

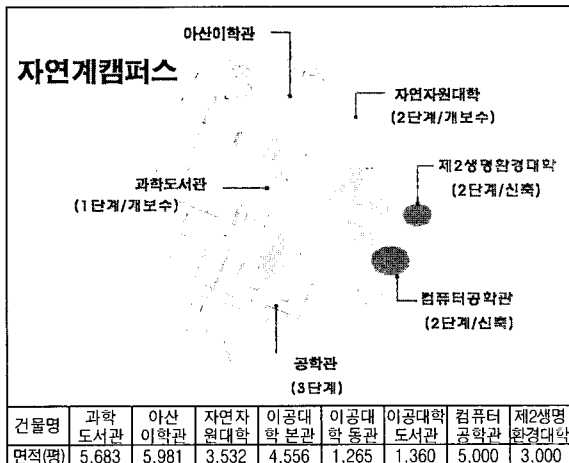
# 고려대학교 자연대학 캠퍼스 마스터플랜과 과학도서관 개보수

정임수

## 개요 및 개보수 범위

고려대학교 과학도서관 개보수 영역은 건축 범위가 화장실로만 한정된 관계로 기계설비가 주가 되어 추진한 것이 특징이다. 이러한 이유로 용역 계약시 사전에 충분히 고려하여야 할 것이 여러 가지가 있다. 예를 들면, ①명쾌한 용역범위의 설정, ②냉각탑 등 하중 증가에 따른 구조의 안정성 평가, ③준공도서의 확보 유무와 정확성 정도 파악, ④물 사용실의 신설과 확장 유무, ⑤발주처의 집행가능한 예산범위 등이 있다.

금번 사업의 범위는 크게 두 영역으로 구분된다. 고려대학교 자연대 캠퍼스(그림 1) 일부 열원 마스터플랜 개보수와 이 마스터플랜 상의 파워플랜트가 위치하고 있는 과학도서관 개보수이다. 그리고, 예상 공사 단계별 상세 개보수 범위는 표 1과 같다.



[그림 1] 자연계 캠퍼스 전체 배치도 및 건물 면적

과학도서관의 용도는 사무실, 강의실, 열람실, 서고, 강당, 전산실 등 여러 가지 실들이 공존하며, 각실별 사용시간대의 차이가 있고, 연면적 약18,700㎡, 지하

<표 1> 공사 단계별 개보수 주요 내용

건물명	개보수 주요 내용(2001년)	1단계 2001년 방학 부터	2단계 신축 건물 계획시	3단계 공학관
과학도서관 개보수 (아산이학관)	✧ 열원설비 - 추후 2, 3단계 개보수 및 신축건물을 고려한 공동구 계획 및 기계실 배관 설치 - 기존 노후화된 냉동기와 보일러 철거 [냉열원 : 300Rt × 2대, 터보냉동기] [온열원 : 4ton/h × 2대, 증기보일러] - 기존 냉/온열원 관련 펌프류는 철거 - 터보냉동기용 냉각탑 철거(2대) - 흡수식 냉온수기 신설 - 흡수식 냉온수기용 냉각탑 신설 ✧ 공조/환기설비 - AHU(내주부)+FCU(외주부)로 변경 - 공조기별 배기팬을 설치 - 화장실 배기팬 교체, 신설 ✧ 위생설비 - 화장실 개보수 및 위생기구 설치 - 고가수조 방식을 부스터 펌프 방식으로 교체	○		
자연자원대학 제2생명환경대학 공학관 컴퓨터공학관	✧ 신축건물 계획시 아산이학관, 생명환경 과학 건물에 냉/온열원 공급 ✧ 급탕/가습을 제외한 배관은 냉온수 겸용배관으로 이용 ✧ 신축건물의 옥상에 흡수식 냉온수기용 직교류형 냉각탑 신설 ✧ 공조설비 - AHU(내주부)+FCU(외주부)로 공조 방식 변경 ✧ 위생설비 - 과학도서관에 설치된 부스터 펌프에 의한 급수 공급		○	○
본관 동관 서관	✧ 1, 2단계에서는 기존 증기보일러를 이용한 난방방식 유지			○ ○ ○

정임수 (주)한일 엠.이.씨 설계본부(imsu.chung@himec.co.kr)

1층, 지상 6층 규모로 1980년대 중반에 준공되어 부분적인 개보수 공사가 여러 차례 수행된 건물이다.

### 설계진행 절차

개보수 설계진행 절차는 그림 2와 같다.

### 개보수 공사의 목적

#### 실내환경개선

공조 시스템의 개선으로 쾌적한 교육 및 업무환경 조성을 주목적으로 하고 있으며, 특히 로비 거주역에 적합한 난방설비 보완으로 겨울철 실내 쾌적함을 향상시키고 강당, 열람실 등에 배기팬을 추가 설치하여 쾌적한 실내 환경을 조성한다.

#### 경제성 향상

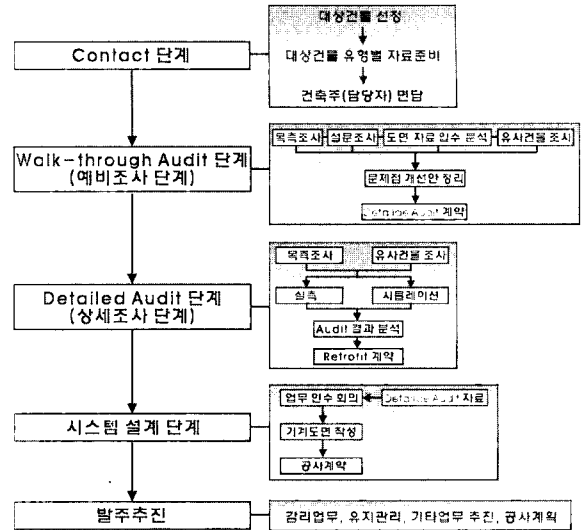
노후된 장비, 배관, 보온재의 교체 및 수선공사로 인한 에너지 손실량 감소로 경제적이고 유지관리가 편리한 공조 및 열원 시스템 구축을 주목적으로 한다. 또한 열원 공급은 1, 2차 펌프 시스템에 의해 열원을 안정적으로 공급한다.

#### 유지관리 용이성

유지관리의 편의성을 위해 추후 인접건물의 개보수 및 철거후에도 신속이 용이하도록 냉/온열원의 일원화를 꾀하여, 건물의 자동제어 시스템 구축으로 시설의 유지관리를 용이하도록 한다.

<표 2> 열원설비의 기존현황과 개보수 후의 열원설비 현황

	기존현황	금번 공사분(1단계)	추후 공사분(2단계)
공사 구분	과학도서관, 아산이학관	과학도서관(개보수), 아산이학관	생명 환경과학대학(개보수) 제2생명 환경과학대학(신설) 컴퓨터공학관(신설)
냉열원	터보냉동기 : 300 Rt×2 흡수식냉동기 : 300 Rt×1 ⇒ 900 Rt	흡수식냉동기 : 300 Rt×1 (재사용) 흡수식냉온수기 : 600 Rt×1 (신설) ⇒ 900Rt	흡수식냉온수기 600 Rt(1단계) + 흡수식냉온수기 600 Rt×2(신설) ⇒ 1,800 Rt
온열원	증기보일러 4 ton × 2 7 ton × 2	증기보일러 7 ton × 2 흡수식냉온수기 600 Rt×1 (신설)	증기보일러 7 ton × 2(급탕, 가습용) 흡수식냉온수기 600 Rt×3 (2대 신설)



[그림 2] 개보수 설계진행 절차 개요

#### 기능성 향상

노후화된 장비의 교체로 성능과 효율의 향상을 꾀하고 건물의 수명 연장과 가치를 향상시킨다.

#### 기존현황 및 개선방향

##### 열원설비

• 열원설비 개보수 기본방향

- ① 기존의 노후화된 열원설비의 교체를 통한 기능성 향상시킨다.
- ② 추후 신축되는 건물의 개략 부하계산을 통한 열원용량을 재선정 한다.
- ③ 안정적인 열원공

급 및 유지관리의 편리성을 고려한다. ④ 단계별 개보수를 고려한 합리적인 열원 공급방식을 계획한다.

• 열원설비 현황

금번 공사분에서는 냉·온열원 모두 기존 노후화된 터보냉동기와 4 ton/h 증기보일러를 철거하여 흡수식 냉온수기를 설치하고, 1~2차 펌프 시스템에 열원을 공급한다. 표 2는 열원설비의 기존현황과 개보수 후의 현황을 나타내고 있다.

• 기존현황 및 개선방안

- 기존현황에 따른 문제점

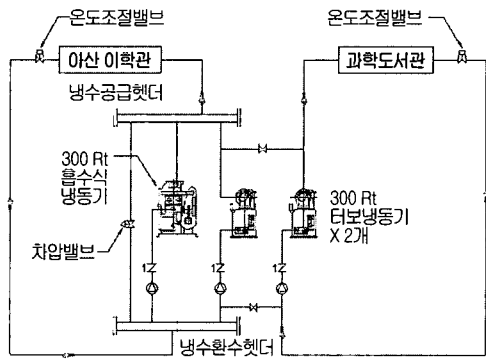
냉열원은 아산이학관용 300 Rt 흡수식 냉동기가 운전될 때, 부하 변동시 냉동기 용량제어가 되지 않으므로 전기 구동 터보냉동기를 가동하게 되어 이에 따른 높은 전력요금을 부담하게 되고, 장비의 노후화로 운전경비의 과다 및 고장의 위험을 증가시키고, 또한 건물의 신축으로 열원용량의 부족을 초래한다. 온열원은 장비의 노후화로 인한 장비효율의 감소와 고장율

<표 3> 열원시스템의 개선방안 및 개선효과

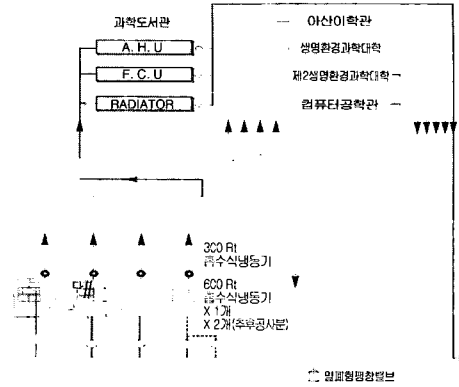
구분	개선 방안	개선 효과
냉열원 시스템	- 냉열원 시스템 개선 · 터보 냉동기 철거, 흡수식 냉온수기 설치 - 과학도서관 기계실에 파워플랜트를 조성하여 효과적인 열원설비 및 에너지 관리 유도 - 과학도서관, 아산이학관 및 신축건물을 고려한 설비 용량 재선정	- 흡수식 냉온수기를 이용하여 냉온수를 공급하여 설치공간 감소, 운전비 절감. - 파워플랜트 조성 및 냉열원 설비 재시공으로 과학도서관, 아산이학관 및 신축 건물에 안정적인 열원 공급과 효과적인 에너지 관리
온열원 시스템	- 노후된 증기보일러의 교체 기존 보일러 4,000 kg/h×2대를 철거 후 흡수식 냉온수기를 이용하여 난방부하 담당 - 온열원 단일화 계획	- 건물에 안정적인 온열원 공급 - 신축 건물에 온열원 공급 계획 수립 - 온열원 단일화에 따른 유지관리의 편리성 확보

<표 4> 기타 열원 시스템

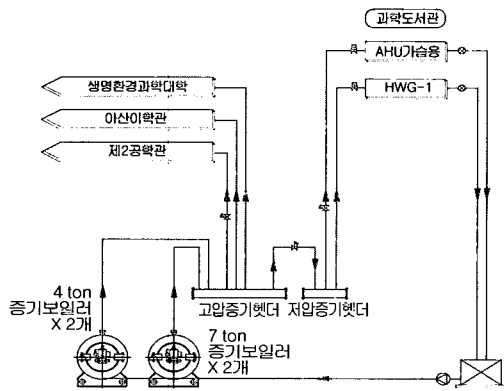
기존 시설조사 결과	설계추진 방향
- 냉각수 계통 1) 터보냉동기용 대향류형 냉각탑 2대 설치 2) 냉각수 순환펌프 96년 신설함 3) 냉각탑 추가 설치시 옥탑층 구조의 강도가 취약	- 대향류형 냉각탑 철거후 흡수식 냉온수기 용량에 맞는 직교류형 냉각탑 설치. - 냉각수 용량 검토후 냉각수 순환펌프 추가 증설. - 냉각탑은 추후 신축건물에 설치
- 배관계통 1) 배관이 노후화 됨	- 공조배관 교체.
- 펌프 시스템 1) 1차 순환펌프 시스템으로 구성되어 터보냉동기와 흡수식 냉동기가 같이 운전할 때 흡수식 냉동기가 정지하는 문제점 발생	- 1, 2차 펌프시스템으로 변경하여 2차측용량에 맞는 유량을 안정적으로 공급 - 펌프 토출측에 정유량 밸브 설치
- 연도 사이즈 1) 기존 증기보일러용 연도 (1,000×1,500 mm)	- 기존 4 ton 증기보일러를 철거하면 증기보일러 7 ton 2대와 냉온수기 3대 수용 가능
- 가스공급 배관 계통 1) 기존 증기보일러 4 ton×2대, 7 ton×2대의 가스사용량이 1,648 Nm <sup>3</sup> /h이며, 관경은 200φ	- 추후 개보수시 흡수식 냉온수기 3대, 증기보일러 1대의 가스사용량은 1,133 Nm <sup>3</sup> /h으로 기존 배관을 그대로 사용가능



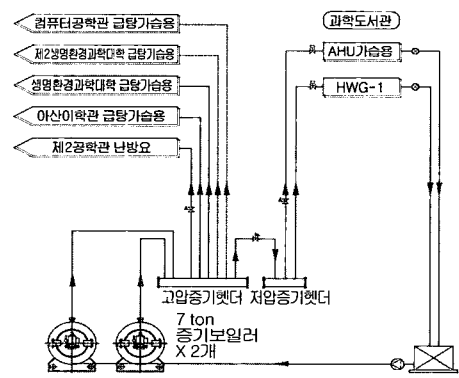
(a) 기존 냉열원 계통도



(b) 개선후 냉열원 계통도

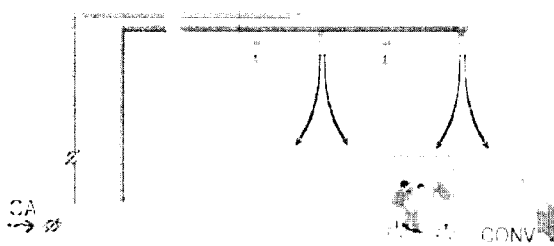


(c) 기존 온열원 계통도

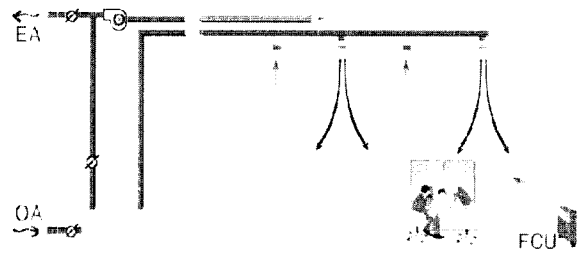


(d) 개선후 증기열원 계통도

[그림 3] 열원시스템 개통도



(a) 기존 공조방식 개념도



(b) 개선후 공조방식 개념도

[그림 4] 공조시스템 개념도

및 위험성을 증가시키고, 건물의 신축(약 8000평)에 따른 온열원 용량 부족과 열원의 이원화(온수, 증기)로 유지관리의 어려움을 초래한다.

표 3에는 열원 시스템의 개선방안과 개선효과를 나타내고 있다. 표 4에는 열원에 부속된 것들에 대한 기존 현황과 설계추진 방향을 나타내고 있다. 그림 3에 기존의 냉열/온열 계통도와 개보수 후의 열원 계통도를 나타내고 있다.

**공조설비**

• 기존층 공조 시스템

기존 공조방식은 AHU(전공기방식) + 컨벡터(난방)로 사용하지 않는 실에도 공기가 계속 공급되고 각 실별 자동제어설비가 설치되어 있지 않으므로 에너지 과다 낭비를 초래하며, 공기조화 계통에 별도의 배기

<표 5> 기타 공조 시스템

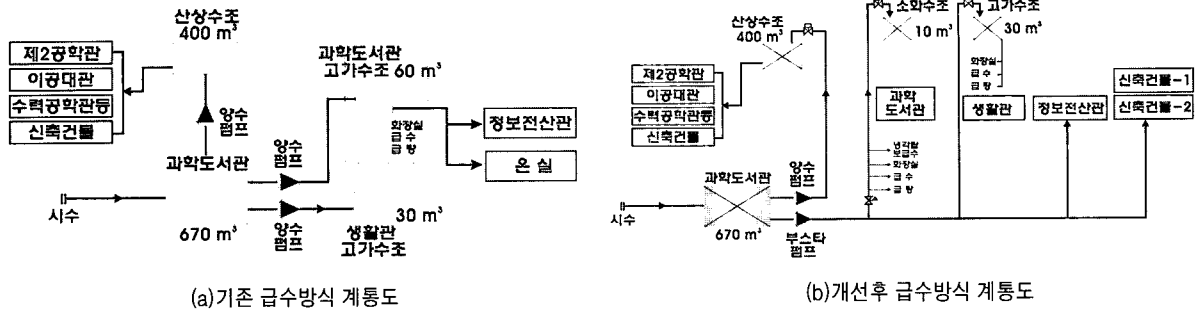
기존 시설조사 결과	설계추진 방향
- 공조실 1) 지하층 공조기 및 공조덕트 배관 노후화 심함 2) 6층 공조실 공조기에 리턴팬이 없어 실내공기만을 순환시키므로 실내환기 불량 3) 공조배관 및 공조기 코일 필터의 노후화 심함	- 지하층 공조기 및 공조배관 전체 철거후 신설 - 공조덕트는 청소하여 재사용 - 공조기 배기팬을 설치하여 실내공기 일부를 배기하고 신선외기를 도입하여 실내 환경 개선 - 공조기 케이스 및 급기팬을 제외한 공조배관 및 공조기 부속품 교체, 필터는 프리필터만 설치
- 열람실, 지원사무실 1) 실의 일부는 FCU가 설치되고 일부는 컨벡터로 설치됨 2) 공조배관은 리버스리턴 배관으로 되어있고, 배수배관 누락, 배관의 관경이 난방전용으로 설치되어 있음	- 실 전체를 FCU로 교체 - FCU배관 전체 철거후 신설 - 드레인 배관 추가 설치 - 부하계산에 의한 최적의 배관경 선정
- 강당 1) 급기 토출 및 환기구가 천장에 설치되어있고 무대뒤에 급기덕트에서 플렉시블 덕트를 이용하여 하부까지 떨어뜨려 급기 2) 강당 뒤면에 리턴 덕트가 하부까지 내려옴	- 천장에서 급기하고, 환기는 무대 전면하부에 환기구를 설치하여 하부 리턴방식으로 변경 - 플렉시블 덕트 삭제 - 리턴 덕트 철거후 덕트 사이즈를 확대하여 무대 하부에 연결 - 무대 후면 결로방지 등을 고려하여 FCU 설치
- 로비 1) 급기그릴이 로비 상부 측벽에 설치 2) 로비 출입측이 전면 유리 및 여닫이 문으로 구성되었고 별도 난방기구가 없음	- 로비하부 측벽에 FCU설치
- 화장실 1) 무동력팬이 설치되어있고, 화장실 배기그릴 부족하여 취기가 배기되지 않고 복도로 확산됨. 2) 화장실이 협소	- 무동력팬을 철거하여 강제 배기팬 및 배기그릴을 추가 설치하여 환경개선 - 화장실 LAYOUT 정리

덕트가 설치되어 있지 않으므로 실내의 환기상태가 불량하다.

그림 4와 같이 개선후 공조방식은 AHU(최소외기 공급)+FCU(냉난방)방식으로 변경하여 최소외기 공급과 FCU 원격제어로 에너지 절약 및 유지관리를 용이하도록 하였고, 배기덕트와 배기팬 설치로 실내 환기를 원활하게 하였다.

**위생설비**

기존의 급수방식은 그림 5(a)와 같이 과학도서관 기계실에서 양수펌프를 통해 산상수조 및 고가수조를 이용하여 자연수압에 의해 각 건물별로 공급되어, 유지관리가 불편하고, 정보전산관의 경우 수압 부족의 문제점을 야기시키고 있다. 개보수 이후의 급수방식은 그림 5(b)와 같이과학도서관의 기계실에 부스타



[그림 5] 급수 공급 계통도

펌프를 설치하여 과학도서관, 생활관, 정보전산관, 신축건물 등으로 급수를 공급하고, 기존의 양수펌프를 통해 산상수조를 이용하여 자연수압에 의해 각 건물 별로 공급한다.

• 기존현황 및 개선방안

기존에 설치된 화장실 기구(벽부형 소변기)는 화장실 레이아웃변경 및 유지관리가 용이한 바닥설치형 소변기로 변경하고, 노후된 급수배관(강관으로 부식이 심함)의 경우는 80A이하 배관은 동관으로 100A 이상 배관은 SUS배관으로 교체하고, 오·배수 배관의 경우는 입상배관은 재사용하고 층별 가지배관은 전체를 철거 후 신설한다.

**자동제어 설비**

• 기존현황 및 문제점

-기존현황

자동제어 시스템이 완전하게 구축되어 있지 않고, 최근 설치된 일부 FCU에만 로컬제어 시스템이 설치되어 있다.

(1) 과학도서관

- 공조기 10대의 기동/정지 운전 원격제어
- 기타 냉동기 3대, 보일러 4대, 급탕탱크, 열교환기 등 수동운전
- FCU 존 (10존)은 기계실에서 별도 제어반으로 운전

(2) 아산 이학관

- 공조기 4대, 열교환기 1대, 고가수조, 저수조, 집수정 등의 기동/정지 운전 원격제어
- 공조실에 자동기기가 설치되어 있으나 오차가 심함

(3) 생활관

- 공조기 1대, 냉온수기, 보일러, 급탕탱크 등을 과학도서관 지하 기계실에서 로컬 관넬로 제어

(4) 제2공학관, 생명환경 과학관

- 중기를 공급받아 방열기로 난방
- 자동제어 운전시설 전혀 없음

- 문제점

기기의 효율적인 운전 및 유지관리가 어려워 에너지, 유지 관리비 및 인력 낭비를 초래하고, 기존 시설들이 착공시부터 자동제어 시설계획을 세워 공사한 것이 아니라 필요에 의해 추후 추가 시설을 한 것으로서 열악한 환경으로 운전되고 있으며, 설치되어 있는 시설물조차 오차가 심하거나 작동이 전혀 않는다. 제2공학관, 생명환경 과학관은 제한적인 설비 시설로 인하여 자동제어 설비가 설치조차 되어 있지 않아, 기존 시설물들은 원격제어 이상의 자동제어 기능이 없다.

**개선방안 및 효과**

• 개선방안

기계설비 시스템에 진보된 중앙관제 자동제어 시스템을 도입하여 효율적인 운전 계획 및 주기적인 유지관리 계획을 수립한다.

(1) DDC 방식 채택

옥탑층 및 기계실 공조실에 DDC를 설치하여 관제 시스템 방식으로 제어한다.

(2) 공조기 제어

기동/정지외에도 밸브, 댐퍼를 온도 및 습도에 의해 비례제어한다.

(3) FCU 존 제어

별도 제어반에서 DDC로 이설하여 시스템으로 제어한다.

(4) 급탕탱크, 열교환기 제어

급수설정 온도에 의해 밸브를 비례제어 한다.

• 개선효과

기기의 고효율 운전 및 원격 자동제어로 운전비 및 에너지 절감되고, 통합 관리로 유지 관리비 절감 및 인력 절감 가능하며, 기동/정지 원격제어의 기초적인 자동제어에서 벗어나 온도 및 습도데이터와 설정치에 의한 완전 자동제어 실현과 각종 에너지 관련 프로그램을 컴퓨터를 이용하여 활용함으로써 실질적인 유지 비용을 절감한다.

### 개보수 공사계획

#### 전제조건

예상 개보수 기간은 2001. 08. 01부터 2002. 02. 28까지이며, 건물은 사무실, 강의실, 열람실, 서고, 강당, 전산실 등 여러 가지 기능을 계속 유지하면서 개보수 공사가 이루어져야 한다.

공사 계획시 고려해야 할 항목들로 ① 각실의 운용 시간 및 용도, ② 폐기물 처리(방법과 적재장 확보), ③ 개보수 범위, ④ 장비 반입 동선 및 방법 등이 있으며, 안전, 화재, 진동 및 소음문제, 누수 및 결로 문제 등에 대한 대책, ⑤ 발주처의 1년간 집행가능한 예산 등도 아울러 세워야 한다.

#### 시간적 공정계획

공사시간은 가능하면 소음, 진동, 분진 등에 의해 제

실자에게 피해가 없는 시간에 하여야 하며, 기계실 등은 냉난방에 지장이 없는 기간(특히 2001년 겨울에 난방에 차질이 없도록 계획)에 작업을 하여야 한다.

#### 공간적 공정계획

물계통 횡주관 공사는 가능하면 상층부에서 시작하여 하층부로 작업을 행하며, 화장실 및 배관 수직 샤프트는 수직계통을 하나로 묶어서 작업을 행한다. 기계실은 일괄처리 하되 냉난방 기간을 피하도록 하고, 평면은 층별, 구역별 로 구분하여 작업을 행한다.

#### 시공중 발생 가능한 예상 문제점

- ① 작업이 필요한 샤프트 앞의 장애물(예를 들면, 가구, 컴퓨터, 등)
- ② 누수, 먼지 등에 민감한 것이 있는 실(예를 들면, 컴퓨터, 책 등)
- ③ 지하1층 덕트 마감의 불명확성(예를 들면, 기 시행된 인테리어 공사시의 문제)
- ④ 팬코일 배관공사시의 천장 철거 및 원상복구 문제
- ⑤ 실마다 열쇠 확보
- ⑥ 공사 가능 기간
- ⑦ 철거물 적재량
- ⑧ 작업공간 확보

#### 맺음말

고려대학교 과학도서관은 개보수의 여러 가지 성능 개선 중에서 주로 기능적 성능개선을 위한 개보수 사업이다. 진단 및 조사 단계에서 발주자, 시설관리자, 건물사용자의 요구를 파악하여 설계에 반영하였으며 시공계획 단계에서 사전의 철저한 현장조사와 분석을 통하여 공사 진행중 건물 이용자의 불편을 최소화하였다. 따라서, 당 건물의 기능적 성능개선을 통하여 이용자에게 쾌적한 환경을 제공하고 관리자에게 유지관리의 편리성을 제공하고 발주측에 연간 에너지 비용 부담을 최소화할 수 있을 것이라 기대한다. 🌀