

## 지하구 화재감지기술에 관한 연구

이복영, 정창기, 이병곤\*

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 \*충북대학교 안전공학과

### A Study on The Fire Detecting Technology of Underground Utility

**Lee, Bok-Young, Jung, Chang-Ki, Lee, Byung-Kon \***

*Fire Insurers Laboratories of Korea, a Subsidiary of Korean Fire Protection Association*

*\*Department of Safety Engineering, Chung Buk National University*

#### I. 지하구 화재예방기술의 도입

1994년 동대문 지하구 화재, 2000년 여의도 공동구 화재는 전력공급의 마비, 통신두절, 방송송출중단, 은행전산망 마비 등 사회 기간통신망으로서 기능마비에 따른 손실정도가 커 국가 안전관리정책의 일환으로 지하구 화재예방에 대한 관심이 고조되었다.

지하구 화재는 도시화의 진전에 따른 지하공간의 활용증가와 더불어 소방전술과 안전관리적 측면에서 효율적인 대처방안을 강구케 하여 소방관련법령에서의 지하구와 도시계획법령에서의 공동구에는 소방설비를 의무적으로 설치·유지케 하는 규제조항이 신설되어 지하구내 시설보호로 사회 기간시설의 기능유지를 다하도록 하고 있다.

#### II. 지하구

##### 1. 소방법상 정의

가. 소방법 시행령 제 3조

전력·통신용 전선이나 가스·냉난방용 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합 수용하기 위하여 설치한 지하 공작물로서 사람이 점점 또는 보수하기 위하여 출입이 가능한 것

나. 소방법 시행규칙 제 28조 제 9항

1.8 m(w) × 2 m (h) × 50 m(l)(전력·통신사업용 500 m(l)) 이상인 것

##### 2. 도시계획법상 정의

가. 도시계획법 제 2조 제 2항 제 2호

지하 매설물(전기·가스·수도 등의 공급시설 및 통신시설·하수도 시설 등)을 공동 수

용함으로써 도시의 미관, 도로구조의 보존과 원활한 교통의 소통을 위하여 지하에 설치하는 시설물

### **III. 지하구의 화재원인**

지하구의 화재원인은 흡연, 부주의한 작업 등 Moral Risk 이외에 케이블, 보온재 등에 의한 화재로 구분할 수 있으며, 보온재에 의한 화재는 Moral Risk 및 케이블 화재로 인한 2차 피해로 지하구의 화재원인 및 대책은 케이블이 화재원인으로 이에 대한 예방대책이 강구되어야 한다.

#### **1. 케이블에서의 발화원인**

- Short, 지락 등에 의한 대전류 및 Arc에 의한 발화
- 전선, 케이블의 과부하로 인한 온도상승에 의한 발화
- 시공 및 접속불량개소에서 온도상승에 의한 발화
- 절연물의 손상, 열화 등으로 인한 절연파괴에 의한 발화

#### **2. 케이블의 연소특성**

- 케이블의 절연물질이나 피복재질은 고분자 화합물로서 열에 의해 용융·분해되고 분해가스가 인화·발화되어 연소한다
- 케이블 절연재료의 연소시 연소열이 커 연소확대 가능성이 크다.
- 난연화를 위한 재료 중 Halogen화합물이 포함된 물질은 연소시 독성·부식성 가스를 발생, 2차 재해를 유발할 수 있다.

### **IV. 지하구의 화재감지기술**

#### **1. 적용 감지기**

소방기술기준 제 85조에 따라 지하구의 화재성상에 적합한 감지기는 “광범위한 주위온도 상승을 감지”하는 분포형 감지기를 설치하는 것이 환기불량, 고온 다습한 환경조건에서 유지관리의 적정성, 비화재보의 방지 및 조기화재감지 System을 구축하는데 적합한 형태로, 이러한 성능을 가진 감지기는 먼지·습기 등의 영향을 받지 아니하고 발화 지점을 확인할 수 있는 수신장치와 호환성을 가진 감지기로서 정온식 감지 선형 감지기가 적응성이 있는 감지기이다.

#### **2. 감지기 설치**

정온식 감지선형 감지기의 설치기준은 감지기가 화재를 유효하게 감지할 수 있도록 설치하기 위하여 다음과 같은 조건에 따라 설치한다.

- 보조선이나 고정금구를 사용하여 감지선이 늘어지지 않도록 설치할 것
- 단자부와 마감 고정 금구와의 설치간격은 10 cm 이내로 설치할 것

- 감지선형 감지기의 굴곡반경은 5 cm 이상으로 할 것
- 감지기와 감지구역의 각부분과의 수평거리가 내화구조의 경우 1종 4.5 m 이하, 2종 3 m 이하로 할 것. 기타 구조의 경우 1종 3 m 이하, 2종 1 m 이하로 할 것
- Cable Tray에 감지기를 설치하는 경우에는 Cable Tray 받침대에 마감 금구를 사용하여 설치할 것
- ※ 지하구 화재의 대부분은 Cable에서 발생되어 인접 가연물(배관 보온재 등) 및 다른 Tray의 Cable로 연소확대가 되어 직접적인 피해 및 간접 피해를 유발하는 화재성상으로 조기화재감지를 위한 화재감지기의 적합한 설치방법은 주요 화재원인인 Cable에 설치하는 것이 유효하게 화재를 감지할 수 있는 방법이라 사료된다.

또한 감지기 설치 시 화재를 유효하게 예방·감시 할 수 있도록 Cable Tray에 Sine Wave 형태로 설치한다.

이때 Cable Tray가 다수 설치 된 경우, 각 Tray마다 감지기를 설치하는 것이 적합한 설계방법이라 사료된다.

- 지하구나 창고의 천정 등에 지지물이 적당하지 않는 장소에서는 보조선을 설치하고 그 보조선에 설치할 것
- Floating Roof Tank 등에 설치하는 경우에는 시설에 적합한 받침대 등을 사용하여 원주를 따라 설치할 것
- 분전반 내부에 설치하는 경우 접착제를 이용하여 들기를 바닥에 고정시키고 그 곳에 감지기를 설치할 것
- 그 밖의 설치방법은 제조사의 시방에 따라 설치할 것

### 3. 경계구역

감지구역이 긴 경우 화재발생지역 및 이상온도 발생부의 조기 확인 및 관리의 적정성을 위해 화재위치표시가 가능한 수신기로 화재위치를 표시할 수 있는 자동화재탐지 System을 구축하는 것이 효과적인 관리방식이며, 지하구에 있어서 하나의 경계구역의 길이는 700 m 이하로 정하고 있다.

또한, 정온식 감지선형 감지기는 일회용 감지기로서 부주의한 취급 등에 의해 감지선의 고장시 교체의 용이함, 교체비용의 경제성확보를 위해 일정구 간(예, 100 m)마다 접속 단자대를 설치하는 설계방법도 필요함.

### 4. 공칭작동온도의 선정

정온식 감지선형 감지기는 정온식 감지기의 하나로서 감지기가 작동하는 공칭작동온도는 최고 주위온도보다 20°C 높은 것을 설치토록 하고 있으나, 지하구에서의 화재감지장치는 Cable의 이상온도를 감지하는 것이 조기화재 감지 방식으로, 공칭작동온도를 선정할 때는 설치된 감시대상인 Cable의 허용온도를 고려하여 선정하는 것이 조기화재감지 System의 적합한 구축방법으로 전선의 발열과 전선에 흐르는 전류가 어느 한도(최고 허용온도)를 넘으면 열로 인하여 절연물이 손상되어 화재원인이 될 수 있어, 이를 방지하기 위하여 전 선의 종별, 도체의 굵기, 공사방법에 따라 절연물의 손상 없이 안전하게 흘릴 수 있는 허용전류가 정하여져 있다.

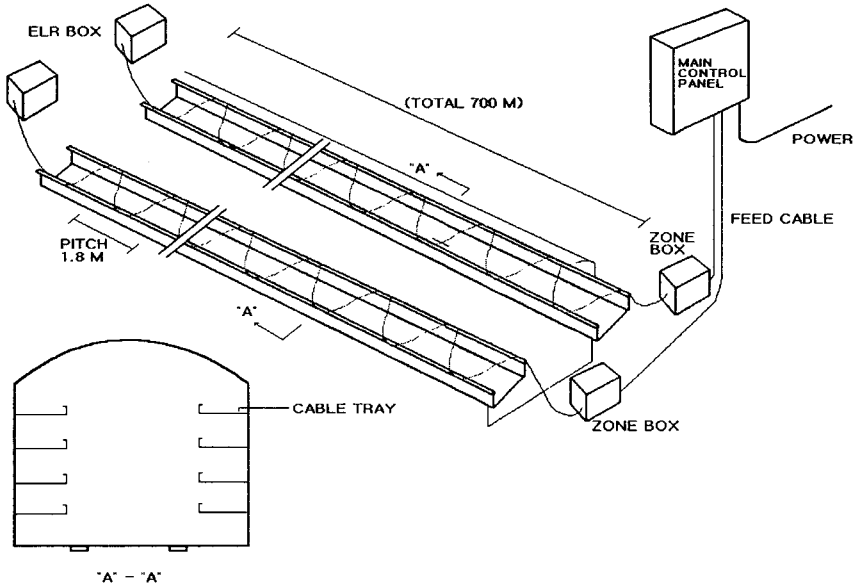


그림 1. CABLE TRAY의 정온식 감지선형 감지기 설계 예.

표 1. 절연물 또는 피복의 최고허용온도

절연물의 종별	최고 허용 온도 (°C)
천연고무	60
비닐	60
폴리에틸렌	75
부틸고무	80
가교폴리에틸렌	90
4불화에틸렌	250

절연물의 최대허용온도는 허용전류에 의해 발생하는 열에 의해 절연물의 손상이 없이, 즉 화재발생 위험을 발생치 않는 절연물의 최대사용 온도를 말하며, 절연물의 종류에 따라 안전기준치를 정하여 사용하고 있으며 표 1은 우리나라에서 일반적으로 적용되는 절연물의 종류에 따른 최대 허용 온도를 나타내었다.

## V. 정온식 감지선형 감지기의 구조, 작동원리 및 제조공정

### 1. 구조

정온식 감지선형 감지기는 도체, 가용절연물, 보호테이프 및 Sheath로 구성되어 있으며,

도체는 지름 0.9 mm, 고유저항 600 Ω/km인 Galvanized Piano Wire를 사용하고 있으며, 도체를 절연시키기 위한 가용절연물은 VA함량(wt.%) 25~40인 EVA 수지를 도체에 0.25 mm로 절연 피복하여 두 개의 도체를 응답 특성의 향상을 위해 45 mm Pitch로 Twisting하였다.

Sheath는 0.5 mm PVC로 피복하여 부식성 화학물질, 가스, 먼지, 습기 등의 영향을 받지 않는 구조로 되어있다.

## 2. 작동원리

2 가닥의 아연도 강선이 Twisting공법으로 제조되어 직선상태로의 복원력을 이용하여 Fusible material이 열에 의해 용융되면 도체가 단락되어 화재신호를 발생하는 작동원리를 가지고 있다.

## 3. 제조공정

도체의 선선, 가용절연물의 절연, 연합 및 보호Taping공정 및 Sheath공정으로 공정이 나누어져 있으며, 주요 공정은 다음과 같다.

- Galvanized Piano Wire를 0.9 mm로 선선하는 공정.
- 가용절연물을 선선된 도체에 절연피복하는 공정.
- 절연된 도체를 지정된 Pitch로 연합하는 공정
- 연합된 도체가 원래상태를 유지하도록 Polyester Tape를 피복하는 공정.
- PVC를 Hose Type으로 연합된 도체에 피복하는 공정.

## VI. 분석 및 결론

1. 지하구 화재예방은 국가 기간통신망/전력망의 유지·보전차원에서 국가적으로 수행되어야 하는 안전관리 정책이다.

2. 지하구 화재예방을 위해 조기 화재감지 System구축 기술이 필요하다.

3. 지하구 화재감지 System 설계·시공시 현재의 기술적 수준을 고려, 효과적인 설계방안은 다음과 같다.

- 적용 감지기 : 정온식 감지선형감지기
- 공칭작동온도 설정 : 지하구의 최고주위온도를 고려하여 Cable의 허용온도를 기준으로 설정
- 감지장치설치 : 화재를 유효하게 감지할 수 있도록 Cable Tray의 Cable에 연결하여 설치
- 화재신호 감시·제어장치 : 조기화재발견, 유지관리의 효율성 제고를 위하여 화재위치 표시형 수신기를 설치

## 참고문헌

1. 소방기술기준에 관한 규칙, 행정자치부령 제143호(2001. 7. 27).

2. 소방시설용 특수감지기에 관한 기준, 행정자치부고시 제2002-8호(2002. 3.).
3. 정타관, 전기설비설계, 형설출판사(1994).
4. 한국플라스틱기술정보센터, 플라스틱가공기술편람, 한국플라스틱기술정보센터(1996).
5. 고분자학회, 고분자신소재편람, 대광서림(1998).
6. National alarm code H/B, National fire protection Association(1993).
7. Richard W. Bukowski, Fire alarm signaling systems H/B, NFPA(1987).
8. John E. Traister, Design and application of security/fire alarm systems, Mcgraw hill book company(1981).