

C-05

지하구내 화재 방지를 위한 설치지침 및 예방시스템

허만선, 김영진, 강재모 *

우송공업대학 소방안전관리과, 건설기술연구원 지반연구부 *

Precautionary System and Installation to prevent fire in underground tunnel

Man-Sung Hur, Young-Jin Kim, Jae-Mo Kang *

Dept. of Fire Safety Engineering, Woosong Technical College

*Korea Institute of Construction Technology, Geotechnical Engineering Research **

1. 서론

전력설비, 통신설비, 상하수도설비, 냉난방설비 등은 각종 기후·환경요인에 대한 의존도를 크게 낮추고 기간시설의 안정성 및 신뢰성을 향상시키기 위하여 지중화가 급속히 추진되어 왔으며 최근에는 지하공동구가 일반화되는 추세에 있다.

그러나, 이들 설비에 대한 지하화를 위해서는 막대한 규모의 초기투자 비용이 요구되며, 사고 발생시 파급효과가 매우 크다는 단점을 지니고 있다. 특히 지하공동구에서 화재가 발생할 경우 자체 손실도 손실이지만 관련시설 인근에 있는 은행, 관공서, 증권회사 등의 통신과 전력 공급이 중단되고, 건물과 연결된 지하공동구의 화재 시에는 케이블에서 발생하는 유독가스에 의해 2003. 2. 18일 대구지하철 화재참사와 같은 사고로 이어질 수 있다.

따라서 공동구에서의 각종 화재를 미연에 방지하고 전력 및 통신망 운용의 안정성을 확보하기 위해서는 기존의 지하공동구 화재에 대한 사고 원인의 철저한 분석 및 수용물에 대한 최적의 방재시설을 설치할 수 있도록 하기위한 종합적인 대책이 요구된다.

본 연구에서는 지하구내의 방재설비에 대한 시설 지침 및 화재 방지를 위한 시스템 구축방안에 대하여 기술하고자 한다.

2. 설치지침 및 예방시스템

2.1 소화기구 설치기준

2.1.1 수동식소화기

(1) 공동구의 경우에는 화재 발생의 우려가 있거나 사람의 접근이 쉬운 장소에 한하여

설치한다.

- (2) 수동식소화기는 바닥으로부터 높이 1.5m 이하의 곳에 비치하고, “소화기”라고 표시한 표지를 보기 쉬운 곳에 게시한다.
- (3) 공동구내 변전실, 변압기실, 배전반실, 통신기기실, 전산기기실, 기타 이와 유사한 시설이 있는 장소에는 당해 용도의 바닥면적 50㎡마다 적응성이 있는 수동식소화기 1개 이상을 설치한다.
- (4) 공동구내 위험물 및 특수가연물을 저장 또는 취급하는 장소에는 소방기본법에서 정하는 기준에 준한다.

2.1.2 자동확산소화용구

- (1) 지하구의 제어반 또는 분전반의 경우에는 제어반 또는 분전반마다 그 상부에 자동확산소화용구를 설치하여야 한다.
- (2) 분전반 또는 제어반 내의 전기화재를 조기에 검출, 진화하기 위해서는 판넬 내부에 열감지부가 들어가 있는 소화용구를 사용하는 것이 바람직하다.

2.2 경보설비

2.2.1 자동화재탐지설비

(1) 공통사항

- ① 폭 1.8m 이상이고, 높이 2m 이상이며, 50m 이상(전력 또는 통신사업용인 것은 500m 이상)인 공동구에 설치한다.
- ② 하나의 경계구역의 길이는 700m 이하로 하여야 하며, 경계구역의 면적, 한 변의 길이, 지하층의 계단에 대한 사항은 화재안전기준(NFSC 203)에 제시되어 있는 기준에 만족하여야 한다.
- ③ 자동화재탐지설비에는 감시상태를 60분간 지속한 후 유효하게 10분 이상 경보할 수 있는 축전지(수신기에 내장하는 경우를 포함한다)를 설치하여야 한다.
- ④ 전원회로의 배선은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102)에 준하여 내화배선으로 하며, 그 밖의 배선(감지기 상호간 또는 감지기로부터 수신기에 이르는 감지기회로의 배선을 제외한다)은 내화배선 또는 내열배선으로 한다.

(2) 수신기

- ① 비상전화에 의해서 비상상황이나 화재상황이 통보되는 경우 관리자에 의해서 수동으로 비상벨로 경보할 수 있도록 한다.
- ② 하나의 소방대상물에 2 이상의 수신기를 설치하는 경우에는 수신기를 상호간 연동하여 화재발생 상황을 각 수신기마다 확인할 수 있도록 한다.
- ③ 수신기를 옥외에 설치할 경우에는 온도 및 습도에 대한 보호대책을 강구하여야 한다.
- ④ 수위실 등 상시 사람이 근무하는 장소에 설치하여야 한다. 다만, 사람이 상시 근무하는 장소가 없는 경우에는 관계인이 쉽게 접근할 수 있고 관리가 용이한 장소에 설치할 수 있다.

(3) 감지기

- ① 지하층, 무창층 등으로 환기가 잘 되지 아니하거나 감지기의 부착면과 실내바닥과의 거리가 2.3m 이하인 곳으로서 일시적으로 발생한 열, 연기 또는 먼지 등으로 인하여 화재신호를 발신할 우려가 있는 장소에는 화재안전기준(NFSC 203)에서 정하고 있는 적용성 있는 감지기를 설치하여야 한다.
- ② 정온식감지선형감지기는 다음의 기준에 따라 설치한다.
 - ㉠ 보조선이나 고정금구를 사용하여 감지선이 늘어지지 않도록 설치한다.
 - ㉡ 단자부와 마감 고정금구와의 설치간격은 10cm 이내로 설치한다.
 - ㉢ 감지선형 감지기의 굴곡반경은 5cm 이상으로 한다.
 - ㉣ 감지기와 감지구역의 각 부분과의 수평거리가 내화구조의 경우 1종 4.5m 이하, 2종 3m 이하로 한다. 기타 구조의 경우 1종 3m 이하, 2종 1m 이하로 한다.
 - ㉤ 케이블 트레이에 감지기를 설치하는 경우에는 케이블 트레이 받침대에 마감금구를 사용하여 설치한다.
 - ㉥ 지하구나 창고의 천장 등에 지지물이 적당하지 않은 장소에서는 보조선을 설치하고 그 보조선에 설치한다.
 - ㉦ 분전반 내부에 설치하는 경우 접착제를 이용하여 돌기를 바닥에 고정시키고 그 곳에 감지기를 설치한다.
 - ㉧ 그 밖의 설치방법은 형식 승인 내용에 따르며, 형식 승인 사항이 아닌 것은 제조사의 시방에 따라 설치한다.

(4) 발신기 및 음향장치

- ① 발신기 및 음향장치는 하나의 발신기 및 음향장치까지의 수평거리가 25m 이하가 되도록 설치한다.
- ② 발신기는 소화기함이나 소화전함 상부에 수평으로 설치하며, 좌로부터 발신기, 음향장치(경종), 음향공(158mm Bell), 위치표시등의 순서로 설치한다.
- ③ 발신기의 조작스위치는 바닥으로부터 0.8m이상 1.5m 이하의 높이에 설치한다.

2.2.2 통합감시시스템

(1) 일반사항

- ① 감시제어반은 화재 및 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치한다.
- ② 비상조명등 및 급배기설비를 설치한다.
- ③ 바닥면적은 감시제어반의 설치에 필요한 면적 외에 화재시 소방대원이 그 감시제어반의 조작에 필요한 최소면적 이상으로 한다.
- ④ 감시제어반에 언급되지 않은 사항은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제8조 내지 제10조의 규정에 따라 설치한다.

(2) 온도감지설비

- ① 감지온도는 섭씨 40도를 기준으로 150m~200m 간격으로 설치한다.
- ② 감지 온도 이상이 되면 자동으로 배기팬이 작동하도록 하여 외부 공기를 주입할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 산소검출기와 가스감지기

- ① 공동구내 산소 부족 여부를 감지할 수 있는 산소검출기와 폭발성 가스를 감지할 수 있는 가스감지기를 현장 여건을 감안하여 필요에 따라 설치할 수 있다.

2.3 피난설비

2.3.1 유도등 및 유도표지

(1) 피난구 유도등

- ① 설치 위치는 각 기능실의 출구 및 공동구의 입, 출구, 비상 출입구에 설치한다.
- ② 피난구유도등은 피난구의 바닥으로부터 높이 1.5m 이상의 곳에 설치한다.
- ③ 유도등의 전원 및 배선에 관한 사항은 유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303)에 따른다.

(2) 통로유도표지

- ① 설치 위치는 바닥으로부터 높이 1.5m 이하의 위치에 설치하며, 화재시 연기의 영향 및 유지관리를 고려하여 설치함을 표준으로 한다.
- ② 유도표지는 부착판 등을 사용하여 쉽게 떨어지지 않도록 설치한다.

2.3.2 비상조명등

- (1) 변전실 내의 비상조명등은 축전지가 내장된 형광등을 3~4개마다 1개 단위로 설치한다.
- (2) 예비전원을 내장하는 비상조명등에는 평상시 점등여부를 확인할 수 있는 점검 스위치를 설치하고, 해당 조명등을 20분 이상 유효하게 작동시킬 수 있는 용량의 축전지와 예비전원 충전장치를 내장하여야 한다.
- (3) 예비전원을 내장하지 않는 경우에는 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제 8조 제3항의 규정에 의한 비상전원을 설치하여야 한다.

2.4 소화활동설비

2.4.1 무선통신보조설비

(1) 공통사항

- ① 무선통신보조설비는 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 제9호의 규정에 의한 공동구에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 누설동축케이블은 소방전용주파수대에서 전파의 전송 또는 복사에 적합한 것으로 소방대 상호간에 무선연락에 지장이 없도록 설치한다.
- ③ 누설동축케이블은 끝부분에는 무반사 종단저항을 견고하게 설치하여야 한다.
- ④ 성능저하를 일으키지 않는 범위에서 공동구에서 화재의 영향을 가장 적게 받는

위치에 설치한다.

- ⑤ 누설동축 케이블의 시점에는 관리용 무선기와 공용기를 접속하고, 공동구내 휴대용 무선기와 상호연락이 가능한 기능을 갖도록 한다.

(2) 누설동축케이블

- ① 누설동축케이블은 화재에 따라 당해 케이블의 피복이 소실된 경우에 케이블 본체가 떨어지지 아니하도록 4m 이내마다 금속제 또는 자기제 등의 지지금구로 벽·천장·기둥 등에 견고하게 고정시켜야 한다.
- ② 누설동축케이블은 금속판 등에 따라 전파의 복사 또는 특성이 현저하게 저하되지 아니하는 위치에 설치한다.
- ③ 누설동축케이블은 고압의 전로로부터 1.5m 이상 떨어진 위치에 설치하며, 당해 전로에 정전기 차폐장치를 유효하게 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.

(3) 무선기기 접속단자

- ① 지상에서 유효하게 소방활동을 할 수 있는 장소 또는 공동구관리사무소 등 상시 사람이 근무하고 있는 장소에 설치한다.
- ② 단자는 바닥으로부터 높이 0.8 m 이상 1.5 m 이하의 위치에 설치한다.
- ③ 단자를 보호하기 위하여 견고하고 함부로 개폐할 수 없는 구조의 보호함을 설치하고, 먼지·습기 및 부식 등에 의하여 영향을 받지 아니하도록 하여야 한다.

(4) 증폭기

- ① 전원은 전기가 정상적으로 공급되는 축전지 또는 교류전압 옥내 간선으로 하고, 전원까지의 배선은 전용으로 한다.

(5) 분배기, 분파기, 혼합기 등

- ① 점검에 편리하고 화재 등의 재해로 인한 피해의 우려가 없는 장소에 설치한다.

2.4.2 비상콘센트설비

- (1) 설치간격은 수평거리 50 m 이내로 한다.
- (2) 비상콘센트의 플러그접속기의 칼반이의 접지극에는 접지공사를 하여야 한다.
- (3) 1개의 전용회로에 설치할 수 있는 비상콘센트의 수는 공동구 화재시 동시 사용율이 아주 낮다는 점을 고려하여 결정한다.
- (4) 전압강하 계산시 배전거리는 등가 평균 거리로 한다.
- (5) 허용전압강하는 내선규정(대한전기협회제정)제120절에 준하여야 한다.
- (6) 전용회로의 배선은 내화배선으로, 그 밖의 배선은 내화배선 또는 내열배선으로 한다.

2.4.3 연소방지설비

(1) 방수헤드

- ① 천장 및 벽면에 설치한다.
- ② 방수헤드간의 수평거리는 연소방지설비 전용헤드의 경우에는 2m 이하로 한다.

- ③ 살수구역은 지하구의 길이방향으로 350m 이하마다 또는 환기구 등을 기준으로 1개 이상 설치하되, 하나의 살수구역의 길이는 3m 이상으로 한다.

(2) 송수구

- ① 연소방지설비의 송수구는 소방차가 쉽게 접근할 수 있는 노출된 장소에 설치하되, 눈에 띄기 쉬운 보도 또는 차도에 설치한다.
- ② 송수구로부터 1m 이내에 살수구역 안내 표지를 설치한다.
- ③ 지면으로부터 높이가 0.5m 이상 1m 이하의 위치에 설치한다.
- ④ 송수구의 가까운 부분에 자동배수밸브(또는 직경 5mm의 배수공) 및 체크밸브를 설치한다. 이 경우 자동배수밸브는 배관안의 물이 잘 빠질 수 있는 위치에 설치하되, 배수로 인하여 다른 물건 또는 장소에 피해를 주지 아니하여야 한다.

(3) 배관

- ① 급수배관은 전용으로 하여야 한다.
- ② 연소방지설비 전용헤드를 사용하는 경우의 배관의 구경은 다음과 같다.

하나의 배관에 부착하는 살수헤드의 개수	1개	2개	3개	4개 또는 5개	6개 이상
배관의 구경[mm]	32	40	50	65	80

- ③ 수평주행배관은 연소방지설비 전용헤드를 향하여 상향으로 1,000분의 1 이상의 기울기로 설치하여야 한다.
- ④ 연소방지설비는 습식외의 방식으로 하여야 한다.

(4) 연소방지도료의 도포

- ① 도료를 도포하고자 하는 부분의 오물을 제거하고 충분히 건조시킨 후 도포한다. 도료의 도포 두께는 평균 1mm 이상으로 한다.
- ② 연소방지도료는 다음 각 호 부분의 중심으로부터 양쪽방향으로 전력용 케이블의 경우에는 20m, 통신케이블의 경우에는 10m 이상 도포한다.
 - ㉠ 지하구와 교차된 수직구 또는 분기구
 - ㉡ 집수정 또는 환풍기가 설치된 부분
 - ㉢ 지하구로 인입 및 인출되는 부분
 - ㉣ 분전반, 절연유 순환펌프 등이 설치된 부분
 - ㉤ 케이블이 상호 연결된 부분
 - ㉥ 기타 화재발생 위험이 우려되는 부분

(5) 방화벽

- ① 방화벽에 출입문을 설치하는 경우에는 방화문으로 한다.
- ② 방화벽을 관통하는 케이블, 전선 등에는 내화성이 있는 화재차단재로 마감한다.
- ③ 방화벽의 위치는 분기구 및 환기구 등의 구조를 고려하여 설치한다.

2.5 비상전원설비

2.5.1 무정전전원(UPS)설비

- (1) 무정전전원설비는 중앙통제시스템 또는 통합감시시설 등에 대하여 전원을 공급할 수 있는 적절한 용량으로 선정하여야 한다.
- (2) UPS는 옥내설치를 원칙으로 한다.
- (3) 비상전원은 화재안전기준에서 규정한 20분을 표준으로 하고 있다.

2.5.2 비상발전기설비

- (1) 비상발전기는 옥내설치를 원칙으로 한다.
- (2) 발전기 운전은 정전검출계전기에 의하여 한전측과 발전기측으로 자동절체가 가능하도록 제어회로를 구성한다.
- (3) 한전측 전원과 발전기측과의 절체는 자동절체(ATS)방식으로 인터록을 구성한다.

2.5.3 축전지설비

- (1) 직류전원장치는 기초 및 설치대 등에 앵커볼트로 확실히 고정하고, 배전반의 형상에 따라 천장, 벽 등에 지지한다.
- (2) 직류전원장치는 보수 점검에 편리하도록 시설한다.
- (3) 국부적인 온도상승이나 직사광을 피하도록 시설한다.
- (4) 장치로부터의 발열량을 검토하여 환기설비 또는 공조설비를 한다.
- (5) 비상용과 같은 중요한 설비기에 공급하기 위한 배선은 내화전선을 사용한다.
- (6) 지진시의 수평 이동, 전도시의 사고를 방지할 수 있도록 내진처리를 실시한다.

2.6 기타 방재설비

2.6.1 비상전화

- (1) 폭 1.8m 이상이고, 높이 2m 이상이며, 50m 이상(전력 또는 통신사업용인 것은 500m 이상)인 공동구에 설치한다.
- (2) 설치간격은 100m를 초과하지 않는 범위에서 비상시설(대피소)과 공동구 입출구부에 설치함을 원칙으로 한다.
- (3) 비상전화는 바닥으로부터 1.0 ~ 1.5m 이하의 높이에 설치한다.
- (4) 공동구 측벽에 매립 설치하거나 방음을 위해 부스를 설치하여 비상전화를 설치하고 문을 두어 소음을 차단할 수 있는 구조로 한다.
- (5) 비상전화의 설치위치를 분명하게 할 수 있도록 내조식 조명의 표지판에 '비상전화'라고 표시하여 먼 곳에서도 식별이 가능하도록 한다.
- (6) 일정시간동안 관리자가 응답하지 않는 경우에는 관리체계에 자동으로 연결될 수 있도록 한다.

2.6.2 감시용 텔레비전 설비(CCTV)

(1) 카메라

- ① 제연설비가 설치되는 공동구의 경우에 화재상황 감시를 위해서 설치하는 것을 표준으로 한다.
- ② CCTV의 설치위치는 공동구 입·출구 등의 장소에 설치한다.
- ③ 공동구내 CCTV 카메라는 시공성, 유지보수성 등을 감안하여 설치한다.

(2) 영상전송 및 저장

- ① 현장의 카메라와 공동구에 설치되는 CCTV 제어장치간의 선명한 화상전송이 이루어 질수 있도록 한다.
- ② 영상은 각종정보를 제공할 수 있도록 저장을 원칙으로 하며, 저장시간은 6시간 이상으로 하며, 최근상황을 연속적으로 갱신할 수 있도록 한다. 단, 화재상황에서는 화재원인 및 대처상황 등의 파악을 위해서 자동갱신 기능을 자동해제 한다.

2.6.3 출입자 감시설비

- (1) 벽걸이형 기기는 외부의 충격에 떨어지지 않도록 부착한다.
- (2) 외부 배선과 기기의 연결은 접속용 단자 또는 커넥터를 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 모든 배선 구멍에는 전선의 피복을 손상할 염려가 없도록 부싱 등 보호장치를 설치한다.
- (4) 강전류 회로를 포함하는 기기의 외함에는 접지단자를 설치한다.

3. 결론

본 연구는 지하구내 화재 방지를 위한 방재시설의 조사 및 분석을 통해 설치지침 및 예방시스템에 대하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 지하공동구에 설치하는 소화기, 자동확산소화용구, 자동화재탐지설비, 통합감시시스템, 유도등 및 유도표지, 비상조명등, 무선통신보조설비, 비상콘센트설비, 연소방지설비는 소방기본법에서 정하는 기준에 준하여 설치하여야 한다.
- 2) 소화활동설비로는 무선통신보조설비, 비상콘센트설비, 연소방지설비를 설치하여야 한다. 연소방지설비의 방화벽 설치는 화재시 실제적으로 제연설비보다 더 효율적이므로 분기점마다 방화벽을 설치하는 것이 바람직하다.
- 3) 비상전원설비로는 무정전전원설비, 축전지설비를 설치하여야 한다.
- 4) 기타 방재설비로는 비상전화, 감시용 텔레비전설비(CCTV), 출입자 감시설비 등이 설치되어야 한다. 공동구 관리 및 화재시 화재진압을 위해 비상구 및 분기구마다 CCTV를 설치하는 것이 바람직하다.

- 5) 화재발생 후에는 소방관이 지하구내에 들어가서 소화하기에는 지하공동구 여건상 매우 어려우므로 환기는 물론 화재시 강제 급·배기가 가능하고, 결로방지를 위한 용도로도 사용될 수 있도록 팬을 설치하는 것이 바람직하다.
- 6) 비상구 관리요원의 건강과 화재대비 훈련을 위해 방열복, 공기호흡기 등의 인명구조 장비가 사무실에 상시 비치될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

참고문헌

1. 건설교통부, “공동구 설치 및 관리 업무 요령”(1997).
2. 건설교통부, “공동구 시설 및 관리 개선 대책”(2000).
3. 건설교통부, “공동구 적용 예정면적 산정 기준에 관한 지침”(2002).
4. 박형주, 김상욱, “해외공동구의 방재성능분석을 통한 국내공동구에 적합한 방재대책에 관한연구”, 한국 화재·소방학회, pp 71-77(2001).
5. 강원선, “광 케이블을 이용한 화재감지시스템”, 한국 화재·소방학회, (2001).
6. Fire Protection Handbook, Eighteenth Edition, NFPA
7. The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd Edition, NFPA
8. 행정자치부고시 제2004-6호, “화재안전기준”(2004).
9. 삼원출판사, “소방관련법규”(2004)
10. 홍성완 외, “지하공동구의 설계, 시공에 관한 연구”, 건기연 87-GE-112, 한국건설기술연구원(1988)
11. 박강식 외, “지하공동구내 사고 방지를 위한 시공 방안”, 한국전기공사협회(2002).