으로 한다

##### 3.1.5 차폐층(금속시스)

금속시스는 파부형(Ring Type Corrugated) 알루미늄으로 하며 흠, 편홀, 이물 그 이외의 실용상 유해한 결점이 있어서는 안 된다. 금속시스의 공칭두께는 [별표 1]과 같으며 형태는 별표 3과 같이 제작한다.

### 3.1.6 방식층

방식층은 금속시스 표면에 방식 컴파운드를 도포/피복하고 그 위에 밀착하여 난연성 비닐을 압출 피복한다. 방식층의 두께는 [별표 1]과 같다.

또한 필요시 방식층 외부에 그라파이트 또는 반도체 컴파운드를 도포한다.

### 3.1.7 삼중 동시 압출공정

케이블의 내부 반도체층, 절연체, 외부 반도체층의 제조는 동심원 형태로 동시에 압출 성형해야 하며, 가교방식은 건식가교로 한다.

## 3.2 형태

### 3.2.1 형상구조

케이블의 형상구조는 [별표 2]에 의한다.

### 3.2.2 치수

단면적별 케이블 각부의 규격은[별표 1]에 의하며 허용오차는 다음과 같다.

#### 1) 도체

[표 3]

도체공칭단면적(mm <sup>2</sup> )	도체외경의 허용오차(mm)
100	± 0.2
200~400	± 0.3
600	± 0.5

#### 2) 절연체

$$t_{\min} \geq 0.9t_n \text{ 및 } (t_{\max} - t_{\min})/t_{\max} \leq 0.15$$

$t_n$  : 공칭두께 (mm) ⇒ [별표 1]

$t_{\max}$ : 측정 최대치 (mm)

$t_{\min}$ : 측정 최소치 (mm)

#### 3) 차폐층(금속시스)

$$t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.15t_n)$$

$t_n$  공칭두께 (mm) ⇒ [별표 1]

$t_{\min}$ : 측정 최소치 (mm)

#### 4) 방식층

$$t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.15t_n)$$

$t_n$  : 공칭두께 (mm) ⇒ [별표 1]

$t_{\min}$ : 측정 최소치 (mm)

#### 5) 폴링 아이

케이블 감기가 끝나는 부분에는 케이블을 포설할 수 있는 단말금구를 견고히 취부 한다.

### 3.3 허용온도 및 성능

#### 1) 허용 온도

케이블의 도체 최고 허용 온도는 표 4에 준한다.

[표 4. 도체의 최고 허용 온도]

상시 최고허용온도	단시간 최고허용온도	고장 순시최고허용온도
90℃	105℃	230℃

- 주. 1. 상시 최고 허용온도는 매일 일정시간 또는 연속적으로 유지하여도 지장이 없는 최고온도를 말한다.
2. 단시간 최고 허용온도는 계통사고 시 또는 과부하 운전 등의 상태로 일정시간 사용하여도 지장이 없는 최고온도를 말한다.
3. 고장 순시 최고 허용온도는 단락 접지 등의 고장전류가 흐르는 시간이 2초 이하인 때 선로에 지장이 없는 최고온도를 말한다.

## 4. 검사 및 시험

### 4.1 일반 사항

시험은 인정 시험, 검수 시험, 특수 시험 등으로 나누며 각 시험은 아래와 같다.

- 4.1.1 인정시험 : 초기개발 또는 자재의 성능에 영향을 줄 수 있는 설계 또는 재료의 변경 시 시행한다.
- 4.1.2 검수시험 : 인정시험에 합격한 자재에 한하여 자재 납품 시 인정시험과 같은 성능을 갖는지 일부시험항목에 대하여 검사자 입회하여 제조공장에서 시행한다.
- 4.1.3 특수시험 : 인정시험에 합격한 자재에 한하여 생산 롯드 당 1개의 생산드럼에 대하여 납품 시 제작사에서 시행하여 시험성적서를 제출한다.

### 4.2 시험 조건

#### 4.2.1 시험 시 주위 온도

특별한 시험을 위해 별도의 언급이 없는 한 시험 시 주위 온도는  $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$ 로 한다.

#### 4.2.2 시험전압의 주파수 및 파형

교류전압 시험시의 주파수는 49Hz~61Hz 범위로 하고, 그 파형은 정현파에 가

까운 것으로 하며 그 값은 실효값으로 한다.

#### 4.2.3 뇌 충격 시험전압 파형

뇌 충격 시험전압 파형은  $1.2 \times 50\mu\text{s}$ 를 기준으로 하되, 시험 설비상 부득이한 경우에는 IEC 60230에 따라  $(1\sim 5\mu\text{s}) \times (40\sim 60\mu\text{s})$ 의 범위로 할 수 있다.

#### 4.2.4 시험항목 일람표

시험항목은 표 5와 같다

[표 5] 시험항목

시 험 항 목	대 상	시료구분	시험 방법
<input type="checkbox"/> 인정시험			
1.. 케이블에 대한 전기시험			
가. 케이블 굴곡시험	○		4.3.4.1 (1)
나. 부분방전 시험	○		4.3.4.1 (2),(5)
다. $\tan \delta$ 측정	○		4.3.4.1 (3)
라. 열 사이클 전압 시험	○		4.3.4.1 (4)
마. 뇌 충격 내전압 시험	○		4.3.4.1 (6)
바. 교류 내전압 시험	○		4.3.4.1 (7)
2. 케이블 구성요소 시험			
가. 케이블 구조시험	○		4.3.5.1
나. 반도체층 체적저항율 시험	○		4.3.5.2
다. 노화 전후의 절연체에 대한 기계적 성능시험	○		4.3.5.3
라. 노화 전후의 방식층에 대한 기계적 성능시험	○		4.3.5.4
마. 케이블 노화시험	○		4.3.5.5
바. 방식층에 대한 가열감량 시험	○		4.3.5.6
사. 방식층에 대한 고온 가압 시험	○		4.3.5.7
아. 방식층에 대한 내한성 시험	○		4.3.5.8
자. 방식층에 대한 열충격 시험	○		4.3.5.9
차. 절연체에 대한 HOT-SET 시험	○		4.3.5.10
카. 절연체에 대한 수축시험	○		4.3.5.11
타. 케이블에 대한 난연 시험	○		4.3.5.12
파. 웰딩 금속시스 누설시험	○		4.3.5.13

시 험 항 목	대상	시료구분	시험 방법
<input type="checkbox"/> 검수 시험			
1. 겉모양 검사	○ <sup>(1)</sup>	드럼	
2. 구조검사			
가. 도체외경	○ <sup>(2)</sup>	시료	4.3.5.1
나. 절연체 두께	○ <sup>(2)</sup>	시료	4.3.5.1
다. 방식층 외경	○ <sup>(2)</sup>	시료	4.3.5.1
라. 방식층 두께	○ <sup>(2)</sup>	시료	4.3.5.1
3. 성능시험			
가. 부분방전 시험	○ <sup>(2)</sup>	시료	4.4.1.1
나. 교류내전압 시험	○ <sup>(3)</sup>	시료	4.4.1.2
다. 케이블 방식층에 대한 전기시험	○ <sup>(3)</sup>	시료	4.4.1.3
라. 웰딩 금속 시스의 웰딩 상태 시험 <sup>+</sup>	○ <sup>(3)</sup>	시료	4.4.1.4
<input type="checkbox"/> 특수 시험			
가. 도체 구조	○	시료	4.4.2.1
나. 도체 전기 저항 측정	○	시료	4.4.2.2
다. 절연체, 금속시스, 방식층 두께 측정	○	시료	4.4.2.3
라. 케이블 외경 측정	○	시료	4.4.2.4
마. 절연체의 HOT-SET 시험	○	시료	4.4.2.5
바. 정전 용량 측정	○	시료	4.4.2.6

주 <sup>(1)</sup> 모든 생산품에 대하여 각 드럼마다 모두 시험한다.

<sup>(2)</sup> 10드럼 단위마다 1회 시험한다.

<sup>(3)</sup> 드럼 단위에 관계없이 1회 시험한다.주)

<sup>+</sup>표의 시험항목은 웰딩 금속 시스 케이블에 한함.

## 4.3 인정 시험

### 4.3.1 일반사항

인정 시험은 제작자가 케이블을 개발하여 공급하기 전에 본 규격의 기준에 의해 제작된 케이블에 대하여 자재의 성능이 본 규격에서 요구하는 조건을 만족

하는지를 확인하기 위해 공인기관에서 시행하며, 본 규격서와 동일한 구조이며 자재의 성능에 영향을 줄 수 있는 설계 또는 재료의 변경 없을 경우 최대 단면적에 대한 공인기관 시험은 필하였으면 기타 하위 단면적의 케이블에 대한 인정시험을 별도로 시행하지 않는다.

#### 4.3.2 인정 시험 개요

인정시험은 케이블에 대하여 시행하는 전기(電氣)시험과 케이블 구성 요소에 대한 시험으로 분류한다. 전기 시험은 하나의 시료로서 순차적으로 시행하며 케이블 구성 요소에 대한 시험은 주로 절연체와 방식층에 대하여 시행한다.

#### 4.3.3 절연체 두께 점검

전기 시험 시행 전에 전기 시험용 시료의 절연체 두께를 IEC 60811-1-1의 8.1항에 의한 방법으로 측정하여 공칭두께를 초과하는지 여부를 확인하여야 하며, 측정 결과 절연체의 평균 두께가 공칭두께의 1.05배까지는 시험전압을 각 시험 항목에 규정된 값으로 인가하고 절연체의 평균 두께가 공칭두께의 1.05배 초과 1.15배까지는 내부 반도전층에서의 전계가 공칭 두께에서의 전계와 동일하도록 그에 상응하는 비율의 시험전압 만큼 상승시켜 인가해야 한다.

전기시험용 시료의 절연체 평균두께는 공칭 두께의 1.15배를 초과할 수 없다.

#### 4.3.4 케이블에 대한 전기 시험

##### 4.3.4.1 케이블에 대한 공통 시험

케이블은 1개의 동일 시료로서 아래 표 6의 순서대로 시험을 하여야 한다. 이 때 시험용 케이블의 길이는 시험 단말을 제외하고 최소 10m 이상이어야 하며, 접속함 일단에 5m 이상의 케이블을 연결하여 아래 시험을 할 경우는 케이블과 접속함이 동시에 시험되는 것으로 간주한다. 단, 접속함과 케이블을 동시에 시험할 경우에는 접속함에 연결될 케이블에 대하여 (1)항의 케이블 굴곡 시험을 접속함 조립 전에 시행하여야 하며 아래 (3)항의  $\tan \delta$  측정은 별도의 시료로 시행하여도 좋다.

[표 6] 시험 순서

시험순서	시 험 종 류	비고
1.	케이블 굴곡 시험	
2.	부분 방전 시험	
3.	$\tan \delta$ 측정	
4.	열 사이클 전압시험	
5.	부분방전 시험	
6.	뇌 충격전압 시험	
7.	교류 내전압 시험	

## (1) 케이블 굴곡시험

시료는 주위온도에서 시험용 원통에 완전히 한 바퀴 감고 이를 다시 풀어서 반대 방향으로 감으며 이 동작을 3회 반복한다.

시험용 원통의 직경은  $25(d+D)+5\%$  이하이어야 한다.

$d$  : 도체의 공칭외경 (mm)

$D$  : 케이블의 공칭외경 (mm)

## (2) 부분방전 시험

부분방전 시험은 IEC 60885-2 에 의거 주위온도에서 시행하여야 하며 시험기의 감도는  $5\text{pC}$  이하이어야 한다. 시료에 시험전압을 인가하여  $1.75U_0$ 까지 올리고  $1.75U_0$ 로 10초 동안 유지한 다음 서서히  $1.5U_0$ 까지 전압을 감소시킨다. 주위온도에서 시험결과  $1.5U_0$ 에서의 부분방전량의 크기가  $5\text{pC}$  이하이어야 한다.

※  $U_0$  : 정격전압

(3)  $\tan \delta$  측정

시료는 적절한 방법으로 열을 가하여 도체의 온도가  $95^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 의 범위에 도달하도록 한다. 이때의 온도측정은 도체저항을 측정하거나, 반도체층 표면에 써머커플을 부착하여 도체온도를 측정한다. 또한 써머커플에 의한 도체온도 측정은 동일한 방법으로 가열시킨 동일 케이블에서 채취한 다른 시료의 도체에 써머커플을 부착하여 온도를 측정해도 좋다.  $\tan \delta$ 는 도체온도가  $95^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 일 때  $U_0$ 의 전압을 인가하여 측정해야 하며 그 측정값은  $10 \times 10^{-4}$  이하이어야 한다.

## (4) 열 사이클 전압시험

상기 (1)항에서의 시험용 원통직경과 같은 크기로 U자형으로 시료를 구부린 후 적절한 방법으로 시료에 열을 가하여 도체온도가  $95^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 에 도달하도록 한다.

가열시간은 최소한 8시간이어야 하고 가열 중 최소 2시간 동안은 도체온도를  $95^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$  범위로 유지시켜야 하며 가열 후 최소 16시간은 자연 상태로 냉각시켜야 한다. 또한 가열과 냉각의 주기는 20사이클로 하고 전 시험 기간 동안 시료에는  $2U_0$ 의 전압이 인가 되어져야 한다.

시험기간 동안 전원공급이 중단되어 시험이 중지될 경우는 중지된 시간만큼을 가산, 전체 사이클 수를 계산한다.

## (5) 부분방전 시험

열 사이클 전압시험 후 주위 온도 및 고온(케이블 도체온도가  $95^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 일 때) 상태에서 (2)항의 부분방전 시험을 시행하여 부분 방전량의 크기가  $5\text{pC}$  이하이어야 한다. 이 시험은 (7)항의 교류 내전압 시험 완료 후에 시행하여도 좋다.

## (6) 뇌 충격 내전압 시험



뇌 충격 내전압 시험은 IEC 60230에 의해, 케이블 도체온도가 95℃ ~ 100℃ 상태에서  $\pm 325\text{kV}$  전압을 각각 10회 가할 때 이를 견디어야 한다.

#### (7) 교류 내전압 시험

뇌 충격 내전압 시험 후 주위온도에서 2.5U<sub>0</sub>의 교류전압을 15분 동안 가할 때 절연 파괴가 일어나지 않아야 한다.

### 4.3.5 케이블 구성요소 시험

케이블에 사용되는 재료를 IEC 60840의 표 4에 기록된 시험을 하여 성능 및 품질을 보증하는지 여부를 확인하기 위한 것으로 아래 표 7의 시험을 하여야 한다.

[표 7] 케이블 구성요소 시험 종류

번호	시 험 종 류	비고
1	케이블 구조 시험	
2	반도전층 체적저항율 시험	
3	노화 전후의 절연체에 대한 기계적 성능시험	
4	노화 전후의 방식층에 대한 기계적 성능시험	
5	케이블 노화시험	
6	방식층에 대한 가열 감량 시험	
7	방식층에 대한 고온 가압 시험	
8	방식층에 대한 내한성 시험	
9	방식층에 대한 열충격 시험	
10	절연체에 대한 HOT-SET 시험	
11	절연체에 대한 수축시험	
12	방식층에 대한 난연 시험	
13	웰딩 금속 시스 누설 시험	

#### 4.3.5.1 케이블 구조 시험

##### (1) 도체 구조

도체 구조는 별표 2를 만족해야 하며 만족 여부는 적절한 시점에 육안 검사와 측정에 의해 확인되어야 한다.

##### (2) 절연체, 금속시스, 방식층 두께 측정

## (가) 일반 사항

측정방법은 IEC 60811-1-1의 8항에 의하고 케이블 시료는 케이블 드럼에서 발취하며, 손상을 받았을 가능성 있는 부분은 잘라낸 후 한쪽 끝에서 발취해도 좋다.

## (나) 절연체 두께 측정

측정한 절연체 두께는 모든 점에서 아래 조건을 동시에 만족해야 한다.

$$t_{\min} \geq 0.9t_n \text{ 및 } (t_{\max} - t_{\min})/t_{\max} \leq 0.15$$

$t_n$  : 공칭두께 (mm)  $\Rightarrow$  [별표1]

$t_{\max}$ : 측정 최대치 (mm)

$t_{\min}$ : 측정 최소치 (mm)

단, 여기서 도체 및 절연체의 반도체층 두께는 포함하지 않는다.

## (다) 금속시스의 두께 측정

측정한 금속시스의 최소 두께는 아래 조건을 만족해야 한다.

$$t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.15t_n)$$

$t_n$  공칭두께 (mm)

$t_{\min}$ : 측정 최소치 (mm)

금속시스의 측정은 케이블에서 발취한 약 50mm의 금속시스 링으로 시행하여야 하며, 최소값을 찾을 때까지 금속시스 링의 원주를 따라 여러 곳을 측정한다.

측정기는 반지름 약 3mm인 구형선단(ballnoses of radii)의 마이크로 메타로서 정밀도는  $\pm 0.01\text{mm}$  이어야 한다.

## (라) 방식층 두께의 측정

측정한 방식층의 최소 두께는 아래 조건을 만족해야 한다.

$$t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.15t_n)$$

$t_n$  : 공칭두께 (mm)

$t_{\min}$ : 측정 최소치 (mm)

## 4.3.5.2 반도체층 체적저항을 시험

내·외부 반도체층 저항의 측정은 4.3.5.5항의 시험을 위해 노화 처리한 케이블 및 신규 제작 케이블의 코아에서 추출한 시료로 시행하며 측정 시 공기 오븐 내의 온도는  $88^{\circ}\text{C} \sim 92^{\circ}\text{C}$ 를 유지해야 하고 시험 절차는 IEC 60840의 부록 B에 따르며 시험 결과는 신규 케이블과 노화 처리한 케이블 모두가 아래 체적 저항율을 초과할 수 없다.

· 내부 반도체층  $1,000 [\Omega \cdot \text{m}]$

· 외부 반도체층  $500 [\Omega \cdot \text{m}]$

#### 4.3.5.3 노화 전후의 절연체에 대한 기계적 성능시험

시료 채취 및 준비, 시험 조건의 구성, 기계적 성능의 측정은 IEC 60811-1-1의 9.1항에 의하며 노화 처리는 IEC 60840의 표 5의 조건으로 IEC 60811-1-2의 8.1항에 의하되 시험 결과는 IEC 60840의 표 5에 규정된 요구성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.4 노화 전후의 방식층에 대한 기계적 성능시험

시료 채취 및 준비, 시험 조건의 구성, 기계적 성능의 측정은 IEC 60811-1-1의 9.2항에 의하며 노화 처리는 IEC 60840의 표 6의 조건으로 IEC 60811-1-2의 8.1항에 의하되 시험 결과는 IEC 60840의 표 6에 규정된 요구성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.5 케이블 노화 시험

##### (1) 일반 사항

케이블에 대한 노화시험은 절연체, 방식층, 내·외부 반도체층이 케이블 내에서 다른 요소와의 접촉으로 운전시 과대하게 절연 열화 되지 않는가를 점검하기 위해 시험한다.

##### (2) 시료 채취

절연체와 방식층의 시료는 IEC 60811-1-2의 8.1.4항에 의거 케이블로부터 발취해야 하며 반도체층의 시료는 반도체층의 저항을 측정한 비 노화 케이블의 시료 채취 지점과 인접한 지점에서 채취한다.

##### (3) 노화 처리

케이블의 노화 처리는 IEC 60811-1-2의 8.1.4항에 의하되, 아래 조건으로 공기 오븐에서 처리해야 한다.

- 공기 오븐 내 온도 : 98℃~102℃
- 가열 시간 : 7× 24 시간

##### (4) 노화 후 측정

노화 처리된 케이블로부터 채취한 절연체 및 방식층의 시료는 IEC 60811-1-2의 8.1.4항에 의거 준비하여 기계적 성능시험을 해야 한다.

단, 압출 반도체층 저항은 노화 케이블로부터 채취한 시료로 IEC 60840의 부록 B에 의해 측정해야 한다.

##### (5) 요구성능

절연체 및 방식층의 인장강도와 파괴신율에 대한 시험결과 및 노화 전후의 변화율은, 절연체는 IEC 60840의 표 5, 방식층은 IEC 60840의 표 6에 규정된 값 중 공기 오븐에서 노화된 후의 요구 성능치 및 변화율을 만족해야 하며 반도체층의 체적저항율은 아래를 만족해야 한다.

- 내부 반도체층 1,000 [ $\Omega$ .m]
- 외부 반도체층 500 [ $\Omega$ .m]

#### 4.3.5.6 방식층에 대한 가열감량 시험

가열감량 시험은 IEC 60840의 표 9에 규정된 조건하에서 IEC 60811-3-2의 8.2항에 의하여 시행하되 시험결과는 동 표의 ST-2 항의 요구 성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.7 방식층에 대한 고온가압 시험

방식층에 대한 고온가압 시험은 IEC 60811-3-1의 8.2항에 의하되 IEC 60840의 표 6의 시험 조건을 따라야 하며 시험 결과는 IEC 60811-3-1의 8.2항에 규정된 요구 성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.8 방식층에 대한 내한성 시험

방식층에 대한 내한성 시험은 IEC 60811-1-4의 8항에 의하되 IEC 60840의 표 9에 규정된 시험온도로 시행해야 하며, 시험 결과는 IEC 60811-1-4의 8항에 규정된 요구성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.9 방식층에 대한 열충격 시험

방식층에 대한 열충격 시험은 IEC 60811-3-1의 9.2항에 의하되 시험 온도 및 시험 시간은 IEC 60840의 표9에 따라야 하며, 시험 결과는 IEC 60811-3-1의 9.2항의 요구 성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.10 절연체에 대한 H0T-SET 시험

시료 발취와 시험 과정은 IEC 60811-2-1의 9항에 따른다. 시험조건은 IEC 60840의 표 7에 의한다.

시료는 가교 공정 동안에 가교도가 가장 낮은 절연체의 내부 또는 중간 또는 외부 부분으로 부터 발취해야 하고 시험 결과는 IEC 60840의 표 7에 만족해야 한다.

#### 4.3.5.11 절연체에 대한 수축 시험

수축시험은 IEC 60811-1-3의 10항에 의거 시행하되 시험조건은 IEC 60840의 표7에 따르며 시험결과는 IEC 60840의 표 7의 요구 성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.12 케이블에 대한 난연 시험

난연 시험은 IEC 60332-3-24에 의거 완성된 케이블 시료로 시행하며 시험결과는 IEC 60332-3-24의 요구 성능을 만족해야 한다.

#### 4.3.5.13 웰딩 금속시스 누설 시험

시험 방법은 케이블 금속시스 내부 압력을 건조 공기 또는 질소 가스로 3bar를 유지시킨 후 케이블 양단을 프레스 타이트(Pressure-tight)로 밀봉하여 24시간 동안 유지하였을 때 내부 압력이  $\pm 0.2\text{bar}$  이상 변화되지 않아야 한다. 단, 이 때의 주위 온도와 압력을 동시에 기록하여야 한다.

## 4.4 검수 및 특수 시험

### 4.4.1 검수 시험

검수 시험은 제작된 케이블에 4.2.4항에 지정된 대상과 시료에 대하여 검수자 입회 하에 제작에서 실시하며 겉보기 검사는 드럼 및 케이블의 손상 상태를 드럼 외부에서 육안으로 검사하고 및 구조검사는 케이블 구조시험(4.3.5.1)에 따라 시행하며 그 외는 아래에 따라 시행하고 한다.

#### 4.4.1.1 부분 방전 시험

부분 방전 시험은 IEC 60885-3에 따라 시행하며, 시험기의 감도는 10pC 이하이어야 한다. 케이블에 시험 전압을 인가하여  $1.75U_0$ 까지 올리고,  $1.75U_0$ 로 10초 동안 유지한 다음 서서히  $1.5U_0$ 까지 전압을 감소시킨다. 이때  $1.5U_0$ 에서의 부분 방전량의 크기는 10pC 이하이어야 한다.

※  $U_0$  : 정격전압

#### 4.4.1.2 교류 내전압 시험

교류 내전압 시험은 주위 온도에서 도체와 금속시스 간에  $2.5U_0$ 의 전압을 30분간 가하여 절연 파괴가 발생하지 않아야 한다. 단, 시험 전압은 한번에 규정 값에 이르게 하지 말고 서서히 전압을 증가시켜 규정 전압에 이르게 한다.

#### 4.4.1.3 케이블 방식층에 대한 전기시험

케이블 방식층에 대한 전기 시험은 IEC 60229에 의거 다음 두 가지 중 한 가지를 시행하여 방식층에 어떠한 결함도 발생하지 말아야 한다.

- (1) 방식층 공칭 두께(mm)당 DC 8kV 전압을 1분간 가하되, 접지된 금속시스에 -극을, 방식층 외부의 그라파이트 또는 반도체 컴파운드에 +극을 연결하며 그라파이트 또는 반도체 컴파운드가 없는 경우에는 방식층을 물에 침수시켜 그 외장에 +극을 연결하여 시험한다. 이때 가하는 DC 최고 전압은 25kV로 한다.
- (2) 케이블 제작공정 중에 스파크 테스트를 시행하며, 시험 결과는 공장 시험 성적서 제출을 원칙으로 하되, 필요 시 구매자는 시험에 입회할 수 있고 시험 방법은 아래와 같다.
  - AC 시험의 경우:방식층 두께(mm)당 6kV 전압, 최고 15kV 인가
  - DC 시험의 경우:방식층 두께(mm)당 9kV 전압, 최고 25kV 인가
  - 시험 시간 : 0.15초 이상

#### 4.4.1.4 웰딩 금속 시스의 웰딩 상태 시험

웰딩 금속 시스의 웰딩 상태 시험은 제작 공정 중 Eddy Current 시험기를 이용하여 실시하며, 웰딩된 금속 시스를 Eddy Current 시험 장치에 통과시켜 시험장비의 감지기에 나타나는 변화를 측정하여 감지기에 이상 변화가 없어야 한다. 시험 결과는 공장시험 성적서(이상 유무 감지기록 용지 등) 또는 확인서를 제출한다.

#### 4.4.2 특수 시험

특수 시험 항목은 [표 8](#)과 같으며, 동일 형식과 동일 사이즈의 케이블에 대하여 생산 롯드에서 1개의 케이블 시료를 발취하여 시험한다.

시험 실패시는 동일 롯드에서 두 개의 케이블 시료를 추가로 발취하여 시험을 실패한 케이블에서와 동일한 시험을 하고 시험 결과 두 개의 케이블 시료 모두 시험에 합격하면 시험된 케이블을 발취한 롯드에서 생산된 모든 케이블은 합격한 것으로 인정하며 어느 한 케이블이라도 불합격시는 시험된 케이블을 발취한 롯드에서 생산된 모든 케이블은 불합격된 것으로 간주한다.

[표 8] 케이블 특수 시험 종류

번호	시험 종류	비 고
1.	도체 구조	
2.	도체 전기 저항 측정	
3.	절연체, 금속시스, 방식층 두께 측정	
4.	케이블 외경 측정	
5.	절연체의 HOT SET 시험	
6.	정전용량 측정	

##### 4.4.2.1 도체 구조

도체 구조 시험 및 시험 결과는 [4.3.5.1](#)의 (1)항에 따른다.

##### 4.4.2.2 도체 전기 저항 측정

드럼 상태의 시료 또는 여기에서 발취한 케이블 시료는 측정 전 최소한 12시간동안 일정한 온도로 유지된 시험실 내에 놓아두어야 하며, 12시간 후 예도 도체온도가 실내 온도와 같지 않으면 24시간 더 시험실에 대기시킨 후 저항을 측정해야 한다.

도체 시료의 경우는 온도조절 장치(bath) 속에서 최소한 1시간 동안 온도 조정 후 측정해야 하고 도체의 직류 저항은 IEC 60228에 의거 20℃, 1km

로 환산되어야 하며 20℃ 에서의 도체 직류 저항의 최대치는 첨부 별표1의 값을 초과하지 말아야 한다.

#### 4.4.2.3 절연체, 금속시스, 방식층 두께 측정

시험방법 및 시험 결과는 4.3.5.1의 (2)항에 따른다.

#### 4.4.2.4 케이블 외경 측정

IEC 60811-1-1의 8.3항에 의거 측정한다.

#### 4.4.2.5 절연체의 HOT SET 시험

시험방법 및 시험 결과는 4.3.5.10항에 따른다.

#### 4.4.2.6 정전 용량 측정

정전 용량은 도체와 금속시스 간에 측정되어야 하며 공칭값은 별표 1과 같고 측정값은  $C_{max} \leq C_n + 0.08 C_n$ 을 만족해야 한다.

- $C_n$  : 공칭값
- $C_{max}$  : 측정 최대값

## 5. 포장 및 표시

### 5.1 포장 방법

케이블은 운반 중 손상되지 않도록 견고한 드럼에 1조씩 감는다. 케이블 양단은 습기 침입의 우려가 없도록 완전히 밀봉한다. 또 감기가 끝나는 부분에는 단말 금구를 견고히 취부한다.

### 5.2 표 시

#### 5.2.1 케이블

케이블의 적당한 곳에서 다음 사항을 장기간에 걸쳐 용이하게 지워지지 않도록 연속적으로 표시한다.

- 가. 약호
- 나. 제조자명
- 다. 제조년월

#### 5.2.2 케이블 드럼

드럼의 표면에 다음 사항을 표시한다.

- 가. 약호
- 나. 길이
- 다. 정미 중량 및 총중량
- 라. 케이블의 끝위치

- 마. 제조자명
- 바. 제조년월
- 사. 회전방향
- 아. 한국철도시설공단 휘장
- 자. 소요개소
- 차. 드럼번호

## 6. 제출서류 및 하자보증·기타

### 6.1 제출서류

#### 6.1.1 계약 후 제출서류

- 1) 승인용 제작규격 및 도면 7부

#### 6.1.2 납품시 제출서류

- 1) 시험성적서 5부
- 2) 기타 기술자료

### 6.2 하자보증

하자기간은 현장설치 준공일로부터 3년으로 한다.

### 6.3 기타

#### 1) 자재보관

케이블은 현장으로 운반될 때까지 납품자가 보관하여야 한다.

#### 2) 케이블 공드럼의 소유

케이블 공드럼, 보호목 및 단말금구는 케이블 제작공급자의 소유로 하며 그의 책임 하에 회수 인수하는 것으로 한다.

#### 3) 드럼당 케이블의 길이

케이블의 드럼당 길이(소요개소, 드럼번호 포함)는 구매자와 협의 지정한다.



## [별지 1]

인용 표준

KSB 0801 (1981)	금속 재료 인장 시험편
KSB 5521 (1992)	인장 시험기
IEC 60060-1 (1989)	High-voltage Test Techniques Part 1: General Definitions and Test Requirement
IEC 60228 (2004)	Conductors of Insulated Cable
IEC 60229 (1982)	Tests on Cable Oversheaths which have a Special Protective Function and are applied by Extrusion
IEC 60230 (1966)	Impulse Tests on Cables and Their Accessories
IEC 60811-1-1(2001)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables and Optical Cables Part 1-1 : Methods for General Application - Measurement of Thickness and Overall Dimensions -Tests for Determining the Mechanical Properties
IEC 60811-1-2 (2000)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric and Optical Cables Part 1-2 : Methods for General Application - Thermal Ageing Method
IEC 60811-1-3 (2001)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric and Optical Cables Part 1-3 : Methods for General Application - Methods for Determining the Density - Water Absorption Tests - Shrinkage Test
IEC 60811-1-4 (2001)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric and Optical Cables Part 1-4 : Methods for General Application - Test at Low Temperature
IEC 60811-2-1 (2001)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric and Optical Cables Part 2-1 : Methods Specific to Elastomeric Compounds -Ozone Resistance, Hot set and Mineral oil Immersion Test

IEC 60811-3-1 (2001)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric and Optical Cables Part 3-1 : Methods Specific to PVC Compounds - Test for Resistance to Cracking
IEC 60811-3-2 (2003)	Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric and Optical Cables Part 3-2 : Methods Specific to PVC Compounds - Loss of Mass Test - Thermal Stability Test
IEC 60811-4-1 (2004)	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 - Carbon Black and/or Mineral Content Measurement in PE
IEC 60840 (2004)	Power Cables with Extruded Insulation and Their Accessories for Rated Voltages above 30kV(Um=36kV) up to 150kV (Um=170kV) - Test Methods and Requirement
IEC 60885-2 (1987)	Electrical Test Methods for Electric Cables Part 2 : Partial Discharge Test
IEC 60885-3 (1988)	Electrical Test Methods for Electric Cables Part 3 : Test Methods for Partial Discharge Measurements on Lengths of Extruded Power Cable
IEC 62067 (2006)	Power Cables with Extruded Insulation and Their Accessories for Rated Voltages above 150kV(Um=170kV) up to 500kV (Um=550kV) - Test Methods and Requirement
IEEE 383 (1974)	IEEE Standards for Type Test of Class IE Electric Cables, Field Splices, and Connections for Nuclear Power Generating Station
JEC 3408 (1997)	特別高圧(11kV ~ 275kV) 架橋ポリエチレン ケ.ブル および 接續部の高電圧試験法

## [별표1]

66kV 단심 TFR-CV 케이블 구조표

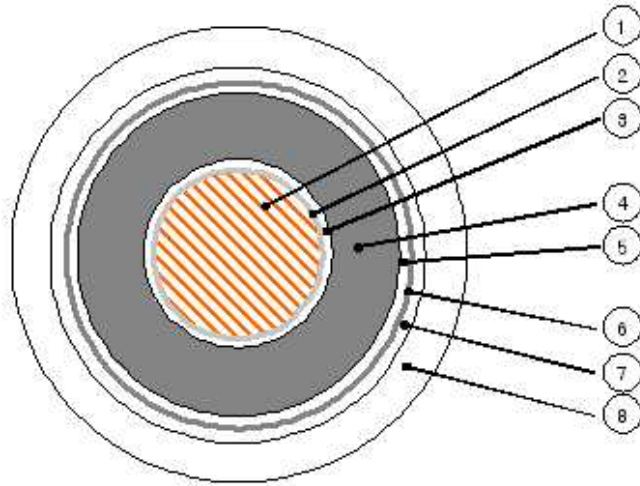
항 목		단위	특 성 치				
도 체	공칭단면적	mm <sup>2</sup>	100	200	325	400	600
	형 상	-	압 축 원 형				
	외 경	mm	12.0	17.0	21.7	24.1	30
내부반도전층두께		mm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
절 연 체 두 께		mm	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
절 연 체 외 경		mm	37.0	42.0	46.7	49.1	54.5
외부반도전층 두께		mm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
차 폐 층 두 께		mm	1.5	1.5	1.6	1.6	1.8
방 식 층 두 께		mm	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0
케이블 최대 외경		mm	65	70	76	80	89
최대 도체 저항 (20℃)		Ω/km	0.183	0.0915	0.0568	0.0470	0.0308
절연체 절연 저항 (참고)		MΩkm	4,000	3,500	2,500	2,500	2,500
정 전 용 량		μF/km	0.16	0.20	0.23	0.25	0.29

※도체공칭단면적에 따른 외경의 허용차는 3.2.2항 [표 3]과 같음

## [별표 2]

## 66kV 단심 TFR-CV 케이블 단면도

## 66kV 단심 TFR-CV 케이블 단면도



1	도 체 Conductor					
2	반도전 부풀음 테이프 Semi-conducting water swelling tape					
3	내부 반도전층 Conductor screen					
4	절연체 Insulation					
5	외부반도전층 Insulation Shield					
6	반도전 부풀음 테이프 Semi-conducting water swelling tape					
7	알루미늄 차폐층 Metallic Sheath					
8	방식층 Sheath(FR-PVC)					
기 호	품 명	규격	기호	형상, 치수	수량	비고
		재 질				

[별표 3]

66kV 단심 TFR-CV 케이블 금속시스 제작도66kV 단심 TFR-CV 차폐층(금속시스)