

케이블 방재의 기술

여러 선이 그룹화된 케이블이 착화 또는 발화 하면 큰 연소력으로 화재가 확대되어 그 전기 계통이 차단되고 나아가서 배선경로에 따라서 중요한 설비 등으로 연소되어 간다.

또한 일반의 케이블 피복재료는 연소시 짙은 연기와 유독성가스를 발생시키므로 소화활동을 곤란하게 하여 귀중한 인명과 설비에 막대한 손실을 가져다 줄 가능성이 높다.

케이블화재는 직접적인 피해와함께 2차적인 재해를 초래할 위험성을 갖고 있으므로 이것을 방지하기 위해 각종 대책이 검토, 실시되고 있다.

여기서는 최근 특히 중요시 되고 있는 케이블의 방화대책에 대해 대표적인 방법을 설명하고 그 설계, 시공의 요점을 설명하고자 한다.

1. 케이블 선로의 방화대책

케이블 선로의 방화대책은 표1에서처럼 다방면으로 종합적인 검토가 이루어 지고 있다.

최선의 방화대책은 화재가 일어나지 않게 하는 것이며 선로설계의 적정화 및 그 체크를 포함한 점검, 보수가 중요하다. 그러나, 충분하다고 생각되는 이런 대책을 실시해도 상황의 변화나 예측할 수 없는 사고로 뜻밖의 케이블화재가 발생하는 경우가 있으며 과거에도 많은 사고가 보고되었다.

케이블화재가 발생하면 직접적인 피해는 물론 2차적인 재해나 사회적으로 끼치는 영향이 매우 커진다. 따라서 차선책으로서

- 케이블의 불연화, 난연화
- 케이블 관통부의 방화 seal
- 화재 감지

등의 여러 대책을 실시하여 화재의 확대를 예방하는 것이 중요하다.

여기서는 이러한 케이블화재 확대 방지대책에 대해 설명하고자 한다.

2. 케이블 연소 용이성과 고난연 케이블

케이블 선로에는 비교적 연소되기 쉬운 것과 그렇지 않은 것이 있다. 우선 각종 케이블을 “연소의 용이성” 면에서 보면 다음과 같이 대별된다.

- (1) 폴리에틸렌 외장케이블
- (2) PVC 외장케이블
- (3) 고난연 케이블(외장을 고난연화 한것)
- (4) 불연 케이블(Mineral Insulation Cable)

케이블 선로로서의 “연소 용이성”은 배선되는 장소나 배선방법에 따라 다르다, 배선장소는 지중 매설이나 관로내에서는 어떤 케이블이라도 연소위험은 거의 없지만 氣中이나 화재시 축열효과가 생기는 동도(洞道)내 밀폐덕트, 핏트내 굴뚝효과(Stack Effect)가 생기는 수직덕트, 샤프트내에서는 특히 케이블화재의 위험장소로 되기 쉽다.

배선방법으로서는 1선씩 배선된 경우(단선배선)와 다수의 케이블이 인접하여 배선된 경우(다선배선)에는 연소 용이성에 큰 차이가 생긴다. 위에서 대별한 케이블에 대한 배선방법별 “연소 용이성”을 일반적인 氣中配線을 가정한 경우로 분류하면 표2처럼 된다.

또한, 케이블의 “연소 용이성”은 케이블의 구조나 굵기에 따라서도 다르다. 예를들면 OF(Oil Filled)케

표1. 케이블 선로의 방화대책

구분	항목
(1) 선로 설계의 적정화	① 보호계통의 검토 ② 접지계통의 검토 ③ 케이블 품종·사이즈의 검토 ④ 배선방법의 검토 ⑤ 지진·수해대책
(2) 점검·보수	① 이상 점검(순시) ② 절연 진단 ③ 유압·온도감시 ④ 공사 중의 부주의 방지(용접 불꽃·외상 등)
(3) 케이블의 불연화·난연화	① 不燃(불연) 케이블의 채용:MI 케이블 ② 난연 케이블의 채용:고난연 케이블 ③ 케이블의 방화 보호:방재 트래프(모래 매우기), 방화 시트, 연소방지도료, 방화 테이프
(4) 케이블 관통부의 방화seal	① 구획 관통부의 방화 seal ② 동도·덕트 내의 격벽(隔壁) ③ 반 밀 등의 방화 seal
(5) 화재 감지	① 케이블 이상 온도의 감지:화재 감지선 시스템 ② 화재 통지:각종 감지기, 화재 통지설비
(6) 소화	① 자동 소화 설비:하론, CO ₂ , 스프링쿨러 ② 소화기
(7) 기타	① 작은 동물의 침입 방지:침입로 폐쇄 ② 방법 대책

발전소나 제철소 등 대량의 케이블이 집중하는 플랜트 등에서는 다선 배선에서도 연소방지 효과를 발휘하는 고난연 케이블이 사용되고 있다. 고난연 케이블은 주로 최외층의 PVC 외장에 고난연화된 재료를 사용하고 있으며 그 만큼 통상 케이블에 비해 가격이 높아진다. 일반의 빌딩 등에서는 벽이나 바닥 등의 방화구획이 많기 때문에 그 관통부분을 확실하게 방화처리함으로써 케이블의 연소 방지대책을 겸하고 있다. 따라서 고난연 케이블은 구획관통부가 적고 긴 구간 배선되는 플랜트내 배선이나 다선 집중화하는 제어반 아래의 케이블 처리장 등의 배선에 사용되는 일이 많다. (그림1)

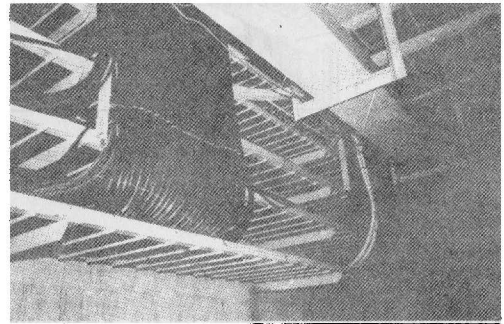


그림1. 다선 배선 케이블

또한 불연케이블로서는 도체, 절연체, 외장의 모두가 무기질(불연재)로 구성된 MI케이블이 있고 고도의 방재대책을 필요로 하는 건물, 플랜트, 중요 문화재 등에 사용되고 있다.(그림2)

3. 케이블 관통부의 방화공법

불연 케이블이외의 범용 케이블은 불꽃에 닿으면 유독성 연기를 내고 탄다. 앞에서 설명한 것처럼 “연소 용이성”의 차이는 있지만 고난연 케이블에서도 같다. 따라서 케이블이 건축물의 벽이나 바닥을 관통하는 경우에는 그 관통부분에서 화재나 연기의 통과를 차단하는 것이 방재상 효과적이다.

일본의 경우 건축기준법에서 정해진 방화벽이나 바닥을 케이블이 관통하는 경우에는 공공기관에서 성능을 인정하는 방법으로 확실히 처리할 것을 의무

표2. 氣中配線에서의 케이블의 연소 용이성

	폴리에틸렌 외장 케이블	PVC 외장 케이블	고난연 케이블	불연 케이블
단선배선	X	○	○	◎
다선배선	X	X	○	◎

X : 타기 쉽고 연소가 빠르다.
○ : 타지만 연소하지 않는다.
◎ : 타지 않는다.

이들은 굵어서 열용량이 크고 최외층의 PVC 피복 등의 바로 아래에 불연성 금속외장이 있어 외부에서 타기 어려운 케이블이라 할 수 있다. 또한, 내화전선, 내열전선은 연소되어도 규정시간 동안 단락하지 않고 전력이나 신호를 계속 보낼 수 있지만 “연소 용이성”의 면에서 보면 표2의 분류 중 PVC 외장케이블에 상당하고 다선 배선에서는 비교적 연소가 어려운 케이블이라 할 수 있다.

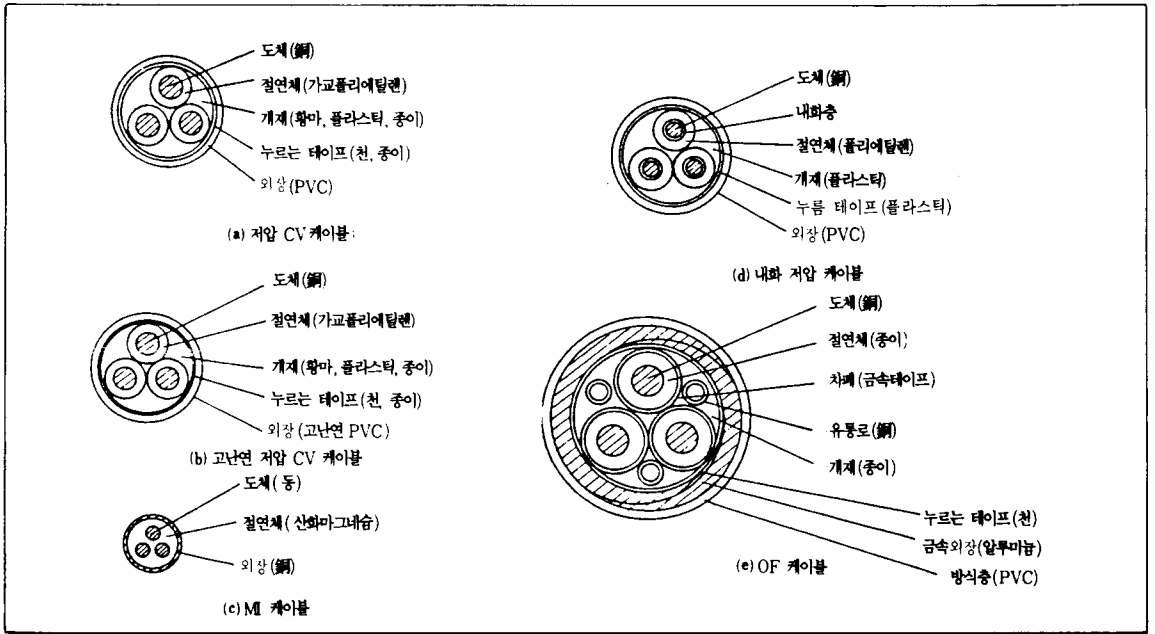


그림2. 각종 케이블의 구조

화하고 있다.

또 최근에는 케이블 화재가 빈번히 발생하고 있기 때문에 소방행정상 방화구획뿐 아니라 EPS(케이블 샤프트)내 케이블 바닥 관통부도 내화구조의 물질로서 밀폐하도록 지도하고 있다.

케이블 방화구획 관통부 조치공법의 성능은 일본 건축기준법 시행령 제112조와 제129조에 규정된 工法과 비교해서 동등 이상이거나 구체적으로는 규정 시간(통상 2시간)의 내화시험에서

- 가. 유해한 변형, 파괴와 탈락이 없을 것.
 - 나. 화재가 관통하지 않을 것.
 - 다. 화재측 반대쪽 케이블이 발화하지 않을 것.
 - 라. 화재측 반대쪽 충전재의 이면온도가 260°C 이하일 것.
 - 마. 화재측 반대쪽 케이블 표면온도가 340°C 이하일 것.
 - 바. 工法자체가 구조내력상 충분한 안전성이 있을 것.
 - 사. 시공 품질이 안전할 것.
- 등을 조건으로 하여 심사한다.

이런 工法중 가장 일반적인 것은 벽이나 바닥 케이블칼(규산칼슘) 판을 사이에 넣은 것으로 그림3,4에

표시한 방법이다. 이 방법의 가장 중요한 부분은 케이블 주위에 충전하는 耐熱Seal材이고 소정의 치수에 빈틈없이 충전해야 한다.

이 Seal 재는 비경화성이므로 케이블의 증·개설 시에는 쉽게 분리하여 작업을 실시할 수가 있지만 작업후 처리를 소홀히 하면 방화효과가 떨어져 대단히 위험하다. 따라서 케이블 증·개설 작업후에는 분리한 다른 구성재료와 함께 내열 Seal재를 원상태로 케이블 주위에 빈틈없이 충전시켜야 한다.

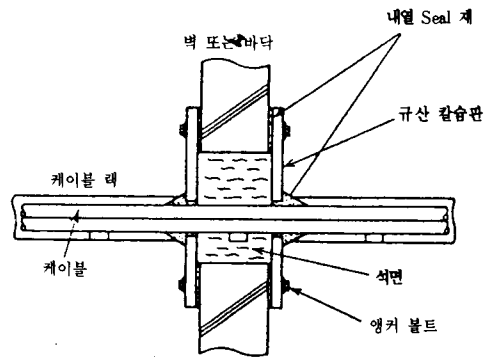


그림3. B.C.J-방재-77평 정공법

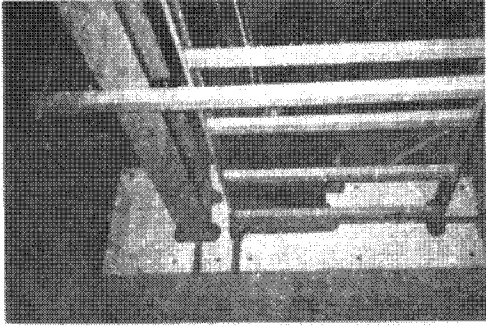


그림4. 77평 정공법의 시공례

최근에는 케이블 배선량 증가와 EPS 등의 소형화나 공간 절약화 때문에 케이블의 배선 장소가 과밀해지고 있다. 방화구획 관통부의 조치도 이에 따라서 작업성이나 치수를 개선한 工法이 몇가지 개발되었다.

그림5는 EPS 등의 바닥관통부에 사용되는 鋼製 Sleeve로서 콘크리트 타설전에 가설(假設) 바닥판이나 Deck Plate위에 고정해 두고 콘크리트 타설과 함께 개구부를 형성한다. 조립식이기 때문에 사용전 보관에 장소를 차지하지 않고 또 측면에 앵글 앵커를 장착하므로 콘크리트 타설시의 압력에도 변형하지 않는다. 바닥의 완성후, 이 개구부에 케이블을 관통시키는데 그 후의 방화조치 작업은 모두 바닥 위에서 할 수 있고 슬리브(開口)의 범위내에서 조치할 수 있기 때문에 여분의 장소를 차지하지 않고 천장부애의 시공이 필요없다는 것 등이 특징이다.



그림5. 강제슬리브

바닥 위에서 실시하는 방화조치는 그림3의 일반 공법과 같은 재료를 조합한 그림6,7의 工法과 위층 내화판 대신에 상온 발포형인 난연성 Silicon Form을 주입하는 그림8,9의 工法이 실용화되고 있다.

Silicon Form을 사용하는 工法은 하부 구획판에 cut knife로 절단할 수 있는 세라믹 섬유 보드를 사용하고 있어 전동공구는 필요없으며 먼지·진동·소음도 없다.

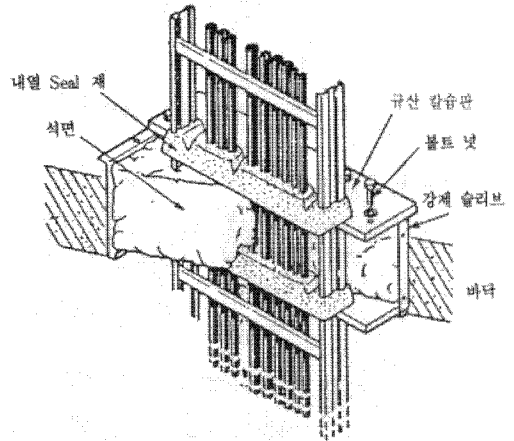


그림6. BCJ-방재-135평 정공법



그림7. 135평 정공법의 시공례

또 전선과 배선의 경우, 강제 전선관(불연재)의 길이를 전후(바닥의 경우 상하) 각1M이상으로 해야 하고 배선 공간이 유효한 이용이 어렵다는 문제점이 있다. 그 대책으로서는 전선관의 길이를 전장 0.2~0.5M로

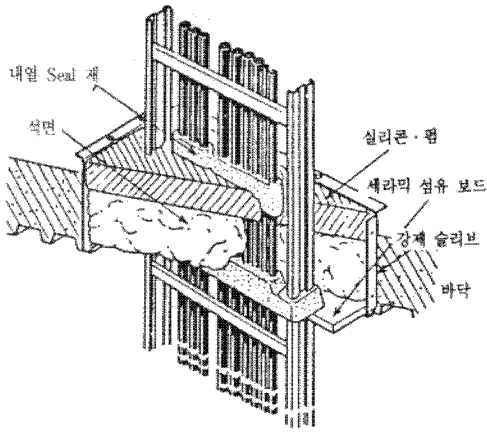


그림8. BCJ-방재-136평 정공법

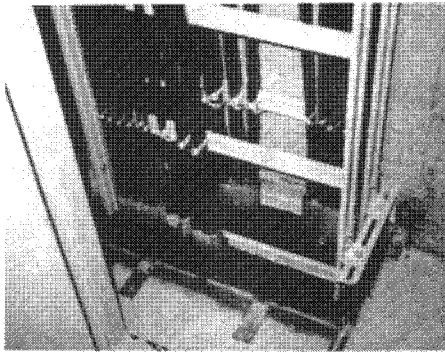
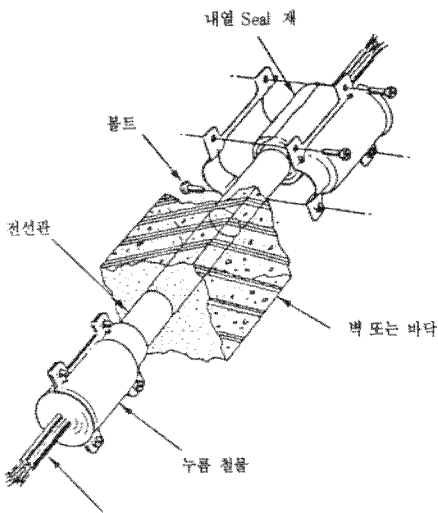


그림9. 136평 정공법의 시공례



축소하여 그 양단부를 내열 Seal재와 tap, bolt 등으로 처리하는 工法도 개발되어 있으며 이 工法은 그림10에 나타내어져 있다.

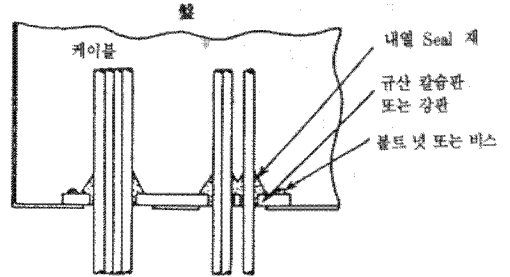


그림11. 반 밀 관통부의 방화 seal

한편, 플랜트내에서도 케이블 배선이 집중하는 제어반 아래의 케이블 처리장 등의 배선에 고난연케이블이 사용되는 일이 많아졌는데 제어반 바닥의 관통 부분 등은 다시 내화판과 내열 Seal재로 방화 Seal이 되어 있다. 이것이 케이블화재로 발생하는 연기의 침입을 방지하고 제어실내의 사고를 배선처리장에 전파시키지 않는 두가지 목적이 있다. 이 방법은 일반적으로 그림11의 공법이 채용되고 있다.

- 또한 이런 대책을 실시하는데 있어서
- 가. 케이블을 흠이 나지 않게 한다.
- 나. 노출 충전부에서의 격리
- 다. 제어실 밑에서 케이블을 잡아당겨 단자에 무리한 힘을 주지 않는다.
- 는 것 등에 주의한다.

4. 기 설치된 케이블의 난연화 대책

2에서 설명한 고난연케이블은 신설 플랜트에서 많이 채용되고 있지만 대부분의 기설치된 배선은 통상의 PVC 외장 케이블이 사용되고 있다. 기설치된 케이블 선로를 후에 고난연화하는 방법도 여러가지 실시되고 있어 그 대표적인 것을 다음에 설명한다.

단, 케이블 선로의 연소방지대책은 일반적으로 3에서 설명한 케이블 관통부의 방화처리가 경제적이고 확실한 방법이므로 먼저 이것을 검토해야 한다. 이어서

케이블이 관통하는 바닥이나 벽 또는 Duct·Pit가 긴 구간이 없는 경우, 특별한 사정으로 관통부를 Seal할 수 없는 경우, 그리고 케이블 관통부의 방화처리를 하고 다시 그 범위내의 케이블을 고난연화하고자 하는 경우 등에 시설된 케이블 선로의 고난연화가 검토된다.

또한 다음의 각종 방법을 부분적(수 m)으로 실시 해서 케이블의 연소 방지를 도모하는 방법도 있지만 동도(洞道)나 밀폐 Duct·Pit내 등 연소시에 열이 차는 장소에서는 부분적인 난연화만으로는 연소를 방지할 수 없는 경우가 많으므로 주의한다.

가. 연소 방지 도료

주로 다선 배선 케이블의 표면에 발라서 난연성인 피복을 형성하여 선로의 연소방지를 도모한다. 보통, 물로 희석시킨 도료를 spray 또는 솔로 바르며 그 두께는 1~2mm(건조후)정도로서 두껍게 바르지 않으면 연소방지효과가 발휘되지 못한다. 이 방법은 대상이 어떤 형상이라도 쉽게 바를 수 있는 장점이 있는 반면, 건조 후는 굳어져서 벗기기 어렵기 때문에 케이블의 중·개설이 빈번한 선로에서의 적용은 주의하여야 한다. (그림12)

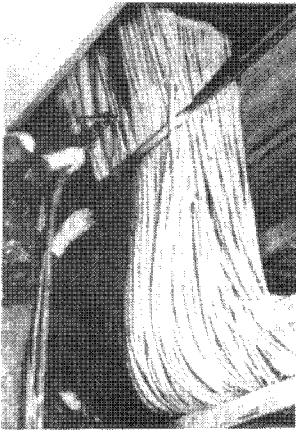


그림12. 연소방지 도료의 도표

나. 방화 테이프

주로 단선으로 배선된 케이블의 표면에 감아서 난연성 피복으로서 선로의 연소 방지를 도모한다.

보통, 고난연인 고무 또는 플라스틱을 기재로한 두께

0.7~14mm인 테이프로서 신축성이 있으므로 케이블의 열이동에 따라서 OF케이블, 특고압 CV케이블등, 대용량 케이블에 많이 적용된다. 케이블 접속부등 테이프로 된 부분을 감을때는 엇갈리는 부분이 생기지 않도록 주의한다. (그림13)

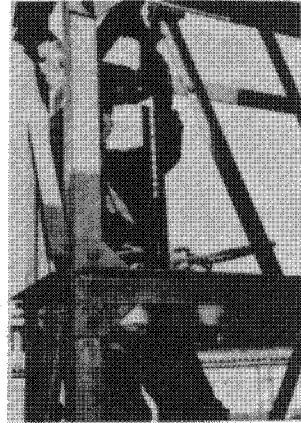


그림13. 방화 테이프 감기

다 연소방지 시트(Sheet)

불연재인 유리섬유를 이중으로 해서 재단·봉제한 시트로서 길이 1.5~2m, 폭을 케이블의 배선수에 맞춘 치수로 함으로써 연속해서 케이블 선로 전체를 감쌀 수가 있다. 전체를 불연성 시트로 감싸므로써 선로가 난연화되고 연소방지 효과가 증대된다.

또 이중의 유리섬유 사이에 불연 단열재인 celamic felt를 끼운 것은 연소 방지 효과뿐 아니라 케이블의 내화보호 효과도 있다.

연소방지 시트는 주로 통전(通電)에 따른 발열이 없는 통신·신호케이블에 적용되지만 단 연소방지 공법에 비해 작업성이 좋고 경제적이므로 최근에는 전력 케이블에도 적용이 검토되고 있다. 단 전력 케이블에 적용하는 경우 허용 전류의 저감이 생기므로 주의한다. (그림14)

5. 케이블 선로의 화재 감지

케이블 선로의 화재를 조기에 감지하는 것은 초기 소화를 하는데 있어서 중요하다. Spot형 화재 감지거나

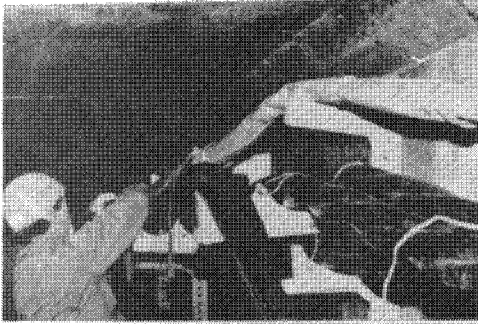


그림14. 연소방지 시트

연기 감지기에서는 케이블 선로의 모든 범위를 cover하기 위한 경제성, 동도내에서의 습기, 통풍의 유무 등에 따라서 감지·작동 능력이 좌우되는 등의 결점도 있어, 케이블 선로의 화재 감지에는 케이블에 직접 접촉시켜 배선할 수 있는 전선 모양의 sensor가 편리하다.

이 sensor는 화재 감지선이라 해서 특수 금속선인 도체위에 특수 Thermo Plastic을 피복한 선심을 2선, 적당한 pitch(역칭)로 함께 꼬아서 최외층에 내후성(耐候性)이 좋은 테프론이 피복되어 있다. 일정한 온도로 되면 절연체인 Thermo Plastic이 녹아 특수 금속선끼리 접촉한다. 2개의 특수 금속선 사이에 전압(DC24V)을 인가해 두면 단락전류가 흘러 경보장치의 전류 릴레이를 작동시켜 경보를 울리고 표시램프를 점등시켜 이상 고온을 경보한다. 구조·동작이 단순하기 때문에 오동작이 적고 전용 경보장치를 사용해서 600~1,500m 연속 길이의 고온 감지를 할 수 있다는 특징이 있다. 또 케이블에 직접 접촉시킬 수 있기 때문에 전력 케이블등의 과열을 화재에 이르기 전에

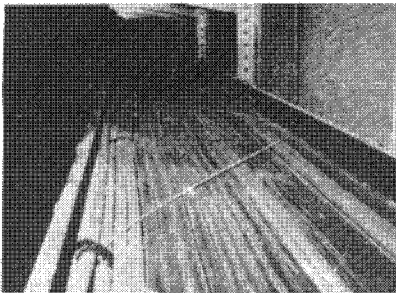


그림15. 화재 감지선

감지하여 미리 대처할 수 있다.

단선 배선 케이블에는 케이블에 따라서 그대로 설치하고 다선 배선 케이블에는 전 케이블에 접촉하도록 설치한다. (그림15)

고압 또는 특별고압 케이블에 접촉시키는 경우는 설비기준 제44조의 3의 규정에 의해 교류 300V이하에서 작동하는 피리기 등을 설치해야 하지만 전용 경보장치는 이 규정에 적합하고 또한 앞에서 설명한 것처럼 화재 감지선을 접속할 수 있다. (그림16)

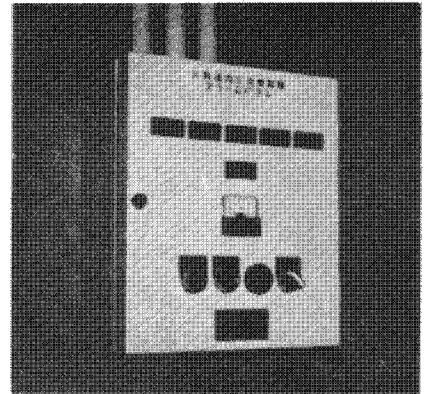


그림16. 전용 경보 장치

이상 케이블화재 확대방지대책에 그 사고방식과 대표적인 방법에 대해 설명했다. 케이블 선로의 방화 대책은 더욱 사회적 중요성이 높아지고 있으며 케이블도 난연성이나 발생 가스, 연기의 양을 규제하고 성능을 대폭 개선한 플라스틱 케이블도 실용화되고 있다. 각종 방화방법도 더욱 새로운 기술의 개발·개량이 계속되겠지만 실시에 있어 각 공법·재료의 특징을 잘 파악하여 효과적인 설계·시공을 하는 것이 중요하다.