1. 적용범위 및 분류

1.1 적용 범위

이 규격은 고속철도 자동열차제어(ATC) 장치 등의 구성에 사용되는 열차제어케이블(ZC03[1] 또는 F-ZC03) (이하 케이블이라 한다)에 대하여 규정한다.

1.2 분류

케이블은 표1과 같이 분류한다.

표1 : 분류

종 류	공칭단면적(㎟)	쿼드(quad) 수
ZC03 F-ZC03	1.0	4

* ZC03 : 비난연 열차제어케이블, F-ZC03 : 난연 열차제어케이블

2. 적용규격

2.1 관련규격

2.1.1 국제전기표준회의 규격(IEC)

2.1.2 국제전기전자기술자협회 규격(IEEE)

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.

1) ZCO3(Z : Multi quad, CO3 : Project TGV) : 고압케이블과 같이 포설하여도 고속으로 운행되는 열차에 정확한 신호를 전달할 수 있도록 차폐가 완벽한 신호용 케이블

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

3. 필요조건

3.1 재료

재료는 3.3항의 표2 및 3.4항의 표4에 따른다.

3.2 형태

구조 및 치수는 부도1 및 3.4항의 표5에 따른다.

3.3 제조

제조 방법은 표2에 따른다.

표2 : 제조방법

항 목		제 조 방 법
심 선	도 체 (Conductor)	1) 도체는 KSC 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 1㎟ 이다.
	절 연 체 (Insulation sheath)	1) 절연체는 폴리에틸렌을 사용하여 평평하고 매끄러워야 하며, 도체는 절연체의 중심에 있어야 한다. 2) 절연체 색상은 KSC IEC 60304에 따라 균일해야 하며, 구성은 부도2과 같다.
쿼 드 (Quad)	색 상	심선 4가닥을 균일하게 꼬아 쿼드(quad)를 형성하며, 1쿼드(quad) 심선연합의 피치는 1개 쿼드(quad) 외경의 20배 이하가 되어야 한다.
		1쿼드(quad) : 녹색 - 황색 - 자연색 - 흑색
		2쿼드(quad) : 녹색 - 황색 - 자연색 - 청색
		3쿼드(quad) : 녹색 - 황색 - 자연색 - 적색
		4쿼드(quad) : 녹색 - 황색 - 자연색 - 회색
심선연합 (Core asembly)	구 성	4개의 쿼드(quad)는 원형을 유지하여야 하며, 4쿼드(quad) 연합 피치는 최외층 외경의 20배 이하가 되어야 한다.
	분리테이프 (Separator tape)	분리테이프는 폴리에스텔 테이프로 40% 이상 중첩 ($R(\%) = \frac{r}{l} \times 100$. 부도3) 하여야 하며, 테이프는 테이프간 또는 절연체나 내부시스에 점착이 되어서는 안된다.
탈피용 실 (Longitudinal cutting threads)		1) 탈피용 실은 인장강도 10 daN 이상의 합섬사를 사용하며, 끊어짐이 없이 1차 및 2차 시스를 찢을 수 있어야 한다. 2) 탈피용 실은 1차 및 2차 시스 밑에 종방향으로 삽입하여야 한다.
내부 1차 시스 (Sealing sheath)		내부1차 시스는 자연색의 압출 성형된 폴리에틸렌 재질로서 겉모양은 평평하고 매끄러워야 한다.

표2 : 제조방법 (계속)

항 목		제 조 방 법
차폐층 (Anti induction shield)		부도1과 같이 차폐층은 주름진 동 테이프를 종방향으로 중첩하여야 하며, 차폐층의 두께와 중첩은 차폐특성과 가요성 (Flexibility) 및 굴절성 (Bendability)을 고려하여 결정하여야 한다.
내부 2차 시스 (Cushion)		내부 2차 시스는 자연색의 압출 성형된 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(ZC03) 또는 저독성 난연 폴리올레핀 재질(F-ZC03)로서 균일하게 압출 성형되어 겉모양은 평평하고 매끄러워야 하며, 시스의 내부는 강대와 점착이 되지 말아야 한다.
완성 케이블	표준 조장	1,200m
	단말처리	케이블의 양단은 습기 침입을 방지하기 위해서 완전히 밀폐 시켜야 하며, 케이블 시단에는 적색, 종단에는 청색으로 각각 표시하여야 한다.
	케이블 심선의 구성방향	완제품 시단 시계방향(부도2 참조)
	중 량	약 1,300 kg/km
	표 시	케이블에는 1M 간격으로 아래 내용이 양각 또는 잉크로 표시되어야 한다. (a) 케이블 명칭 (b) 쿼드(quad)수 (c) 도체단면적 (d) 제조회사명 (e) 제조년. 월 (f) 케이블 길이 (미터단위) ZC03 케이블 : ZC03 4q×1㎟ (or 1SQMM) xx Cable 2014.09 0001M (a) (b) (c) (d) (e) (f) F-ZC03 케이블 : F-ZC03 4q×1㎟ (or 1SQMM) xx Cable 2014.09 0001M (a) (b) (c) (d) (e) (f)

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

3.4 성능 및 특성

3.4.1 성능

1) 전기적 특성은 표3에 따른다.

표3. 전기적 특성

번호	항 목	특 성	비 고
1	도체 저항 (Conductor resistance)	단위 길이 당 전기 저항은 20℃에서 18.1Ω/㎞ 이하	시료-Section B에 의해 시료를 채취하며 단위 길이당 전기저항은 전 심선에 대하여 측정한다.
2	도체의 전기적 연속성	각 도체 측정시 전기적 연속성을 나타내어야 한다.	시료-케이블 전 길이 부도7과 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 쿼드(quad)의 모든 녹색 심선 - 각 쿼드(quad)의 모든 황색 심선 - 각 쿼드(quad)의 모든 자연색 심선 - 각 쿼드(quad)의 모든 청색, 적색, 회색 및 흑색 심선 각 도체와 다른 도체사이에 연속적으로 전압을 가한다. - 쿼드(quad)간의 시험 : 각 쿼드(quad)내의 도체들을 서로 연결한다. 각 쿼드(quad)내의 도체들을 서로 다르게 연결된 도체들 사이에 연속적으로 전압을 인가한다. 이 시험은 심선의 전기적 연속성 검사 후에 시행되어야 하며, 인가 전압은 아래와 같다. - 49~61Hz 주파수의 AC 실효전압 3㎸ 3분간 - 또는 DC 4.5㎸ 3분간
4	건조 절연 저항 (Insulation resistance)	절연저항은 20℃에서 5000㏁.㎞ 이상	시료-케이블 전 길이 내전압 시험 후, 같은 방법으로 DC 500V 이상의 절연저항계로 3분 동안 인가한 후 측정한다.

표3. 전기적 특성(계속)

번호	항 목	특 성	비 고
5	정전 용량	각 쿼드(quad)의 쌍(pair)간 정전용량은 40㎱/㎞ 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±5℃에서 시행되며, 주파수는 1000±200 Hz로 측정하여야 한다.
6	불평형 정전용량	500m에 대한 쿼드(quad)내 쌍(pair)간 정전용량 불평형은 기준값을 초과하지 않아야 한다. - 총 측정개소의 90%에 대해서는 200㎊ - 그 외에 모든 값에 대해서는 400㎊	시료-케이블 전 길이 시험은 규격 ASTM D4566. 21항에 따라야 한다. 케이블 길이 L에 대하여 측정된 ΔCL값은 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)	부표1에 주어진 차폐계수 값 이하이어야 한다.	시료-Section L 부도4과 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. 측정방법은 4, 7번에 규정된 전압 Em(mV/m)를 인가 할 때 8, 9번 심선에 유도되는 전압을 Ea(mV)라 하면, 강대외장 및 차폐층의 차폐계수 K는 전압 Ea와 Em의 비로 계산식 K = Ea/Em 이다. * 부도5. 차폐계수 제한 곡선 참조

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

표3. 전기적 특성(계속)

번호	항 목	특 성	비 고
8	선로 정수 (Parameters)	측정 결과는 부표2에 주어진 범위내에 포함되어야 한다.	시료-Sectin K 선로정수 측정은 R, L, C 측정계기(HP4284 또는 4284A와 동등이상 설비)로 측정한다. 측정 시 케이블과 심선의 탈피길이는 아래와 같고 접속부분(쌍간)은 납땜을 한다. - 케이블 탈피길이(측정부분):10 ㎝ - 케이블 탈피길이(접속부분): 3 ㎝ 케이블은 최소곡률반경의 Crown 형태로 감은 상태에서 대지와 절연 시킨 후 측정하여야 한다.
9	차폐 연속성 검사	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 연결되고, 다른 한쪽에서는 차폐층을 연결하여 부도6과 같이 시험한다
10	심선의 생산 중 스파크 시험	절연체는 어떠한 결함도 없어야 한다.	시료-케이블 전 길이 심선은 ASTM D4566. 6항의 기준에 따라 결함을 검출(Fault finding test) 하여야 한다. 측정전압은 AC 3㎸(실효전압) 또는 DC 4.5㎸이다. 이 시험은 제작자가 제작 중에 시행하고, 그 결과 보고서를 제출하여야한다.
11	심선의 내전압(침수) 시험	AC 6㎸의 실효전압과 49~61㎐의 주파수로 5분간 인가시 견뎌야 하며, 심선에 손상이 없어야 한다.	시료-Section I 시료 끝 부분 250㎜를 제외하고 20±5℃의 온도의 물속에서 2시간 이상 침수시킨다.
12	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, 측정전압은 AC 12 ㎸ 또는 DC 16㎸ 이다. 이 시험은 제작자가 제작 중에 시행하고, 그 결과 보고서를 제출 하여야 한다.

표3. 전기적 특성 (계속)

번호	항 목	특 성	비 고
13	외부시스의 내전압(침수) 시험	AC 12kV의 실효전압과 49~61Hz의 주파수로 5분간 인가 시 손상없이 견뎌야 한다.	시료-Section J 시료 끝부분 250㎜를 제외하고 20±5℃의 온도에서 2시간 이상 물에 담가야 한다.

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

2) 기계적 및 물리화학적 특성은 표4에 따른다.

표4. 기계적 및 물리화학적 특성

번호	항 목			특 성	비 고
1	도체	파단시 신장율		15% 이상	시료-Section A (모든 절연체와 보호층 제거) ASTM B3
2	절연체	상온	인장강도	12N/㎟ 이상	시료-부표3에 의해 a1, b1, c1은 3개의 케이블 Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 9.1항
			신장율	300% 이상	
		가열	인장강도	12N/㎟ 이상	시료-부표3에 의해 a2, b2, c2는 Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-2 8.1.2항 및 8.1.3항 오븐온도 : 100±2℃ 시간 : 168±1h
			인장강도 변화량	가열전 값의 ± 25%	
			신장율	300% 이상	
			신장율 변화량	가열전 값의 ± 30%	
		저온권부		육안 검사 시 절연체 깨짐, 갈라짐이 없어야 한다. 또한 침수 1시간 경과 후 49~61Hz 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 시료 3번 측정
3	연합 검사 - 연합 피치 -심선연합(쿼드)피치 및 4쿼드(quad) 연합피치			1쿼드(quad) 심선연합의 피치는 1개 쿼드(quad) 외경의 20배 이하 4쿼드(quad) 연합피치는 최외층 외경의 20배 이하	시료-Section C1, C2, C3에서 채취한 연합심선 피치는 정밀한 자로 측정

표4. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목			특 성	비 고
4	분리 테이프 - 중첩			폴리에스텔 테이프로 중첩하여야 한다 분리테이프는 테이프간과 절연체 및 내부시스와 접착이 돼서는 안된다 중첩은 40% 이상	시료-Section C1, C2, C3에서 채취한 연합심선 $R(\%) = \frac{r}{l} \times 100$ l : 테이프 폭 r : 중첩 폭 (부도3 참조)
5	탈피용 실			합성사를 사용하여야 하며, 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 시료 3번 측정
7	외부시스 (PVC - ZC03)	상온	인장강도	10N/mm^2 이상	시료-부표3에 의해 d1, e1, f1은 Section C1, C2, C3에서 채취 KS C IEC 60811-1-1 9.2항
			신장율	150% 이상	
		가열	인장강도	10N/mm^2 이상	시료-부표3에 의해 d2, e2, f2는 Section C1, C2, C3에서 채취 오븐온도 : 100±2℃ 시간 : 168±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 폴리올레핀 - F-ZC03)	상온	인장강도	9N/mm^2 이상	시료-부표3에 의해 d1, e1, f1은 Section C1, C2, C3에서 채취 KS C IEC 60811-1-1 9.2항
			신장율	125% 이상	
		가열	인장강도	9N/mm^2 이상	시료-부표3에 의해 d2, e2, f2는 Section C1, C2, C3에서 채취 오븐온도 : 100±2℃ 시간 : 168±1h KS C IEC 60811-1-2 항
			인장강도 변화량	가열전 값의 ± 40%	
			신장율	125% 이상	
			신장율 변화량	가열전 값의 ± 40%	

표4. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목		특 성	비 고
8	내유 (PVC - ZC03)	인장강도	침유전 값의 ± 15%	시료-부표3에 의해 d3, e3, f3는 Section C1, C2, C3에서 채취 KS C IEC 60811-2-1 10항에 따라 규정된 광물기름에 시료를 70±1℃ 온도로 4시간 동안 담근다
		파단시 신장율	침유전 값의 ± 25%	
9	케이블 구성 재료 간의 비점착성		손으로 쉽게 분리되어야 한다	시료-Section F 시료의 반 이상을 심선만 남겨 두고 구성물을 제거한다
10	상온 시 가요성		편차(휘어짐) f는 90mm 이상이 되어야 한다	시료-Section E 23±2℃의 온도에서 4시간 동안 보관한다. 한쪽 끝은 클램프에 물리고, 시료의 시험부분 길이 L(0.5m) 끝에 1분간 하중 F(3000g)의 추를 매달아 시료의 편차(휘어짐) f를 측정한다. (부도9 참조)
11	상온 시 굴절성		절연체, 1차 및 2차 시스 그리고 외부시스에 구멍이 생기지 않아야 한다. 차폐층은 균열이 생기지 않아야 하고 접촉부분은 벌어지지 않아야한다.	시료-Section E 케이블 평균외경의 12배가 되는 원통형 굴대주위에 완전히 밀착하여 감는다. 이후 케이블을 풀고 케이블을 접힌 부분이 외측으로 향하도록 180° 돌린 후 다시 감는다. 이를 2회 더 반복하여 각 방향으로 세 번씩 접혀지도록 반복한다. 마지막으로 감은 후 시료를 펴서 온도 20±5℃ 수중에 최소 2시간 동안 담그며, 이때 케이블 끝 부분 250㎜는 물에 잠기지 않도록 한다. 아래와 같이 49~61㎐ 주파수의 AC 실효전압으로 5분 동안 인가한다. - 도체와 차폐 간 2.5㎸ - 차폐와 수중 간 5㎸ 이후 시료를 조심스럽게 벗겨낸 후 케이블 각 구성품의 이상 유무를 검사한다. (부도10 참조)

표4. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목	특 성	비 고
12	고온 압축 시험	하중이 인가된 위치에서 측정한 외부 시스의 두께는 시스 평균두께의 70%이상 되어야 한다.	시료-Section H 시료는 수평으로 놓고 중간에 1.4㎜ 두께의 알루미늄선이나 연동선으로 고정시켜 양끝을 수직으로 최소 100㎜정도 내린 후, 양끝에 하중 750g의 추를 매단다. KS C IEC 60811-1-2 8.1.2항에 따라 오븐에 80±2℃ 온도로 48시간동안 넣어 둔다. 시료를 오븐에서 꺼내어 실내온도에서 최소 5분 동안 둔다. 시스의 두께는 전선이 가장 깊게 파고든 위치에서 측정한다. 측정계기는 광학 마이크로미터 또는 동등한 광학기기를 사용하여야 한다.
13	저온 시험	케이블의 외부 시스에 대한 저온 굴곡시험 또는 저온신장율시험에 대한 결과는 규격 KS C IEC 60811-1-4의 8.2.4항 또는 8.4.6항에 주어진 기준치에 따른다.	시료-Section G1, G2 KS C IEC 60811-1-4 8.2항 또는 8.4항 시험온도: -15±2℃
14	난연 시험 (ZC03)	KS C IEC 60332-1-1, 1-2, 1-3에 명시된 기준을 따른다	시료-Section H IEC 60332-1-1, 1-2, 1-3
15	난연 시험 (F-ZC03)	IEEE 383 또는 KS C IEC 60332-3-24 CAT.C에 명시된 기준을 따른다	시료-Section L IEEE 383, KS C IEC 60332-3-24 CAT.C
16	연기밀도 시험 (F-ZC03)	KS C IEC 61034-1, -2에 명시된 기준을 따른다	시료-Section B KS C IEC 61034-1, -2
17	저독성 시험 (F-ZC03)	염산 비율 0.5% 이하	시료-Section B KS C IEC 60754-1

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

표4. 기계적 및 물리화학적 특성(계속)

번호	항 목	특 성	비 고
18	잉크표시의 내구성	상온에서의 시험 및 잉크표시는 시험 이후에도 잉크표시를 충분히 읽을 수 있어야한다	시료-충분한 길이 잉크표시의 가열시험 후 시행한다. 부도11과 같이 설비의 바닥 (A)에 시료를 붙인다. 준비한 면직물을 막대에 고정 후 면직물과 동일한 중량의 물로 적신다. 붙여진 막대에 9N의 힘으로 7x100㎜의 직선 왕복운동을 10초간 한다. 가동부분 (B)의 표시는 9N의 하중에도 견딜 수 있어야 하고 시료 표면에 힘을 가하는 부분은 날카로운 가장자리가 없는 직경 16㎜의 막대를 준비한다.
19	잉크표시의 가열시험	잉크표시는 시험 이후에도 잉크표시를 충분히 읽을 수 있어야한다	시료-충분한 길이 100±3℃ 온도의 오븐에서 7일 동안 가열 후 잉크 표시를 확인한다

3) 기하학적 특성은 표5에 따른다.

표5. 기하학적 특성

[단위 : mm]

번호	항 목			특 성	비 고
1	도 체	형상 단면적		원형 1mm^2 ± 3%	시료- Section A (모든 절연체와 보호층 제거) ASTM B3
2	절연체	겉모양 색상		평평하고 매끄러워야 하고, 도체는 절연체의 중심에 있어야 한다. 색상은 KS C IEC 60304에 따르며, 균일 하여야 한다	시료-Section C1, C2, C3 전심선, 육안 검사
		두께	평균 최소(mm)	0.60	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.1항
			부분 최소(mm)	0.44	
3	내부 1차 시스	겉모양 색상		평평하고 매끄러워야 하며, 자연색 폴리에틸렌 적용	시료-Section C1, C2, C3 육안 검사
		두께	평균 최소(mm)	1.0	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.2항 평균두께 계산시 탈피용 홈 부분은 제외
			부분 최소(mm)	0.75	
			탈피용 홈부분 부분최소(mm)	0.60	
		외경	평균 최소(mm)	13.5	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.3.2항 지름 평형도 - 어떤 두 방향에서 외경 측정시 최대값과 최소값의 차이는 측정된 평균 외경값의 15% 이내가 되어야 한다
			평균 최대(mm)	16.5	
4	내부 2차 시스	두께	평균 최소(mm)	0.80	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.2항 평균두께 계산시 탈피용 홈 부분은 제외
			부분 최소(mm)	0.75	
			탈피용 홈부분 부분최소(mm)	0.48	
5	강대	두께(mm) 강대간의 간격		0.5 이상 강대폭의 50% 이내	시료-Section C1, C2, C3 두께는 마이크로미터 측정

표5. 기하학적 특성(계속)

[단위 : mm]

번호	항 목			특 성	비 고
6	외부 시스	겉모양		외부 재질은 흑색으로 표면은 거칠함이 없어야 하며, 시스 아래층의 구성물과 접착이 되지 말아야 한다	시료-Section C1, C2, C3 육안 검사
		두께	평균 최소(mm)	2.0	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.2항
			부분 최소(mm)	1.6	
7	완제품	외경	평균(mm)	27	시료-Section C1, C2, C3 KS C IEC 60811-1-1 8.3.2항 3개의 시료로부터 얻어진 6개 값의 평균치를 평균외경으로 간주한다 두 개소에서 측정된 최대값과 최소값의 차이는 평균 외경값의 15% 미만이어야 한다. 평균외경값은 최대값과 최소값 사이에 있어야 한다
			최소(mm)	25.8	
			최대(mm)	29.5	

4. 시험 및 검사

본 시험 및 검사기준은 열차제어케이블(ZC03 또는 F-ZC03)에 대하여 적용한다.

4.1. 인수시험

1) 이 시험은 매 납품시마다 시행되는 시험으로서 시험항목별로 샘플시험 및 전수시험으로 구분된다. 이 시험은 공인검사기관에서 표6에 명시된 항목의 시험에 적합판정을 받아야 한다. 공단은 필요시 인수시험에 입회할 수 있다.
(시험규격항목 중 국내에 인증된 공인인증기관이 없는 경우에는 공단 입회시험 결과로 갈음할 수 있다.)

4.2. 시험의 분류 및 시료채취

1) 시험의 분류

시험의 분류는 4.1항에 따르며, 시행되는 검사항목은 표6과 같으며, 성능 및 특성은 표3, 표4, 표5와 같다.

2) 시료채취

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

시험에 필요한 시료는 표7에 따라 채취하고, 인수시험의 시료는 표6의 시험 항목에 따라 각각 다른 드럼에서 채취하여야 하며, 샘플 채취기준은 표8에 따른다.

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

표6. 시험 및 검사의 종류

검 사 항 목	시료 (Section)	시 험			비고
		인수시험			
		샘플 기준	샘플 시험	전수 시험	
1) 도체(Conductor)					
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	A	S	○		표5-1
기계적 특성(Mechanical characteristics)	A	S	○		표4-1
단위 길이당 전기저항(Resistance per unit length)	B	X	○		표3-1
2) 절연체(Insulating sheath)					
형태(겉모양/겉모양)	C	X	○		표5-2
기하학적 특성(Geometrical characteristics) (두께)	C	S	○		표5-2
기계적 특성 및 물리화학적 특성 ((Mechanical characteristics) & Physico chemical characteristics)					
- 상 온	C	S	○		표4-2
- 가열(Thermal ageing)	C	X	○		표4-2
- 저온권부(Low temperature winding)	G	X	○		표4-2
- 유동성 지수(Hot flow index)	F	X	○		표4-2
3) 심 선(Core)					
생산 중 스파크시험(Spark test during manufacture)	M	Z		○	표3-10
내전압-침수(Voltage resistance immersed)	I	X	○		표3-11
4) 연 합(Core assembly)					
연합피치(Assembly pitch)	C	X	○		표4-3
5) 분리테이프(Separator tape)	C	S	○		표4-4
6) 탈피용 실(Longitudinal cutting threads)	C	S	○		표4-5
7) 내부1차 시스(Sealing sheath)					
형태-겉모양(Nature appearance)	C	S	○		표5-3
두께(Thickness)	C	S	○		표5-3
지름평형도(Cylindricity)	C	S	○		표5-3
유동성 지수(Hot flow index)	F	X	○		표4-6
8) 차폐층(Anti induction shield)					
연속성(Continuity)	M	Z		○	표3-9

표6. 시험 및 검사의 종류(계속)

검 사 항 목	시료 (Section)	시 험			비고
		인수시험			
		샘플 기준	샘플 시험	전수 시험	
9) 내부2차 시스(Cushion)					
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표5-4
10) 강대외장(Armored metallic tape) 구조 및 기하학적 특성 (Constitution and geometrical characteristics)	C	S	○		표5-5
11) 외부 시스(Outer sheath)					
형태-겉모양(Nature appearance)	C	S	○		표5-6
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표5-6
기계적 및 물리화학적 특성 (Mechanical and physico chemical characteristics)					
- 가열 전(Before thermal ageing)	C	S	○		표4-7,8
- 가열 후(After thermal ageing)	C	X	○		표4-7,8
- 내유(Resistance to mineral oil)	C	X	○		표4-9
전기적 특성(Electrical characteristics)					
- 생산 중 스파크 시험 (Spark Test during manufacture)	M	Z		○	표3-12
- 내전압-침수(Voltage resistance immersed)	J	X	○		표3-13
12) 완성케이블(Finished cable)					
기하학적 특성(Geometrical characteristics)	C	S	○		표5-7
구성품의 비점착성(Non adherence of components)	F	S	○		표4-10
상온 시 가요성(Flexibility at ambient temperature)	E	X	○		표4-11
상온 시 굴절성(Bendability at ambient temperature)	E	X	○		표4-12
고온압축시험(High temperature pressure test)	H	X	○		표4-13
저온시험(Low temperature test)	G	X	○		표4-14
난연시험(Reaction to fire)					
- ZC03 케이블	H	S	○		표4-15
- F-ZC03 케이블	L	S	○		표4-16
연기밀도시험	B	S	○		표4-17
저독성시험 (Acid gas emission test) <F-ZC03에만 적용>	B	S	○		표4-18
도체의 전기적 연속성(Conductor electrical continuity)	M	Z		○	표3-2
내전압(Voltage strength)	M	Z		○	표3-3
건조절연저항(Dry insulation resistance)	M	Z		○	표3-4
정전용량(Effective capacitance)	M	Z		○	표3-5
불평형 정전용량(Capacitance unbalance)	M	Z		○	표3-6
차폐계수(Reduction coefficient)	L	X	○		표3-7

표6. 시험 및 검사의 종류(계속)

검 사 항 목	시료 (Section)	시 험			비고
		인수시험			
		샘플 기준	샘플 시험	전수 시험	
선로정수 (1차 정수)	K	T	○		표3-8
- 저항(Resistance) R (mΩ/m)					
2040㎐					
2400㎐					
2760㎐					
3120㎐					
62.5㎑ 및 125㎑					
- 인덕턴스(Inductance) L (μH/m)					
2040㎐					
2400㎐					
2760㎐					
3120㎐					
62.5㎑ 및 125㎑					
- 정전용량(Capacitance) C (㎊/m)					
2040㎐					
2400㎐					
2760㎐					
3120㎐					
62.5㎑ 및 125㎑					
13) 표시(Marking)	M	X	○		표4-15, 16

표7. 시료 기준

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

표8. 샘플 채취 기준

구 분	기 준
S	- 10드럼 당 1드럼
T	- 20드럼 당 1드럼
X	- 매 납품시마다 1드럼
Z	- 전 드럼

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

표9. 시험순서

구 분			비 고
생산 중 실시	완제품 시험		
생산 중 스파크 시험	표2 : 제조 방법 - 심선 - 쿼드 - 심선 연합 - 탈피용 실 - 내부 1차 시스 - 차폐층 - 내부 2차 시스 - 강대 외장 - 외부 시스 - 완성 케이블 표3 : 전기적 특성 - 도체 저항 - 신선의 전기적 연속성 - 내전압 - 건조 절연 저항 - 정전 용량 - 불평형 정전용량 - 차폐 계수 - 선로 정수 - 차폐 연속성 검사 - 심선의 내전압(침수) 시험 - 외부시스의 내전압(침수) 시험	표4 : 기계적 물리화학적 특성 - 도체 - 절연체 - 연합 검사 - 분리테이프 - 탈피용 실 - 내부 1차 시스 - 외부시스 - 케이블 구성 재료간의 비점착성 - 상온시 가요성 - 상온시 굴절성 - 고온 압축 시험 - 저온 시험 - 난연 시험 - 저독성 시험 - 잉크표시의 내구성 시험 - 잉크표시의 가열 시험 표5: 기하학적 특성 - 도체 - 절연체 - 내부 1차 시스 - 내부 2차 시스 - 강대 - 외부 시스 - 완제품	시험 순서는 시험 항목 순으로 진행하는 것을 원칙으로 하나, 시험기기의 사용 가능 시간 등을 고려하여 순서를 바꾸거나 동시에 진행 가능.

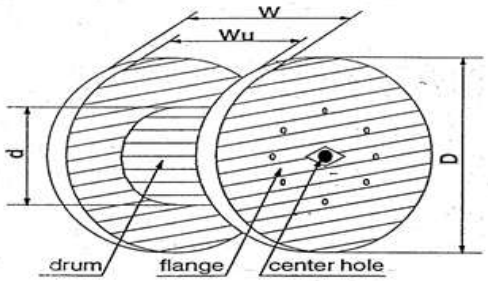
5 포장 및 표시

5.1 포 장

1) 케이블은 견고한 목재드럼에 감아 취급 또는 운반도중 기계적, 전기적으로 손상이 되지 않고 보관 중 케이블이 햇빛에 영향을 받지 않도록 포장을 하여야 한다.

2) 케이블의 양단은 습기가 침입하지 않도록 완전히 밀봉하여야 한다.

3) 케이블 목재드럼의 형체 및 규격은 다음 그림과 같다.



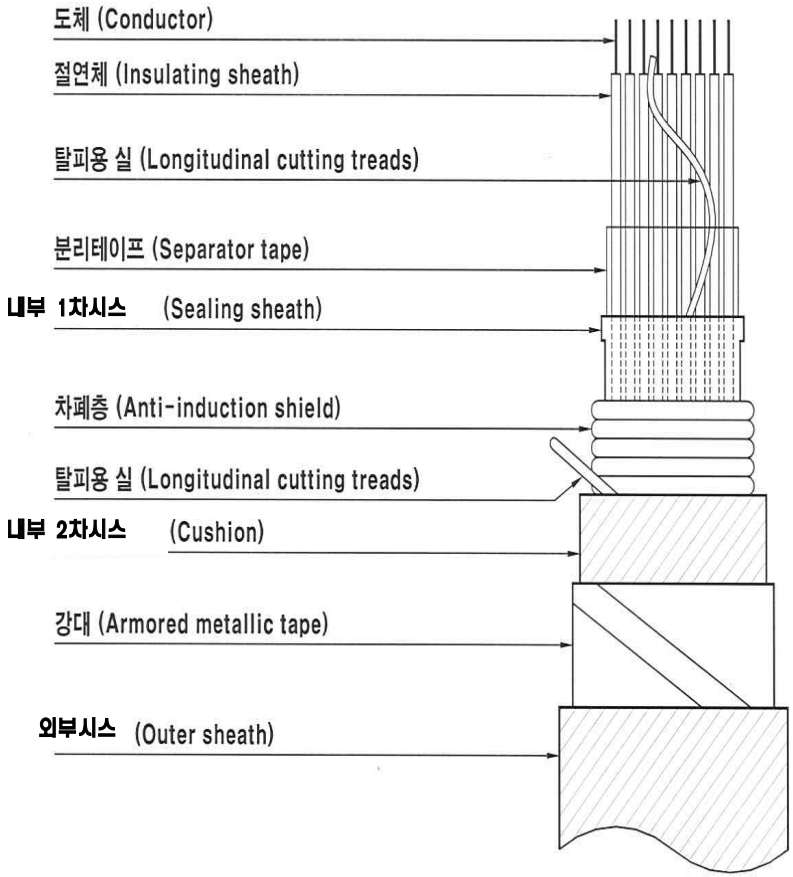
Flange 직경	D (mm)	: 1900 ~ 2100
Drum 내경	d (mm)	: 1200 ~ 1300
감김 폭	Wu(mm)	: 850 ~ 1000
Drum 넓이	W (mm)	: 1150 ~ 1300
Center hole 직경	(mm)	: 75 ~ 85
중량	(Kg)	: 450 ~ 600

<케이블 목재드럼>

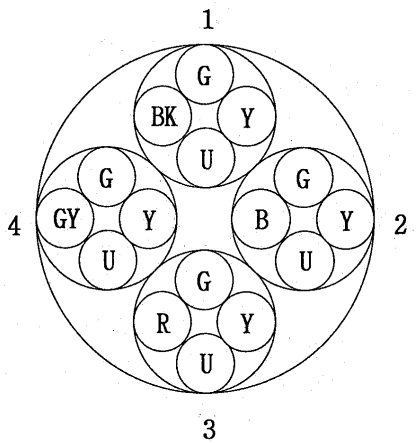
5.2 표 시

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

케이블의 명칭	: 열차제어케이블(ZC03 또는 F-ZC03)
쿼드(quad)수	: 4쿼드(quad)
단면적	: 1㎟
길 이	: 1200m
총중량 및 순중량	: xxxx kg
드럼의 회전방향	: 화살표로 표시
제조자명	: xx주식회사
제조년.월	: xx년 x월
수요자명	: 한국철도시설공단(KR)
기타 필요한 사항	



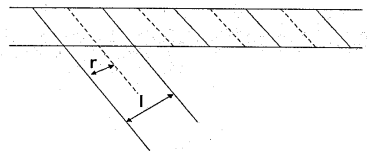
부도1. 케이블 구조도



절연체 색상

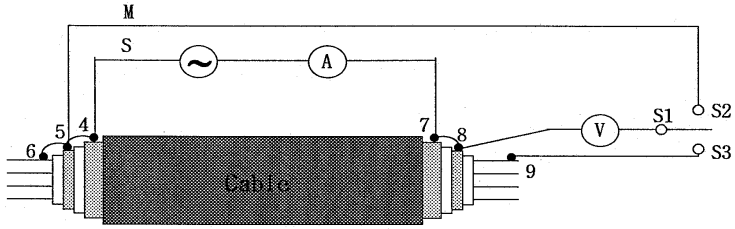
G : 녹색 (Green)
Y : 황색 (Yellow)
U : 자연색 (Uncolored)
BK : 흑색 (Black)
B : 청색 (Blue)
R : 적색 (Red)
GY : 회색 (Gray)

부도2. 도체 구성도



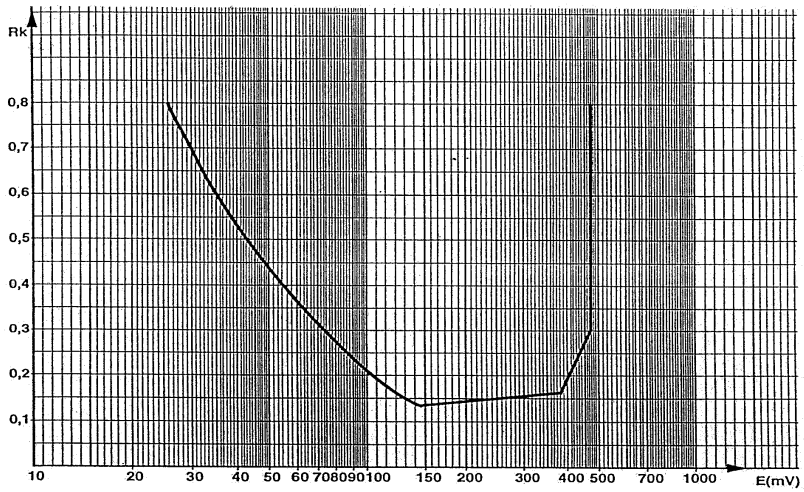
부도3. 분리 테이프의 측정 방법

공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .

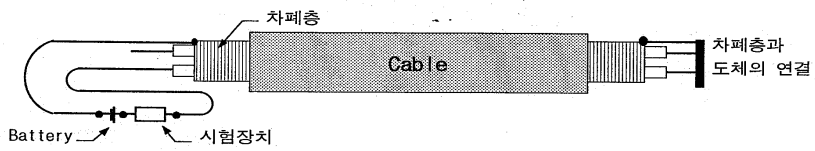


- S1, S2, S3 : 전압계용 단자
- 4, 5, 6 : 강대, 차폐층, 심선의 접속
- 7, 8 : 강대와 차폐층간의 접속
- 9 : 6번과 같은 심선

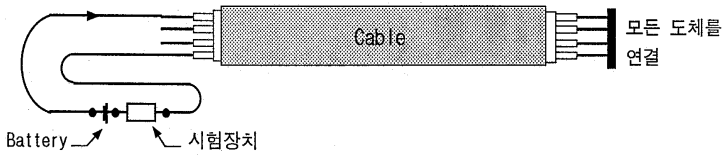
부도4. 차폐계수 측정 구성도



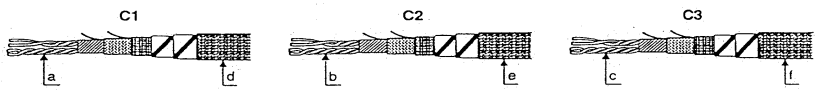
부도5. 차폐계수 제한 곡선



부도6. 차폐층의 전기적 연속성 검사

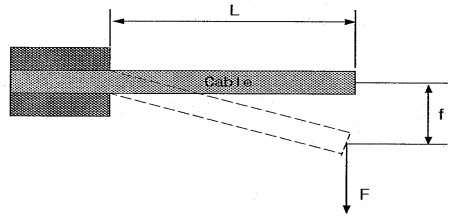


부도7. 심선의 전기적 연속성 검사

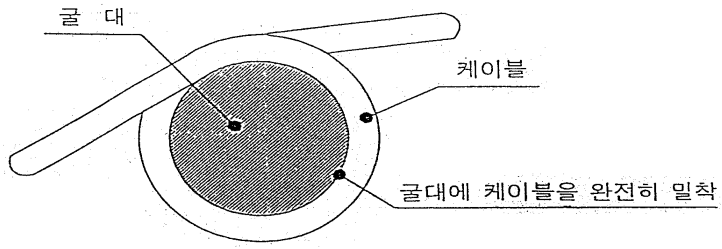


부도8. 시료

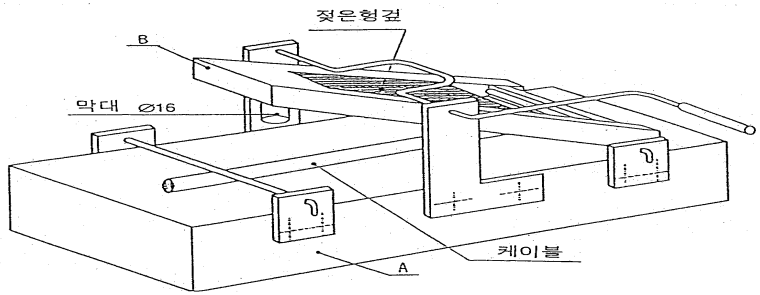
공단표준규격서
(열차제어케이블 : ZC03, F-ZC03)
KRSA-4005-R0
제정 2014. .12. 11
개정 . . .
확인 . . .



부도9. 가요성 시험



부도10. 굴절성 시험



부도11. 잉크표시 내구시험설비

부표1. 차폐계수 제한치

Em (mV/m)	K (maximum)
30	0.70
40	0.53
50	0.42
60	0.35
70	0.30
80	0.26
90	0.23
100	0.21
150	0.14
370	0.16
400	0.18
420	0.20
470	0.31

부표2. 주파수에 따른 선로정수 및 기준 값

주파수	R (mΩ/m)	L (μH/m)	C (㎊/m)
2040 ㎐	35.424±4%	0.8157±4%	< 40
2400 ㎐	35.469±4%	0.8124±4%	< 40
2760 ㎐	35.509±4%	0.8097±4%	< 40
3120 ㎐	35.558±4%	0.8074±4%	< 40
62.5 ㎑	54.33±4%	0.747±4%	< 40
125 ㎑	75.35±4%	0.7225±4%	< 40

주) 주어진 주파수는 측정장비(HP4284 또는 HP4284A와 동등이상 설비)에서 설정할 수 있는 가장 가까운 주파수로 Setting한다.

부표3. 시료의 분류

시험편 / 시험의 종류	절연	외부 시스	절연	외부 시스	절연	외부 시스
	a	d	b	e	c	f
상온에서의 인장 강도	a1	d1	b1	e1	c1	f1
가열후 인장 강도	a2	d2	b2	e2	c2	f2
침유후 인장 강도		d3		e3		f3

해당 사항 없음

주) a1, b1, c1, d1, f1, f2, f3는 2개의 시료를 준비한다.