

지하공동구의 연소방지설비에 관한 연구

홍경표, 이영재, 김선정

한밭대학교 건축설비공학과

A Study of Smokeproof Facility+ in Underground Culvert

Kyung-Pyo Hong, Young-Jae Lee, and Sun-Jung Kim

요약

본 연구는 지하공동구내의 화재가 자주 발생하므로, 도시가 마비되고 그 피해는 국민 생활을 위협하고 막대한 재산 및 인명피해를 내고 있다.

지하공동구 화재로 인한 조기진압은 소방법의 연소방지설비 기준에 적용하였을 경우 화재 진압시 문제가 있다고 판단된다. 지하공동구의 연소방지설비 중에는 여러 방식을 적용할 수가 있다.

본 연구는 물로 이용한 연소방지설비 방식중 스프링쿨러설비, 연결살수설비, 물분부설비 등이 있으나, 아직 소방법에서 거론되지 않는 일명 워터 미스트 방식에 대해서 연구하고 방안제시를 하므로 이 논문지가 연소방지설비의 기초자료가 되었으면 한다.

1. 서론

1960년대부터 공업근대화의 정책수립으로 우리나라 산업구조는 많이 변화되어 현재 선진국형으로 변모하고 있으며 또한 기술혁명과 생산시설의 확장이 이루어지고 있고 경제구조는 고도로 성장하고 있다. 더불어 국민생활수준이 향상되고 GMP가 매년 증가일로에 있어서 전력수요는 2000년대에 들어와서 급증추세에 있다.

전기에너지의 소모는 그 나라 국민경제의 “바로미터”라 할 수 있을 만큼 전기에너지는 고도산업사회의 발전과 인류의 생활수준향상에 기여하는 바가 실로 매우 크다.

전기가 있는 가장 큰 특징으로는 신속하고 공해를 유발치 않는다는 점을 지적할 수 있다. 그렇기 때문에 자연에 존재하는 모든 에너지, 즉 태양에너지, 화력, 수력, 풍력, 지열, 조력 및 원자력들을 전기에너지로 일단 변환시킨 다음 이를 기계, 음광 및 열에너지로 다시 바꾸어 사용하는 것이다.

전기는 기계, 화학, 농업, 통신분야에 이르기까지 전 산업에 이용되고 있다. 이와 같이 전열을 가장 적절하고 편리하게 사용함으로써 생산의 합리화 및 효율화를 기할 수

있다. 이러한 전열작용이 전기화재를 일으켜서 산업재해와 국민생활을 위협하고 막대한 재산피해와 인명피해를 내는 요인이 된다는 사실은 아무리 좋은 약도 잘못 사용하면 극약이 될 수 있다는 사정과 같은 맥락이라 할 수 있다.

산업사회의 발달과 각종 건축물의 대형화, 고층화 및 밀집화 건물의 기능과 용도의 다양화로 인하여 전기설비가 복잡화되고, 그리고 국민소득증가로 국민생활수준의 향상으로 전기기구 및 각종 가전제품의 사용이 많아지는 등 전기에너지 사용이 증가되고 있는 것이 전기화재의 잠재적 발생원인이다.

최근 들어 전력, 통신, 신호, 제어배선들이 도시의 미관과 유지보수를 위하여 지상보다 지하공동구 설치를 많이 하는 추세이다. 여기에 따른 지하공동구화재가 국내외에서 자주 발생하여 그 피해액은 엄청나다. 따라서 본 연구는 지하공동구 화재로 인한 소방 시설에 대해서 연구한 것이다.

2. 공동구 화재 사례

2.1 국내 화재 사례

(1) 1994년 3월 10일 서울 종로 일대의 모든 공공통신이 두절되는 사고가 발생하였다. 지하 5m에 있는 1호선 통신구내 케이블은 190m가 전소되었는데 이곳에서 23m 아래 위치한 4호선 통신구로 통하는 계단식 수직통로(총 9층)의 3층에 설치된 자동분전반이 발화지점으로 조사되었다.

(2) 혜화-을지전화국에 가입된 2만6천5백78회선중에는 금융기관 온라인망, 경찰서 등 공공기관회선, 주요가입자용이 포함된다. 이사고로 인해 8개 은행 13개 지점의 모든 은행업무가 마비되었고, 10여 개 증권회사의 컴퓨터통신이 마비되었다. 또한 서울시내 교통 자동신호 체계의 50%가 정지하였으며, 002국제전화선 중 11개국과의 통신이 두절되었다.

(3) 2000년2월18일 여의도 증권지역 지하공동구 화재로 인한 전력, 금융기관, 증권업무, 전화, 교통자동신호 체계가 마비되었고 부상4명과 재산피해액은 약 16억원에 달하였다.

2.2 해외 화재 사례

(1) 1975년 2월 17일 미국 뉴욕 전화국 지하케이블에 화재가 발생하였다. 이 지하 구 내에는 17만 회로선의 전화선이 설치되어 있었는데 그룹케이블에 불이 붙어 지하통로를 타고 전화국까지 옮겨 붙어 전화국 청사가 모두 불타 버렸다. 이로 인해 모든 통신이 두절되고 긴급사태가 발생한 후 처리가 신속히 이루어지지 못하여 대 혼란이 야기되었으며 이를 복고하는데 약 6월이 소요되었다고 한다.

(2) 1984년 11월 16일 일본 동경시 서부의 세전곡시전화국 부근 지하통신케이블(공동구:폭 및 높이 2m)에서 화재가 발생하여 이 전화국의 모든 기능이 순식간에 마비되었다. 피해액은 간접피해를 합하여 약 1조5천억원에 달하였다고 한다.

(3) 1983년 3월 16일 나고야시 지하철 변전실에서 화재가 발생하여 이 화재가 전선그 룩의 피복물질에 옮겨 붙어 대량의 검은 독가스가 발생하였다. 이로 인해 지하철에 있던 승객들이 일시에 피난하느라 대 혼잡이 야기되었으며 화재 진압 전문 요원 2명이 사망하였다.

3. 케이블 화재의 발생원인

3.1 케이블 자체에서 발생하는 경우

3.1.1 단락에 의한 발화

케이블이 어떤 원인에 의하여 단락(short)되는 현상으로서 이 경우 대부분의 전압이 접촉되는 부분에 걸리게 되고 단락부의 낮은 저항에 의해 매우 큰 전류가 흐르고 또 대단히 열이 발생되며 보통 단락되는 순간 폭음과 함께 단락점이 떨어지게 된다. 이때 단락점에서 발생한 스파크로 주위의 인화성 가스 또는 물질이 발화하는 경우, 가열된 도체가 주위의 인화물질이나 가연성 물질에 접촉되어 발화하는 경우가 있다. 또 단락점 이외의 전선 피복이 연소하여 발화하는 경우 등으로 구분한다.

3.1.2 지락에 의한 발화

지락은 전류가 대지를 통하는 점이 단락과 다른 점이다. 이 경우 전류가 대지를 통해서 흐르기 때문에 지락지점이 접지저항치에 의해 좌우된다. 이때 접지저항값은 전선의 저항값에 비해서 대단히 크므로 단락시와 같은 대전류가 흐르지 않지만 지락전류가 금속체가 금속체 등을 타고 흘러 발열 발화와 지락지점에서 발생한 스파크가 발화원인이 되는 경우 지락전류가 과전류 또는 접속부 과열 등으로 발화하는 경우가 발생한다.

3.1.3 누전에 의한 발화

전선이나 전기기기, 전기기계 등에서 절연이 파괴되어 누설전류가 주변물질을 따라 대지로 흐르는 현상이다. 인입전선관에 전선피복 손상으로 누전이 생겨 몰타르 등에서 발열 발화한 경우가 있다.

3.1.4 과전류에 의한 발화

전선에 전류가 흐르면 전선에서는 주열열이 발생($I^2 Rt$)하는데 이 열은 평상시에는 발열과 방열이 평형을 이룬다.

그러나 전류가 많이 흐르면 발열이 커져서 전선피복이 변형 발화하므로 전선의 종류에 따라 안전기준에 허용전류가 규정되어 있으므로 허용전류를 오버(over)하는 것을 과전류라 한다. 이때 발생하는 열에 의한 발화이다.

3.1.5 도체 접속부 과열에 의한 발화

전선과 전선, 전선과 단자 등의 접속부에 있어서 접속부가 불완전하면 접촉저항이 증가하여 발열하게 된다. 이 발열은 처음에는 국부적이지만 그 부분에 산화, 팽창, 수축 등의 현상이 겹쳐서 접촉면이 거칠어지므로 접촉저항은 점점 증대하게 되며 마침내 과열상태가 되어 발화원인이 된다.

3.1.6 스파크에 의한 발화

스파크는 스위치를 개폐할 때나 전기회로가 단락될 때 전기기구의 접속부분이 접촉 불량 등에 발생되는데 이때 스파크 가까이 인화성 물질 또는 가스가 존재할 경우에 발화원인이 된다.

3.2 외부 발화원에 의한 화재

- (1) 타구역에 발생한 화재가 케이블로 인화 착화
- (2) 공사 중 용접불뚝에 의해서 케이블로 착화
- (3) 케이블에 연결된 전기기계 접속불량 또는 과열로 인한 발열착화
- (4) 기름 등의 가연물이나 건물연소 등에 의하여 착화하는 경우
- (5) 기름이 고여 있는 피트나 덕트 등에 담배불로 인화 착화
- (6) 사람이 방화할 경우

4. 지하 공동구케이블 화재의 특징

지하 공동구내의 화재 특징은 우선 지하의 밀폐공간이라는 특징이 있다. 때문에 고온의 질은 연기나 일산화탄소가 축만하여 산소부족 상태가 되며 또한 어둡고 비좁은 공간 때문에 소화활동을 할 수가 없게 되어 소방대원의 인명피해가 우려된다. 또한 지상의 지휘본부가 화재상황을 파악하기가 곤란하며 지하공동구내에 진입한 대원과 연락이 곤란하여 소화활동은 거의 불가능할 경우가 허다하다.

또한 공동구내의 주요한 가연물은 전선의 외부포장에 사용되는 폴리에틸렌이나 폴리비닐클로라이드이기 때문에 화재가 발생하면 연속적으로 연소가 확대될 가능성이 높다.

케이블의 외장 피복에 주로 사용되는 폴리에틸렌은 인화온도가 340℃, 발화온도가 350℃이며 연소발열량은 11000kcal/kg으로 연소 발생량이 매우 높아서 일단 착화하면 용융해가면서 연소를 계속하게 된다.

또한 지하공동구내에 화재가 발생하면 공동구내의 풍속이 0.5m/sec일 경우 일산화탄소가 3% 이상이 되어 단시간 흡입하여도 쉽게 사망할 위험성이 높다.

5. 소방법의 공동구 소화설비 기준

5.1 소화설비

5.1.1 소방법 시행령 제32조 제6항에 의거

연소방지설비 및 방화벽은 행정자치부령이 정하는 지하구에 설치하여야 한다.<개정 01.3.20>

(지하구란 전력, 통신용의 전선이나 가스, 냉난방용의 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합수용하기 위하여 설치한 지하공작물로서 사람이 점점 또는 보수하기 위하여 출입이 가능한 것 중 행정자치부령이 정하는 것<신설 94.7.20>

5.1.2. 소방 기술기준에 관한 규칙

제6관 연소방지설비

제142조의 2 (연소방지설비의 설치기준) 법 제17조제1항, 법30조 제1항 및 영 제32조 제6항의 규정에 의한 연소방지설비는 제142조의 3 내지 제142조의 6의 기준에 의하여 설치하여야 한다.

제142조의 3 (연소방지설비의 송수구) 연소방지설비의 송수구는 다음 각 호의 기준에 의하여 설치하여야 한다.

(1) 소방펌프자동차가 쉽게 접근할 수 있는 노출된 장소에 설치하되, 눈에 띄기 쉬운 보도 또는 차도에 설치하여야 한다.

(2) 송수구는 구경 65mm의 쌍구경으로 하여야 한다.

(3) 송수구로부터 1m 이내에 살수구역 안내표지를 설치하여야 한다.

(4) 그 밖의 송수구의 설치에 관하여는 제7조 11항 제2호 및 3호의 규정을 준용한다. 이 경우 “옥내소화전”은 “연소방지설비”로 본다.

제142조의 4 (연소방지설비의 배관)

① 연소방지설비의 배관의 구경은 다음 각 호의 기준에 적합한 것이어야 한다.

1. 연소방지설비 전용헤드를 사용하는 경우에는 다음 표 1에 의한 구경이상으로 하여야 한다.

표 1. 연소방지설비의 배관

하나의 배관에 부착하는 살수헤드의 개수	1개	2개	3개	4개 또는 5개	6개 이상
배관의 구경(mm)	32	40	50	55	80

2. 스프링클러 헤드를 사용하는 경우에는 별표 5의 기준에 의한다.

② 연소방지설비에 있어서의 수평주행배관의 구경은 100mm이상의 것으로 하되, 연소방지설비용 전용헤드 및 스프링클러 헤드를 향하여 상향으로 1000분의 1이상의 기울기로 설치하여야 한다.

제142조의 5 (방수헤드)

방수헤드는 다음 각 호의 기준에 의하여 설치하여야 한다.

1. 천정 또는 벽면에 설치하여야 한다.

2. 방수헤드간의 수평거리는 연소방지설비 전용헤드의 경우에는 2m 이하, 스프링클러 헤드의 경우에는 1.5m 이하로 하여야 한다.

3. 살수구역은 지하구의 길이방향으로 350m 이하마다 1개 이상 설치하되 하나의 살수구역의 길이는 1.6m 이상으로 하여야 한다.

제142조의6 (연소방지도료의 도포)

지하구안에 설치된 케이블, 전선 등에는 연소방지용 도료를 도포하여야 한다. 다만, 케이블전선 등을 제10조의2제2항의 규정에서 정한 기준에 적합한 내화배선방법으로 설치한 경우와 이와 동등이상의 내화성능이 있도록 한 경우에는 그러하지 아니하다.

6. 공동구 소화설비 설치방안

6.1 소화설비 구성의 기본조건

(1) 화재 발생시 소방차에 의한 연결살수 실시

(2) 공동구내에 설치된 노즐에서 동시분사 되는 경우 소방펌프에 의한 공급유량을 증

표 2. ○○공장의 소방차 현황

구 분	F-1 화학 소방차	F-2 화학 소방차	F-3 물탱크 소방차	계
탱크용량 (LIT)	3,000	4,000	10,000	17,000
최대압력 (kgf/cm ²)	17.5	20	20	
공급유량 (l/min)	2,250	3,800	3,800	9,800

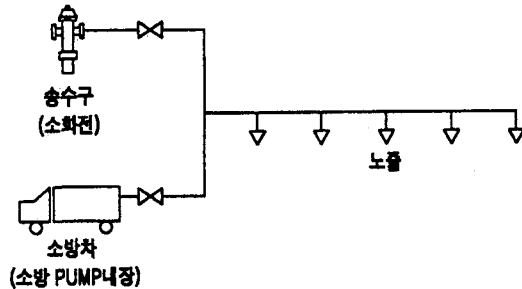


그림 1. 공동구의 소화설비 기본방향

요시한다.

- (3) 공동구내 배관은 100mm를 설치하는 것으로 한다.
- (4) Tray 단수는 평균 5단을 적용한다.

6.2 소화설비 타입 별 방안

6.2.1 직접살수(스프링클러설비 + 연결살수)

(1) 직접 살수장치는 화재발생시 직접 발화지점에 물을 분사하여 소화할 수 있도록 전 트레이 구간에 걸쳐 폐쇄형 또는 개방형 노즐을 설치하는 것으로서 이 방법을 적용할 경우 일정간격으로 각 트레이 마다 분사 노즐을 설치해야 한다.

(2) 스프링쿨러 헤드(노즐) 사양

- 형식 : 측벽형
- 유량 : 1kgf/cm²에서 80 lit/min
- 분사각도 : 90°

(3) 분사량

펌프에서 토출된 물이 배관내를 유동할 경우 관벽과의 마찰에 의해 압력손실이 발생한다. 따라서 소방차에서 토출된 20kgf/cm²의 압력이 100m당 약 3kgf/cm²의 압력손실이 발생하여 노즐입구에서 10kgf/cm²의 분사압력이 형성된다고 가정하면, 각 노즐당 분사량은 다음과 같다.

- 공급압력 $P_o = 20\text{kgf/cm}^2$
- 압력손실 $P_1 = 3\sim 4\text{kgf/cm}^2$ (100m 기준, 배관경, 유량, 배관연결형태에 따라 다름)

- 노즐의 입구압력 $P_n = 10\text{kgf/cm}^2$
- 노즐당 유량 $Q_n = K\sqrt{P_n}$
- 측벽형 헤드의 노즐 계수 $K = 80$

$$Q_n = 80 \times \sqrt{10} = 253 \text{ lit/min}$$

각 트레이 단별로 노즐을 양방향으로 2개씩 좌우로 설치하고 좌우 트레이에 설치한 경우 한 지점에서의 노즐수는 20개이다.

$$\begin{aligned} \text{- 1개의 노즐 유량 } Q_n &= 253 \times 20\text{개} \\ &= 5,060 \text{ lit/min} \end{aligned}$$

(4) 소방펌프의 용량은 앞서 구한 노즐당 유량 Q_n 으로 분사가가능한 구간은 2개의 노즐 헤더에 해당하며, 노즐당 유량 Q_n 을 최소유량 80 lit/min로 가정한다 해도 약 6개의 노즐 헤더에 해당하는 유량이다. 이것은 이론적 계산에 의한 유량으로서 실제와는 다소 차이가 있을 수 있지만 노즐 분사개소가 많을 때에는 넓은 구간의 물공급은 어려울 것으로 판단된다.

(5) 노즐의 설치간격 L 을 6m전후로 할 경우 노즐은 폐쇄형을 적용하여 유량 손실을 막아야 하며, 개방형을 적용할 경우 충분한 노즐 분사량을 얻기 위해서는 공동구의 배관단위를 여러 개로 나누어 관리해야 할 것이다.

6.2.2 연소방지형 살수설비

(1) 직접살수장치처럼 전 구간 노즐을 살수하는 것이 아니고 일정 거리(소방법에 의하면 350m 이내)마다 약 1.6m의 살수구역을 형성하여 화재의 확산을 방지 및 소화 목적으로 설치한다.

(2) 측벽형 헤드를 설치하면 분사량에 대해서는 직접살수 방법과 같으나 노즐 설치간격이 길기 때문에 동일한 공급유량으로 더욱 긴 구간에 적용할 수 있다.

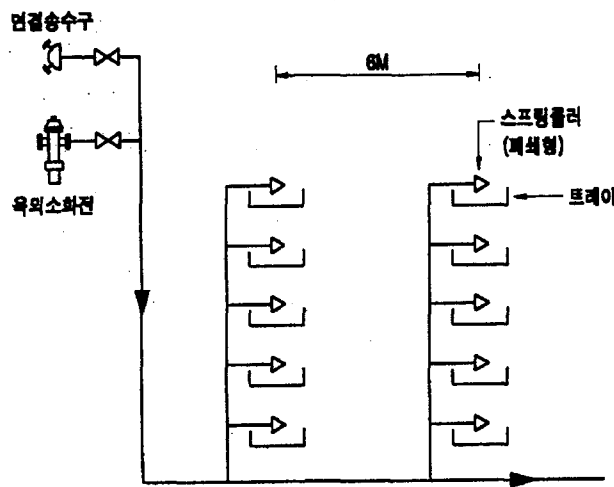


그림 2. 스프링클러 + 연결살수설비 혼합방식

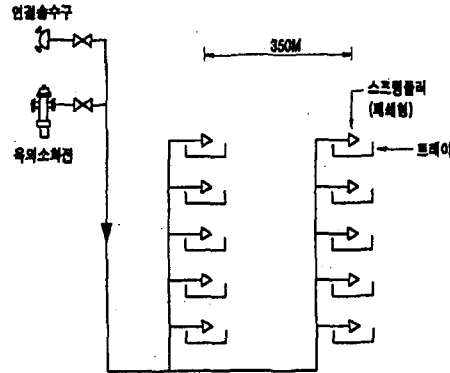


그림 3. 연소방지형 소화설비 방식

6.2.3 워터 미스트 분사 방식

(1) 특수 노즐에서 100~200 μ m의 입자경을 갖는 미스트(mist)를 분사하여 냉각 및 질식효과를 높임으로서 화재를 진화하는 방식으로 국내에는 아직 도입된 실적이 거의 없는 방식이다.

(2) 트레이 단별로 설치할 필요는 없으며, 지하공동구 천장중앙에서 일정간격으로 분사하여 소화구역을 미스트로 채우는 방식이다.

(3) 미스트 분사노즐 사양

- 유량 : 10kgf/cm²에서 6 lit/min
- 분사각도 : 90°

(4) 따라서 미스트 분사에 의한 유량은 직접살수방식에 비해 적게 소모되며, 소방펌프 1대의 용량(3800 lit/min)으로 약 500개 이상의 노즐에 유량공급이 가능하다.

(5) 노즐 간격은 1개의 노즐 능력에 따라 달라질 수 있는데, 현재 1개의 노즐로 방화 가능한 체적에 대한 신뢰할 만한 자료가 없기 때문에 정확한 수치는 적용할 수 없지만 소방 기술기준에 관한 규칙에 의거 2m 이하로 적용한다.

(6) 그러나 미스트 분사방식이 화염에 직접적으로 분사되는 것이 아니고 미스트를 공

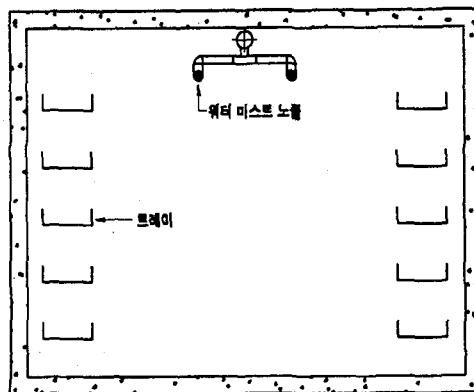


그림 4. 워터 미스트 설치 상세도

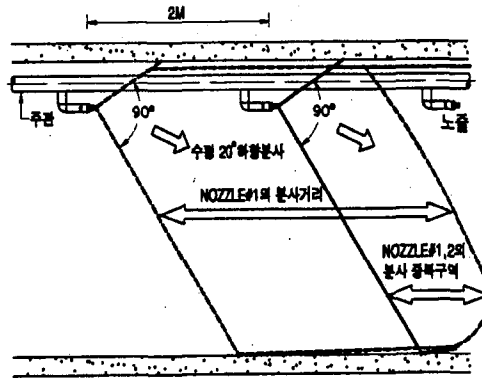


그림 5. 워터미스트 노즐의 분사시 확산범위

동구 단면내에 점차 채우는 방식이기 때문에 공동구 교차점 등 단면적이 큰 구간에서는 보다 짧은 간격 또는 노즐 수를 추가하여 보다 많은 분사량을 분무한다.

6.3 워터 미스트 설계 방안제시

6.3.1 설계 개요

본 설계는 워터 미스트를 이용한 소화설비를 구성하는데 있고 1차로 소화전을 통해 소화배관에 충수하고 소방차로 가압하여 공동구내의 각 노즐에 일정한 압력으로 공급 분사한다.

6.3.2 소화 방법

(1) 소방차가 출동하기 전까지 소화전(4~7kgf/cm²)에서 충수하는 구조로 구성하며 소방차가 동시가압(20kgf/cm²)하여 소화시간을 단축하는 방식이다.

(2) 물안개 분사노즐을 적용하되 개방형 노즐을 채택하여 최대 500m까지 소화구역을 설정한다.

(3) 노즐의 말단부 분사 압력은 10kg/cm² 이상을 유지한다.

(4) 분사시 화원의 산소차단 및 질식으로 화재구간의 최소화를 위해 분사입자는 100~200 μ m가 90% 이상 되도록 한다.

6.3.3 설계 방법

(1) 모든 배관의 재질은 SPPS SCH40 백관으로 구성한다.

(2) 송수구마다 각 1개의 체크밸브, 스트레너(20kgf/cm²)를 설치한다.

(3) 주 배관의 지지간격은 2.0m 간격으로 한다.

(4) 배관 전체에 10kgf/cm² 이상의 압력을 유지하도록 관경을 계산하여 적용한다.

(5) 1차로 소화전에서 공급되는 물은 충수(비어있는 관내에 물을 채우는 역할)만 하며, 2차로 소방차 도착후 배관에 1차 충수된 물과 소방차에서 가압하는 물을 이용하여 노즐에서 물안개 입자가 분사되고 10분내에 소화가 완료되도록 설계한다.

(3) 충수와 가압을 위한 연결송수구는 쌍구형 연결송수구(100×65×65)를 2개씩 설치한다.

(4) 물안개 노즐은 공동구내 단면적 2 × 2m²간격으로 설치하며, 공동구 단면적이 넓

은 곳은 2-라인을 설치하고 노즐의 설치간격은 2m로 하여 설치한다.

(5) 적정분포를 갖는 물안개 노즐을 사용하고 노즐의 분당유량은 6lit/min로 한다.

(6) 충수작업은 인접건물의 옥외소화전을 이용하며, 송수구와 소화전의 거리는 약 20 m 이하로 한다.

(7) 배관의 수격에 의한 충격방지용으로 수격방지기를 설치한다.

(8) 공동구내의 주 배관의 관경은 최하 50mm 이상으로 설치한다.

7. 결론

21세기 밀레니엄시대에는 통신분야 발달 및 전력수요가 더욱 많아지고 도시의 미관 및 유지보수 때문에 모든 케이블은 지하구에 설치될 것이다. 그러나 지하구에 화재가 발생 할 경우에는 거기에 대처할 만한 소방시설은 전무하다.

앞서 연소방지설비 중 워터 미스트방식에 대해 검토의견을 쓰고자 한다.

1. 소방차의 연결살수방법을 전제 조건으로 하는 소화설비 구성에 있어서 유량의 한 계성이 있기 때문에 직접살수 보다는 연소방지형 살수 또는 미스트 분사방식이 유리할 것으로 판단된다.

2. 직접살수 방식을 적용할 경우에는 노즐 타입의 변경, 급수장치의 설치 등으로 유량부족 문제를 보완하여야 할 것으로 보인다.

3. 워터 미스트 분사방식은 앞서 그림과 같이 미스트가 수평 방향으로 분사된 이후 대류에 의해 상부 트레이까지 미스트가 채워지기 때문에 각 트레이에 케이블충진율이 높을수록 트레이 사이에 미스트가 원활히 공급되지 못할 경우도 예상된다.

지하구(공동구)내 소화설비는 국내의 소방법규 및 소방 기술기준에 관한 규칙에 명확한 규정이 없기 때문에 연소방지설비가 설계자, 시공자, 건축주, 소방관련 공무원 등 각기 유권해석에 따라 서로 다른 방향에서 소방시설물을 설치하고 있다. 지하공동구에 화재가 발생할 경우 국가 및 국민에 막대한 손해를 보기 때문에 연소방지설비를 소홀히 하면 안될 것이다. 그러므로 소방안전기술위원회 및 노즐을 취급하는 전문업체, 연구기관에서 활성화가 이루어져야 한다.

참고문헌

1. 이덕출, “전기로 인한 화재원인 및 분석대책”, 소방안전협회, 소방기술자료집, p. 296.
2. 김병효, “전선 및 케이블 공동구 방화대책”, 소방안전협회, 소방기술자료집, p. 170.
3. 고재선, “지하공동구 안전관리 대책”, p. 33.
4. 하정호, “정보화시대의 지하전선 케이블의 화재안전에 대한 고찰”, 소방안전협회, 소방기술자료집, p. 197.
5. 편집자주 “케이블 관통부 방화대책”. 소방안전협회, 소방기술자료집, pp. 178-179.
6. 하정호, “정보화시대의 지하전선 케이블의 화재안전에 대한 고찰”, 소방안전협회, 소방기술자료집, p. 198.
7. 이영재 외 8인, 알기 쉬운 건축설비관계법규. 기문당. (2001)
8. ○○공장. 소방설비 TF팀, “공동구 소화설비 검토서”.