	<p style="text-align: center;"><b>공단 표준규격</b> <b>열차제어케이블</b> (ZPAU, F-ZPAU, ZPFU, F-ZPFU)</p>	<p style="text-align: center;"><b>KRSA-4006-R1</b></p> <p>제정 2014. 12. 11. 개정 . . . 확인 2017. 12. 11.</p>
---	---	--

## 1. 적용범위 및 분류

### 1.1 적용범위

이 규격은 고속철도 자동열차제어(ATC) 장치 등의 구성에 사용되는 열차제어케이블(ZPAU<sup>1)</sup>, ZPFU<sup>2)</sup> 또는 F-ZPAU, F-ZPFU) (이하 케이블이라 한다)에 대하여 규정한다.

### 1.2 분류

케이블은 표1과 같이 분류한다.

표1 : 분류

종 류	공칭단면적(mm <sup>2</sup> )	쌍(pair) 수
ZPAU F-ZPAU	1.0	4P
		7P
		14P
		21P
		28P
ZPFU F-ZPFU	1.0	2P
		4P
		7P
		14P
		21P
		28P

\* ZPAU, ZPFU : 비난연 열차제어케이블, F-ZPAU, F-ZPFU : 난연 열차제어케이블

## 2. 적용규격

### 2.1 관련규격

#### 2.1.1 국제전기표준회의 규격(IEC)

#### 2.1.2 국제전기전자기술자협회 규격(IEEE)

1) ZPAU[Z: Multi Pair, P : Polyethylene Insulation A: Anti-induction(유도차폐), U : PVC Sheath) : ZCO3에 비해 차폐가 떨어지는 케이블

2) ZPFU[Z: Multi Pair, P : Polyethylene Insulation F: Steel Tape Armour, U : PVC Sheath) : 고압케이블과 같이 포설할 수 없는 케이블이며, 주로 DC용으로 사용

### 2.1.3 미국 재료시험협회 규격(ASTM)

### 2.1.4 한국산업규격(KS IEC)

## 2.2 단위 및 기호

2.2.1 단면적 및 치수등의 단위는 국제 표준 단위계에 의한다.

2.2.2 전기전자 및 정보통신 기호, 약어는 국제적으로 공인된 약어, 심벌 등으로 표기하여야 한다.

## 3. 필요조건

3.1 재료는 3.3항의 표3 및 3.4항의 표5에 따른다.

### 3.2 형태

구조 및 치수는 부도1, 표2 및 3.4항의 표6에 따른다.

표2. 케이블 종류별 구성

구 성	종 류		비 고
	ZPAU F-ZPAU	ZPFU F-ZPFU	
도 체 절 연 체 분리 테이프 탈피용 실	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	
내부 1차 시스 차 폐 층 탈피용 실 내부 2차 시스	○ ○ ○ (주) ○	○ × × ○	
강 대 외부 시스	○ ○	○ ○	

(주) : ZPAU 또는 F-ZPAU 케이블의 내부2차 시스를 테이프 방식으로 적용할 경우 제외

### 3.3 제조

제조 방법은 표3에 따른다.

표3 : 제조방법

항 목		제 조 방 법
심 선	도 체 (Conductor)	1) 도체는 KS C IEC 60228(class 1)에 규정된 전기용 연동선을 사용한다. 심선도체는 접속점이 없는 것을 원칙으로 하고, 부득이한 경우 접속은 비산성 은합금 용접을 하여야 한다. 2) 도체의 공칭 단면적은 1mm <sup>2</sup> 이다.
	절 연 체 (Insulation sheath)	1) 절연체는 폴리에틸렌을 사용하여 평평하고 매끄러워야 하며, 도체는 절연체의 중심에 있어야 한다 2) 절연체 색상은 KS C IEC 60304에 따라 균일해야 하며, 구성은 부표 1과 같다.
쌍 (Pair)	색 상	심선 2가닥을 균일하게 꼬아 쌍(Pair)을 형성하며, 1쌍(pair) 심선연합의 피치는 1개 쌍(pair) 외경의 20배 이하가 되어야 한다. 쌍(Pair)의 절연색상은 부표 1과 같다.
심선연합 (Core assembly)	구 성	각 쌍(pair)수 별 연합 피치는 최외층 외경의 20배 이하가 되어야 한다.
	분리테이프 (Separator tape)	분리테이프는 폴리에스텔 테이프로 15% 이상 중첩 $(R(\%) = \frac{r}{l} \times 100)$ . 부도2) 하여야 하며, 테이프는 테이프간 또는 절연체나 내부시스에 접촉이 되어서는 안 된다.
탈피용 실 (Longitudinal cutting threads)		1) 탈피용 실은 인장강도 10 daN 이상의 합섬사를 사용하며, 꿰어짐이 없이 1차 및 2차 시스를 찢을 수 있어야 한다. 2) 탈피용 실은 1차 및 2차 시스 밑에 종방향으로 삽입 하여야 한다. 3) 단, 2차 시스 대신 테이프 방식으로 제조되는 경우는 생략하여야 한다.
내부 1차 시스 (Sealing sheath)		내부1차 시스는 자연색의 압출 성형된 폴리에틸렌 재질로서 겉모양은 평평하고 매끄러워야 한다.
차폐층 (Anti induction shield)		ZPAU 또는 F-ZPAU 케이블은 유도에 의한 영향을 억제하기 위하여 내부1차 시스 위에 0.14mm 이상의 연동테이프를 주름을 준 후 겹치게 중첩하거나, 또는 두께 0.1mm 이상의 연동테이프 2매를 15%이상 나선형 방향으로 중첩하여 감아야한다.

표3 : 제조방법 (계속)

항 목		제 조 방 법						
내부 2차 시스 (Cushion)		1) ZPAU 또는 F-ZPAU의 경우에는 차폐층 위에, ZPFU 또는 F-ZPFU의 경우에는 내부1차 시스 위에 내부2차 시스를 구성하여야 한다. 2) ZPAU 또는 F-ZPAU는 테이프를 나선형으로 감는 방식이거나 또는 압출성형방식이 적용되며, ZPFU 또는 F-ZPFU의 경우에는 테이프방식을 적용한다. 테이프 방식의 경우 중첩은 15%이상이어야 한다. 3) ZPAU 또는 F-ZPAU의 압출 성형방식의 경우 자연색의 폴리에틸렌 재질로서 겉모양은 평평하고 매끄러워야 한다.						
강대 외장 (Armored metallic tape)		탄소강판(아연도금) 2장을 동일방향으로 중첩되게 나선형 방향으로 감아야 한다. 강대간의 간격은 강대폭의 50% 이내 (즉 강대폭의 50% 이상 중첩)가 되어야 한다.						
외부 시스 (Outer sheath)		외부시스는 흑색의 PVC 재질(ZPAU, ZPFU) 또는 저독성 난연 폴리올레핀 재질(F-ZPAU, F-ZPFU)로서 균일하게 압출 성형되어 겉모양은 평평하고 매끄러워야 하며, 시스의 내부는 강대와 접촉이 되지 말아야 한다.						
완성 케이블	표준 조장		2P, 4P, 7P			14P, 21P, 28P		
			1,000m			500m		
	중량	구분	2P	4P	7P	14P	21P	28P
		ZPAU	-	약 545 kg/km	약 950 kg/km	약 1,395 kg/km	약 1,690 kg/km	약 1,960 kg/km
		ZPFU	약 250 kg/km	약 400 kg/km	약 760 kg/km	약 1,145 kg/km	약 1,600 kg/km	약 1,860 kg/km
	단말처리		케이블의 양단은 습기 침입을 방지하기 위해서 완전히 밀폐시켜야 하며, 케이블 시단에는 적색, 종단에는 청색으로 각각 표시하여야 한다.					
케이블 심선의 구성방향		완성품 시단 시계방향(부표1 참조)						

표3 : 제조방법 (계속)

항 목		제 조 방 법
완성 케이블	표 시	<p>케이블에는 1M 간격으로 아래 내용이 양각 또는 잉크로 표시되어야 한다.</p> <p>(a) 케이블 명칭  (b) 쌍(Pair)수 및 단면적  (c) 제조회사명  (d) 제작년.월  (e) 케이블 길이 (미터단위)</p> <p>예) ZPAU 케이블 :</p> <p>ZPAU 14P×1mm<sup>2</sup>(or 1SQMM) XX Cable 2014.09 0000M  (a) (b) (c) (d) (e)</p> <p>ZPFU 케이블 :</p> <p>ZPFU 14P×1mm<sup>2</sup>(or 1SQMM) XX Cable 2014.09 0000M  (a) (b) (c) (d) (e)</p> <p>F-ZPAU 케이블 :</p> <p>F-ZPAU 14P×1mm<sup>2</sup>(or 1SQMM) XX Cable 2014.09 0000M  (a) (b) (c) (d) (e)</p> <p>F-ZPFU 케이블 :</p> <p>F-ZPFU 14P×1mm<sup>2</sup>(or 1SQMM) XX Cable 2014.09 0000M  (a) (b) (c) (d) (e)</p>

### 3.4 성능 및 특성

#### 3.4.1 성능

1) 전기적 특성은 표4에 따른다.

표4. 전기적 특성

번호	항 목	특 성	비 고
1	도체 저항 (Conductor resistance)	단위 길이(1m) 당 전기 저항은 20℃에서 18.1Ω/km 이하이고, 완성 케이블의 단위 조장에서는 18.46Ω/km이하 이어야 한다.	시료-Section B에 의해 시료를 채취하며 단위 길이당 전기저항은 전 심선에 대하여 측정한다.
2	도체의 전기적 연속성	각 도체 측정시 전기적 연속성을 나타내야 한다.	시료-케이블 전 길이  부도5과 같이 각 심선에 대하여 전기적 연속성을 검사한다.
3	내 전 압 (Voltage strength)	시험 조건에서 절연체는 손상없이 견뎌야 한다.	시료-케이블 전 길이  도체간의 시험은 다음과 같이 구성하여 시행한다. - 각 쌍(Pair)의 모든 자연색 Core - 각 쌍(Pair)의 모든 청색, 황색, 적색, 녹색, 그리고 흑색 Core  각 도체와 다른 도체사이에 연속적으로 전압을 가한다.  이 시험은 심선의 전기적 연속성 검사 후에 시행되어야 하며, 인가전압은 아래와 같다. - 50~70Hz 주파수의 AC 실효전압 3kV 3분간 - 또는 DC 4.5kV 3분간
4	건조 절연 저항 (Insulation resistance)	절연저항은 20℃에서 5000 MΩ.km 이상	시료-케이블 전 길이  내전압 시험 후, 같은 방법으로 DC 500V 이상의 절연저항계로 3분 동안 인가한 후 측정한다.

표4. 전기적 특성 (계속)

번호	항 목	특 성	비 고
5	정전 용량	각 쌍(pair)간 정전용량은 55nF/km 이하이어야 한다.	시료-케이블 전 길이 심선 쌍(pair)간 정전용량은 규격 ASTM D4566 18항의 지시에 따라 쌍(pair)의 두 심선 간에 측정된다. 측정은 실내온도 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 시행되며, 주파수는 $1000 \pm 200\text{Hz}$ 로 측정하여야 한다.
6	불평형 정전용량	500m에 대한 쌍(pair)간 정전용량 불평형은 다음을 초과하지 않아야 한다. - 총 측정개소의 90%에 대해서는 200 pF - 그 외에 모든 값에 대해서는 400 pF	시료-케이블 전 길이 시험은 규격 ASTM D4566. 21항에 따라야 한다. 케이블 길이 L에 대하여 측정된 $\Delta CL$ 값은 다음 공식으로 비교 적용하여 500m 길이에 대한 값으로 환산된다. $\Delta C_{500} = \frac{\Delta CL}{\left[ \frac{1}{2} \left( \frac{L}{500} + \sqrt{\frac{L}{500}} \right) \right]}$
7	차폐 계수 (Reduction coefficient) - ZPAU, F-ZPAU에만 적용	부표 3에 주어진 차폐계수 값 이하이어야 한다.	시료-Section K 부도3과 같은 방법으로 측정하여 시행한다. 차폐계수 시험 시 전선 S와 전선 M은 근접하게 설치하고, 시료와의 간격은 40cm를 이격하여 사각형의 형태로 놓아야 한다. S는 연동연선을 사용하고 M은 절연전선을 사용하여야 한다. 측정 방법은 4, 7번에 규정된 전압 $E_m$ (mV/m)를인가 할 때 8, 9번 심선에 유도되는 전압을 $E_a$ (mV)라 하면, 강대외장 및 차폐층의 차폐계수 K는 전압 $E_a$ 와 $E_m$ 의 비로 계산식 $K = E_a/E_m$ 이다.

표4. 전기적 특성 (계속)

번호	항 목	특 성	비 고
8	차폐 연속성 검사 - ZPAU, F-ZPAU에만 적용	차폐층은 전기적으로 완전히 연속성을 유지하여야 한다.	시료-케이블 전 길이 케이블의 한쪽 끝에서, 차폐층을 심선과 함께 연결한다. 한쪽에서는 벨(Bell) 또는 적당한 시험장치가 케이블 도체와 연결 되고, 다른 한쪽에서는 차폐층을 연결하여 부도4과 같이 시험한다
9	심선의 생산 중 스파크 시험	절연체는 어떠한 결함도 없어야 한다.	시료-심선의 전 길이 심선은 ASTM D4566. 6항의 기준 에 따라 결함을 검출(Fault finding test) 하여야 한다. 측정전압은 AC 6kV(실효전압) 또는 DC 8kV이다. 이 시험은 제작자가 제작 중에 시행하고, 그 결과 보고서를 제출하여야 한다.
10	심선의 내전압(침수) 시험	AC 6kV의 실효전압과 50~70 Hz의 주파수로 5분간 인가시 견뎌야 하며, 심선에 손상이 없어야 한다.	시료-Section I 시료 끝 부분 250mm를 제외하고 20±5℃의 온도의 물속에서 2시간 이상 침수시킨다.
11	외부시스의 생산 중 스파크 시험	외부시스는 어떠한 결함도 없어야 한다.	시료-케이블 전 길이 ASTM D4566. 6항의 기준에 따라 결함을 검출(Fault finding test) 하여야 하며, 시험전압은 부표2와 같다. 이 시험은 제작자가 제작 중에 시행하고, 그 결과 보고서를 제출 하여야 한다.
12	외부시스의 내전압(침수) 시험	AC 12kV의 실효전압과 50~ 70Hz의 주파수로 5분간 인가 시 손상 없이 견뎌야 한다.	시료-Section J 시료 끝부분 250mm를 제외하고 20±5℃의 온도에서 2시간 이상 물에 담가야 한다.



2) 기계적 및 물리화학적 특성은 표5에 따른다.

표5. 기계적 및 물리화학적 특성

번호	항 목		특 성	비 고	
1	도 체	파단시 신장율	15% 이상	시료-Section A (모든 절연체와 보호층 제거) ASTM B3	
2	절 연 체	상 온	인장 강도	10N/mm <sup>2</sup> 이상	시료-Section D의 자연색1개, 색상심선2개. KS C IEC 60811-1-1 9.1항
			신장율	250% 이상	
		고온권부		절연체 균열이 없어야 한다	시료-Section D의 자연색1개, 색상심선2개.  절연체 외경과 동일한 Mandrel 외경에 시료를 10회 감는다. 감은 시료를 +50℃ ±2℃ 온도의 Alcoylanyl Polyglycolic Ether 용액에 30분간 담근 후에 꺼내어 풀되, 감긴 시료 절반은 용액에서 꺼내어 즉시 풀고, 나머지 절반은 감긴 상태로 상온에서 6시간동안 방치한다. 꺼내어 풀 시료 절반과 감겨있는 시료 절반을 8배의 확대경으로 관찰한다.
		가 열	인장 강도	10N/mm <sup>2</sup> 이상	시료-Section D  KS C IEC 60811-1-2 8.1.2항 및 8.1.3항 오븐온도 : 80±2℃ 시간 : 48h
			인장 강도 변화량	가열전 값의 ± 25%	
			신장율	250% 이상	
	신장율 변화량		가열전 값의 ± 30%		

표5. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목		특 성	비 고	
2	절연체	저온권부	육안 검사 시 절연체의 깨짐, 갈라짐이 없어야 한다. 침수 1시간 경과 후 50~70Hz 주파수의 AC 3kV 실효전압으로 5분간 인가 시 견뎌야 한다.	시료-Section G1, G2 KS C IEC 60811-1-4 8.1항 -15±2℃ 에서 육안 검사 후 시료를 원통에서 푼 다음 20±5℃ 물속에 시행	
		유동성 지수	3.0 이하	시료-Section F에서 채취한 전 심선 KS C IEC 60811-4-1 10항 3번 측정	
3	연합검사 - 꼬임간격(피치)		쌍(Pair)의 꼬임간격은 구성외경의 20배 이내가 되어야 하며, 심선의 꼬임간격은 최외층 외경의 20배 이하	시료-Section C1, C2, C3에서 채취한 연합된 심선 꼬임 간격은 정밀한 자로 측정	
4	분리 테이프 - 중첩		폴리에스테일 테이프로 중첩하여야 하며, 테이프간과 절연체 및 내부 시스와 접착이 되어서는 안된다. 중첩은 15% 이상	시료-Section C1, C2, C3에서 채취한 연합심선 $R(\%) = \frac{r}{l} \times 100$ l : 테이프 폭 r : 중첩 폭 (부도2 참조)	
5	탈피용 실		합섬사를 사용하여야 함. 끊어짐 없이 시스(1차 및 2차)를 찢을 수 있어야 하며, 인장하중 10daN 이상	시료-Section C1,C2,C3에서 채취한 탈피용 실 KS C IEC 60811-1-1 9.1.7항	
6	내부 1차 시스	유동성 지수	3.0 이하	시료-Section F KS C IEC 60811-4-1 10항 3번 측정	
7	외부시스 (PVC - ZPAU, ZPFU에만 적용)	상온	인장강도	10N/mm <sup>2</sup> 이상	시료-부표4의 a1, b1, c1은 Section C1, C2, C3에서 채취 KS C IEC 60811-1-1 9.2항
			신장율	150% 이상	
		가열	인장강도	10MPa 이상	시료-부표4의 a2,b2,c2는 Section C1, C2, C3에서 채취 오븐온도 : 100±2℃ 시간 : 120±1h KS C IEC 60811-1-2 8.1.3항
			인장강도 변화량	가열전 값의 ± 25%	
			신장율	150% 이상	
			신장율 변화량	가열전 값의 ± 25%	
	외부시스 (저독성 난연 폴리에틸렌 - F-ZPAU F-ZPFU에만 적용)	상온	인장강도	9N/mm <sup>2</sup> 이상	시료-부표4의 a1, b1, c1은 Section C1, C2, C3에서 채취 KS C IEC 60811-1-1 9.2항
			신장율	125% 이상	
		가열	인장강도	9N/mm <sup>2</sup> 이상	시료-부표4의 a2, b2, c2는 Section C1, C2, C3에서 채취 오븐온도 : 100±2℃ 시간 : 120±1h KS C IEC 60811-1-2 8.1.3항
			인장강도 변화량	가열전 값의 ± 40%	
			신장율	125% 이상	
			신장율 변화량	가열전 값의 ± 40%	

표5. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목	특 성		비 고
8	내유 (PVC - ZPAU ZPFU에만 적용)	인장강도	침유전 값의 $\pm 15\%$	시료-부표4의 a3, b3, c3는 Section C1,C2,C3 에서 채취 KS C IEC 60811-2-1 10항 따라 규정된 광물기름에 시료를 $70\pm 1^{\circ}\text{C}$ 온도로 4시간(+5분,-0분) 동안 담근다
		파단시 신장율	침유전 값의 $\pm 25\%$	
9	케이블 구성 재료 간의 비접착성	손으로 쉽게 분리되어야 한다		시료-Section F 시료의 반이상을 심선만 남겨두고 구성물을 제거
10	상온 시 가요성	편차(휘어짐) f는 부표5에 주어진 값 이상이어야 한다		시료-Section E 시료는 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 4시간 동안 보관한다. 한쪽 끝은 클램프에 물리고, 시료의 시험부분 길이 L(0.5m) 끝에 1분간 부표 5에 주어진 하중(F)의 추를 매달아 시료의 편차(휘어짐) f를 측정한다. (부도7 참조)
11	상온 시 굴절성	절연체, 1차 및 2차 시스 그리고 외부시스에 구멍이 생기지 않아야 한다. ZPAU 또는 F-ZPAU 케이블의 경우 차폐층은 균열이 생기지 않아야 하고 접착부분은 벌어지지 않아야 한다.		시료-Section E 시료를 케이블 평균외경의 12배가 되는 원통형 굴대주위에 완전히 밀착하여 감는다. 이후 케이블을 풀고 케이블을 접힌 부분이 외 측으로 향하도록 $180^{\circ}$ 돌린 후 다시 감는다. 이를 2회 더 반복하여 각 방향 으로 세 번씩 접혀지도록 반복 한다. 마지막으로 감은 후 시료를 펴서 온도 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 수중에 최소 2시간 동안 담그며, 이때 케이블 끝 부분 250mm는 물에 잠기지 않도록 한다. 아래와 같이 50~70Hz 주파수의 AC 실효전압으로 5분 동안 인가 한다. - 도체와 차폐 간 2.5kV - 차폐와 수중 간 5kV 이후 시료를 조심스럽게 벗겨낸 후 케이블 각 구성품의 이상 유무를 검사한다. (부도8참조)

표5. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목	특 성	비 고
12	고온 압축 시험	하중이 인가된 위치에서 측정 한 외부 시스의 두께는 시스 평균 두께의 70%이상 되어야 한다.	<p>시료-Section H 시료는 수평으로 놓고 중간에 1.4mm 두께의 알루미늄선이나 연동선으로 고정시켜 양끝을 수직으로 최소 100mm정도 매달리도록 한다. 케이블 외경에 따라 부표 6의 해당 하중을 전선의 각 끝에 매단다.</p> <p>KS C IEC 60811-1-2 8.1.2항에 따라 오븐에 <math>80\pm 2^{\circ}\text{C}</math> 온도로 48시간동안 넣어 둔다. 시료를 오븐에서 꺼내어 실내 온도에서 최소 5분 동안 둔다.</p> <p>시스의 두께는 전선이 가장 깊게 파고든 위치에서 측정한다. 측정계기는 광학 마이크로미터 또는 동등한 광학기기를 사용 하여야 한다.</p>
13	저온 시험	케이블의 외부 시스에 대한 저온 굴곡시험 또는 저온신장율시험에 대한 결과는 규격 IEC 60811-1-4의 8.2.4항 또는 8.4.6항에 주어진 기준치에 따른다.	<p>시료-Section G1, G2 KS C IEC 60811-1-4 8.2항 또는 8.4항 시험온도 : <math>-15\pm 2^{\circ}\text{C}</math></p>
14	난연 시험 (ZPAU 또는 ZPFU)	KS C IEC 60332-1-1, 1-2, 1-3에 명시된 기준을 따른다	시료-Section H KS C IEC 60332-1-1, 1-2, 1-3
15	난연 시험 (F-ZPAU 또는 F-ZPFU)	IEEE 383 또는 KSC IEC 60332-3-24 CAT.C에 명시된 기준을 따른다	시료-Section L IEEE 383, KSC IEC 60332-3-24 CAT.C
16	연기밀도 시험 (F-ZPAU 또는 F-ZPFU)	KS C IEC 61034-1, -2에 명시된 기준을 따른다	시료-Section B KS C IEC 61034-1, -2
17	저독성 시험 (F-ZPAU 또는 F-ZPFU)	염산 비율 0.5% 이하	시료-Section B KS C IEC 60754-1

표5. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목	특 성	비 고
18	잉크표시의 내구성	잉크표시는 시험 이후에도 잉크 표시를 충분히 읽을 수 있어야 한다	<p>시료-충분한 길이의 부분 상온에서의 시험 및 잉크표시의 가열시험 후 시행한다.</p> <p>부도9과 같이 시료를 바닥 (A)에 붙인다. 준비한 면직물을 막대에 고정 후 면직물과 동일한 중량의 물로 적신다. 붙여진 막대에 9N의 힘으로 7x100mm의 직선 왕복운동을 10초간 한다. 가동부분 (B)의 표시는 9N의 하중에도 견딜 수 있어야 하고 시료 표면에 힘을 가하는 부분은 날카로운 가장자리가 없는 직경 16mm의 막대를 준비한다.</p>
19	잉크표시의 가열시험	잉크표시는 시험 이후에도 잉크 표시를 충분히 읽을 수 있어야 한다	<p>시료-충분한 길이</p> <p>100±3℃ 온도의 오븐에서 7일 동안 가열 후 잉크표시를 확인한다.</p>

3) 기하학적 특성은 표6에 따른다.

표6. 기하학적 특성

[단위 : mm]

번호		항 목		특 성			비 고
1	도 체	형상 단면적		원형 1mm2 ± 3%			시료-Section A (모든 절연체와 보호층 제거) ASTM B3
2	절연 체	겉모양 색상		평평하고 매끄러워야 하고, 도체는 절연체의 중심에 있어야 한다 색상은 KS C IEC 60304에 따르며, 균일하여야 한다			시료-Section C1, C2, C3 전 심선, 육안 검사
		두께 (mm)	평균 최소	0.60			시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.1항
			부분 최소	0.44			
3	내부 1차 시스	겉모양 색상		평평하고 매끄러워야 하며, 자연색의 폴리에틸렌 적용			시료-Section C1, C2, C3 육안 검사
		규격	두께(mm)			시료-Section C1, C2, C3	
			평균최소	부분최소	탈피용 홈		
		2P	1.00	0.75	0.60	KS C IEC 60811-1-1 8.2항	
		4P					
		7P					
		14P	1.20	0.92	0.72	평균두께 계산시 탈피용 홈 부분은 제외	
		21P					
		28P					
		규격	외경(mm)			시료-Section C1, C2, C3	
			평균최소	평균최대			
		2P	6.8	9.0		KS C IEC 60811-1-1 8.3.2항	
		4P	9.8	12.5			
		7P	12.5	15.5			
		14P	17.0	20.5		어떤 두방향에서 외경 측정시 최대값과 최소값의 차이는 측정된 평균 외경값의 15% 이내가 되어야 한다	
		21P	20.0	24.0			
		28P	24.0	28.5			

표6. 기하학적 특성(계속)

[단위 : mm]

번호	항 목		특 성				비 고	
4	내 부 2차 시 스	규격	평균 최소 두께(mm)			탈피용홈 최소두께(mm)	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.2항(피복 압출의 경우)	
			ZPAU, F-ZPAU		Z P F U , F-ZPFU	ZPAU F-ZPAU		
			압출성형	테이프방식	테이프방식	압출성형		
		2P	-	-	0.4	-	평균두께 계산시 탈피용 홈 부분은 제외	
		4P	0.8	0.5		0.48		
		7P						
		14P						
		21P	1.1	0.6		0.66		
28P								
5	강 대	규격	두께(mm)				시료-Section C1, C2, C3 외장구성은 육안검사. 강대두께는 마이크로미터 측정 강대간 간격은 강판폭 의 50%이내	
			ZPAU, F-ZPAU		ZPFU, F-ZPFU			
		2P	-	0.2이상		0.5 이상		
		4P	0.2 이상					
		7P						
		14P						
		21P						
		28P						
6	외 부 시 스	겉모 양	표면은 거칠함이 없어야 하며, 시스 아래층의 구성물과 접촉이 되지 말아야 한다				시료-Section C1, C2, C3. 육안검사	
		규격	두께(mm)				시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.2항	
			ZPAU, F-ZPAU		ZPFU, F-ZPFU			
			평균최소	부분최소	평균최소	부분최소		
		2P	-	-	1.50	1.18		
		4P	1.60	1.22	1.60	1.22		
		7P	1.70	1.35	1.70	1.35		
		14P	1.80	1.43	1.80	1.43		
		21P	2.00	1.60	2.00	1.60		
		28P	2.20	1.77	2.20	1.77		
7	완 제 품	규격	외경(mm)				시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.3.2항 3개의 시료로부터 얻어진 6개값의 평균치를 평균 외경 으로 간주한다	
			ZPAU, F-ZPAU		ZPFU, F-ZPFU			
			최소	최대	최소	최대		
		2P	-	-	11.50	13.70	두 개소에서 측정된 최대값과 최소값의 차이는 평균 외경값의 15% 미만이어야 한다	
		4P	18.00	23.80	15.00	18.60		
		7P	22.80	26.70	19.50	22.40		
		14P	27.00	31.00	25.00	28.00		
		21P	32.50	35.50	28.00	32.40		
		28P	35.50	39.50	32.00	36.50		

## 4. 시험 및 검사

본 시험 및 검사기준은 열차제어케이블(ZPAU, ZPFU 또는 F-ZPAU, F-ZPFU)에 대하여 적용한다.

### 4.1 인수시험

1) 이 시험은 매 납품시마다 시행되는 시험으로서 시험항목별로 샘플시험 및 전수시험으로 구분된다. 이 시험은 공인검사기관에서 표7에 명시된 항목의 시험에 적합판정을 받아야 한다. 공단은 필요시 인수시험에 임회할 수 있다.

(시험규격항목 중 국내에 인증된 공인인증기관이 없는 경우에는 공단 임회시험 결과로 갈음할 수 있다.)

### 4.2. 시험의 분류 및 시료채취

#### 1) 시험의 분류

시험의 분류는 4.1항에 따르며, 시행되는 검사항목은 표7과 같으며, 성능 및 특성은 표4, 표5, 표6과 같다.

#### 2) 시료채취

심선등 케이블 시료는 드럼의 끝에서 무작위로 선정하여 채취하며, 채취대상 케이블 드럼은 내전압과 절연저항 및 정전용량시험이 통과된 드럼이어야 한다.

시험에 필요한 시료는 표8에 따라 채취하고, 인수시험의 시료는 표7의 시험 항목에 따라 각각 다른 드럼에서 채취하여야 하며, 샘플 채취기준은 표9에 따른다.



표7. 시험 및 검사의 종류

검 사 항 목	시료 (Section)	인수시험			비 고
		샘플 기준	샘플 시험	전수 시험	
1) 도체(Conductor)					
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	A	S	○		표6-1
기계적 특성(Mechanical characteristics)	A	S	○		표5-1
단위 길이 당 전기저항(Resistance per unit length)	B	X	○		표4-1
2) 절연체(Insulating sheath)					
형태-겉모양(Nature-appearance)	C	X	○		표6-2
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표6-2
기계적 특성(Mechanical characteristics)					
- 상온(인장강도, 신장율(Resistance to crack under tensile strength))	D	X	○		표5-2
- 고온권부(Resistance to crack by winding)	D	X	○		표5-2
물리화학적 특성(Physic-chemical characteristics)					
- 가열(Thermal ageing)	D	X	○		표5-2
- 저온권부(Low temperature winding)	G	X	○		표5-2
- 유동성 지수(Hot flow index)	F	X	○		표5-2
3) 심선(Core)					
생산 중 스파크시험(Spark test during manufacture)	M	Z		○	표4-9
내전압-침수(Voltage resistance-immersed)					표4-10
4) 연합(Core assembly)					
연합피치(Assembly pitch)	C	X	○		표5-3
5) 분리테이프(Separator tape)	C	X	○		표5-4
6) 탈피용 실(Longitudinal cutting threads)	C	S	○		표5-5
7) 내부1차 시스(Sealing sheath)					
형태-겉모양(Nature-appearance)	C	S	○		표6-3
기하학적 특성(Geometrical characteristics)					
- 두께(Thickness)	C	S	○		표6-3
- 외경(Outer diameter)	C	S	○		표6-3
유동성 지수(Hot flow index)	F	X	○		표5-6
8) 차폐층 연속성 (Anti-induction shield Continuity)	M	Z		○	표4-8
<ZPAU, F-ZPAU에만 적용>					

표7. 시험 및 검사의 종류(계속)

검 사 항 목	시료 (Section)	인수시험			비 고
		샘플 기준	샘플 시험	전수 시험	
9) 내부2차 시스(Cushion) 기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표6-4
10) 강대외장(Armored metallic tape) 구조 및 기하학적 특성 (Constitution and geometrical characteristics)	C	S	○		표6-5
11) 외부 시스(Outer sheath) 형태-겉모양(Nature-appearance)	C	S	○		표6-6
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표6-6
기계적 및 물리화학적 특성 (Mechanical and physico-chemical characteristics)					
- 가열 전(Before thermal ageing)	C	S	○		표5-7
- 가열 후(After thermal ageing)	C	X	○		표5-7
- 내유(Resistance to mineral oil) <ZPAU, ZPFU에만 적용>	C	X	○		표5-7
전기적 특성(Electrical characteristics)					
- 생산 중 스파크 시험(Spark Test during manufacture)	M	Z		○	표4-11
- 내전압-침수(Voltage resistance-immersed)	J	X	○		표4-12
12) 완성케이블(Finished cable) 기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표6-7
기계적 특성					
- 구성품의 비점착성(Non adherence of components)	F	S	○		표5-10
- 상온 시 가요성(Flexibility at ambient temperature)	E	X	○		표5-11
- 상온 시 굴절성(Bendability at ambient temperature)	E	X	○		표5-12
물리화학적 특성					
- 고온압축시험(High-temperature pressure test)	H	X	○		표5-13
- 저온시험(Low- temperature test)	G	X	○		표5-14
- 난연시험(Reaction to fire)					표5-15
·ZPAU, ZPFU 케이블	H	X	○		
·F-ZPAU, F-ZPFU 케이블	L	X	○		
- 연기밀도시험<F-ZPAU, F-ZPFU에만 적용>	L	X	○		표5-16
- 저독성시험(Acid gas emission test)	B	X	○		표5-17
<F-ZPAU, F-ZPFU에만 적용>					

표7. 시험 및 검사의 종류(계속)

검 사 항 목	시료 (Section)	인수시험			비 고
		샘플 기준	샘플 시험	전수 시험	
전기적 특성(Core electrical continuity)					
- 전기적 연속성(Voltage strength)	M	Z		○	표4-2
- 내 전 압 (Dry insulation resistance)	M	Z		○	표4-3
- 건조절연저항(Effective capacitance)	M	Z		○	표4-4
- 정전용량(Capacitance unbalance)	M	Z		○	표4-5
- 불평형 정전용량	M	Z		○	표4-6
- 차폐계수(Reduction coefficient) 〈ZPAU, F-ZPAU에만 적용〉	K	X	○		표4-7
13) 표 시	M	X	○		표5-18,19

표8. 시료 기준

시료구분 (Section)		길 이 (m)	수 량
A		1	2
B		1	1
C	C1 C2 C3	1	3
D		1.5	1
E		3.5	1
F		1	1
G	G1 G2	1	2
H		1.50	1
I		3	1
J		3	1
K		25	1
L		2.5	5
M		전 길이	1

표9. 샘플 채취 기준

구분	기준
S	20드럼 당 1드럼
T	40드럼 당 1드럼
X	매 납품 시마다 1드럼
Z	전 드럼

표10. 시험순서

구 분		비 고
생산 중 실시	완제품 시험	
생산 중 스파크 시험	<div> <p>표2 : 제조 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 심선</li> <li>- 쌍(Pair)</li> <li>- 심선 연합</li> <li>- 탈피용 실</li> <li>- 내부 1차 시스</li> <li>- 차폐층</li> <li>- 내부 2차 시스</li> <li>- 강대 외장</li> <li>- 외부 시스</li> <li>- 완성 케이블</li> </ul> <p>표3 : 전기적 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도체 저항</li> <li>- 심선의 전기적 연속성</li> <li>- 내전압</li> <li>- 건조 절연 저항</li> <li>- 정전 용량</li> <li>- 불평형 정전용량</li> <li>- 차폐 계수</li> <li>- 차폐 연속성 검사</li> <li>- 심선의 내전압(침수) 시험</li> <li>- 외부시스의 내전압(침수) 시험</li> </ul> </div> <div> <p>표4 : 기계적 물리화학적 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도체</li> <li>- 절연체</li> <li>- 연합 검사</li> <li>- 분리테이프</li> <li>- 탈피용 실</li> <li>- 내부 1차 시스</li> <li>- 외부시스</li> <li>- 케이블 구성 재료간의 비점착성</li> <li>- 상온시 가요성</li> <li>- 상온시 굴절성</li> <li>- 고온 압축 시험</li> <li>- 저온 시험</li> <li>- 난연 시험</li> <li>- 저독성 시험</li> <li>- 잉크표시의 내구성 시험</li> <li>- 잉크표시의 가열 시험</li> </ul> <p>표5: 기하학적 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도체</li> <li>- 절연체</li> <li>- 내부 1차 시스</li> <li>- 내부 2차 시스</li> <li>- 강대</li> <li>- 외부 시스</li> </ul> </div>	시험 순서는 시험 항목 순으로 진행하는 것을 원칙으로 하나, 시험기기의 사용 가능 시간 등을 고려하여 순서를 바꾸거나 동시에 진행 가능.

## 5. 포장 및 표시

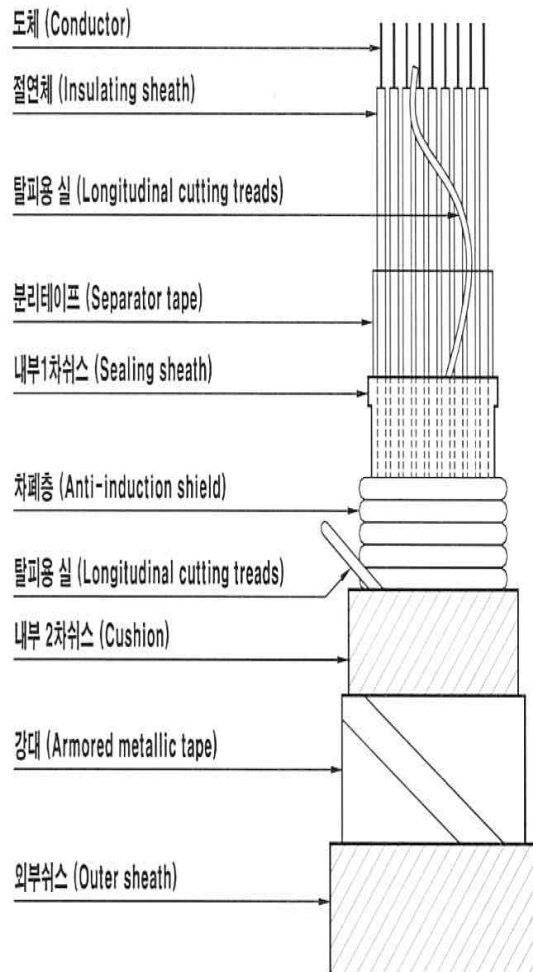
### 5.1 포 장

- 1) 케이블은 견고한 목재드럼에 감아 취급 또는 운반도중 기계적, 전기적으로 손상이 되지 않고 보관 중 케이블이 햇빛에 영향을 받지 않도록 포장하여야 한다.
- 2) 케이블의 양단은 습기가 침입하지 않도록 완전히 밀봉하여야 한다.
- 3) 케이블 드럼의 외경은 최소한 케이블 외경의 20배 이상의 굴곡반경을 갖도록 정해져야 하며, 케이블 최외층은 대지로부터 50mm 이상 간격을 유지하도록 드럼에 감겨야 한다.
- 4) 드럼의 규격은 케이블 종류에 따라 가장 적합한 한국통신의 케이블 드럼 규격을 적용한다.

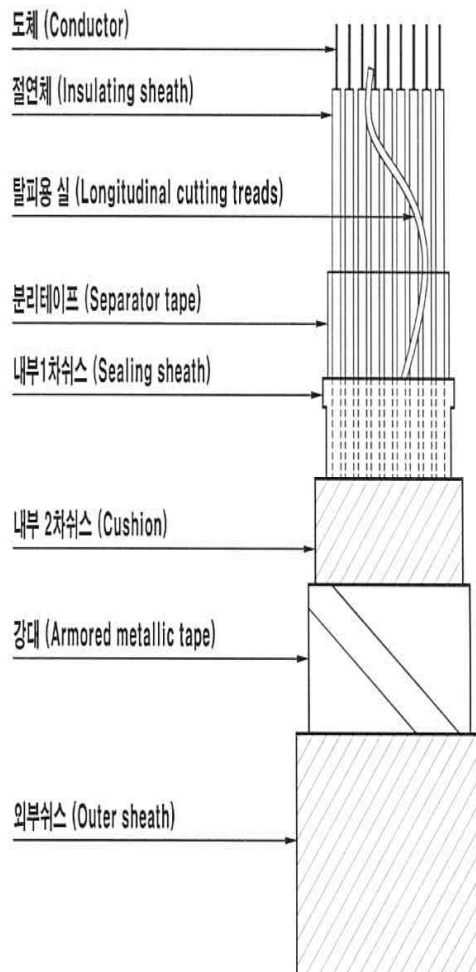
### 5.2 표 시

케이블 드럼의 양쪽에는 운송 및 보관 중 쉽게 지워지지 않도록 다음 사항을 표시하여야 한다.

- 케이블의 명칭 : 열차제어케이블(ZPAU, ZPFU 또는 F-ZPAU, F-ZPFU)
- 쌍(Pair)수 및 공칭단면적 :  $4P \times 1\text{mm}^2$
- 길 이 : 500m 또는 1000m
- 총중량 및 순중량 : xxxKg
- 드럼의 회전방향 : 화살표로 표시
- 제조자명 : xx 주식회사
- 제조년월 : xx년 x월
- 수요자 명 : 한국철도시설공단(KR)
- 기타 필요한 사항

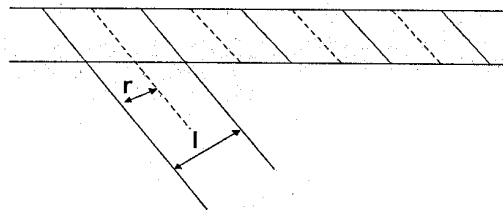


ZPAU, F-ZPAU

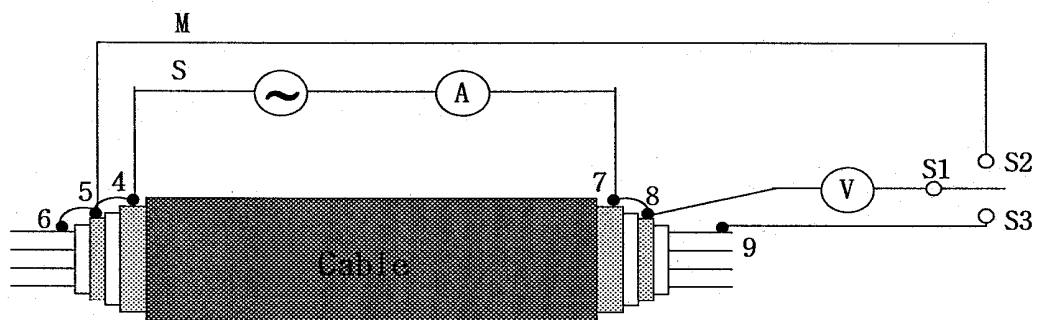


ZPFU, F-ZPFU

부도1. 케이블 구조도

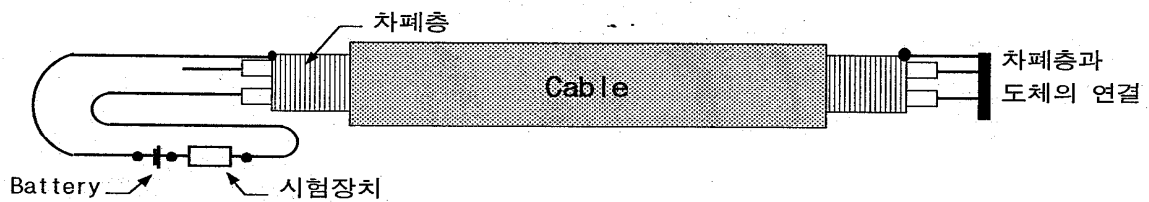


부도2. 분리 테이프의 측정 방법



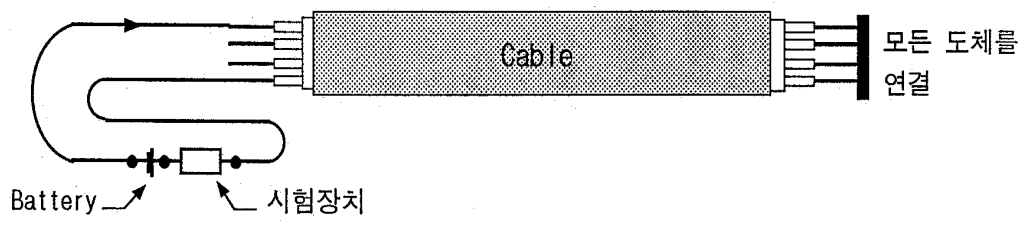
- S1, S2, S3 : 전압계용 단자
- 4, 5, 6 : 강대, 차폐층, 심선의 접속
- 7, 8 : 강대와 차폐층간의 접속
- 9 : 6번과 같은 심선

부도3. 차폐계수 측정 구성도

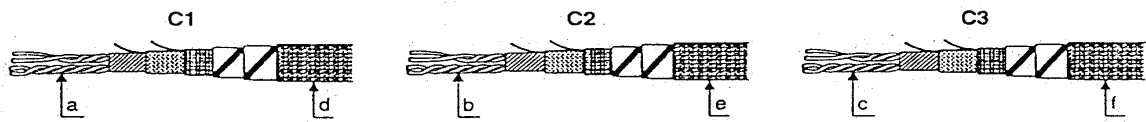


부도4. 차폐층의 전기적 연속성 검사

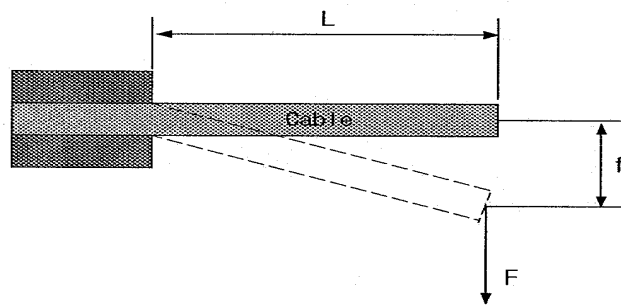




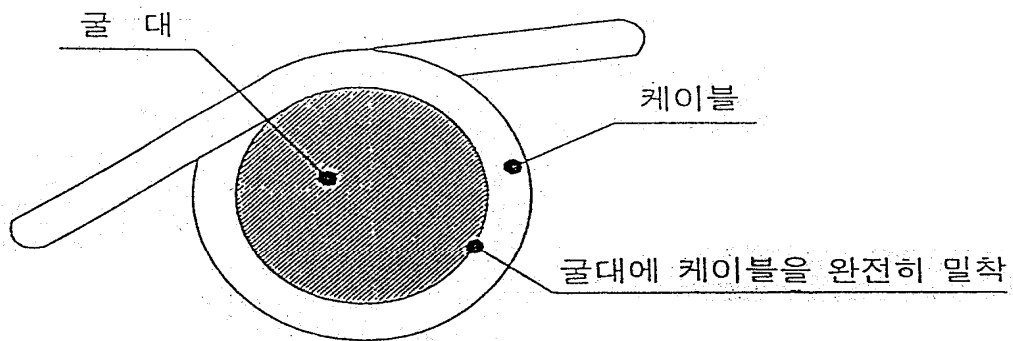
부도5. 심선의 전기적 연속성 검사



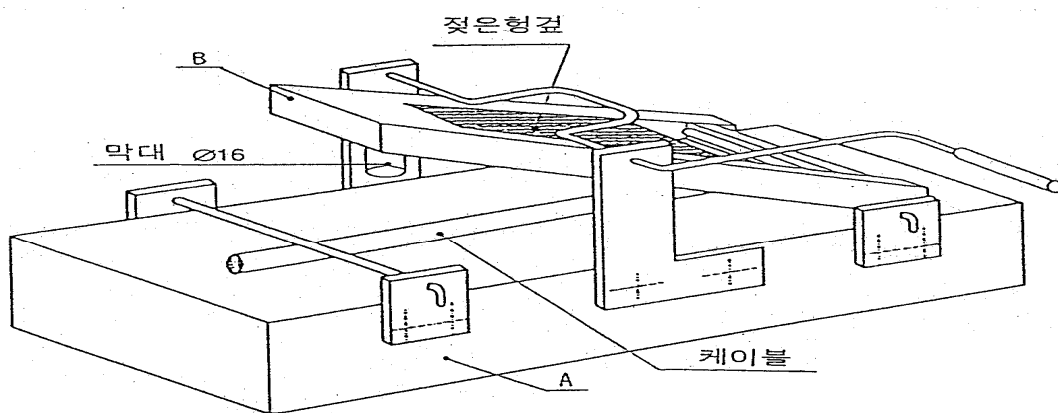
부도6. 시료



부도7. 가요성 시험



부도8. 굴절성 시험



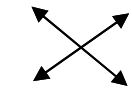
부도9. 잉크표시 내구시험설비

부표1. 심선의 조합 및 색상

케이블쌍 (Pair) 수	구 성			구 성 색 상 및 배 열 (공통색상 : 자연색)																	
	케이블층	층 수			기준 쌍 (Pair) 번호	리딩 쌍 (Pair) 번호	일 반 쌍(Pair) 의 번 호														
		중 심 층	제 1 층	제 2 층	흑 색	청 색	황 색	적 색	녹 색	청 색	황 색	적 색	녹 색	청 색	황 색	적 색	녹 색	청 색	황 색	적 색	
1	1	1				1															
2		2			주)1 참조																
4		4			1	2	3	4													
7	2	1			1																
				6	2	3	4	5	6	7											
14		4			1	2	3	4													
				10	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
21	3	1			1																
			7		2	3	4	5	6	7	8										
				13	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
28		3			1	2	3														
			9		4	5	6	7	8	9	10	11	12								
				16	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	

주1) 2쌍(Pair)이 쿼드(quad)로 구성되며 그 색상은 다음과 같다

→ 구조      ①                  ③                  ① : 흑색                  ③ : 황색



④                  ②                  ④ : 청색                  ② : 자연색

부표2. 시험 전압

외부쉬스 두께 t (mm)	시험전압 (kV)	
	AC (30Hz ~ 120Hz)	DC
$t \leq 1.4$	8	13
$1.4 < t \leq 1.6$	9	14
$1.6 < t \leq 1.8$	10	15
$1.8 < t$	11	16

부표3. 차폐 계수

전계강도 (mv/m)	28	32	37	42	47	54	70	80	100	120	170	225
차폐계수	0.75	0.70	0.60	0.50	0.40	0.35	0.30	0.28	0.26	0.24	0.25	0.25

부표4. 시료의 분류

<div> <div>시험편</div> <div>시험의 종류</div> </div>	외부취스		
	a	b	c
주어진 조건에서의 인장강도	a1	b1	c1
가열 후 인장 강도	a2	a2	c2
침유 후 인장 강도	a3	a3	c3

주) 모든 시료는 2개를 준비한다.

부표5. 상온시 가요성

구분	ZPFU, F-ZPFU						ZPAU, F-ZPAU				
	2P	4p	7P	14P	21P	28P	4P	7P	14P	21P	28P
하중 F(g)	100	200	500	1000	2000	2500	1000	1500	3000	5000	10000
편차 f(mm)	40	90	85	75	130	140	70	130	90	140	240

부표6. 압력 시험의 하중

케 이 블 외 경 (mm)	하 중 (g)
$D \leq 10$	200
$10 < D \leq 15$	250
$15 < D \leq 25$	500
$25 < D$	750