SPS-C-KWS-502-7523

SPSPSPSP
SPSPSPS
SPSPSP
SPSPS
SPSP
SPS

SPS

22.9 kV 폴리프로필렌(PP) 절연 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀 시스 동 전력 케이블

SPS−C−KWS−502−7523:2025

한국전선공업협동조합

2025년 05월 12일 개정

심　의 : 한국전선공업협동조합 단체표준심사위원회

	성 명	근 무 처	직 위
(위원장)	김 기 범	가온전선㈜	팀 장
(위 원)	이 재 형	엘에스전선㈜	차 장
	최 종 혁	명인엔지니어링	대 표
	노 영 수	극동전선㈜	부 장
	최 영 철	대원전선㈜	부 장
	서 상 훈	한국화학융합시험연구원	팀 장
	문 한 권	㈜디투엔지니어링	상 무
(간 사)	최 봉 남	한국전선공업협동조합	본 부 장

원안작성협력 : 한국전선공업협동조합 기술본부

성 명	근 무 처	직 위
최 봉 남	한국전선공업협동조합	본 부 장
이 준 영	한국전선공업협동조합	과 장

표준열람 : e나라표준인증(http://www.standard.go.kr)

제정단체 : 한국전선공업협동조합
제　　정 : 2022년 10월 13일　　　　개　　정 : 2025년 05월 12일
심　　의 : 한국전선공업협동조합 단체표준심사위원회
원안작성협력 : 한국전선공업협동조합 기술본부

이 표준에 대한 문의사항이 있을 시 e나라 표준인증 웹사이트에 등록된 표준담당자에게 연락 바랍니다.

이 표준은 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진운영 요령 제11조의 규정에 따라 매 3년마다 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

목　　차

머 리 말

이 표준은 한국전선공업협동조합에서 원안을 갖추고 산업표준화법 시행규칙 제 19 조 및 단체표준 지원 및 촉진 운영 요령에 따라 한국전선공업협동조합 단체표준 심사위원회를 거쳐 제정한 단체표준이다. 이에 따라 SPS-C-KWS-502-7523:2023(2023.06.23.)는 개정되어 이 표준으로 바뀌었다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부는 저작권법에 따른 보호대상이 되는 저작물이 될 수 있다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부가 ISO · IEC 등에서 제정한 표준을 참고하여 제정 또는 개정된 경우, 해당 표준의 저작권을 보유하고 있는 ISO · IEC 등의 저작권 보호 규정 등에 따라 보호되어야 한다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 한국전선공업협동조합 이사장 및 단체표준심사위원회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

단체표준

SPS-C-KWS-502-7523:2025

22.9 kV 폴리프로필렌(PP) 절연 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀 시스 동 전력 케이블

22.9 kV polypropylene insulated polyethylene or polyolefine sheathed power copper cables

1 적용범위

이 표준은 22.9 kV 다중접지 지중 배전선로용으로, 수밀형 압축도체 위에 열가소성 폴리프로필렌(polypropylene)으로 절연하고, 연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀으로 시스를 한 전력 케이블(이하 "케이블"이라 한다)에 대하여 적용한다.

비고 케이블의 절연체 및 시스의 특성은 해설에서 규정한다

2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS C 3101, 전기용 연동선

KS C 3111, 전기용 경 알루미늄선

KS C IEC 60228, 절연 케이블용 도체

KS C IEC 60332-1-2, 화재 조건에서의 전기/광섬유 케이블 시험 — 제1-2부: 단심 절연 전선 또는 케이블 수직 불꽃 전파 시험 — 1 kW 혼합 불꽃 시험 절차

KS C IEC 60332-3-24, 화재조건에서의 전기 및 광섬유 케이블 시험 — 제3-24부: 수직 배치된 케이블 또는 전선의 불꽃전파 시험 — 카테고리 C

KS C IEC 60502-2, 정격 전압 1 kV ~ 30 kV 압출 절연 전력케이블 및 그 부속품 — 제2부: 케이블(6 kV ~ 30 kV)

KS C IEC 60684-2, 플렉시블 절연 슬리빙 — 제2부: 시험방법

KS C IEC 60754-1, 케이블 재료 연소 가스 발생 시험 — 제1부: 할로겐산 가스 함유량의 결정

KS C IEC 60754-2, 케이블 재료 연소 가스 발생 시험 — 제2부: 산도(pH 측정)와 전도율의 결정

KS C IEC 60811-201, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험 방법 — 제201부: 일반 시험 — 절연 두께의 측정

KS C IEC 60811-202, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험 방법 — 제202부: 일반 시험 —

비금속 시스의 두께 측정

KS C IEC 60811-203, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험 방법 — 제203부: 일반 시험 — 전체 치수 측정

KS C IEC 60811-402, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험방법 — 제402부: 기타 시험 — 수분 흡수 시험

KS C IEC 60811-501, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험 방법 — 제501부: 기계적 시험 — 절연 및 시스 컴파운드의 기계적 특성 시험

KS C IEC 60811-502, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험 방법 — 제 502부: 기계적 시험 — 절연체 수축 시험

KS C IEC 60811-508, 전기 및 광섬유 케이블 — 비금속 재료의 시험 방법 — 제508부: 기계적 시험 — 절연체와 시스의 고온 가압 시험

KS C IEC 61034-2, 케이블 연소 시 발생하는 연기밀도 측정 — 제2부: 시험 절차 및 요구사항

KS M ISO 4589-2, 플라스틱 — 산소 지수에 의한 연소 거동의 측정 — 제2부: 상온 시험법

KS M ISO 11357-3, 플라스틱 — 시차 주사 열량계(DSC) — 제3부: 용융 및 결정화에 대한 온도와 엔탈피 측정

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1
도체(conductor)
전기 또는 열에 대한 저항이 작아 전기나 열을 잘 전달하는 물체로 전선에 전류를 흘리기 위한 금속 부분의 것

3.2
공칭단면적(nominal sectional area)
도체의 굵기를 표시하는 단면적 값

3.3
절연체(insulator)
전기 또는 열의 흐름을 방해하거나 차단하는 성질을 가지는 물질의 총칭

3.4
컴파운드(compound)
2가지 이상의 다른 원소들이 일정 비율로 구성된 물질

3.5
폴리프로필렌(polypropylene)
탄소 3 개로 이루어진 프로필렌 단량체가 사슬 성장 중합하여 얻어지는 열가소성 고분자 소재

3.6
폴리에틸렌(polyethylene)
에틸렌의 반복적인 결합으로 이루어진 열가소성 고분자 소재

3.7
폴리올레핀(polyolefin)
이중결합을 1 개 이상 가지고 있는 사슬 또는 고리형 불포화 탄화수소의 중합체

3.8
시스(sheath)

케이블을 외상이나 부식으로부터 보호하기 위한 외장 피복

3.9
선심(insulated core)
도체에 절연물을 피복한 것

3.10
중성선(concentric neutral)
고장 전류의 귀로, 전기적 차폐(shield) 기능을 제공하는 선

3.11
반도전층(semi-conductive layer)
도체와 절연체 사이, 절연체와 외부 차폐층 사이의 계면에서의 부분방전을 방지하고 전기적 스트레스를 완화할 목적으로 설계된 층

3.12
소선(strand)
도체를 형성하는 한 가닥의 선

3.13
S 꼬임(s twist)
소선의 묶음을 위에서 밑으로 우측(S 의 비스듬한 선의 방향)으로 꼬은 것

3.14
Z 꼬임(z twist)
소선의 묶음을 위에서 밑으로 좌측(Z 의 경사선 방향)으로 꼬은 것

3.15
SZ 꼬임(sz twist)
케이블 심선을 꼬는 방법의 하나로 일정한 간격마다 S 꼬임, Z 꼬임을 번갈아 한 것

3.16
정전용량(capacity)
절연된 도체간에서 전위를 주었을 때 전하를 축적할 수 있는 용량

3.17
부분방전(partial discharge)
절연물 표면에서 고전계에 의한 부분적인 표면 방전 또는 절연물 내부에 존재하는 공극이나 기포에 발생하는 내부방전

3.18
유전정접(dielectric loss tangent)
절연체의 정전용량 중 저항성분으로 인한 손실률

3.19
시차주사열량(differential scanning calorimetry)
시험편과 기준 물질이 동일하게 제어된 온도 프로그램하에서 대칭 측정 장치를 이용하여 규정된 분위기 내에 있는 동안 온도와 시간의 함수로서 시험편을 함유한 시험편 접시로 들어가는 열유량과 기준 접시로 들어가는 열유량 사이의 차이가 도출되는 열분석 기법

4 종류와 기호

종류와 기호는 **표 1**과 같다.

표 1 — 종류와 기호

종류	기호
22.9 kV 동 도체, 폴리프로필렌 절연, 폴리에틸렌 시스 케이블	22.9 kV CNPE-W
22.9 kV 동 도체, 폴리프로필렌 절연, 폴리올레핀 시스 난연케이블	22.9 kV FR CNPO-W
기호의 뜻은 다음과 같다. FR flame retardant – 난연성 CN concentric neutral – 중성선 P polypropylene – 폴리프로필렌 절연 E polyethylene – 폴리에틸렌 시스 O polyolefine – 폴리올레핀 시스 W water blocking – 수밀	

5 사용 조건과 도체 최고 허용온도

5.1 케이블의 사용선로 조건

케이블의 사용선로 조건은 **표 2**와 같다.

표 2 — 케이블의 사용 조건

공칭전압(U)	정격전압(U_0)	최고전압(U_m)	절연강도(BIL)	상용주파수	중성선 접지방식
22.9 kV	13.2 kV	25.8 kV	150 kV	60 Hz	다중접지방식

5.2 도체의 최고 허용온도

도체의 최고 허용온도는 **표 3**과 같다.

표 3 — 도체 허용온도

상시 최고허용온도	단시간 최고허용온도	고장 순시 최고허용온도
110 ℃	130 ℃	250 ℃

비고 1 단시간 최고허용온도는 과부하 지속시간이 임의의 12개월 동안 72시간을 초과하지 않고 케이블 수명기간 동안 누적과부하 시간이 1 500시간 이하로 운전되는 조건이다.

비고 2 고장 순시 최고허용온도는 ICEA P-45-482에 따라 계산한 고장전류가 1초간 지속되는 경우이다.

6 재료, 구조 및 가공방법

6.1 도체

6.1.1 일반사항

도체는 연동선을 소선으로 구성한 원형압축 연선으로 한다. 도체의 외 표면은 평활하여야 하며, 홈, 돌기, 부풀음 등이 있어서는 안 된다. 또한 연선 작업 전의 연동선의 기계적 전기적 특성은 KS C 3101 또는 이와 동등 이상이어야 한다.

원형압축 연선은 소선을 동심원상으로 연합하여 원형으로 압축 성형한 것으로서 최 외층의 연선 피치는 바깥지름의 20배 이하가 되게 하고 꼬임 방향은 최 외층에서 S-꼬임이 되게 한다. 도체내부의 홈에는 물이 쉽게 침투하지 않도록 수밀 혼합물(컴파운드 또는 파우더 또는 수밀테이프)을 충전한다.

6.1.2 도체 바깥지름

도체 바깥지름의 허용 공차는 **표 4**와 같다.

표 4 — 도체 바깥지름 허용공차

공칭 단면적(mm^2)	도체 바깥지름(mm)	허용 공차(mm)
60	9.3	± 0.2
200	17.0	± 0.3
325	21.7	± 0.3
600	29.5	± 0.5

6.2 절연체

6.2.1 구조

절연체의 최외측과 도체측에는 반도전성 화합물을 절연층과 동시압출(3중 동시압출)을 한 반도전층이 있어야 한다.

6.2.2 내부 반도전층

내부 반도전층은 도체에 유해한 영향을 끼치지 않는 흑색의 반도전 열가소성 컴파운드를 사용하며, 이의 온도특성은 도체의 운전온도와 동등 이상이어야 한다. 내부 반도전층은 도체 위에 동심원상으로 균일하고 견고하게 완전 밀착되도록 압출성형하며 도체와는 쉽게 분리되어야 한다. 압출 성형한 표면은 평활하여야 하고, 사용상 유해하다고 인정되는 이물이나 기공이 있어서는 안 된다. 내부 반도전층 두께 측정치의 최솟값은 **표 5**에 나타낸 값 이상이어야 한다. 단, 도체에 접하는 부분에는 반도전성 테이프에 의한 “세퍼레이터”를 둘 수 있으며, 이 경우 테이프의 두께는 내부 반도전층에 포함하지 않는다.

6.2.3 절연층

절연재료는 열가소성인 폴리프로필렌(polypropylene)을 사용한다. 절연층은 도체 위에 동심원상으로 형성하며, 절연체가 내 · 외부의 양 반도전층과 접하는 면은 평활하고 층간에 틈이 있어서는 안 된다. 또한, 사용상 유해한 이물, 기공 등이 없어야 하고, 절연층 두께는 **표 5**의 최소, 최댓값을 만족하여야 한다.

6.2.4 외부 반도전층

외부 반도전층은 흑색의 반도전 열가소성 컴파운드를 사용하며, 절연층과 밀착되고 균일하게 압출성형하며, 접속 작업시 반도전층의 제거가 용이하도록 절연층과 쉽게 분리되어야 한다. 외부 반도전층 두께는 **표 5**의 최솟값과 최댓값을 만족하여야 한다. 또한, 중성선에 의해 눌린 외부 반도전층의 깊이는 **표 5**에 나타낸 값 이내이어야 한다.

6.3 중성선 수밀층

물이 침투하면 자기부풀음성을 갖는 반도전성 부풀음 테이프를 **6.2.4**의 외부 반도전층 위에 둔다.
폴리올레핀 시스 케이블(FR CNPO-W)의 경우, 중성선 아래와 위에 두며, 중성선 아래층은 반도전성이어야 한다.

6.4 중성선

중성선은 **6.3**의 반도전성 부풀음 테이프 위에 형성되어야 하며, 중성선의 소선간 간격은 가능한 균일하여야 하고, 꼬임 방향은 Z 또는 S-Z꼬임으로 한다. S-Z꼬임의 경우 중성선 위에 적당한 바인더 실을 감을 수 있다. 꼬아 붙이기 전의 중성선의 소선은 KS C 3101의 특성에 적합하고 **표 5**에 정한 크기의 연동선으로 하며, 피치는 동심 중성선층 바깥지름의 6배 ~ 10배이어야 한다. 또한, 꼬임 후 중성선의 단면적은 **표 5**에 규정한 중성선 단면적의 98 % 이상이어야 한다.

6.5 시스

시스는 **6.4**의 중성선 위에 흑색의 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀을 동심원상으로 압출 피복하여야 하며, 폴리에틸렌 시스의 경우 중성선의 소선 사이에도 틈이 없도록 폴리에틸렌으로 채워져야 한다. 표면은 평활하고 사용상 유해한 홈, 기포 등이 없어야 한다.

폴리올레핀 시스 두께는 측정치의 최솟값이 **표 5**의 값 이상이어야 하고, 폴리에틸렌 시스의 경우 중성선 위에서 측정하여 측정치의 최솟값이 **표 5**의 값 이상이어야 하며, 최댓값은 **표 5**의 값 이하이어야 한다. 케이블의 바깥지름은 **표 5**의 최대 바깥지름을 초과하지 않아야 한다. 시스 압출공정 중에 스파크 테스터를 사용하여 60 mm^{2}와 200 mm^{2}는 교류 4.5 kV를, 325 mm^{2}와 600 mm^{2}는 교류 7 kV를 시스 표면과 중성선 사이에 0.15초 이상 인가하여야 한다.

6.6 케이블의 구조

케이블의 구조는 **표 5**와 같다.

표 5 — 케이블 구조

항목		단위	공칭 단면적			
			60 mm^2	**200 mm^2**	**325 mm^2**	**600 mm^2**
도체 바깥지름		mm	9.3	17.0	21.7	29.5
내부반도전층 최소두께		mm	0.30	0.41	0.51	0.61
절연층 두께	최소	mm	6.22	6.22	6.22	6.22
	최대	mm	7.37	7.37	7.37	7.37
	표준(참고)	mm	6.80	6.80	6.80	6.80
절연층 바깥지름	최소	mm	22.34	30.26	35.16	43.16
	최대	mm	24.63	32.61	37.56	45.61

표 5 – 케이블 구조(계속)

외부반도전층 두께	최소	mm	0.76	1.02	1.02	1.40
	최대	mm	1.52	1.91	1.91	2.29
	중성선 눌림깊이	mm	0.38	0.38	0.38	0.51
외부반도전층 바깥지름	최소	mm	23.86	32.29	37.19	45.95
중성선	소선구성	mm/개	1.2/18	2.0/21	2.3/26	2.6/38
	바깥지름(참고)	mm	29.0	39.0	44.5	53.9
	단면적	mm^2	20	66	108	200
폴리에틸렌 시스두께 (CNPE-W)	최소	mm	1.14	1.14	1.78	1.78
	최대	mm	2.03	2.03	3.05	3.05
	표준(참고)	mm	1.50	1.50	2.40	2.40
폴리올레핀 시스두께 (FR CNPO-W)	최소	mm	2.7	2.7	2.7	3.6
	표준(참고)	mm	3.0	3.0	3.0	4.0
케이블 바깥지름 (CNPE-W)	바깥지름(참고)	mm	32	42	49.5	59
	최대	mm	35	45	53	62
케이블 바깥지름 (FR CNPO-W)	바깥지름(참고)	mm	36	45	51	61
	최대	mm	39	48	54	64

7 특성

케이블의 특성 시험 항목과 시험 방법은 **표 6**과 **8**, **9**절에 따른다.

표 6 — 시험의 종류와 방법

시험 항목		시험 종류	시험 방법
외관 검사		일반, 형식	8.4
구조 시험	도체 바깥지름 측정	샘플, 형식	8.5
	절연체 두께와 바깥지름 측정	샘플, 형식	
	반도전층 두께 측정	샘플, 형식	
	중성선 방향, 피치 및 단면적 측정	샘플, 형식	
	시스 두께와 바깥지름 측정	샘플, 형식	
전기적 특성 시험	직류 최대 도체저항 측정	일반, 형식	8.6
	최소 절연저항 측정	샘플, 형식	
	최대 정전용량 측정	샘플, 형식	
	유전 정접 측정	형식	
	부분 방전 측정	샘플, 형식	
	교류 내전압 시험	일반, 형식	

표 6 — 시험의 종류와 방법(계속)

<table>
<tr><td rowspan="13">물리적
특성 시험</td><td colspan="2">수밀관련 시험</td><td>형식</td><td rowspan="13">8.7</td></tr>
<tr><td colspan="2">절연층과 반도전층 검사</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">반도전층 체적저항률 측정</td><td>형식</td></tr>
<tr><td rowspan="2">인장강도와 신율 측정</td><td>상온</td><td>샘플, 형식</td></tr>
<tr><td>가열노화 후 잔율</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">신축 변형특성 시험</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">외부 반도전층 박리 시험</td><td>샘플, 형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">내환경성 시험</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">시스 특성 시험</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">반도전층내 이온성 불순물 함량 측정</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">수분흡습 시험</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">시차 주사 열량 측정</td><td>형식</td></tr>
<tr><td colspan="3">가속 수트리 시험</td><td rowspan="2">형식1)</td><td rowspan="2">8.8</td></tr>
<tr><td colspan="3">주파수 가속 열화 시험</td></tr>
<tr><td colspan="3">열적·기계적 특성 시험</td><td>형식</td><td>8.9</td></tr>
<tr><td colspan="3">절연압출공정 적합성 시험</td><td>형식</td><td>8.10</td></tr>
<tr><td colspan="3">할로겐산 발생량 시험</td><td>형식</td><td>8.11</td></tr>
<tr><td colspan="3">플루오린 함량 시험</td><td>형식</td><td>8.12</td></tr>
<tr><td colspan="3">수소이온농도와 전도도 시험</td><td>형식</td><td>8.13</td></tr>
</table>

8 시험

시험은 **7**절에 규정된 시험 항목에 대하여 다음과 같이 실시한다.

다만, 인수·인도 당사자 간의 협정에 따라 변경할 수 있다.

8.1 일반 시험

생산된 전 드럼에 대하여 실시한다.

a) 외관 검사
b) 직류 최대 도체저항 측정
c) 교류 내전압 시험

8.2 샘플 시험

생산된 전 드럼 또는 전 다발 중, 아래에 시험 별로 규정된 주기에 따라 시험을 실시한다.

a) 구조 시험 : 15 드럼과 그 단수마다 1 회 시행, 단 3 드럼 이하는 생략
b) 최소 절연저항 측정 : 1 회 납품당 1 회 시행, 단 3 드럼 이하는 생략
c) 최대 정전용량 측정 : 1 회 납품당 1 회 시행, 단 3 드럼 이하는 생략

d) 부분 방전 측정 : 15 드럼과 그 단수마다 1 회 시행, 단 3 드럼 이하는 생략
e) 상온 인장강도와 신율 측정 : 1 회 납품당 1 회 시행, 단 3 드럼 이하는 생략
f) 외부 반도전층 박리 시험 : 1 회 납품당 1 회 시행, 단 3 드럼 이하는 생략

8.3 형식 시험

1드럼의 시료에 대해 **표 6**의 전 항목 특성에 대한 시험을 실시한다.

비고 가속 수트리 시험과 주파수 가속 열화시험 중 선택할 수 있다.

8.4 외관 검사

드럼에 감긴 상태에서 육안 또는 손의 촉감으로 드럼과 케이블의 손상상태에 대하여 검사하여 이상 여부를 확인한다.

8.5 구조 검사

8.5.1 일반

길이 약 60 cm의 시험편을 채취하여 다음과 같이 측정한다.

8.5.2 도체 바깥지름 측정

도체는 KS C IEC 60228 2등급의 연합된 도체로 만들어야 하며, 세부 도체 규격은 개별 규격에 의한다.

바깥지름은 단면에서 일정한 간격으로 6개소 이상을 KS C IEC 60811-203에 따라 측정한다.

8.5.3 절연체 두께와 바깥지름 측정

케이블 축에 직각인 동일 단면에서 일정한 간격으로 KS C IEC 60811-201에 따라 6개소 이상을 측정하여 각 규격에서 제시한 구조, 치수를 만족하여야 한다.

8.5.4 반도전층 두께 측정

8.5.3과 동일한 방법으로 측정하여 각 규격에서 제시한 구조, 치수를 만족하여야 한다. 단, 중성선에 의해 눌린 부분은 최솟값 측정 시 적용되지 않는다.

8.5.5 중성선, 방향, 피치 및 단면적 측정

적당한 방법으로 시스를 제거하고 측정하여 각 규격에서 제시한 구조, 치수를 만족하여야 한다.

8.5.6 시스 두께와 바깥지름 측정

케이블 축에 직각인 동일 단면에서 일정한 간격으로 KS C IEC 60811-202에 따라, 6개소 이상의 평균치와 최솟값을 구하여 각 규격에서 제시한 구조, 치수를 만족하여야 한다.

8.6 전기적 특성 시험

8.6.1 케이블의 저항과 정전용량

케이블의 저항과 정전용량은 **표 7**과 같다.

표 7 — 케이블의 저항과 정전용량

구분	공칭 단면적(Cu)				단위
	60 mm^2	200 mm^2	325 mm^2	600 mm^2	
직류 최대 도체저항(20 ℃)	0.305	0.091 5	0.056 8	0.030 8	(Ω/km)
최소 절연저항	3 000	2 000	2 000	1 500	(MΩ·km)
최대 정전용량	0.21	0.32	0.36	0.47	(μF/km)

도체저항은 상온에서 휘트스톤 브리지법 또는 이에 준하는 방법에 의하여 측정하고 km당 20 ℃로 환산한 결과가 **표 7**의 값 이하이어야 한다. 도체저항 온도환산계수는 KS C IEC 60228의 도체저항에 따른다.

절연저항은 상온에서 각 도체와 차폐간에 100 V 이상의 직류전압을 가하고 1분간 충전후의 절연저항을 직편법 또는 초절연계 등으로 측정한 후 km로 환산한 결과가 **표 7**의 값 이상이어야 한다.

정전용량은 상온에서 각 도체와 차폐간의 정전용량을 1 000 Hz 교류 브리지법 또는 이에 준하는 방법에 의하여 측정한 후 km로 환산한 결과가 **표 7**의 값 이하이어야 한다.

8.6.2 부분방전과 유전정접 시험

부분방전시험은 KS C IEC 60502-2의 16.3항에 따라 실시하고 유전정접 시험은 KS C IEC 60502-2의 18.2.6항에 따라 실시한다.

8.6.3 교류 내전압시험

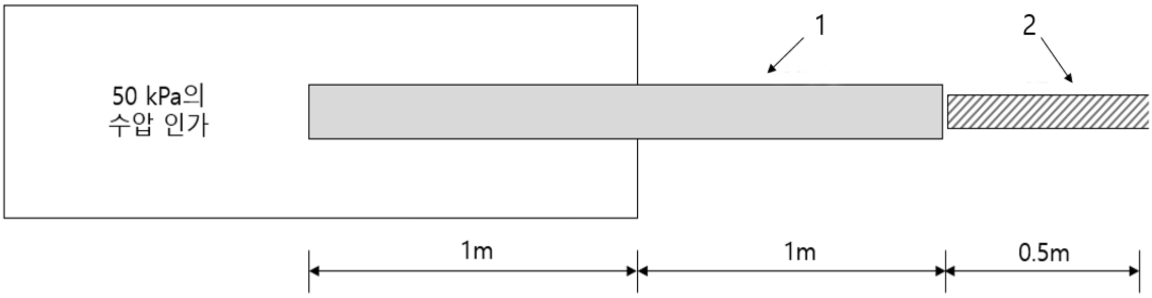
케이블 완성품에 대하여 KS C IEC 60502-2의 16.4에 따라, 주파수 59 ~ 61 Hz의 교류전압 46 kV를 도체와 차폐간에 5분간 인가하여 절연파괴가 없어야 한다.

8.7 물리적 특성 시험

8.7.1 수밀관련 시험

8.7.1.1 도체 수밀 시험

완제품 케이블의 시료를 시스, 중성선 및 부풀음 테이프를 제거한 후 절연된 상태의 시료를 아래 그림의 장치를 사용하여 50 kPa의 수압으로 24시간 가하여 타 단으로부터의 누수유무를 조사하여 누수가 없어야 한다. 단, 물은 육안으로 식별이 가능한 색을 갖는다.

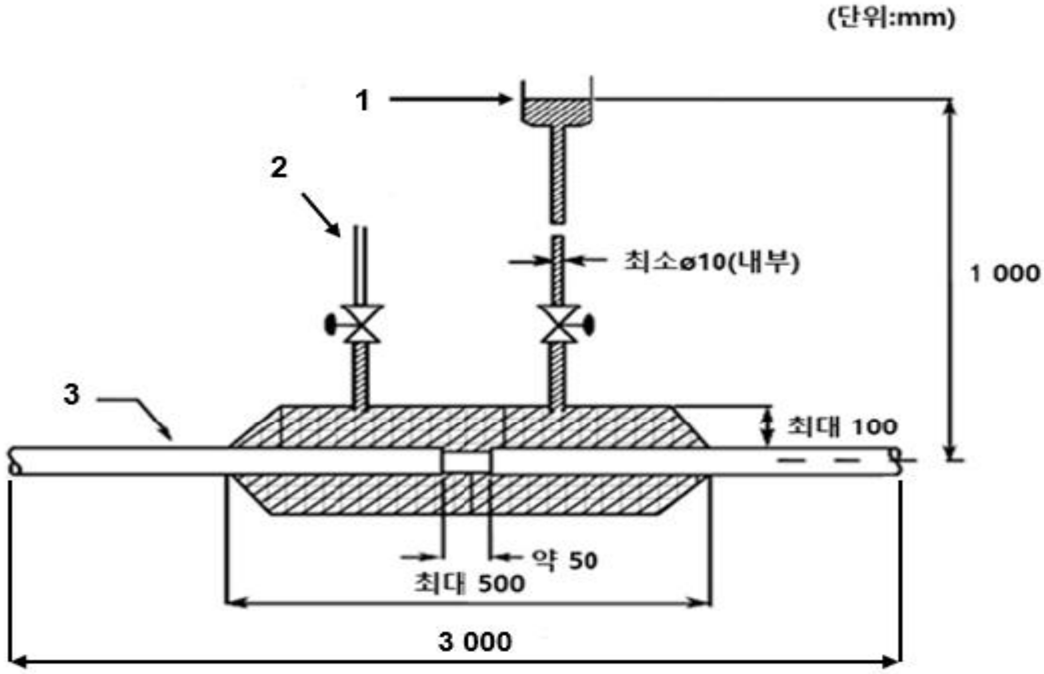


식별부호
1 절연체
2 도체

그림 1 — 도체 수밀 시험

8.7.1.2 중성선 수밀시험

중성선 수밀 관련 시험은 KS C IEC 60502-2의 19.24에 따르며, 시험방법과 판정은 KS C IEC 60502-2의 부속서 F에 따른다.



식별부호
1 물표면 탱크
2 배출구
3 케이블

그림 2 — 중성선 수밀 시험

8.7.2 절연층과 반도전층 검사

8.7.2.1 절연체용 컴파운드 이물질 검사

절연체용 컴파운드 내의 이물질 혼입 여부를 제조공정에서 연속적으로 온라인 검사하며, 검사량은 절연체 체적비로 0.01 % 이상이어야 한다. 이물질의 종류별 허용한도는 **표 8**과 같다

8.7.2.2 절연층 이물질 검사

케이블의 연속압출 조장의 양단에서 길이 약 5 cm의 시료를 취하여 두께 약 0.3 mm의 나선형 또는 슬라이스(slice)형의 시편을 연속 20매 준비하고 알코올 등으로 표면을 깨끗이 한 후(기공 검사 시료는 관찰이 용이하도록 적당한 염색을 하여도 좋다), 현미경으로 5 ~ 20배 확대하여 관찰하여 1차 검사를 하고, 1차 검사 시 발견된 이상 부분을 100배 정도로 확대하여 그 크기를 측정하며, 허용기준은 **표 8**과 같다.

표 8 — 절연체 이물질 허용기준

구분	기공	이물질 (불투명)	이물질 (amber)
최대 길이	70 μm 이하	100 μm 이하	200 μm 이하
밀도 (50 μm 이상)	1 cm^3당 1.8개 이하	1 cm^3당 0.9개 이하	−

8.7.2.3 반도전층 계면의 돌기와 기공 측정

반도전층과 절연층과의 계면에서의 기공의 최대크기는 내부 반도전층은 70 μm, 외부반도전층은 100 μm 이하이어야 한다. 반도전층과 절연층과의 경계면은 평활하여야 하며, 내부 반도전층의 경계면에서 절연체로 향한 돌기는 50 μm 이하, 반도전층으로 향한 돌기는 100 μm 이하이어야 하고, 외부 반도전층의 경계면에서는 절연체와 반도전층으로 향한 돌기는 모두 130 μm 이하이어야 한다.

측정방법은 **8.7.2.2**에 의한다. 단, 돌기는 높이가 폭의 1/2 이상인 것만 계수한다.

8.7.2.4 내부 반도전층의 불균일도 측정(절연체 내부 불순물 확인 포함)

이 시험은 케이블을 약 60 cm 길이로 잘라 외부 반도전층은 제거하고 유조에서 가열하는 등의 적당한 방법으로 (예시. 약 200 ℃ 로 40분이상 가열) 너무 과열되지 않도록 유의하여 절연체가 투명하도록 한 후, 내부 반도전층의 평활도와 불순물을 1 ~ 10배의 배율로 조사한다. 내부 반도전층은 평활하고 원형이어야 한다. 절연체 내의 불순물이나 내부 반도전층의 돌기 또는 변형부가 발견되면 절연체 위에 표시를 하고, 이 부위가 포함되도록 절개하여 시편을 만들어 **8.7.2.2**의 방법으로 측정한 후 cm^3당 불순물의 수를 계산한다. 불균일도는 **8.7.2.2**와 **8.7.2.3**의 기준치 이내이어야 한다. 내부 반도전층이 도체의 소선 표면을 따라 형성되는 정도를 나타내는 형상지수(convolution)는 ICEA S-94-649의 9.4.13.4에 따라 측정하여 180 μm 이하이어야 한다.

8.7.3 반도전층의 체적저항률 측정

8.7.3.1 내부 반도전층 체적저항률

케이블 시료를 반으로 갈라 도체를 빼낸 후 3 mm 이내의 그림붓으로 은분을 칠하여 전극을 만든다. 상온에서 1시간 이상 건조시킨 후 각 전극에 외부 연결용 단자를 연결한다. 두 전극간의 거리는 50 mm 이상으로 하여 전류를 인가하고 전위차계로 저항을 구한다. 시험은 (110 ± 2) ℃로 예열된 오븐에 시료를 넣고 6시간 경과 후에 측정하고 아래 식에 의해 구한 값이 1 000 Ω·m 이하이어야 한다. 여기서, *R*은 저항(Ω), *D*는 반도전층 바깥지름(m), *T*는 반도전층 평균두께(m), *L*은 전극간 거리(m)이다.

$$\text{체적저항률} = \frac{R\pi(D-T)T}{2L} \quad [\Omega \cdot \mathrm{m}]$$

8.7.3.2 외부 반도전층 체적저항률

케이블 시료의 외부 반도전층 위에 감긴 금속과 피복물질을 제거한 후 시편을 준비하여 위의 내부 반도전층 체적저항률에 따라 저항을 구한 후 아래 식에 의해 체적저항률을 구한다. 시험은 (110 ± 2) ℃에서 시행하며 외부 반도전층의 고온체적저항은 500 Ω·m 이하이어야 한다. 여기서, *R*은 저항(Ω), *D*는 반도전층 바깥지름(m), *T*는 반도전층 평균두께(m), *L*은 전극간 거리(m)이다.

$$\text{체적저항률} = \frac{R\pi(D-T)T}{L} \quad [\Omega \cdot \mathrm{m}]$$

8.7.4 인장강도와 신장율 측정

8.7.4.1 절연체 인장강도와 신장율

KS C IEC 60811-501에 따라 절연체에 대하여 시험한다. 단, 가열시간은 온도 (150 ± 3) ℃로 240시간 가열하며, 시험결과는 **표 9**의 값 이상이어야 한다.

8.7.4.2 시스 인장강도와 신장율

시스의 인장강도와 신장율을 ICEA S-94-649의 9.4.8과 9.4.9의 방법에 따라 시험한다. 폴리에틸렌 시스의 경우 온도 (100 ± 1) ℃로 48시간 가열하고, 폴리올레핀 시스의 경우 (110 ± 1) ℃로 480시간 가열하며 시험결과는 **표 9**의 값 이상이어야 한다.

표 9 — 케이블의 인장강도와 신장율 기준

구 분			CNPE-W	FR CNPO-W
절연체	상온	인장강도	12.5 N/mm^2 이상	
		신 장 율	350 % 이상	
	가열노화 후	인장강도	12.5 N/mm^2 이상	
		신 장 율	350 % 이상	
시스	상온	인장강도	9.6 N/mm^2 이상	9.0 N/mm^2 이상
		신 장 율	350 % 이상	125 % 이상
	가열노화 후	인장강도	노화전 값의 75 % 이상	9.0 N/mm^2 이상
		신 장 율	노화전 값의 75 % 이상	100 % 이상

8.7.5 신축 변형 특성 시험

8.7.5.1 절연체 수축(shrink back) 시험

KS C IEC 60811-502에 따라 절연체에 대하여 시험한다. 온도 130 ℃, 1시간 이후 측정했을 때 수축이 4 % 이내이어야 한다.

8.7.5.2 절연체 가열변형 시험(press tests at high temperature)

KS C IEC 60811-508의 4.3에 따라 절연체에 대하여 시험한다. 가열온도 (150 ± 1) ℃, 6시간으로 하중을 **표 10**에 따라 시험하였을 때 두께 감소율이 50 % 이하이어야 한다.

표 10 — 케이블 규격별 시험 하중

공칭 단면적	하중 (N)	무게(kg)
60 mm^2	11.8	1.2
200 mm^2	13.7	1.4
325 mm^2	15.7	1.6
600 mm^2	16.7	1.7

8.7.5.3 시스 가열변형 시험

폴리에틸렌 시스는 ICEA S-94-649의 9.7.2항에 따라 시험한다. 가열온도는 (100 ± 1) ℃로 하고, 하중을 2.0 kg으로 시험 하였을 때 두께 감소율이 30 % 이하이어야 한다.

폴리올레핀 시스는 ICEA S-94-649의 9.7.2항에 따라 시험한다. 가열온도는 (121 ± 1) ℃로 하고, 하중을 1.0 kg으로 시험 하였을 때 두께 감소율이 50 % 이하이어야 한다.

8.7.6 외부 반도전층 박리 시험

온도 (20 ± 5) ℃ 환경에서 약 40 cm 시료의 반도전층을 면도칼 등 적당한 기구를 사용하여 절연체 부분이 약간 손상될 정도의 깊이로 시료 축방향으로 10 mm 폭씩 120° 간격으로 3등분하여 평행하게 자른다. 절단된 반도전층을 약 5 cm 정도 벗겨 박리력 측정이 가능한 기구에 붙잡아 매고 시료가 180°가 되도록 약 (250 ± 50) mm/min의 속도로 시료의 중앙부분까지 벗기면서 측정된 박리력을 기록한다. 측정은 시료의 외부 반도전층 둘레 전체에 대하여 시행한다. 이때 절연체의 일부분이 벗겨지거나 반도전층이 절연체에 부분적으로 남지 않도록 벗겨져야 하며, 절연체 표면 위에 솔벤트를 묻힌 천으로 가볍게 문질러 제거할 수 없는 도전성 물질이 남지 않아야 한다. 또한, 박리력은 8 ~ 40 N의 범위이어야 한다.

8.7.7 내환경성 시험

8.7.7.1 시스 환경응력균열 시험

길이 약 38.1 mm, 너비 약 12.7 mm의 시험 표본 3개를 준비하고 이를 200 mm 길이에 바깥지름이 32 mm인 시험용 튜브에 설치된 슬리트로 외부에서 구부린다. 10 %의 균열제 용액(Igepal CO-630 또는 동일한 성분의 제품)과 90 % 물을 넣어 표본이 완전히 잠기게 한다. 포일로 감싼 코르크와 같은 재료로 적절하게 감싼 시험용 튜브를 (50 ± 1) ℃의 오븐에 48시간 동안 둔다. 완료 시간에 도달하면 표본을 꺼내고 실온에 맞춰 식힌 후 균열을 검사한다.

8.7.7.2 완성품 난연성 시험

CNPE-W의 경우, KS C IEC 60332-1-2에 의하여 시험하며, 자기 소화성이 있어 연소를 계속치 않아야 한다.

FR CNPO-W의 경우, KS C IEC 60332-3-24에 의하여 시험하며, 버너로부터 탄화길이가 2.5 m를 초과하지 않아야 한다.

8.7.7.3 완성품 연기밀도 시험

FR CNPO-W의 경우, KS C IEC 61034-2에 의하여 시험하며, 빛 투과율은 60% 이상이어야 한다.

8.7.7.4 시스 산소지수 시험

KS M ISO 4589-2에 따라 제품 생산에 사용되는 동일한 컴파운드를 사용하여 시험편의 형태 I(길이 (80 ~ 150) mm, 폭 6.5 mm, 두께 3 mm)을 제작하여 시험한다. 폴리에틸렌 시스의 경우 산소지수 (oxygen index)는 28 % 이상이어야 하며 폴리올레핀 시스의 경우 30% 이상이어야 한다.

8.7.7.5 시스 흡광계수 시험

ICEA S-94-649의 10.3.1.2에 따라 시험했을 때 320(흡광도/mm) 이상 이어야 한다.

8.7.8 시스 특성 시험

폴리에틸렌 시스 특성 시험은 시스의 녹는점을 KS M ISO 11357-3에 따라 시험했을 때 (123 ± 5) ℃ 이어야 한다. 이 때 승온속도는 20 ℃/min으로 한다.

8.7.9 반도전층내 이온성 불순물 함량 측정

케이블 완성품에서 반도전층을 채취하여 무게를 정확하게 측정(*Ws*)한 후 깨끗한 도가니에 넣는다. 시료가 담긴 도가니 외에 빈 도가니를 2개 준비한다. 전기로에서 400 ℃ 4시간, 800 ℃ 6시간 동안 태운다. 5 % 질산용액으로 재가 된 시료를 녹여 100 ml의 플라스크에 채우고, 유도결합 플라즈마 장치를 이용하여 농도를 측정한다. 측정된 이온농도에서 빈 도가니로 얻은 농도를 제한 값(*D*)을 구한 후 아래의 식을 이용하여 이온성 불순물 함량을 구하며, 내부 반도전층은 0.03 % 이하, 외부 반도전층은 0.15 % 이하이어야 한다. 이때, 이온성 불순물은 Ca, Si, Fe, Al, Zn, Cu, Mg, Na, Ni, K의 10종으로 한다.

$$\text{이온성 불순물 함량 (\%)} = (100\ \text{ml} \times D) / Ws \times 10\ 000$$

8.7.10 수분흡습 시험(water absorption test on insulation)

KS C IEC 60811-402에 따라 절연체에 대하여 온도 85 ℃, 336시간 이후 시험했을 때 중량변화가 1 mg/cm^2 이하이어야 한다.

8.7.11 시차주사열량 측정(DSC, differential scanning calorimetry)

절연층에서 시료를 10 mg 채취한 후, 승온속도는 20 ℃/min으로 하여 온도 측정범위를 –80 ℃에서 200 ℃까지 설정하고(불가시 0 ℃에서 200 ℃까지) 동일한 조건에서 2회 측정한다. 2번째 스캔 데이터에서 가장 높은 온도(T_m)를 녹는점으로 하며, 150 ℃이상이어야 한다.

8.8 가속 수트리 시험과 주파수 가속열화 시험

이 시험들은 내부 반도전층, 절연체, 외부 반도전층 수분이 존재하는 조건에서 열적이고 전기적 인 가속열화 전후에 이 규격에서 요구하는 제반 특성을 만족함을 확인하기 위한 시험이다.

이 시험에 사용되는 모든 케이블 시료는 동일 공정에서 연속적으로 제조된 것이어야 하며, 시료는 제조 후 7일 이상 된 케이블을 사용하고, 시스는 모두 제거한다. 단, 충실 시스까지 완성된 구간에

연속해서 중성선 공정까지만 진행한 미완성의 케이블 조장이 연결된 형태와 같이 동일한 공정으로 생산한 것을 증명할 경우 중성선 공정까지 진행된 시료도 사용할 수 있다.

제조사는 가속 수트리 시험 또는 주파수 가속 열화시험 중에 선택할 수 있다.

8.8.1 가속 수트리 시험

이 시험은 **그림 3**에 따라 순서대로 시행한다. 온도 열화를 위해 사용되는 관은 PE 또는 PVC관으로서 케이블 60 mm^2는 안지름 80 mm, 200 mm^2 이상은 안지름 100 mm 관을 사용한다. 단, 가속 수트리 시험은 케이블 325 mm^2가 시험에 합격한 경우 타 규격의 케이블은 시험을 생략할 수 있다.

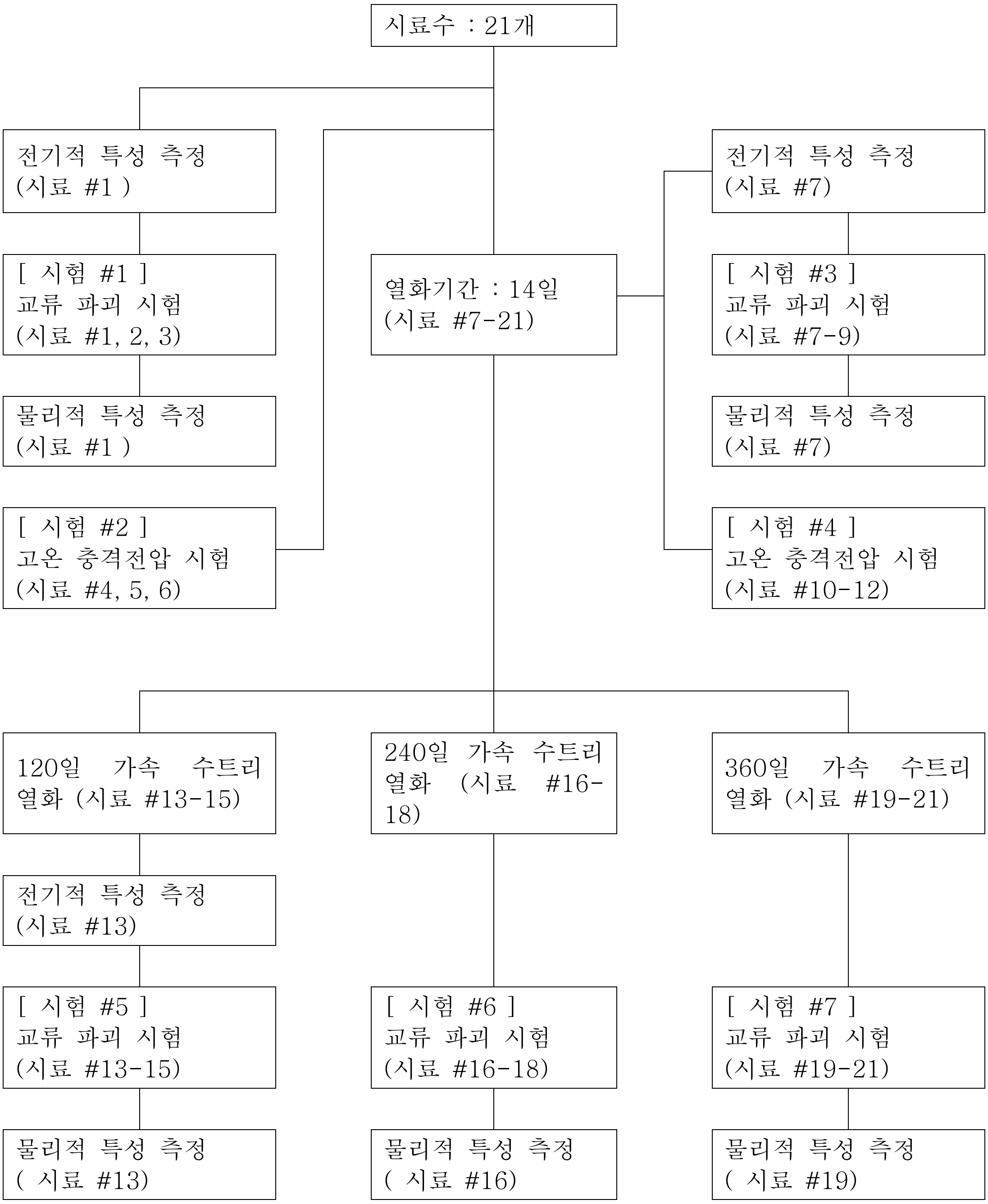


그림 3 — 가속 수트리 시험 순서

8.8.1.1 일반 시험

8.8.1.1.1 전기적 특성 측정

건전 시료와 열화 후 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정한다. 부분방전시험은 KS C IEC 60502-2의 16.3항에 따라 실시하고 유전정접 시험은 KS C IEC 60502-2의 18.2.6에 따라 실시한다.

8.8.1.1.2 교류 파괴 시험

유효 시료길이 약 6 m의 시료를 취하여 상온에서 59 ~ 61Hz의 교류전압으로 시험한다.
최초에는 30 kV를 5분간 인가하고, 이후 10 kV 상승시켜 5분간 유지하는 과정을 파괴가 발생할 때까지 계속한다. 파괴부위를 절단, 조사하고 파괴원인을 상세히 파악하여 기록한다. 시험 중에 단말부가 파괴되면 재시공 후 시험을 계속한다. 이 경우 30 kV 인가 30초 유지, 이후 10 kV 상승 30초 유지를 단말부 파괴 시 전압까지 계속한다. 이후로는 10 kV씩 상승시켜 5분간 유지를 케이블의 절연파괴 시까지 계속하며, 전원용량 부족 등의 이유로 중간에 중지하여서는 안 된다. 166 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.1.1.3 물리적 특성 시험

시험방법과 판정기준은 **8.5.3**, **8.5.4** 및 **8.7.6**과 동일하다.

8.8.1.1.4 고온 충격전압 시험

이 시험은 IEEE Std. 82에 따라 시행하며, 시료 케이블의 길이는 유효 시료길이 약 4 m이며, 길이 2 m의 관에 시료를 넣고 관의 양 끝은 밀폐시킨 상태에서 시험한다. 도체에 전류를 흘려 도체온도 (127.5 ± 2.5) ℃를 유지시킨다. 충격전압 150 kV를 정/부극성으로 각 10 kV씩 인가한다. 이후 40 kV씩 상승시키고 3회의 부극성 임펄스 전압을 인가하는 것을 파괴가 일어날 때까지 계속한 후, 파괴부위를 절단, 조사하여 파괴원인을 상세히 파악하여 기록한다. 310 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.1.1.5 저항안정 시험

ICEA T-25-425 10.5.3에 따르며, 내부 반도전층은 1 000 Ω·m이하, 외부 반도전층은 500 Ω·m 이하이어야 하고 저항안정 시험은 다음 판정기준에 적합하여야 한다.

$$\mathrm{Log}\ P(n\text{-}14) + \mathrm{Log}\ P(n\text{-}28) + \mathrm{Log}\ P(n\text{-}42) + 0.3 \geq 3\mathrm{Log}\ Pn \quad (1)$$

$$2 \times [P(n\text{-}14)] \times [P(n\text{-}28)] \times [P(n\text{-}42)] \geq Pn3 \quad (2)$$

· 시험조건 : 내부 반도전층 130 ℃, 외부 반도전층 120 ℃

· *P(n-42), P(n-28), P(n-14)* : 초기, 14일, 28일에 측정한 체적저항

· *Pn : n* (n≥42)일째 측정한 체적저항

8.8.1.2 장기 과통전 시험

8.8.1.2.1 열화방법

신품 케이블 내에 남아 있는 다량의 휘발성분을 제거하기 위한 사전작업으로서, **그림 3**의 #3 - #7시험을 하기에 충분한 케이블을 열화시킨다. 케이블을 관에 설치하고 양끝을 밀폐시킨 상태에서 케이블에 AC전류를 인가하여 도체온도를 상승시킨다. 부하인가 주기는 24시간을 1주기로 하여 처음 8시간은 전류를 흘리고 나머지 16시간은 전류를 차단한다. 관 내부의 도체 온도는 전류 인가 시 최소 4시간 동안은 130 ℃를 유지하여야 한다.

다음 주기를 시작하기 직전에 도체온도와 주위온도의 온도차가 5 ℃ 이내이어야 한다.

열화 시 전압은 인가하지 않는다. 케이블은 이러한 열화를 14주기 반복한다. 시험 전에 모의 케이블을 설치하여 시험용 케이블과 같은 방법으로 부하를 인가하고 도체에 열전대 (thermocouple)를 설치하여 온도 보정을 실시한 후 시험을 하여야 한다.

8.8.1.2.2 전기적 특성 측정

건전 시료와 열화 후 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정한다. 측정방법과 판정기준은 **8.6.2**에 의한다.

8.8.1.2.3 교류 파괴 시험

유효 시료길이 약 6 m의 시료를 취하여 상온에서 59 ~ 61Hz의 교류전압으로 시험한다.

최초에는 30 kV를 5분간 인가하고, 이후 10 kV 상승시켜 5분간 유지하는 과정을 파괴가 발생할 때까지 계속한다. 파괴부위를 절단, 조사하고 파괴원인을 상세히 파악하여 기록한다. 시험 중에 단말부가 파괴되면 재시공 후 시험을 계속한다. 이 경우 30 kV 인가 30초 유지, 이후 10 kV 상승 30초 유지를 단말부 파괴 시 전압까지 계속한다. 이후로는 10 kV씩 상승시켜 5분간 유지를 케이블의 절연파괴 시까지 계속하며, 전원용량 부족 등의 이유로 중간에 중지하여서는 안 된다. 166 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.1.2.4 물리적 특성 시험

시험방법과 판정기준은 **8.5.3**, **8.5.4** 및 **8.7.6**과 동일하다.

8.8.1.2.5 고온 충격전압 시험

이 시험은 IEEE Std. 82에 따라 시행하며, 시료 케이블의 길이는 유효 시료길이 약 4 m이며, 길이 2 m의 관에 시료를 넣고 관의 양 끝은 밀폐시킨 상태에서 시험한다. 도체에 전류를 흘려 도체온도 (127.5 ± 2.5) ℃를 유지시킨다. 충격전압 150 kV를 정/부극성으로 각 10 kV씩 인가한다. 이후 40 kV씩 상승시키고 3회의 부극성 임펄스 전압을 인가하는 것을 파괴가 일어날 때까지 계속한 후, 파괴부위를 절단, 조사하여 파괴원인을 상세히 파악하여 기록한다. 310 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.1.3 가속 수트리 시험

8.8.1.3.1 열화방법

그림 3과 같이 장기 과통전으로 14주기 열화 시킨 케이블을 사용한다.

수돗물을 충진한 관에 **그림 3**의 #5 - #7 시험에 충분한 양의 케이블을 설치하고 59 ~ 61 Hz, (40 ± 1) kV를 인가한다. 열화시험은 각각의 단위길이 6 m의 시료를 사용하거나 연속된 길이를 열화시켜 잘라서 사용하여도 된다. 열화방법은 ICEA S-94-649의 10.1에 의한다. 단, 반도전체 표면의 온도는 (47 ± 2) ℃를 유지하게 전류를 인가한다. 관내 물의 pH를 열화 중에 0, 120, 240, 360일에 각각 측정하여 기록한다. 시험 중에 설비나 시료의 유지보수를 위하여 중간에 시험을 중지할 수 있으며, 중지 기간은 열화기간에 포함되지 않는다. 각 3개씩의 시료를 120일, 240일, 360일간 열화시킨다. 가속 수트리 열화 도중에 케이블의 절연파괴가 발생하는 경우 불합격 처리하며, 파괴부위를 절단하여 사고원인을 조사·기록한다.

8.8.1.3.2 전기적 특성 측정

건전 시료와 열화 후 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정한다. 측정방법과 판정기준은 **8.6.2** 에 의한다.

8.8.1.3.3 부분방전과 유전정접 측정

가속 수트리 열화된 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정하며, 측정방법과 판정기준은 장기과통전 시험과 동일하다.

8.8.1.3.4 교류 파괴 시험

수트리 시험 종료 후 24시간 이내에 시험(시험 #5, #6, #7)하며, 24시간 이내에 시험이 불가능할 경우 시료는 시험 전까지 열화를 위하여 사용되었던 관 속에 물이 채워진 상태로 보관되어야 한다. 시험방법과 시험조건은 장기과통전 시험의 **8.8.1.2.3**과 같으며, 102 kV이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.1.3.5 물리적 특성 시험

시험방법과 판정기준은 **8.5.3**, **8.5.4** 및 **8.7.6**과 동일하다.

8.8.1.3.6 V-t 특성(참고시험)

건전시료, 장기과통전 열화 시료 및 가속 수트리 열화 시료에 대한 교류파괴시험(시험 #1, #3, #5, #6, #7)에서 얻은 열화시간과 파괴전압과의 관계를 V-t 곡선으로 작성하여 제출하여야 한다.

8.8.2 주파수 가속 열화 시험

이 시험은 **그림 4**에 따라 순서대로 시행한다. 단, 케이블 325 mm^{2}가 시험에 합격한 경우 타 규격의 케이블은 시험을 생략할 수 있다. 온도 열화를 위해 사용되는 수조는 스테인레스 재질로 길이 90 m 이상의 325 mm^2 케이블이 충분히 잠길 수 있어야 한다.

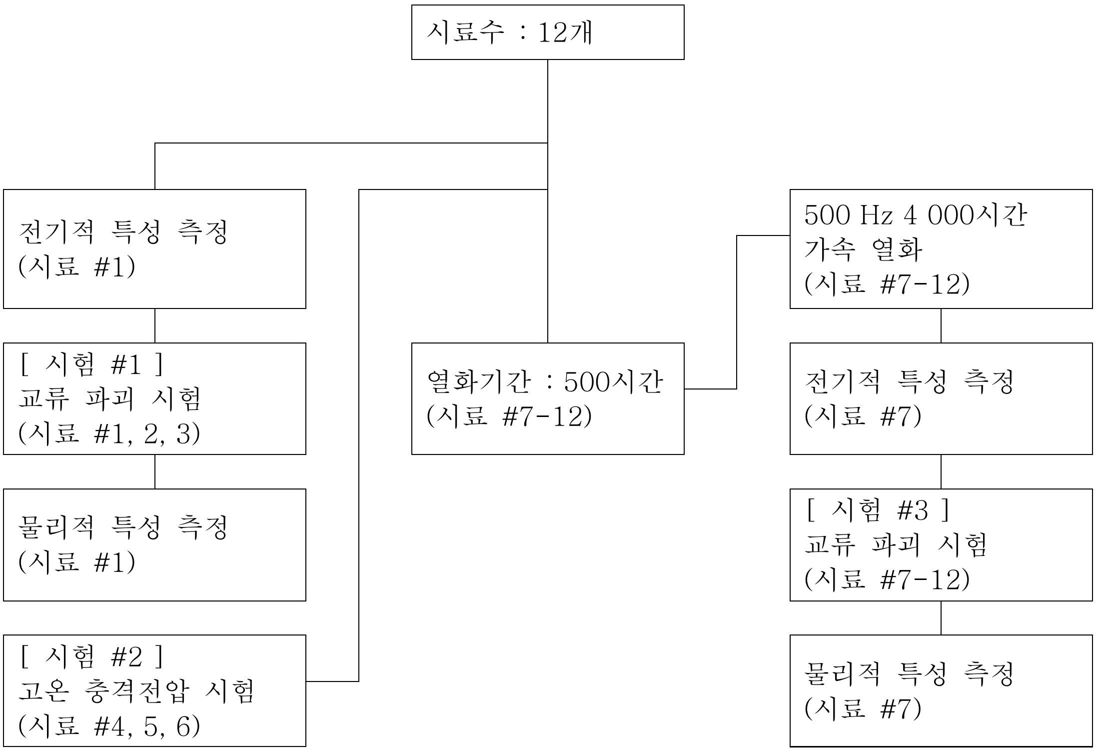


그림 4 — 주파수 가속열화시험 순서

8.8.2.1 일반 시험

8.8.2.1.1 전기적 특성 측정

건전 시료와 열화 후 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정한다. 측정방법과 판정기준은 **8.6.2** 에 의한다.

8.8.2.1.2 교류 파괴 시험

유효 시료길이 약 6 m의 시료를 취하여 상온에서 59 ~ 61 Hz의 교류전압으로 시험한다. 최초에는 30 kV를 5분간 인가하고, 이후 10 kV 상승시켜 5분간 유지하는 과정을 파괴가 발생할 때까지 계속한다. 파괴부위를 절단, 조사하고 파괴원인을 상세히 파악하여 기록한다. 시험 중에 단말부가 파괴되면 재시공 후 시험을 계속한다. 이 경우 30 kV 인가 30초 유지, 이후 10 kV 상승 30초 유지를 단말부 파괴시 전압까지 계속한다. 이후로는 10 kV씩 상승시켜 5분간 유지를 케이블의 절연파괴 시까지 계속하며, 전원용량 부족 등의 이유로 중간에 중지하여서는 안 된다. 166 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.2.1.3 물리적 특성 시험

시험방법과 판정기준은 **8.5.3**, **8.5.4** 및 **8.7.6**과 동일하다.

8.8.2.1.4 고온 충격전압 시험

이 시험은 IEEE Std. 82에 따라 시행하며, 시료 케이블의 길이는 유효 시료길이 약 4 m이며, 길이 2 m의 관에 시료를 넣고 관의 양 끝은 밀폐시킨 상태에서 시험한다. 도체에 전류를 흘려 도체온도 (127.5 ± 2.5) ℃를 유지시킨다. 충격전압 150 kV를 정/부극성으로 각 10 kV씩 인가한다. 이후 40 kV씩 상승시키고 3회의 부극성 임펄스 전압을 인가하는 것을 파괴가 일어날 때까지 계속한 후, 파괴부위를 절단, 조사하여 파괴원인을 상세히 파악하여 기록한다. 310 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.2.1.5 저항안정 시험

시험 방법은 **8.8.1.1.5**를 따른다.

8.8.2.2 주파수 가속 열화 시험

8.8.2.2.1 사전 작업

신품 케이블 내에 남아 있는 다량의 휘발성분을 제거하기 위한 사전 작업으로서, **그림 4**의 #7 - #12 시험을 하기에 충분한 케이블을 물 온도 (55 ± 5) ℃ 수조에 넣고 최소 500시간 열화시킨다.

8.8.2.2.2 주파수 가속 열화 방법

사전 작업으로 500시간 열화시킨 케이블을 사용하여 (45 ± 5) ℃ 수조에 넣고 **그림 4**의 #3 시험에 충분한 양의 케이블을 설치하고 500 Hz, (40 ± 1) kV를 인가하고 4 000시간 열화시킨다. 열화방법은 CENELEC HD 605의 5.4.6에 의한다. 수조내의 물의 pH를 열화 중에 0, 1 000, 2 000, 3 000, 4 000시간에 각각 측정하여 기록한다. 시험 중에 설비나 시료의 유지보수를 위하여 중간에 시험을 중지할 수 있으며, 중지 기간은 열화기간에 포함되지 않는다. 시험 도중에 케이블의 절연파괴가 발생하는 경우 불합격 처리하며, 파괴부위를 절단하여 사고원인을 조사·기록한다.

8.8.2.2.3 전기적 특성 측정

건전 시료와 열화 후 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정한다. 측정방법과 판정기준은 **8.6.2**에 의한다.

8.8.2.2.4 부분방전과 유전정접 측정

가속 수트리 열화된 시료를 대상으로 부분방전과 유전정접을 측정하며, 측정방법과 판정기준은 장기 과통전 시험과 동일하다.

8.8.2.2.5 교류 파괴 시험

수트리 시험 종료 후 24시간 이내에 시험(시험 #5, #6, #7)하며, 24시간 이내에 시험이 불가능할 경우 시료는 시험 전까지 열화를 위하여 사용되었던 관 속에 물이 채워진 상태로 보관되어야 한다. 시험방법과 시험조건은 장기과통전 시험의 **8.8.1.2.3**과 같으며, 102 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다.

8.8.2.2.6 물리적 특성 시험

시험방법과 판정기준은 **8.5.3**, **8.5.4** 및 **8.7.6**과 동일하다.

8.8.2.2.7 V-t 특성(참고시험)

건전시료, 장기과통전 열화 시료 및 가속 수트리 열화 시료에 대한 교류파괴시험(시험 #1, #3, #5, #6, #7)에서 얻은 열화시간과 파괴전압과의 관계를 V-t 곡선으로 작성한다.

8.9 열적·기계적 특성 시험

8.9.1 시료

60 mm² 케이블은 직경 80 mm관, 200 mm² 이상 케이블은 100 mm관을 사용한다. 시험관은 각 4.6

m인 두 개의 관을 80 mm관은 반경이 330 mm, 100 mm관은 반경이 406 mm인 U밴드로 연결한 형태를 사용한다.

8.9.2 열화 주기

케이블은 14주기 동안 열화시킨다. 각 주기는 24시간으로서 전류인가와 차단으로 되어 있다. 인가시에는 6시간 동안 도체의 온도가 (127.5 ± 2.5) ℃가 되도록 전류를 가하며, 이때 전압은 인가하지 않는다. 도체온도가 130 ℃인 경우에 도체와 시스간의 온도 차는 42 ℃이하이어야 한다. 온도측정은 관내의 중간지점에서 한다. 전류인가 기준은 시험 전에 기준 케이블을 설치하여 열전대로 온도를 측정하여 정한다. 전류 차단시기에는 케이블의 도체온도는 주위온도와 온도 차가 5 ℃ 이내이어야 한다. 이 조건을 만족하지 못하면 5주기와 10주기 인가 후에 24시간 시험을 중지한 후 부하주기 인가를 재개하며, 중지기간은 열화기간에 포함되지 않는다. 어떤 이유로 인해 온도가 규정치 이하로 낮아지는 경우 이 주기시험을 1회 반복한다.

8.9.3 전기적 특성 측정

14주기 열화 후에 케이블의 부분방전과 유전정접을 상온과 130 ℃에서 측정한다. 측정방법과 판정기준은 **8.6.2**에 의한다.

8.9.4 물리적 특성 시험

전기적 특성 측정 후 굴곡중심부에서 0.9 m 길이로 시료를 채취하여 절연체, 내·외부 반도전층 및 시스의 두께를 측정한다. 이 측정은 열화되지 않은 건전 케이블에 대해서도 시행하여 두 결과 모두를 기록한다. 또한 열화 전·후 케이블의 시스와 단면을 사진 촬영하여 제출한다. 이 사진은 열적·기계적 시험 시 발생한 물리적 변화를 명확히 나타내어야 한다. 시험 중에 시스에 균열이 발생하거나 구멍이 생기는 경우 불합격 처리한다.

8.10 절연압출공정 적합성 시험

8.10.1 유전정접 측정

시료의 유전정접은 13.2 kV를 인가하고 교류전류를 인가하여 도체온도 110 ℃, 130 ℃, 상온의 순서로 측정한다. 시료는 기중에 매달아야 하며, 유전정접은 상기 온도에 도달하여 안정화된 이후에 측정하되, 가급적 짧은 시간 내에 기준온도에 도달하여야 한다. 모든 경우에 유전정접은 0.5 % 이하이어야 한다.

8.10.2 교류 파괴 시험

유전정접 측정 후 장기과통전 시험의 교류 파괴 시험에 의해 시험하며, 123 kV 이하에서 절연파괴 시 불합격 처리한다. 케이블의 절연파괴 전압과 파괴부의 절연체 두께를 측정하여 기록한다.

8.11 할로겐산 발생량 시험

절연체 및 폴리올레핀(PO) 시스를 대상으로 KS C IEC 60754-1 에 의하여 시험하며, 두 개의 시험편 측정 평균으로 구한 HCl 가스 함유량이 0.5 % 이하여야 한다.

8.12 플루오린 함량 시험

절연체 및 폴리올레핀(PO) 시스를 대상으로 KS C IEC 60684-2, 45.2에 의하여 시험하며, 플루오린 함량이 0.1 % 이하여야 한다.

8.13 수소이온농도와 전도도

절연체 및 폴리올레핀(PO) 시스를 대상으로 KS C IEC 60754-2에 의하여 시험하며, 3번의 시험 측정 후 평균값, 표준 편차 및 변환 계수를 구한다.

변환 계수가 5 %를 초과할 경우 추가로 3번의 시험을 수행하고 6개의 값을 사용하여 평균값, 표준 편차 및 변환 계수를 재계산해야 한다.

시험 완료 후 pH농도의 평균값은 4.3 이상이어야 하며, 전도도의 평균값은 10 μS/mm 이하여야 한다.

9 검사

검사는 **7**절에 따라 시험하였을 때 **6**, **8, 11**절에 적합하여야 한다.

10 포장

포장은 1가닥씩 드럼 또는 다발로 하고, 운반 도중 손상되지 않도록 적당한 방법으로 한다.

11 표시

11.1 포장의 표시

포장에는 적당한 방법으로 다음 사항을 표시한다.

a) 단체표준 표시 도표(EWQ)
b) 인증번호
c) 단체표준번호
d) 종류 또는 기호
e) 제조자 명 또는 그 약호
f) 제조연도
g) 기타 산업표준화법에 의한 표시 사항

다만, 주문생산인 경우에는 제조자와 판매자를 별도로 표시하여야 한다.

11.2 케이블의 표시

케이블에는 보기 쉬운 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 다음 사항을 연속 표시하여야 한다.

a) 단체표준 표시 도표(EWQ)
b) 인증번호
c) 단체표준번호
d) 종류 또는 기호
e) 선심수 및 공칭 단면적
f) 제조자 명 또는 그 약호
g) 제조연도

다만, 주문생산인 경우에는 제조자 명 또는 그 약호를 실 제조자의 단체표준 인증번호로 갈음할 수 있다.

참고문헌

발행연도가 표기되지 않은 참고문헌은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

[1] ASTM D 6097, Standard Test Method for Relative Resistance to Vented Water-Tree Growth in Solid dielectric Insulating Materials

[2] ICEA P-45-482, Short-Circuit Performance of Metallic Shields & Sheaths

[3] ASTM D 1693, Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics

[4] ICEA S-94-649, Concentric Neutral Cables Rated 5,000 - 46,000 Volts

[5] ICEA T-25-425, Guide for Establishing Stability of Volume Resistivity for Semiconducting Polymeric Components of Power Cables

[6] IEEE 82, Test Procedure for Impulse voltage tests on Insulated Conductors

[7] CENELEC HD 605 S3, Electric cables - Additional test methods

[8] CENELEC HD 620 S2, Distribution cables with extruded insulation for rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to and including 20,8/36 (42) kV

[9] GS-6145-0105, 22.9 kV 친환경 충실 전력케이블

SPS-C-KWS-502-7523:2025
해 설

이 해설은 본체에 규정한 사항과 이들과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 표준의 제정 경위

이 표준의 제정은 수밀형 알루미늄 압축도체에 폴리프로필렌으로 절연한 도체를 포함하고, 연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌으로 충실 시스를 한 전력 케이블을 단체표준으로 규정하고 단체표준 심사위원회를 거쳐 제정하게 되었다.

2 제정 주안 사항

기존 가교 폴리에틸렌(XLPE, cross-linked polyethylene) 절연 케이블은 가교 공정이 필요하여, 공정 상 메탄가스(이산화탄소)가 발생하며, 재활용이 불가하다. 이에 따라 가교 공정이 없어 메탄가스 발생이 없고 재활용이 가능한 폴리프로필렌(polypropylene)을 절연으로 하는 제품에 대해 여러 관계자의 제정 요구에 따라 한전 구매 규격 GS-6145-0097, 22.9 kV 친환경 충실 알루미늄 전력케이블을 인용하여 신규로 제정하게 되었다.

3 개발 필요성과 주요 특성 비교

해설 표 1 — 개발 필요성과 개발로 인한 효과

개발 필요 사유	폴리프로필렌 절연 케이블 개발로 인한 효과
− XLPE 케이블 접속재 부풀음 고장 발생 빈번하여 가교 잔류가스 자연방출 시간 필요	− 비가교 절연물 사용으로 인한 탄소 저감 및 선로 사고 저감 효과
− 과부하 및 비상운전 마진 확보 필요 − 기자재 비용 절감 및 수명 증대 필요	− 운전 용량 및 수명 증가 (90 ℃ → 110 ℃)
− XLPE 재활용 불가 및 소각 처리로 인한 절연 폐기물 처리비용 증가	− 친환경 소재 사용으로 재활용 가능

4 기대 효과

a) 안전과 신뢰성(고효율) 측면

- 안정적 선로 운영 가능
  고 내열 절연체로 과부하와 비상 운전 마진 확보
  우수한 lightning과 switching impulse 특성 (XLPE 대비 120 %)

- 송배전 선로 고장률 저감
  water tree(수트리) 저감, 메탄가스에 의한 접속재 부풀음 사고 저감

- 신재생에너지 연계와 전력 혼잡 구간 운영 최적화 (XLPE 대비 110 ~ 120 % 증용량)

b) 경제성 측면

- 사용자 측면 : 고효율 전력 케이블 사용으로 기자재 비용 절감
- 공급자 측면 : 제조 시간 감축에 따른 에너지 절감 (가교와 건조 공정 불필요)

c) 친환경 및 산업기술 선도 측면

- 친환경 : 탄소 저감을 통한 세계적 기후변화 대응 정책 수렴
- 재활용 : 케이블 사용 후 플라스틱 재활용 가능, 폐기 비용 절감
- 기술선도 : IEC 등 국제기술 선도와 수출을 통한 국가 경쟁력 제고

5 유사 표준과의 비교

KS C 3404 표준과 SPS-C-KWS-502-7523 표준과의 비교는 아래와 같다.

해설 표 2 — 유사 표준과의 비교

구분	유사표준 (KS C 3404)	이 표준 (SPS-C-KWS-502-7523)	비고 (차이점)
표준명	22.9 kV 동심 중성선 전력 케이블	22.9 kV 폴리프로필렌(PP) 절연 폴리에틸렌 또는 폴리올 레핀 시스 동 전력 케이블	−
적용 범위	이 표준은 22.9kV−Y 다중 접지 계통의 지중 배전 선로에 사용하는 전력 케이블로서 도체를 가교 폴리에틸렌으로 절연하고, 중성선을 동심원상으로 감아 붙이며, 그 위를 염화비닐수지(이하 비닐이라 한다.), 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀으로 시스한 동심 중성선 전력 케이블(이하 케이블이라 한다.)에 대하여 규정한다.	이 표준은 22.9 kV 다중접지 지중 배전선로용으로, 수밀형 압축도체 위에 열가소성 폴리프로필렌(polypropylene)으로 절연하고, 연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀으로 시스를 한 전력 케이블(이하 “케이블”이라 한다)에 대하여 적용한다.	폴리프로필렌 절연체 적용
도체	연동선	연동선	−
절연체 재료	가교 폴리에틸렌 (XLPE)	폴리프로필렌 (PP)	XLPE : 내열온도 90 ℃, 재활용 불가능 PP : 내열온도 110 ℃, 재활용 가능
시스 재료	폴리염화비닐 (PVC) 폴리에틸렌 (PE) 저독성 난연 폴리올레핀 (ST_8)	폴리에틸렌 (PE) 폴리올레핀 (PO)	−
주요 시험 비교	인장 시험 절연체 XLPE 인장강도 : 1.27 kg/mm^2 이상 신장률 : 250 % 이상 가열 온도 : 121 ℃, 168 h 가열 노화 후 인장강도 : 노화 전 값의 75 % 이상 가열 노화 후 신장률 : 노화 전 값의 75 % 이상	인장 시험 절연체 PP 인장강도 : 12.5 N/mm^2 이상 신장률 : 350 % 이상 가열 온도 : 150 ℃, 240 h 가열 노화 후 인장강도 : 12.5 N/mm^2 이상 가열 노화 후 신장률 : 신장률 : 350 % 이상	재료 차이에 의해 인장강도 및 신장률 기준 값이 다르며, 가열 온도 및 가열 시간이 다름.

해설 표 2 — 유사 표준과의 비교 (계속)

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">유사표준
(KS C 3404)</th><th colspan="2">이 표준
(SPS-C-KWS-502-7523)</th><th>비고
(차이점)</th></tr>
<tr><td rowspan="10">주요
시험
비교</td><td colspan="2">인장 시험</td><td colspan="2">인장 시험</td><td rowspan="4">시스 PE는 동일 재료지만 도체 최고 허용 온도 차이에 따라 GS-6145-0105 기준 값 적용

시스PO를 추가함에 따라 기준값 적용</td></tr>
<tr><td>시스PVC</td><td>인장강도 : 1.05 kg/mm^2 이상
신장률 : 100 % 이상
가열 온도 : 100 ℃, 120 h
가열 노화 후 인장강도 : 노화 전 값의 85 % 이상
가열 노화 후 신장률 : 노화 전 값의 60 % 이상</td><td>시스PVC</td><td>적용범위 없음</td></tr>
<tr><td>시스PE</td><td>인장강도 : 1.00 kg/mm^2 이상
신장률 : 350 % 이상
가열 온도 : 90 ℃, 96 h
가열 노화 후 인장강도 : 노화 전 값의 80 % 이상
가열 노화 후 신장률 : 노화 전 값의 65 % 이상</td><td>시스PE</td><td>인장강도 : 9.6 N/mm^2 이상
신장률 : 350 % 이상
가열 온도 : 100 ℃, 48 h
가열 노화 후 인장강도 : 노화 전 값의 75 % 이상
가열 노화 후 신장률 : 노화 전 값의 75 % 이상</td></tr>
<tr><td>시스PO</td><td>인장강도 : 0.92 kg/mm^2 이상
신장률 : 125 % 이상
가열 온도 : 121 ℃, 168 h
가열 노화 후 인장강도 : 노화 전 값의 85 % 이상
가열 노화 후 신장률 : 노화 전 값의 70 % 이상</td><td>시스PO</td><td>인장강도 : 9.0 N/mm^2 이상
신장률 : 125 % 이상
가열 온도 : (110 ±1) ℃, 480 h
가열 노화 후 인장강도 : 9.0 N/mm^2
가열 노화 후 신장률:
: 신장률 : 100 % 이상</td></tr>
<tr><td colspan="2">가열 신축 특성 시험</td><td colspan="2">-</td><td>미적용</td></tr>
<tr><td colspan="2">가열 변형 시험</td><td colspan="2">가열 변형 시험</td><td></td></tr>
<tr><td>절연체XLPE</td><td>가열온도 : 120 ℃,
4 h 또는6 h
두께 감소율 40 % 이하</td><td>절연체PP</td><td>가열온도 : 150 ℃, 6 h
두께 감소율 50 % 이하</td><td>재료 차이에 의해 두께 감소율 기준값이 다르며, 가열 온도 및 가열 시간은 GS-6145-0105에 따라 적용</td></tr>
<tr><td>시스PVC</td><td>가열온도 : 130 ℃,
4 h 또는6 h
두께 감소율 50 % 이하</td><td>시스PVC</td><td>-</td><td rowspan="3">시스 PE는 동일 재료지만 도체 최고 허용 온도 차이에 따라 GS-6145-0105 기준 값 적용</td></tr>
<tr><td>시스PE</td><td>가열온도 : 75 ℃,
4 h 또는6 h
두께 감소율 10 % 이하</td><td>시스PE</td><td>가열온도 : 100 ℃, 1 h
두께 감소율 30 % 이하</td></tr>
<tr><td>시스PO</td><td>가열온도 : 120 ℃,
4 h 또는6 h
두께 감소율 50 % 이하</td><td>시스PO</td><td>가열온도 : (121 ± 1)℃
두께 감소율 50 % 이하</td></tr>
</table>

해설 표 2 — 유사 표준과의 비교 (계속)

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">유사표준
(KS C 3404)</th><th colspan="2">이 표준
(SPS-C-KWS-502-7523)</th><th>비고
(차이점)</th></tr>
<tr><td rowspan="9">주요
시험
비교</td><td colspan="2">내한성 시험</td><td colspan="2">-</td><td>미적용</td></tr>
<tr><td colspan="2">-</td><td colspan="2">시스 특성 시험
승온 속도 : 20 ℃/min
녹는점 : 123 ℃</td><td>도체 허용 온도 차이에 따라 GS-6145-0105의 시스 특성 시험 적용</td></tr>
<tr><td colspan="2">-</td><td colspan="2">절연체 수분흡습 시험
가열 온도 : 85 ℃, 336 h
1 mg/cm² 이하</td><td>절연체 재료 특성에 따라 GS-6145-0105의 수분흡습 시험 적용</td></tr>
<tr><td colspan="2">-</td><td colspan="2">절연체 플루오린 함량 시험
플루오린 함량 0.1 % 이하</td><td>절연체 재료 특성에 따라 GS-6145-0105의 플루오린 함량 시험 적용</td></tr>
<tr><td colspan="2">연기밀도 시험</td><td colspan="2">연기밀도 시험</td><td></td></tr>
<tr><td>난연성시료</td><td>ASTM E 662에 따라
시료 : 시스 75 mm X 75 mm
기준 : 150%이하</td><td>시스PO</td><td>KS C IEC 61034-2에 따라
시료 : 완성품시험
기준 : 60 %이하</td><td>KS C IEC 61034-2의 연기밀도 시험 적용</td></tr>
<tr><td colspan="2">수직불꽃시험</td><td colspan="2">수직불꽃전파시험</td><td></td></tr>
<tr><td>난연성시료</td><td>시료길이 : 충분한 길이
온도: 약 816 ℃
시험시간 : 20분</td><td>시스PO</td><td>시료길이 : 3.5 m
시험편의 개수 : 1.5 L/m의 비금속 재료
프로판: (13.5±0.5)L/min
공기: (77.7± 4.8)L/min
시험시간: 20분 적용 후 (연소 발화 중지까지 1시간)</td><td>KS C IEC 60332-3-24 수직불꽃전파시험 적용</td></tr>
</table>

6 표준의 1차 개정 경위 및 내용 (2023.06)

샌드박스 실증특례(확인서-148호) 적합성 평가위원회 심사 내용을 반영하여 개정하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

6-1 가열 조건: 8.7.4.1 절연체 인장강도와 신장율과 8.7.5.2 절연체 가열변형 시험의 온도조건을 변경하였다.

해설 표 3 — 2023년 주요 개정 내용

항목	개정 전	개정 후	비고
적용범위	이 표준은 22.9 kV 다중접지 지중배전선로용으로, 수밀형 압축도체 위에 재활용이 가능한 열가소성 폴리프로필렌(polypropylene)으로 절연하고, 연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌으로 충실 시스를 한 전력 케이블(이하 “케이블”이라 한다)에 대하여 적용한다.	이 표준은 22.9 kV 다중접지 지중배전선로용으로, 수밀형 압축도체 위에 열가소성 폴리프로필렌(polypropylene)으로 절연하고, 연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌으로 충실 시스를 한 전력 케이블(이하 “케이블”이라 한다)에 대하여 적용한다.	‘재활용 가능’ 관련 문구 삭제
표 2	U, U_0, U_m	U, U_0, U_m	기호 이탤릭체로 변경
6.2.4 **외부 반도전층**	…**표 5** 의 최소, 최댓값을 만족하여야…	… **표 5** 의 최솟값과 최댓값을 만족하여야…	문구 수정
6.4 **중성선**	…바깥지름의 6 ~ 10배이어야 한다…	…바깥지름의 6배 ~ 10배이어야 한다…	‘배’ 문구 삽입
7 특성	케이블의 특성은 **표 6**과 8, 9절에 따른다.	케이블의 특성 시험 항목과 시험 방법은 **표 6**과 8, 9절에 따른다.	문구 수정
8 시험	…시험 방법에 따라 다음 항목에 대하여 실시한다.	…시험 항목에 대하여 다음과 같이 실시한다.	문구 수정
8.7.1.1 **도체 수밀 시험**	0.5 bar	50 kPa	SI단위로 변경
8.7.3.2 **외부 반도전층 체적저항률**	외경	바깥지름	용어 수정
8.7.4.1 **절연체 인장강도와 신장율**	KS C IEC 60811-501에 따라 절연체에 대하여 시험한다. 단, 가열시간은 NEN-HD 620 S2에 따라 온도 (135 ± 3) ℃로 240시간 가열하며, 시험결과는 **표 9**의 값 이상이어야 한다.	KS C IEC 60811-501에 따라 절 연체에 대하여 시험한다. 단, 가열시간은 온도 (150 ± 3) ℃로 240시간 가열하며, 시험결과는 **표 9**의 값 이상이어야 한다.	AS/NZS 3808 가열조건에 따라 150 ℃로 변경
8.7.5.2 **절연체 가열변형 시험**	KS C IEC 60811-508의 4.3에 따라 절연체에 대하여 시험한다. 가열온도 (130 ± 1)℃, 6시간으로 하중을 **표 10**에 따라 시험하였을 때 두께 감소율이 50 % 이하이어야 한다.	KS C IEC 60811-508의 4.3에 따라 절연체에 대하여 시험한다. 가열온도 (150 ± 1)℃, 6시간으로 하중을 **표 10**에 따라 시험하였을 때 두께 감소율이 50 % 이하이어야 한다.	AS/NZS 3808 가열조건에 따라 150 ℃로 변경

7 표준의 2차 개정 경위 및 내용 (2025.05)

7-1 개정 사유 및 배경

케이블은 설치되는 장소 및 환경에 맞는 특성을 지녀야 한다. 옥 내외 트레이 구간에 설치되는 케이블의 경우, 전기설비기술기준에 따른 난연(Cat.C) 특성을 가져야 하나, 기존 폴리에틸렌 시스 제품은 관로 맨홀에 포설하여 사용하는 제품으로서 차수 특성이 있어 맨홀 사용에는 적합하나, 난연성이 없기 때문에 법규에 따른 특성 충족이 어렵다. 최근 IDC를 비롯한 플랜트 내부에 난연성(Cat.C)을 가진 케이블 적용이 필요함에 따라 이러한 난연성을 가진 폴리올레핀 시스 제품을 추가하여 개정하였다.

7-2 시험방법 및 기준치, 인용 출처

전선조합 단체표준으로 제정된 6/10kV HF-PPPO의(SPS-KWS-415-7359) 폴리올레핀 특성과 동일한 기준으로 인용을 하였으며, 인장시험, 신율 등의 물성과 기계적 특성 등은 대한전기협회의 적합성평가 심의위원회를 거쳐 수립된 기준이다.

7-3 폴리올레핀 시스 폴리올레핀 시스를 추가하여 개정하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

해설 표 4 — 2025년 주요 개정 내용

항목	개정 전	개정 후	비고
표준명	22.9 kV 폴리프로필렌(PP)절연 폴리에틸렌 시스 동 전력 케이블	22.9 kV 폴리프로필렌(PP)절연 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀 시스 동 전력 케이블	폴리올레핀 시스 추가
적용범위	이 표준은 22.9 kV 다중접지 지중 배전선로용으로, 수밀형 알루미늄 압축도체 위에 열가소성 폴리프로필렌(polypropylene)으로 절연하고 ,연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌으로 충실 시스를 한 전력 케이블(이하 “케이블”이라 한다)에 대하여 적용한다.	이 표준은 22.9 kV 다중접지 지중 배전선로용으로, 수밀형 압축도체 위에 열가소성 폴리프로필렌(polypropylene)으로 절연하고 ,연동선을 감아 붙인 중성선을 갖고, 그 위에 폴리에틸렌 또는 폴리올레핀으로 시스를 한 전력 케이블(이하 “케이블”이라 한다)에 대하여 적용한다.	폴리올레핀 시스 추가
6.3 중성선 수밀층	…위에 둔다. -	…위에 둔다. 폴리올레핀 시스 케이블(FR CNPO-W)의 경우, 중성선 아래와 위에 두며, 중성선 아래층은 반도전성이어야 한다.	폴리올레핀 시스 추가에 따른 중성선 내용추가
6.6 케이블의 구조	**표 5** 케이블의구조	**표 5** 케이블의구조 (폴리올레핀 시스내용추가)	폴리올레핀 시스추가에 따른 시스 두께 내용추가
8.7.4.2 시스인장강도와신장율	**표 9**케이블의 인장강도와 신장율 기준	**표 9**케이블의 인장강도와 신장율 기준 (폴리올레핀 시스내용추가)	폴리올레핀 인장강도신장율 시험기준추가

해설 표 4 — 2025년 주요 개정 내용(계속)

항목	개정 전	개정 후	비고
8.7.5.3 **시스 가열 변형 시험**	–	폴리올레핀 시스는 ICEA S-94-649의 9.7.2에 따라 시험한다. 가열온도는 (121 ± 1) ℃로 하고, 하중을 1.0 kg으로 시험 하였을 때 두께 감소율이 50 % 이하이어야 한다.	폴리올레핀 가열변형 시험추가
8.7.7.2 **완성품 난연성시험**	–	FR CNPO-W의 경우, KS C IEC 60332-3-24에 의하여 시험하며, 버너로부터 탄화길이가 2.5m를 초과하지 않아야 한다.	폴리올레핀 시스추가에 따른 난연시험추가
8.7.7.3 **완성품 연기밀도 시험**	–	FR CNPO-W의 경우, KS C IEC 61034-2에 의하여 시험하며, 빛 투과율은 60% 이상이어야 한다.	폴리올레핀 시스추가에 따른 연기밀도시험 추가
8.7.7.4 **시스의 산소지수시험**	…산소지수(oxygen index)는 28 % 이상이어야 한다.	폴리에틸렌 시스의 경우 산소지수(oxygen index)는 28 % 이상이어야 하며 폴리올레핀 시스의 경우 30% 이상이어야 한다.	폴리올레핀 시스의 기준치 추가
8.11 **할로겐산 발생량시험**	절연체를 대상으로 KS C IEC 60754-1에 의하여 시험하며, 두 개의 시험편 측정 평균으로 구한 할로겐산 가스 함유량이 0.5 % 이하여야 한다.	절연체 및 폴리올레핀(PO) 시스를 대상으로 KS C IEC 60754-1 에 의하여 시험하며, 두 개의 시험편 측정 평균으로 구한 HCl 가스 함유량이 0.5 % 이하여야 한다.	폴리올레핀 할로겐산 시험 추가
8.12 **플루오린 함량시험**	절연체를 대상으로…	절연체 및 폴리올레핀(PO)시스를 대상으로…	폴리올레핀 플루오린함량 시험추가
8.13 **수소이온 농도와 전도도**	절연체를 대상으로…	절연체 및 폴리올레핀(PO)시스를 대상으로…	폴리올레핀 수소이온농도, 전도도 시험추가

7-4 가속수트리시험 수트리현상(water treeing)은 절연체 내부에 수분이 침투하여 미세한 경로를 따라 나뭇가지모양 처럼 확산되는 절연 열화 현상으로 부분방전(partial discharge)을 유도하고, 결국 절연파괴로 이어질수 있다. 가속수트리시험(accelerated water treeing test)은 절연 열화 저항성을 빠르게 평가하기 위해 인위적으로 수트리를 생성시키는 가속 내구성 시험으로 케이블의 내구성을 평가하기 위한 시험이다.

SPS-C-KWS-502-7523:2025

22.9 kV polypropylene insulated polyethylene or polyolefine sheathed power copper cables

ICS 29.060.20