

# 지하상가시설에서의 정전 대책

- 1967년 지하상가 개통이래 지하철 건설과 연계하여 지하보도·상가의 개발이 본격화되었으며,
- 이용 목적도 지하보도·상가의 단순 기능뿐만 아니라 생활공간으로 확대되고 있다.
- 이와같은 지하공간 개발은
- 국가적인 차원에서 종합적 계획과 검토가 요구된다.
- 
- \* 글/김 세 동(한국건설기술연구원 선임연구원)

## 1. 머리말

우리나라는 1967년 서울시청앞 새서울 지하상가가 개통된 이래 지하철 1~4호선 건설과 연계하여 지하보도·상가의 개발이 본격화되었으며, 계속되는 지하철 건설과 도심 재개발이 촉진되면서 지하 생활공간의 개발이 확대되고 있다.

또한 규모면에서도 점차 대형화·다양화 추세를 보이고 있으며, 이용 목적도 지하보도·상가의 단순 기능에만 한하지 않고, 휴식공간시설 등 생활공간으로써의 환경을 조성하고 있다.

이와 같은 지하공간의 개발은 국가적인 차원에서 장기적인 도시 계획과 교통 계획, 방재 안전계획이 고려된 종합적인 도시발전 계획에 의하여 이루어져야 하며, 정전 및 화재에 대비한 방재안전시설 확보, 자연채광 건축기법의 채택, 쾌적한 환경 조건의 창출, 방향·위치확인 등의 부족에 대응한 시각적 인터리어 구성 등 종합적인 검토가 요구된다.

우선 지하공간의 안전적인 측면에서 볼 때, 지상공간과 달리 구조적으로나 시설적으로 세심한 배려가 뒷받침되어야 할 것이다. 특히, 지하공간시설의 주에너지원인 전원설비는 방재안전 측면뿐만 아니라 지하생활공간의 기능 향상에 매우 중요한 역할을 한다.

그러나 국내 지하상가시설의 수전방식은 가장 신뢰도가 낮은 T분기 1회선 방식을 대부분이 채택하고 있고, 또한 비상용 전원으로 무정전 전원장치와 같은 설비는 설치한 곳이 없으며, 관련 법규에서 정하고 있는 최소한의 시설만을 구성하고

있는 실정이다. 다시 말해서, 지하공간의 방재특성을 고려하여 시설안전면에서 완벽한 전원설비구성이 요구됨에도 불구하고 보다 과학적이고 합리적으로 설비구성이 이루어지지 못하고 있다.

본고에서는 국내·외 지하상가시설의 실태조사 결과를 토대로 전기수용설비의 내·외적 요인에 의하여 발생하는 정전사고의 대응책과 전기설비의 구성기준을 기술하고자 한다.

## 2. 내부적 요인에 의한 정전대책

정전사고의 내부적 요인으로는 옥내 전기시설의 자연 열화(수변전설비 및 간선설비의 노후), 전기시공·보수불량으로 인한 사고(수변전, 간선설비공사의 시공부실, 전기기기의 불량), 설비의 취약성에서 오는 사고, 냉방기 사용 급증으로 변압기 과부하로 인한 사고, 동물(쥐)에 의한 사고, 누전사고 등으로 인하여 지하공간 전체 또는 일부 장소에 전력공급이 중단되는 것을 말한다.

이와 같은 비상 사태시를 대비하여 다음과 같은 특별 비상전원설비 및 주요 간선의 이중화, 중앙감시시스템 등의 구축이 요구된다.

### 가. 비상용 전원설비

만약 정전발생시에는 비상용 전원설비에 의해서 순시 대응이 가능하도록 하여야 하며, 소방법 및 건축법, 전기설비기술기준 등의 관계 법규에서 정

<표 1> 국내 지하상가시설의 비상용 발전기 시설현황

지하상가 시설명	총 변압기 시설 용량(kVA)	비상용 발전기 용량(kVA)	비율(%)
N	2,250	400	17.8
L	1,900	350	18.4
D	2,450	510	20.8
K	1,500	510	34
A	1,300	500	38.5
B	1,400	350	25.0
C	2,950	250	8.5
E	800	300	37.5
F	6,600	1,250	18.9
G	2,700	—	—
H	450	75	16.6
I	1,400	115	8.2
M	800	150	18.75
총 계	26,500	4,760	18.0

하고 있는 기준에 준하여 비상용 전원설비를 설치하여야 한다.

비상용 부하는 5~10군으로 나누어 우선 순위를 설정하고, 비상용부하의 자동제어 프로그램에 의해 4초 정도의 간격을 두고 순차 투입되도록 하는 것이 바람직하며, 각 군별로 투입할 경우 전체 부하가 정격치 이내에서 작동하고, 순시 과부하가 발생되지 않도록 하여야 한다.

(1) 자가발전설비

자가발전설비는 상용전원으로부터 전력공급이 중단된 때에는 정전사고 검출후 2초 이내에 자동으로 가동하여 약 10초 이내에 자동으로 전압을 규정값으로 유지하고, 30분 이상 안정하게 전원을 공급할 수 있어야 한다.

또한 충전기를 갖춘 축전지와 자가용 발전기를 병용하여 설치하는 경우에는 자가발전기가 비상시에 45초 이내에 가동하여 30분 이상 안정된 전원을 공급할 수 있어야 하며, 비상용 승강기 및 계연설비가 설치되어 있을 경우에는 1시간 이상의 전원공급이 필요하다.

특히 지하공간시설에 설치되는 자가발전설비는 보안상 필요한 용량을 충분히 확보해야 하고, 보다 신뢰성이 높은 구조 및 성능이 요구된다.

국내 13개소의 지하상가시설 실태 결과(표 1),

<표 2> 일본 지하상가시설의 비상용 발전기 시설현황

지하상가 시설명	총 변압기 시설 용량(kVA)	비상용 발전기 용량(kVA)	비율(%)
카와사끼	8,000	1,500	18.8
나고야	9,000	1,200	13.3
교토	3,300	1,000	30.3
오사까	8,875	1,750	19.7
총 계	29,175	5,450	18.7

자가발전기의 용량은 총 변압기 시설용량의 평균 18%로 나타났으며, 비상용 발전기를 설치하지 않은 곳이 1개소, 10% 미만인 2개소나 조사되었고, 보다 정확한 비상용 발전기의 용량산정이 요구된다. 참고로 표 2는 일본의 4개소 지하상가시설에 대한 비상용 발전기의 시설현황을 조사한 것이다.

비상용 발전기의 용량은 비상용 부하의 종류와 수용률, 발전기의 특성 등을 고려하여 정확히 계상하여야 하며, 초기 설계단계에서는 지하공간시설의 특성을 고려하여 총 변압기 시설용량의 20% 이상을 설치하는 것이 바람직하다.

(2) 축전지설비

축전지설비는 비상시에 가장 신뢰할 수 있는 전원이다. 축전지는 독립된 전력원임과 동시에 순수한 직류전력원으로서 즉각적인 전원공급이 가능하고, 경제적이며 보수가 용이하다는 점 등의 장점을 가지고 있다.

따라서, 축전지설비는 소방법에서 규정하고 있는 유도등, 무선통신 보조장치, 비상 경보설비, 자동화재 탐지설비 등의 부하기와 보안상 필요한 부하족, 수변전설비의 각종 차단기 조작용 전원, 중앙감시반용 전원, 조명용 비상전원, 전화교환장치 및 통신용 전원, 비상방송설비 등의 부하기에 충분히 공급가능한 용량이어야 하고, 정전후 30분 이상 방전에 견딜 수 있는 용량을 확보하여야 한다.

국내 13개소의 지하상가시설 실태 결과, 축전지설비 용량은 대략 100~240Ah 정도 시설되어 있었으며, 축전지설비를 설치하지 않은 곳이 3개소나 조사되었고, 보다 정확하고 충분한 축전지설비 용량 산정이 요구된다. 반면에 일본 지하상가시설의 경우 지하상가시설의 규모 및 변압기시설 용량과 비교하여 국내의 2배 이상을 확보하고 있음을 알

<표 3> 국내 지하상가시설의 축전지시설 현황

지하상가 시설명	총 변압기 시설 용량 (kVA)	축전지설비 용량 (Ah)
N	2,250	240
L	1,900	200
D	2,450	240
K	1,500	240
A	1,300	—
B	1,400	150
C	2,950	—
E	800	200
F	6,600	—
G	2,700	100
H	450	100
I	1,400	100
M	800	120

수 있다(표 3, 4)

지하상가시설에서는 정전사고 발생 직후부터 자가발전기에 의한 비상용 전원이 공급되기까지 약 40초에서 1분 정도 전원공급이 일시 중단되는 경우가 발생하게 되며, 이로 인하여 지하공간의 특성상 심한 패닉현상이 발생할 수도 있다.

따라서 지하공간시설의 특성과 인명안전의 중요성을 고려하여 총 변압기 시설용량 2,000kVA에 대하여 축전지설비 500Ah 이상을 설치하는 것이 바람직하다.

(3) 무정전전원장치

방재센터 또는 중앙관리실에 설치되는 소방설비감시반, 전기설비감시반, 공기조화설비감시반, 가스설비감시반, 승강기 운행감시반 등은 각종 장애(정전, 서지, 전압강하 등)에 아주 민감한 부하기기이며, 순간정전시에도 오동작 및 이상신호를 발생시키게 된다. 이와같이 매우 높은 신뢰성과 안전성이 요구되는 특수 부하기에 대해서는 무정전전원장치(UPS 또는 CVCF)를 설치하여야 한다.

그러나 국내 13개소의 지하상가시설 실태 결과, 무정전전원장치는 전혀 설치하고 있지 않은 것으로 조사되었고, 지하생활공간의 인명안전과 관련된 시설투자에 매우 미흡한 것으로 분석되었다.

지하생활공간에서의 인명안전과 관련된 중요 부하기에 대해서는 무정전전원장치를 설치하는 것

<표 4> 일본 지하상가시설의 축전지시설 현황

지하상가 시설명	총 변압기 시설 용량 (kVA)	축전지설비 용량 (Ah)
카와사키	8,000	900, 400, 500, 500
나고야	9,000	900, 800, 400
교토	3,300	800
오-사카	8,875	2,950(7개소 분산)

이 바람직하다.

나. 보도조명용 간선의 전용화

지하생활공간 시설에는 불특정 다수의 사람들이 이용하는 공간으로서 정전발생시 심한 패닉현상이 우려된다. 따라서 거주자 및 이용자의 안전을 위해서는 정전시에도 보도조명 부하는 최우선적으로 확보될 수 있도록 보도조명용 간선은 단독회로로 구성한다.

다. 간선의 중요계통 구분 및 이중화

지하공간시설의 규모 및 용도에 따라 간선계통을 구분하여 변전설비를 시설하고, 또한 부하의 중요도에 따라 일반용과 보안용 간선으로 구분, 설치하여 공급신뢰도를 향상시키도록 한다.

아울러, 중요부하에 대해서는 간선을 이중화하고, 배선은 전기설비기술기준 및 소방법에 준하여 내화배선 또는 내열배선으로 한다. 그리고 간선부설방식도 금속관배선, 금속덕트배선 등을 채택하여 내화성을 가지도록 한다.

라. 모선연락용 차단기

지하공간시설의 부하용도 및 특성을 고려하여 인명의 안전과 관련된 중요부하에 대해서는 변압기뱅크별 모선연락용 차단기를 설치한다. 따라서 하나의 변압기뱅크에서 이상이 발생하여 전원공급이 불가능할 경우에는 모선연락용 차단기에 의해서 연결, 다른 하나의 변압기뱅크측으로부터 전원공급이 가능하도록 한다.

또한 평상시에는 병렬 운전함으로써 균등 부하화가 가능하고, 사고시에는 배전선을 계통에서 제거하므로 배전선의 단락 차단용량을 줄일 수 있다.

다. 중앙 집중감시시스템

지하상가시설은 특성상 상가 중심으로 구성되며, 이로 인하여 매년 상풍조명용 조도는 향상되고 있고, 더욱이 거주자의 전기안전 의식의 부족으로 하나의 코드에 연속적으로 꽂아 사용하는 등 조명부하의 증가는 물론 냉방부하의 증가 등으로 변압기의 과열이 우려되고 있다. 이와 같은 전기기기를 집중 감시할 필요가 있으며, 철저한 안전점검의 실시 등 안전관리가 요구된다.

따라서 수변전계통 및 주요 고압간선, 저압간선계통의 운전상태를 감시·제어 가능하도록 미니컴퓨터를 이용한 그래픽패널식 중앙 집중감시시스템을 채택하는 것이 바람직하다.

3. 외부적 요인에 의한 정전대책

정전사고의 외부적 요인으로는 전력공급회사측의 요인으로 정전사고가 발생하여 수용가에 전력공급이 중단되는 것을 말하며, 발전소 사고, 송전선로 단락 등 주요 계통사고, 태풍·폭설 등 자연재해로 인한 전력공급 계통의 선로사고, 작업용 차량에 의한 사고, 배전선로용 기기의 고장 및 기기의 오조작 등을 들 수 있다.

따라서, 이와 같은 비상사태시를 대비하여 다음과 같은 신뢰도 높은 수전방식과 비상연락 체제의 구축이 요구된다.

가. 고신뢰도 수전방식

전력회사로부터 전력을 공급받을 때에는 전력공급회사의 전기공급규정에 준하여 시설하게 되며, 지하공간시설의 안전성 확보 차원에서 전력 공급신뢰도를 최우선으로 고려하여 수전방식을 결정하여야 한다.

실태 결과, 국내 지하상가시설의 경우에는 대부분이 가장 신뢰도가 낮은 T분기 1회선 수전방식을 채택하고 있고, 상용·예비선 2회선 수전방식을 채택하고 있는 곳에서는 상시에 1회선은 가압하지 않은 상태로 관리되고 있다. 반면에 외국 지하상가시설의 경우에는 신뢰도가 높은 루프 수전

방식 및 3회선 스포트네트워크 수전방식을 채택하고 있다.

따라서 대도심의 빌딩과 지하철 등이 연계된 지하공간시설에는 정전사고시 위험성에 대비하여 공급신뢰도가 높은 2회선(스포트네트워크 수전, 루프 수전, 병행 2회선 수전 등) 수전방식이 요구되며, 정전사고 발생으로 인한 영향 범위를 최소화하여야 한다.

나. 급전소간의 비상연락 체제 구축

전력공급회사측의 급전지령소와 지하상가시설의 방재센터간에 비상 연락선을 설치하여 전력공급회사 선로측의 이상여부에 대한 신속한 정보교환으로 장애 발생시 조치의 신속화를 기할 수 있도록 비상연락 체제를 구축한다.

4. 맺음말

지하보도·상가와 연계되어 있는 지하 생활공간은 불특정 다수의 사람이 이용하는 공간으로써 이용자로 하여금 안전하고 쾌적한 생활공간을 창출하도록 개발되어야 한다. 또한 비상 사태시에 대비한 종합 방재안전차원에서 지하공간 시설의 중앙 감시가 가능하도록 설비계통을 구축하고, 시설적인 면에서도 완벽한 설비 구성이 요구된다.

그러나 지하공간 개발과 관련한 국내 규정이 정립되어 있지 않고, 또한 민간 자본을 유치하여 개발이 이루어짐으로 인해서 20년 동안 사용후 지방자치단체에 기부 채납하도록 되어 있는 관계로 관련 법규에서 정하고 있는 최소한의 초기 시설투자 및 시설개체로 인명안전에 관련된 시설 확보에 미흡한 것으로 지적되고 있다.

따라서 지하상가 시설에서 정전 및 전기화재사고 발생으로 전력공급이 일시적 또는 계속적으로 중단될 경우 심한 패너현상으로 엄청난 인적·물적피해가 예상됨으로써 이에 대비하여 고신뢰도 수전방식의 채택, 특별 비상용 전원설비의 완벽한 구성, 보도 조명용 간선의 수전방식 전용화, 전기설비 중앙감시장치 및 난연성 전기기기의 채택, 누전차단기의 철저한 적용 등이 필요하다.