

# 경륜 돛경기장 기계설비 설계사례

변운섭

(주) 우원 M&E (bws@wwnme.com)

강호석

(주) 우원 M&E (redness@chollian.net)

## 건물 개요

- ① 사업명 : 경륜 돛경기장 건립공사
- ② 위치 : 경기도 광명시 광명동 452
- ③ 구조 : 철골 및 철근콘크리트구조
- ④ 건축면적 : 29,386.50 m<sup>2</sup>
- ⑤ 연면적 : 73,950.60 m<sup>2</sup>
- ⑥ 규모 : 지하 1층, 지상 6층

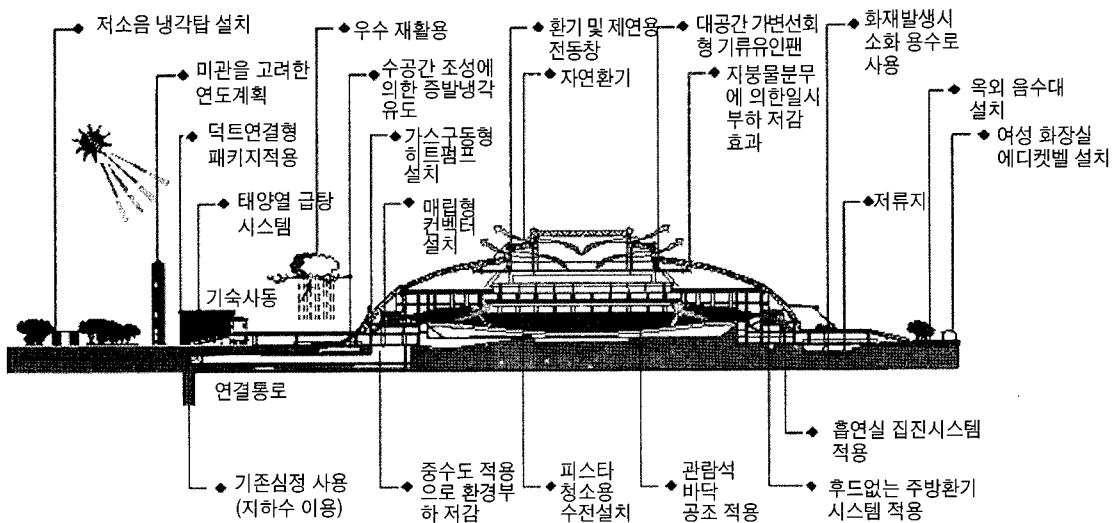
## 기계설비의 기본방향

### 이용자에 대한 배려

사례조사를 통해 관람객, 선수, 운영자와 인근 거주자의 특성을 조사하고 쾌적하고 안전하게 시설을 이용할 수 있도록 계획

### 건축조건과 주변시설에 대한 고려

돛경기장의 대공간, 넓은 지붕면적 등의 건축 조건과



[그림 1] 기계설비 주요 적용사항

**설계사례**

목감천 등의 주변환경을 고려한 설비시스템 계획

**환경친화적 경륜경기장 구현**

빗물, 자연환기, 주변 저류지의 물, 태양열 등을 활용하는 환경친화적 계획

**경륜장계통 주요설비계획**

**주간 이용자 스케줄 분석**

- 월요일 오후, 화요일 휴무 비상계통만 운영
- 수요일 운영시설계통 정상 운영
- 목요일 선수입소로 선수훈련계통 운영 시작
- 금, 토, 일요일 경륜 진행 최대 경륜 관람객 (25,000명) 입장

**부하특성**

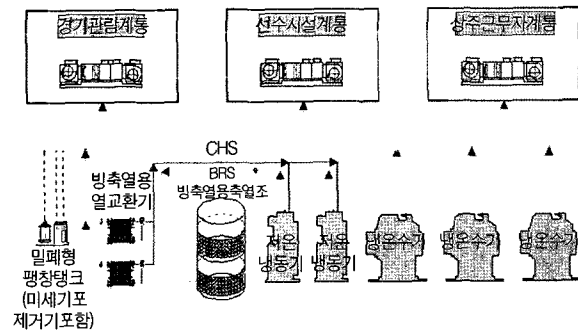
- 대공간 특성상 예열, 예냉 부하가 크게 발생, 운영 시설 주간 상시부하 존재
- 경륜 개최시(금,토,일) 피크부하 발생

**열원설비**

- 냉열원설비  
경제적이며, 부하대응성이 우수하고, 환경친화적인 "빙축열 30% + 냉온수기 70%" 선정 (그림 2)

①빙축열시스템

- 신속한 예냉운전으로 상시부하 및 경륜 개최시 기저부하감당
- 저온냉동기 231/153 USRt × 2대

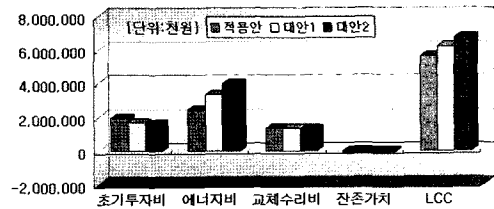


[그림 2] 냉열원 계통 흐름도

- 축열조 2,900 USRt × 1대
- ②흡수식 냉온수기
  - 경륜 개최시 피크부하감당
  - 흡수식 냉온수기 550 USRt × 3대 (냉난방 겸용)
- ②냉열원 설비LCC분석 (그림 3)
- ③부하별 운전계획 (그림 4)
  - 온열원설비  
경제적이며 대용량 대응이 용이한 "노통연관식 증기보일러 + 냉온수기" 선정 (그림 5)
    - 흡수식 냉온수기 1,663,200 kcal/h × 3대 (냉난방 겸용)
    - 노통연관식 증기보일러 3.0 t/h × 2대 (가습 및 급탕용)
- ①온열원설비LCC분석 (그림 6)
  - 순환배관계통 유량분배 적정성 검토
    - 유동 해석을 통한 최적의 배관시스템 설계
    - 냉온수 배관 유속분포 : 0.82~2.41 m/s
    - 냉온수 배관 압력분포 : 1.5~4.5 kgf/cm<sup>2</sup>

**공기조화 및 환기설비**

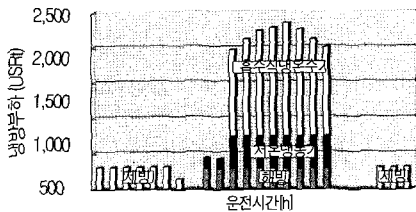
- 경륜장 공조방식 (그림 7)
  - 거주역 공조 + 대공간 가변선회형 기류유인팬
  - 경륜장 객석부 : 객석 하부 취출 (거주역 공조)
  - 경륜장 대공간 환기 : 가변선회형 기류유인팬(상층부 고온정체 방지)
  - 하부취출로 인한 드래프트 방지를 위하여 취출 속도 0.5~1.0 m/s 이하로 유지 (그림 8)



적용안	대안 1	대안 2
빙축열30% + 냉온수기70%	냉온수기 100%	터어보30% + 냉온수기70%

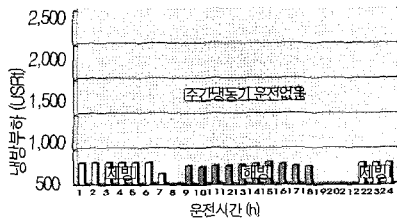
[그림 3] 냉열원설비 LCC 분석

주간	야간
- 냉온수기 : 550 USRt × 3대	- 저온냉동기 : 153 USRt × 2대
- 저온냉동기 : 231 USRt × 2대	- 축열조 축냉 : 2,900 USRt-h
- 축열조 방냉 : 2,900 USRt-h	



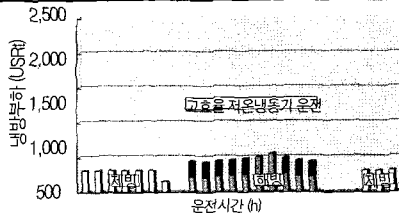
①축열조, ②저온냉동기, ③냉온수기 순으로 운전  
(a) 금,토,일요일 : 전계통 운전, 피크부하(2,355USRt)

주간	야간
- 저온냉동기 : 운전정지	- 저온냉동기 : 153 USRt × 2대
- 축열조 방냉 : 2,720 USRt-h	- 축열조 축냉 : 2,720 USRt-h



냉동기 운전없는 축열조 단독운전  
(b) 수요일 : 운영시설만 운전, 피크부하(320USRt)

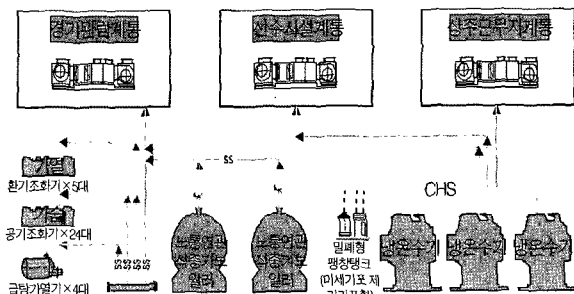
주간	야간
- 저온냉동기 : 231 USRt × 2대	- 저온냉동기 : 153 USRt × 2대
- 축열조 방냉 : 2,900 USRt-h	- 축열조 축냉 : 2,900 USRt-h



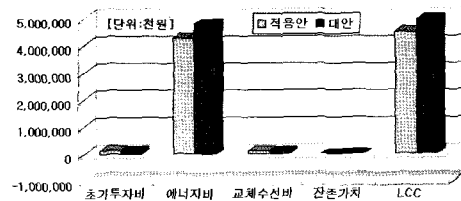
①축열조, ②저온냉동기 순으로 운전  
(c) 목요일 : 운영+운동시설 운전, 피크부하(550USRt)

[그림 4] 부하별 운전계획

- 급기챔버 벽면에 흡음 단열재 및 소음트랩 설치로 실내소음 저감 및 열손실 방지
- 대공간 기류패턴 제어방식 (그림 9)
- 대공간 열환경 시뮬레이션 (난방시)
  - 거주역 공조방식만 적용시
    - 상층부 열성층화 심각 (에너지 낭비)
    - 관중석 일부 영역에서 설계온도 이하 발생
    - 대부분의 영역에서 기류정체 발생

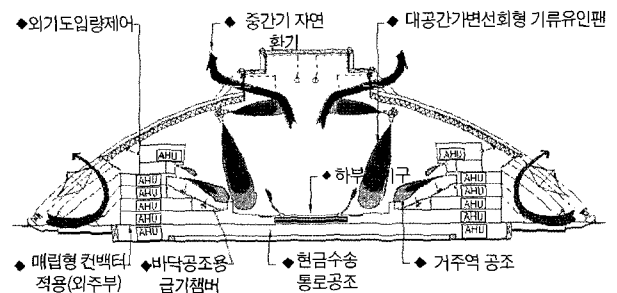


[그림 5] 온열원계통 흐름도



적용안 < 대안  
 노통연관식 증기보일러 < 관류형 증기보일러

[그림 6] 온열원설비 LCC 분석

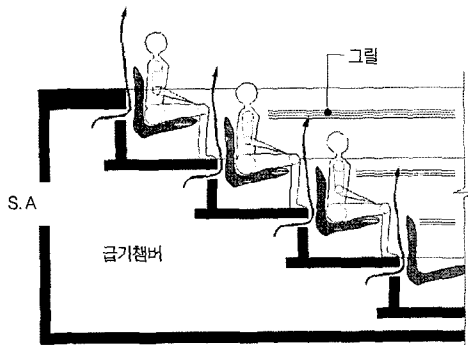


[그림 7] 경륜장 공조 및 환기방식 개요도

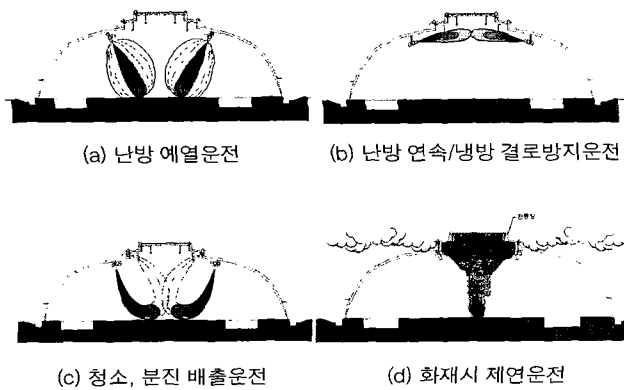
**설계사례**

- 거주역 공조 + 가변선회형 기류유인팬 적용시
  - 관중석 대부분의 영역에서 설계온도 이상의 온도 유지
  - 천장부에 설치된 기류유인팬에 의한 대형 순환기류 발생
  - 관중석에 미풍(0.5 m/s이하)을 발생시켜 쾌감도 향상
  - 대형 하향 순환기류 형성으로 열성층화 해소

- 기타시설 공조방식 (그림 10)
  - 운동시설 : 정풍량 단일덕트 + 컨벡터 (삼림욕공조시스템)
  - 식당 및 주방 : 정풍량 단일덕트 + 후드없는 천장환기 시스템

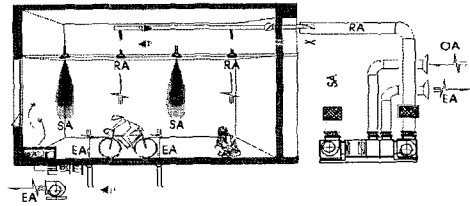


[그림 8] 거주역 공조 (객석 하부 취출)

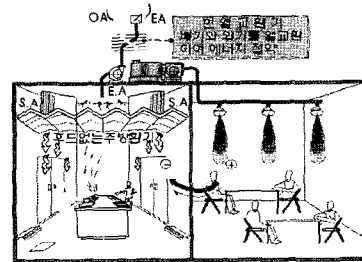


[그림 9] 대공간 기류패턴 제어방식

- 환기설비 (그림 11)
  - 흡연실 제연시스템 : 집진파티션 및 테이블 설치 미세 흡연분진 제거

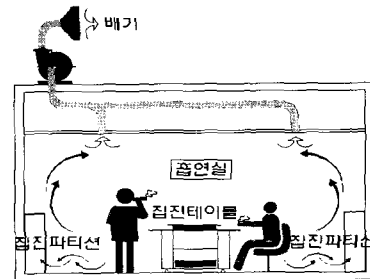


(a) 운동시설

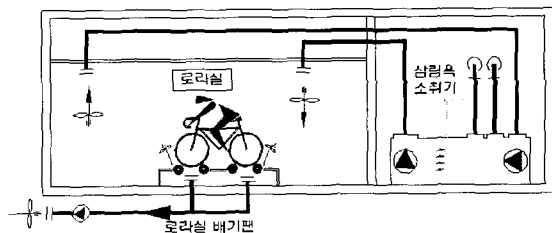


(b) 식당 및 주방

[그림 10] 기타시설 공조방식



(a) 흡연실 제연시스템



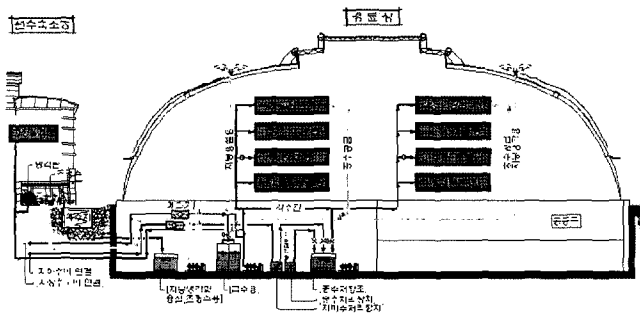
(b) 톨러실 배기시스템

[그림 11] 환기설비

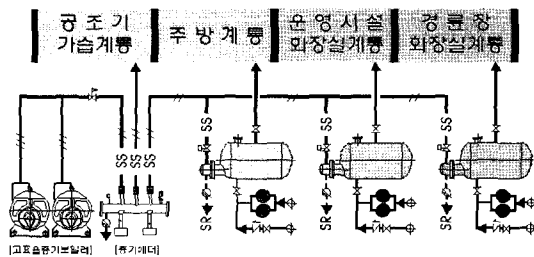
- 롤러실 배기시스템 : 롤러 하부 국소배기, 타이 어분진 제거 용이, 삼림욕공조로 땀냄새 제거
- 흡연실 공기청정도 시뮬레이션
- 제연시스템 적용후, 담배연기의 농도가 급속도로 낮아져 공기청정도 향상
- 환전실 지폐분진 제거용 제진시스템 적용

**위생설비**

- 급수설비 (그림 12)
  - 급수방식 : 시직수 + 가압펌프 방식 병용
  - 수원 : 시수, 중수, 우수 등
  - 경기장 급수 주배관은 환상배관을 적용하여 필요개소에 균등압력 급수
  - 종합 수자원 활용계획
  - 급수압 시뮬레이션
  - 환상 급수배관이 적용된 경륜장 계통은 3.8 ~ 4.1 kgf/cm<sup>2</sup> 의 균일한 급수압 유지
  - 건물 내 사용처별 급수압력이 0.8 ~ 4.4 kgf/cm<sup>2</sup> 으로 설계기준 압력 범위 만족



[그림 12] 급수설비 개요도



[그림 13] 급탕설비

- 수충격 시뮬레이션
- 급수가압펌프의 운전중지시 말단부 수충격 및 부압현상 발생
- 사용처 말단부 수격 방지기를 설치하여 배관내 수격현상 완화 및 부압 발생 방지

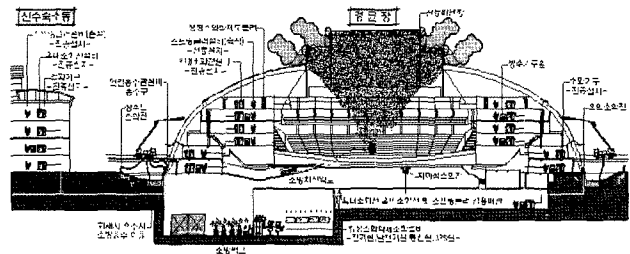
**급탕설비 (그림 13)**

- 운영 및 선수시설용, 관람시설용, 식당용 저탕조 분리 설치
- 배수열 회수 시스템 도입

**소화설비**

**소화설비 개요 (그림 14)**

- 관람시설 및 대공간의 화재특성 분석을 통한 방재 계획 수립
- 국내 및 국외 소화설비 기준 적용으로 화재대응력 상승, 경제적 설계로 유지관리비 절감
- 타설비와 연동이 가능한 통합 감시시스템 구축
- 컴퓨터 모델링을 통한 화재 및 피난 시뮬레이션 적용
  - 피난 안전성 판단 및 원활한 피난 동선 유도
  - 비상시 분산된 코어를 이용하는 수직피난계획 수립
- 존 모델링을 이용한 화재 시뮬레이션으로 존별 적합한 방호계획 수립
- 적용소화설비
  - 소화기, 옥내소화전, 스프링클러, 물분무 등 소화설비, 옥외소화전, 상수도 소화전, 연결송수관 등



[그림 14] 소화설비 개요도

**설계사례**

- 3차원 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 화재 및 피난 분석
  - 대공간 화재 발생 10분 후에도 확산 현상이 전체 공간의 1/3 이하가 되므로 전공간으로 확산될 가능성은 없는 것으로 판단됨
  - 화재 시뮬레이션 결과, 화재시 연기가 피난 허용 높이까지 하강하는데 600초 이상 소요되며, 피난 시뮬레이션 결과 피난인원이 동시에 피난하는데 약 4분 정도 소요됨
- 설계된 피난구의 폭이나 설치 개수로 안전하게 피난가능

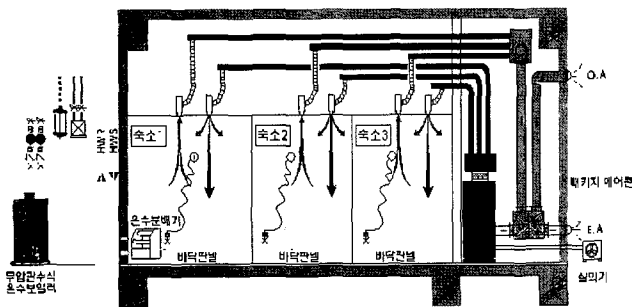
**속소동 주요설비 계획**

**덕트연결형 패키지 공조기 + 바닥온수코일 (그림 15)**

- 실내 온도에 의해 압축기 스텝제어, 온수코일 실별제어로 쾌적한 환경 조성
- 알루미늄 방열패드 사용으로 열골현상 해소 및 에너지 절감

**태양열 급탕 시스템 (그림 16)**

- 일영 시뮬레이션을 통해 태양열급탕 시스템 적용성 평가
- 부족한 열량은 보일러를 이용하여 공급
- 일영 시뮬레이션
- 시뮬레이션 방법 : solar view method 태양의 고도각과 방위각을 3차원 모델링
- 매 시각별 태양의 위치(solar view)에서 해당 분석면의 일조유무 및 집열가능량 확인



[그림 15] 덕트연결형 패키지 공조기 + 바닥온수코일

- 태양고도가 가장 낮은 동지(12월 21일)의 일출 후 일몰까지 분석
- 총 일조시간 7시간 이상으로 집열판의 위치는 적절 (굴뚝의 영향을 최소화하기 위해 속소동 북측 지붕면에 설치)

**자동제어설비 계획**

**호환성 고려**

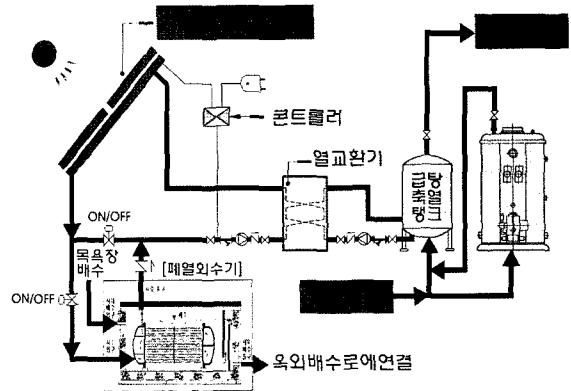
- 전력/조명/기계/방재 통합제어 시스템 구축
- 향후 경륜장 개보수에 대응이 용이한 개방형 시스템
- 정보통신망을 이용한 직접 접속형 시스템 구축
- 표준개방형 제어방식 (BACnet/Lonworks)
  - BACnet지원으로 호환성 확보
  - 제어레벨 Lonworks채용

**실내환경 최적화 및 에너지 절감**

- 쾌적지표에 의한 외기도입량 제어
  - PMV를 이용한 외기도입량 제어로 쾌적성 향상
- 오염외기 유입 차단 제어
  - 황사/먼지 농도초과시 외기댐퍼 폐쇄

**시스템 안정성 확보**

- 비상시 관리자에 문자정보 송신
- 화재시 공기조화기 재연 검용
- 방재센터/중앙감시실 이원화 및 백업기능 강화



[그림 16] 태양열 급탕시스템

- 시스템 보안성능 강화
- 동파방지 운전 계획

**유지관리 및 제어성 향상**

- 빌딩커미셔닝 도입으로 체계적 시스템 관리
- 예방정비를 통한 기기 수명 연장
- 시스템 운전 데이터 이력화
- 중앙 및 현장제어 방식 병용

**기타설비 계획**

**쓰레기 처리설비**

- 폐기용 쓰레기 : 인력수거방식
- 음식물쓰레기
  - 완전소멸식 음식물 쓰레기 처리설비 적용
  - 잔존물이 없어 위생성 향상
- 재활용 쓰레기
  - 종이, 유리, 캔 등 재활용 쓰레기는 분리수거 후 용역처리
- 캔 압축설비 적용 (수거 ▶ 압축 ▶ 이송)

**주방설비 (그림 17)**

- 주방설비 HACCP(식품위해요소 중점관리기준) 적용
- 천장면 전체를 배기후드로 이용
  - 미관 양호, 환기성능 향상, 유지관리 용이



(a) 기존 주방후드 환기시 (조리 연기 정체)      (b) 천장환기시 (환기성능 양호)

[그림 17] 주방설비

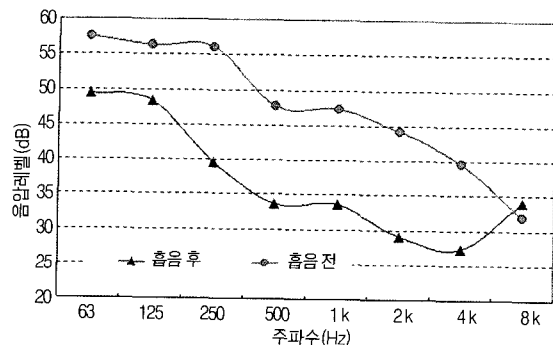
- 주방기구 배치 변경에 대응성 용이
- 주요 자재 스테인리스 강판 적용
- 외기량이 많은 주방 배기계통 현열교환기에 의한 열회수, 에너지 절감

**가스설비**

- 단지내 지역 정압기실에서 각각 기계실(중압) 및 주방용(저압)으로 공급
- 매설 가스관 상부에 탐지형 경고시트를 부착, 굴착 시 배관파손 등 안전사고 방지
- 가스 누설 자동차단시스템 적용으로 누출사고 방지

**방음방진설비**

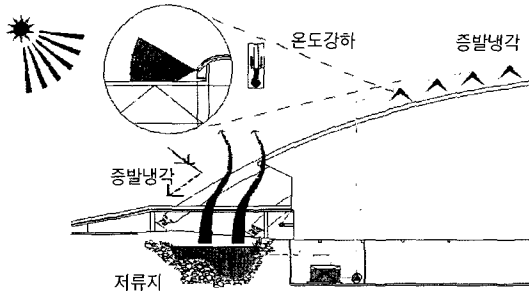
- 주요 방음방진 대책
  - 소음 시뮬레이션을 통해 기계실 소음 전달 방식 계획 수립
  - 진동에너지 흡수형 신제진 장치 적용 - 공조기 등
  - 기계실 및 공조실 이중문, 흡음벽, 하부가대설치 등 적용 기계소음 및 진동의 거주환경으로 확산 방지
  - 냉각수 및 소화용 펌프주위 배관에 무용접 접합 방식 적용, 내진 성능 향상
- 기계실 소음 시뮬레이션
  - 해석 조건 및 방법
    - 기계실 예상소음도 : NC-90 이상
    - 기계실 상부층 사무실 소음기준 : NC-40 이하
    - 기계실 천장 흡음처리에 따른 상부층 사무실의 실내 소음 영향 평가
  - 기계실 천장구조에 따른 실내 소음영향 분석



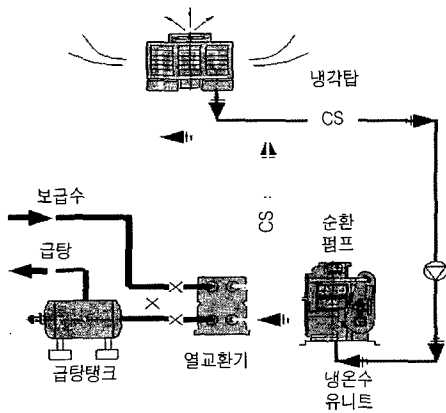
[그림 18] 흡음처리 전후의 음압레벨 변화

## 설계사례

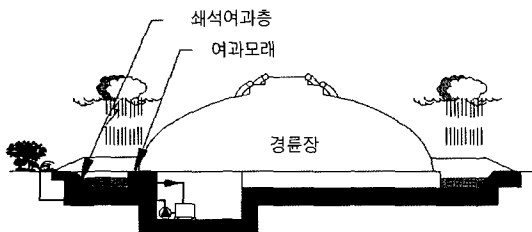
- 기계실 천장에 흡음처리를 하여 상부층 사무실에 전달되는 소음영향을 평가한 결과 미적용시 NC-47, 적용후 NC-38 로 사무실 소음기준인 NC-40 이하를 만족하게 개선됨(그림 18)



[그림 19] 지붕살수 증발냉각 시스템



[그림 20] 냉각탑 응축열 회수 시스템



[그림 21] 우수재활용 시스템

## 에너지 절약계획

### 자연형 에너지 절약계획

- 전동식 차양장치
- 지붕면 단열강화
- 돔하부에 처마개념 적용
- 고단열 복층유리 적용
- 자연환기용 전동창 설치
- 저류지 증발 냉각 효과

### 설비형 에너지 절약계획

- 지붕살수 증발냉각 시스템 (그림 19)
  - 고온의 돔 지붕면에 살수, 증발잠열을 이용하여 냉방부하 저감
  - 동절기에는 융설용으로 활용, 설하중 감소
- 냉각탑 응축열 회수 시스템 (그림 20)
  - 냉각수 배열을 급탕보급수 예열용으로 활용
  - 급탕부하 절감 및 냉각탑 효율 향상
- 우수재활용 시스템 (그림 21)
  - 경륜장 주위 저류지에 우수를 유도하여 폭우시 피해 최소화
  - 우수의 재활용 (조경용수)
- 가스구동 히트펌프
  - 경륜장 shop계통 개별 냉난방시스템으로 적용
  - 압축기 엔진 회전수 제어, 히트펌프 채용으로 에너지 절감

- 중수도 및 지하수 활용 시스템
  - 주방배수를 제외한 위생배수를 중수처리하여 세정용수로 재활용
  - 부지내 지하수를 세정용수로 활용

- 흡연실 배기열 회수
- 주방 현열교환기
- 태양열 급탕시스템 ☀️