

地下空間의 防災安全을 위한 電氣設備計劃 要件

김 세 동

한국건설기술연구원

3. 지하공간 방재상의 문제점과 실태 분석

가. 지하화재사례를 통한 방재상의 문제점

(1) 지하화재 사례 분석

가) 서울 신당동 지하상가 화재

우리나라의 경우 지하상가에서 화재가 발생한 사례로는 신당동 지하상가의 화재사례가 대표적이라 할 수 있다. 신당동 지하상가 화재는 1973년 12월 30일 오후 2시 35분에 발화, 다음날 오전 8시 22분 진화되어 147개 점포를 전소시키고 말았다. 당시에 지하상가에는 屋內消火栓 9개소가 설치되어 있었으며, 출입구마다 소화기가 4개 이상 비치되어 있었으나, 초기에 소화용 소방시설을 사용하지 못하였다.

화재 진화를 위하여 소방차가 무려 47대(펌프차 16대, 물탱크차 22대, 화학차 3대, 굴절소방차 3대, 배연차 3대)와 소방관 300여명이 동원되었으나, 불이 꺼지기만 기다리는 속수무책의 화재이었다. 화재발생 상황으로는 초기 소화가 가능하였지만 상인들의 이런 다름으로 소방훈련이 전혀 되

지 않았으며, 소화기를 비치하고 있으면서도 사용하는 사람은 한 사람도 없었다고 한다.

연말연시로 점포마다 상품을 산더미처럼 쌓아 놓아 쉽게 불이 옮겨 붙기 시작하면서 유독가스가 발생, 출입구가 연통의 역할을 함으로써 사람의 접근이 불가능하였고, 소방관조차 들어갈 수 없는 상태이었으므로 진화가 불가능하였고 불이 꺼지기만을 기다려야 했다. 신당동 지하상가의 화재원인은 밝혀지지 않았지만, 화재초기에 소화기나 소화전으로 충분히 소화할 수 있었던 것을 불씨를 발로 비벼서 소화하다가 확대되었으며, 상점에 비치한 소화기의 작동요령과 소방시설 사용방법의 훈련이 전혀 안된 것으로 조사되었다. 그리고 자동 화재소화설비인 스프링클러설비가 정상적으로 작동되도록 관리되어야 하나 관리 소홀로 소화설비 기능이 제대로 발휘되지 못하여 초기 진화에 실패하였던 것으로 조사되었다.

나) 서울 지하통신구 화재

종로5가 지하통신구 화재는 1994년 3월 10일 오후 3시 35분에 발화하여 다음날까지 계속되었을 뿐만 아니라 내부에 연소가스가 가득하여 완전

진화하는 데에는 많은 시간이 소요되었다.

불은 지하 5m 지점에 깔려 있는 통신구를 통해 도화선처럼 양방향으로 삼시간에 번져나갔지만 진화에 나선 소방대원들은 현장접근이 불가능한데다 정확한 발화지점을 찾지 못해 진화에 애를 먹었다. 또 유독가스가 인근 지하철역으로 새어나가면서 종로 5가역과 동대문역에 있던 지하철승객들이 놀라 긴급히 대피하는 소동을 빚었다.

화재가 나자 지하철공사측은 지하철 1호선 운영을 중단시켰으며, 지하철 승강장까지 연기가 스며들자 종로 5가와 동대문역 지하로 통하는 흡입 환기통 가동을 즉각 중단하는 한편 승객을 모두 내리게 한뒤 대피를 유도하였다.

지하통신구 화재로 인해서 광케이블이 전소되었고, 이로 인하여 전국적으로 통신기능이 마비되어 전국이래 최대 최악의 통신망 마비사고였다. 화재는 통신구안 지하 23m 지점에 설치된 자동분전반 내 연결단자 접촉불량으로 과열되어 스파크가 일어나 화재가 발생하였다는 경찰 수사결과가 보도되었으며, 관리소홀이 화재발생의 직접적인 원인인 것으로 결론지었다.

화재가 발생한 통신구는 지난 1974년 지하철 1호선과 함께 개통된 것이어서 당시 우리 수준으로는 초기의 낙후된 설비일 수밖에 없었지만, 아무리 완벽한 시설이 설치되어 있다 하더라도 철저한 유지관리가 이루어지지 않을 경우에는 언제나 위험성이 잠재되어 있음을 인식시켜 주고 있다.

(다) 일본 静岡驛前 고루덴지하상가의 가스폭발사고

1980년 8월 16일 오전 9시 30분경 고루덴 지하상가의 지하 1층에 있는 「菊正」이라는 음식점에서 여자종업원이 가스레인지(도시가스 사용)에 성냥으로 점화시키자마자 폭발사고(1차 폭발)가 발생하여 「菊正」 및 인근 점포, 기계실 등이 대파되었고 또한 지상 1층의 점포 셔터가 大破되었다. 가스 파이프가 파손되어, 분출된 가스는 지하중양부의 공용보도, 내측 계단, 파괴된 덕트배관을 통하여 지상 1층으로 확산되었으나, 1층과 2층의 방화구획으로 인해서 분출된 가스는 지상 1층 내부

에 滯留되어 있었다.

1차 폭발사고 후 화재 신고를 받고 출동한 소방대원은 지하에 진입, 소화 및 구조활동을 수행하고 있었는데 시즈오카 도시가스업체 종업원들이 가스누출장소를 찾기 위해 검사하고 있었을 때 오전 9시 56분경 2차 폭발이 발생하여 소방대원을 포함, 사망자 15명, 부상자 222명이라는 대참사가 발생하였다. 静岡驛前 고루덴지하상가의 가스폭발사고 이후 가스 재해라는 새로운 문제가 지하상가의 안전대책으로서 크게 대두하게 되었다.

(라) 일본 大阪 및 名古屋市 지하상가 화재

1978. 4월에 일본 大阪梅田 지하상가에서 작은 화재가 발생하였다. 화재는 大阪 富國生命빌딩 지하 3층에 있는 다방에서 발생하였으나, 덕트배관을 통하여 지하 2층까지 확대 연소되었다. 불은 초기 소화되었지만 연기는 덕트배관을 통하여 빌딩 전체로 확산됨과 동시에 지하 2층 부분과 연결되어 있는 梅田 지하상가에까지 확산되어 일시에 피난소동이 발생하였던 것이다.

이와 같이 건물지하층, 지하철역, 지하상가 등이 연계되어 있는 지하생활공간에서 화재가 발생하면 지하공간 전체가 연기 확산 등으로 패닉현상이 발생하게 되어 대피에 큰 장애를 줄 뿐만 아니라 일시적인 대혼란으로 2차적인 인명피해가 발생할 가능성이 매우 크다는 것을 알 수 있다.

1983년 8월에 일본 名古屋市 地下鐵榮驛에서 발생한 화재의 경우는 지하변전실내에서 발생하여 정류기의 일부와 전선의 절연피복이 타버리는데 불과하였다고 한다. 그런데도 소화작업을 위해서 방화문을 개방할 적마다 연기가 유출, 인접해 있는 지하상가로 연기가 확산되어 지하상가의 종업원과 이용자가 전원 대피하였으며, 변전실내에서 소화작업에 임하는 소방대원 2명이 연기로 순직하였다.

이 화재에서는 지하철역 변전실 상부에는 환기구가 설치되어 있고, 지하 1층의 변전실 방화문 부근에도 지하철 전용의 배연설비가 설치되어 있는 등 비교적 방재시설이 잘 설치되어 있었음에도

불구하고 급격한 연기 확산으로 당황하여, 설치되어 있는 설비도 원활하게 작동시키지 못한 것으로 지적되고 있다. 이와 같이 지하공간은 밀폐된 공간으로서 산소의 공급량이 충분하지 않고 불완전 연소를 일으키기 때문에 연기나 일산화탄소의 발생량이 많아 소방 및 구조활동에 큰 어려움이 있음을 알 수가 있다.

(2) 지하공간 방재상의 문제점

지하는 폐쇄, 밀폐된 공간으로서 방향감각을 상실하기 쉽고, 또 위치 확인이 어려워 비상사태시 패닉현상이 발생하기 쉽다. 더욱이 지하생활공간은 불특정 다수의 사람들이 이용하는 공간으로서 일시적인 정전사고 및 작은 화재가 발생할 경우에도 공포감을 강하게 느끼게 되고, 대부분이 開口部가 작고 출입구가 한정되어 있는 지하공간에서 필요 이상으로 급하게 대피하기 위해서 출입구쪽으로 일시에 쇄도하여 壓死者가 발생하는 등 2차적인 인명피해가 발생할 가능성이 높다.

그리고 지하에서 화재가 발생할 경우 火災性狀, 煙氣流動性狀의 특이성 등으로 인해서 避難消火救助活動 및 排煙이 용이하지 못한 점 등 다음과 같은 방재상의 문제점이 지적되고 있다.

(가) 지하공간은 無窓의 공간이다

지하공간에는 창구조가 없으며, 피난(구출)시에 시설의 외부공간(창, 배란다 등)을 활용한 최종 피난(구출) 수단이 없고, 外氣는 진입계단을 통하여 들어오는 경우가 전부이다. 이와 같은 지하구조의 특성상 다음과 같은 방재상의 결점이 있다.

① 화재 발생시 지하내부에 연기가 가득차게 되는 반면에 용이하게 배출할 수 없다.

일본 나고야시 지하철역 변전실 화재사고 및 신당동 지하상가 화재사고에서 살펴본 바와 같이 지하는 밀폐공간으로서 산소의 공급량이 충분하지 않고 불완전연소를 일으키기 때문에 연기 및 일산화탄소의 발생량이 많으며, 또 연기는 지하공간 전체로 확산된다. 더욱이 화재발생시에 전기 공급이 차단됨으로써 배연설비 등이 제대로 작동되지

않는 경우가 허다하며, 창구조가 없으므로 밖으로 자연 배출할 수 없어 결국에는 지하 전체로 가득 차게 된다.

② 화재발생시에는 주간일지라도 지하내부가 암흑상태이다.

화재가 발생하면 상용전원 공급용 전선의 절연 피복이 타서 합선이 되고 정전사태가 발생하게 되며, 일반적으로 전원공급이 자동 차단된다. 따라서 지하공간은 주간일지라도 창과 같은 開口部가 없으므로 암흑상태가 된다.

피난이나 소화활동, 구조활동을 위하여 비상용의 조명설비와 피난유도 등의 설비가 의무적으로 설치되어 있지만, 최소한의 조도만을 확보하게 되어 피난층으로 대피하는 데에는 매우 불리하다.

③ 창을 통한 소화활동 및 구조활동을 할 수 없다.

일반적으로 건물화재에 있어서 소화활동시에는 소방대원이 사다리차 등을 이용하여 창을 이용한 소화 구조활동을 하는 비중이 매우 크다. 그러나 지하공간은 창구조가 없으므로 창을 이용한 소화활동 및 구조활동을 할 수 없고, 따라서 소방대가 취할 수 있는 수단이 매우 좁아지게 된다.

④ 화재의 상황을 파악하기 어렵다.

창으로부터 분출하는 불꽃과 연기 등의 상황은 소방대원으로 하여금 소화, 진화, 구조대책을 강구할 수 있는 중요한 판단기준이 되지만, 창이 없다는 것은 이와 같은 정보자료를 얻을 수 없게 되며, 어디에서 어떻게 연기가 나는지, 내부에 남은 사람이 있는지, 화염과 연기의 확대상황... 등과 같은 모든 정보는 소방대가 지하내로 진입해서 확인하지 않으면 안된다.

(나) 지하에서 화재가 발생한다

지하에서 화재가 발생한다는 것은 소방대의 활동에 있어서 결정적으로 불리한 원인이 된다. 왜냐하면 炎(불꽃)이나 연기는 위로 분출하는 성질을 가지고 있기 때문에 지하 화재의 경우 소방대원은 불꽃이나 연기가 분출되는 계단으로 진입하지 않으면 안되기 때문이다.

일반적으로 지상 건물화재의 경우에는 화재층의

바로 아래에 소방대의 활동 거점을 확보하고 거기로부터 위쪽방향으로 소화활동을 전개하는 전술을 취하는 것이 가능하지만, 지하 화재의 경우에는 바로 아래층에 주차장 등이 있는 경우일지라도 거기에 내려가서 진화작업중인 소방대원이 전부 순직하게 되는 경우도 있을 수 있기 때문에 아래층으로부터 공격하여 올라가는 전술을 취하는 것은 상당히 곤란한 경우가 많다. 또한 지하내부에서 진화중인 소방대와 지상에 있는 지휘대와의 무선 연락이 곤란한 것도 소화활동 및 정보수집활동에 있어서 불리한 조건이 되기도 한다.

(다) 지하생활공간에는 음식점 및 의류품질 등이 많고, 불특정다수의 이용자가 많다

지하상가에는 음식점이나 의류품질 등이 많고, 음식점은 火氣를 취급하고 있기 때문에 출화의 위험성이 높고, 의류품은 可燃物을 대량으로 함유하고 있기 때문에 화재의 발생시 연소 확대의 위험성이 크다. 더구나 이용자는 불특정다수이기 때문에 방재의 관점에서 보면 최악의 조건 중의 하나이다.

(라) 화염과 연기로 인해서 일체적인 공간이 된다

지하상가는 지하도에 의해서 연결되는 폐쇄적인 공간이기 때문에, 일단 화재가 발생하면 전공간이 연기로 가득차게 되어 공포감을 강하게 느끼게 될 뿐만 아니라 대피할 때도 큰 장애를 겪게 되므로 인명 피해가 발생할 가능성이 높다. 일본 大阪 梅田地下街에서 일어난 작은 불로 인한 소란 등은 그와 같은 위험성을 암시하고 있는 것이다. 유사한 사고로는 1974년 5월에 일본 東京驛 八重洲 지하상가에서 발생한 화재를 들 수 있는데, 이 경우에는 “騷亂” 정도로 끝났지만 악조건이 가중될 경우에는 大混亂이 야기된다는 것을 생각해야 한다.

(마) 무질서한 거대공간이 발생한다

역전광장내의 지하상가에서 발생한 화재는 지하도로로 확대됨은 물론 지하상가와 연결되는 빌딩 지하층이 있는 경우에는 빌딩의 지하층까지 확대

된다. 따라서, 지하상가와 빌딩의 지하층이 구별되지 않고, 무질서하고 不定形인 거대공간이 발생하게 된다. 이와 같은 공간에서는 방향감각을 잃게 되어 대피에 큰 지장이 초래되고, 지상으로 통하는 계단과 건물내부로 통하는 계단의 구별이 분명하지 않기 때문에 대피상 매우 큰 문제가 발생한다.

(바) 방화관리가 복잡하다

근래에 들어 지하공간의 개발이 확대됨에 따라서 건물의 지하층 부분과 지하철역, 다른 지하상가 등이 연계되어 개발되고 있는 추세이며, 이와 같은 대규모 지하공간에서 건물, 지하상가, 지하철역 관리사무소간의 관리 구분이 다르기 때문에 방화관리상의 문제점이 지적된다.

즉, 화재가 발생하였을 때 각 관리사무소간의 연락 체계, 자동화재통보설비의 접속, 배연설비의 작동방법, 공조설비의 정지여부, 방화문의 조작 관계 및 연결되는 건물의 방화문은 어떤 시점에서 닫아야 하는가 하는 문제 등 운명공동체로서 미리 협의 결정해야 할 일이 매우 많은 반면에, 각각 별도의 관리 조직체이기 때문에 화재 발생시 적절한 대응이 매우 곤란하다.

나. 전기화재 및 정전의 발생원인

(1) 전기화재의 발생원인

산업사회의 발달과 각종 건축물의 대형 고층화 및 밀집화, 건물의 기능과 용도의 다양화로 인하여 전기설비가 복잡해지고 있음은 물론 지하철, 지하상가, 지하보도 등이 연계되면서 지하공간에 있어서도 전기설비가 복잡하게 구성되어 전기안전의 확보가 크게 요구된다.

또한 다종다양한 점포들로 구성된 지하상가에서는 전기시설의 안전의식 부족으로 문어발식 콘센트의 연결로 전기기구 및 각종 가전제품의 사용이 많아지고 있고, 동절기에는 전기곤로를 과다 사용함으로써 과열을 초래하는 등 전기에너지 사용이 증가되고 있는 것이 전기화재의 잠재적 발생원인이 되고 있다.

1988년부터 5년간 화재발생 평균증가율은 8.8%이며, 화재발생 원인으로 1988~1992년도 통계상으로는 전기로 인한 것이 전체 원인 중 으뜸을 차지하여 5년간 평균 35%를 상회하고 있고, 전기로 인한 화재발생빈도가 매년 증가되고 있는 실정이다.

전기화재라 하면 電氣現象이 발화의 원인이 된 화재를 총칭하는 말이며, 그 양상이 매우 다양하다. 또한 전기 자체가 화재발생의 직접적 원인이 될 수 없고 전기에너지 이용, 각종 기계류의 설계 부적합, 구조적인 결함과 시설의 취급소홀, 사용자의 사용부주의는 물론 안전수칙을 준수하지 않는 데서 발생되고 있음을 알 수 있다.

전기화재를 발생 요인별로 살펴보면 다음과 같다.

(가) 단락에 의한 발화

단락은 보통 合線이라고도 부르는 것으로, 두 전선이 어떤 원인에 의해 서로 접촉되는 현상이다. 이 경우, 대부분의 전압이 그 접속부에 걸리게 되고, 접속부의 낮은 저항치에 의해 매우 큰 전류가 흐르게 되는데, 이 전류는 저압육내배선의 경우에도 대략 1,000[A] 이상이 된다. 이 전류는 대단한 열을 발생하며, 보통은 단락하는 순간 폭음과 함께 단락점이 떨어지게 된다. 이렇게 단락사고가 생겼을 경우에 다음과 같은 원인으로 화재가 발생된다.

- ① 단락점에서 발생한 스파크로 주위의 인화성 가스 또는 물질이 발화하는 경우
- ② 赤熱된 전선이 주위의 인화성 물질 또는 가연성 물질에 접촉되어 발생하는 경우
- ③ 단락점 이외의 전선피복이 연소하여 발화하는 경우

이러한 단락사고는 순간적으로 발생하는 것이기 때문에 퓨즈나 차단기가 작동하지 않는 경우도 있으며, 전기설비를 사용하지 않는 경우에도 전선에 전압이 걸려 있으면 발생할 수 있다. 또 단락회로가 구성된 상태에서 전원이 투입되는 경우에는 보통 회로중의 가장 약한 부분에서 發熱과 鎔斷이 일어나게 된다.

단락사고가 일어나는 사례로는 지하 작업장, 창고 등에 가설된 전선이 노후하여 단락되는 경우 또는 단자박스내의 나사가 진동, 충격으로 죄임이 풀려 단락되는 경우를 들 수 있으며, 스테플로 실내배선을 고정시켰을 때 절연피복이 손상되어 단락되는 경우, 전열기의 불량 또는 고장으로 과열되어 피복이 녹아 단락되는 경우 등이 빈번하게 발생된다.

단락사고는 전선간의 단락 이외에 전동기 등의 권선이 層間短絡을 일으키는 경우도 있는데, 이때에는 전동기가 과열되어 발화하거나 단락에 의한 과전류로 회로의 다른 부분에서 발화하기도 한다.

단락은 전선이 매우 낮은 저항치로 접촉되는 현상을 말하는 것이며, 약간의 저항을 갖는 등의 불안전한 단락에 대해서는 混觸이라는 말을 사용하는데, 이러한 혼촉현상은 간헐적인 스파크를 발생하며, 이내 단락 내지 단선으로 진전될 가능성이 많다.

(나) 지락에 의한 발화

지락은 전류가 대지를 통하는 점이 단락과 다르다. 이 경우 전류가 대지를 통하기 때문에 지락사고시의 전류의 크기는 지락지점의 접지저항값에 의해 좌우되며, 이 접지저항값은 전선의 저항값에 비해 대단히 크므로 단락에서와 같은 큰 전류는 거의 흐르지 않는다.

지락에 의한 화재는 지락전류가 금속체 등을 타고 흘러 발열, 발화하는 경우, 지락지점에서 발생한 스파크가 발화원이 되는 경우, 지락전류가 과전류 또는 접속부 과열 등의 사고를 유발시키는 경우 등의 원인으로 발생한다.

(다) 누전에 의한 발화

지락사고외에 전류가 대지로 흐르는 사고로서 누전사고가 있는데, 누전은 전선이나 전기기구, 전기기계 등에서 절연이 파괴되어 누설전류가 주변의 물질을 따라 대지로 흐르는 현상이다. 이러한 누전은 양상이 각양각색이지만, 기본적으로 전류가 주변의 물질로 누설되기 시작한 곳(누전점)과

이 누설전류가 대지로 유출된 곳(접지점), 그리고 발열하여 발화의 원인이 된 곳(발화부)의 3요소가 있다. 과거의 사례에서 흔히 누전점이 되는 곳들은 지붕의 철판, 물받이통, 동력선의 파이프입구, 접속함, 전선의 피복이 손상된 곳 등이며, 접지점은 수도관, 전선관, 전기나 통신설비를 위한 접지선 등을 들 수 있고, 발화부는 합석이나 철판의 이음새, 벽에 박힌 못, 파이프의 접속부 등을 들 수 있다.

화재가 발생한 구체적인 사례로는, 인입선이 합석지붕 또는 금속제 간판에 접속되어 누설전류를 형성, 물받이합석통을 따라 대지로 흘러서 합석판의 繼目 등에서 발화하게 된 경우, 또 삼입전선관 내의 전선피복의 불량으로 누전이 생겨 모르타르, 라스 등에서 발열, 발화한 경우 등이 있다.

누전사고에서의 누설전류의 크기는 누전점과 누전경로, 그리고 접지점의 저항에 의해 결정되는데, 화재가 발생했을 때, 누설전류의 크기는 대략 수A ~ 수10A 정도가 보통이다. 때로는 1A 미만의 소전류로서도 화재가 발생할 수 있는데, 이 점 때문에 누전에 대해서는 퓨즈나 차단기는 안전성이 있다고 말하기 어렵다. 더욱이 누전경로가 옥내의 인입개폐기를 거치지 않는 경우에는 퓨즈나 차단기와는 아무런 관련이 없게 되며, 또 옥내의 인입개폐기나 그밖의 스위치를 개방해 두었다라도 누전회로의 요건만 구비되면 화재가 발생할 수 있게 된다.

(라) 과전류에 의한 발화

전선에 전류가 흐르면 전선에서는 줄의 법칙에 의해 열이 발생하는데, 이 열은 평상시에는 發熱과 放熱이 평형을 이룬다. 그러나 전류가 많이 흐르면 발열이 커져서 피복이 변질, 변형, 발화 또는 전선의 赤熱과 鎔斷에 이르게 된다. 그래서 전선은 그 종류에 따라 안전기준에 의해 허용전류가 정해져 있으며, 이 허용전류를 초과한 전류를 과전류라고 한다.

이러한 과전류가 흐르게 되는 경우에는 규격미달의 전선을 사용했거나 과부하가 걸리게 된 경우

가 가장 많고, 전기회로의 일부에 단락, 혼축, 지락, 누전 등의 전기사고가 원인이 된 경우도 있다. 발화는 보통 회로중의 가장 약한 부분(저항이 가장 큰 부분)이나 열의 放散條件이 나쁜 곳에서 일어나게 된다.

화재가 발생한 예를 들어보면, 전동기 등 전기소모량이 많은 부하를 동시에 사용하여 과전류가 흘러 발화하게 된 경우, 코드의 스테플 부분에서 혼축 또는 단락이 일어나 과전류가 발생, 코드가 발화하게 된 경우, 전동기 베어링의 마찰저항 증가로 과전류상태가 되어 권선에서 발화한 경우, 동절기에 전열기의 과다 사용으로 발화한 경우 등이 있다.

(마) 접속부 과열에 의한 발화

전선과 전선, 전선과 단자 또는 接觸片 등의 접속부에 있어서 도체의 접속상태가 불완전하면 특별한 접촉저항을 나타내어 발열하게 된다. 이 발열은 처음에는 국부적이지만, 그 부분에 酸化, 열팽창, 수축 등의 현상이 겹쳐져 접촉면이 거칠어지므로 접촉저항은 점점 증대하게 되며, 마침내는 赤熱상태가 되어 발화의 원인이 되기에 이른다.

접속부의 과열에 의한 발화는 접속부가 통전상태에서 과열되어 부근의 착화물을 점화시키는 것인데, 정상부하전류에서도 발생하지만 누전, 지락 등에 과전류가 되었을 때에 발생의 가능성은 더욱 증대한다.

구체적으로는 코드를 도중에 접속하였을 때 그 접촉상태가 불량하여 발열, 코드에서 발화하는 경우, 유기질 전기접속기의 접속부 등에서 죄임이 풀려 접촉저항의 증가로 과열, 유기질 절연물이 발화하는 경우, 또 전선과 철선(또는 철판)과의 접속부분에서 과열, 발화하는 경우 등이 빈번하게 일어난다.

(바) 절연불량에 의한 발화

옥내배선 및 배선기구의 절연체는 대부분이 유기질로 되어 있는데, 일반적으로 유기질은 시간이 많이 경과하게 되면 그 절연성이 점점 떨어진다.

이러한 炭化현상은 처음에는 일부분에서 시작되는데 탄화에 의하여 이 부분의 절연저항이 감소되면 미소전류가 흘러 국부가열현상이 일어나게 된다. 이 발생열이 주위로의 방산열보다 많으면 열이 축적되어 온도가 상승하게 되며, 국부적인 탄화현상은 점점 가속적으로 촉진되어 탄화의 영역이 다른 곳으로 확대된다. 아울러 미소전류가 증가함과 함께 스파크에 의한 고온가열들이 併發하게 되며, 단계적으로 절연과괴현상이 일어나 마침내는 절연체의 연소 또는 절연의 단락현상이 발생한다. 이러한 炭化현상은 단락, 혼촉, 접속부의 과열, 스파크 등의 현상이 발생하는 과정에서 함께 일어나기도 한다.

절연불량에 의해 화재가 일어났을 경우, 발화부는 대개 밀폐되거나 공기의 유통이 불량한 장소가 대부분인데, 부하를 사용하고 있지 않는 경우라도 전압이 걸려있으면 발화에 이를 수가 있다. 많은 경우, 전선이 현저하게 굽혀진 지점이나 스위치 등의 개폐에 의해 발생하는 스파크의 영향을 받는 곳 등이 절연불량이 되어 화재를 일으킨다.

(사) 스파크에 의한 발화

스파크는 스위치를 개폐할 때나 콘센트에 플러그를 꽂거나 뽑을 때, 전기회로가 단락될 때, 전기기구의 접속부분이 접촉불량일 때 등 여러 가지 경우에서 발생하는데, 이때 스파크 가까이에 인화성 가스, 증기 또는 고체가 있을 경우 그 물질이 발화되어 화재가 일어난다.

분진이 많이 발생하는 장소에서 스위치의 내부에 분진이 쌓여 스위치 개폐시에 발생된 스파크에 의해 발화되는 경우, 전동기스위치를 끊을 때나 작동시 발생하는 스파크, 그리고 단자박스, 소켓, 삽입나사의 이음새 부분의 접촉불량으로 발생하는 스파크 등이 주변의 가연성 물질에 착화되는 경우 등 스파크에 의한 화재는 의외로 발생빈도가 높다.

(2) 정전의 발생원인

우리나라의 전력공급 신뢰도가 매우 향상되었지만, 1988년 기준 1가구당 평균 정전회수가 3.14

회, 전압유지율은 96.6%를 기록, 가구당 정전회수가 0.38%, 전압유지율은 99.5%를 상회하는 일본에 비해 크게 뒤떨어지고 있다. 이와 같은 원인으로서는 ① 급격한 도시팽창에 따라 보수작업량이 급증, 작업정전시간이 전체 정전의 85%를 차지하는 바람에 전체 정전시간이 늘어났고, ② 고전력을 사용하는 수용가들이 규정된 전압구동장치를 제대로 쓰지 않아 인근 다른 수용가에 전압강하 등 피해를 끼치는 점, ③ 전기품질향상을 위한 변전시설의 확보가 토지 구입난, 주민들의 반발 등으로 제대로 이루어지지 못하는 점, ④ 급속한 냉방기 사용 급증으로 변압기의 과부하사고 증가 등을 들 수 있다. 특히 지난 여름에는 계속되는 불볕더위로 인하여 에어컨 사용이 급증하면서 과부하로 인한 크고 작은 정전사고가 하루 평균 3백건 발생했다고 한다.

작년 7월 14일 오후 3시 21분 한전 동서울전력소 송전선로가 공사중이던 크레인에 부딪혀 끊어지면서 서울 송파구 전역과 강남구, 중구, 성동구 및 성남시 일대가 1시간여 동안 정전되는 사고가 발생하였다. 이 사고로 대형건물들과 금융기관의 컴퓨터 및 전산망이 마비되어 업무가 중단되는 큰 혼란이 빚어졌다. 또한 지하철 2호선, 4호선의 29개 역사내의 전기공급도 중단되어 비상등을 제외한 모든 전등이 꺼져 시민들이 놀라 대피하는 등 혼란을 빚기도 하였다.

일반적으로 정전이라 함은 사전예고 또는 무예고상태에서 이루어지는 일체의 전력공급 정지상태를 말하는 것이며, 크게 나누어 작업정전과 사고정전으로 구분된다. 여기에서 작업정전은 각종 계획적인 공사에 필요한 작업정전을 말하며, 사고정전은 자연현상에 의한 사고와 설비의 취약성에서 오는 사고, 그리고 운전 미흡 및 외적요인에 의한 것으로 구분할 수 있는데, 지하공간에서 가장 위험을 초래하는 것이 사고정전이라고 말할 수 있다.

사고시의 정전은 전기시설의 自然劣化 및 보수불량에 의한 사고와 설비의 취약성에서 오는 사고, 기기의 오조작, 과부하 등의 운전미흡 및 외적요인에 의한 것으로 구분할 수 있으며, 이와 같은

사고정전이 발생할 경우에는 지하공간시설에 전원 공급이 중단되어 지하생활공간 내부가 암흑상태를 초래하게 된다.

지하는 폐쇄, 밀폐된 공간의 이미지를 가지고 있으며, 지상생활로부터 격리감을 의식하게 한다. 그리고 지하공간은 불특정다수의 사람들이 이용하는 전형적인 공간이고, 군중심리적인 현상이 발생하기 쉽다. 따라서 일시적인 정전이 발생할 경우에는 주간일지라도 암흑상태가 되어 심한 패닉현상이 발생하므로 정전 대책을 강구하고 비상용 조명설비를 확보하는 것이 필요하다.

다. 지하공간의 안전의식조사 분석

(1) 조사 목적

지하공간시설은 지상시설과 비교하여 방재안전상 매우 불리한 조건을 가지고 있으며, 재해 발생시 위험성도 매우 높은 것으로 지적되고 있다. 따라서 완벽한 방재안전 및 전기안전 시설의 설치와 철저한 유지관리가 요구되고 있다.

여기에서는 지하공간 시설중 화재 및 정전시 위험성이 가장 많은 지하상가에서 영업 또는 근무하

는 사람을 대상으로 전기 안전의식과 방재특성, 화재 및 정전발생 사례 등을 조사하여 지하생활공간에 있어서의 위험요인을 분석하고, 효율적인 전기안전 및 정전대책을 설정하고자 한다.

(2) 조사대상과 내용

서울시청에서 동대문운동장에 이르는 지하상가(A지역)와 서울 K역 지하상가(B지역)에서 근무하는 사람을 대상으로 실태조사 및 현장조사를 실시하였으며 A지역은 1993년 7월에 B지역은 1994년 2월에 실시하였다.

주요 조사내용은 다음과 같다.

- 지하 근무상의 문제점
- 심리적 불안정도
- 지하상가시설의 안전성
- 지하상가시설의 위험요인
- 화재발생 가능요인
- 정전발생사례

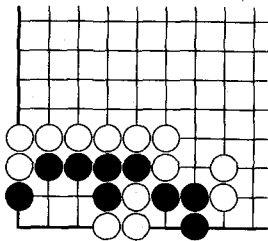
(3) 결과분석

가) 지하공간의 근무여건

- ① 지하공간의 근무희망 여부

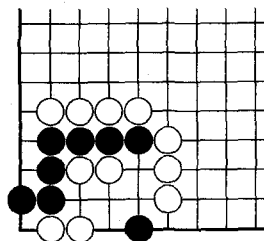
바둑 묘수풀이

● 문제 1 : 黑 차례



白 석점은 두수, 黑 석점은 세수.
너무 쉽게 생각해서는 두집을 낼 수 없다.

● 문제 2 : 黑 차례



요긴한 白들은 잡힐 것같은 모양이 아니지만,
맥점이 있어 결국에는 잡히게 된다.

☞ 풀이는 105 쪽에

A지역에서는 조사자의 70%, B지역에서는 84%가 지하에서 일하고 싶지 않다고 응답하였다. 이의 원인으로서는 지하공간내의 환경조건(환기상태, 조명상태, 소음 등)악화와 지하시설의 안전성에 대해 부정적인 견해를 갖고 있기 때문으로 판단된다.

② 지하근무상의 문제점

지하상가에서 근무하는데 가장 문제점으로 지적되는 것은 A지역에서는 조사자의 57%, B지역에서는 68%가 지하환경조건이 나쁘다(환기불량, 공기오염 등)고 응답하였고, 다음으로는 소음(지하철 소음, 공기조화기의 소음 등)이 많다, 빛(자연채광)이 없다, 방재안전상 위험성이 많다 등의 순으로 나타났다.

따라서 조사대상자의 대부분은 방재안전상의 위험요인보다는 일상생활에 밀접한 환경상태에 더 많은 관심을 나타내고 있는 것으로 분석된다.

③ 심리적 불안정도

A지역에서는 조사자의 78%, B지역에서는 97%가 지하에서 근무하는 것이 심리적 불안감을 느낀다고 응답하였다. 지하에 있어서의 심리적 불안요인으로는 공간의 단조로움과 폐쇄된 공간으로서 知覺의 상실로 자기의 방향감과 위치인식이 어려운 점, 정전 및 화재발생시의 패닉현상과 대피곤란성 및 화재위험요인이 많은 점 등이 복합되어 심리적인 안정감을 주지 못하는 것 같다.

(나) 지하공간의 안전성 및 위험요인

① 지하상가시설의 안전성

지하상가에 있어서 조사대상자 중 안전하다고 느끼는 사람보다도 위험하다고 느끼는 사람이 A지역에서는 52%, B지역에서는 67%로 많이 나타났다. 일반 근무자의 입장에서 볼 때 지하상가의 화재발생 요인도 많고, 또한 정전이나 화재발생시의 패닉(공포, 혼란)현상 발생 등 지하공간의 안전성에 대해 부정적인 견해를 갖고 있는 것으로 분석된다.

② 지하상가의 위험요인

지하상가에서의 위험요인으로 A지역에서는 화

재발생위험(52%), 정전위험(30%), 천정붕괴위험(18%)의 순으로 나타났다. B지역에서는 화재발생위험(38%), 홍수로 인한 침수(29%), 정전위험(12%), 가스폭발사고위험과 천정붕괴위험이 각각 3%로 나타났다.

두 지역에서 가장 위험한 요인으로서 화재발생을 우려하고 있었고 전기누전, 가스 및 석유곤로의 사용부주의, 담배 등으로 인한 위험성이 가장 많이 지적된 것으로 판단된다.

가스폭발위험에 대해서는 매우 낮게 지적되었는데 이는 가스사용 규제로 지하상가(음식점 등)에서 가스를 사용하지 않는 곳이 많아 지적되지 않은 것으로 판단된다.

③ 화재발생 가능요인

지하상가에서 화재가 발생할 요인이 가장 크다고 생각되는 것은 A지역에서는 조사자의 87%, B지역에서는 56%가 전기누전이라고 지적하였다. 이의 원인으로서는 많은 지하상가가 가스사용 규제에 가스설비 대신에 전기사용설비가 급증하고 있는 반면에 전기에 대한 안전의식의 부주의로 전기사용설비의 안전관리가 문제점으로 지적되고 있는 것으로 판단된다. 따라서 전기사용설비에 대한 철저한 안전관리 대책이 요구된다.

(다) 화재 및 정전발생사례

① 화재 발생사례

A지역에서는 조사대상자의 26%, B지역에서는 21%가 지하상가에서 화재가 발생된 적이 있다고 응답하였으며, 지하상가에서의 화재발생률이 높음이 지적되고 있다. 따라서, 지하공간의 구조적으로 피난로 확보대책은 물론 완벽한 방재안전시설의 설치와 철저한 유지관리 방안이 요구된다.

② 정전 발생사례

A지역에서는 조사대상자의 74%, B지역에서는 97%가 지하상가에서 정전이 발생된 적이 있다고 응답하여 서울 도심 지하공간에서의 전력공급 신뢰도가 매우 낮음을 알 수 있으며 정전에 대비한 전기안전대책 및 무정전전원공급대책이 요구된다.

☞ 다음 호에 계속