

양산부산대학교병원 건립공사 기계설비 설계사례

황 호 구

삼신설계(주)(hoyaa@ssei.co.kr)

서론

현대의 종합병원은 내과, 외과, 안과, 이비인후과 등 각 과가 내원하는 환자를 취급하는 외래부와 입원하는 장기치료환자를 취급하는 병동부, 그리고 각종 검사, 촬영, 물리치료, 수술 등의 기능을 수행하는 중앙진료부로 구성된다. 그리고 외래부, 병동부, 중앙진료부를 지원하는 서비스부로 공급부와 관리부가 있다. 공급부는 약제, 중앙재료공급, 세탁, 급식 등의 서비스를 제공하며 관리부는 원무, 수납, 시설관리, 원내복지시설로 구성

되어 있다.

여러 용도의 건축물 중에서 병원은 환자의 생명을 다루는 중요한 시설물로서 현대병원은 지속적인 의술과 기술의 발전으로 효과적인 진료를 위하여 설비의 중요성이 증대되고 있다. 적절한 공기조화와 환기설비, 위생설비 그리고 병원의 특수설비가 감염을 방지하고 치료에 많은 도움이 되지만 비교적 비용이 많이 소요되므로 효율적인 설계와 운영상 경제적인 에너지관리가 필요하다.

이러한 병원의 목적을 달성하기 위하여 일반 건물에서는 고려하지 않았던 의료가스, 반송설비등



[그림 1] 양산부산대병원 조감도

건물개요

- 사 업 명 : 양산부산대학교병원 건립공사
- 대지위치 : 양산시 양산신도시 제3단계지역 1블럭
부산대학교 제2캠퍼스 조성부지 내
- 용 도 : 의료시설(종합병원)
- 연 면 적 : 건물규모 및 면적[표 1 참조]
- 규 모 : 지하 2층 ~ 지상 12층
- 주요구조 : 철근콘크리트조, 철골조

<표 1> 건물시설별 규모 및 면적

건물명	규모	면적(m ²)	건물명	규모	면적(m ²)
외래진료동	지하1층 ~ 지상5층	12,869.18	파워플랜트	지하2층 ~ 지하1층	6,057.15
중앙진료동	지하2층 ~ 지상4층	29,730.53	지하 주차장	지하2층 ~ 지하1층	14,335.60
병동	지하1층 ~ 지상12층	26,978.06	장례식장	지하2층 ~ 지상1층	4,129.33
교수연구행정동	지하1층 ~ 지상7층	10,375.88	치과병원동	지하1층 ~ 지상6층	12,027.44
간호센터동	지하1층 ~ 지상5층	5,560.74	합계		

특수설비와 실내 청정도, 실내압, 그리고 수술실 비상열원 등 여러 고려사항이 다수 존재한다. 이와같은 병원설계시 중요 고려사항을 토대로 양산 부산대학교병원에 적용된 주요설비에 대해 소개하고자 한다.

온습도를 적용했으며, 실내 온습도조건은 “병원 공조설비의 설계,관리지침(HEAS-02-1998), 1998, 일본병원설비협회(pp.82 ~ 99)” 자료를 기준으로 표 3과 같이 적용하였다. 또한, 재실밀도, 인체, 조명, 기기부하, 외기량 기준은 표 4와 같이 적용하였다.

설계기준

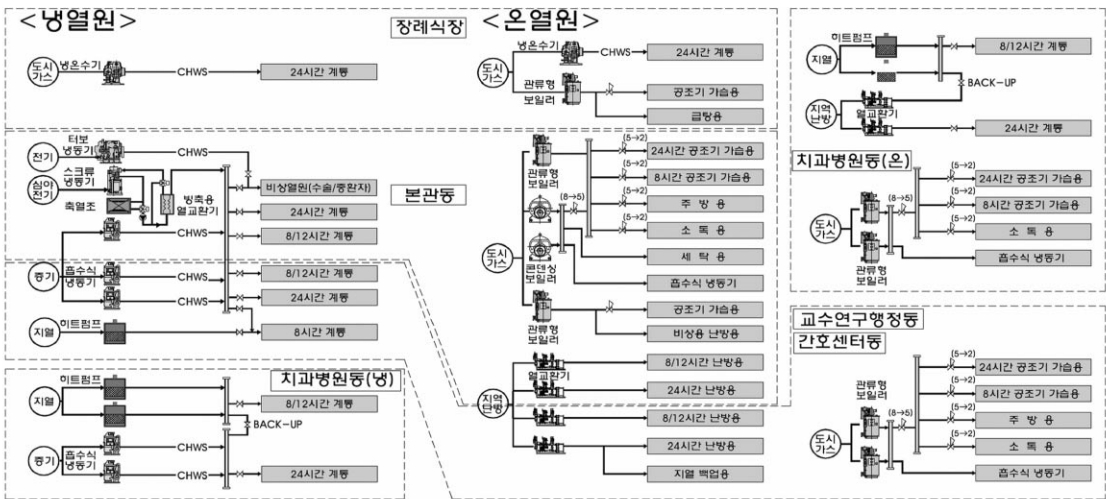
건물의 설계조건은 건축물의 에너지절약 설계기준에 의거 표 2와 같이 부산지역기준으로 외기

열원설비

열원설비의 경우 병원의 운영 특성을 고려하여

<표 2> 외기 온습도 기준

계절	조건	온도		습도		엔탈피 [kcal/kg]
		건구온도 [°C]	습구온도 [°C]	상대습도 [% RH]	절대습도 [kg/kg]	
여름		30.7	26.2	70.3	0.0197	19.364
겨울		-5.3	-8.8	46.0	0.0011	-0.607



[그림 2] 냉온열원 흐름도



<표 3> 실내 온습도 조건

실 명	구 분	하 절 기		동 절 기	
		건구온도(℃)	상대습도(%)	건구온도(℃)	상대습도(%)
외래진료 부문(클리닉) /(센터)	진료실	26	50	24	50
	처치실	26	50	24	50
	접수 및 대기	26	50	22	50
	복도 및 로비	26	50	22	50
	탈의실	26	50	22	50
중앙 진료 부문	검사실	26	50	23	50
	촬영실	26	50	24	50
	PACS실	22±2	50±5	22±2	50±5
	수술실	22 ~ 26	50	22 ~ 26	50
	회복실	26	50	24	50
서비스 부문	조제실	26	50	22	50
	약품창고	<30	<65	>15	>40
	소독실	<40	-	<40	-
	세탁실	<28	50	>17	50
	주방	<30	<70	>15	-
	식당	26	50	22	50
	사무실	26	50	22	50
	강당	26	50	22	50
병동	세미나실	26	50	22	50
	일반병실	26	50	23	50
	중환자실	26	50	24	50
	데이룸(휴게실)	26	50	22	50
간호스테이션	26	50	22	50	
치과 병원동	전산실	22±2	50±5	22±2	50±5
	의국	26	50	22	50
	기공실	26	50	22	50
간호 센터동	거실	26	50	24	50
	침실	26	50	24	50
	재활요법실	26	50	22	50
장례식장 및 환자 편의시설	빈소	26	50	24	50
	부검실	24	50	22	50
	영결식장	26	50	22	50
	은행	26	50	22	50
	상가	26	50	22	50

양산부산대학교병원 건립공사 기계설비 설계사례

<표 4> 재실밀도 · 인체 · 조명 · 기기부하 · 외기량 기준

실 명	구 분	재실밀도 (인/㎡)	인체발열량(W/h인)		조명부하 (W/㎡)	기기부하 (W/㎡)	외기량 (㎡/h인)
			현 열	잠 열			
외래진료 부문(클리닉) /(센터)	진료실	0.2	61	54	30	20	29
	처치실	0.2	65	65	30	20	29
	접수 및 대기	0.3	65	65	30	-	29
	복도 및 로비	0.1	65	65	25	-	29
	탈의실	0.2	65	65	30	-	29
중앙 진료 부문	검사실	0.2	65	65	30	20	36
	촬영실	0.1	65	65	30	20	36
	PACS실	0.2	75	55	30	25	36
	수술실	0.2	80	140	40	40	54
	회복실	0.2	61	54	20	10	29
서비스 부문	조제실	0.15	65	80	30	20	36
	약품창고	0.1	65	80	20	-	29
	소독실	0.1	69	91	20	30	29
	세탁실	0.2	69	151	20	30	47
	주방	0.15	69	151	20	30	29
	식당	좌석수(0.5)	61	54	40	-	36
	사무실	0.15	65	65	30	10	36
	강당	좌석수(0.2)	61	44	30	-	29
	세미나실	0.3	61	54	30	10	36
병동	일반병실	0.15	61	54	20	10	47
	중환자실	0.2	61	54	30	10	29
	데이룸(휴게실)	0.15	61	54	30	-	36
	간호스테이션	0.2	61	54	30	10	29
치과 병원동	전산실	0.2	75	55	30	25	36
	의국	0.15	65	65	30	10	29
	기공실	0.15	69	91	30	20	36
간호 센터동	거실	0.15	61	54	20	10	47
	침실	0.15	61	44	20	10	47
	재활요법실	0.2	69	91	30	20	29
장례식장 및 환자 편의시설	빈소	0.4	65	65	30	-	36
	부검실	0.2	80	140	40	40	54
	영결식장	좌석수(0.2)	61	44	30	-	29
	은행	0.3	65	65	40	20	36
	상가	0.3	65	80	50	-	29



<표 5> 건물 운영 특성

구분	적용부분	비고
8시간	외래진료부, 중앙진료부, 사무관리부 등	지역열원 및 빙축열시스템에 의한 부하 담당
12시간	식당, 주방, 강당(간헐) 등	강당은 개별 운전이 가능한 히트펌프 냉난방기적용
24시간	병동부, 수술실, 중환자실, 중앙공급부 등	지역열원 및 흡수식 냉동기에 의한 부하 담당

<표 6> 냉온열원 장비구성

구분	시스템	용도	장비용량	비고
냉열원	스크류냉동기	빙축열용	520 USRT	저렴한 심야전력이용
	흡수식냉온수기	8/24시간 계통	1,915 USRT	
	터보냉동기	수술실 관련 비상용	370 USRT	비상용
	흡수식냉온수기	장례식장용	250 USRT	별도 열원 구성
	냉각탑	냉방용	4,275 USRT	초저소음용 직교류형
온열원	열교환기	난방용	8,561 Mcal/hr	지역난방 열교환용
		급탕용	1,681 Mcal/hr	
	증기보일러	가습, 소독, 냉방용	13.3 Ton	관류형 및 콘덴싱보일러
	흡수식냉온수기	장례식장용	756 Mcal/hr	별도열원구성
신재생 에너지	지열원 히트펌프	지열히트펌프	478 USRT	교수연구행정/치과병원등
	태양열 급탕시스템	이중진공관 집열기	270 m ²	이중진공관타입 적용

표 5와 같이 8시간, 12시간, 24시간 계통으로 분리하여 계획하였다. 또한, 열원설비 시스템은 그림 2, 표 6과 같이 안정적 열원공급을 위한 비상시를 대비 열원의 다원화 및 수술실 백업열원, 차수별 준공, 부분부하 운전 및 유지보수를 고려한 장비의 대수분할을 고려하였다.

각 동별 열원으로는 본병원의 냉열원은 흡수식 냉온수기와 빙축열시스템으로 계획했으며, 온열원은 지역난방용 열교환기 및 가습, 소독을 위한 증기보일러를 적용하였다.

또한, 병원의 중요시설인 수술실계통의 경우 논스톱 운영을 위한 백업장비로 터보냉동기 및 관류형 증기보일러를 설치하였다. 무균수술실의 경우 30분내 쾌속냉방(18℃)을 위한 냉수코일열원으로 왕복동식 냉동기를 별도로 설치하였다.

공조 및 환기설비

병원의 공조설비는 일반건물과 같이 각 실의 용

도별, 시간대별 운영특성 및 온,습도조건을 포함한 실내청정도에 의한 조닝과 환기계획을 추가로 고려하여야 한다.

실별 청정도에는 Class 100을 유지하여야 하는 고도청결구역과, Class 10,000을 유지하여야 하는 청결구역, Class 100,000을 유지하여야 하는 준청결구역 및 일반청결구역, 오염관리구역, 일반구역, 오염확산 방지구역으로 구분되며, 각 청정구역별 적용실은 표 7과 같다.

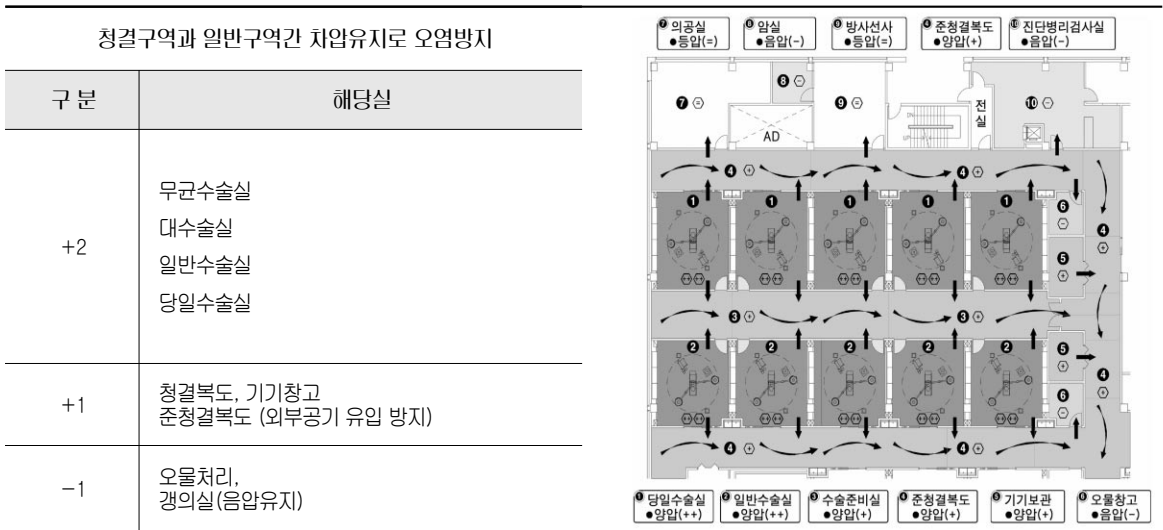
또한, 청결구역계통은 양압을 일반청결구역은 등압을 오염관리구역 및 오염확산방지구역은 음압으로 적용하였으며, 청정도의 조닝계획은 여러 방식이 있으나 본병원의 경우 일본병원설비협회의 기준에 의한 방식으로 적용하였다.

클린룸의 경우 Clean zone은 양압을 Dirty zone은 음압을 유지하여 기류의 흐름을 유지하여야 하며, 급배기 덕트에 적절한 공기필터를 적용하여 실내외로의 오염확산을 방지하여야 한다.

<표 7> 실별 청정도에 의한 조닝과 환기계획

구분	청정도	실내압	적용실명	최소외기량 (회/ Hr)	최종필터 효율	비고
고도청결구역	I	양압	무균수술실, 무균병실	15	DOP99.9%	Class100
청결구역	II	양압	중앙수술실	5	DOP95% 이상	Class10,000
		양압	혈관조영촬영실	5		
준청결구역	III	양압	중환자부, 수술부회복실 및 복도	3	비색법 80%이상	Class100,000
		양압	무균배양실, 분만실, 심혈관촬영실	4		
		양압	미숙아실, 응급수술실	3		
일반 청결구역	IV	등압	병실, 진찰실, 조제실	2	비색법 60%이상	순환기 설치가능
		등압	치치실, 물리치료실,	2		
		등압	검사부의 일반구역	3		
오염관리구역	V	음압	미생물검사실	10	비색법 60%이상	순환기 설치불가능
		음압	해부실	4		
		음압	오물처리실	배기10회		
일반구역	VI	등압	사무실, 회의실, 연구실	2	비색법 60%이상	순환기 설치가능
		음압	주방	배기30회		
오염확산 방지구역	VII	음압	화장실	배기10회	-	-

<표 8> 수술부 압력 및 공기흐름계획



따라서, 표 8과 같이 수술실에서 청결복도 그리고, 일반구역으로 공기의 흐름을 유도하였으며, 오물창고 및 암실등은 음압을 적용하여 청결지역

으로의 오염확산방지를 했으며, Clean zone과 Dirty zone의 급배기에는 필터를 설치하여 2차 오염방지를 계획하였다. 그리고, 병원내 주요실인



<표 9> 주요실별 공조방식

대수술실(무균) : CAV+FFU	중환자실 : CAV+FFU
<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 고도의 공기청정 요구실(Class 100) 24시간 운전계통 	<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 준청결구역(Class 100,000) 환자 유형별 온습도조건 및 24시간 운전
<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> 천장에 FFU(HEPA필터 내장)를 설치 Pre+Medium필터+UVC이미터+광촉매필터 풍압밸런스 : 양압으로 외부공기유입방지 	<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> 천장에 FFU(HEPA필터 내장)를 설치 온 습도 및 청정도를 유지 실별 온도조절용 재열 코일 설치 공기유입을 방지하기 위해 양압유지
일반병실 : CAV+FCU	중앙공급부-멸균실(EO가스실) : CAV+FCU
<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 24시간 운전계통 에너지 과소비형 구역 	<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 장비 발열부하 고려(음압유지) 유해가스 발생 고려 전 배기
<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> 건물방위에 따른 공조조닝 장축 FCU설치로 Cold Draft 방지 Pre+Medium필터+UVC 이미터 설치 풍압밸런스 : 등압(오염실은 음압) 현열교환기를 통한 에너지절감 	<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> 풍압밸런스 : 음압 공기보다 비중이 큰 가스를 고려 상하부배기 실시를 통한 효율성 향상 별도 단독배기구 및 활성탄 필터 처리 부식성을 고려한 배기 PVC덕트 재질 사용
중앙진료동-응급부 : CAV	진단검사의학과-미생물 감염검사실 : CAV
<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 24시간 운전계통 및 응급발생지역 짙은 출입으로 다량의 외기유입 	<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> 검사기기의 발열대응 및 오염물질 확산방지 검사조건에 따른 적절한 공조관리
<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> 충분한 환기량확보 및 실계획의 자유성확보 풍압밸런스 : 양압-수술, 중환자실 음압-리넨실, 화장실 외기 유입방지를 위한 에어커튼 설치 	<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> 풍압밸런스 : 음압 야간 및 비사용시 Night Set Back 컨트롤실시 2차 감염방지용 배기측 UVC 이미터 설치 향온배양실에 향온향습기 적용

진단방사선부(MRI, CT실) : PAC+긴급배기	로비 : CAV
<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고가의 장비를 취급 • 장비보호를 위해 PAC 설치 	<p>실특성</p> <ul style="list-style-type: none"> • 층고가 높은 대형 공간 • 유리창 면적이 넓어 다량의 일사부하 발생 • 외주부 Cold Draft 및 결로 발생
<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> • CT, MRI실 등은 기기발열을 처리할 수 있는 개별 PAC 설치 	<p>개요</p> <ul style="list-style-type: none"> • 측면에 노즐 디퓨저 설치로 결로방지 • 상부배기팬 설치로 고온 배기

대수술실, 중환자실, 일반병실, 중앙공급부동 실 특성을 고려한 공조설비계획은 표 9와 같이 계획하였다.

위생설비

병원건물은 1일 많은 물사용량을 필요로하는 건물로서 수자원절약이 필수적이라 볼수있다, 이에 본병원의 경우 그림 3과 같이 우수, 중수, 절수형 위생기구등을 적용하여 수자원 절약을 위한 적정 수순환 체계를 구축했으며, 급수공급은 그림 4와

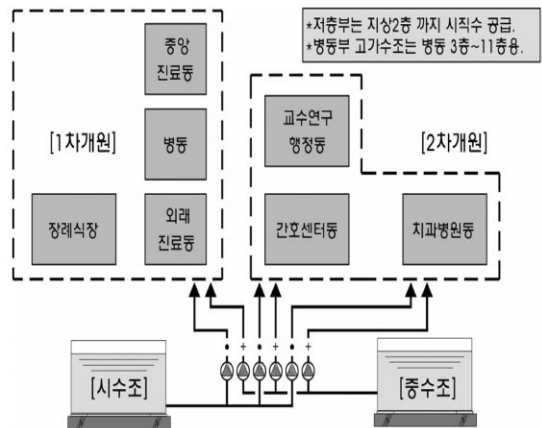
같이 시직수와 가압펌프방식 및 고가수조방식을 적절히 사용하여 시설내 적정 급수압을 유지하였다. 급탕시스템은 그림 5와 같이 지역열원을 이용한 2단 열교환방식으로 순간피크부하에 대응했으며 태양열급탕시스템을 병용 적용하였다. 또한 그림 6과 같이 병원내 발생하는 각종 오폐수처리를 위한 설비를 구축하였다.

의료가스 설비

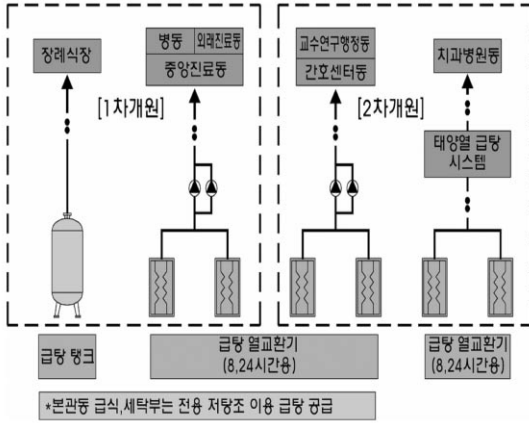
의료가스는 환자 치유에 있어 중요한 역할을 담



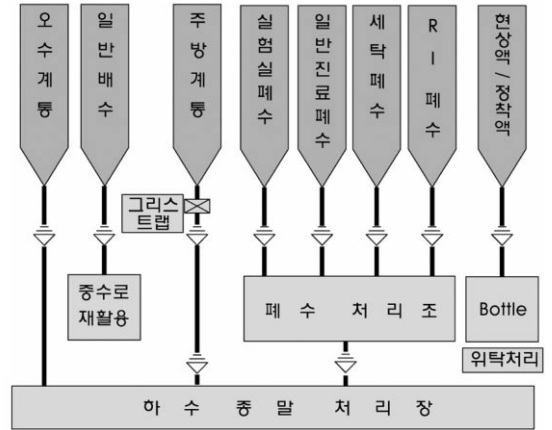
[그림 3] 수순환 체계구축 계획



[그림 4] 급수공급 흐름도



[그림 5] 급탕공급흐름도



[그림 6] 오배수 및 폐수처리 흐름도

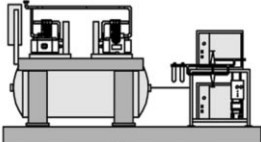
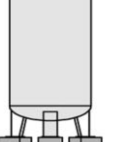
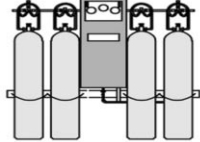
<표 10> 의료가스의 종류

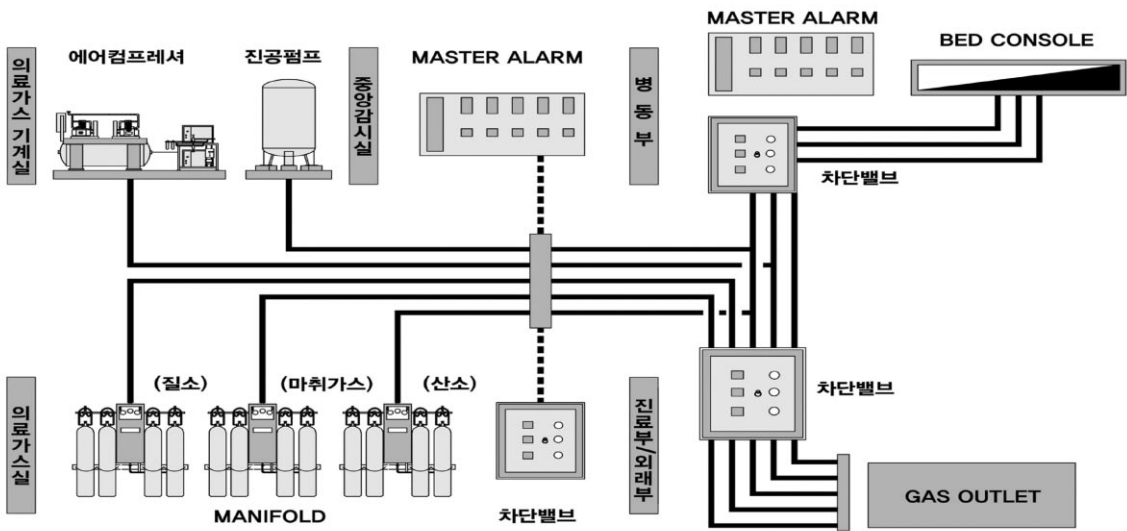
가스명	송기압	용도	공급장치
산소(O ₂)	343 ~ 382 kpa	환자호흡용	• 정치식 저장 탱크식 • 액체산소 탱크 공급장치
아산화질소(N ₂ O)	343 ~ 382 kpa	마취용	• 고압가스용기(압축가스)식 • 자동 변환식 매니폴드 공급장치
액화질소(LN ₂)	1.097 ~ 1.23 kpa	의료용 동력원	• 고압가스 용기(압축가스)식 • 자동 변환식 매니폴드 공급장치
이산화탄소(CO ₂)	343 ~ 382 kpa	의료용 실험실용	• 고압가스 용기(압축가스)식 • 자동 변환식 매니폴드 공급장치
의료용압축공기(AIR)	343 ~ 382 kpa	의료용	• 의료용 압축공기 공급 장치
의료용진공(VAC)	3,724 ~ 7,448 kpa	의료용	• 흡입펌프실 흡입 공급장치
Evacuation(E)	3,724 ~ 7,448 kpa	잉여마취가스 배출	• 흡입펌프실 흡입 공급장치

<표 11> 주요실별 의료가스 공급계획

구분	O ₂	VAC	AIR	N ₂ O	N ₂	E	구분	O ₂	VAC	AIR	N ₂ O	N ₂	E
	병동부	●	●	●	-	-		-	심혈관촬영실	●	●	●	●
중환자실	●	●	●	-	-	-	응급부수술실	●	●	●	●	●	●
수술실	●	●	●	●	●	●	격리실	●	●	●	-	-	-
분만실	●	●	●	●	●	●	외래	●	●	-	-	-	-

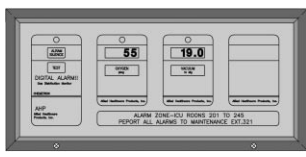
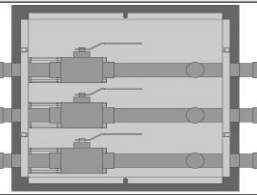
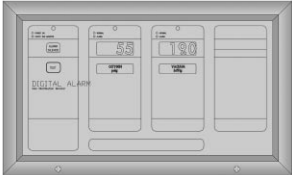
<표 12> 중앙공급장치

구분	Air Compressor	Vacuum Pump	Manifold
개념도			
설치장소	의료가스 기계실	의료가스 기계실	의료가스 기계실
공급가스	압축공기(AIR)	흡인(VAC)	산소, 이산화질소, 액화질소



[그림 7] 의료가스 공급흐름도

<표 13> Alarm 종류 및 설치장소

구분	Master Alarm	Shut-Off Valve	Area Alarm
개념도			
설치장소	중앙 감시실	복도 및 간호 스테이션	간호 스테이션
개요	<ul style="list-style-type: none"> 중앙에서 가스공급 장치 작동여부 감시 기계의 이상 유무 확인 	<ul style="list-style-type: none"> 비상시 전체의 공급을 중단하지 않고 국부지역에 한해서 차단 가능한 밸브 	<ul style="list-style-type: none"> 지역 경보 장치로서 식별이 명확한 장소에 설치하여 가스 압력의 이상유무 감지



당하는 설비로서 각 과별 요구사항을 토대로 표 11, 12와 같이 의료가스의 종류, 실별 사용처 및 사용량을 종합하여 계획하여야 한다. 설계시 중점 고려사항으로는 신뢰성 확보, 장비의 고도화, 첨단화 추구 및 가스 누출이나 정전사고에 대비한 안전성 및 신속한 조치계획 수립하여야 하며, 각 실의 용도에 적합한 제품을 선택하여야 한다. 본 병원에 적용된 중앙공급장치 및 의료가스 공급계획은 표 12과 그림 7과 같으며, 비상시를 대비한 Alarm의 종류 및 설치위치는 표 13과 같다.

맺음말

이상으로 양산부산대학교 병원 실시설계 사례를 주요 설비위주로 살펴보았다. 병원건물은 설비의 꽃이라 할수있을만큼 일반건물에 적용되는 설비시스템을 포함 환자의 치유환경을 고려한 크린룸 설비, 의료가스, 반송설비, 청정도 및 병원균의 2차오염방지등을 고려하여야 하며, 병원내 운영계획에 따른 설비시스템의 원활한 대처를 위한 백업장치 및 예비시스템, 각 설비공간의 여유공간을 계획하여야 한다. 이에 병원설비 설계시 중요하게 고려해야할 사항은 수술실, 중환자실등 중요실의 비상시 고려, 청정실에 따른 차압유지, 오염물질 배기에따른 적정한 필터 적용 및 중요실의 배기팬은 비상시를 고려하여 복수로 계획, 공조, 위생부

문의 정확한 부하예측과 장래 변동가능성을 고려한 적절한 용량을 산정하는 것이 중요하다 생각된다. 마지막으로 병원설비의 국내 사례가 충분하지 않으므로 양산부산대학교병원이 병원 설계시 사례 및 설계기준을 계획하는데 조금이나마 도움이 되었으면 하며, 양산 부산대학교병원의 운영이 순조롭게 진행되고 내원하는 모든 환자들의 빠른 쾌유를 기원한다.

참고문헌

1. ASHRAE, 2003, ASHRAE Handbook, HVAC Applications, Chap. 7 Health Care Facilities.
2. Healthcare Engineering Association of Japan, 1998, Design and Management Guide of the HVAC of Hospitals, HEAS-02-1998, pp. 6-12.
3. ASHRAE, 2001, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard 62-2001, Section 6, p. 10.
4. 정종립, 오병탁, 김효준, “종합병원 특수실의 환기 사례 연구”, 대한설비공학회 2004년도 하계학술발표대회 논문집, pp. 225~230, 2004.
5. 정종립, 황호구, 정재훈, “대학병원 턴키설계 사례”, 대한설비공학회 2006년도 공조부문 학술강연회, pp.27~38, 2006.