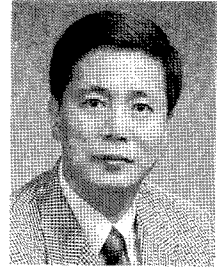
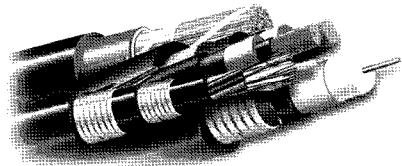


전선 규격 및 시험방법(5)



강 호 우
한국산업기술시험원 전기전자센터 팀장

5절. 케이블 구조 일반사항



3. 충전물

① 재료

- 개별 규격 KS C IEC 60227-3, KSC IEC 60227-4 [60245-3,

60245-4] 등에서 규정하지 않는 한 충전물은 다음의 하나 또는 배합에 의해 구성되어야 한다.

- 비가황 고무 혹은 합성수지 혼합물
- 가류고무 혹은 비가류 고무 혼합물
- 천연 혹은 합성 섬유
- 종이

- 충전물에 비가황 고무를 사용하였을 경우 그들의 성분과 절연체 그리고 시스또는 그 어느 것과의 사이에 유해한 상호작용이 있어서는 안 된다.

- 이들 요구에 대한 적합성은 KS C IEC 60811-1-2의 8.1.4에서 규정하는 시험으로써 확인

② 적용

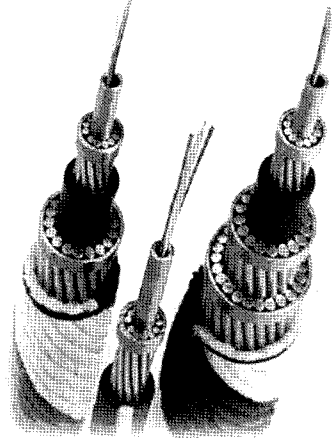
- 케이블의 각 종류마다 개별 규격 KS C IEC 60227-4, KSC IEC 60227-5 [60245-4] 등에서는 케이블이 충전물을 포함하는가 또는 개재물 또는 시스가 하나의 충전물을 구성하도록 선심사이를 메워도 되는가를 규정한다.

- 충진물은 각 선심간의 틈새를 메워 원형이 되도록 형성한다. 충진물은 선심과 접촉되면 안 된다.
- 선심과 충진물의 집합은 필름 또는 테이프 등에 의해 하나로 합쳐도 된다.

4. 개재물

① 재료

- 개별 규격 KSCIEC 60227-4 등에서 규정하지 않는 한 개재물은 비가황 고무 또는 합성수지 혼합물이어야 한다.



해설

개재물이라 함은, 선심을 연합 또는 평행하게 배열한 것의 선심 상호간 및 선심과 외장 사이에 공간이 생기지 않도록 실시하는 것을 말한다. 또한 개재를 실시하는 방법에는, 종이 또는 섬유질의 재료를 사용한 「개재형」 및 외장과 동일 재료를 사용하여 외장과 일체화 한 「충실형」이 있다.

- 개재물은 비가황 고무를 사용하였을 경우 그들의 성분과 절연체 그리고 시스 또는 그 어느 것과의 사이에 유해한 상호작용이 있어서는 안 된다.
- 적합여부는 KSCIEC 60811-1-2의 8.1.4에서 규정하는 시험으로써 확인

② 적용

- 개재물은 선심을 둘러싸는 것으로 하고 선심 상호간의 공간을 메워도 된다. 개재물은 선심과 접촉 되면 안 된다.
- 케이블의 각 종류마다 개별 규격 KSCIEC 60227-4 등에서는 케이블이 개재물을 포함하는지의 여부 또는 외부 시스가 하나의 충전물을 구성하도록 선심 상호 메워도 되는가를 규정하고 있다.

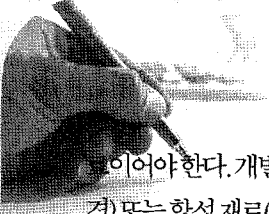
③ 두께

- 개별 규격 KSCIEC 60227-4 등에서 규정하지 않는 한 압출 내부 피복에 대해서는 측정하지 않는다.

5. 편조

① 재료

- 편조를 구성하는 실은 케이블의 종류에 따라 개별 규격 KSCIEC 60245-3, KSCIEC 60245-4 등에서 규정하는 재



이어야 한다. 개별 규격의 편조 규정에 재료에 관한 요구가 없을 경우 그 실은 천연 재료(면, 처리가 끝난 면, 견) 또는 합성 재료(인견 또는 폴리아미드 섬유 등) 혹은 유리 섬유 또는 이와 동등한 재료로 구성되는 섬유 중 어떤 것이어도 된다.

해설

1) 편조의 목적

- ① 케이블 보호목적
- ② 적용 규격별 밀도 표준화 목적
- ③ 케이블 외관/탈피개선 목적



2) 편조밀도 표준화

- ① 규격별 규제 내용에 따라 편조밀도를 선정함. (적용규격 편조를)
- ② 제품 규격별로 N.C.P(핏치기어), 소선경을 선정함.
- ③ 적용 규격별/제품 규격별로 표준화를 시행하고 문서로 작성/배포함. (소선경, N.C.P, 입량, 편조밀도)

3) 규격별 규제내용(법적요인)

| 규격류 | JIS3410 KS3326 | IEC 92-350 | IEC 92-375 | IEC 92-3 | BS 6883 | MIL 24643 | DIN 89158 | DIN 89159 | IEEE45 UL1309 |
|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|------------------|--------------|--------------|------------------|
| 제품 | TPYCY MPYC | RCOP RFOU | 60V - | TPYCY RCOP | EPR/CSP - | LSISGA LSMSCA | MGCG - | FMCGG - | TEIB TTIA |
| 편조 재질 | GSW CBW | GSW CU/AL | CU - | GSW CU/AL | GSX CU/PB | AL - | CU - | CU - | CBW AL |
| 편조 기능 | Armour - | Armour - | Screen - | Armour - | Armour - | Armour - | Armour - | Screen - | Armour - |
| 편조밀도 | 90% | 90% | 85% | 90% | 82% | 88% | 90% | - | 88-94% |

② 적용

- 편조는 엉클어짐 또는 틈새가 없도록 균일하게 짜여야 한다. 유리섬유에 의한 편조는 풀림(흐트러짐)을 방지하기 위해 적절한 처리를 하여야 한다.

6. 시스

① 재료

- 시스는 개별 규격 KSCIEC 60227-4 등에서 각 케이블에 대해 규정하는 다음의 비닐 혼합물 이어야 한다.

해설

「시스」라 함은, 다심의 것에 있어서는 선심을 하나로 합친 것의 위에 피복한 절연물을 말한다.

- PVC/ST4 배선용 케이블
- PVC/ST5 가요 케이블
- PVC/ST10 90도 염화비닐혼합물로 시스된 케이블

- 이들 혼합물에 대한 시험 요구사항은 표3에 규정

- 시스는 개별 규격 KSC IEC 60245-4 등에서 각 케이블에 대해 규정하는 다음의 가류 고무 혼합물이어야 한다.

- SE3급 천연 고무 또는 이와 동등한 합성 고무 혼합물
- SE4급 클로로프렌 고무 또는 이와 동등한 합성 고무 혼합물

- 이들 고무 혼합물에 대한 시험 요구는 표4에 규정

② 적용

- 시스는 단층으로 압출한 것이어야 한다.

- a) 단심케이블일 경우에는 선심상에
- b) 다심케이블일 경우에는 선심상에, 그리고 충전물 또는 개재물을 가진 것은 그 위에

- 시스는 선심과 접촉되면 안 된다. 시스 밑에 분리용으로 필름 또는 테이프등을 감아도 된다.

- 어떤 경우에는, KSC IEC 60227-4(60245-3, 60245-4)에 나오는 대로 시스는 선심사이의 공간에 관통해 충전물로서 형성해도 된다.

* [2층 시스

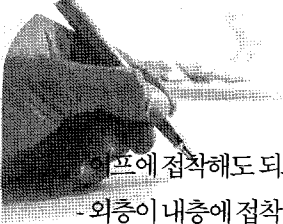
○ 내 층

- 내부 시스는 ②의 규정에 따라 이루어져야 한다. 고무를 입히거나 또는 이와 동등한 테이프를 내층위에 처리해도 된다.

- 테이프 또는 분리층의 두께가 0.5mm 미만이고 내부 시스와 접촉되어 있을 경우에는 테이프 또는 분리층이 내부 시스의 두께 측정에 포함되어도 된다.

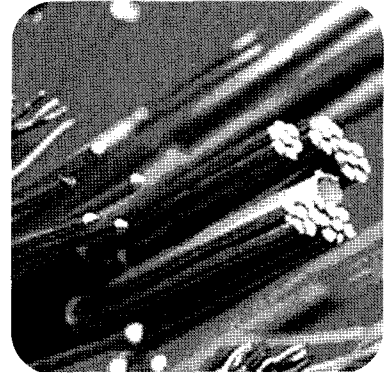
○ 외 층

- 외층 또는 외부 시스는 내부 시스상에, 또는 내부 시스상의 테이프상에 처리되어야 한다. 외층은 내층 또는 테



이표에 접촉해도 되고 안 해도 된다.

- 외층이 내층에 접촉되어 있을 경우 외층은 내층과 명확히 구별할 수 있어야 한다. 그것이 접촉되어 있지 않을 경우 외층은 내층에서 쉽게 분리될 수 있어야 한다.]



③ 두께

- 시스 두께의 평균치는 케이블의 종류 및 선심 구성에 따라 개별 규격 KSC IEC 60227(4등)에 나타난 수치 이상이어야 한다.
- 그러나, 두께가 어느 곳에서든지 명기된 값보다 적을 때에는, 규정 되어있지 않는 한, 그 차이가 명기된 값 0.1mm + 15%를 초과해서는 안 된다. ⇒ 최소치 측정 근거

해설

최소치 기준값 계산법 : [(두께 기준값 × 0.85) - 0.1]

※ 예) 두께 기준치가 1.1mm 인 60227 IEC 53 3G2.5mm²의 경우, 최소치 기준값은 0.835mm.

- 시스 두께의 최소치는 KSC IEC 60227-2 [60245-2]의 1.10에 나타난 시험으로써 확인

④ 노화 전후의 기계적 특성

- 시스는 통상적으로 사용되는 온도 범위에서 충분한 기계적 강도 및 탄성을 갖고 있어야 한다.
- 적합여부는 표3 [표4]에서 규정하는 시험으로써 확인
- 적용할 시험 방법 및 판정은 표3 [표4]에서 규정한다.

7. 완성품 케이블의 시험

① 전기적 특성

- 케이블은 절연내력과 절연저항을 충분히 갖고 있어야 한다.

해설

1. 절연내력 시험목적은 ;

- 절연체 중에 이물질이나, 분순물의 혼입여부를 확인한다.,
- 기는 금이나 핀홀이 있는가를 확인하는 시험이다.

2. 절연저항의 시험목적은;

- 고무계는:

- 배합제의 양부, 혼합 상태등 고무 절연물의 재질 및 불순물의 혼입 여부를 확인한다.
- 편질의 유무, 빈 공간(Bubble)의 유무를 확인하는 것이다.
- 편심의 정도를 확인하는 것이다.

- 열화수지(PVC)는:

- 상온시험(20℃)의 경우는, 전기회로의 배선용으로서 적당한 절연저항을 가지고 있는지의 유무를 확인하는 것이다. 열화등을 고려하여 규정에 정해진 기준치 이상의 절연저항 유무를 측정한다.
- 고온시험(70℃)의 경우는, 주로 가소제 종류를 보기 위한 것이다.

- 적합여부는 표7[표8]에 규정하는 시험으로써 확인

- 시험 방법 및 판정은 표7[표8]에서 규정한다.

② 완성 외경 치수

- 케이블의 평균 완성 외경은 개별 규격 KSC IEC 60227-3, 60227-4 [60245-3, 60245-4] 등의 표에서 규정하는 범위 이내이어야 한다.

- 동일 단면의 시스템 처리가 된 원형 케이블들의 외경에 대한 차이는 평균외경에 대한 상한치의 15% 이내 이어야 한다. ⇒ 진원도 측정 근거

해설

진원도 계산법: 60227 IEC 53 3G 2.5mm² 코드의 경우,

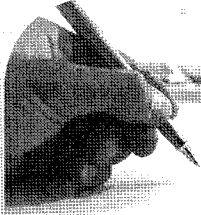
※ 예) 완성외경 하한값 9.2mm, 상한값 11.4mm 이므로, 진원도는 상한값 11.4mm의 15% 이내 (11.4×0.15=1.71mm)인 1.71 mm 이내이어야 함

- 적합여부는 KSC IEC 60227-2 [60245-2]의 1.11에서 규정하는 시험으로 확인

③ 가요 케이블 기계적 강도

- 가요 케이블은 보통 사용 상태에서 생기는 굽힘 및 다른 기계적 응력을 견디어야 함

- 개별 규격 KSC IEC 60227-5 [6-245-3, 60245-4] 등에서 규정할 경우 적합성은 KSC IEC 60227-2 [60245-3]의 3.에서 규정하는 시험으로써 확인한다.



[표 3] 염화비닐(PVC)시스의 비전기적 요구 특성

| 항목 No. | 시 험 | 단위 | 혼합물 종류 | | | | 시험방법 적용 항 | |
|--------|------------------------|--------------------|----------------------|---------|---------|----------|-----------|-------|
| | | | PVC/ST4 | PVC/ST5 | PVC/ST9 | PVC/ST10 | KS C IEC | 항목 |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | 인장강도 및 신장율 | | | | | | 60811-1-1 | 9.2 |
| 1.1 | 노화전의 특성 | | | | | | | |
| 1.1.1 | 인장강도 : | | | | | | | |
| | - 중앙값, 최소 | N/mm ² | 12.5 이상 | 10.0 이상 | 10.0 이상 | 10.0 이상 | | |
| 1.1.2 | 신장 : | | | | | | | |
| | - 중앙값, 최소 | % | 125 이상 | 150 이상 | 150 이상 | 150 이상 | | |
| 1.2 | 황은조에서 노화후의 특성 | | | | | | 60811-1-2 | 8.1 |
| 1.2.1 | 가열조건 : | | | | | | | |
| | - 온도 | ℃ | 80±2 | 80±2 | 80±2 | 135±2 | 60811-1-1 | 9.2 |
| | - 처리시간 | h | 7×24 | 7×24 | 7×24 | 10×24 | | |
| 1.2.2 | 인장강도 : | | | | | | | |
| | - 중앙값, 최소 | N/mm ² | 12.5 이상 | 10.0 이상 | 10.0 이상 | 10.0 이상 | | |
| | - 변화율 ¹⁾ 최대 | % | ±20 이내 | ±20 이내 | ±20 이내 | ±25 이내 | | |
| 1.2.3 | 신장 : | | | | | | | |
| | - 중앙값, 최소 | % | 125 이상 | 150 이상 | 150 이상 | 150 이상 | | |
| | - 변화율, 최대 | % | ±20 이내 | ±20 이내 | ±20 이내 | ±25 이내 | | |
| 2. | 질량손실시험 | | | | | | 60811-3-2 | 8.2 |
| 2.1 | 가열조건 | | | | | | | |
| | - 온도 | ℃ | No.1.2.1과 동일 | | | 115±2 | | |
| | - 처리시간 | h | No.1.2.1과 동일 | | | 10×24 | | |
| 2.2 | 질량손실값, 최대 | mg/cm ² | 2.0 이하 | 2.0 이하 | 2.0 이하 | | | |
| 3. | 오손시험 ²⁾ | | | | | | 60811-1-2 | 8.1.4 |
| 3.1 | 가열조건 | | | | | | | |
| | - 온도 | ℃ | No.1.2.1과 동일 | | | 100±2 | | |
| | - 처리시간 | h | No.1.2.1과 동일 | | | 10×24 | | |
| 3.2 | 가열후 기계적 특성 시험결과 | | No.1.2.2 및 1.2.3과 동일 | | | | | |
| 4. | 열 충격시험 | | | | | | 60811-3-1 | 9.2 |
| 4.1 | 가열조건 : | | | | | | | |
| | - 온도 | ℃ | 150±2 | 150±2 | 150±2 | 150±2 | | |
| | - 처리 시간 | h | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 4.2 | 시험결과 | | 크랙이 발생하지 않을 것 | | | | | |

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

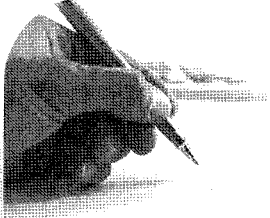
²⁾ 개별규격에 규정되었을 경우에만 적용 가능함. 또한 5.3.1을 본다.

[표 3] 염화비닐(PVC)시스의 비전기적 요구 특성 (계속)

| 항목 No. | 시 험 | 단위 | 혼합물 종류 | | | | 시험방법 적용항 | |
|-----------|--|--------|---------|---------|------------|----------|------------------------|----------------|
| | | | PVC/ST4 | PVC/ST5 | PVC/ST9 | PVC/ST10 | KS C IEC | 항목 |
| | | | | | | | | |
| 5. | 가열변형시험 | | | | | | 60811-3-1 | 8.2 |
| 5.1 | 시험조건 : - 칼날에 의한 가압 질량 - 가압하에서의 가열시간 - 온도 | h ℃ | 80±2 | 70±2 | 70±2 | 90±2 | 60811-3-1 60811-3-1 | 8.2.4 8.2.5 |
| 5.2 | 시험결과 - 감소율의 중앙값, 최대 | % | 50 | 50 | 50 | 50 | | |
| 6. | 저온 권부시험 | | | | | | 60811-1-4 | 8.2 |
| 6.1 | 시험조건 : - 온도 ¹⁾ - 저온으로 유지하는 시간 | ℃ h | -15±2 | -15±2 | -15±2 | -15±2 | 60811-1-4 | 8.2.3 |
| 6.2 | 시험결과 : - 크랙이 발생하지 않을 것 | | | | | | 60811-1-4 | 8.4 |
| 7. | 저온하에서의 신장시험 | | | | | | 60811-1-4 | 8.4 |
| 7.1 | 시험조건 : - 온도 ¹⁾ - 저온으로 유지하는 시간 | ℃ | -15±2 | -15±2 | -15±2 | -15±2 | 60811-1-4 | 8.4.4 8.4.5 |
| 7.2 | 시험결과 : - 신장 | % | 20 이상 | 20 이상 | 20 이상 | 20 이상 | | |
| 8. | 저온 충격시험 | | | | | | 60811-1-4 | 8.5 |
| 8.1 | 시험조건 : - 온도 ¹⁾ - 저온으로 유지하는 시간 - 해머의 질량 | ℃ h | -15±2 | -15±2 | -15±2 | -15±2 | 60811-1-4 | 8.5.5 8.5.4 |
| 8.2 | 시험결과 | | | | | | 60811-1-4 | 8.5.6 |
| 9. | 기름에 침지한 후의 기계적 특성 | | | | | | 60811-2-1 | 10. |
| 9.1 | 시험조건 : - 기름의 온도 - 침지 시간 | ℃ h | - | - | 90±2 24 | - | | |
| 9.1.1 | 인장강도 | | | | | | | |
| 1 | - 변화율*, 최대 | % | - | - | ±30이내 | - | | |
| 9.1.2 | 신장율; ²⁾ | | | | | | | |
| 2 | - 최대변화율 | % | - | - | ±30이내 | - | | |
| 10 | 200℃에서 최소열 안정성 | min | - | - | - | 180 | 60811-3-2 | 9 |

¹⁾기 후조건에 따라, 국가별 규격에서 낮은 시험온도를 요구할 수도 있음

²⁾변화율은 노화후의 중간치와 노화시험을 안 했을 때의 중간치의 차이이고 퍼센트로 표현한다.



[표 4] 가교된 고무시스의 물리적 특성

| 항목 No. | 시 형 | 단 위 | 혼합물 종류 | | 시험방법 적용 항 | |
|--------|--------------------------|-------------------|--------|-------------------|-----------|---------|
| | | | SE 3 | SE 4 | KS C IEC | 항 목 |
| | | | 1. | 인장강도 및 신장 | | |
| 1.1 | 노화 전 특성 | | | | | |
| 1.1.1 | 인장강도 : | N/mm ² | 7.0 | 10.0 | | |
| | - 중앙값, 최소 | | | | | |
| 1.1.2 | 신장율 : | | 300 | 300 | | |
| | - 중앙값, 최소 | | | | | |
| 1.2 | 항온조에서 노화 후 특성 | % | | | 60811-1-2 | 8.1.3.1 |
| 1.2.1 | 가열조건 : | | | | | |
| | - 온도 | ℃ | 70±2 | 70±2 | | |
| | - 가열시간 | h | 10×24 | 10×24 | | |
| 1.2.2 | 인장강도 : | N/mm ² | - | - | | |
| | - 중앙값, 최소 | | | | | |
| | - 변화율 ^{a)} , 최대 | % | ±20 | -15 ^{b)} | | |
| 1.2.3 | 신장율 : | | 250 | 250 | | |
| | - 중앙값, 최소 | | | | | |
| | - 변화율 ^{a)} , 최대 | % | ±20 | -25 ^{b)} | | |
| 1.3 | 내유 후 기계적 특성 | | | | 60811-2-1 | 10. |
| 1.3.1 | 시험조건 : | | | | | |
| | - 기름의 온도 | ℃ | - | 100±2 | | |
| | - 침유 시간 | h | - | 24 | | |
| 1.3.2 | 인장강도 : | | - | ±40 | | |
| | - 변화율 ^{a)} , 최대 | | | | | |
| 1.3.3 | 신장율 : | | - | ±40 | | |
| | - 변화율 ^{a)} , 최대 | | | | | |
| 2. | 내열 시험 | | | | 60811-2-1 | 9. |
| 2.1 | 시험조건 : | | | | | |
| | - 온도 | ℃ | 200±3 | 200±3 | | |
| | - 하중시간 | min | 15 | 15 | | |
| | - 기계적 응력(무하) | N/mm ² | 0.20 | 0.20 | | |
| 2.2. | 가열 신장율 : | | | | | |
| | - 하중시 신장율, 최대 | % | 175 | 175 | | |
| | - 냉각 후 신장율, 최대 | % | 25 | 25 | | |

^a 변화율 : (가열 후 중앙값-가열 전 중앙값)÷가열 전 중앙값을 백분율로 나타낸 것
^b 플러스 공차는 제한 없음

[표 4] 가교된 고무시스의 물리적 특성 (계속)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|-----------|----------------|----|---------|------------------------------|-----------|-----|
| 항목 No. | 시 험 | 단위 | 혼합물의 종류 | | 시험방법 적용항 | |
| | | | SE 3 | SE 4 | KS C IEC | 항목 |
| 3. | 저온권부시험 | | | | 60811-1-4 | 8.2 |
| 3.1 | 시험 조건 : | | | | | |
| | - 온도 : | ℃ | - | -35±2 | | |
| | - 저온으로 유지하는 시간 | | - | KSC IEC60811-1-4 8.2.3 참조 | | |
| 3.2 | 시험결과 | | - | 균열이 발생하지 않을 것 | 60811-1-4 | 8.4 |
| 4. | 저온하에서의 신장시험 | | | | | |
| 4.1 | 시험 조건 : | | | | | |
| | - 온도 : | ℃ | - | -35±2 | | |
| | - 저온으로 유지하는 시간 | | - | KSC IEC811-1-4 8.4.4 참조 | | |
| 4.2 | 시험결과 | | | | | |
| | - 신장율 | % | - | 30 이상 | | |

④ 가요 케이블 이동 굽힘강도 시험

- KSC IEC 60227-2 [60245-2] 의 3.1 참조

- [도체의 공칭 단면적이 4mm²를 넘는 가요 케이블 및 모든 단심 케이블에는 이 시험을 적용하지 않는다.

- 왕복 15,000회 좌우 동작으로 시험하는 중에 도체 간에 단락 되거나 전류가 끊어지면 안 된다.

- [이 시험 후 3심 이상의 케이블이고 시스가 있을 경우에는 시스 및 개재물 등을 제거하고 선심만 있는 상태로 한다.]

- 이 시험 후 케이블은 KSC IEC 60227-2 [60245-2] 의 2.2에서 규정하는 내전압 시험을 견뎌내야 한다. [단, 시험 전압은 2,000V 이하로 한다.]

▶ 다음호에 계속