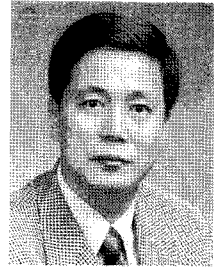
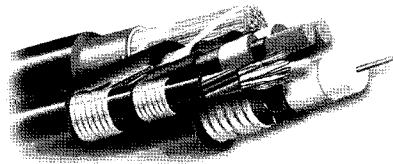


전선 규격 및 시험방법(4)



강 호 우
한국산업기술시험원 전기전자센터 팀장

5절. 케이블 구조 일반사항



1. 도체

① 재료

-도체는 금사코드의 소선을 제외하고 연동이어야 한다.

금사코드의 소선은 동 합금을 사용해도 된다. 소선은 도금을 해도 되고 안 해도 된다.

[특별히 지정하지 않는 경우, (KSCIEC 60245-3, KSCIEC 60245-4 등) 도체는 연동선이나 주석도금연동선을 사용한다.]

[주석도금동선은 주석으로 완전히 입혀져야 한다.]

해설

「도체」라 함은, 각 선심의 도체를 말한다.

② 구조

-금사코드를 제외한 가요도체 소선의 최대 외경 및 배선용도체의 최소 소선 수는 KSCIEC 60228에 의한다.

-각종 케이블에 관계되는 도체의 등급은 개별 규격 KSCIEC 60227-3, 60227-4 [60245-3, 60245-4] 등에 나타난다.

-배선용 케이블 도체는 원형 단선, 원형 연선 또는 원형 압축도체이어야 한다.

- 금사 코드에 대해 각 도체는 면, 폴리아미드 또는 같은 재료의 실에 평동 소선 또는 평동 합금 소선을 1개 이상 나선 모양으로 감은 꼬임선 또는 이 꼬임 선을 함께 끈 다발로 이루어진 것이어야 한다.
- [도체와 절연체간의 격리층: 적절한 재료의 테이프 등 격리층을 도금한 또는 도금하지 않은 도체와 절연체 사이에 두어도 된다. IE1 천연 고무 또는 이와 동등한 합성 고무 혼합물을 피복한 도금하지 않은 동 도체는 격리층 유무에 상관없이 표 1에서 규정하는 노화 시험을 한 다음 도체가 검어지면 안 된다.]

③ 구조 확인

- KSC IEC 60228의 요구사항을 포함하는 ①과 ②의 요구사항과 일치하고 있는지의 여부는 검사와 측정으로써 확인

④ 도체 전기 저항

- 금사 코드 이외의 케이블에 대해 20 에서 각각의 도체저항 값은 KSC IEC 60228에 나타나 있는 요구사항에 적합하여야 한다.
- 적합여부는 KSC IEC 60227-2[60245-2]의 2.1에 나오는 시험에 의하여 확인

해설

(1) 도체저항 측정은:

- 휘스톤 브리지법 또는 기타 적당한 방법으로 측정하며, 시험편의 측정 길이는 원칙으로 1m 또는 50cm로 한다.
- 측정실은, 10~30℃ 범위내의 일정한 온도로 유지하고 시험편은 측정 전 실온과 이 온도범위에 이를 때까지 방치한다. 측정 후 20℃ 때의 길이 1km 에 대한 값으로 환산한다.
- 도체저항의 측정은, 측정전류가 결과에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.

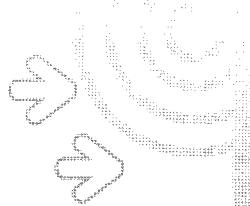
(2) 도체저항 측정시의 통전 전류:

직경 (mm)	전류 (A)
0.45	0.05
0.6	0.08
0.8	0.17
1.0	0.26
1.2	0.4
1.6	0.7
2.0	1.1
2.3	1.4
2.6	1.8
3.2	2.7
3.5	3.2
4.0	4.2
4.5	5.4
5.0	6.6

단면적 (mm²)	전류 (A)
0.5	0.17
0.75	0.25
0.9	0.3
1.25	0.42
2.0	0.67
3.5	1.15
5.5	1.85
8	2.7
14	4.7
22	7.3
30	10
38	12.5
50	17
60	20



※ 집합 연선:



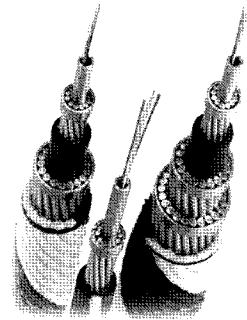
공칭단면적(mm ²)	도금하지 아니한 것		도금한 것	
	단심 · 평형	원형 · 다심	단심 · 평형	원형 · 다심
0.5	36.7	37.8	38.6	39.8
0.75	24.4	25.1	25.8	26.6
1.25	14.7	15.1	15.5	16.0
2.0	9.50	9.79	9.91	10.2
3.5	5.09	5.24	5.38	5.54
5.5	3.27	3.37	3.46	3.58
8	2.32	2.39	2.45	2.52
14	1.32	1.36	1.39	1.43
22	0.844	0.896	0.892	0.919
30	0.625	0.644	0.661	0.681
38	0.496	0.511	0.525	0.541
50	0.389	0.401	0.411	0.423
60	0.311	0.320	0.329	0.339
80	0.230	0.237	0.243	0.250
100	0.183	0.188	0.193	0.199

2. 절연체

① 재료

- 절연체는 개별 규격 KSCIEC 60227-3, 60227-4 등에서 각 케이블에 대해 규정하는 다음의 염화비닐 혼합물이어야 한다.

- PVC/C 형 배선용 케이블
- PVC/D 형 가요 케이블
- PVCE 형 기기내 배선용 내열 케이블



[절연체는 개별 규격 KSCIEC 60245-3, 60245-4 등에서 각 케이블에 대해 규정하는 다음의 가황 고무 혼합물이어야 한다. 단, 개별 규격에서 아래에 열거하는 혼합물과 다른 혼합물을 절연체에 지정하였을 경우에는 무관하다.

- IE1급 천연고무 혼합물로 절연된 케이블의 경우

- IE2급 실리콘 고무 혼합물로 절연된 케이블의 경우
- IE3급 에틸렌 비닐아세테이트 또는 이와 유사한 물질들에 의한 고무 혼합물로 절연된 케이블의 경우

- 시험 요구사항은 표 1에서 규정한다
- 위의 혼합물로 절연되고 또 개별 규격 KSC IEC 60227-3, 60227-4(60245-3, 60245-4) 등에서 규정하는 케이블의 최고 사용 온도는 그들의 개별 규격에서 규정한다.

② 절연작업

- 절연체는 도체 위에 밀착되어 있어야 한다. 그러나 금사 코드 이외의 케이블일 경우에는 절연체 그 자체, 도체 또는 주석 도금이 되었을 경우에는 주석 도금에 손상을 주지 않고 떼어낼 수 있어야 한다.
- 적합성은 육안 검사와 촉감 시험으로 확인

해설

동선의 표면에 주석 또는 아연도금을 실시한 경우에는, 절연체 또는 외장에 손상을 줄 우려가 없는 것으로 본다.

③ 두께

- 절연체 두께의 평균치는 케이블의 종류와 도체의 굵기에 따라 개별 규격 KSC IEC 60227-3, 227-4(60245-3, 60245-4) 등에서 규정하는 수치 이상이어야 한다.
- 그러나 편차가 0.1mm 규정치의 +10%를 초과하지 않을 때는 두께가 규정치 보다 작아도 된다.
- ⇒ 최소치 측정 근거

해설

최소치 기준값 계산법 : $(\text{두께 기준값} \times 0.9) - 0.1$

예) 두께 기준치가 0.5mm 인 60227 IEC 52 20.75mm²의 경우, 최소치 기준값은 0.35mm.

- 적합여부는 KSC IEC 60227-2(6245-2)의 1.9에 규정하는 시험으로써 확인하여야 한다.

④ 노화 전 · 후의 기계적 특성

- 절연체는 보통 사용되는 온도 범위에서 충분한 기계적 강도와 탄성을 갖고 있어야 한다.
- [절연체에 IE1급의 천연 고무 또는 이와 동등한 합성 고무 혼합물 처리를 한 선심은 도체 또는 세퍼레이터



- 가진 경우에는 도체와 세퍼레이터 모두 노화 시험을 실시한다.]
- 적합성은 표1[표2에서 규정하는 시험으로써 확인
- 적용할 시험 방법 및 판정은 표1[표2에서 규정한다.

[표 1] 염화비닐(PVC) 절연체의 비전기적 요구 특성

항목 No.	시 험	단위	혼합물 종류			시험방법 적용 항	
			PVC/C	PVC/D	PVC/E	KS C IEC	항목
1.	인장강도 및 신장					60811-1-1	9.1
1.1	노화 전 특성						
1.1.1	인장강도 :	N/mm ²	12.5 이상	10.0 이상	15.0 이상		
1.1.2	신장 :	%	125 이상	150 이상	150 이상		
1.2	할온조에서 노화후 특성					60811-1-2 및 60811.1.1	8.1, 3.1 및 9.1
1.2.1	가열조건 :	℃	80±2	80±2	135±2		
	- 온도						
	- 처리시간	h	7×24	7×24	10×24		
1.2.2	인장강도 :	N/mm ²	12.5 이상	10.0 이상	15.0 이상		
	- 중앙값, 최소	%	±20 이내	±20 이내	±25 이내		
	- 변화율 ¹⁾ , 최대	%					
1.2.3	신장 :	%	125 이상	150 이상	150 이상		
	- 중앙값, 최소	%	±20 이내	±20 이내	±25 이내		
	- 변화율 ¹⁾ , 최대	%					
2.	질량손실 시험					60811-3-2	8.1
2.1	가열조건 :	℃	80±2	80±2	115±2		
	- 온도						
	- 처리시간	h	7×24	7×24	10×24		
2.2	최대질량손실치.	mg/cm ²	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하		
3.	오손(汚損)시험 ²⁾						
3.1	가열조건	℃	80±2	80±2	100±2	60811-1-2	8.1.4
	- 온도	h	7×24	7×24	10×24		
3.2	가열후 기계적 특성 시험결과		No. 1, 2, 2와 동일 1.2.3과 동일				
4.	열 충격시험					60811-3-1	9.1
4.1	시험조건 :	℃	150±2	150±2	150±2		
	- 온도						
	- 처리 시간	h	1	1	1		
4.2	시험결과		크랙이 발생하지 않을 것				

¹⁾ 변화율 : (가열후의 중앙값-가열전의 중앙값)÷가열전의 중앙값을 백분율로 표시한 것

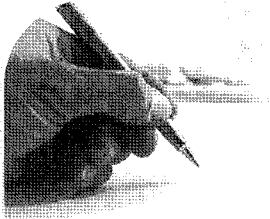
²⁾ 만일 적용 가능하면 5.3.1을 본다.

[표 1] 염화비닐(PVC) 절연체의 비전기적 요구 특성(계속)

1 항목 No.	2 시 험	3 단위	4 혼합물 종류			7 시험방법 적용 항	
			PVC/C	PVC/D	PVC/E	KS C IEC	항목
5.	가열변형시험					60811-3-1	8.1
5.1	시험조건 :						
	- 칼날에 의한 가압 질량		KS C IEC 60811-3-1의 8.1.4 참조				
	- 가압하에서의 가열시간		KS C IEC 60811-3-1의 8.1.5 참조				
	- 온도	℃	80±2	70±2	90±2		
5.2	시험결과						
	- 감소를 중앙값, 최대	%	50 이하	50 이하	50 이하		
6.	저온 권부시험						
6.1	시험조건 :					60811-1-4	8.1
	- 온도 ^{*)}	℃	-15±2	-15±2	-15±2		
	- 저온으로 유지하는 시간		KS C IEC 60811-1-4의 8.1.4 및 8.1.5 참조				
6.2	시험결과 :		크랙이 발생하지 않을 것				
7.	저온하에서의 신장시험					60811-1-4	8.3
7.1	시험조건 :						
	- 온도 ^{*)}	℃	-15±2	-15±2	-		
	- 저온으로 유지하는 시간		KS C IEC 60811-1-4의 8.3.4 및 8.3.5 참조				
7.2	시험결과 :						
	- 신장, 최소	%	20 이상	20 이상	-		
8.	저온 충격시험 ⁴⁾					60811-1-4	8.5
8.1	시험조건 :						
	- 온도 ^{*)}	℃	-15±2	-15±2	-		
	- 저온으로 유지하는 시간		KSC IEC 60811-1-4의 8.5.5 참조				
	- 헤머의 질량		KSC IEC 60811-1-4의 8.5.4 참조				
8.2	시험결과		KSC IEC 60811-1-4의 8.5.6 참조				
9.	열 안정성시험					60811-3-2	9.
9.1	시험조건 :						
	- 온도	℃	-	-	200±0.5		
9.2	시험결과 :						
	- 열안정 시간의 평균치, 최소	min	-	-	180 이상		

^{*)} 기후 조건에 따라, 국가별규격에서 낮은 시험온도를 요구할 수 있다.

⁴⁾ 개별 규격에 규정된 경우에 적용한다. (KS C IEC 60227-3, KS C IEC 60227-4 등)



[표 2] 가교된 고무 절연체 물리적 특성

1 항목 No.	2 시 험	3 단위	4 혼합물 종류			7 시험방법 적용 항	
			IE 2	IE 3	IE 4	KSC IEC	항목
			1.	인장강도 및 신장			
1.1	노화 전 특성						
1.1.1	인장강도 :						
1	- 종양값, 최소	N/mm ²	5.0	5.0	5.0		
1.1.2	신장율 :						
2	- 종양값, 최소	%	150	200	200		
1.2	항온조에서 노화 후 특성					60811-1-1의9.1항 60811-1-2의8.1항	
1.2.1	가열조건 :						
	- 온도	℃	200±2	150±2	100±2		
	- 가열시간	h	7×24	7×24	7×24		
1.2.2	인장강도 ^{a, b} :						
	- 종양값, 최소	N/mm ²	4.0	-	4.2		
	- 변화율 ^c , 최대	%	-	±30	±25		
1.2.3	신장율 :						
	- 종양값, 최소	%	120	-	200		
	- 변화율 ^c , 최대	%	-	±30	±25		
1.3	공란						
1.4	공기 가압 노화 후 특성					60811-1-2	8.2항
1.4.1	가열조건 ^a :						
	- 온도	℃	-	150±3	127±2		
	- 가열시간	h	-	7×24	40		
1.4.2	인장강도 :						
	- 종양값, 최소	N/mm ²	-	6.0	-		
	- 변화율 ^c , 최대	%	-	-	±30		

[표 2] 가교된 고무 절연체 물리적 특성(계속)

1 항목 No.	2 시 험	3 단위	4 혼합물 종류			7 시험방법 적용 항	
			IE 2	IE 3	IE 4	KSC IEC	항목
			1.4.3	신장 : - 변화율 ^a , 최대	%	-	-30 ^d
2.1	내열 시험 시험조건 :						
	- 온도	℃	200±3	200±3	200±3		
	- 하중시간	min	15	15	15		
	- 기계적 응력(부하)	N/mm ²	0.20	0.20	0.20		
2.2	가열 신장 :						
	- 하중시 신장, 최대	%	175	175	100		
	- 냉각후 신장, 최대	%	25	25	25		
3	가열변형시험			KSC IEC 60811- 3-1 참조		60811-3 -1	8항
3.1	시험조건 :		-				
	- 칼날에 의한 가압 질량		-	8.1.4	-		
	- 가압하의 가열 시간		-	8.1.5	-		
	- 온도	℃		150±2	-		
3.2	시험 결과 :						
	- 감소를 중앙값, 최대	%	-	50	-		
4.	내 오존 시험					60811-2 -1	8항
2.1	시험조건 :						
	- 시험온도	℃	-	-	25±2		
	- 시험기간	h	-	-	24		
2.2	- 오존농도	%			0.025~ 0.030		
	시험결과	%	-	100	균열없음		

^a IE 4급의 노화처리는 도체가 있는 상태 또는 도체가 30% 이상 제거되지 않은 상태에서 수행 되어야 한다.

^b 개별규격에서 규정되어 있지 않다면, 고무 혼합물의 시험의 경우, 오븐 안에서 순환 팬이 작동되어도 무방하나, 의심스러운 경우 오븐 내부에서는 순환 팬을 작동시키지 않는다.

^c 변화율 : (가열 후 중앙값-가열 전 중앙값)÷가열 전 중앙값을 백분율로 나타낸 것.

^d 플러스 공차는 제한 없음