地下空間의 防災安全을 위한 電氣設備計劃 要件 — 3

김 세 동
한국건설기술연구원

4. 지하공간의 전기설비시설 사례 및 양질의 전원공급대책

가. 외국의 지하공간 전기설비 시설사례

(1) 일본 가와사키 지하상가

(가) 건축개요

가와사키역 앞에 위치한 지하상가는 도시재개발과 교통문제가 계기가 되어 건설, 1986년 10월에 준공되었으며 총연면적 55,200㎡로 지하 1층은 공공보도, 광장, 점포, 방재센터를 포함하여 28,830㎡이고, 지하 2층은 공공주차장, 사무실, 기계실, 전기실 등을 포함하여 26,380㎡이다. **표 4-1**은 지하상가의 용도별 연면적을 나타낸 것이다.

(나) 전기설비 개요

전기설비는 크게 전원설비(특고수변전설비, 고압변전설비, 비상용발전설비, 직류전원설비), 간선설비(고압간선설비, 저압간선설비), 부하설비(동력설비, 전등설비), 전화설비(전화배관설비, 구내교환설비), 약전설비(전기시계설비, TV공청설비, 자동검침설비, 주차장관리설비, 중앙감시설비), 방재설비(자동화재탐지설비, 防排煙 제어설비, 비상방송설비, 비상전화설비 등)으로 구성되어 있다. 특히 일시적인 사고정전 및 예고정전에 대비하여 신뢰성 높은 전원설비 시스템을 구성하고 있고 양질의 전원공급에 최대한 역점을 두고 있다.

(1) 전원설비

(가) 특고수변전설비

東電川崎變電所로부터 22kV를 수전하여 6.6kV로 강압, 5개소로 분산되어 있는 전기실로 공급한다.

○ 수전방식 : 22kV 루프수전
○ 수전용량 : 8,000kVA
○ 변 압 기 : 몰드변압기(H종), 22kV/6.6kV, 4,000kVA×2대

<표 4-1> 가와사키 지하상가의 용도별 면적

지 표 28,800㎡		지하 1층 28,830㎡		지하 2층 26,380㎡	
건축면적	2,800㎡	공공지하보도	15,230㎡	공공지하주차장	26,380㎡
버스발착장(37개소)		┌ 보도, 광장	11,330㎡	┌ 차 실	8,700㎡
택시승차공간(약 100대)		└ 계 단	3,900㎡	│ 차 로	6,300㎡
* 계단(41개소)		점 포 등	13,600㎡	│ 계 단	500㎡
소방대진입구(5개소)		┌ 점 포	11,900㎡	│ 사 무 실	1,900㎡
* 강제배연(13개소)		│ (급배기탑, 통로 포함)		│ 기 계 실	7,180㎡
* 급배기구(28개소)		│ 방화센터	200㎡	└ 하역장소 등	1,800㎡
		└ 하역장소 등	1,500㎡		

(나) 고압수전설비

5개소의 전기실을 설치하고, 특고전기실로부터 전원을 6.6kV로 인입하여 필요한 전압으로 강압하여 각 부하설비에 전력을 공급한다.

○ 제 1 전기실 : 3,750kVA
○ 제 2 전기실 : 1,750kVA
○ 제 3 전기실 : 1,950kVA
○ 제 4 전기실 : 1,850kVA
○ 제 5 전기실 : 365kVA

계 : 9,665kVA

(2) 예비전원설비

(가) 자가발전설비

건축기준법과 소방법에서 정하고 있는 비상용전원으로서 발전설비를 설치하며, 발전기는 연속 10시간 운전이 가능한 용량을 가지는 燃料槽(4,000리터)와 냉각수조(189톤)를 설치한다.

○ 발 전 기 : 3ϕ 50Hz 6.6kV, 1,500kVA
개방보호형 동기발전기
○ 디젤엔진 : 수냉식 4사이클 디젤엔진 기관
1,000rpm 출력 1,800PS
○ 대상부하 :
－배연설비
－소화설비(소화전, 스프링클러, 포소화)
－비상조명설비
－급수, 배수용 펌프
－공조, 환기설비의 일부 부하
－일반조명등의 일부 부하

(나) 직류전원설비

비상용 조명설비전원 및 각 전기실의 조작 감시용 전원으로서 직류전원설비를 설치하고 있다.

○ 형 식 : 포켓알칼리 축전지(AMH) 86셀
○ 용 량 : 제 1 전기실 900Ah/5hr
제 2 전기실 400Ah/5hr
제 3 전기실 500Ah/5hr
제 4 전기실 500Ah/5hr
○ 대상부하 : －자동화재탐지설비
－비상경보설비
－유도등설비
－비상조명설비
－무선통신보조설비
－발전기설비의 조작용 전원
－수변전설비의 조작용 전원 등

(3) 간선설비

간선용 공급전압은 다음과 같으며, 금속덕트 배선설비를 채택하고 있다.

○ 동력용 간선 : 3ϕ 3W 415V 및 3ϕ 3W 210V
○ 전등용 간선 : 1ϕ 3W 210－105V
DC 100V(비상등회로)
○ 임대용 간선 : 1ϕ 3W 210－105V
3ϕ 3W 210V(음식점 전용)

임대용 간선에는 별도의 임대용 분전반을 설치하고, 분전반으로부터의 각 임대상가에는 전용 간선을 시설한다. 임대용 부하용량의 산정기준은 **표 4-2**와 같다.

<표 4-2> 임대용 부하용량의 산정기준

항 목	물품판매점	식료품점	가스를 사용하는 음식점	가스를 사용하지 않는 음식점
전 등	200VA/㎡	150VA/㎡	150VA/㎡	150VA/㎡
동 력	–	60W/㎡	60W/㎡	800W/㎡

(4) 부하설비

(가) 동력설비

동력부하설비에는 동력제어반을 설치하고 각 동력설비의 전원을 공급 및 제어한다. 공급전압은 415V를 원칙으로 하며 셔터 등 소형기기는 210V로 한다.

(나) 전등설비

공용부분의 조명기구는 에너지절약 및 보수관리를 고려하여 광원은 형광등 및 할로겐램프를, 조명기구는 공공보도를 포함하여 下面開放型 기구를 주로 사용하고 있다. 또한 각 EPS에 전등분전반을 설치하고 각 전등부하에 전원을 공급한다.

공공보도, 광장, 주차장 등 공공부분의 전등은 방재센터로부터 시간스케줄 제어에 의해 자동점멸 가능하게 하고 시간대에 따라 솎음 점등제어에 대응 가능하도록 점멸구분을 세분화하고 있다. 주요 장소의 설계조도 및 사용조명기구는 **표 4-3**과 같다.

(다) 양질의 전원공급대책

① 수전설비계획

○ 신뢰성 높은 루프수전방식 채택

○ 사고 발생시 정전으로 인한 영향범위를 최소화 하도록 설계

② 배전계획

<표 4-3> 지하공간의 용도별 설계조도 및 사용조명기구

층별	장 소	설계조도 (Lux)	사용 조명 기구
지하 1층	공 공 보 도	500	형광등(매입하면 개방형)
	중 앙 광 장	600	할로겐(매입하면), 광천장
	광 장	400	할로겐(매입하면)
지하 2층	주 차 장	100	형광등(직사반사형)
	전기실,기계실	100	형광등(직사반사형)
	기 타 실	500	형광등(매입하면 개방형)

○ 지하상가를 5개 블록으로 구분하여 각각 2차 변전설비를 설치하고 특고수전설비로부터 6.6 kV 2회선(일반용과 보안용으로 구분)으로 공급

– 총 변압설비용량 : 9,665kVA

  ┌ 일반용 : 7,615kVA

  └ 보안용 : 2,050kVA

○ 저압간선도 일반용과 보안용 2계통의 간선으로 공급하여 신뢰도 향상을 기함.

③ 비상전원설비계획

○ 건축기준법과 소방법에서 정하고 있는 비상전원설비의 설치

– 비상발전기 : 1,500[kVA](총 변압기 용량의 18.8%)

– 축전지 : 900Ah/5hr, 400Ah/5hr, 500Ah/5hr, 500Ah/5hr 용량 확보

④ 중앙집중 감시시스템 채용

○ 전기실과 기계실 등이 지하상가에 산재되어 있으며 지하의 모든 시설을 중앙감시센터에서 집중감시, 제어가능하도록 미니컴퓨터를 이용한 그래픽패널식 중앙감시설비를 채용하고 설비운영의 합리화 및 안전을 도모함.

(2) 일본 나고야 지하상가

(가) 건축개요

나고야 지하상가(전체길이 627.6m, 폭 100m)는 총연면적 약 57,000㎡이며 지하 1층은 90여개의 물품 판매점과 음식점 12개소, 다방 8개소 및 일부 주차장시설을 포함하여 28,764㎡, 지하 2층은 주차장시설로 25,043㎡이다. 지하 3층에는 일부 주차장시설이 설치되어 있다.

(나) 전기설비 개요

전기설비는 크게 수변전설비, 예비전원설비, 간선설비, 전등설비, 중앙감시설비, 약전설비, 방재전기설비 등으로 구성되어 있으며, 일시적인 사고정전 및 예고정전에 대비하여 가장 신뢰성이 높은 수전방식을 채용하고 있고, 양질의 전원공급에 최대한 역점을 두고 있다.

① 수변전설비

中部電力(株) 南武年町變電所로부터 33kV, 3회선 Spot Network 방식으로 수전하여 33kV/6.6kV로 강압, 3개소의 2차변전소로 전원을 공급한다.

㉮ 특고수전설비

○수전방식 33kV 스포트네트워크 수전

○수전설비용량 3,000kVA×3

○계약전력 4,400kW

㉯ 고압수전설비

3개소의 2차 변전소를 설치하고, 특고전기실로부터 6.6kV를 수전하며, 필요한 전압으로 강압하여 각 부하설비에 전력을 공급한다.

○전　　압 : 6.6kV/415V/240V

○설비용량 : 제 1 전기실 2,400kVA
　　제 2 전기실 2,150kVA
　　제 3 전기실 1,800kVA

② 예비전원설비

㉮ 자가발전설비

건축기준법과 소방법에서 정하고 있는 비상용 전원으로서 자가발전기를 설치하며, 발전기의 사양은 다음과 같다.

○발 전 기 : 3φ 3W 6.6kV 1,200kVA

○디젤엔진 : 1,450PS, 900rpm,
　　수냉식 디젤엔진기관

○주요대상부하

－건축기준법상 부하 : 배연용팬, 배수펌프

－소방법상 부하 : 소화관련펌프, 비상콘센트, 주차장 배연용팬

－자위상 필요한 부하 : 통로조명, 오수펌프, 기계실 급배기용팬, 기타

㉯ 축전지설비

비상용 조명설비전원 및 수변전기기의 제어용 전원으로서 축전지설비를 설치하고 있으며 정류기의 사양과 설비용량은 다음과 같다.

○정류기 : 사이리스터 전자동충전기
　　3상전파정류
　　부동충전전압 122V,
　　균등충전전압 134V,
　　정격전류 100A(No.1, No.2)
　　80A(No.3)

○형　식 : 연축전지(HS형)

○용　량 : 제 1 전기실 900Ah/10hr
　　제 2 전기실 800Ah/10hr
　　제 3 전기실 400Ah/10hr

③ 간선설비

○1차간선 : 특고수변전실(33kV)
　　→2차변전소(3개소 : 6.6kV)

○2차간선 : 2차변전소

┌지하상가 10개소의 분전반(415/240V)
└주차장 9개소의 분전반(415/240V)

○3차간선 : 각 분전반→각 점포 및 동력제어반

④ 전등설비

○전등회로의 배선방식 : 단상 240V와
　　단상 100V 사용

○조명기구

－지하통로 : 형광등 110W×2(빔램프) 설치

－주 차 장 : 형광등 40W×2(반사형) 설치

○전등의 점멸방식

전등의 점멸방식은 개별점등, 상시점등, 원격점등 회로방식으로 채택되어 있으며 현장에서의 개별점등은 물론 중앙감시실에서의 원격조작도 가능하게 배선되어 있다.

○개별점등회로

○상시점등회로(통로, 계단의 상시 야간등과 콘센트부하)

○원격점등회로(통로, 계단, 주차장의 조명등부하)

⑤ 중앙감시설비

지하시설 중 전력설비, 공조설비, 위생설비기기 등을 중앙감시실에서 계측, 기록, 제어, 감시가 가능한 중앙감시장치를 설치하여 운영하고 있다.

㈐ 양질의 전원공급 대책

① 수전설비계획

○가장 신뢰성이 높은 스포트네트워크 수전방식 채택

○사고발생시 정전으로 인한 영향범위가 최소화되도록 설계

② 배전계획

○지하상가를 3개 블록으로 구분하여 각각 2차 변전설비를 설치하고 특고수전설비로부터 6.6 kV 2회선(일반용과 보안용으로 구분)으로 공급

○저압 간선도 지하상가를 10개 블록, 일반용과 보안용 2계통의 간선으로 공급하여 신뢰도 향상을 기함.

③ 비상전원설비계획

○건축기준법과 소방법에서 정하고 있는 비상전원설비의 설치

－발전기 : 1,200[kVA](총 변압기용량의 13.3%)

－축전지 : 900Ah/10hr, 800Ah/10hr, 400Ah/10hr 용량의 설치

④ 중앙집중 감시시스템의 채용

○전기실과 기계실 등이 지하상가에 산재되어 있으며 지하의 모든 시설을 중앙감시센터에서 집중감시, 제어가능하도록 미니컴퓨터를 이용한 그래픽패널식 중앙감시설비를 채용하고 설비운영의 합리화 및 안전을 도모함.

(3) 일본 교토지하상가

(가) 건축개요

교토지하상가는 총연면적 21,087㎡로 지하 1층은 점포, 방재센터, 공공지하도, 환기실 등을 포함하여 18,892㎡이고, 지하 2층은 기계실, 전기실 등을 포함하여 1,803㎡, 지하 중간층은 하역창고로서 392㎡이다. 교토지하상가의 특징은 다음과 같다.

① 지상 광장 중앙부에는 녹지공간을 확보하고 선크가든(沈下式庭園)을 설치함.

② 지하상가의 1개 점포당 바닥면적은 200㎡ 미만이고 점포마다 방화구획을 설치함.

③ 공공지하보도의 폭은 최대 13m, 최소 6m를 확보하고 내화불연재료 사용 및 배연기능을 원활하게 하기 위해 안전한 보행공간을 확보함.

(나) 전기설비 개요

전기설비는 수변전설비, 예비전원설비, 간선설비, 전등설비, 중앙감시설비, 약전설비, 방재전기설비 등으로 구성되어 있으며 주요개요는 다음과 같다.

① 수변전설비

○수전방식 : 22kV 2회선 수전방식(서로 다른 두 변전소로부터 수전) 채택

○계약 전기용량 : 3,300kVA

○낙뢰 및 기타 선로장해에 의한 정전의 영향범위를 최소화함.

○전기방식 : 22.9kV/415～100V

② 예비전원설비

○자가발전기 : 1,000kVA, 가스터빈 1,300PS

○축전지설비 : 순간 특별 비상전원으로 축전지(800Ah)를 설치하여 정전시 자동적으로 순간 절체되며, 복구시에는 자동적으로 상용전원으로 절체된다.

(다) 양질의 전원공급대책

① 수전설비계획

○신뢰성이 높은 2회선 수전방식 채택

○사고 발생시 정전으로 인한 영향범위를 최소화하도록 설계

② 비상전원설비계획

○건축기준법과 소방법에서 정하고 있는 비상전원설비의 설치

－발전기 : 1,000[kVA]

－축전지 : 800Ah

(4) 노르웨이의 '94 올림픽 지하경기장

(가) 개발개요

노르웨이의 여빅(Gjoevik)市에 건설된 '94 동계올림픽 아이스하키 지하경기장(관중석 5,500석)은 지표하 평균 37m 깊이의 암반을 굴착, 공사완료하여 '94.2월에 개최된 동계올림픽 경기중 아이스하키장으로 사용되었다. 조성된 지하공간은 폭 61m, 길이 91m, 높이 25m로 그 폭이 세계에서 가장 넓은 地下無柱空間이다.

지하경기장은 '94 동계올림픽중에는 아이스하키장으로 활용되었지만, 농구, 배구 경기도 할 수 있으며, 연주회, 콘서트홀 등의 용도로도 활용되고

있다.

Mountain Hall 내부에는 수영장과 레스토랑, 대피실, 휴식공간 등이 구성되어 있으며, 유사시에는 방공호로도 활용되는 등 다목적 복합기능을 가지고 있는 지하공간이다.

(가) 전기설비의 개요

① 전원설비

○1층에 변전실 설치

○인입전원은 11kV 사용

○전기설비용량 1,900kW

○올림픽중에는 예비용 전원설비로 1,600kVA 추가 설치 운영

② 비상전원설비

○비상용발전기 설치

－발전기용량 : 200kVA

－전원차단시 자동투입되며, 비상전원의 우선순위에 의해 공급

○비상용조명

○화재시 배연설비 등

③ 조명

○아이스링크장의 조도레벨

－최대 1,600Lux

－평상시 600Lux(단계 조정 가능)

－일반 150Lux

○사용조명기구－형광수은등 20kW 100개

④ 비상조명전원

○전원설비 : 72시간용 축전지설비

○사용전압 : 24V

⑤ 난방

○공조용 전기보일러 설치

－용량 300kW

○온수용 보일러

－용량 2×60kW

⑥ 중앙제어실

○지하의 모든 설비를 중앙감시할 수 있는 중앙감시실을 2층에 설치함.

⑦ 기타설비

○정보통신설비

○자동화설비

○화재경보설비

○CCTV

○오디오 및 비디오 시스템

나. 국내의 지하공간 전기설비 시설사례

(1) 서울 지하철

(가) 지하철 시설개요

서울시 지하철은 1971년 4월 12일 우리나라 최초의 지하철인 제1호선이 착공되어 1974년 8월 15일 총연장 9.5㎞가 완공 개통된 이후, 54.3㎞의 2호선, 28.9㎞의 3호선, 30.3㎞의 4호선이 완공 개통된 1985년 10월에는 총연장 123㎞의 본격적인 지하철 시대를 맞이하였다. 그후 제2기 지하철 5,6,7,8호선 160㎞를 1990년부터 계획하여 건설중에 있으며 이어서 1991년부터는 120㎞의 제3기 지하철 건설계획을 추진하고 있다.

(나) 지하철 3,4호선의 전원공급 시스템 개요

지하철 3,4호선은 총 18개소(3호선 : 9개소, 4호선 : 9개소)의 자체 지하철 변전소를 두고 있고 수전 전력은 지하철 3,4호선 변전소 가까이에 위치한 11개소의 한국전력공사 154kV 변전소의 45/60MVA(3ϕ 154kV/22.9kV) 변압기의 45/60 MVA(3ϕ 154kV/22.9kV) 변압기의 2차측 단독 Feeder를 통해 3상 4선식으로 급전을 받아 지하철 변전소의 직류 정류설비(변압기 및 정류기)와 고압배전용 변압기를 통하여 직류 DC 1,500V 및 고압 AC 6.6kV로 변환시켜 전차와 역사 부대설비에 전원을 공급하고 있다.

또한 전력공급의 신뢰성 향상 및 상시 무정전 전력계통으로 운영하기 위하여 한전 수전용변전소 급전방식의 Loop화 및 자체 변전소를 연락, 송전화하여 지하철설비의 전원사용이 합리적이고 경제적으로 운영되도록 구성하고 있다.

(다) 역사내 전원공급계통

① 전기실에 수전되는 고압전원은 3상 6.6kV 3

회선으로 한다.

② 3회선을 1,2,3호계통으로 구분하고 각각 인입선로에 진공차단기를 설치하여 평상시 부하를 분담하며, 사고시 1호선 또는 2호선 계통이 전 부하를 공급할 수 있도록 1호선과 2호선 사이에 링크 차단기를 설치한다.

③ 1호선, 2호선은 각각 저압으로 체강하여 역사 및 터널의 조명과 전열, 역사의 환기설비 및 터널의 저압환기설비와 냉동기 보조설비에 공급하는 전원으로 사용하며, 3호선은 냉동기 및 본선 고압환기에 고압 전원을 공급하는 것으로 한다.

④ 1호선과 2호선은 각각 조명용과 동력용 및 신호용 변압기를 설치하여 전원을 공급하며, 조명용변압기는 조명 및 전열부하에, 동력용변압기는 환기·공조설비, 급수·오수펌프, 에스컬레이터, 냉동기 보조전원, 기타 전동기 부하에 공급한다.

⑤ 1호선 및 2호선은 부하측 분기용 차단기에서 자동 연결되도록 회로를 구성하며, 상시부하(배수펌프, 소화전·스프링클러용 펌프, 배연팬, 터널조명, 비상콘센트, 축전지전원, 통신기계실, 방송실, 오수펌프 등)는 항상 전원공급이 가능하도록 한다.

㈑ 양질의 전원공급대책

① 수전설비계통 계획

전력공급의 신뢰도 향상 및 상시 무정전 전력계통으로 운영하기 위하여 루프수전방식을 채택하고, 또한 자체 변전소를 연락송전화하여 안정된 전원공급이 되도록 계통 구성한다.

② 고압배전계통 계획

각 변전소에 설치한 고압배전용 변압기의 2차측은 제1호기, 제2호기 및 제3호기 계통으로 분리 구성하여 제1호기 및 제2호기는 신호 통신, 조명, 기타 일반 부하용으로 절체 배전하여 한계통 고장시 예비 정상계통으로 절환하여 정상 운영토록 구성하였으며, 제3호기는 냉방용 전용으로 구성하여 대부하로 인한 계통동요를 방지하고 전력안정을 도모하고 있다.

③ 비상전원설비 계획

㈐전차선용 직류급전 계통

전차선용 직류급전은 전차선을 상·하선의 상측 및 하측으로 4개의 급전선으로 하였고, 각 급전선의 단말부분에는 뇌 및 이상전압의 보호를 위하여 LA 1.5kV, 5kA를 설치하였으며, 급전선 고장을 대비하여 예비급전선 1개를 확보 비상 급전토록 계통 구성하고 있다.

㈑ 비상용 전원설비 : 건축법과 소방법에서 정하고 있는 비상전원설비를 설치함.

㈒ 역사내 비상조명설비

- 계획조도 : 2~5Lux
- 설치장소 : 환기실, 매표소, 내부계단, 역무실, 통신기계실, 방송실, 신호취급실, 신호기계실, 통로, 대합실, 승강구, 화장실 등

(2) 서울 K역 지하상가

㈎ 건축개요

K역 지하상가는 총연면적 12,100㎡이며, 상가면적 3,800㎡, 보도면적 5,500㎡, 출입면적 780㎡, 부대시설면적 180㎡로 형성되어 있다.

㈏ 전기설비 개요

전력공급회사로부터 22.9kV를 수전하고, 3.3kV로 강압하여 2개소의 2차변전소로 공급하고 있다.

① 수전설비

○수전방식 : 1회선 수전방식

○수전용량 : 1,500kVA

② 고압변전설비

○전　　압 : 3.3kV/380V

○설비용량 : 400kVA×2

③ 예비전원설비

건축법과 소방법에서 정하고 있는 비상용 전원으로서 발전기와 축전지 설비를 구비하고 있다.

○발전기 : 510kW×1set

○축전지 : 200Ah/10hr

④ 정전발생 현황

예고정전이 연간 2회 정도 발생되며, 순간정전은 연간 20회 정도 발생되고 있다.

☞ 다음 호에 계속