

케이블 화재 방재 대책

The Countermeasure of the Fire of Electric Cables

박 양 범*
Park, Yang-Bum
한 상 옥**
Han, Sang-Ok

요 약

최근 5년간(1989~1993)의 전기사용 증가율은 11.4%인 반면 전기화재는 년평균 12.3% 이상의 증가율을 보이고 있어 이에 대한 대책이 부각되고 있으며, 전기 화재의 발생이 케이블을 비롯한 배선설비에 집중되어 있는 것을 볼 때 이에 대한 관심이 더욱 요구되는 상황이다.

이에 대해서 우선적으로 제도적인 장치가 구체적으로 정비되어야 할 것으로 사료된다. 외국의 경우 케이블 화재의 예방과 소화를 위해서 여러 가지 공법을 개발해서 이것을 의무화하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 경우 건축물 전기 설비에 관련된 방재 안전 기준 및 시설 기준이 건축법시행령 및 전기설비기술기준 등에 약간 소개하고 있을 뿐이다.

따라서 기존 공법을 계속 적용함에 있어서 여러 문제점이 지적될 수 있으며 이로 인한 위험성이 산재해 있다.

1. 서 론

근대 건축 기술의 진전과 더불어 현대 건물의 기능은 단순히 주택으로서의 역할 자체에 그치지 않고, 인간이 보다 더 안락한 문화생활을 영위할 수 있도록 대형화, 첨단화가 수반되어지고 있다. 그리고 이에 따라 설비 투자 및 전력 의존도도 높아지는 추세에 있는데, 쾌적성과 아울러 화재 등의 각종 재해로부터 충분한 안전성이 확보되어야 한다.

내무부 통계에 의하면 93년도 한해 동안 발생한 화재는 총 18,747건으로 92년의 17,458건에 비하

여 1,289건(7.4%)이 증가하였고, 전기 화재는 92년도 6,422건, 93년 7,153건으로 전년도에 비해 11.4%나 늘었다. (1) 따라서 전기 설비의 정확한 시공, 체계화된 유지 보수 및 안전은 매우 중요한 일로서 충분한 투자 및 노력이 없을 경우 비효율성의 도출 등으로 인한 건물의 기능상실 및 사고 발생율이 높아질 수밖에 없다.

전기로 인한 화재는 발화부위 전기시설이 파괴되어 화재 원인을 정확히 규명하기에 곤란한 경우도 많으나, 화재 위험 요인으로 자주 지적될 수 있는 것으로는 전기배선에서 4,320건(60.4%)으로 가장 많이 발생하였고 전기기구에서 769건(10.8%)이 발생하였으며 배선기구 455건(6.4%)의 순으로 발생하였다.⁽¹⁾ 따라서 배선 시공에 많은 문제를 안고 있음을 알 수 있다.

* 한국전기안전공사
** 충남대학교 전기공학과

그러나 우리 나라의 건축물 전기 설비에 관련된 각종 규정을 보면 방재 안전 기준 및 시설 기준이 건축법시행령 및 전기설비기술기준 등에 약간 소개하고 있을 뿐이다. 따라서 기존 공법을 계속 적용함에 있어서 문제점이 지적될 수 있으며 이로 인한 위험성이 산재해 있다.

2. 케이블 화재의 발화 기구 및 원인

2.1 케이블 화재의 발화 기구

2.1.1 유기질 절연물의 탄화에 의한 발화

탄화는 두 전극간의 절연물 중의 일부분에서 시작되는데, 탄화로 인하여 고유저항이 감소되면 그 부분의 전류밀도가 증가하여 국부가열 현상이 일어난다. 이 발생열이 주위의 열보다 많으면 열이 누적되어 온도상승과 동시에 국부적인 탄화현상이 가속된다. 이러한 과정이 진전되면 탄화 영역이 확대되고 전위경도가 강한 곳이 생겨 계단적으로 절연파괴 현상이 일어난다.

유기질 옥내 접속기의 경우 절연물의 탄화로 인한 절연저항의 감소로 누설전류가 흐르나, 그 값이 미소하므로 이로 인한 온도상승은 아주 작다. 그러나 탄화정도가 어느 정도로 진전되면서 절연저항치가 특정치(약 1600~2000[Ω])에 도달하면 온도가 급격히 상승하여 드디어 발화하게 된다. 이러한 임계저항치 외에 유기질의 발화현상은 열파괴론에 입각한 절연파괴와 연관성이 있다.

열파괴론⁽²⁾에 의하면 온도 상승으로 인한 고유저항치의 저하 이외에 탄화로 인한 고유저항치의 저하에 의해서도 절연이 파괴되어 발화할 수 있게 된다. 특별히 표면에 연하여 절연이 파괴되는 경우 열방산이 공기 중으로만 일어난다고 가정하면, 시료가 밀폐되어 있거나 또는 공기의 소통이 나쁠 때에는 임계 고유저항치가 비교적 커도 발화할 수 있게 된다.

2.1.2 접속부 과열에 의한 발화

접속부의 접촉저항에 의한 국부가열로 인해 화재가 발생할 수도 있다. 특히 유기질 전기접속기의 접속부 과열에 의한 발화의 경우와 전선이나 케이블의 접속부분에서의 과열 혹은 전선과 철선과의 접속 부분의 과열에 의한 발화의 경우가 가

장 많다.

유기질 전기접속기 내의 접속상태가 불완전하면 접촉저항의 증가로 가열이 일어나 유기질 절연물이 발화 또는 착화하는 수가 있다. 이 경우 접속기의 잔존품에는 다른 것에 비하여 다음 두가지의 특징이 있다.

첫째, 절연물의 연소경로는 양 전극 또는 한 전극을 중심으로 하여 국부적이다.

둘째, 발열부분의 금속편은 산화, 열팽창, 수축 등의 작용에 의하여 접속부에는 거칠고 특수한 부식 및 용량을 발견할 수 있다.

2.1.3 누전에 의한 발화

전선이나 기기의 절연 물질이 열화, 노화, 탄화, 기계적 손상등으로 파괴되어 충전체가 전기적으로 연결된 건물내의 금속체를 통하여 대지와 접촉되면 전류가 그 금속체를 통하여 지면으로 유출되는 것을 누전이라 하는데 이로 인해서 화재가 발생하는 경우가 있다.

그런데 실제 누전화재에서는 전선이나 전기기에서 전류가 유출하는 부분에 위치하고 있는 금속체의 발열하는 부분등의 메카니즘이 다양하며, 또 전류의 통로인 금속체의 상태도 다양하므로 발화의 위치와 양상도 일률적으로 말하기는 곤란하다.

충전부와 대지 사이에 누설전류 경로가 형성되면 이로 인해 열이 절연체를 국부적으로 파괴시키게 되고 시간의 경과에 따라 누설전류가 커지게 된다. 따라서 이러한 환경이 장시간 경과되면 발열이 누적되어 주위의 가연성 물질에 대한 발화가 일어난다. 발화를 일으킬 수 있는 누설전류의 최소치는 300~500mA 정도이다.^{(2),(3)}

2.2 케이블 화재의 원인

케이블이 고전압화, 대형화, 다양화가 되어 가고 있으므로, 이러한 케이블이 발화원이 될 잠재성은 더욱 커지고 있으며, 또한 일단 화재가 발생하면 케이블이 도화선이 되어 피해가 확대될 위험성도 증가하고 있다.

화재 원인은 케이블 자체가 발화한 경우와 외부로부터의 연소에 의한 경우로 대별되지만, 어느 경우든지 케이블의 난연성의 고도화를 포함한 전

선로의 방화 대책이 요구된다. 전력 케이블 화재의 원인으로

표 2-1. '92년 월별 국내 전기화재 발생현황

구분	1, 2월	3, 4월	5, 6월	7, 8월	9, 10월	11, 12월	계
전체화재	3,700	3,404	2,628	2,020	2,382	3,324	17,458
전기화재	1,248	1,141	991	890	874	1,278	6,422
점유율(%)	33.7	33.5	37.7	44.1	36.7	38.5	36.8

첫째, 케이블 자체의 발화에 의한 경우를 보면

- 지락, 단락 고장시 대전류 Arc에 의한 발열 발화
- 다회선 포설에 따른 허용전류 저감률 부족으로 온도상승 발화
- 시공 불량 등에 의한 온도 상승으로 부분 발열 발화
- 외상,약품, 절연체의 열화 등으로 절연 파괴에 의한 발화

둘째, 외부로부터 초래된 발화에 의한 경우를 보면

- 공사중 용접 불꽃 등에 의한 발화
- 케이블 주변에서 기름 등의 가연물이나 건축물의 연소에 의한 발화
- 전력 케이블이 접속되어 있는 기기류의 과열에 의한 발화
- 방화

등으로 구분할 수 있다.

3. 케이블 화재 방재 대책

전기 화재는 '92년 내무부 통계(표 2-1 참조)에 따르면 국내 전체 화재의 1/3을 넘는 36.8%를 차지하고 있으며, 특별히 전기적 요인에 의한 화재 6,422건 중에 57.9%인 3,718건이 케이블 등 배선에 의한 것이었다. 따라서 케이블에 대한 적절한 배려가 요망됨을 알 수 있다.

시설된 케이블에서 과열로 화재가 발생하였거나 외부의 요인으로 케이블이 인화되었을 때 케이블을 매개로 화재가 확대되는 경우가 많다. 따라서 난연성 케이블 사용, 관통부 방재 및 기설 케이블의 철저한 관리등이 화재 예방 및 확대 방지를 위해 중요하다.

3.1 케이블의 난연화

케이블의 절연재나 피복재는 고분자 화합물을 사용하므로 열에 의해 재료가 용융되고 분해되며, 그 때 발생한 분해 가스가 공기중의 산소와 혼합되어 인화 또는 발화에 의해 연소하게 된다.⁽⁴⁾

표 4-2. 케이블의 연소 특성

재료명	연소열(cal/g)	발화온도(℃)
PE	11,140	350
PVC	4,315	530
석탄(일반탄)	약 5,500	325~400

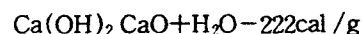
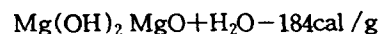
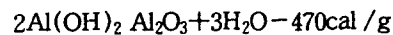
표 4-2에서 보면 같은 발화 온도인데 비해 케이블의 주성분인 PE(폴리에틸렌)이 석탄에 비해 연소열이 2배나 된다. 따라서 케이블의 화재가 나면 화재의 확대 가능성이 아주 크다고 할 수 있다.

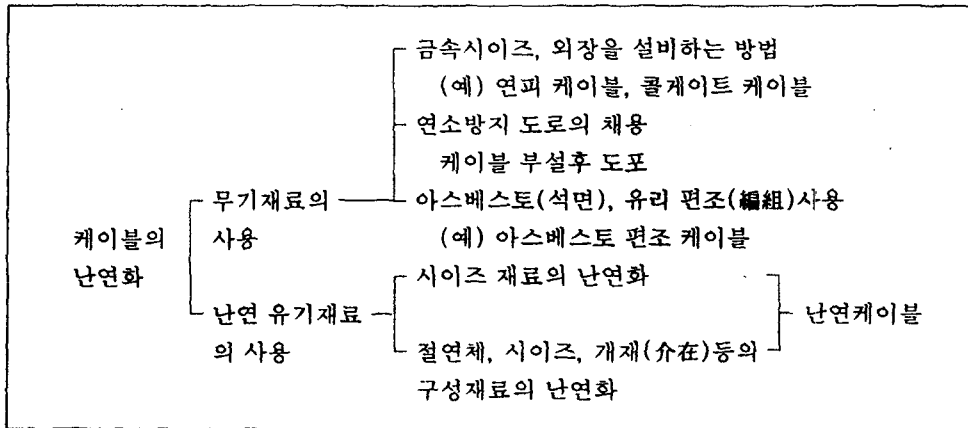
따라서 연소를 방지하기 위해 난연성 재료를 사용하여야 하는데, 난연성 재료로 할로젠을 포함하는 물질을 사용하면 피복재료가 연소시 가스화되어 독성·부식성 연기에 의해 2차 재해를 유발할 위험이 있으므로 할로젠을 포함하지 않는 난연성 케이블을 사용하여야 한다.

최근 선진국에서는 재료중량 당 가스발생량이 10% 이하가 되는 제품이 개발되어 실용화 되고 있다. 일본에서도 논할로젠(Non-Halogen) 난연 케이블의 개발이 활발하게 진행 중이며 일부에서는 이미 채용되고 있다. 앞으로 무재해, 안전화 요구는 점점 강해질 것이고, 논할로젠 난연 케이블의 수요는 한층 더 증가 할 것이다. (4),(5) 할로젠을 포함하지 않는 난연재로 주로 금속 수산화물이 사용되는데 금속 수산화물의 난연 메카니즘은 다음과 같다.

표 4-3. 금속 수산화 물의 탈수 거동

탈수특성	Mg(OH) ₂	AL(OH) ₂	Ca(OH) ₂
분해온도(℃)	340	200	450
흡열량(cal/g)	184	470	222
결합수량(wt %)	31	34.6	24.3





위의 화학 반응식에서 우변의 첫번째 항은 불연층 형성의 기능을, 두번째 항은 가연성 가스의 회색을, 그리고 마지막 항은 열분해 속도의 저하를 의미한다.

난연 케이블은 케이블 자체가 어떠한 원인으로 발화하여도 연소범위를 발화원의 근방에서 끝나게 하고, 또 다른 곳에서의 연소에 의해서도 케이블이 도화선이 되어 화재가 확대되는 것을 방지하는 효과를 기대할 수 있다.

케이블의 난연화 방법으로는 금속 시이즈나 외장을 설비하여 케이블을 부설한 다음 연소 방지 도료를 도포하는 방법과 보통 사용되는 비닐, 가교폴리에틸렌, 에틸렌 프로필렌 고무등의 난연화한 유기재료를 사용하는 방법으로 분류되며, 이것을 정리하면 아래와 같다.

또 케이블의 구성재료를 난연화하는 방법은 케이블 구조를 변경시키지 않을 뿐더러 본래의 특성을 상실하지 않고 각종 케이블을 얻을 수 있기 때문에 이 방법에 의한 난연화가 현재 대부분 채용되고 있다.

3.2 전선류의 보수점검 대책

케이블의 운전조건이 부적정하게 변경되거나 위치가 나쁘면 전선과 케이블에 유해한 조건을 갖게 한다. 이런 상황에서는 고온, 부식성 증기, 심한 진동, 습기, 기름, 부식성 액체 및 물리적 손상과 같은 요인이 있다. 따라서 시설 케이블은 부식, 습기, 진동을 자주 받게 되어 노화가 촉진되고 표

면에는 중량물이나 설치류 등으로 인하여 기계적인 손상을 입게 된다.

따라서 설치된 케이블이 외부적인 요인에 의해 손상을 받지 않도록 하여야 하며 정기적인 점검 및 절연진단을 실시하고, 유압, 온도 감시 장치를 부착시켜 케이블의 이상온도를 감지하여 경보를 울리게 하는 등의 철저한 관리 체계를 세워야 한다.

또한 불량 Splice와 Termination은 케이블 사고 원인이 되는 경우가 많다. 나사와 볼트식 연결과 불량 납땜 부분은 급격한 부하 변동과 환경 조건의 온도 변화로 인해서 헐거워지며 과온이 되는 경우가 있다. 그리고 알루미늄 터미널과 연결 부분은 잘못하여 이완이 되면 고온이 될 수도 있다. 그러므로 알루미늄 전선용으로 특수하게 고안된 연결 공법을 사용하여야 한다. 그리고 구리와 알루미늄 전선을 연결하는 경우에 이러한 목적의 연결장치를 고안하여야 한다.

단락 상태에서 케이블은 단락회로의 자력의 제곱 만큼 큰 지력이 생긴다. 이 때 케이블에 흐르는 대전류는 큰 자장을 수반하게 되는데 이 자장은 케이블을 움직이게 하는 원인이 된다. 이러한 움직임과 아울러 전류의 변화에 따라 케이블은 온도 변화를 일으키므로 적정하게 고정하거나 방호하지 않으면 연결부의 이완과 절연의 파괴가 올 수 있으므로 최대의 주의를 요한다.

기존의 설치된 케이블은 정기적으로 점검하여야 하는데, 난연재를 설치한 후 1년 경과시 외관을

표 4-4. 일반용 난연 케이블의 예

구분	난 연 케이블					종래 케이블(참고)	
	고압전력용		저압전력용		제어용	저압전력용	제어용
	6.6kV FR-CV	600V FR-CV	600V FR-SHVV	FR-CVV	CV	CVV	
절연체	XLPE	XL	SHPVC	PVC	XLPE	PCV	
사이즈	FR-PVC	FR-PVC	FR-PVC	FR-PVC	PVC	PCV	
KS수평시험	○	○	○	○	○	○	
수직트레이연소시험	○	○	○	○	x	x	
수직 덕트 연소시험	○	○	○	○	x	x	

FR : 난연성, SHPVC : 특수내열 비닐,
PVC : 비닐, XLPE : 가교 폴리비닐
○ : 합격, x : 불합격

점검하고 이후에는 3년마다 외관을 점검한다. 점검하는 방법은

- ① 난연재를 설치한 부분의 갈라짐, 부풀음, 벗겨짐의 유무 및 열화상태 점검
- ② 난연재를 설치한 난연면의 변색 유무 점검 : 특히 난연도료
- ③ 벽, 바닥, 천정 등의 관통부에 사용한 난연재의 탈락 유무, 균열, 벗겨짐 등의 점검
- ④ 덕트 및 전선관 등에 사용한 난연재의 탈락 유무 점검
- ⑤ 난연재를 설치한 부분에서 물, 기름 및 약품액 등의 누설 유무 점검
- ⑥ 직류 전압을 도체와 실드 간에 인가하여 누설전류의 시간적 변화를 측정함과 동시에 크기, 급변 현상 등을 감안해 고압 케이블의 절연 열화 진단을 정기적으로 행한다.

또한 좁은 구역에서 케이블 화재로 인해 파생되는 재산상의 손실을 막기 위해 케이블로 전력을 공급받는 주요 선로는 이원화 하여야 한다.

4. 케이블 시공 및 관통부 방재

4.1 케이블 시공 방법

- ① 변전실 건물내의 모든 바닥과 벽의 케이블 또는 배관이 관통하는 부분은 내화 성능 내지 이와 동등 이상의 밀폐 시공을 하며 관통부 양측 1[m] 이내 부분의 케이블에 연소방지 처리를 한다.
- ② 부설시공과 부설취급은 여러 케이블 화재의 원인이 된다. 케이블은 지나치게 구부리면 시설

직후에는 나타나지 않지만 시간이 흐를수록 서서히 절연에 손상을 주게 되며 수 개월, 수 년 후에는 절연 파괴의 원인이 된다. 일반적으로 케이블은 Nonshield 전선의 곡률 반경을 케이블 직경의 8배 이내로 하며, 쉴드 케이블이나 연케이블은 케이블 직경의 12배 이내로 하여야 한다.

③ 케이블이 상호 또는 케이블과 타배관이 접근 교차하는 개소는 화재의 위험에 대비한 내화성 격벽을 설치하거나 관을 난연성의 재료로 피복하여야 한다.

④ 화재예방상 무리가 없는 케이블 증설 계획을 수립하여야 한다.

⑤ 케이블 포설장소의 화학적 영향이 없는 것이 바람직하나 화학약품에 의한 침식의 염려가 있는 장소에서는 케이블의 피복재, 금속외장, 금속외장의 방식층에 대한 내약품성의 유무를 검토해야 한다. 일반적으로 열화비닐, 폴리에틸렌의 절연체, 피복재로 피복된 케이블을 사용하면 된다. 또 중유 등의 폐유에 접할 위험이 있는 장소에서는 열화비닐의 절연재, 피복재가 바람직하다. 개미나 쥐의 피해가 있는 장소에는 방의, 방서 대책을 한 케이블을 선정해야 한다.

⑥ 케이블의 기계적 강도를 고려해서 굴곡이나 고저차가 적게 되도록 설계하여야 한다.

⑦ 화재발생시 기류 흐름을 차단하기 위해서 일정한 간격으로 케이블 방화구획을 설정하고 방화문과 방화물을 설치해야 한다.

사진 4-1은 전력구 내의 방화벽 설치 상태를 나타낸 것으로 화재 발생시 화재의 확대를 방지하여 피해를 최소화 할 수 있다.

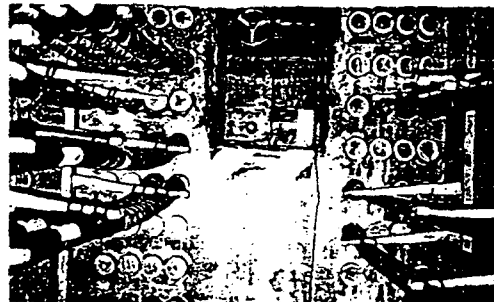


사진 4-1. 전력구 내의 방화벽 설치

4.2 관통부 방재 시스템

건축물에서 배관, 도관, 튜브, 와이어, 전력케이블 및 이와 유사한 가연성의 설치물을 내화벽이나 바닥에 설치할 때에는 화염이 틈새를 통해 전파되는 것을 막기 위해 관통부 방재시스템(TPPS : Through Penetration Protection System)을 도입해야 한다. TPPS 재료는 관통부로부터 열을 막고 열을 방산하기 때문에 내열도를 좋게 한다.⁽⁷⁾

케이블의 경우 파이프와 달라서 통전시 신축성과 진동이 발생하고 화재시 팽창과 용융 현상이 발생한다. 따라서 모르타르등의 경화성 재료에 의한 실(seal) 공법은 장시간 경과시나 화재시 케이블과 실(seal) 사이에 공간이 생길 위험성이 있고, 굳어지게 되므로 케이블 신축설 등이 어렵게 된다. 또 소화시 사용하는 물의 수압과 물에 의한 급냉 현상 때문에 방화 조치부가 파괴되어 화재의 불길이나 연기 등이 관통부를 통해 확대될 우려가 있다. 사진 4-2는 벽과 케이블 트레이 관통부에 난연실(seal)을 하지 않은 경우로 화재시 케이블을 매체로 화재가 확대될 우려가 있다.



사진 4-2 케이블 관통부 방재 미실시

전력 케이블의 구성 또한 TPPS 성과에 영향을 미친다. 전선이 통과하는 관통부를 채우는데 사용하는 TPPS 재료의 양과 도선의 굵기, 갯수, 커버의 재료, 단열재의 종류는 내화도 및 내열도에 영향을 미친다.

또한 보고에 의하면 작은 도선은 큰 도선보다 관통부 방재시스템에 적은 열을 전달한다. 비교

실험에서 300MCM 케이블의 노출되지 않은 부분이 343℃가 되는데 100분이 걸리는 반면 2개의 도선 16AWG선이 343℃에 도달하는데에는 180분이 걸렸다.⁽⁶⁾

따라서 실간의 화재 확대를 방지하기 위해 관통부를 불연 재질로 밀폐하여 시공하여야 한다. 사진 4-3은 외국의 사례로 케이블이 벽면을 통과할 때 그 관통부를 통해서 화재가 확대되는 것을 방지하기 위해 철판과 난연실 재료로 견고하게 밀폐시킨 경우이다.

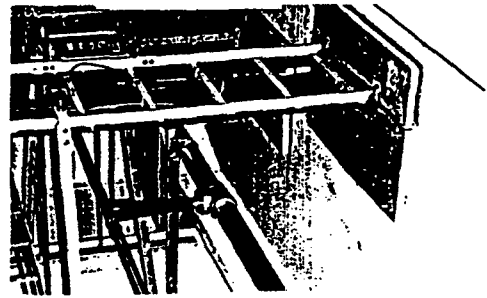


사진 4-3 케이블 관통부 방재 시공

5. 케이블 시설에 관련된 외국의 공법

우리나라는 케이블 관통부 및 방화 구획에 관한 세부적인 규정이 제정되어 있지 않아 현재 시공되는 고층건물은 관통부 처리등을 소홀히 다루고 있는 실정이다.

일본이나 미국의 경우 건축기준법이나 전기 설비 공통 시방서 등에 화재시 건축물 내부의 연기의 확산을 방지하기 위한 규정 및 케이블이 방화구획을 관통하는 경우의 방재 공법에 대한 구체적인 기준이 마련되어 있다.

일본 건축물의 경우 케이블이 방화구획을 관통하는 경우에는 일본건축센터(BCJ : Building Center of Japan)의 방재 성능 평가를 받은 공법을 관통부에 적용시키고 있다.

5.1 케이블 관통부의 방화공법

일본의 경우, 건축기준법에서 정해진 방화구획으로서의 벽이나 바닥을 케이블이 관통하는 경우

에는 공적기관에서 성능평가된 방화공법으로 확실히 처리할 것이 의무화되어 있다.

또 최근에는 케이블 화재가 빈번히 발생하고 있기 때문에 소방행정 상 방화 구획 뿐 아니라 EPS(케이블 샤프트)내 케이블 바닥 관통부도 확실히 방화 처리하도록 지도되고 있다.

공적 기관의 성능 평가는 일본의 경우 (재)일본 건축센터(BCJ)가 1965년에 설립되어 건축에 관한 각종 분야의 기술평정, 연구개발, 정보제공의 사업을 하고 있다.

방재 제품에 관한 성능은 BCJ내에 설치된 방재 성능 평정 위원회에서 심사되고 합격한 재료, 공법에는 BCJ 평정 NO가 붙여진 평정 보고서가 발행되고 있다.

케이블 방화구획 관통부 조치공법의 성능은 건축기준법 시행령 제 112 조와 제 129 조에 규정된 공법과 비교해서 동등이상이거나 구체적으로는 규정시간(통상 2시간)의 내화시험에서 다음과 같은 조건으로 심사가 이루어 진다.

- 가) 유해한 변형, 파괴와 탈락이 없을 것.
- 나) 화재가 관통하지 않을 것
- 다) 화재측의 반대 방향으로 케이블이 발화하지 않을 것
- 라) 화재의 반대쪽 충전재 이면 온도가 260℃ 이하일 것.
- 마) 화재의 반대쪽 케이블 표면 온도는 340℃ 이하일 것.
- 바) 공법 자체가 고조 내력상 충분한 안전성을 갖출 것.
- 사) 시공품질이 안전되어 있을 것.

가장 일반적인 것으로 벽이나 바닥의 관통부를 규산칼슘판으로 막고 사이에 석면을 채우고 나머지 틈을 내열 실(seal) 재료로 빈틈없이 채운 형태를 취하고 있는 것이 그림 5-1의 방법이다.

위의 방법에서 가장 중요한 부분은 케이블 극위에 충전하는 내열 실(seal)재 이고 소정의 치수에 빈틈없이 충전해야 한다.

이 실(seal)재는 비경화성이므로 케이블의 중·개설 시에는 쉽게 분리하여 작업을 실시할 수가 있지만 작업 후 복구를 소홀히 하면 방화 효과가 소실되어 대단히 위험하다. 따라서 케이블 중·개

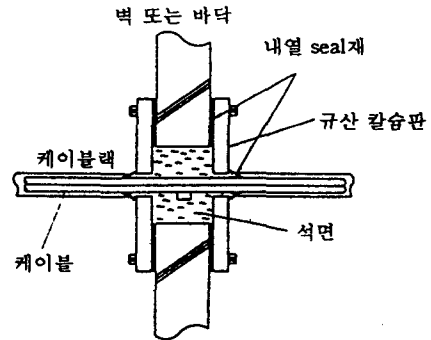


그림 5-1. 케이블의 벽면 관통시 난연 시공법

설 작업 후에는 분리용 다른 구성 재료와 함께 내열 실 재를 원상태로 케이블 주위에 빈틈없이 충전시켜야 한다.

사진 5-1은 케이블의 벽면 관통부를 난연실 재료 밀폐하여 시공한 형태를 나타낸 것이다.

5.2 여러가지 관통부 방재 공법

BCJ 평정공법 및 외국의 경우에는 여러가지의 특징 있는 공법이 고안되어 시공되고 있다. 여기에서는 공법을 몇가지로 분류하여 소개하고자 한다.



사진 5-1. 관통부 방재 공법에

가) 샌드위치 공법

케이블 관통부의 개구부 양측에서 내화 칸막이 판을 샌드위치 상으로 끼우고 그 속에 내화 충전 재료로서 로크 울을 사용한다. 케이블의 주위나 내화 칸막이 판과의 틈새에도 내열 실 재를 충전한 방법이다.

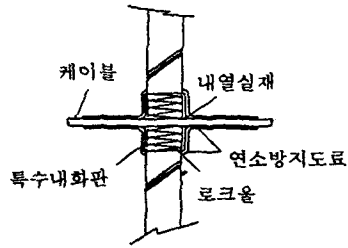


그림 5-2 샌드위치 공법

나) 슬리브 공법

슬리브 공법은 미리 개구부에 강재 관통 프레임 (강재 슬리브)을 설치해 놓고 여기에 내화 칸막이 판, 로크 울, 내열 실 재 등을 사용하여 시공하는 공법이다.

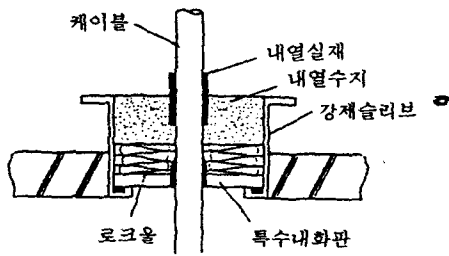


그림 5-3 슬리브 공법

다) 포트 및 링 공법

케이블 관통의 개구부가 원형으로 마루 관통일 경우에 적용하는 공법으로서 미리 성형된 철재 슬리브 포트를 개구부에 끼우고 틈새에 로크 울, 내 열 실 재를 충전시키는 공법이다.

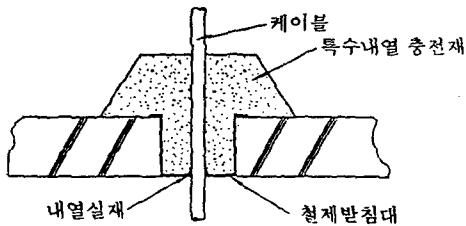


그림 5-4. 포트공법

라) 기타의 공법

- 케이블 관통의 개구부에 모듈화된 인서트 블록을 케이블 치수에 맞추어 조합 시공하는 공법
- 합성 수지제 가요관(PF관)이 방화 구획을 관통할 경우 : 합성 수지제 가요관에 관한 공법을 사용하고 있는 경우를 제외하고 방화구획의 관통부에 PF관을 직접 관통 시켜서는 안 된다. 사진 5-2는 전선관이 벽을 관통할 때 불연재료 밀폐시공을 하지 않은 것이다.



사진 5-2. 전선관이 벽을 직접 관통한 경우

그림 5-5에 나타낸 바와 같이 방화구획의 벽면 또는 상면에서 각각 양측 1[m]에 불연재료관을 사용하며 방화구획과 불연재 관과의 틈새를 모르타르 등의 불연재료로 메우고 PF관은 불연재료의 관으로 배관하여 불연재료인 관의 말단부를 내열 실재 등으로 밀폐시킨다.

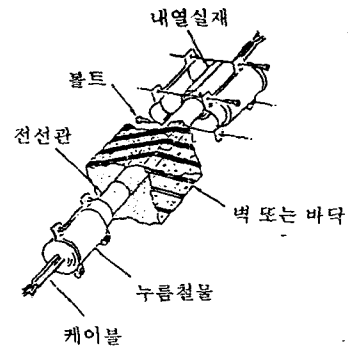


그림 5-5. 합성수지 가요관에 관한 공법

6. 전선로의 방재 관련 법규

외국의 경우 케이블 방재에 대한 규격이 구체적으로 제시되어 있지만, 우리나라는 이에 대한 규정이 미비한 상태에 있다. 이에 따라 케이블의 시공기준도 허술하게 적용되고 있어 이에 대한 보완책이 시급하다. 그러므로 국내에서도 케이블 방재와 관련한 공법이나 재질에 대한 법적인 제도가 마련되어야 하며, 현 케이블 시공기준도 이에 맞게 재정비 되어야 한다.

전선로의 방재에 관련되어 있는 법 규정으로서 는 소방법, 건축법, 전기사업법 등이 있다.

6.1 소방법 관련규정

가. 전선로가 소방법과 관련하여 규제를 받고 있는 것은 소방용설비등(소화설비, 경보설비, 피난설비)에 관계되는 전기배선이다.

나. 소방기술기준에 관한 규칙 제10조의 2의 내화배선 및 내열배선에 사용되는 전선 및 설치 방법은 다음과 같다.

- 내화배선 ① 600V 2중 비닐절연전선, 가교폴리에틸렌절연비닐외장케이블, 클로로플렌외장케이블, 강대외장케이블, 버스덕트 : 금속관·2중 금속제 가요 전선관 또는 합성 수지관에 수납하여 내화구조로 된 벽 또는 바닥등에 벽 또는 바닥의 표면으로부터 25밀리미터 이상의 깊이로 매설하여야 한다. ② 내화전선, MI 케이블 : 케이블공사 방법에 의하여 설치하여야 한다.
- 내열배선 ① 600V 2중 비닐절연전선, 가교폴리에틸렌절연비닐외장케이블, 클로로플렌외장케이블, 강대외장케이블, 버스덕트 : 금속관·금속제 가요전선관·금속덕트 또는 케이블(불연성 덕트에 설치하는 경우에 한한다) 공사방법에 의하여야 한다. ② 내화전선, 내열전선, MI Cable : 케이블공사 방법에 의하여야 한다.

6.2 건축법 관련규정

건설부 고시로 배연설비의 전기배선, 비상용 조명의 전기배선에만 전선로의 방재규정이 있다.

사용전선은 600V HIV전선 또는 이와 동등 이상의 내열성을 갖는 전선을 사용할 것. 배선방법으로는 내화구조의 주요 구조부에 매설한 배선으로 하든가 또는 다음에 의하도록 하고 있다.

- 기초 또는 마무리를 불연성 재료로 시공한 천정의 뒷면에 강제전선관을 이용하여 실시한 배선
- Bus Duct를 이용하여 실시한 배선
- MI Cable를 이용하여 실시한 배선
- 배선관과 방화구획(바닥)과의 틈을 Mortar 기타 불연재료 메워야 한다.
- 방화구획, 방화벽 등으로부터 이를 관통하는 전선관 등의 양측에 각각 1[m] 이내의 부분을 불연 재료로 만들 것.

한편, 건축법 시행령 제46조(방화구획) 제⑤항에 의하면 급수관·배전관 기타의 관이 방화구획으로 되어 있는 부분을 관통하는 경우에는 그 관과 방화구획과의 틈을 시멘트모르터 기타 불연재료로 메워야 한다고 되어 있다.

6.3 전기사업법 관련규정

전기설비의 기술기준에서는 제5장 전기사용장소의 시설에 일부 난연화 규정이 있다.

(1) 제207조(금속 덕트 공사) 제④항 금속 덕트에 의하여 저압 옥내 배선이 건축물의 방화 구획을 관통하거나 인접 조영물로 연장되는 경우에는 그 방화벽 또는 조영물 벽면의 덕트 내부는 불연성 물질로 차폐하여야 한다.

(2) 제214조 (메탈래스 사용 등의 목조 조영물에서의 시설) 제①항 제2호 전선이 메탈래스·와이어래스 또는 금속관을 사용한 목조의 조영재를 관통할 경우에는 그 관통하는 부분의 전선을 전선마다 각각 별개의 난연성 및 내수성이 있는 견고한 절연관에 넣어 시설할 것

제②항 제2호 전선이 금속관 공사·가요 전선관 공사·금속 덕트 공사·또는 케이블 공사(금속으로 피복된 케이블을 사용하는 공사에 한한다)에 의하여 메탈래스·와이어래스 또는 금속관을 사용한 조영재를 관통하는 경우에는 그 부분의 메탈래스·와이어래스 또는 금속관을 충분히 절개하고 또한 그 부분의 금속관·가요 전선관·금속 덕

트·비스 덕트·또는 케이블에 내구성이 있는 절연관을 끼우거나 내구성이 있는 절연 테이프를 감아서 메탈래스·와이어래스 또는 금속관과 전기적으로 접속하지 아니하도록 시설할 것.

(3) 제229조(고압 옥내 배선 등의 시설) 제①항 제2호 바. 전선이 조영재를 관통하는 경우에는 그 관통하는 부분의 전선을 전선마다 각각 별개의 난연성 및 내수성이 있는 견고한 절연관에 넣을 것. 등이다.

7. 결 론

화재 발생 원인 중에서 전기화재의 발생 비율이 날로 증가함에 따라 적절한 전기화재 방재대책을 수립되어야 한다. 그러나 우리 나라의 경우 제도적인 장치의 미비로 인하여 시공 방법에 있어서 많은 문제점을 안고 있다. 따라서 케이블 시공 기준에 대한 구체적인 규제가 요구된다.

케이블 등 각종 배선재료에 있어서 난연성·불연성 재료를 사용하여 시공하여야 하며, 화재 발생시 유해가스가 발생하지 않는 재료의 개발과 시공이 시급하다.

또한 전선이 내화 부속물이나 방화벽이 관통될 때는, 화재 확산 등의 피해를 최소화하기 위한 방재 시스템을 수립하여야 한다.

참 고 문 헌

1. 내무부 화재 통계 연보 1994.
2. 禹亨曠, 丁性柱, 朴永文 “電氣火災의 原因 및 鑑識에 관한 研究”, 서울대학교 응용과학연구소 전력연구실, 1967
3. 박석탁, 최진화 “누전화재방지연구”, 전기시험소, 1971
4. 村田啓二, 川端俊介, “電線케이블難燃化對策의 概要”, 電氣學會研究會資料 電線케이블研究會, EC-94-1, pp. 1-8
5. 佐木勝夫, 古川清志 外 2人, “難燃케이블について”, 大日本電線時報, 昭和54年
6. 上江川俊男, “延焼防止對策(1)케이블의防火區劃貫通部への防災について”, 電氣學會研究會資料 電線케이블研究會, EC-94-1, pp. 39-48
7. 小出洋一, 開出保, 市川啓, “延焼防止諸材料の性能とその施工例につて”, 大日本電線時報, Vol. 61, pp. 56-71, 昭和51
8. 日本電線工業會: “케이블의耐延燒性試驗方法”, 日本電線工業會規格, JIS 制366號
9. 長田ほか, “電線路の防火技術”, 電氣學會, 電線케이블研究會, EC-91-7, 1991년