

단국대 부속병원의 전기설비

김 장 경 <단국대부속병원 시설과장/기술사>

1. 머리말

병원은 24시간 365일 계속하여 기능을 유지하여야 하며, 정전이나 사고·보수 점검시에도 중요한 부하에는 전력을 계속공급하기 때문에 계획단계부터 유지보수관리를 염두에 두고 전기설비를 구성해야 한다. 이를 위해서는 첫째 부하의 중요도를 분류하여 전원공급조건을 결정하고 상용전원이나 비상용 전원설비의 검토를 실시한다. 그리고 모선이나 간선 등의 배전설비도 검토하여 신뢰도 높은 전원을 공급하도록 한다. 둘째 의료기기의 고도화에 대비하고, 또한 전기설비 기기의 변경·확장에 대비한 전기설비를 구성하고, 셋째 병원은 건강한 사람뿐만 아니라 의식이 없는 약자까지 거주하고 있는 장소이기 때문에 안전성, 특히 방재기능을 고려하여야 한다. 넷째 병원 전기설비의 안전기준에 적합한 보호접지·등전위접지·비접지 배선 등의 의료접지 시스템을 구성하여야 한다.

본고에서는 단국대학교 부속병원의 건축적인 특징과 전기설비의 구성 및 기계설비개요에 대해서 살펴보기로 한다.

2. 시설개요

- 건물명칭 : 단국대학교 의과대학 부속병원

- 소재지 : 충남 천안시 안서동 산16-5
- 부지면적 : 114,703[m²]
- 건축연면적 : 87,474[m²]
- 건축규모 : 지하 2층, 지상 8층
- 건축구조 : 철근콘크리트조
- 병상수 : 800Bed, 진료과 : 25개과
- 건축물구성 특징

건축물은 4개의 기능을 별동(병동, 진료동, 영안동, 의과대학)으로 하여 분산시키고 복도로 연결시켰으며, 대지의 전면부터 차례로 배치되어 있다. 그리고 영안동의 경우는 별도의 출입이 가능하게 계획되었다.

또한 800병상 규모의 병원에서는 생각하기 힘든 넓은 로비(1,170[m²])와 4개의 건물을 펼쳐놓은 저층 분산형의 특이한 구성을 하고 있다. 저층분산형은 각병실의 자연 채광·통풍조건이 좋아지며, 넓은 부지가 필요하고, 설비가 분산적이며, 동선이 길어지는 등의 특징이 있다.

3. 전기설비 개요

3.1 전원설비

상용전원 계통과 비상용전원 계통으로 구성되어 있으며, 지구 변전실(병동용 1개소)이 있다.

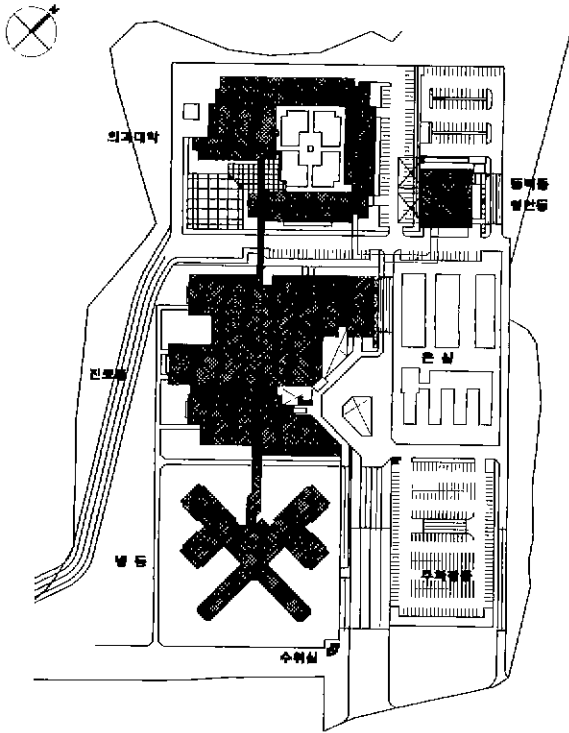


그림 1. 건축물의 배치도

1) 수변전설비

병원 전기설비 설계시 인입예비전원이 누락되어 준공후 안전성과 신뢰성 등을 고려하여 인입방식으로 재구성하였다.(그림 2 참조)

- 인입방식 : 지중선 인입
- 수전방식 및 수전용량 : 22.9[kV], 3φ 4W, 2 회선, 4,500[kW]
- 수전용 변압기용량
 - 22.9[kV]/380/220[V] 3φ 1,000[kVA] 2: 진료동
 - 22.9[kV]/380/220[V] 3φ 750[kVA] 1: 진료동
 - 22.9[kV]/3.3[kV] 3φ 1,000[kVA] 1: 병동
 - 22.9[kV]/3.3[kV] 3φ 750[kVA] 1: 냉동기
- 배전용 변압기용량
 - 3.3[kV]/380/220 3φ 1,000[kVA] 1: 비상용
 - 3.3[kV]/380/220 3φ 750[kVA] 1: 병동일반용
 - 3.3[kV]/380/220 3φ 450[kVA] 1: 병동비상용
- 변압기 : 건식 MOLD형

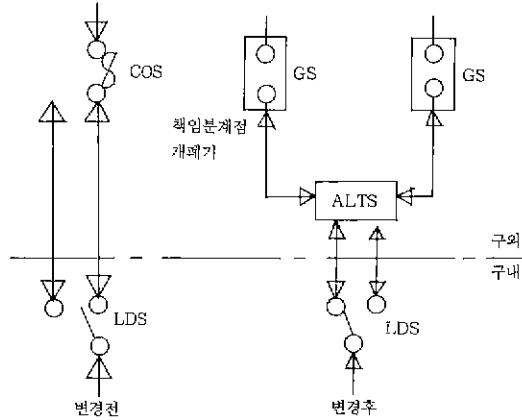


그림 2. 인입방식 변경

- 배전반형식 : 옥내형 폐쇄 배전반
- 차단기 : 진공차단기(VCB)

2) 비상전원설비

병원의 비상전원은 병원 전기설비 안전기준(KSC 0913)에 일반비상전원은 자가용 발전기로 40초 이내 확립, 특별비상전원은 자가용발전기로 10초이내 확립, 순간특별비상전원은 무정전으로 전원을 공급하는 등의 3종류가 있으며, 부하에 적당한 비상전원을 공급하여야 한다.

표 1에는 비상전원 전압확립 시간을 비교하여 보았다.

표 1. 비상전원 전압확립시간 비교

규격 종류	KS	JIS	NFPA 99	IEEE
일반비 상전원	40초 이내	40초 이내		
특별비 상전원	10초 이내	10초 이내	10초 이내	10초 이내
순간특 별비상 전원	순간	순간		

- 비상전원설비의 주요부하설비는 다음과 같다.
일반비상전원 : 생명유지장치
특별비상전원 : 중요생명유지장치, ICU(집중
치료실)

순간특별비상전원 : 수술실

(1) 자가발전설비

- 정격출력 : 디젤엔진 500[kVA]×2
- 상수 및 주파수 : 3φ 3[W] 60[Hz]
- 정격전압 : 3,300[V]
- 역율 : 0.8
- 회전수 : 1,800[rpm]
- 시동방식 : 전기식 DC 24[V]×2

(2) 무정전 전원설비

병원의 무정전 전원 공급부하는 병원 전기설비의 안전기준에서 정한 수술실 등의 부하설비외에 전산용 부하, ICU, 인공투석실(혈액투석실), 신생아실, 분만실, MRI 및 CT 조정실 컴퓨터 등의 첨단의료장비가 요구하는 안정된 전원 공급을 하여야 한다.

- 의료용 UPS

- 정격출력 : 200[kVA]×1
- 정격전압 : 380[V]
- 상수 · 주파수 : 3φ 4W, 60[Hz]

- 전산용 UPS

- 정격출력 : 30[kVA]×1
- 정격전압 : 380[V]
- 상수 · 주파수 : 3φ 4W, 60[Hz]
- 기타(의료장비용 다수 설치)

3.2 특수의료장비 전기설비

고가의 특수의료장비를 부분별하게 도입함으로써 발생하는 비효율적인 것을 방지하기 위하여 장비도입시 보건복지부의 승인을 받으며, 3차진료기관(대학 부속병원 500Bed이상, 종합병원 700Bed 이상)에서 구비하여야 할 의료장비는
자기공명 영상진단장치(MRI)
전산화 단층촬영장치(CT)
혈관촬영 및 치료장치(ANGIO GRAPHY)
감마 카메라(GAMMA CAMERA)
근전도 검사기(EMG)

24시간 부착감시용 심전도 검사기
(HOLTER MONITORING)
등이 있다.

1) 특수의료장비 소요전원

특수의료장비의 소요전원은 의료장비 제작업체마다 조금씩 다르기 때문에 정확하게 산정하기 어려우며, 주변기기 및 조명설비도 고려 해야 한다. 특히 주의할 사항은 특수의료장비 업체에서 전압변동률의 허용범위를 5[%] 이하가 되도록 요구하므로 변전설비와 간선설비 설계시 적정하게 구성하여야 한다.

소요전원은 표 2와 같으며 주변기기 소요전원도 검토되어야 한다. 이와 별도로 각 실험성 및 공조방식에 따라 항온항습기의 설치유무를 결정하여 소요전원을 산정해야 한다.

표 2. 특수의료장비 소요전원 현황

항목 장비명	의료장비업체 요구소요전원 (A)	실측결과 소요전원 (B)	B/A [%]
MRI	3φ 480[V] 75[kVA]	12[kVA]	16
CT	3φ 480[V] 112[kVA]	20[kVA]	17.8
ANGIO	3φ 380[V] 80[kVA] ⁽¹⁾	15[kVA]	18.7
	3φ 380[V] 100[kVA] ⁽²⁾	32[kVA]	32
Linear Accelerator	3φ 380[V] 45[kVA]	31[kVA]	68.8
비 고	MRI : AVR 승압기 사용 3φ 380[V]→3φ 480[V] CT : AVR (3φ 380[V] 30[kVA]) 승압기(120[kVA]) (3φ 380[V]→3φ 480[V]) ANGIO : ⁽¹⁾ 일반혈관 ⁽²⁾ 심장혈관 Linear Acc. : AVR 3φ 380[V], 45[kVA]		

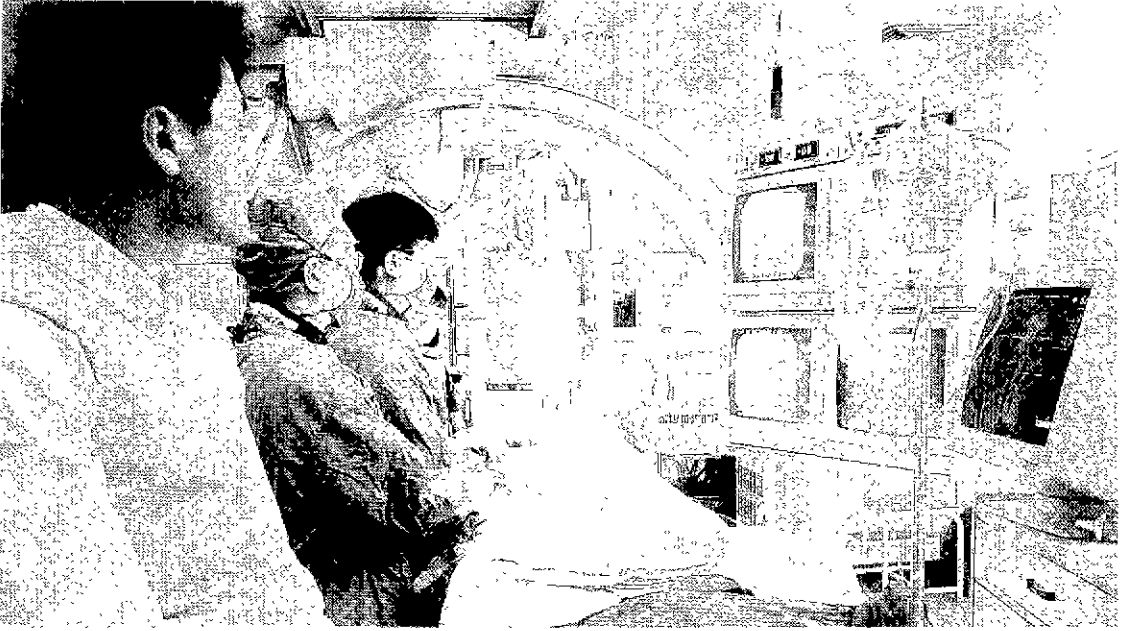


사진 1. 특수의료장비(심장혈관조영기)

2) 특수의료장비실의 조명설비

MRI, CT, Linear Acc(선형가속기)의 조정실에서 조광장치를 사용하고 있으며, 특수의료장비실의 조도상태와 조명계획시 주의점은 표 3과 같다.

표 3. 특수 의료장비실 조도 상태

실 명	조도 기준 [lx]	실측조도 [lx]	조명 계획시 주의점	비 고
MRI		200-300	차폐	조정실 조광장치 필요
CT	150-300	150-300	그림자	"
ANGIO		200-250	천정 시공	"
Linear Acc.		250-300	그림자, 각종 예비 배관	

3) 특수의료장비의 전원공급 흐름도

특수의료장비중 병원에서 많이 사용되는 기기인 CT의 전원공급흐름도는 그림 3과 같다.

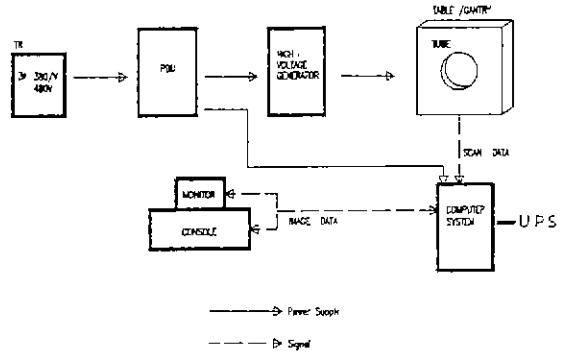


그림 3. CT전원공급 흐름도

4. 수술실의 전기 설비

4.1 전원공급설비

수술실에 요구되는 전기설비는 고품질로 신뢰성이 높은 전원과 안전성이 높은 전기설비로 한다. 이 때

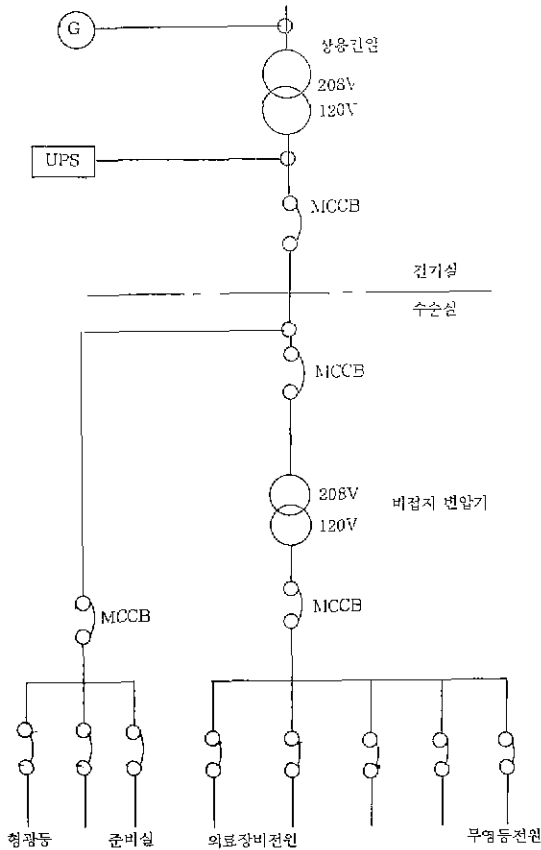


그림 4. 수술실 전원 공급도

문에 전력회사에서 공급하는 전원 이외에 정전에 대비한 발전기에 의한 비상용 전원이나 순시일지라도 정전이 허용되지 않는 의료용기기에는 무정전의 설비가 필요하다.

4.2 수술실 의료장비 종류 및 소요전원

수술실에 사용되는 의료장비는 종류가 대단히 많으며, 한 개에 여러개의 의료장비를 접속하는 것을 피하고, 한회로에 이상이 있을 경우 타회로에 접속 절제하는 일이 가능하도록 콘센트회로는 가능한 많이 설치하는 것이 바람직하다.

심장수술에서는 인공심폐장치 등의 대용량의 전기를 필요로 하게 된다. 심장수술에 사용되는 의료장비 종류 및 소요전원을 표 4에 나타내었다.

표 4. 심장수술실 의료장비의 소요전원 예

의료장비명	전압	전류
전기지혈기	220V	4A
막취기	110V	3A
보온·냉은 담요	110V	11A
인공심폐기	110V	7A
냉온 열교환기	110V	16A
냉온 열교환기	220V	3A
손전등	110V	5A
수술용 테이블	110V	4.5A
혈액가온기	110V	7A
제세등기	110V	4A
흡골절단세트	110V	2A
무영등	110V	4A
비고	방사선촬영기, 전반조명용 형광등, 각종 모니터 및 녹화기의 소요전원	

4.3 수술실의 조명설비

수술실 조명은 국부조명과 전반조명을 병용한다. 국부조명은 수술대 위를 무영등으로 집중 조명하며, 조도는 34,600[lx] 정도이고, 전반조명은 수술자의 장시간 긴장상태의 피로를 경감시킬수 있는 전반확산형 고조도 형광등을 사용하였으며, 조도는 1,000[lx]정도이다.

또한 먼지가 아래로 떨어지는 것을 방지하기 위하여 커버가 붙은 조명기구를 사용하였다.

4.4 수술실의 접지

수술실의 접지는 병원전기설비의 안전기준에 적합하도록 보호접지와 등전위 접지를 하였다. 접지공사 방법으로는 병원주변 대지공간의 여유로 수술실 및 집중치료실을 별도로 단독접지 하였고, 수술실내부의 각종 접지극은 절연변압기내의 접지센터에서 분기되도록 하였다.

5. 의료반송 SYSTEM

목적지 상호간에 빈번이 물품의 반송이 발생하는



사진 2. 수술실 내부와 무영동

장소를 Rail로 서로 연결하여 그 위를 주행하며, 물품을 운반하는 대차의 반송을 제어하는 System이다. 여기서 대차란 내부에 M-otor를 내장하여 스스로 주행이 가능하도록 한 것이며, 또 대차는 CPU를 내장하고 있어서 Bumper충돌감지, Container뚜껑 열림감지, 행선 및 발송지 표시도 하고 Trolley를 통하여 Shifter Controller와의 통신도 가능하다.

- 주요 반송대상
의무기록카드, X-Ray Film, 약제, 검체등 중 소형 물품
- 주행속도
수평 36(m/min), 수직 24(m/min)
- 반송중량
10[kg] 이하(유효 적재중량 : 7[kg])
- SYSTEM 구성
중앙제어장치, SHIFTER, 방화문, 대차, RAIL, SHIFTER CONTROLLER, 멸균장치 등
- STATION 수(44개소)
진료동 27개소, 병동 17개소
- STATION 종류
Double Station 4개, Single Station 40개소
- 대차 보유수량 : 80대

- 대차 저장 LINE : 2개소, 최대 수용용량 61대

표 5. 의료반송 SYSTEM 설치 병원

구 분	제작회사	시공회사	사용용어
단국대학교 병원	일본SIE-MENS社	삼성항공(주)	의료반송
이주대학교 병원	일본SIE-MENS社	삼성항공(주)	자주대차
삼성서울 병원	일본SIE-MENS社	삼성항공(주)	자주대차
고려대학교 병원	독일TELE LIFT社		INTER CAR
이화여자 대학병원	미국TELE ENGINEE-RING社		TELE CAR

6. 기계설비 개요

6.1 열원기기

흡수식 냉동기 2대(700USRT, 530USRT), 터보 냉동기 2대(410USRT, 280USRT), Screw 냉동기 1대(80USRT), 노통연관보일러 3대(8T/H 2, 4T/H 1), 연료는 도시가스가 주연료이며, 도시가스 공급차단의 경우 경유 사용 겸용버너 설치.

6.2 공기조화설비

진료동, 병동의 공조방식은 수·공기방식(FCU+Duct병용)으로 냉각 또는 가열된 물과 공기가 실내에 설치된 Terminal Unit로 반송되어 공기조화하는 방식이며, 건물내를 구역(Zone)으로 나누어 그 Zone별로 공조를 하고 있다. 공기오염에 대비하여 수술실 및 집중치료부는 Pre+Medium Filter에 HEPA Filter를 설치하였고, 핵의학과, 치료방사선과, 수술실, 집중치료부, 해부병리과는 전외기 방식으로 운전하고 있다.

6.3 위생설비

1) 급수설비

시수 및 정수저장 탱크(1,000[m³] 2기), 고가수조(시수 60[m³] 2대, 정수 34[m³] 2대)

2) 배수설비

— 생활계 배수 및 오수는 오수정화조로 유입시켜 처리후 방류한다.

— 폐수중 병원폐수는 병원폐수전용처리장에서 세탁폐수는 세탁폐수전용처리장에서 처리후 방류

— RI계 배수는 별도 저장조에 저장하여 배수분석후 폐수처리장으로 유입시켜 방류한다.

— 자동현상기의 폐수는 Silver Recovery기기를 통하여 폐수처리장으로 유입시켜 방류한다.

6.4 의료가스설비

의료가스설비는 CPS(Central Piping System : 산소, 질소, 마취용 가스 등 의료상 유용한 가스를 중앙화된 배관공급 시스템에서 자동적으로 공급하는 설비와 압축공기 및 진공배관에 의해서 공급 또는 흡인 등을 행하는 시스템)로 되어 있으며, 이상압력을 알려주는 경보기기(Alarm System)가 설치되어 이상압력시 즉각 안전조치를 할 수 있다.

6.5 진공정소설비

중앙집중식 청소설비로서 진료동과 병동 기계실에 진공청소설비가 설치되어 있으며, 이 설비를 가동하여 각층별의 바닥에 설치되어 있는 Inlet Valve를

연결한 후 진료동과 병동 전체를 진공을 이용하여 신속하고도 깨끗하게 청소를 할 수 있는 설비이며, 휴대용 습식분리기(Potable Wet Separator)을 이용하여 바닥의 물도 쉽게 제거할 수 있는 설비이다.

6.6 세탁설비

병원내의 모든 린넨류를 세탁, 건조, 다림질 할 수 있는 기능을 갖추고 있으며, 일일 최대 3,500[kg]의 세탁물을 원전자동으로 연속 처리한다.

7. 맺는 말

병원의 설비는 공조설비·위생설비·급배수설비·소화설비·정보통신설비·의료가스설비·환자감시설비·반송설비·핵의학폐수설비·세탁설비·특수의료장비 등 그 종류나 성능에 있어 대단히 복잡 다양하다. 이러한 설비의 요구조건을 만족하는 전기설비를 구성하려면 각종 설비의 제원을 정확히 파악하여야 한다. 특히 특수의료장비는 구매전 담당의사 및 장비 업체와 충분히 논의 되어야 하며, 설치전에 다시한번 확인하는 노력이 필요하다. 특수의료장비는 본장비의 소요전원은 물론이고 주변기기의 소요전원도 반드시 고려하여야 하며, 의료장비는 수입품이 대부분으로 전압이 다양하므로 이에 대한 대비도 하여야 한다.

끝으로 병원은 건강한 사람과 환자가 함께 거주하고 있기 때문에 정전이나 화재·지진 등에 대비한 안전대책을 고려하여 설치하여야 하며, 전원은 계속 공급되어야 하고, 전기설비를 한 번 설치하면 정전보수가 어려우므로 이에 대한 대책도 필요하다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



김 장 경(金壯經)

1955년 11월 30일생. 1984년 단국대학교 공과대학 전기공학과 졸. 1997년 호서대학교 대학원 전기공학과 졸(석사). 1980~1991년 한국전기안전공사 근무. 1991~1998년 현재 단국대학교 의과대학 부속병원 시설과장, 전기안전기술사.