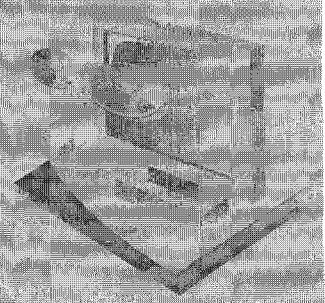


전선 (케이블)의 구조 및 시험 규격 동향



강호우 팀장 (한국산업기술시험원 전기전자기술센터)

1. 서론

전선이나 케이블류는 전기에너지를 전송하기 위하여 널리 사용되고 있으며 전기설비를 구성하고 있는 매우 중요한 요소이다.

그러나 이 분야에 대한 학술적인 연구로 절연재료 등의 세부 분야에 대해서는 상당한 진전이 이루어지고 있으나, 정작 전선의 종류, 구조나 시험 규격 등의 일반적 사항에 대해서는 소홀히 다루어져 왔다. 또한, 전선이나 케이블의 일반 요구사항이나 전선 관련 시험 규격에 대한 내용을 정리하여 새로이 전선 관련 공부나 연구를 시작할 때 참고로 할 수 있어야 한다는 산업체의 요구가 있었다.

따라서 본고에서는 전선, 코드 및 케이블류에 대한 구조나 시험 규격에 대한 정리를 하여 이 분야 종사자들이 참고할 수 있도록 간단히 정리하였다.

2. 전선 (케이블)의 구조

케이블의 정격전압은 볼트로 표시한 2개의 값 $U_0/U(U_m)$ 의 조합으로 표시하며, U_0 는 도체와 접지 혹은 금속차폐 (케이블의 경우)사이, U 는 도체사이, U_m 는 사용 장비의 가장 높은 시스템 전압의 최대값이며, 450/750 V, 0.6/1(1.2) KV로 표시한다. 또한, (공칭) 단면적은 도체의 특별한 치수를 표시하며, 시험에 직접적인 영향을 주지 않는다.

도체 절연체 시스

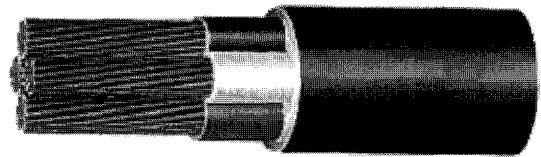


그림 1. 케이블의 구조.

케이블에 사용되는 도체 (Conductor)는 K 60228에 정의되어 있으며, 동선 또는 금속도금 (주석 또는 주석도금) 연동선이나 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 사용한다.

도체의 종류는 다음과 같이 분류된다.

- (1) 1등급: 단선도체
- (2) 2등급: 연선도체(압축 및 비압축)
- (3) 5등급: 유연성도체
- (4) 6등급: 고유연성도체

도체의 형태는 단선, 연선 (집합연선, 동심연선)이 있으며 다음 그림 2~4와 같다.

케이블에 사용되는 절연체 (Insulation)는 K 60227-1, K 60245-1 및 개별규격에 정의되어 있으며, 종류 및 용도는 표 1과 같다.

케이블에 사용되는 시스 (Sheath)는 K60227-1,

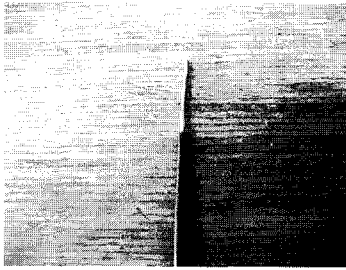


그림 2. 단선.

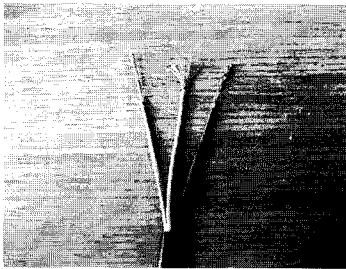


그림 3. 연선.

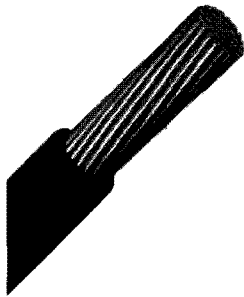


그림 4. 동심연선.

표 1. 절연체의 종류 및 용도.

분류	종류	용도 및 재질
PVC	PVC/C	배선용절연전선
	PVC/D	가요코드
	PVC/E	내열 절연전선 · 코드
Rubber	IE 2	실리콘고무혼합물
	IE 3	에틸렌 비닐아세테이트 고무
	IE 4	에틸렌 프로필렌 고무

K60245-1 및 개별규격에 정의되어 있으며, 종류 및 용도는 표 2와 같다.

표 2. 시스의 종류 및 용도.

분류	종류	용도 및 재질
PVC	PVC/ST4	배선용절연전선
	PVC/ST5	가요코드
	PVC/ST9	내열 절연전선 · 코드
	PVC/ST10	
Rubber	SE 3	천연 고무
	SE 4	클로로프렌 고무

케이블의 제조 공정은 그림 5와 같다.

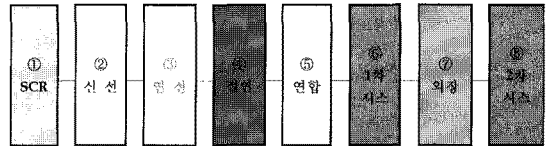


그림 5. 케이블 제조 공정.

- ① SCR (황인동선 荒引銅線) : Copper wire Rods for Electrical purpose (Φ8 mm)
- ② 신선 (伸線) : 동선이나 알루미늄선을 일정규격에서 요구하는 규격으로 늘려 뽑는 공정 (1차 2.0~2.5 mm, 2차 0.18 mm)
- ③ 연선 (撚線) : 신선된 동선을 일정한 피치 (Pitch)로 꼬아주는 공정
- ④ 절연 (絕緣) : 압출기에 공급된 절연재료를 심선을 제조하는 공정
- ⑤ 연합 (聯合) : 절연된 선재를 충전물과 함께 정해진 배열로 꼬아주는 공정
- ⑥, ⑧ 시스 (Sheath) : 연합된 선재를 보호하기 위해 정해진 특성의 재료로 압축하는 공정
- ⑦ 外裝 (Jacket) : 외부의 충격으로 인한 케이블의 보호를 위해 철선 등으로 보호하는 공정

3. 전선 (케이블)의 종류

전선 (케이블)의 종류에는 절연전선, 코드 및 케이블의 있다.



절연전선은 K 60227-3, K 60245-3 등에 정의되어 있으며, 용도는 옥내에 사용되는 전기시설물이나 전기기기의 배선에 사용하는 옥내배선용이 있고, 도체와 절연체로 구성되어 있으며, 도체는 단선 및 연선(동심) 사용한다. 그림 6은 전선의 예이다.

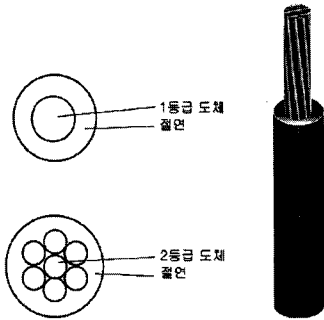


그림 6 절연전선.

전선의 종류 중 코드는 K 60227-5, K 60245-4 등에 정의되어 있으며, 다수의 굵힘에도 도체가 끊어질 우려가 없어야 하는 가정용 전기기기의 전원전선용으로 주로 사용된다. 코드의 구성은 도체와 절연체(시스)로 구성되어 있으며 도체는 단선은 없고 전부 유연성 연선(집합) 사용한다. 그림 7은 코드의 예이다.

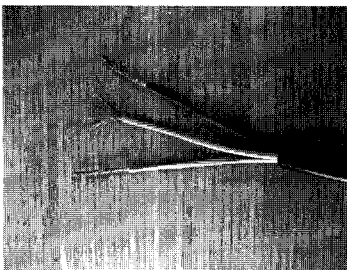


그림 7. 코드.

케이블은 K 60502-1 등에 정의되어 있고, 용도는 주로 주거, 상업적 용도의 건물 내의 전력공급용 및 산업용 배전회로에 사용된다. 케이블은 절연전선이나 코드보다는 외부 충격에 강해야 하며, 도체와 절연체, 시스로 구성되어 있고 일반적으로 절연전선이

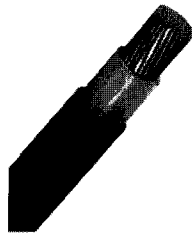
나 코드 보다는 비싸다. 도체는 단선은 없고 전부 연선(집합) 사용하며, 절연전선이나 코드에 비하여 전류 용량이 크다.

그림 8은 0.6/1 kV TFR CV 케이블의 외형 및 구조의 예이고, 그림 9는 6/10 kV CV, CE 케이블의 외형 및 구조이다.

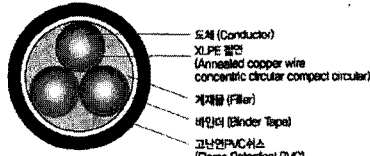
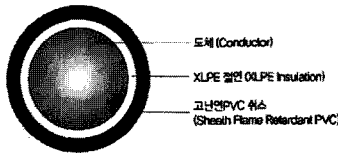
그 외에 저독 난연 폴리올레핀 케이블(절연전선)은 공공장소의 건물 내 및 산업용전력 및 조명회로에 사용되며, 캡타이어케이블은 주로 공장, 광산, 농장 등에서 0.6/1 KV 이하의 이동용 전기기기의 전원공급선으로 사용된다.

다음은 전선에 사용되는 약어이다. IEC와 국내 표준이 부합화됨에 따라 현재 사용되지 않는 약호가 있으니 참조용으로 활용바란다.

- (1) IV : Indoor pVc insulated wire (옥내용 비닐절연전선)
- (2) KIV : Indoor pVc insulated wire (기기용 비닐절연전선)
- (3) HIV : Heat-resistant Indoor pVc insulated wire (옥내용 내열비닐절연전선)
- (4) OW : Outdoor Weather-proof pVc insulated wire (옥내용 비닐절연전선)
- (5) DV : pVc insulated Drop-wire (인입용 비닐절연전선)
- (6) GV : pVc insulated Ground wire (접지용 비닐절연전선)
- (7) VSF : pVc insulated Single Flexible cord (단심 비닐코드)
- (8) VFF : pVc insulated Flat cord (평형비닐코드)
- (9) VCTF : pVc insulated CabTyre Flexible cord (비닐캡타이어코드)
- (10) VCTFK : pVc insulated CabTyre Flexible cord(K: 長圓形)(비닐캡타이어장원형코드)
- (11) VCT : pVc insulated CabTyre cable (비닐절연 비닐 캡타이어 케이블)
- (12) VV : pVc insulated pVc sheathed cable (비닐절연비닐시스케이블)
- (13) CV : Cross-linked polyethylene insulated pVc sheathed cable (가교폴리에틸렌절연 비닐시스케이블)

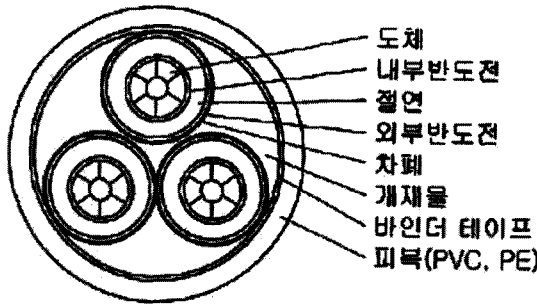


(a)



(b)

그림 8. 코드.



(a)



(b)

그림 9. 6/10 KV CV, CE.

닐시스 케이블)

- (14) CE : Cross-linked polyethylene insulated polyethylene sheathed cable (가교폴리에틸렌절연 폴리에틸렌시스 케이블)
- (15) CVV : Control pVc insulated pVc sheathed cable (제어용 비닐절연 비닐시스 케이블)
- (16) CVV-S : Control pVc insulated pVc sheathed Screened cable (제어용 비닐절연 비닐시스 차폐 케이블)
- (17) CVV-SB : Control pVc insulated pVc sheathed Braided Screened cable (제어용 비닐절연 비닐시스 편조차폐 케이블)
- (18) CCV : Control Cross-linked polyethylene insulated pVc sheathed cable (제어용 가교폴리에틸렌비닐절연 비닐시스 케이블)
- (19) TFR : Tray Flame Retardant cable (트레이용 난연 케이블) TFR-CV, -CVV, -CVVS, -GV 등
- (20) HFCCO : Halogen Free Flame Retardant Polyolefin power cable (가교폴리에틸렌절연 저독성난연 폴리올레핀시스 전력용 케이블)
- (21) HFCCO : Halogen Free Flame Retardant Polyolefin control cable (가교폴리에틸렌절연 저독성난연 폴리올레핀시스 제어용 케이블)

그림 10은 전선의 표시 사항이며 그림에서와 같이 "H 03 V V H2 - F 2 x 0.75" 로 표기된 경우 H는 인증마크를 나타내기 위한 표기이며 H 또는 A로 표기하는 방법이 있다. 03은 정격전압으로, 접지 간/선간 전압을 나타내기 위한 표기이며 03으로 표기된 경우 300/300 V를 의미한다. 이외에 05로 표기된 경우 사용전압이 300/500 V를 의미하고, 07로 표기된 경우 450/750 V를 의미한다.

첫 번째 V는 전선(케이블)에 사용된 절연체 종류를 나타내기 위한 표기이며 V는 염화비닐(PVC), V2는 내열 염화비닐, R은 고무, S는 실리콘 고무를 의미한다. 두 번째 V는 시스 종류에 대한 표기이며 V는 염화비닐(PVC), V2는 : 내열 염화비닐, R은 고무(Rubber), N은 클로로프렌고무(Chloroprene Rubber), J는 유리섬유(Glass Fiber), T는 섬유



(Textile)를 의미한다.

H2는 전선의 구조 특성을 나타내기 위한 표기이며, H2는 평형이며 분리할 수 없는 것, H는 평형이고 분리할 수 있는 것, H8은 연장 단자가 있는 것을 의미한다.

F는 전선에 사용된 도체의 종류를 나타내기 위한 표시이며 F로 표기된 경우 사용된 도체가 가요케이블 가요도체인 경우이며, U는 단선 도체, R은 집합 도체, K는 고정용 가요도체, H는 고가요성 가요도체, Y는 금사코드를 의미한다.

다음으로 2는 도체 수를 나타내기 위한 표기이고, X는 보호도체(접지선)가 없는 경우, G는 보호도체(접지선)가 있는 경우이다. 마지막으로 0.75는 mm²로 나타낸 전선(케이블)의 공칭단면적이다.

※ Guide to code designation

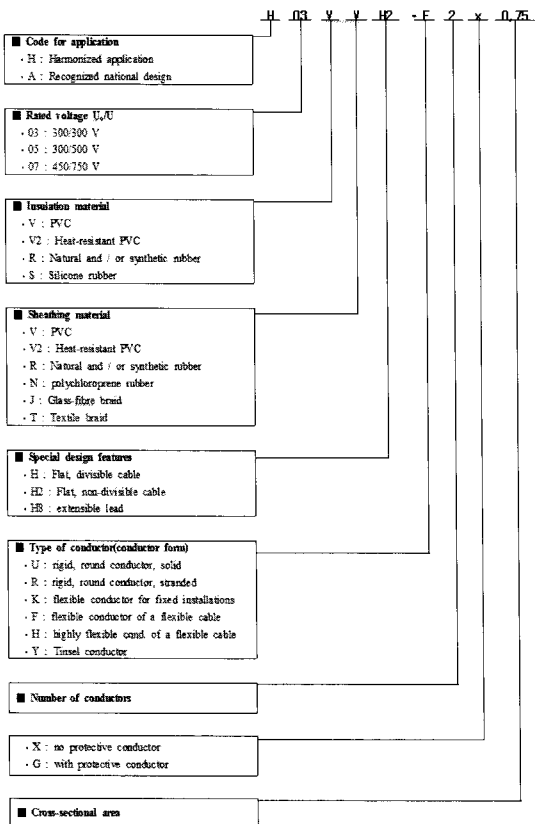


그림 10. 전선의 표시 사항.

4. 전선(케이블) 시험 규격

현재 전선 및 케이블류는 전기용품안전관리법에 의한 안전인증대상 전기용품이다. 여기서 전기용품이란, 전기사업법에 따른 전기설비의 구성 부분이 되거나 그 전기설비에 연결하여 사용되는 기계, 기구, 재료 또는 그 부분품이나 부속품을 말한다. 안전인증이란, 판매하거나 대여할 목적으로 생산·조립 또는 가공된 전기용품을 시험하고, 제조설비·검사설비·기술능력 및 제조체제를 평가하여 전기용품에 대한 안정성을 입증하는 것을 말한다. 안전인증대상 전기용품이란, 구조와 사용방법 등으로 인하여 화재·감전 등의 위험 및 장애가 발생할 우려가 크다고 인정되는 전기용품으로써 지식경제부령으로 정하는 것을 말한다.

따라서 안전인증대상전기용품인 전선, 케이블 및 코드류의 제조를 업으로 하거나 외국에서 제조하여 대한민국으로 수출하려는 자는 한국산업기술시험원 등의 안전인증기관 으로부터 안전인증대상 전기용품의 모델별로 지식경제부령으로 정하는 바에 따라 출고하기 전 (국내 제조) 및 통관하기 전 (수입판매)에 안전인증을 받아야 한다. 안전인증은 지식경제부장관이 정하여 고시하는 안전인증대상 전기용품에 관한 안전기준 (K기준)과 공장심사기준에 적합하여야 하며, 신청서, 시료 및 시험수수료 등을 안전인증기관에 제출하여 제품시험과 공장심사에 적합한 경우 안전인증서를 발급 받을 수 있다. 제품시험 시 적용하는 전기용품 안전기준 (K기준)은, 강제적용안전기준 328종, 참고적용 안전기준 477종, 전자파적합성 강제적용 안전기준 34종, 총 839종이 있으며 이중 전선, 케이블 및 코드류는 30여종이 있다. 국제표준인 IEC 와 같은 체계인 K00000 (5자리 숫자) 표기하며 대부분 IEC 표준과 번호가 같고 (IEC00000) 부합화되어 있어 내용이 유사하다.

전선분야의 또 다른 인증으로는 산업표준화법에 의한 KS인증이며, 강제인 전기용품안전인증과는 달리 임의인증제도이다. 그러나 전선, 케이블 및 코드류에 있어서 강제인증인 안전인증만으로 판매에는 전혀 문제가 없으나 KS제품의 우선구매제도, 시장

표 3. 전선 (케이블) 관련 Standards.

No	종류	규격 명(명칭)	K	K S C I E C	
			개정(고시번호)	제정(고시번호)	개정(고시번호)
1	PVC	60227-1 (일반요구사항)	2006.12.27 (2006-943)	2002.10.09 (2002-1252)	2008.11.20 (2008-0776)
2		60227-2 (시험방법)	"	"	2006.06.07 (2006-0247)
3		60227-3 (배선용절연전선)	2007.10.12 (2007-845)	"	2006.03.08 (2006-0044)
4		60227-4 (고정배선용시스케이블)	2006.12.27 (2006-943)	"	"
5		60227-5 (코드)	"	"	"
6		60227-6 (리프트케이블)	"	"	"
7		60227-7 (차폐/비차폐케이블)	"	2003.05.20 (2003-0513)	"
8	RUB -BER	60245-1 (일반요구사항)	2006.12.27 (2006-943)	2002.10.09 (2002-1252)	2008.11.20 (2008-0776)
9		60245-2 (시험방법)	"	"	2006.06.07 (2006-0247)
10		60245-3 (내열시리온절연전선)	"	"	2005.11.01 (2005-0725)
11		60245-4 (코드)	2007.11.29 (2007-1127)	"	2006.03.08 (2006-0044)
12		60245-5 (리프트케이블)	2006.12.27 (2006-943)	"	"
13		60245-6 (아크용접용케이블)	"	2002.11.30 (2002-1582)	"
14		60245-7 (내열에틸렌비닐아세 테이트고무절연전선)	"	"	"
15		60245-8 (고유연성전기용코드)	"	"	2005.11.01 (2005-0725)
16	CABLE	60502-1 (압출케이블:1~3KV)	2006.06.15 (2006-028)	2003.05.20 (2003-0513)	2006.01.04 (2005-0327)
17		60502-2 (압출케이블:6~30KV)	-	2003.11.03 (2003-1391)	2006.03.08 (2006-0044)
18		60502-4(압출케이블: 6~30KV 부속품)	-	2004.05.31 (2004-0192)	2006.11.24 (2006-0686)
19	도체	60228 (도체)	2006.12.27 (2006-943)	2002.10.09 (2002-1252)	2006.11.24 (2006-0686)
20	시험 방법	60811-1-1 (구조, 기계적강도)	2006.12.27 (2006-943)	2002.05.21 (2002-0333)	2007.11.19 (2007-0991)
21		60811-1-2 (열노화시험방법)	"	"	"
22		60811-1-3 (밀도, 내수성, 수축시험)	-	2002.10.09 (2002-1252)	"
23		60811-1-4 (저온시험)	2006.12.27 (2006-943)	2002.05.21 (2002-0333)	"
24		60811-2-1 (내오존성, 핫셋, 내유성)	2002.10.12	"	2006.11.24 (2006-0686)
25		60811-3-1 (가열변형, 내크래킹성)	2003.05.24	2002.10.09 (2002-1252)	2007.11.19 (2007-0991)
26		60811-3-2 (가열감량, 열안정성)	2002.10.12	2002.05.21 (2002-0333)	"



No	종류	규격명(명칭)	K S C IEC		
			K 개정(고시번호)	제정(고시번호)	개정(고시번호)
27	시험 방법	60811-4-1 (PE/PP화합물시험, 내균열성, 용융지수)	2002.10.12	-	2006.11.24 (2006-0686)
28		60811-4-2 (PE/PP화합물특별, 시험, 래핑시험)	-	2005.09.30 (2005-0620)	-
29		60811-5-1 (유전율, 직류저항율)	2002-10-12	2002.05.21 (2002-0333)	2006.11.03 (2006-0623)
30	난연성	60332-1 (절연전선, 케이블 수직배치시험)	2000.04.06 (2000-54)	2002.10.09 (2002-1252)	2007.11.19 (2007-0991)
31		60332-2 (단심절연전선, 케이블 수직배치시험)	-	2003.07.31 (2003-0924)	2008.10.24 (2008-0696)
32		60332-3-10 (시험설비)	-	2003.06.12 (2003-0625)	2008.10.24 (2008-0696)
33		60332-3-21 (카테고리 AF/R)	-	-	-
34		60332-3-22 (카테고리 A)	-	2003.07.31 (2003-0924)	-
35		60332-3-23 (카테고리 B)	-	-	2008.10.29 (2008-0706)
36		60332-3-24 (카테고리 C)	-	-	-
37		60332-3-25 (카테고리 D)	-	-	-

에서의 KS마크 인지도, 선호도 및 각종 공사에서의 요구 등으로 대부분의 제조사가 KS인증을 받고 있다. KS인증은 KS수준 이상의 제품을 지속적이고 안정적으로 생산 및 제공할 수 있는 능력에 대하여 전사적 시스템으로 공장심사와 제품시험을 실시하고 있는데 이때 적용하는 심사기준을 KS인증심사기준이라고 한다. 심사기준은 품목 및 분야별로 구체적인 사항까지를 정하고 있으므로 해당 심사기준을 입수하여 심사기준에서 요구하는 사항을 충분히 이해하여야 하고 그 내용에 따라 공장심사를 준비함으로써 효율적으로 업무를 추진할 수 있다. KS인증 심사기준은 국가표준종합정보망 (<http://www.standard.go.kr>) 및 한국표준정보망 (<http://www.kssn.net>)에서 확인할 수 있다. 제품시험은 제품마다 정해진 한국산업표준(KS표준)에 따라 실시하며, 이 표준은 기술표준원의 국가표준종합정보센터 (<http://www.standard.go.kr>)에서 모든 KS표준을 무료로 열람할 수 있으며, 이것을 인쇄 및 다운로드 받기 위해서는 한국표준협회 한국표준정보망 (<http://www.kssn.net>)을 이용하면 된다.

표 3은 전선, 케이블 및 코드류의 전기용품안전인

증 제품시험에 적용하는 안전기준(K기준)과 KS인증 제품시험 시 적용하는 한국산업표준(KS표준)이다. 이 시험방법은 2004년부터 국제표준과 부합화하였으므로 국제표준인 IEC표준과 거의 동일하여 국제표준을 이해하는데 도움이 되고, 전선이나 케이블의 연구개발 또는 제품 출하시 성능 시험에 활용되기를 기대한다.

저자약력



성명 : 강호우

◆ 학력

· 1984년
인하대학교 대학원 전기공학과
공학석사

◆ 경력

· 1987년 - 현재

한국산업기술시험원(KTL)