

# 전기케이블의 가연성시험관련 일본규격

이 덕 준 / 기획실장

## — Abstract —

This is a interpretation paper to introduce for the flammability test methods & requirements for electric cables specified in Japanese standards.

## 1. 머리말

전기케이블의 가연성시험에 대하여 대표적인 일본 규격들을 요약하여 정리한 나카가와와 고마이씨의 논문을 인용하여 소개하며, 사용된 “방염”이란 용어는 불꽃연소방지성의 광범위한 의미로 이해하길 바란다.

## 2. 일본규격에서 규정한 전기케이블의 유형

일본산업규격(JIS)에 규정되어 있는 전기케이블과 전선제품들의 여러가지 유형들은 표1과 같다.

품목별로 일부의 전기케이블은 사용될 장소와 방법에 따라 구분되고 나머지의 케이블들은 구성재료를 근거로 하여 분류되어 있다. 표1에 기재된 대부분의 규격들은 케이블의 유형을 보다 세분하여 표시하고 있다. 9개 규격(JISC3307, 3312, 3316, 3317, 3323, 3326, 3340, 3370, 3406)은 소분류가 없으며 나머지 29개 규격은 세밀하게 소분류되어 있다. 이를테면 JISC 3401-1987에 규정된 제어용케이블은 CVV, CEV, CEE, CCV, OCE의 5개 유형으로 분류된다. 이

규격에서 첫째가 C는 제어(Control), 둘째자 V, E, C는 절연성의 중합물질, 셋째자 또는 마지막자인 V 또는 E는 피복보호(Sheath)물질을 표시한다.

둘째자 또는 셋째자로 사용되는 V, E, C는 각각 폴리염화비닐(PVC 또는 비닐), 폴리에틸렌, 가교폴리에틸렌을 표시한다. 예를들면 CVV는 비닐절연·비닐시스제어용케이블을 의미한다.

전기케이블은 대부분 일반적인 공통시험방법으로 그 특성을 결정하며 이 방법은 JISC 3005-1991에 규정되어 있고, 이 규격은 30종류의 시험항목으로 구성되어 있으며 방염시험도 포함되어 있다. 모든 유형의 전기케이블에 방염시험을 적용할 필요는 없으며 이와같은 가연성시험을 적용할 것인가는 전기케이블의 유형에 의한다.

## 3. 일본규격에 규정된 가연성시험

JIS에 규정된 전기케이블의 가연성시험종류는 3개이다.

이 중에서 일반용도의 케이블에 적용되는 JISC 3005의 방염시험이 가장 널리 채택되어 이용된다.

이외의 다른 2 시험은 특수용도의 케이블에 대한

표 1. JS에 규정된 절연전기케이블제품의 유형

규격번호	절연전기케이블의 유형 또는 제목
JISC3301-1987	고무코드
• 3306- •	비닐코드
• 3307- •	600V비닐절연전선
• 3308-1991	내온관용전선
• 3309- •	1000V형광 방전등전선
• 3310-1987	600V 고무절연 연피케이블
• 3312- •	600V 비닐절연 시스케이블
• 3315- •	전기기기용 고무절연전선
• 3316- •	전기기기용 비닐절연전선
• 3317- •	600V2중(내열)비닐절연전선
• 3323- •	600V규소고무절연유리섬유직조전선
• 3326- •	600V폴리에틸렌 절연전선
• 3327- •	600V고무절연 가요케이블
• 3330- •	TV수신용케이블
• 3340- •	옥외용 비닐절연전선
• 3341- •	인입용 비닐절연전선
• 3342- •	600V 비닐절연 비닐시스케이블
• 3370- •	옥외용 강심 알루미늄도체 비닐절연전선
• 3371- •	인입용 알루미늄도체 비닐절연전선
• 3372- •	600V 알루미늄도체 비닐절연전선
• 3401- •	제어용 케이블
• 3403-1978	캠브릭 절연전선
• 3404-1987	용접용 케이블
• 3405- •	자동차용 고압케이블
• 3406- •	자동차용 저압케이블
• 3407- •	X선용 고전압케이블
• 3408- •	승강기용 케이블
• 3409- •	자동차 잠금방지용 고압저항전선
• 3410- •	선박용 전선
• 3501- •	고주파 동축케이블
• 3502- •	TV수신용 동축케이블
• 3601- •	벨트지 케이블
• 3602- •	SI케이블
• 3605- •	600V PE케이블
• 3606- •	고압가교 PE케이블
• 3609- •	고압인하용 절연전선
• 3611-1986	고압기내 배선용전선
• 3621-1987	600V EP고무절연케이블

여 특별히 적용된다. 이들의 하나는 선박의 전기장비용케이블에 대한 가연성시험(JISC 3410)이며 다른 것은 JISC 3521에 규정된 전기통신케이블의 방염성에 관한 시험이다.

이 시험방법들을 간단히 설명하고 첨가해서 일본 케이블제조사협회에서 채택하고 있는 군집(Group)케이블에 대한 수직닥트화염시험방법도 간략히 소개한다.

#### 가. JISC 3005의 방염시험

단일케이블을 이용해 소형불꽃으로 시험하는 것이며 시험체의 설치방향에 따라 수평시험, 경사시험의 2가지 시험방법이 있다.

시험장치는 칸막이, 시험체지지홀더, 분젠버너 등으로 대별되며 칸막이는 높이 약 610mm, 폭 310mm, 깊이 360mm인 3면 철판으로 구성되고 시험체지지홀더는 금속체로서 시험체를 수평 또는 60°경사지게 지지할 수 있어야 한다.

분젠버너는 내경 10mm이며 연료가스는 발열량이 37,674KJ/m<sup>3</sup>(9,000Kcal/m<sup>3</sup>)이상되어야 한다.

(참고: 산업용 메탄가스가 권장됨)

이 시험에서 시험체는 원추형의 산화불꽃길이가 약 130mm이고 내부 환원불꽃길이가 약 35mm인 버너불꽃으로 최대 30초동안 가열한다.

#### 나. 선박의 전기장비용 케이블 가연성시험

선박의 전기케이블과 관련된 일본규격은 JISC 3410 등으로서 국제전자기술위원회의 선박전기시설물에 대한 권고사항(IEC 92-3)을 근거로 제정되었다.

JISC 3410에 규정된 가연성시험은 IEC92-3의 개정안을 채택한 것이다.

이 시험은 길이 600±25mm인 단일케이블시험체를 이용하며 도료 또는 락카로 마감도장이 되었을 경우는 시험에 앞서 60±5°C 온도로 4시간동안 건조한다. 시험체는 3면(높이 1,200±25mm, 깊이 450±25mm, 폭 300±25mm)이 금속제인 칸막이 중심에서 수직으로 클램프에 의해 단단히 매달려진다.

이 칸막이는 전면이 개방되고 윗면과 바닥면은 밀폐된다. 기관은 비금속제이어야 하며 시험체는 밑부분이 칸막이 기관의 약 50mm 높이에 있도록 하여야 하며 시험은 무풍장소에서 실시한다.

가열원으로 공칭경 10mm인 가스버너(분젠버너) 1~2대를 사용하며 버너불꽃은 외부의 원추형 산화불꽃길이가 약 125mm, 내부의 푸른색 환원 불꽃길이가 약 40mm되도록 조정되어야 한다.

불꽃세기는 직경  $0.71 \pm 0.025$ mm인 나동선으로 검사, 확인하며, 버너관의 상부 50mm 지점에서 불꽃속에 수평으로 삽입했을 때 나동선이 녹는 시간이 6초를 초과해서도 안되며 4초미만이어서도 안된다.

전체직경이 50mm이하인 케이블은 1대의 버너불꽃으로 가열해야하며 50mm를 초과하는 케이블은 2대의 버너불꽃으로 가열한다. 이 때 버너관의 축은 시험체의 축과 45°각도를 유지해야 하며 내부의 원추형 푸른색 불꽃의 끝부분이 시험체의 밑면에서 위로 약 300mm되는 시험체의 표면과 접촉되도록 해야한다. 평면상으로 2대의 버너관의 축방향각은 90°가 되며 접점시간(T; 초단위)은 산출식  $T=60 + \frac{W}{25}$  {W: 600mm 시험체의 무게(g)}로 결정한다.

#### 다. 군집된 전기통신케이블의 가연성시험

방염성의 피복재로 보호조치된 군집 전기통신케이블에 대한 가연성시험방법은 1986. 12월 이후에 JISC 3521로 제정되었으며, 선택적으로 적용되는 규격으로 쉽게 화재를 확대할 수 있는 다발이나 군집상태로 설치된 전기통신케이블(예: 지중케이블터널)에 대한 유일한 것이다. 이 규격은 전기통신케이블화재가 심각한 사회문제를 야기할 수 있어 거의 발생할 가능성이 없더라도 방지되어야 한다는 사실의 인식으로부터 출현되었다.

이것은 IEEE기준 383을 근거로 하였으며 383기준이 핵발전소같이 위험한 장소에 사용되는 군집 전기케이블에 관한 가연성시험을 규정한 기준으로 널리 채택되고 있었기 때문이다.

어떠한 기준 혹은 요구조건없이 거의 IEEE기준 383을 인용하여 수직트레이 화염시험방법으로 규정하고 있다.

이 시험에서 일단의 케이블시험체는 전체외경이 Dmm길이 약 2,400mm로 준비하며 시험체의 수는 다음의 식으로 산출한다.

$$7D + (7-1) \frac{D}{2} \geq 150 \quad (7: \text{시험체 수})$$

시험은 자연통풍되는 실이나 버너불꽃이 안정될 수 있는 정도의 약한 강제통풍장치가 시설된 실내에서 실시한다.

케이블시험체는 횡봉이 트레이전체높이를 따라 약 300mm 간격으로 설치된 사다리형의 수직트레이(높이 약 2,400mm, 폭 300mm, 깊이 75mm) 한면위에 케이블사이의 케이블외경의 1/2간격을 두고 한점으로 배열하며 적당한 철사로 트레이에 고정한다.

가열은 리본형 가스버너를 이용하며 이 버너는 전면길이 341mm, 242개의 원형구멍이 설치되어 있다. 구멍의 직경은 1.3mm이며 3.2mm간격으로 81개가 배열되어 있고 80번과 81번의 구멍은 3열에서 엇갈리게 배치되어 있다.

연료가스는 액화석유가스를 사용하며 시험전에 버너불꽃 길이가 약 380mm되고 버너출구로부터 약 70mm되는 지점의 불꽃중심부온도가 815°C 이상되어야 한다.

버너는 케이블시험체의 전면으로부터 수평거리 약 75mm, 트레이밑바닥에서 높이 약 600mm되고 트레이폭의 중심에 있도록 설치한다. 접점시간은 20분이며 시험체의 불꽃연소가 완전히 사라질 때 시험은 종결된다.

시험종료 후 버너로부터 타버린 케이블 피복재의 최대길이를 측정한다.

#### 라. 군집케이블의 수직닥트화염시험

일본의 케이블제조사 협회는 자체규격(JCS 366)으로 군집케이블에 대한 2가지의 시험방법을 규정하고 있다.

이들은 수직트레이화염시험과 수직닥트화염시험이며 수직트레이화염시험은 IEEE 383과 일치한다.

수직닥트화염시험은 JISC 3521에 규정한 수직트레이화염시험과 가열원과 시험절차에 있어 거의 유사하나 장비와 시험체배열이 다르다. 이 시험에서 케이

표 2. 절연전기케이블제품의 방염시험방법 및 요구조건

규격번호	시험방법	요구조건
JISC3301-1987	JISC 3005, 28.2(2)a	잔염시간 60초 이하
" 3306- "	" 28.2(2)	"
" 3307-1991	" "	"
" 3308- "	" 28.2(1)b 또는 (2)c	"
" 3309-1987	" 28.2(2)d	"
" 3310- "	해당사항 없음	-
" 3312- "	JISC 3005, 28.2(2)	잔염시간 30초 이하
" 3315- "	" 28.2(1)e	잔염시간 60초 이하
" 3316- "	" 28.2(2)	"
" 3317- "	"	"
" 3323- "	해당사항 없음	-
" 3326- "	해당사항 없음	-
" 3327- "	JISC 3005, 28.2(1)b	잔염시간 60초 이하
" 3330- "	"	-
" 3340- "	"	-
" 3341- "	JISC 3005, 28.2(2)	잔염시간 60초 이하
" 3342- "	"	"
" 3370- "	해당사항 없음	-
" 3371- "	JISC 3005, 28.2(2)	잔염시간 15초 이하
" 3372- "	"	"
" 3401- "	" , 28.2(2)f	잔염시간 60초 이하
" 3403- "	해당사항 없음	-
" 3404- "	JISC 3005, 28.2(1)b	자기소화성
" 3405-1987	해당사항 없음	-
" 3406- "	JISC 3005, 28.2(1)	잔염시간 15초 이하
" 3407- "	해당사항 없음	-
" 3408- "	JISC 3005, 28.2(1)b 또는 (2)f	자기소화성
" 3409- "	해당사항 없음	-
" 3410- "	JISC 3410, 6·7	자기소화성
" 3501- "	해당사항 없음	-
" 3502- "	"	-
" 3601- "	JISC 3005, 28.2(1)b 또는 (2)f	자기소화성
" 3602- "	"	"
" 3605- "	" , 28.2(2)f	잔염시간 60초 이하
" 3606- "	"	자기소화성
" 3609- "	해당사항 없음	-
" 3611-1986	"	-
" 3621-1987	JISC 3005, 28.2(1)g	자기소화성

주) a: 클로로프렌고무절연 또는 시스재료만 해당  
 b: 클로로프렌 고무시스재료만 해당  
 c: 비닐(PVC)절연 또는 시스재료만 해당  
 d: 비닐(PVC)또는 다른 방염절연재료만 해당

e: 클로로프렌 또는 염화황산염 폴리에틸렌 절연 연선만 해당  
 f: 비닐(PVC)시스재료만 해당  
 g: 클로로프렌 고무 또는 비닐(PVC)재료만 해당

블시험체는 길이 약 3,100mm이며 수직트레이의 양면 위에 케이블경의 1/2간격으로 배치하여야 하고, 이 케이블트레이는 포이 3,100mm, 폭 300mm, 깊이 70mm 크기이다.

각 면위에는 케이블시험체를 한겹으로 폭이 약 250mm되도록 배열하여야 하며 각 겹은 교대로 배치 되도록해야 한다.

트레이는 높이 약 3,100mm, 폭 350mm되는 금속제의 수직닥트속에 설치되어야 하며, 그 닥트는 전면에 약 850mm 높이의 하단개구부가 있다.

리본형가스버너는 케이블시험체의 전면으로부터 수평거리 약 75mm되고, 닥트하단으로부터 높이 700mm되도록 설치되어야 한다.

#### 4. 전기케이블의 방염성 요구조건

JIS에 규정된 전기케이블에 적용하는 가연성시험 방법과 요구조건들을 표2에 표시한다.

표 2를 살펴보면 전기케이블과 코드에 관한 전체 38개의 JIS규격 중 24개가 방염성 요구조건을 포함하고 있으며 이 중 23개가 JISC 3005에 규정된 시험방법을 채택하고 있고, 선박의 전기장비용케이블 및 가요전선을 규정한 JISC 3410만이 유일하게 앞서 언급한 시험방법을 적용하고 있다.

JISC 3005에 규정된 소형불꽃시험은 표에서 알 수 있는바와 같이 시스케이블과 절연전선표면재료가 비닐(PVC), 클로로프렌고무, 염화황산염 폴리에틸렌 중합체로 된 경우에 적용하고 있으며 연소성능으로서 잔염시간이 15초, 30초, 60초 및 자기소화성 등을 요구하고 있다.

이밖에 JISC 3410에 규정된 대부분의 케이블은 비닐, 클로로프렌고무, 납으로 시스된 것이며 예외로 실리콘고무절연 유리면케이블과 비닐석면절연 교환 기전선이 있다.

결론적으로 JIS에서 규정한 가연성시험성능이 필요한 재료는 대부분 비닐(PVC) 또는 클로로프렌고무시스케이블인 것을 추정할 수 있다.

일부규격은 가연성능의 요구조건이 없는데 그 이유는 화재위험도가 대단히 작은 경우(JISC 3340, 3370에 규정된 옥외용)와 방화재료로 구성된 경우

(JISC 3310의 납 또는 JISC 3323의 실리콘고무 같은 재료)라 할 수 있다.

군집케이블에 관한 수직트레이시험 및 닥트시험의 요구조건은 통상 불꽃이 케이블시험체의 최고단부까지 확대하는지의 여부에 따르며 JIS에서는 이 요구조건에 대한 설명은 없다.

이러한 함축된 의미는 일본에서의 전기케이블에 대해 가연성시험성능을 적용하는 것이 선택사항인 것을 뜻하며 그 요구조건은 케이블사용자들이 제시한 재료의 명세서에 의함을 나타낸다.

#### 5. 맺는말

JIS규격으로 규정된 전기케이블에 관한 가연성시험은 대부분이 일반용도의 비닐(PVC) 또는 클로로프렌고무시스케이블에 적용되며, 예외적으로 선박의 전기장비용케이블과 군집전기케이블에 대해 별도의 가연성시험방법들이 있다.

그러므로 전기케이블에 관한 방염성요구조건은 케이블의 유형이나 사용자들의 구매명세서에 의해 결정되어 제시되어 지는 것으로 볼 수 있다. 

