

690. 98

경인정서

第 73 回 碩士學位論文  
指導教授 李 彦 求

중앙대학교



# 共同住宅의 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節約效果에 關한 研究

— A Study on the Energy Saving Effect of the Retrofits  
for Apartment Buildings Using Passive Solar Systems —

61288

中央大學校 大學院

建築工學科 建築學專攻

康 壴 庚

1990. 6.

# 共同住宅의 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節約效果에 關한 研究

— A Study on the Energy Saving Effect of the Retrofits  
for Apartment Buildings Using Passive Solar Systems —

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함.

1990年 6月 日

中央大學校 大學院

建築工學科 建築學專攻

康 壴 庚

康 壹 庚 의 碩 士 學 位 論 文 을 認 定 함.

審查委員長 \_\_\_\_\_ (印)

審查委員 \_\_\_\_\_ (印)

審查委員 \_\_\_\_\_ (印)

中央大學校 大學院

建築工學科 建築學專攻

康 壹 庚

1990. 6.

## 感 謝 의 글

살아가는 삶의 과정중에는 아쉬운 마음으로 혹은 기쁜 마음으로 맞이하는 많은 꼴맺음과 出發이 있다고들 합니다만 이제 또한번 그 과정을 반복하여야 할 때가 된것 같습니다. 너무나 짧게만 느껴지는 지난 2년의 時間속에서 學文과 人格修養에 많은 도움을 주신 모든 분들에게 感謝를 드리고 싶습니다.

먼저 本 論文의 主題選定에서부터 完成에 이르기까지 세심한 指導와 배려를 아끼지 않으신 李 彦求 教授님께 깊은 感謝를 드립니다. 그리고 學文의 領域을 넓혀주시고 인격수양에 많은 도움을 주신 李 明浩 大學院 阮長님께 真心으로 感謝드립니다. 또한 세심한 檢討와 修正으로 보다 충실한 論文이 되게해주신 李 賢浩 教授님, 항상 인자함과 사랑으로 지켜봐주신 辛 鉉植 教授님, 金 德在 教授님, 鄭 憲秀 教授님, 그리고 4년간의 학부생활에서 學文과 人格修養의 바탕을 마련해 주신 경기대의 조 병수 教授님, 이 상우 教授님, 이 갑조 教授님, 정 진원 教授님, 김 동욱 教授님, 전 성남 教授님, 이 상구 教授님께 깊은 感謝를 드립니다.

論文의 준비과정에서 함께 밤샘하며 도와주신 황 정하 先輩님께 잊지못할 感謝를 드리며 항상 따뜻한 마음으로 격려와 치도를 아끼지 않으신 장 순익 先輩님, 전 봉구 先輩님, 송 국섭 先輩님께 感謝드립니다. 그리고 함께 生活하며 기쁜 일과 어려운 일을 나누던 환경연구실의 안 태경 先輩, 박 진철 先輩, 윤 덕규 先輩, 김 동환 先輩, 하 치윤 先輩, 이 관호 先輩, 권 영철과 정 기현 後輩에게 또한 함께 生活한 건축과 대학원생 모두와 도면작성에 애써준 심 재환 後輩에게 감사의 마음을 전합니다.

그리고 힘과 용기를 복돋아준 봉애, 봉주 누나와 이 기쁨을 함께하고 싶습니다. 그리고 무엇보다도 오늘의 제가 있기까지 한없는 사랑으로 지켜봐주신 父母님께 이 작은 結實을 드립니다.

1990.6 강 일 경

# 目 次

國 文 要 約	1
1장 序 論	3
1-1 研究의 目的	3
1-2 研究의 方法 및 範圍	4
2장 共同住宅에서의 自然型 太陽熱 시스템 利用方案	6
2-1 適用가능한 自然型 太陽熱 시스템	7
2-1-1 직접획득방식	8
2-1-2 축열벽방식	10
2-1-3 부착온실방식	14
2-1-4 자연대류형 집열판방식	16
2-2 適用가능한 夜間斷熱構造	20
2-2-1 야간단열구조의 필요성	20
2-2-2 야간단열구조의 종류	22
2-2-3 自然型 太陽熱 시스템별 이용가능한 야간단열구조	23
3장 改修對象 共同住宅의 選定 및 改修方案	25
3-1 對象 共同住宅의 選定	25
3-2 對象 共同住宅의 自然型 太陽熱 改修方案	30
3-2-1 온수 공동주택의 개수방안	32
3-2-2 사직 공동주택의 개수방안	33

3-2-3 봉명 공동주택의 개수방안	35
3-2-4 세경 공동주택의 개수방안	36
 4장 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節約效果	59
4-1 울량 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석	60
4-2 사직 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석	61
4-3 봉명 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석	62
4-4 세경 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석	64
 5장 結 論	67
 參 考 文 獻	69
 附 錄	72
1. 「METHOD 5000」 ALGORITHM	73
2. 「METHOD 5000」 PROGRAM OUTPUT	78
 ABSTRACT	90

## 표 목 차

<표 2-1> 기후에 따른 적정 집열창의 면적	10
<표 2-2> 축열벽 두께에 의한 내벽면 온도변화	12
<표 2-3> 기후에 따른 적정 축열벽의 면적	13
<표 2-4> 온실의 적정 집열창 면적	15
<표 2-5> 야간단열구조의 작동방식에 따른 분류	22
<표 2-6> 시스템별 이용가능한 야간단열구조	23
<표 3-1> 선정된 개수대상 공동주택	26
<표 3-2> 대상 공동주택에 대한 자연형 태양열 개수계획안	31
<표 4-1> 개수계획안에 따른 에너지 절약효과와 난방부하게수	59

## 그림 목차

(그림 1-1) 연구의 흐름도	5
(그림 2-1) 전면 순환형 집열판 단면(I형)	17
(그림 2-2) 전면 순환형 태양열 집열판 단면(U형)	18
(그림 2-3) 후면 순환형 집열판 단면	18
(그림 2-4) 전·후면 순환형 집열판 단면	19
(그림 2-5) 창을 통한 열손실 비율	21
(그림 3-1) 율량 공동주택의 전경	26
(그림 3-2) 율량 공동주택의 평면(25평형)	27
(그림 3-3) 사직 공동주택의 전경	27
(그림 3-4) 사직 공동주택의 평면(13평형)	28
(그림 3-5) 봉명 공동주택의 전경	28
(그림 3-6) 봉명·공동주택의 평면(15평형)	29
(그림 3-7) 세경 공동주택의 전경	29
(그림 3-8) 세경 공동주택의 평면(19평형)	30
(그림 3-9) 율량 공동주택(개수전)	39
(그림 3-10) 율량 공동주택의 제 1 개수방안	40
(그림 3-11) 율량 공동주택의 제 2 개수방안	41
(그림 3-12) 율량 공동주택의 제 3 개수방안	42
(그림 3-13) 율량 공동주택의 제 4 개수방안	43
(그림 3-14) 사직 공동주택(개수전)	44

(그림 3-15) 사직 공동주택의 제 1 개수방안	45
(그림 3-16) 사직 공동주택의 제 2 개수방안	46
(그림 3-17) 사직 공동주택의 제 3 개수방안	47
(그림 3-18) 사직 공동주택의 제 4 개수방안	48
(그림 3-19) 봉명 공동주택(개수전)	49
(그림 3-20) 봉명 공동주택의 제 1 개수방안	50
(그림 3-21) 봉명 공동주택의 제 2 개수방안	51
(그림 3-22) 봉명 공동주택의 제 3 개수방안	52
(그림 3-23) 봉명 공동주택의 제 4 개수방안	53
(그림 3-24) 세경 공동주택(개수전)	54
(그림 3-25) 세경 공동주택의 제 1 개수방안	55
(그림 3-26) 세경 공동주택의 제 2 개수방안	56
(그림 3-27) 세경 공동주택의 제 3 개수방안	57
(그림 3-28) 세경 공동주택의 제 4 개수방안	58
(그림 4-1) 울량 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수	60
(그림 4-2) 사직 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수	61
(그림 4-3) 봉명 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수	63
(그림 4-4) 세경 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수	64

# 國文要約

中央大學教 大學院  
建築工學科  
康 壇 庚

우리나라의 에너지 消費量 중 많은 양의 에너지가 建物部門에서 消費되고 있으며 이중 난방에 쓰이는 에너지가 차지하는 比率은 75%로써 큰 比重을 차지하고 있다. 住居建築物 가운데 아파트등의 共同住宅은 多量供給에 주력하여 급속히 건설, 보급되어져 環境의 質, 에너지문제등 많은 문제점이 지적되고 있다.

이와같은 既存 共同住宅의 에너지절약을 위한 가장 時機하고도 最善의 對策은 여러가지 改修方案을 통하여 에너지消費를 최소한으로 줄이는 것이며, 그 중에서도 公害가 없으며 무한정하고 어느곳에서나 손쉽게 얻을 수 있는 태양에너지를 이용하여 改修하는 方法이 가장 經濟的이고 合理的인 방법으로 평가된다.

본 研究에서는 自然型 太陽熱 시스템中 共同住宅에 적용가능한 시스템을 선정하여 現在 建築되어진 共同住宅을 대상으로 自然型 太陽熱 改修方案을 提示하였으며 이에따른 热性能을 「METHOD 5000」 PROGRAM을 이용하여 개수 전·후의 보조 난방부하를 비교하여 에너지 節約效果를 分析하였다.

본 研究의 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) 우리나라의 既存 共同住宅에 적용가능한 自然型 太陽熱 시스템은 직접획득 방식, 축열벽 방식, 부착온실 방식 및 자연대류형 집열판 방식(TAP) 등이다.
- 2) 既存 共同住宅의 남측 전면이 발코니인 경우 自然型 太陽熱 改修로 인한 시스템 適用時 윗층 발코니가 차양역할을 하므로 별도의 차양장치가 필요치 않아

적용이 용이한 것으로 나타났다.

3) 우리나라 既存 共同住宅의 形態상 부착온실 방식이 改修에 가장 適用이 용이한 方式으로 나타났다.

4) 난방바닥면적에 대한 남측벽 면적비가 클수록 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節減效果가 크게 나타났다.

5) 改修方案에 따른 에너지 節約效果를 시뮬레이션하여 본結果 남측 벽면의 일부에 한가지 시스템이 適用된 1, 2, 3안에서 平均 19.6%의 에너지 節約效果를 얻을 수 있었고 남측 벽면 전부에 두가지 시스템이 混合適用된 4안에서는 29.3%의 에너지 節約效果를 기대할 수 있었다.

따라서 국민주택규모 이하의 小規模 既存 共同住宅을 自然型 太陽熱 시스템을 이용하여 改修를 하는 경우 남측면 전부를 집열창으로 사용할 때는 약 30%정도의 에너지 節約을 피할 수 있고 그 중 일부분에 집열창을 설치할 경우에도 20%정도의 에너지 消費節減을 기대할 수 있다.

# 1章. 序論

## 1-1 研究의 目的

우리나라의 전체 에너지 소비량 중 36%의 에너지가 建築부문에서 消費되고 있으며<sup>1)</sup> 이중 난방에 쓰이는 에너지가 차지하는 比率은 75%로써 큰 比重을 차지하고 있다.<sup>2)</sup>

住居 建築物 가운데 아파트등의 共同住宅은 고도의 經濟成長으로 인한 인구의 都市集中으로 급속히 建設, 普及 되어졌으며 앞으로 住居建物에 있어서 그 比重은 더욱 커질것이다. 그러나 建築的인 設計 및 構造, 施工분야에 있어서는 그동안 상당한 發展이 있었으나 多量供給에 주력한 나머지 住居環境의質, 에너지문제등 많은 問題點이 指摘되고 있다.

에너지 問題에 대해서는 최근 몇년사이를 기점으로 研究가 서서히 活性化 되어가고 있으나 이러한 研究가 실효를 거두어 새로이 建築되는 共同住宅에 反映된다 하더라도 既存의 共同住宅 재고에 대한 고체율은 연간 5%미만에 불과하므로 향후 몇십년간은 현재까지 建築된 共同住宅이 건물재고의 대부분을 차지할 것이다.

이와같은 共同住宅의 에너지절약을 위한 가장 時機하고도 最善의 對策은 經濟的이고 合理的인 方法으로 이들 共同住宅을 改修하여 에너지消費를 최소한으로 줄이는 것이다.

既存建物의 에너지 改修方案에는 여러가지가 있겠으나 公害가 없으며 무한정하고 주1)동력자원부, 자연형 태양열 시스템을 이용한 기존 공동주택의 에너지 개수방

안에 관한 개발연구(1차년도 최종보고서), 1990. 2, PP. 17

2)한국과학재단, '86 목적기초연구: 자연형 태양열 시스템을 이용한 건물에너지 절약기술에 관한 기초연구(제1차 중간보고서), 1987. 8, PP. II - 3

어느곳에서나 손쉽게 얻을 수 있는 太陽エネルギー를 利用하는 方法이 自然에너지의 積極的인 利用, 環境污染의 防止등의 長點으로 가장 合理的이고 經濟的인 方法으로 평가되며 특히 建物의 構造的 設計를 통한 太陽에너지의 自然的인 열전달방식을 이용하는 自然型 太陽熱 시스템의 活用이 요구되어 이미 서구 선진국가에서는 既存 건물의 改修등의 目的으로 널리 活用되고 있다.

따라서 본 研究에서는 既存 共同住宅을 대상으로 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節約效果를 정량적으로 분석하고 우리나라의 기후및 건축조건에 알맞는 自然型 太陽熱 시스템을 이용한 에너지절약 改修方案을 제시하고자 한다.

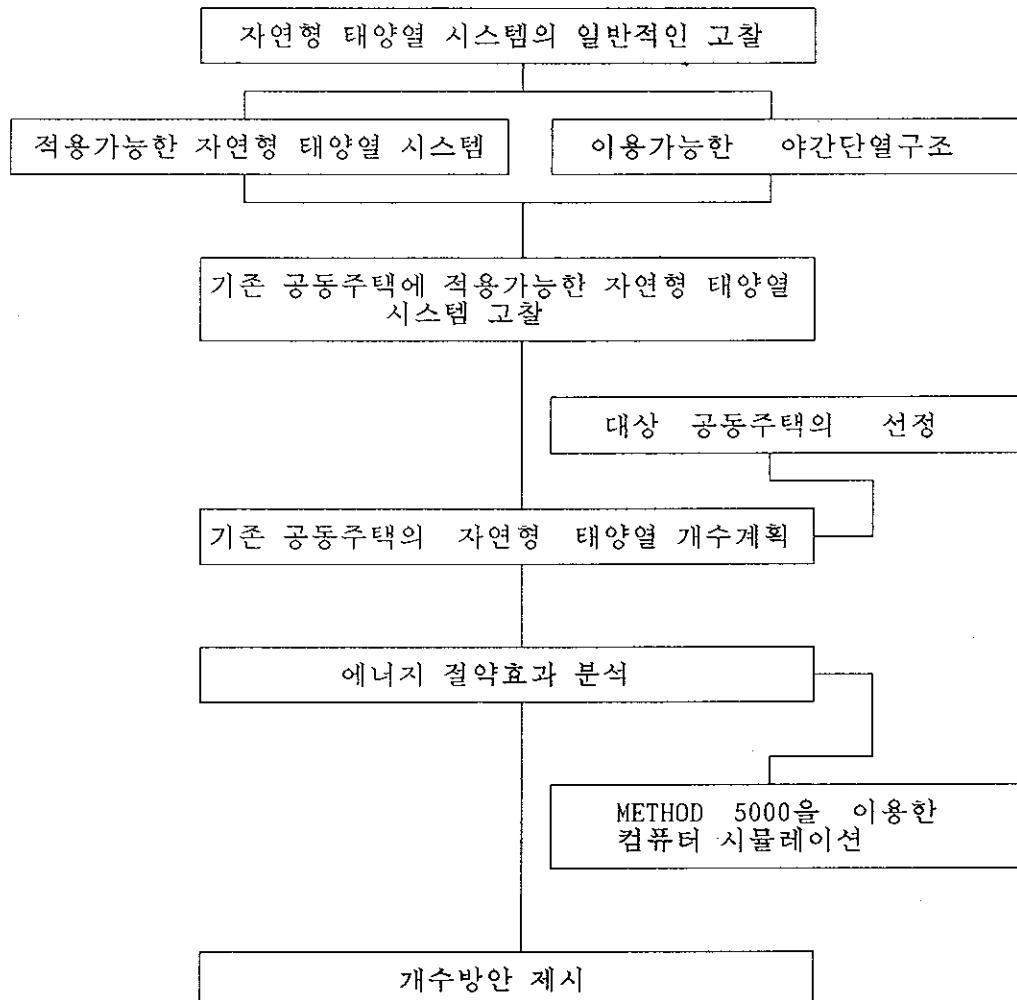
### 1-2. 研究의 方法 및 範圍

共同住宅에 自然型 太陽熱 시스템을 이용하여 에너지 節約效果를 얻고자 본 研究는 수행되었으며 研究의 方法 및 範圍는 다음과 같다.

- 1) 自然形 太陽熱 시스템은 건축물내에서 전도, 대류, 복사라는 자연적인 열전달 방법을 통하여 태양열을 利用하는 方式이다. 자연형 태양열 시스템 가운데 우리나라의 氣候및 建築條件에 알맞으며 既存 共同住宅에 적용가능한 시스템을 관계 문현을 통하여 정리하였다.
- 2) 自然形 太陽熱 시스템의 집열창은 일사를 받아들이는 에너지원이 되지만 夜間이나 흐린날에는 가장 큰 热損失의 原因이 되므로 热損失을 防止하기위한 각 시스템별 이용가능한 夜間斷熱構造를 考察하였다.
- 3) 研究의 目的에 부합되는 조건에 의하여 개수대상 共同住宅을 선정하였으며 선정된 共同住宅에 대하여 自然型 太陽熱 시스템의 적용방안을 검토한 후 改修方案을 提示하였다.
- 4) 改修方案에 따른 热性能을 自然型 太陽熱 시스템의 热性能分析에 적합한 「M-

ETHOD 5000」 Program 을 이용하여 改修前·後의 보조난방부하를 비교하여 에너지 節約效果를 分析 하였다.

본 研究에서는 시스템의 設置에 따르는 에너지 節約效果가 초기투자비용을 적정 기간내에 相殺할 수 있는가하는 經濟的妥當性에 關한 研究는 包含하지 않았다.  
본 研究의 종합적인 진행흐름은 (그림 1-1)과 같다



( 그림 1-1 ) 研究의 흐름도

## 2 章. 共同住宅에서의 自然型 太陽熱 시스템 利用方案

太陽熱 建物計劃의 基本的인 접근방법은 건축물에 太陽에너지를 導入, 受用하고 그 도입, 수용되는 열을 最大限 保存, 運營하는 것이다. 따라서 自然型 太陽熱 시스템 난방방식은 機械的 裝置를 배제하고 건물 구조체를 집열, 축열, 복사장치로 활용하여 실내의 열을 건물 外部로 損失되지 않도록 斷熱效果를 갖는 동시에 실외의 태양열을 室内로 유입, 活用하여 실내기온을 조절하는 것을 목표로 한다.<sup>1)</sup>

겨울철, 맑은날에 집열창을 통해 들어오는 日射量은 건물의 煙房에 충분한 양이지만 이 에너지를 저장할 수 있는 축열체가 확보되지 않는다면 夜間이나 흐린 날 난방효과를 얻을 수 없기 때문에 축열체가 필요하게 되며 또한 집열창 유리는 단열 성능이 떨어지며 热損失의 가장 큰 要因이 되기도 한다.

自然型 太陽熱 시스템은 건물의 구조체 자체가 热傳達 시스템의 역할을 하므로 建築設計의 초기단계부터 시스템을 選擇하고 計劃하여야 하지만 처음부터 自然型 太陽熱의 이용을 의도하지 않은 既存 共同住宅의 경우에는 집열창의 크기와 함께 축열체, 즉 축열벽의 설치 가능성이 일반적으로 제한된다. 축열벽이 없는 경우 낮동안에는 過熱現狀이 야기되고 지속적인 煙房效果를 기대할 수 없다. 따라서 既存 共同住宅에 自然型 太陽熱 시스템을 適用시킬 때에는 축열체의 설치 가능성을 면밀히 검토하여야 한다. 또한 충분한 日射 에너지를 얻기 위해서 南측 집열창의 크기를 확보할 수 있는가를 확인하고 또한 집열창을 통한 热損失을 막기 위해 夜間斷熱構造의 설치 가능성도 檢討하여야 한다.

---

주1) 자연형 시스템개발 및 대체에너지 정책 비교분석, 1983. 12, PP. 36.

## 2-1 적용 가능한 自然型 太陽熱 시스템

自然型 太陽熱 시스템의 類型은 기능적 유형과 물리적 유형으로 分類된다.

기능적 유형은

- └ 직접식 (Direct system)
- └ 간접식 (Indirect system)
- └ 분리식 (Isolated system)

물리적 유형은

- └ 직접 획득식 (Direct Gain)
- └ 축열벽식 (Thermal Storage Wall, Trombe Wall, Water Wall)
- └ 부착온실식 (Attached Sunspace, Green House, Solarium)
- └ 지붕 축열식 (Thermal Storage Roof)
- └ 자연대류식 (Thermosiphon, Convective Loop)
- └ 조합식 ( Combined )
- └ 혼합식 ( Hybrid )
- └ 이중 외피식 (Double Envelop) 등으로 분류된다.<sup>2)</sup>

위의 시스템 가운데 축열체로 물을 사용하는 축열지붕방식, 축열벽의 물벽방식은 凍結의 위험성 때문에 우리나라의 氣候條件에 적당하지 않고 補修管理에도 문제가 있으며 축열체 자체가 건축 구조적인 역할을 하지 못하므로 잘 이용되지 않고 있다. 또한 이중외피방식은 외피를 이웃과 共有하고 있는 共同住宅에서는 適用에 문제점이 있다. 이러한 점등으로 미루어 볼 때 우리나라의 現實에서 共同

---

주2) 이 명호, 태양열 시스템 설계, 중앙대 건설대학원, 1984. 9, PP. 13~14.

住宅에 適用 가능한 시스템은 직접획득 방식(Direct Gain System), 축열벽 방식(Thermal Storage Wall, Trombe Wall System), 부착온실 방식 (Attached Sun Space), 자연대류형 집열판 방식(Thermosiphoning Air Panel System)을 들 수 있다.

또한 이러한 시스템들은 종류에 따라 열적특성과 디자인적인 限界를 지니고 있으므로 既存 共同住宅에 적합한 시스템을 선별하여 적용해야 한다.

#### 2-1-1 직접획득 방식 (Direct Gain System)

직접획득 방식은 창을 眺望, 換氣, 採光이라는 기능에 집열의 기능을 부가하여 겨울철 창을 통해 들어온 태양에너지는 夜間에 창을 통한 热損失을 補償하고도 남는다는 原理에 根據하여 남쪽면의 큰 집열창을 통하여 流入된 热에너지를 실내 이용공간에 위치한 축열체에 직접 축열시키는 方式이다. 그러므로 생활 공간은 햇빛에 직접 가열되면서 동시에 집열기로써의 역할을 하며 태양에너지의 60~70%의 집열이 가능하다.<sup>3)</sup>

직접획득 방식은 心理的으로 安定感을 주는 충분한 양의 自然 採光과 좋은 조망의 확보, 그리고 計劃 및 施工이 용이하고 축열조가 필요하지 않는 반면에 실내의 프라이버시가 침해되고 過熱緩房이 일어나기 쉬우며 室溫의 변동폭 (5~17 °C)이 크다.<sup>4)</sup>

실내의 과열난방은 적정길이의 遮陽을 설치하거나 通風을 유도하여 방지하며 창, 축열체의 位置와 크기, 실내표면의 마감재료의 影響을 고려하여 計劃하면 실온의 변동폭을 줄일 수 있다.

---

주3) 이 경희, 자연형 태양열 건축 설계방법, 연세대 건축환경연구실, 1986. 9, PP. 34.

4) 건설부, 주택 정책방안에 관한 연구(7)- 에너지 절약형 주택의설계 및시공, 1985. 1, PP. 193.

## 가. 축열체

축열체의 容量이 많을수록 效率은 향상되나 열전달 지연시간(Time-Lag)등이 고려되어야 하며 두꺼운 부재로 한 곳에 集中설치하는 것보다 넓은면적에 고루 分散하여 설치하는 것이 유리하다.

벽이나 바닥을 주로 이용하며 別途로 구성하여 이용할 수 도 있다. 축열체의 容量은 그 위치에 따라서 달라지는데 MAZRIA등의 分析에 의하면 집열창 面積이 바닥면적의 26%이고 바닥 및 벽체의 두께가 20Cm일 때 축열체가 직사광선에 노출되어 있으면 축열체의 面積이 집열창 면적의 1.5배, 집열창 유리가 직사광선을 分散시켜 받아들이는 경우에는 축열체 面積의 3배, 집열창의 유리가 반투명으로서 빛을 擴散시키는 경우에는 축열체 面積이 집열창 面積의 9배가 필요하나 이 경우가 최저온도가 가장 높고 하루중 온도변화가 가장 적다고 한다.<sup>5)</sup>

바닥에서는 대류에 의한 열 전달이 下向으로 실내온도 變化에 따른 축열이 잘 일어나지 않게 되므로 바닥을 축열체로 사용하는 경우에는 室溫의 변동폭을 줄이기 위하여 10Cm이상의 충분한 양이 確保되어야 한다.

축열재료로는 열용량이 큰 건축재료인 콘크리트 스라브, 조적벽이 주로 使用되고 물과 潛熱 축열의 상변화 재료(PCM:Phase Changed Materials)가 이용된다.

## 나. 집열창

직접획득 方式에서 집열창은 地域의 위도와 氣像조건에 맞추어 적정 面積을 결정하여야 한다. 평균 실내온도를 18~21°C로 유지하기 위한 집열창의 規模는 <표 2-1>에 보여진다.<sup>6)</sup>

주5) Balcomb, J. Douglas et al., "Passive Solar Design HandBook Volume2", DOE/CS-0127/2, US-59, American Solar Energy Society, Inc., 1980, Sub-Chapter C1.

6) 이 명호, op.cit., PP. 27.

<표 2-1> 기후에 따른 적정 집열창의 면적

겨울 평균 기온 ( )는 월간 난방도일	집열창의 면적 바닥면적에 대한 대비
-10°C (850)	0.27~0.42 (야간단열 설치)
-7°C (720)	0.24~0.38 (야간단열 설치)
-4°C (670)	0.21~0.33
-1°C (580)	0.19~0.29
2°C (500)	0.16~0.25
4°C (420)	0.13~0.21
7°C (330)	0.11~0.17

집열창의 투과체 材料로는 태양 복사의 투과율이 높고 열선(적외선)의 투과율이 적으며 외부기후의 變化에 강한 것을 사용한다. 투과체 사이의 중공층은 12mm 이내로 하여 공기층에서의 대류현상에 의한 열손실을 防止하도록 하며 창틀 연결부등이 다른 구조체에 비해 취약하므로 기밀성이 좋은 材料를 사용하거나 밀봉재를 이용하여 열손실을 防止하여야 하며 창으로의 열손실을 防止하기 위한 야간단열구조의 設置가 필수적이다.<sup>7)</sup>

#### 2-1-2 축열벽 방식 (Thermal Storage Wall, Trombe Wall System)

간접획득 方式의 일종인 축열벽 方式은 실내로 들어온 열을 먼저 축열벽에 吸收하여 일정한 시간이 경과한 후 실내공간으로 傳達해 주는 방식이다. 즉 집열창을 투과한 日射는 집열창과 실내공간 사이에 설치된 벽표면에서 열에너지로 轉換

주7) 이 경희, op.cit., PP171~176.

되어 벽자체의 集熱, 축열, 복사에 의해 暖房 시킨다.<sup>8)</sup>

이때 축열벽 구조체에는 斷熱을 하지 않으며 축열벽의 外側은 어두운 색 系統으로 途色하여 흡수율을 높일 수 있다.

난방 방식은 상. 하부에 通氣口가 있어 축열벽의 전도, 복사 이외의 자연대류가 열전달 방법으로 이용되는 Vented방식과 통기구가 없는 Unvented 方式이 이용된다.

적용부위로는 현회방지와 프라이버시 유지, 열전달 자연시간 (Time-Lag) 조절용이 등으로 주로 저녁시간과 夜間에 사용되는 寢室에 적용하는 것이 적절하다.

### 가. 축열벽

축열벽을 통하여 傳達된 열이 실내로 복사될 수 있는 거리는 약 4.5~6m로 실의 깊이는 이 크기 이하가 바람직하다.

남쪽에 配置하고 그늘이 지지않도록 하며 축열벽 자체에 凹凸이 있는 것은 문제가 되지 않지만 凹凸에 의해 그림자가 생긴다면 축열 효과가 低下될 수 있으므로 주의해야 한다.

축열벽은 건물의 남쪽에 集中 配置되므로 축열벽의 材料는 열 용량이 큰 건축재료가 주로 된다. 벽체의 두께는 실의 사용시간에 따라 즉 Time-Lag을 考慮해 정해야 한다. Time-Lag이 길수록 벽두께는 두꺼워지며 또한 热傳導率이 클수록 축열벽이 두꺼워 지나 자체의 效率은 향상된다.

한국 동력자원 연구소의 研究결과에 의하면 축열벽에 있어서 야간 단열 구조의 設置시는 250mm, 비 설치시는 300mm정도가 적당한 벽체 두께라 한다.<sup>9)</sup> 축열벽의

주8) 이 명호, op.cit., PP15.

9) 한국 동력자원연구소, 자연형 태양열 시스템개발, 1981, PP. 174~177

두께에 관한 研究결과는 나라마다 각기 다르게 나타나고 있다. 미국 태양 에너지 학회(A.S.E.S)에서 이루어진 시뮬레이션 結果 약12시경에 내벽면의 온도가 最高 가 되게 하기 위해서는 450mm정도의 두께가 必要하다고 한다.<sup>10)</sup> 그러나 유럽 공동체의 태양열 분과 위원회(EC)의 연구에서는 한쪽면에서 열을 받는 벽두께를 80 ~160mm보다 두껍게 하는 것이 무의미하다고 했다. 그것은 벽돌이나 콘크리트 재료를 한쪽면에서 열을 가할때 24시간을 주기로 蓄熱, 放熱이 되도록 하기 위해서는 60~120mm의 두께로 해야 한다는 연구 결과에 根據한 것이다.<sup>11)</sup>

축열벽으로 이루어진 空間은 주로 밤에 放熱이 되어야 하므로 밤 12시경쯤에 내벽면의 온도가 최고가 되게 하는 것이 바람직하다.

<표 2-2>는 축열벽 두께에 의한 내벽면 온도변화를 나타내고 있다.

<표 2-2> 축열벽 두께에 의한 내벽면 온도 변화  
(집열창이 Double Glazing일 때)

벽 두께	내벽면 온도 진폭	내벽면 최고 온도의 시간
20 Cm	27 ° F	6:00 PM
30 Cm	13 ° F	8:00 PM
40 Cm	6.5 ° F	10:30 PM
50 Cm	3.0 ° F	1:30 PM
60 Cm	1.3 ° F	4:30 PM

주10) 한국 과학재단, op.cit., PP. II~40.

11) Achard, P. and Gicquel, European Passive Solar Handbook, EC, 1986, PP. 2. 6.

축열벽의 規模는 기후조건, 위도, 소요난방량 등에 의해서 決定되는데 추운 지역 일수록, 위도가 높을수록 넓은 면적의 축열벽이 必要하게 된다. 기후조건에 따른 적정 축열벽의 規模는 <표 2-3>과 같다.<sup>12)</sup>

<표 2-3> 기후에 따른 적정 축열벽의 면적

1 월의 평균 온도 ( )는 난방도일	단위바닥 면적당 축열벽의 면적비율	
	콘크리트·벽돌	물벽
-9.4°C (830)	0.7 ~ 1.0	0.55 ~ 1.0
-6.7°C (750)	0.6 ~ 1.0	0.45 ~ 0.85
-3.9°C (670)	0.51 ~ 0.93	0.38 ~ 0.70
-1.1°C (580)	0.43 ~ 0.78	0.31 ~ 0.55
1.7°C (500)	0.35 ~ 0.60	0.25 ~ 0.43
4.4°C (420)	0.28 ~ 0.46	0.20 ~ 0.34
7.2°C (330)	0.22 ~ 0.35	0.16 ~ 0.25

#### 나. 집열창

축열벽 방식에서 집열창은 集熱의 기능일 뿐 採光의 기능으로서는 이용되지 않는다. 그러나 축열벽의 열성능에 影響을 미치지 않는 範圍에서 창을 설치할 수 있다. 既存 공동주택을 改修할 경우에는 採光, 照明, 換氣의 기능과 集熱의 기능이 부합되어야 하므로 열성능이 다소 떨어지더라도 기존 開口部를 유지하면서 계획하는 것이 바람직하며 집열창과 축열벽 사이는 12~15cm정도의 空間이 적합하다.

---

주12) 이명호, op.cit., PP. 31.

### 2-1-3 부착 온실 방식(Attached Sun Space)

부착온실 방식은 집열창을 통하여 전달된 日射가 부착온실내의 공기를 덥히고 덥혀진 공기는 通氣口를 통해 대류에 의해서 隣接 거주공간의 실내온도를 상승 시켜주므로 직접획득 방식과 축열벽 방식이 混合된 자연형 태양열 시스템이다.

온실공간은 태양에너지를 集熱할 뿐 아니라 거주공간과 외기사이의 열적 완충 공간(Heating Buffer Zone)役割로 온실과 거주공간 사이의 벽을 통한 열 손실을 감소 시켜준다. 온실로 유입되는 태양열의 대부분이 热源으로 이용되므로 겨울철 效率은 약 65~75% 정도이며 隣接공간에 공급 가능한 열은 10-30% 정도이다.<sup>13)</sup>

부착온실 방식은 유리창 面積이 다른 시스템에 비해 크므로 이중유리와 발코니 부분의 斷熱, 氣密性이 요구되며 여름철 過熱(Over Heating)을 막기 위하여 로울러-블라인드(Roller-Blind)를 設置하며 실내공기가 빠져나가도록 남면 유리창 상·하부를 開閉 가능하게 하여야 한다.

설치 가능성을 살펴보면 부착온실 方式은 발코니가 있는 既存 共同住宅에 적용이 용이한 방법으로 설치를 쉽게 할 수 있고 室内 사용공간이 늘어나며 이용율이 높으므로 거주자들에게 좋은 반응을 보일 것으로 豫測된다.

既存 공동주택 발코니에 居住者가 원설계에서는 의도되지 않은 간이온실(알루미늄 샷шу부착)을 설치한 예를 흔히 볼 수 있는데 이는 부착온실 방식의 實用 가능성을 높게 시사해 준다.

#### 가. 축열체

溫室내 기온변화폭이 크므로 이를 줄이기 위해서는 축열체 설치가 요구된다. 축열체의 이용방법에는 溫室과 거주공간 사이의 칸막이 벽을 축열체로 이용하는방법과 자갈식 축열조를 利用하는 方法이 있다.

---

주13) 이 경희, op.cit., PP63.

한막이 벽을 축열체로 이용하는 경우 축열체의 용량이 충분하지 못하면 온도 변화가 클 뿐만아니라 인접 거주 공간의 온도변화에도 影響을 미치므로 열용량이 큰 축열체를 利用하는 것이 좋다.

자갈식 축열조를 利用하는 경우 발코니 部分 무게의 加重으로 구조적인 문제가 요구되며 야간에 온실의 溫度가 낮아지는 短點이 있으나 충분한 日射를 받을 수 있으므로 축열 效果가 높으며 외부로의 열손실이 적은 利點을 가질 수 있다.

#### 나. 집열창

일반주택의 경우 집열창은  $45\sim70^\circ$  의 傾斜를 갖는 것이 일사회등에 유리하나 기존 공동 주택의 경우에는 집열창의 설치각도가 일반적으로 제한된다. 1일의 집열량은 집열창의 크기에 따라決定되는데  $18\sim21^\circ\text{C}$  를 유지하기 위한 적정 집열창면적은 <표 3-4>와 같다.<sup>14)</sup>

<표 2-4> 온실의 적정 집열창 면적

1월 또는 12월의 평균기온 ( )는 난방도일	난방 면적에 대한 온실남면 유리면적의 비율	
	고체 축열벽식	물벽
-6.7°C (750)	0.9 ~ 1.5	0.68 ~ 1.27
-3.9°C (670)	0.78 ~ 1.3	0.57 ~ 1.05
-1.1°C (580)	0.65 ~ 1.17	0.47 ~ 0.82
1.7°C (420)	0.52 ~ 0.90	0.38 ~ 0.65
4.4°C (420)	0.42 ~ 0.69	0.30 ~ 0.51
7.2°C (330)	0.33 ~ 0.53	0.24 ~ 0.38

주14) 이명호, op.cit., pp.34.

집열창 재료는 斷熱 투과체를 사용하여야 하며 단열 투과체의 中空層은 12mm이  
하로 하여 대류현상에 의한 열 손실을 防止하여야 한다. 창틀의 재료 선택시에는  
온실 내부의 濕度가 항상 높기 때문에 木材 사용시 동나프론(Copper Naptherahe)  
으로 防腐 처리하여야 한다.

#### 2-1-4 자연대류형 집열판 방식 (Thermosiphoning Air Panel System)

자연대류형 집열판(TAP) 方式은 남면벽에 집열판을 附着하여 집열판으로부터 얻  
어진 열에너지가 자연대류 현상에 따라 傳達되는 방식으로 직접획득형이나 축열  
벽형과는 달리 야간단열을 必要로 하지 않으므로 사용하기에 편리한 방식이다.

TAP방식은 흡열판을 사용하여 태양에너지를 热로 전환 상·하부 통기구를 통하여  
자연대류 현상에 의해 畫間에는 태양열을 실내로 誘導하며 야간에는 찬공기가 실  
내로 들어가지 못한다. TAP방식은 태양에너지를 받을 수 있는 시간에만 이용이  
가능하므로 畫間에 이용율이 높은 남면에 면한 실등에 이용하면 적합하다고 여겨  
진다.

투과체를 통과한 태양에너지를 열로 轉換시키는 흡열판은 흡수율이 높은 黑色  
도료나 선택흡수막을 부착하며 흡열판 후면 공기층은 약 0.5mm 정도가 바람직하  
다. 내측 표면은 열흐름을 원활하게 하기 위해 약한 質感이 있는 것이 좋으며 골  
알루미늄 판이 적당한 材料이다.

더운 공기가 벽의 틈새로 들어가는 것을 防止하기 위하여 일명 열판(Thermoply-  
y)이라고 불리우는 알루미늄 박지를 사용하는데 알루미늄 박지의 안쪽에 高溫에  
서 유독성 가스를 放出하는 타르칠을 해서는 안된다. 또한 집열판의 热性能을 유  
지하기 위하여 모든 이음매에는 連續적인 코오킹을 한다.

투과체는 2종이며 저철분의 유리가 차폐계수가 낮고 투과효율이 좋으며 온도변  
화에 따른 수축, 팽창이 적어 적당한 재료이다.

흡열판과 벽체사이의 틈새는 TAP의 크기에 따라 정해지나 일반적으로 15mm정도의 간격을 유지하는 것이 바람직하다.

흡열판 상·하부 통기구는 室内로 들어가는 空氣를 조절한다. 효율을 높이기 위해서 닫혔을때 댐퍼(damper)는 통기구 内側 후레임(frame)에 완전 密閉되도록 하고 열렸을때 댐퍼(damper)는 통기구 후레임(frame)에 완전히 닿지 않고 자유롭게 가동될 수 있도록 디테일에 세심한 주의를 기울여야 한다.

자연형 태양열 집열판은 热流의 순환궤도에 따라 전면 순환형과 후면 순환형. 집열판의 수열면적을 늘리기 위해 순환궤도를 變形 시킨전·후면 순환형, 기타 복합형등으로 구분할 수 있다.

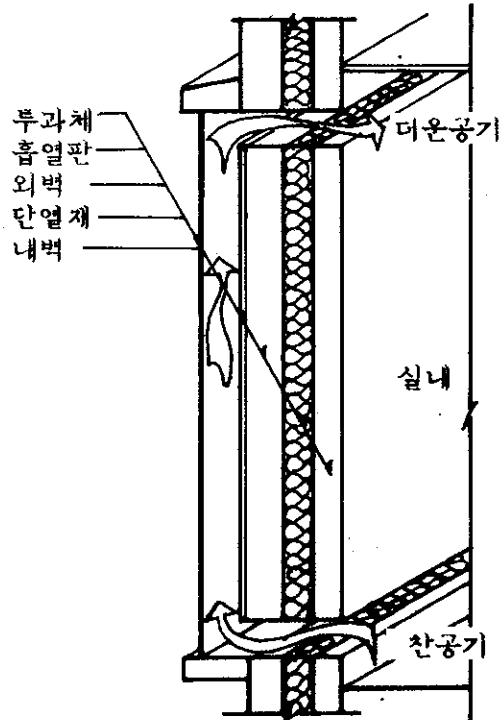
#### 가. 전면 순환형

전면 순환형 태양열 집열판은 I형과 U형으로 구분된다.

##### 1) I형

실내에서 흡열판 내부로 流入 되는 공기가 투과체와 흡열판 사이로 흘러들어가 흡열판의 室外側 면과 接觸하여 열회득을 하게 된다.

순환궤도가 짧고 가장 단순한 形態이지만 투과체와 热流가 직접 접촉하므로 대류에 의한 열손실이 크게되어 단열유리를 使用하여야 한다. (그림 2-1)



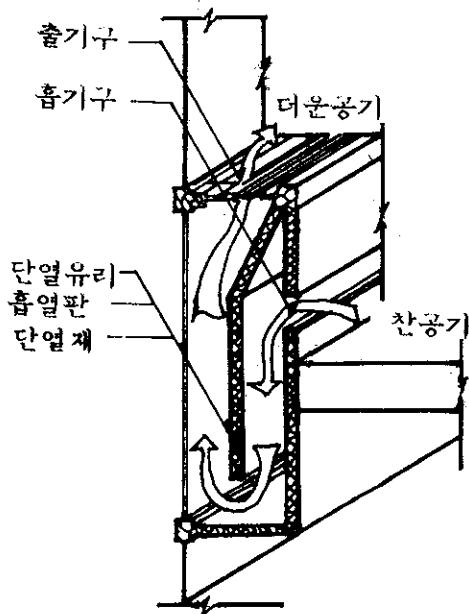
(그림 2-1) 전면 순환형 집열판 단면(I형)

## 2) U형

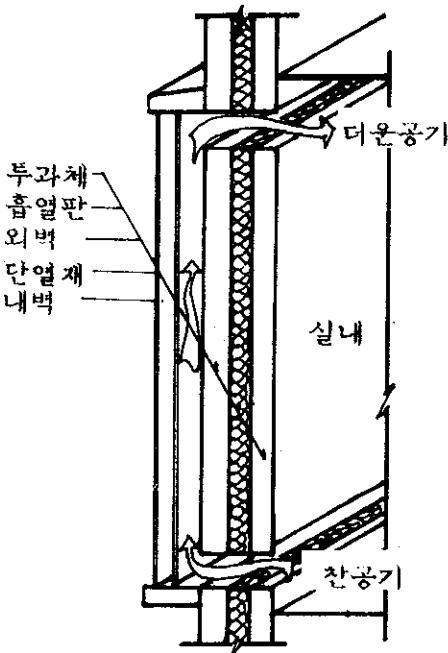
수열면적의 증가를 위해 순환궤도를 U자 形態로 취한 것으로, 순환궤도가 길어지고 热流의 흐름도가 심해 시스템의 效率이 低下되지만 수열 면적의 증대로 인하여 실내열량 放出은 증가한다. 대량생산이 容易하고 제작된 기성품으로 기존 건축물에 부착 사용이 가능하다. (그림 2-2)

### 나. 후면 순환형

후면 순환형은 室内에서 유입된 공기가 집열판 後面과 壁體사이를 흐르게 되어 집열판 후면으로부터 열획득을 하게 된다. 이 類型은 열류가 실외측에서부터 투과체 및 흡열판으로 보호되어 있으므로 前面 순환형에 비해 집열판 전면을 통해 발생되는 열손실을 크게 줄일 수 있다. 특히 집열판의 외측 표면에 선택 흡수막(Selective Surface)으로 塗裝하여 열에너지가 실외로 장파장 열선 복사하는



(그림 2-2) 전면순환형 태양열  
집열판 단면(U형)



(그림 2-3) 후면순환형 집열판  
단면

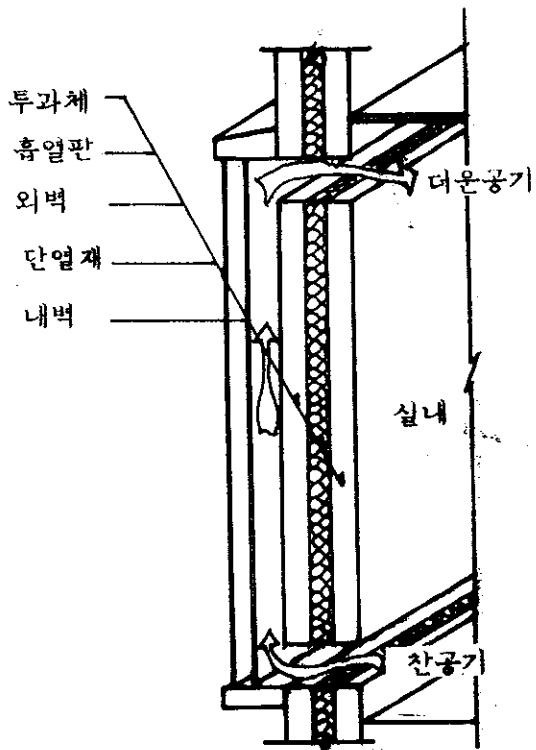
것을 10%정도로 줄일 수 있어 輻射에 의한 열손실을 크게 減少 시킬 수 있다.  
그러나 흡열판과 벽면 사이에 열류순환 空間이 필요하므로 집열판의 두께가 두꺼워지고 제작공정도 약간 복잡하다. (그림 2-3)

#### 다. 복합형

열류를 집열판 전,후로 흐르게 하는 類型과 흡열판을 판형재료 대신 그물형 철망(Metal Lath)을 사용하는 형이 있다.

##### 1) 전,후면 순환형

흡열판과 실내에서 流入된  
공기와의 접촉면적이 넓으므로  
열전도율이 높아지게 되지만  
집열판 두께가 두꺼워지고 대  
류에 의해 집열판 전면을 통한  
熱損失이 커지게 된다. (그림 2-4)



(그림 2-4) 전·후면 순환형 집열판 단면

##### 2) 그물형 철망흡열판

그물형 철망을 흡열판으로 使用하여 공기가 철망을 透過하게 되는 類型의 집  
열판은 평판 집열판을 사용하는 경우보다 공기의 접촉면적이 매우 넓어지게 된

다. 그러나 자연형 태양열 集熱板은 건축물의 남면벽에 附着되어 건축물의 外皮 요소가 되므로 의상적인 側面에서 바람직한 類型이 되지 못하며 전면순환형과 마찬가지로 대류에 의한 热損失이 커지게 된다. 그러나 일반적인 자연 대류방식에서는 그물형 철망을 5-6겹으로 겹쳐대어 흡열판으로 사용하기도 한다.

## 2-2 適用 가능한 夜間斷熱構造

### 2-2-1 야간단열구조의 필요성

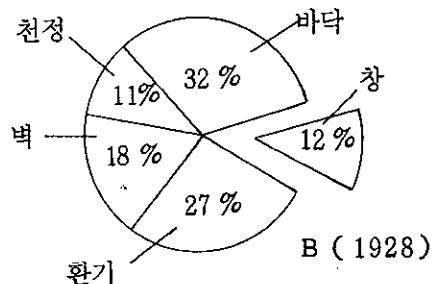
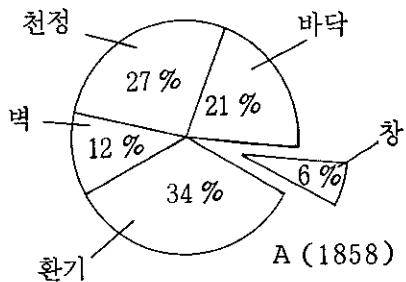
자연형 태양열 건물은 충분한 태양에너지를 받아 들이기 위하여 일반 건물에 비하여 훨씬 넓은 면적의 集熱窓을 필요로 한다. 그러나 주간에 태양열을 받아들이는 집열창은 반대로 야간에는 열손실의 가장 큰 요인이 되어 이를 效果적으로 斷熱하지 않을 경우에는 자연형 태양열 시스템의 열성능이 급격히 低下되어 충분한 에너지 절약 效果를 얻지 못할 뿐 아니라 실내온도의 심한 변화폭에 따른 열환경의 惡化를 초래하게 된다. 일반적으로 중부지방에 위치한 주거용 건물에서 겨울철 열손실의 15~30%가량이 창이나 기타 開口部를 통해서 이루어지고 있으며 斷熱이 잘된 태양열 주택에서는 창을 통한 热損失이 총暖房부하의 30~50% 정도를 차지한다.<sup>15)</sup>

따라서 夜間 혹은 흐린날의 열손실을 防止하기 위한 단열구조 設置의 필요성은 크다고 할 수 있으며 특히 우리나라와 같은 寒冷기후에서는 태양열 시스템의 열성능 向上과 궤적한 热환경 유지를 위하여 필수적이라 할 수 있다.

---

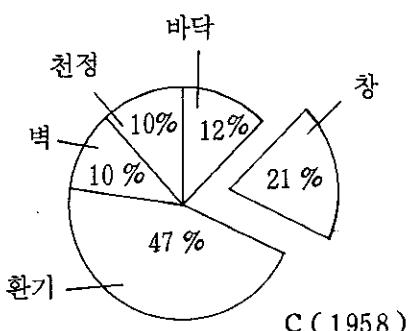
주15) KID-ATLANTIC SOLAR ENERGY ASSOCIATION, Proceeding of Solar Glazing.: 1979. Topical Conference, 1973. PP. 13.

다음(그림 2-5)는 과거 120년 동안 미국에서 건설된 대표적 건물 4개의 열손실 비율을 나타낸 것이다. 여기에서 볼 때 燥熱이 강화될수록 창을 통해 損失되는 양이 많아짐을 알 수 있다.

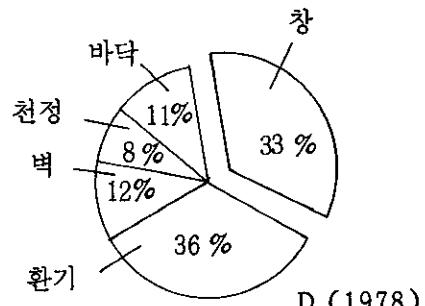


단열상태: 단열이 되어있지 않고  
크랙(Crack)이 많다.  
창 면 적: 바닥면적 9%  
환기 량: 일반  
창 : 단창

단열상태: 다락부분(2인치)  
A보다 시공의 기밀화가  
이루어짐  
창 면 적: 바닥면적의 11%  
환기 량: 2회/hour  
창 : 단창



단열상태: 벽, 바닥(3인치)  
천정(6인치)  
창 면 적: 바닥면적의 19%  
환기 량: 1.5회/hour  
창 : 복창



단열상태: 바닥(6인치), 벽(5인치)  
천정(12인치)  
창 면 적: 바닥면적의 19%  
환기 량: 0.75회/hour  
창 : 복창

(그림 2-5) 창을 통한 열손실 비율<sup>16)</sup>

주16) Langdon, William.K, Movable Insulation, Rodale Press, 1980, PP. 9.

## 2-2-2 야간단열구조의 종류

夜間斷熱構造는 크게 설치위치와 작동방식에 따라 구분된다. 설치위치에 따라서는 외부장치, 내부장치, 중간 설치장치로 그리고 작동방식에 따라서는 셔터(Shutter), 롤 쉐이드(Roll Shade), 커텐(Curtain) 등으로 分類할 수 있다.

이러한 야간단열구조의 設計, 選擇시에는 耐久性, 氣密性, 作動의 容易性, 經濟性, 건축적 調和등을 고려하여 설계, 선택하여야 태양열 시스템의 열성능 向上이라는 目的에 부합될 수 있다. 야간단열구조를 작동방식에 따라 분류하면 <표 2-5>와 같다.

<표 2-5> 야간단열구조의 작동방식에 따른 분류

작동방식		야간단열구조
롤 형식의 쉐이드 (Roll Shade)		단층쉐이드(Single Shade) 다층쉐이드(Multiple Shade) 누빔구조(Quilt or Fiberfill Shade) 슬래트쉐이드(Slatted Shade)
커텐 형식 (Curtain Type)	상부개폐식 측부개폐식	반사형직물커텐(Reflective Fibric Curtain) 섬유질충진커텐(Fiberfill Curtain) 플라스틱버블커텐(Plastic Bubble Curtain)
셔터 형식 (Shutter)	완전분리형 셔터	판넬봉합셔터 유리면에 밀착시킨 셔터
	롤형식셔터	롤단(Rolladen)형식 차고문(Garage)형식
루버 형식	미닫이 또는 힌지를 댄 셔터	측면에 힌지를 댄 셔터 바닥에 힌지를 댄 셔터 상부에 힌지를 댄 셔터 미닫이 셔터(Sliding Shutter)
	수동식 자동식	

### 2-2-3 자연형 태양열 시스템별 이용 가능한 야간단열 구조

야간단열 구조에 대한 研究 및 開發은 주로 미국을 중심으로 최근 활발한 연구가 進行되고 있다. 대체로 기존방식의 커텐이나 셔터와 같은 차폐장치를 發展시켜 태양열 시스템의 넓은 집열창을 효과적으로 斷熱하는 방법과 신소재나 기계적裝置를 개발하여 전혀 새로운 概念의 단열구조를 만드는 方法으로 크게 구분되며 기후 및 지역적 특성과 시스템의 類型에 따라 여러종류의 야간단열구조가 研究, 開發되고 있다. 그러나 이와 같은 야간단열구조를 우리가 직접 받아들여 사용하는 것은 재료의 特殊性, 구조의 經濟性, 혹은 생활습관이나 건축방식의 차이등과 같은 문제점을 内包하고 있기 때문에 신중한 考慮가 뒤따라야 할 것이다.

우리나라 기후조건 및 건축방식등에 適合한 태양열 시스템별 이용 가능한 야간단열 구조는 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 시스템별 이용 가능한 야간단열 구조

시스템의 종류	위 치	야간단열구조의 종류
직접획득 방식	집열창 내부	커텐(측부, 상, 하부개폐), 다층 쉐이드(Multiple Shade), 슬래트 셔터(Slatted Shutter), 퀼트(Quilt)방식
	집열창 사이	비이드-월(Bead Wall), 하니-컴(Honey Comb), 지그-자그 폴드(Zig-Zag Folded)
	집열창 외부	하부힌지 셔터(Bottom Hinged Shutter), 슬래트 셔터(Slatted Shutter), 접문(Folded Shutter), 슬라이딩 셔터(Sliding Shutter)
축열벽방식 및 자연대류형 집열판방식	집열창 내부	커텐(측부, 상, 하부개폐), 다층 쉐이드(Multiple Shade), 슬래트 셔터(Slatted Shutter), 퀼트(Quilt)

시스템의 종류	위 치	야간단열구조의 종류
축열벽 방식 및 자연대류형 집열판방식	집열창 사이	비이드-월(Bead Wall), 하니-컴(Honey Comb), 지그-자그 폴드(Zig-Zag Folded)
	집열창 외부	하부힌지 셔터(Bottom Hinged Shutter), 슬래트 셔터(Slatted Shutter), 슬라이딩 셔터(Sliding Shutter)
부착온실 방식	집열창 내부	퀼트(Quilt), 슬래트 쉐이드(Slatted Shade), 커텐(Curtain), 다층 쉐이드(Multiple Shade)
	집열창 사이	비이드-월(Bead Wall), 하니-컴(Honey Comb), 지그-자그 폴드(Zig-Zag Folded)
	집열창 외부	방수용 퀼트(Quilt), 힌지 셔터(Hinged Shutter)

### 3 장. 改修對象 共同住宅의 選定 및 改修 方案

#### 3-1. 대상 공동주택의 선정

自然型 太陽熱 시스템의 適用부위는 建物 남면을 利用하게 된다. 既存 共同住宅의 남면공간은 남면부위 전체가 발코니인 경우 일부분만이 발코니인 경우 그리고 발코니 형태가 직각인 경우와 곡선으로 된 여러 形態들이 있다.

改修 對象 공동주택은 전국 각 지역의 既存 공동주택을 대상으로 하는것이 바람직하나 研究의目的에 부합되는 조건을 아래와 같이 구분 選定하였다.

가, 우리나라에서는 1975년 12월 建築法에 “建築物의 부위별 열관류율 및 斷熱 성능”등을 規制하는 조치를 하였으며 1980년 12월초에는 이 조치를 더욱 強化하여 建物에서 사용되는 에너지를 節約하게 施行하였는 바 이 이후에 設計 시공된 建物(단열규준 시행 이 후의 건물)을 改修대상으로 하였다.

나, 單位平面은 國民住宅 規模로써 自然型 太陽熱 시스템의 설치가 容易한 建物을 대상으로 하였다.

위의 條件에 부합되는 공동주택을 체크리스트를 통한 自然型 太陽熱 시스템의 설치 可能性 여부를 判別하여 전형적인 共同住宅의 平面 形態를 갖고 발코니의 형태가 각기 다른 共同住宅 4단지를 改修대상 共同住宅으로 選定하였으며 改修계획은 주동만을 計劃하는 것으로 하였다. 選定된 共同住宅은 청주와 송탄지역에 위치하고 있다.

청주의 사직, 봉명 共同住宅은 남면부위 일부분에 발코니가 설치된 경우이며 청주 울량과 송탄 세경 공동주택은 남면부위 전체가 발코니인 경우이다. 특히 청주 울량 공동주택은 발코니 형태가 曲線으로 처리되어 있다.

單位 平面 規模는 13-25평 크기의 國民住宅규모로 煙房 方式은 個別煙房 方式으로 기름과 가스를 사용하고 있다.

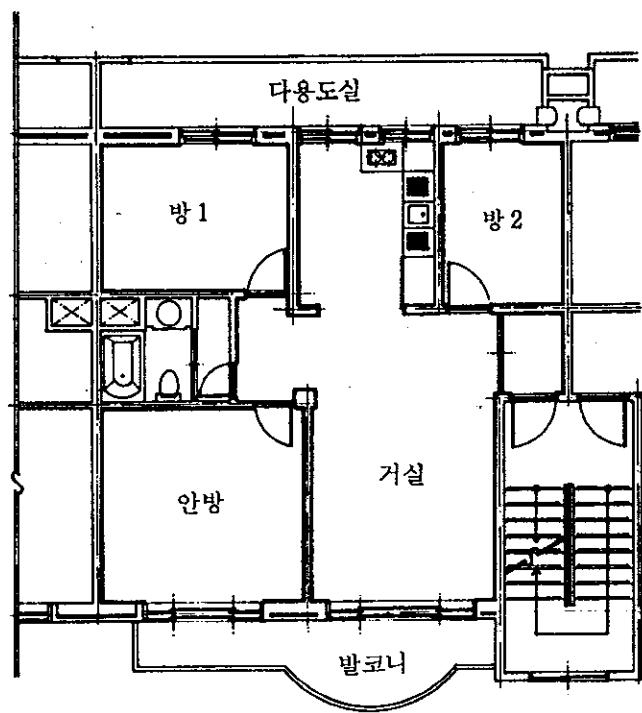
선정된 共同住宅의 概要是 <표 3-1>에 立面과 平面형태는 (그림 3-1)~(그림 3-9)에 보여진다.

<표 3-1> 선정된 개수대상 공동주택

건물위치	주거형	평형	난방방식
청주율량	4층 아파트	25 평	기름보일러
청주사직	5층 아파트	13 평	기름보일러
청주봉명	2층 연립	15 평	가스보일러
송탄세경	5층 아파트	19 평	기름보일러



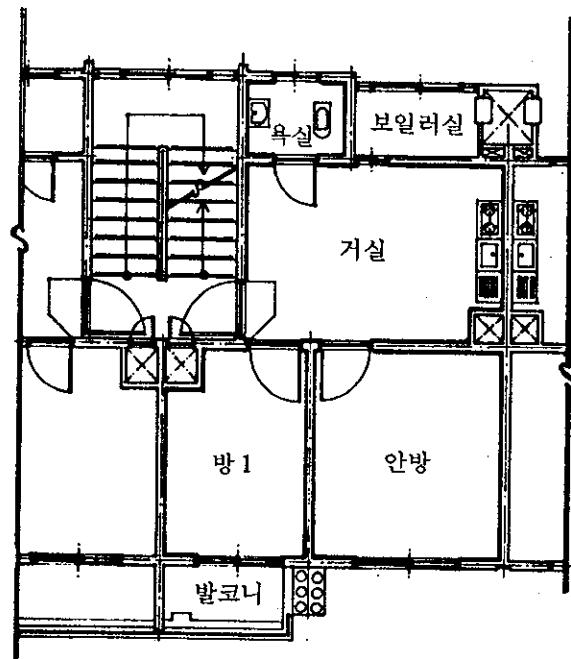
(그림 3-1) 율량 공동주택의 전경



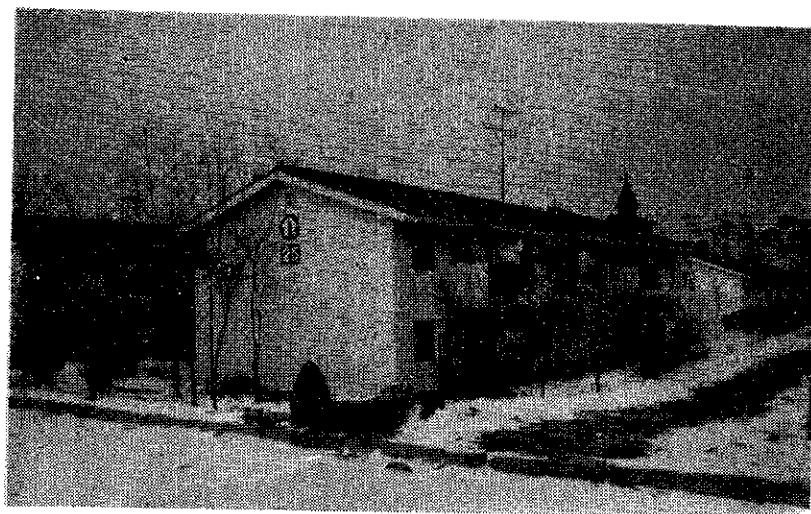
(그림 3-2) 율량 공동주택의 평면 (25평형)



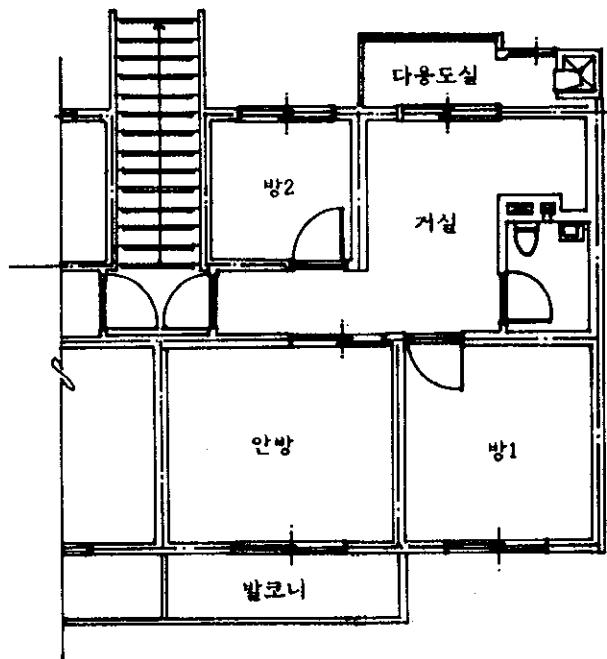
(그림 3-3) 사직 공동주택의 전경



(그림 3-4) 사직 공동주택의 평면 (13평형)



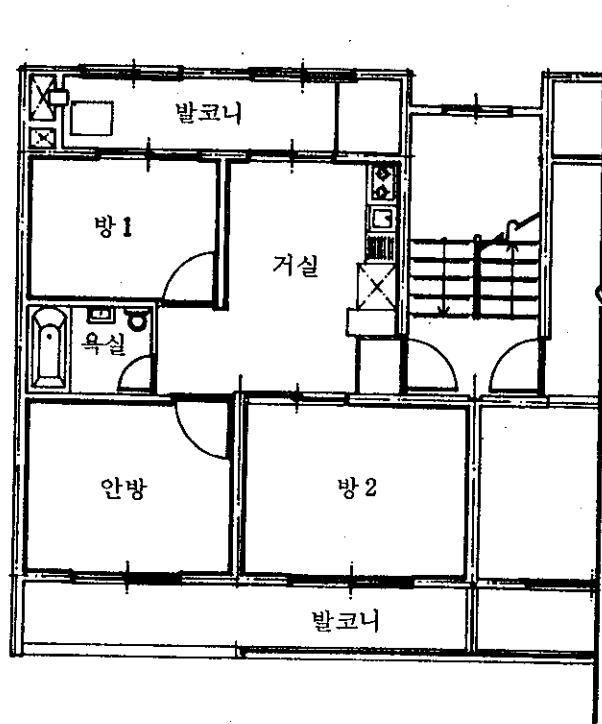
(그림 3-5) 봉명 공동주택의 전경



(그림 3-6) 봉명 공동주택의 평면(15평형)



(그림 3-7) 세경 공동주택의 전경



(그림 3-8) 세경 공동주택의 평면(19평형)

### 3-2. 대상 共同住宅의 自然型 太陽熱 改修方案

既存 共同住宅에 自然型 太陽熱 시스템의 適用은 구조체의 기밀성을 강화시키며 지속적인 低溫의 복사난방으로 보다 쾌적한 環境의 조성과 함께 에너지 節約效果를 거둘 수 있을 것이다. 그러나 設計初期에 自然型 太陽熱 利用을 의도하지 않은 기존 共同住宅에 自然型 太陽熱 시스템의 適用에는 일사수열을 위한 충분한 크기의 集熱窗, 그리고 여름철 過熱현상을 防止하기 위한 遮陽장치의 설치 등도 檢討하여야 自然型 太陽熱 改修에 따른 충분한 에너지 節約효과를 볼 수 있다.

본 研究에서는 앞 장에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 기존 共同住宅에 적용 가능한 自然型 太陽熱 시스템을 選別하여 에너지 節約效果등의 檢討를 거쳐 남면의 일부에 한가지 시스템을 그리고 조합이 가능한 두가지 시스템을 混合適用 改修計劃하였다.

일사조절을 위한 遮陽장치는 상층의 발코니가 過熱기간의 日射차단과 煙房기간 日射유입에 적정하여 별도의 遮陽장치는 계획하지 않았으며, 热的效果와 실내공간 增加를 얻을 수 있어 많은 거주자들이 간이온실을 設置하여 使用하고 있는 부착온실 방식을 適用하는 것을 우선으로 하였으며 그 외의 공간에는 실의 사용용도와 시공의 용이성등을 檢討하여 각 대상 共同住宅에 4가지의 改修方案을 計劃하였다. < 표 3-2 >

< 표 3-2 > 대상 공동주택에 대한 자연형 태양열 개수 계획안

	율 량	사 직	봉 명	세 경
제 1 안	거실:부착형온실 방식(S.S)	발코니:부착형온 실(S.S)	발코니:부착형온 실(S.S)	방 2:부착형온실 실(S.S)
제 2 안	안방:직접획득방 식(D.G)	안방:자연대류형 집열판방식(TAP)	방 1:자연대류형 집열판방식(TAP)	안방:직접획득방 식(D.G)
제 3 안	안방:축열벽방식 (T.W)	안방:축열벽방식 (T.W)	방 1:축열벽방식 (T.W)	안방:축열벽방식 (T.W)
제 4 안	거실:부착형온실 (S.S), 안방:축열 벽방식(T.W)	발코니:부착형온 실(S.S), 안방:축 열벽방식(T.W)	발코니:부착형온 실(S.S), 방1:자 연대류형 집열판 방식(TAP)	방 2:부착형온실 (S.S), 안방:직접 획득방식(D.G)

### 3-1. 울량 공동주택의 개수 방안

울량 共同住宅은 남면 전체가 발코니인 경우로 특히 발코니의 形態가 曲面으로 처리되어 있으며 안방과 거실이 南面에 위치하고 있다. 改修方案은 부착온실 방식, 직접획득 방식, 축열벽 방식을 적용하여 計劃하였으며 자연대류형 집열판 방식은 設置 空間의 확보에 어려움이 있어 除外 하였다.

울량 共同住宅의 自然型 太陽熱 改修方案은 다음과 같다.

#### 가. 제 1 개수 방안

거실 남면 발코니 부분에 부착온실을 設置하여  $19.2\text{m}^3$ 의 완충공간과  $7.1\text{m}^2$ 의 축열체를 설치 축열容量을 增加하였다.

축열체는 칸막이 벽이 中斷熱로 되어 축열체로의 使用에 어려움이 있어 바닥에 축열체를 設置하였으며 바닥으로의 熱損失을 防止하기 위하여 외단열재인 50mm드라이 비트로 단열 처리마감 하였다. 비교적 넓은 空間의 발코니가 확보되어 있어 热的 완충공간의 역할과 空間利用의 意味로 발코니 바닥높이와 거실바닥의 차를 줄였으며 여름철 日射調節을 위한 Roller-Blind와 창으로의 熱損失 防止를 위한 야간단열 구조(R3)를 設置 計劃하였다 (그림 3-10).

#### 나. 제 2 개수방안

안방에 직접획득 방식을 適用하는 改修方案으로 既存 창으로는 집열면적이 충분하지 않기 때문에 남면벽의 일부를 허물고 집열 면적을 증가하여 낮동안 충분한 日射를 받을 수 있도록 하였으며 夜間에는 유리창에 야간단열 구조(R3)를 설치하여 유리창으로부터 損失되는 열량을 줄였다. 윗층 발코니가 遮陽效果를 할 수 있을 만큼 충분히 둘출되어 있어 별도의 차양장치는 計劃하지 않았다. 안방에 직접획득 방식의 適用은 안방이 침실로 주로 저녁과 야간에 利用되는 空間이기는

하나 우리나라의 生活慣習상 주간의 이용율 또한 높아 이 方式이 갖고있는 效果를 기대할 수 있을 것으로 보여지며 (그림 3-11)과 같다.

#### 다. 제 3 개수방안

안방에 축열벽 방식인 트롬벽을 설치하여 낮 동안 충분한 日射를 獲得한 후 室內氣溫이 하강하는 야간에, 獲得된 열을 室內로 放出할 수 있도록 하였다. 축열벽은 12mm의 이중유리와 150mm의 중공층 300mm의 축열벽으로構成되어 있으며 축열벽 남면에는 흡수율(0.9)이 높은 흑색도료로 도포하였다. 축열체의 設置는 안방 既存의 유리창을 縮小하여 축열면적을 增加하였으며 採光, 換氣를 위하여 창의 開閉가 가능하도록 하였고 집열창과 축열벽 사이의 중공층은 개폐부분을 제외하고는 공기의 순환이 이루어지도록 하였다.

遮陽裝置는 윗층 발코니의 돌출로 별도의 計劃은 하지 않았다. (그림 3-12)

#### 라. 제 4 개수방안

거실 남면 발코니 부분에 부착형 온실을 설치한 제 1 개수방안과 안방에 축열벽 방식인 트롬벽을 설치하는 제 3 改修方案이 混合適用된 自然型 太陽熱 시스템으로 이로인해  $19.17\text{m}^3$  완충공간과  $17.48\text{m}^2$  축열체 증가를 가져 왔다. (그림 3-13)

#### 3-2. 사직 공동주택의 개수방안

사직 공동주택은 13평형의 비교적 規模가 작은 共同住宅으로 두개의 방이 모두 남면에 위치하고 있으며 방1 앞부분에만 발코니가 形成되어 있다. 改修計劃은 부착온실 방식, 자연대류형 집열판 방식, 축열벽 방식인 트롬벽을 適用하는 개수방안으로 다음과 같다.

### 가. 제 1 개수방안

방1 전면 발코니 부분에 부착형온실을 설치하여  $7.1\text{m}^3$ 의 완충공간 증가와  $2.6\text{m}^2$ 의 축열체 증가로 축열 용량이 늘어났다. 축열체로는 콘크리트 바닥에 두께 60mm의 조적조 축열체를 깔았으며 바닥으로의 热損失을 防止하기 위하여 바닥을 외단열재인 두께 50mm드라이비트로 斷熱處理 마감하였다. 또한 내단열로 되어있는 간막이 벽의 단열재를 除去한 후 축열체을 증가 시켰다.

여름철 過熱防止를 위해 창의 일부를 開閉 가능하게 하였고 별도의 차양장치로 Roller-Blind를 設置하였으며 야간단열구조(R3)를 설치하였다. (그림 3-15)

### 나. 제 2 개수방안

안방 남면벽에 자연대류형 집열판의 전면 순환형(u형)을 부착하였다. 전면순환형(u형)은 수열면적 증가를 위해 순환궤도를 u자 形態로 길게 한것으로 6mm단열 유리와 알루미늄 흡열판위 흡수율(0.9)이 높은 흑색도료가 도포된 흡열판, 상하부  $150\text{mm} \times 200\text{mm}$  크기의 개구부 댐퍼(Damper)로 구성되었으며 집열판의 크기는  $1800\text{mm} \times 1800\text{mm}$ 이다.

난방기간 낮동안에 흡열판으로 부터 덮혀진 따뜻한 공기는 상부 개구부를 통해 대류 작용에 의해 순환되며 실내 찬공기는 하부 개구부를 통해 남면 흡열판 사이로 들어가게 된다. 야간에 실내공기 역순환 防止를 위한 댐퍼가 設置되어 에너지 節減效果를 가져오게 하였다. (그림 3-16)

### 다. 제 3 개수방안

안방에 축열벽 방식인 트롬벽을 適用한 改修計劃으로 獲得된 태양에너지를 저장하기 위하여 단열재를 제거하고 두께 200mm인 축열체를 설치하여 축열용량을增加하였으나 이로인해 실내공간이  $0.64\text{m}^3$  줄었다.

집열창은 採光의 기능으로써도 이용되어져야 하므로 개폐 가능하도록 構成하여 자연형 태양열 改修에 따른 變化를 최소화 하였다. (그림 3-17)

#### 라. 제 4 개수방안

거실 남면 발코니 부분에 부착형 온실을 설치한 제 1 개수방안과 안방에 축열벽 방식인 트롬벽을 설치한 제 3 개수방안이 混合適用된 自然型 太陽熱 시스템으로 거실 남면 발코니, 온실부착과 안방 남면 축열벽 설치 개수계획안이다. 이로인해  $7.1\text{m}^3$  완충공간과  $9.5\text{m}^2$  축열체 증가를 가져왔다. (그림 3-18)

#### 3-3. 봉명 공동주택의 개수방안

봉명 공동주택은 19평형의 2층 聯立住宅으로 남면에 위치한 안방 전면에만 발코니가 形成되어 있다. 改修計劃案은 사직 共同住宅과 동일하게 부착온실 방식, 자연대류형 집열판 방식, 축열벽 방식을 適用하였으며 改修方案은 다음과 같다.

#### 가. 제 1 개수방안

안방 남면 발코니 부분에 부착온실 방식을 적용하여  $14.7\text{m}^3$ 의 완충공간과  $5.5\text{m}^2$ 의 축열체가 증가 하였다. 축열체 위치는 발코니 바닥과 内斷熱로 되어 있는 온실과 방사이의 간막이 벽의 단열재를 제거하여 축열체를 증가 시켰고 온실 바닥과 축벽의 斷熱處理와 야간단열구조(R3)를 설치하여 热損失을 줄였으며 일부 窓戶를 개폐 가능하게 하여 온실내 過熱을 防止할 수 있도록 하였다. (그림 3-20)

#### 나. 제 2 개수방안

남면벽 방1에 자연대류형 집열판의 前面 循繞型(u형)을 부착하였다. 전면 순환형(u형)은 수열 면적 증가를 위해 循繞軌道를 u자형으로 길게 한것으로 6mm 단열유리와 알루미늄 흡열판 위 흡수율(0.9)이 높은 흑색도료가 도포된 흡열판, 상. 하부  $100\text{mm} \times 200\text{mm}$  크기의 개구부 댐퍼(Damper)로 구성되었으며 집열판의 크기는

1200mm × 1550mm 이다.

이 시스템은 열류궤도가 깊어지고 열류의 휨정도도 심해서 시스템의 效率이 떨어지게 되지만 수열면적의 증대로 인하여 실내 방출열량은 증가하게 된다.

바닥판의 걸레판이 상단에서 찬공기는 집열판 뒷면으로 유입되며 가열된 공기는 창대높이 부근의 춤기구를 통하여 실내로 유입된다. 이때 흡열판의 뒷면에 단열재를 부착하여 후면의 찬공기가 热獲得을 하므로써 전·후면의 공기가 동시에 上昇하게됨에 따라 循軌力이 약해지는 것을 防止한다. (그림 3-21)

#### 다. 제 3 개수방안

제 2 개수방안에서 자연대류형 집열판(TAP)을 설치한 위치인 방 I 남면벽에 축열벽 방식인 트롬벽을 適用한 計劃으로 벽체 단열재를 제거하고 100mm 축열체를 쌓아 축열용량을 증가하였으며 집열창은 既存의 窓戸와 같이 부착하여 창호가 개폐되도록 하였다. 지붕의 처마가 水平遮陽의 역할을 할 수 있어 별도의 차양장치는 계획하지 않았다. (그림 3-22)

#### 라. 제 4 개수방안

거실남면 발코니 부분에 부착형 온실을 설치한 제 1 개수방안과 방 I에 자연대류형 집열판 방식의 전면순환형(u형)을 설치하는 제 2 개수방안이 混合適用된 자연형 태양열 시스템이다. (그림 3-23)

#### 3-4. 세경 공동주택의 개수 방안

송탄에 위치하고 있는 세경 共同住宅은 19평형 5층 아파트로 남면 전체가 발코니로 形成되어 있다. 改修計劃은 부착온실 방식, 직접회득 방식, 축열벽 방식을 適用하여 計劃하였으며 개수방안은 다음과 같다.

### 가. 제 1 개수방안

방2 남면 발코니部分에 부착온실 방식을 적용하여  $11.2\text{m}^3$ 의 완충공간과 발코니 바닥에 60mm의 축열체를 깔고, 조립식으로 되어있는 간막이 벽을 제거하고 250mm의 축열벽으로交替하여  $4.3\text{m}^2$ 의 축열체를增加하였다. 바닥은 외단열재인 두께 50mm드라이비트로斷熱處理하여 바닥으로의熱損失을防止하였으며 야간단열구조(R3)와 Roller-Blind를 설치하였다. (그림 3-24)

### 나. 제 2 개수방안

안방 남면벽을 헐고 발코니 끝부분까지居住空間을擴張하는 직접획득 방식을 위하여 발코니의既存 콘크리트 난간 일부를 헐고 집열창을 설치하였으며 집열창을 除外한 남면벽은 단열재와 0.5B 벽돌을 추가構成하여 열손실을 줄일 수 있도록 하였다. 이로 인해  $12.2\text{m}^3$ 의 실내공간을 넓혔고 6mm 이중창 남면 부착으로 난방기간 낮동안 실내로 충분한日射가 들어오도록 하였으며 확장된 부분에  $4.7\text{m}^2$  축열체(두께:60mm)를 깔아 축열용량 증가와 야간단열막(R3)을 설치하므로써 창으로부터損失되는 열량을 최소화 했고 Roller-Blind를 설치하여 과열현상을 방지할 수 있게 하였다. (그림3-26)

### 다. 제 3 개수방안

안방에 축열벽 방식인 트롬벽의適用으로 제2안과 같이居住空間을擴張하고 두께 300mm의 축열벽을 설치하였다.

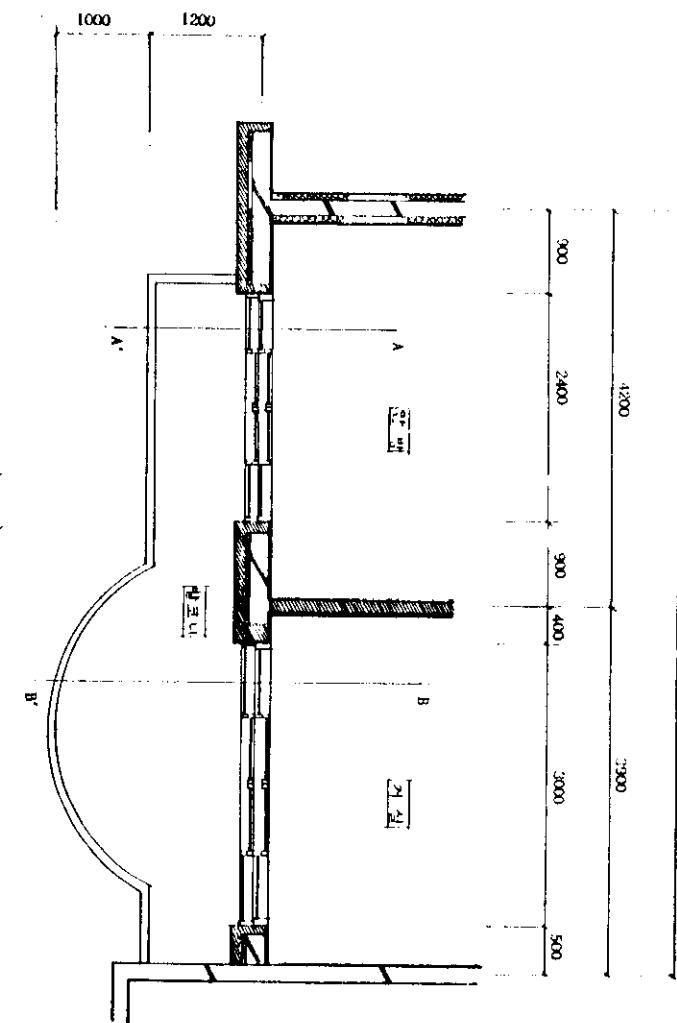
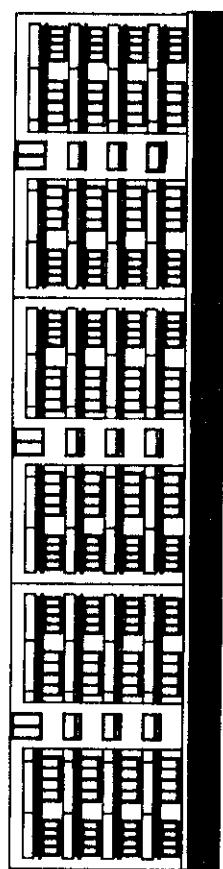
熱性能에影響을 주지 않는範圍에서 개폐 가능한 창호를 설치하여換氣와 채광이 이루어 지도록 하였으며 외부와 면한 부분은 외단열재인 두께 50mm드라이비트로 단열처리하여热損失을 방지하도록 하였다. 발코니 끝부분까지 거주공간의 확장으로  $12.2\text{m}^3$  실내공간을 넓혔고 야간단열막(R3), 또한 여름철 과열현상을

막기 위한 Roller-Blind를 설치하였다. (그림 3-27)

#### 라. 제 4 개수방안

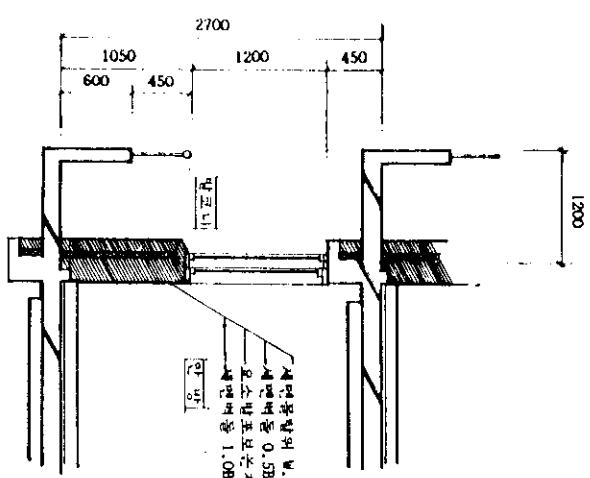
제 1 개수방안인 방2 남면 발코니에 부착온실 방식과 제 2 개수방안인 남면에  
직접획득 방식을 혼합 적용한 自然型 太陽熱 시스템으로, 이로인해  $11.2\text{m}^3$ 의 완  
충공간 증가,  $13.1\text{m}^2$ 의 축열체 증가와  $12.2\text{m}^3$ 의 실내공간이 넓혀졌다. (그림 3-28)

주 동 이 면도



회 면 도

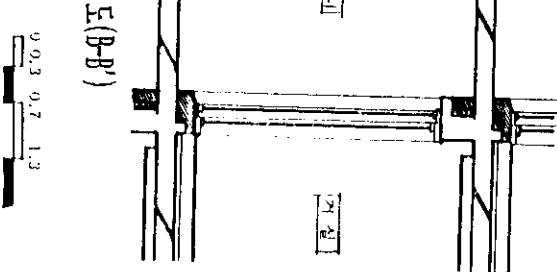
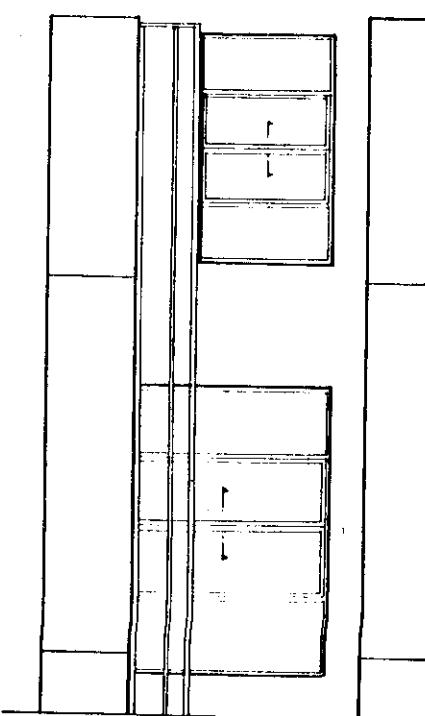
단 면 도(A-A')

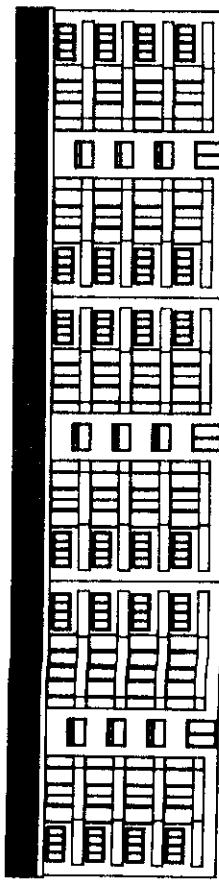
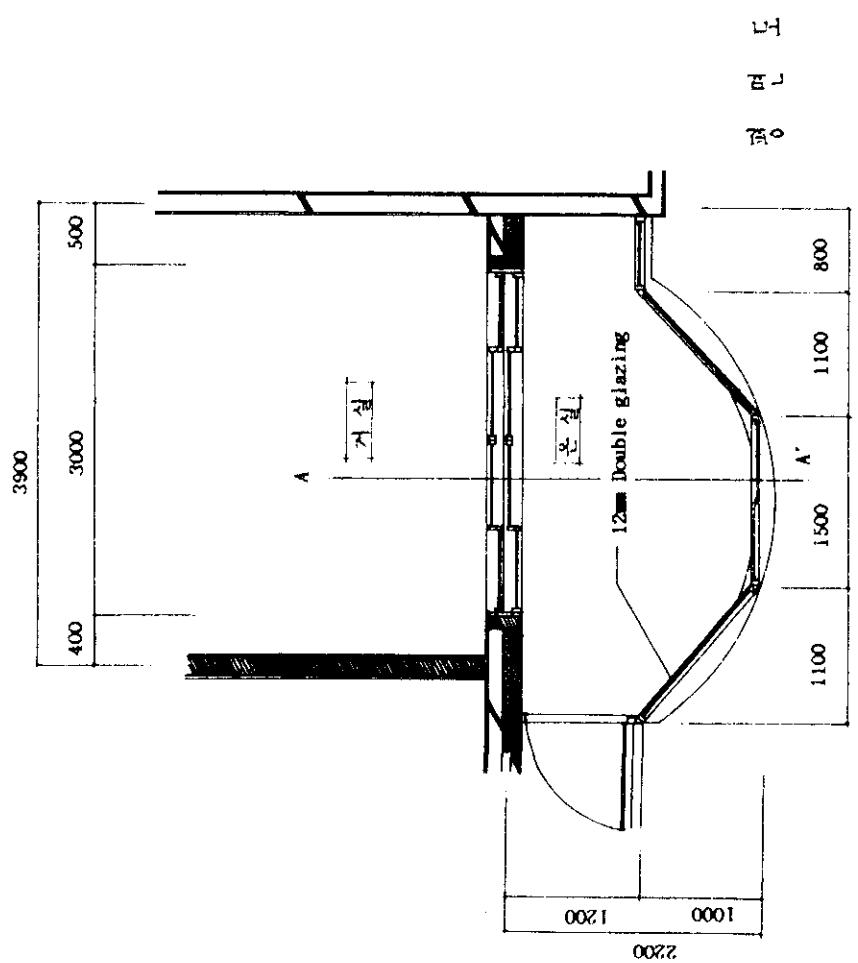
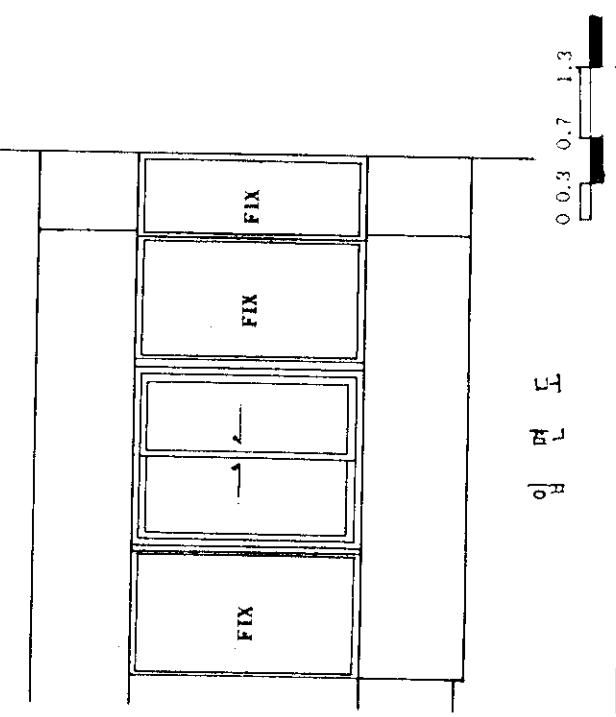
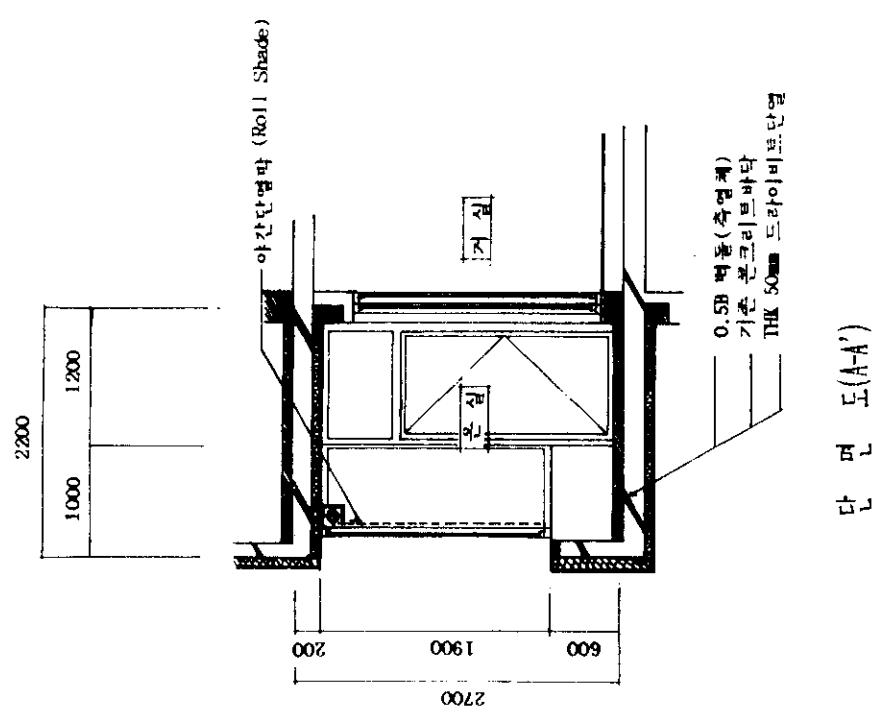


단 면 도

단 면 도(B-B')

0.6 0.3 0.7 1.3

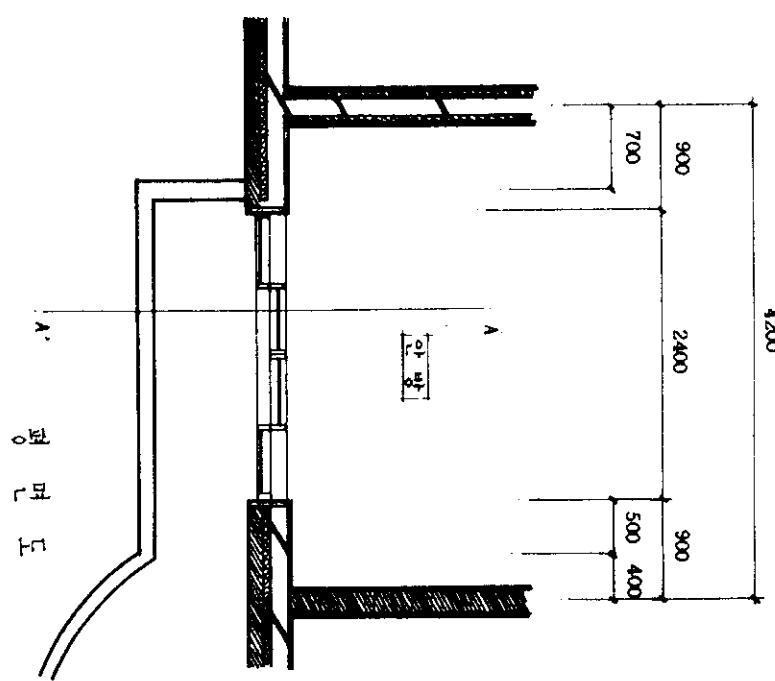
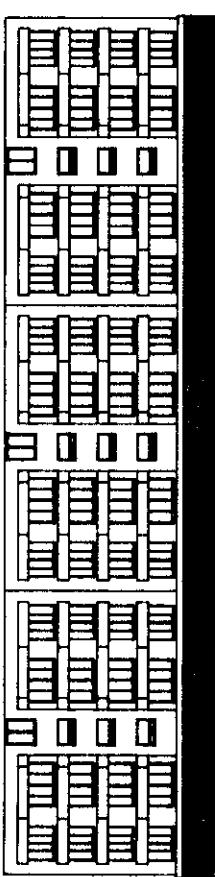




주도면도

(그림 3-10) 옥상 고도주체의 제 1 계단화면도

주도입면도

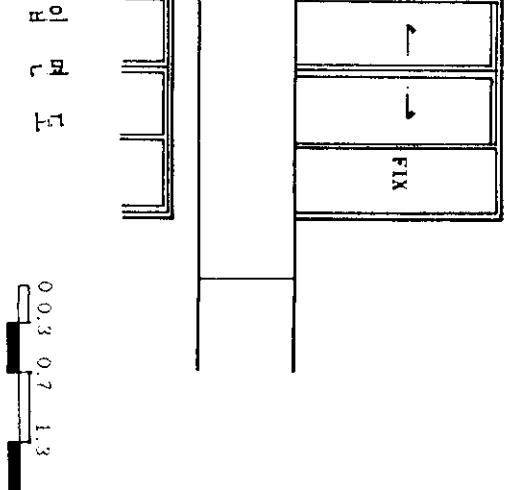


A-A  
면도

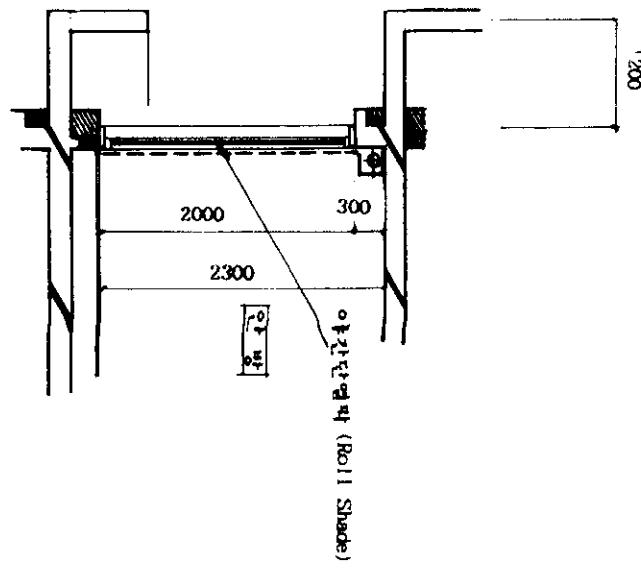
(그림 3-11) 주도입면도(도어 및 창문)

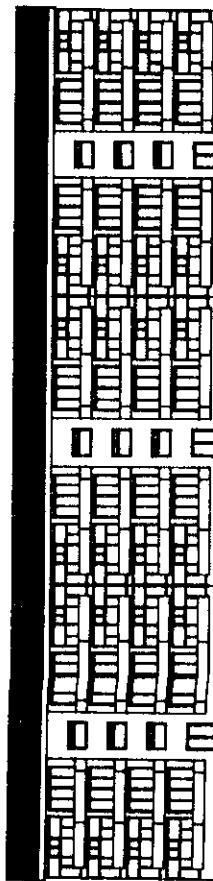
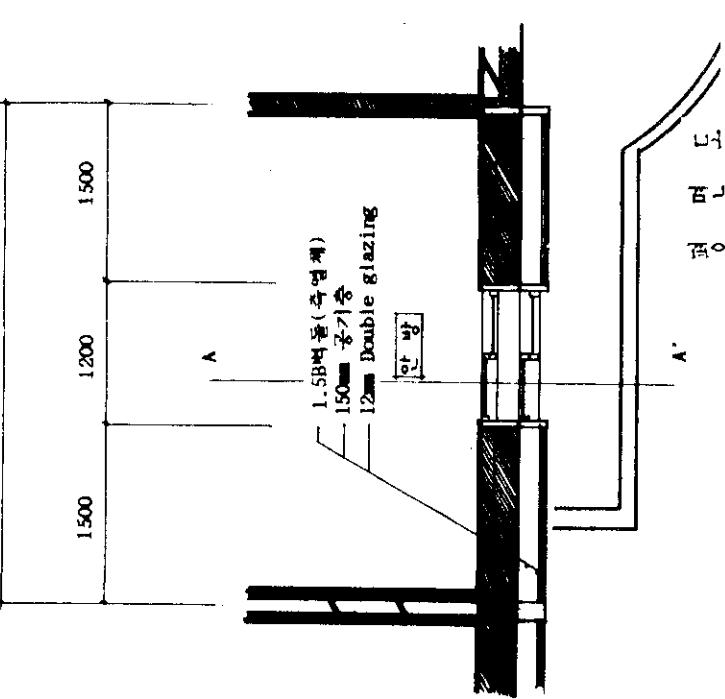
- 41 -

이면도

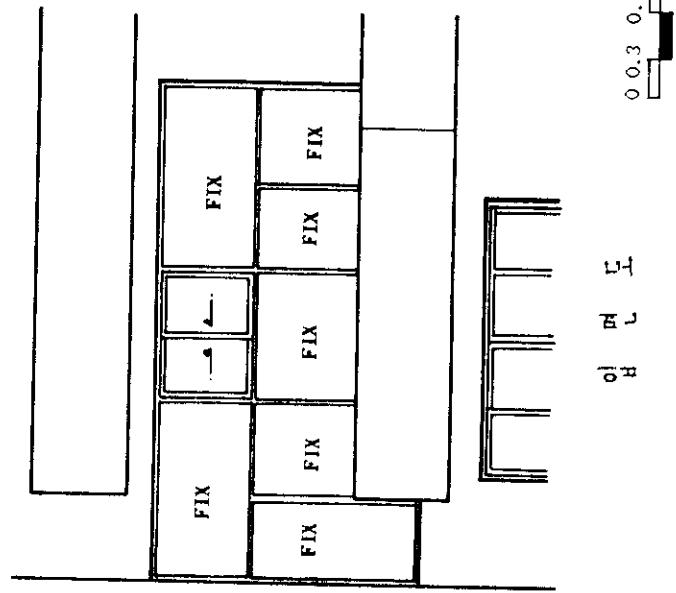
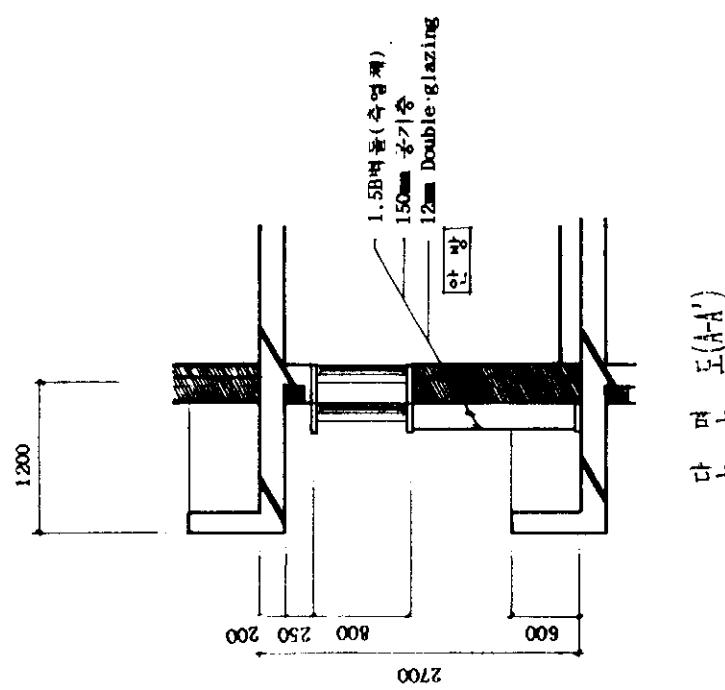


단면도(B-B)



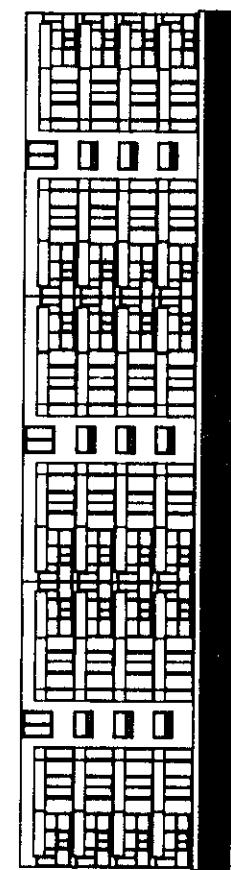


주도의 면도



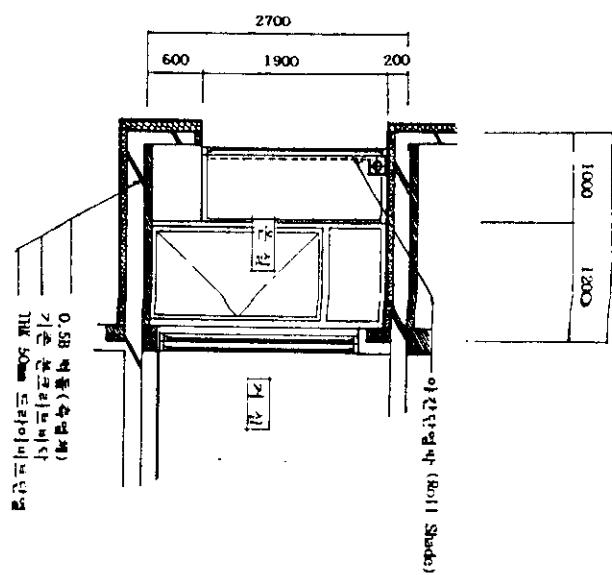
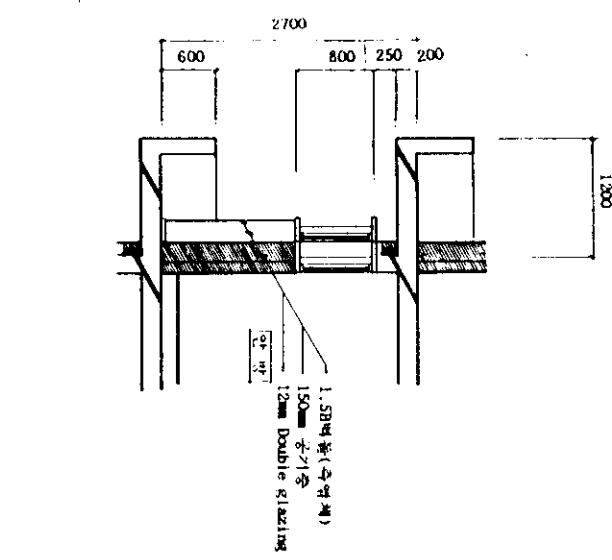
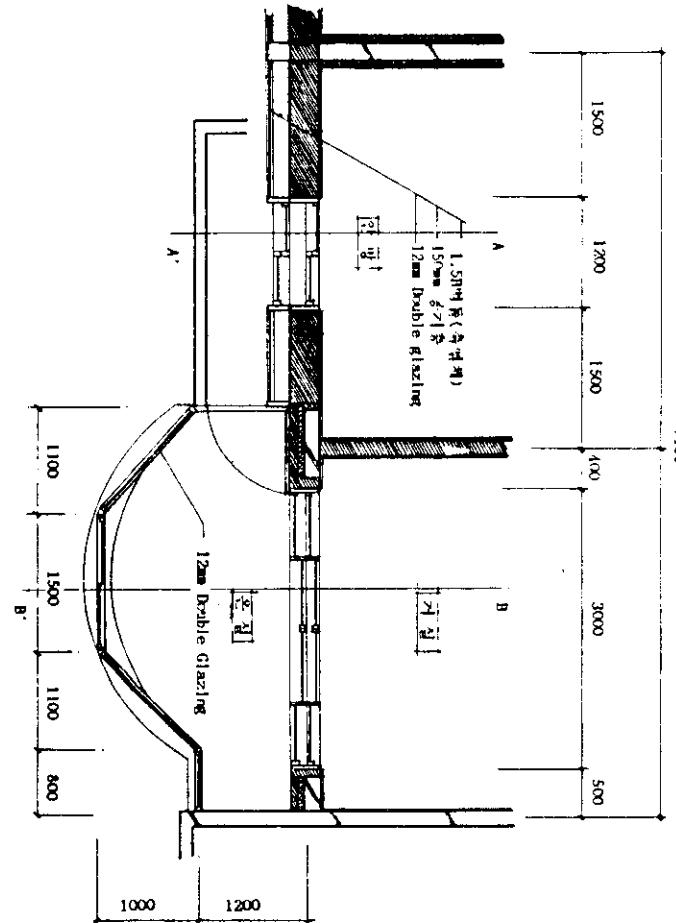
(그림 3-12) 유향 유도주택의 제 3 계단부

### 주도면도



단면도(A-A')

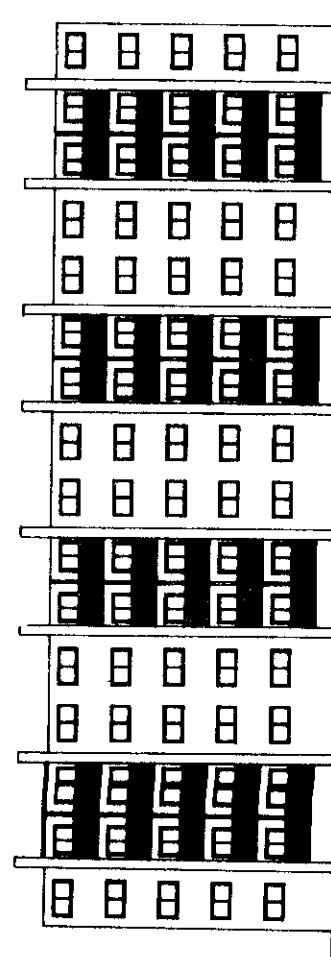
단면도(B-B')



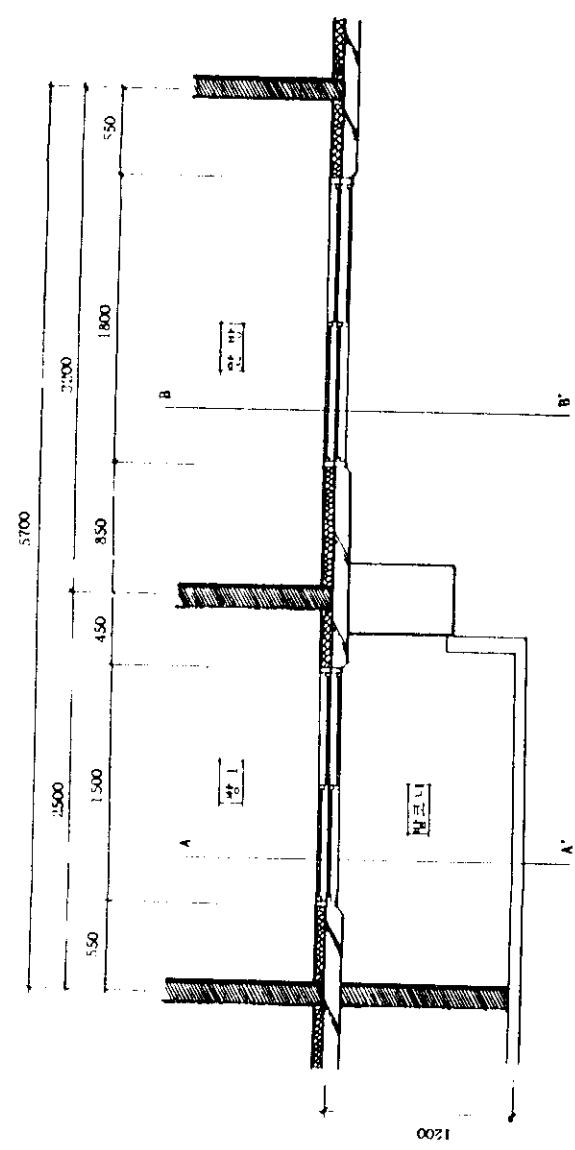
### 이면도

0.0.3 0.7 1.3

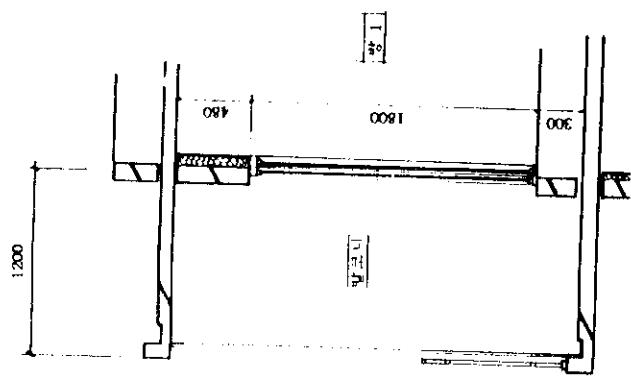
주동일면도



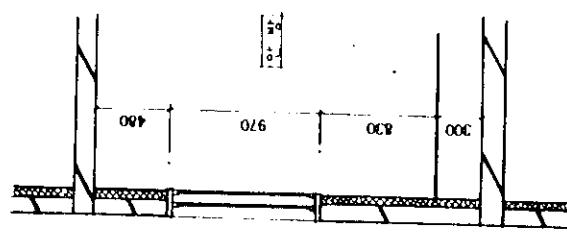
단면도



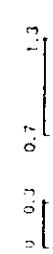
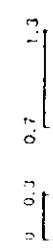
단면도(A-A')



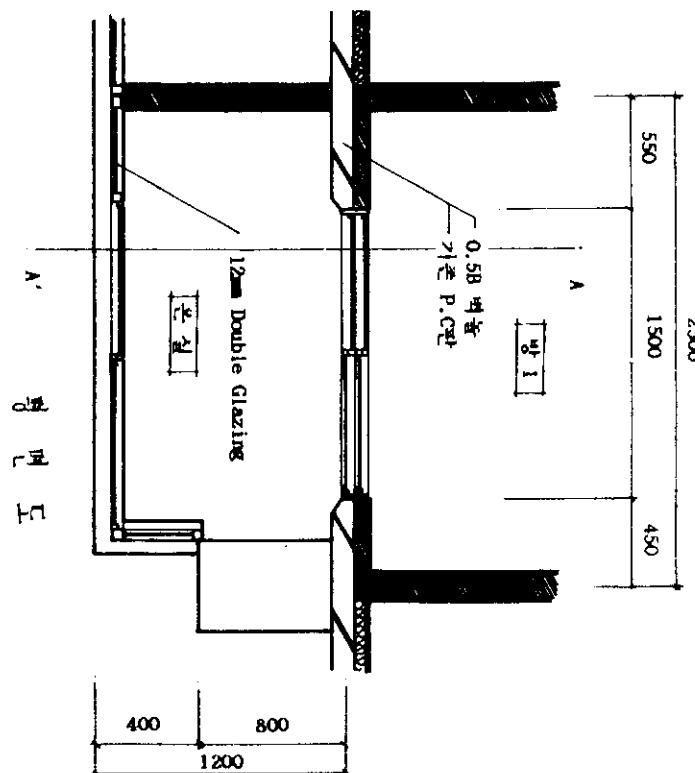
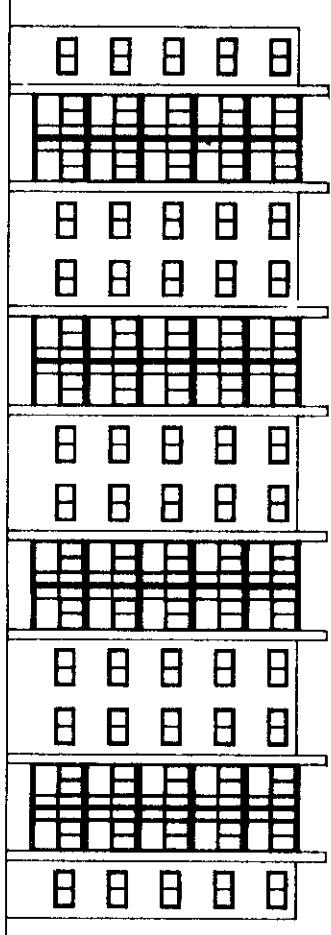
단면도(B-B')



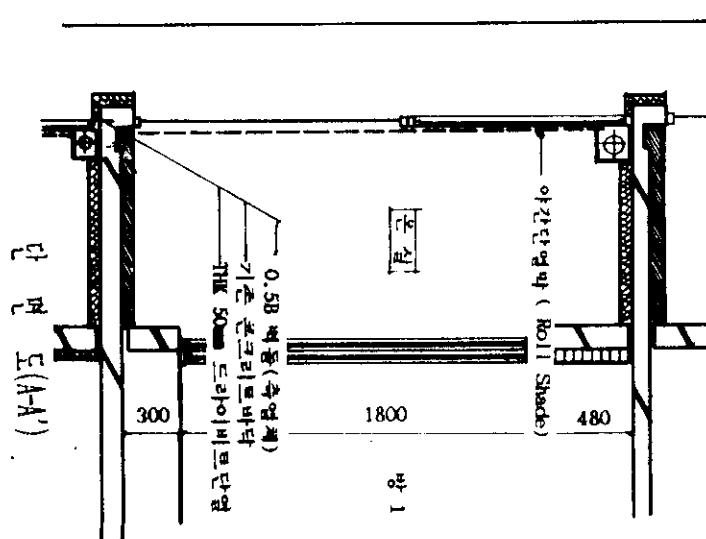
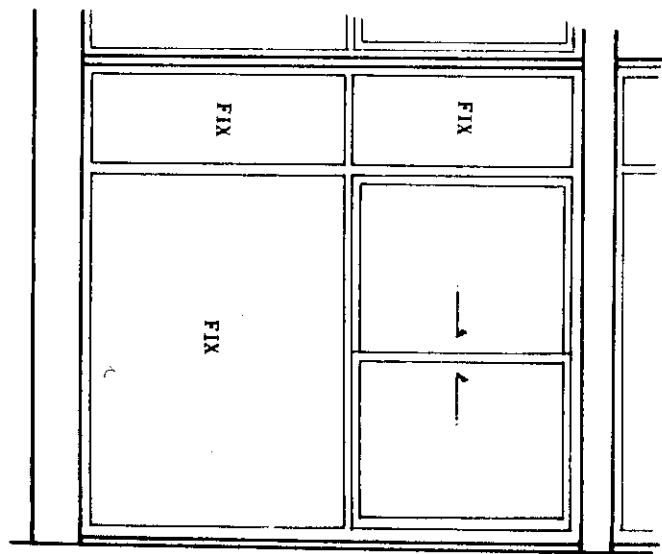
단면도

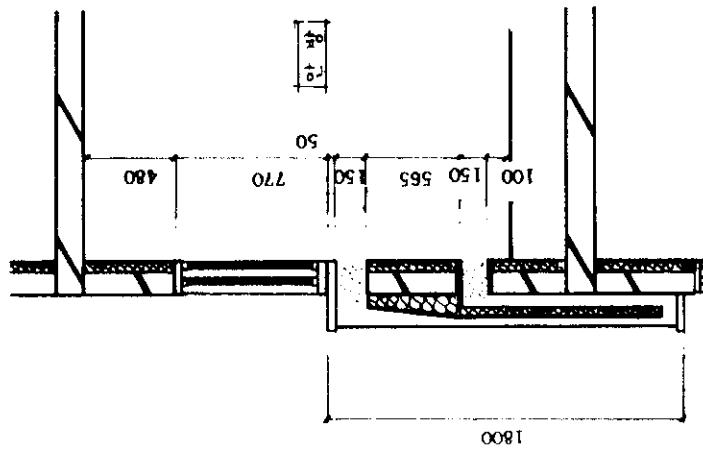


주도입면도

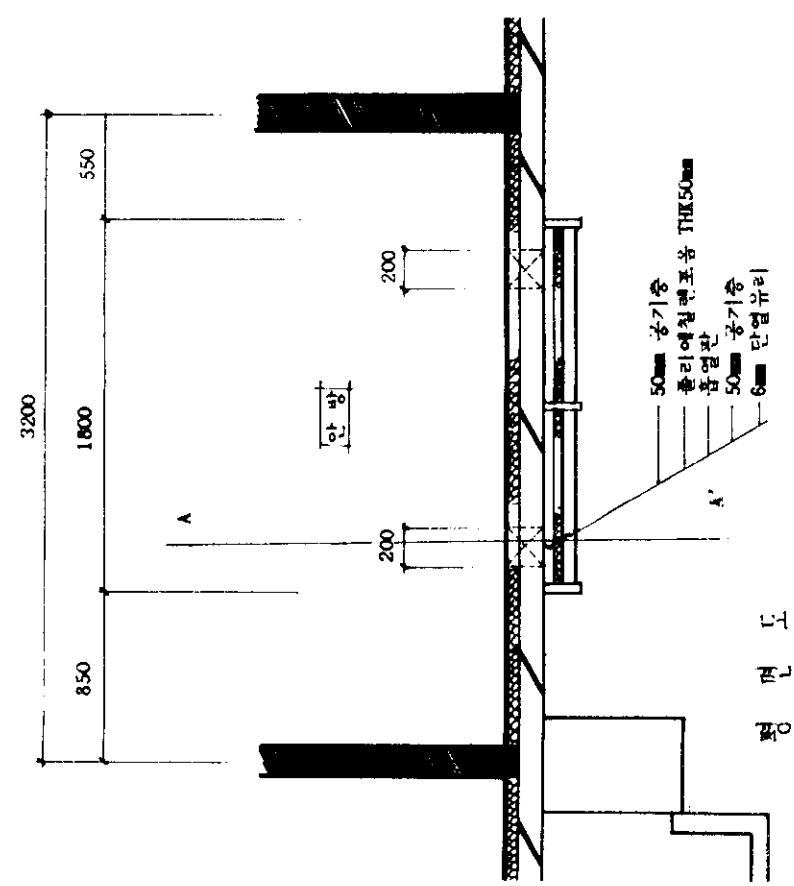
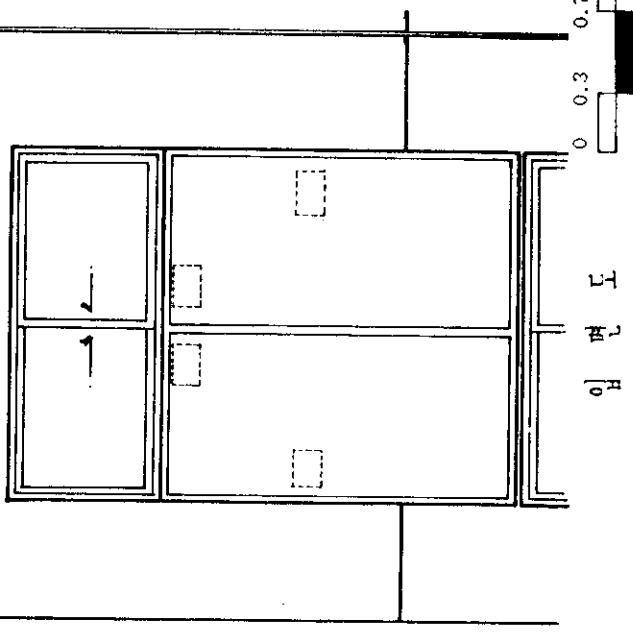


부재도

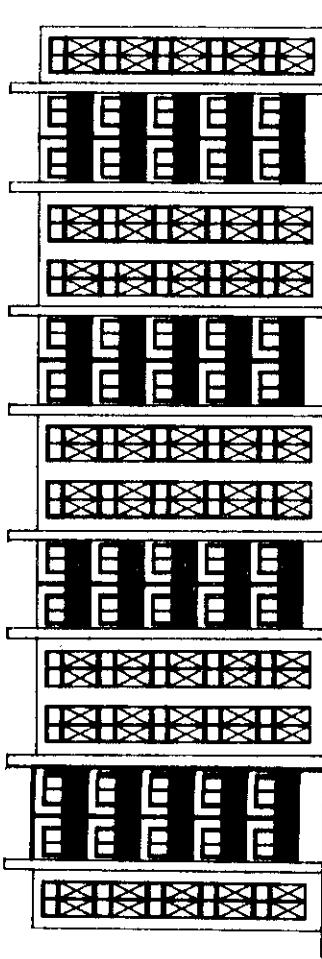




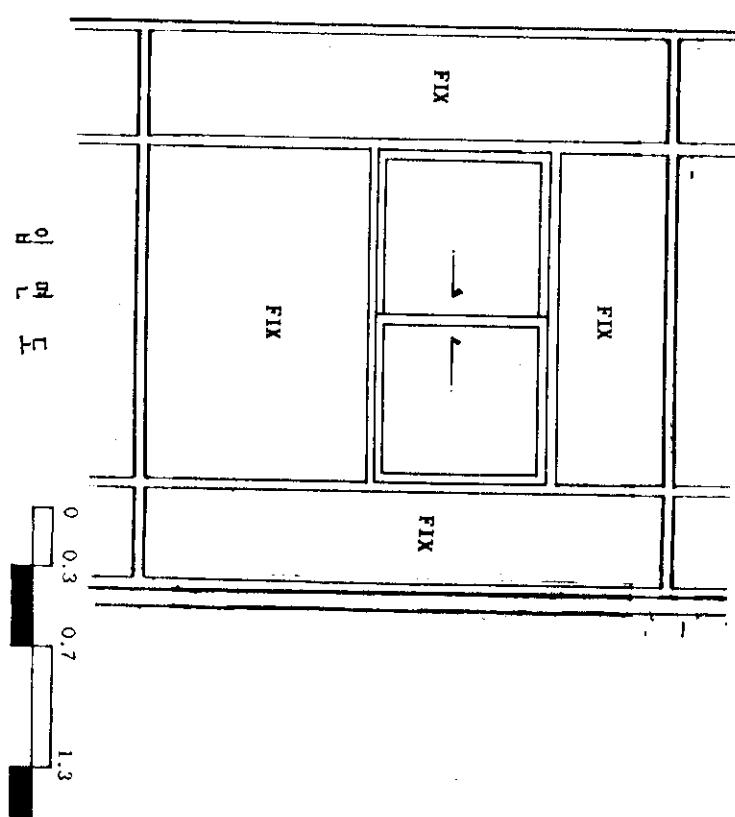
단면도 E(A-A')



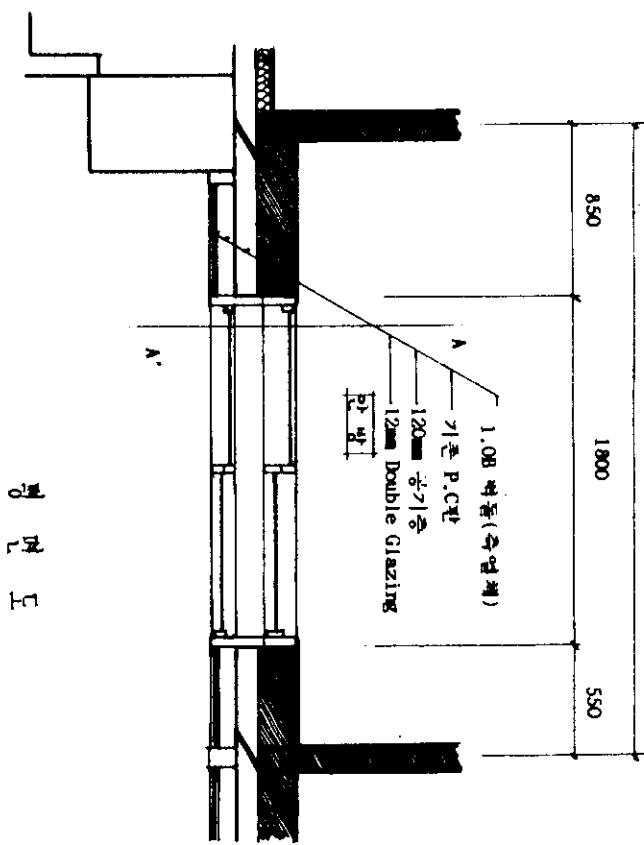
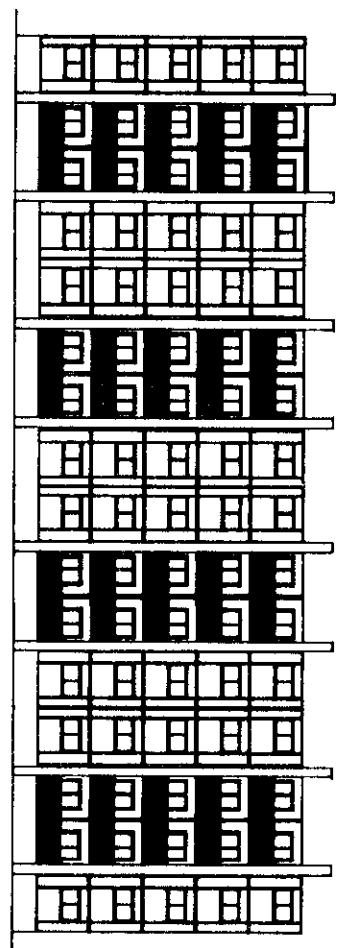
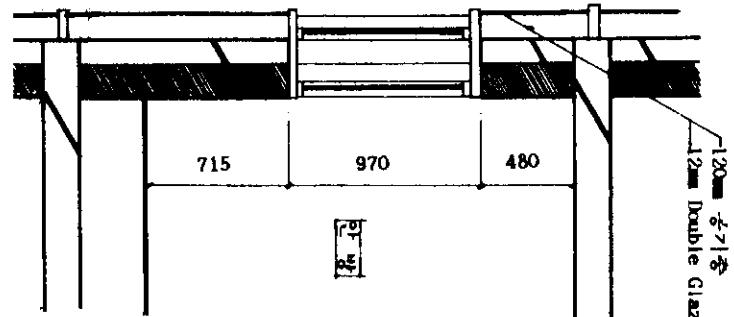
단면도 F(B-B')



주동입면도

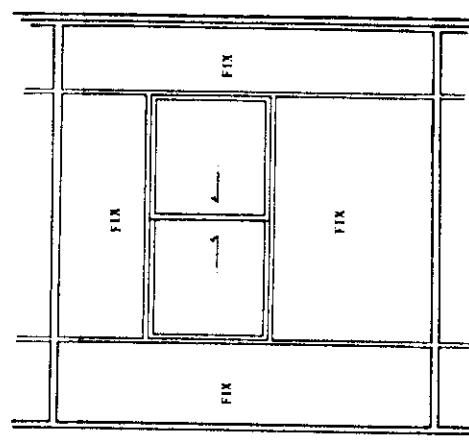


단면도(A-A')

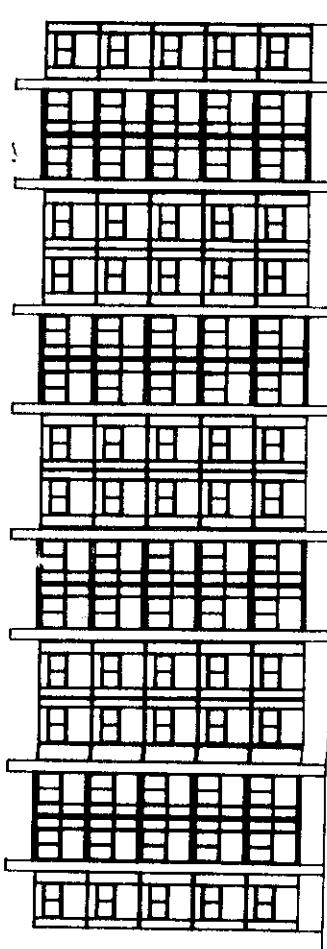


단면도

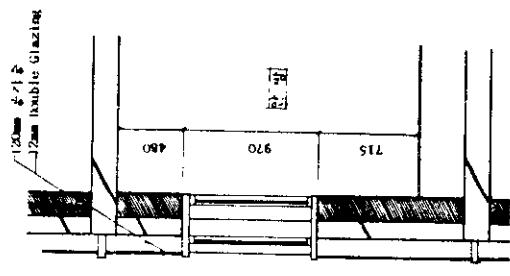
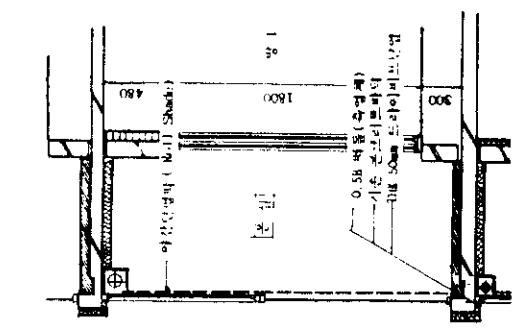
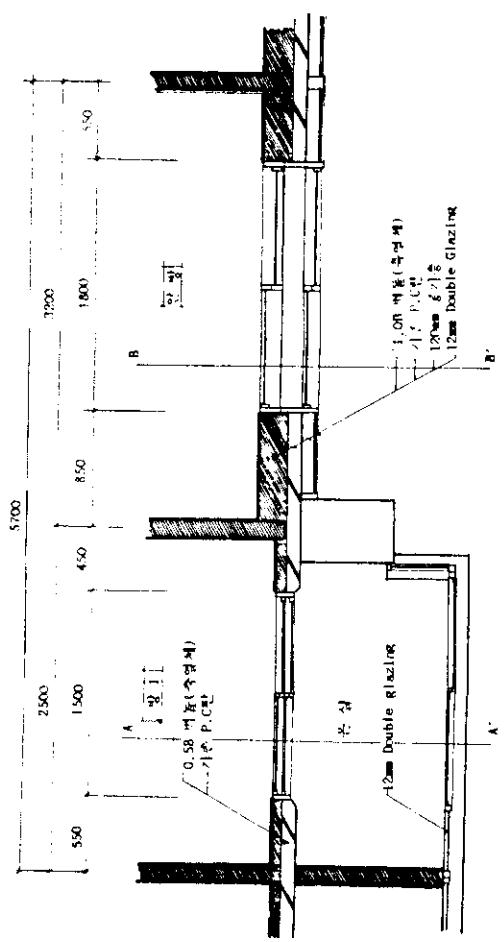
단면도 (B-B')



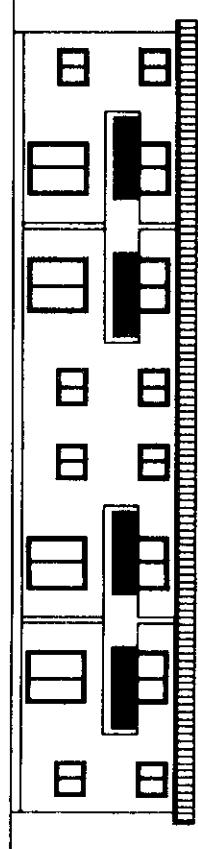
주동이 면도



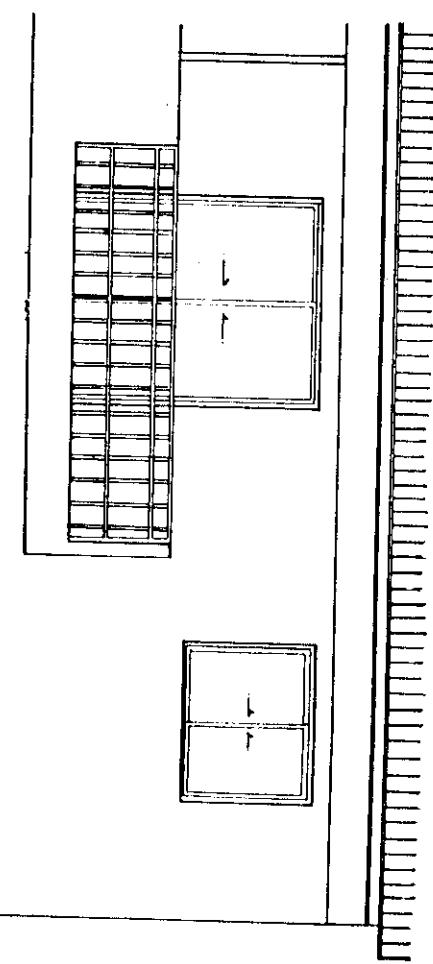
단면도 (A-A')



주도면도

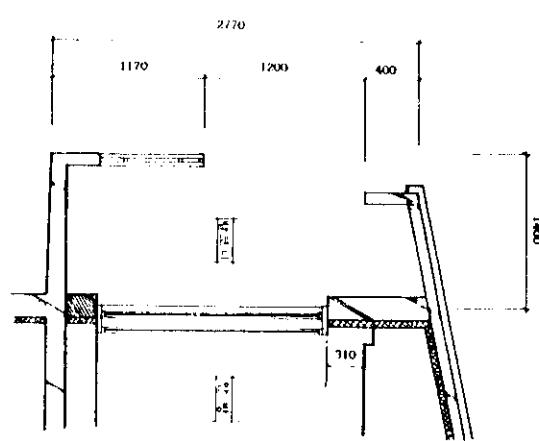


기본면도

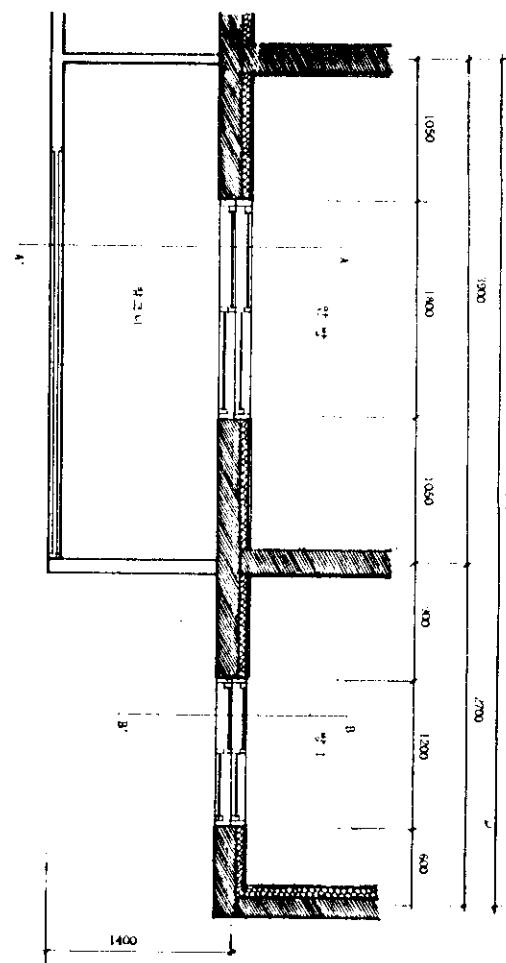
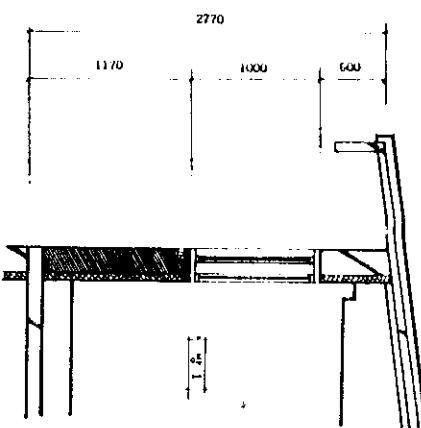


2.7m  
0.2  
1.3

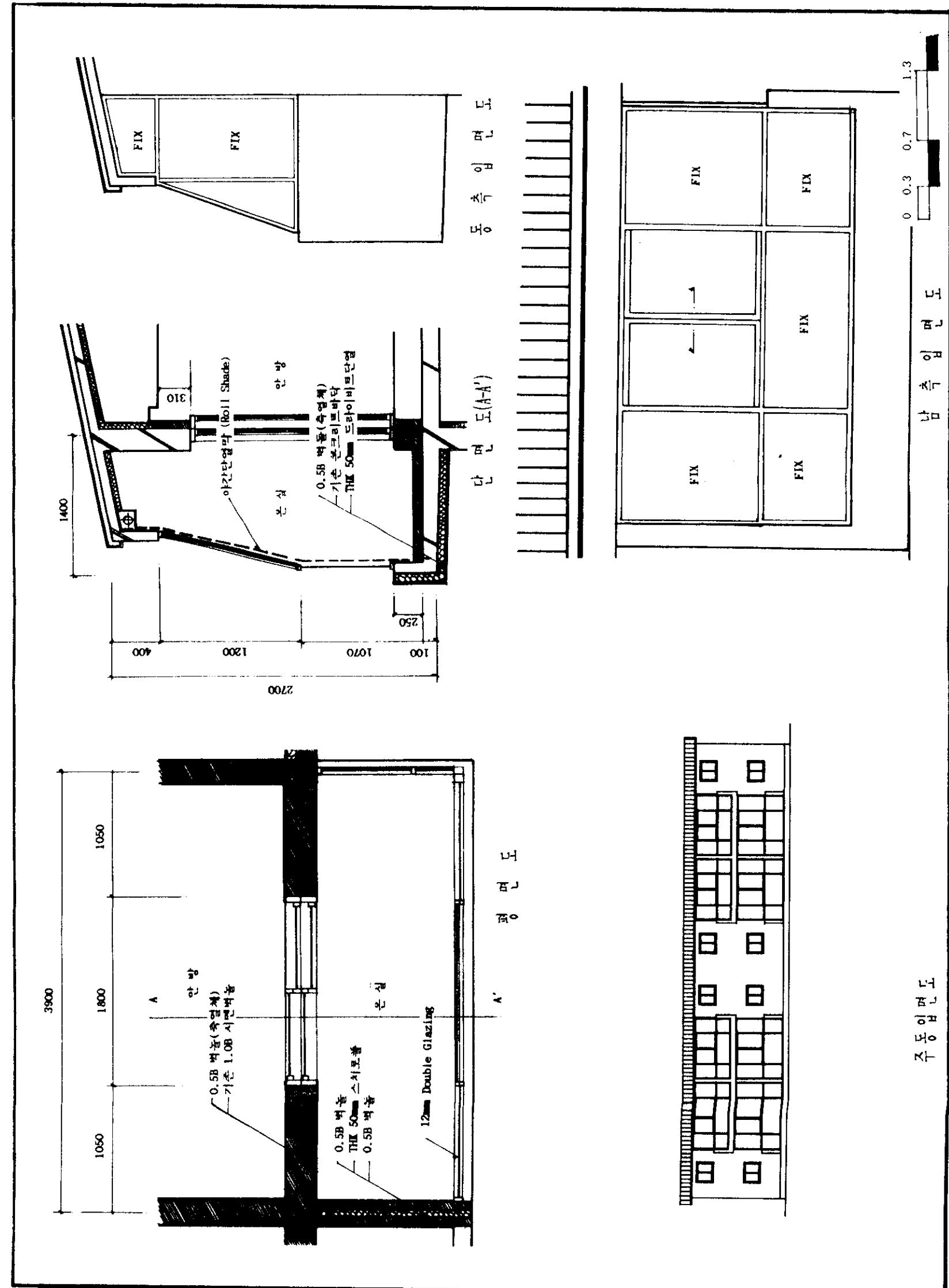
단면도(A-A')



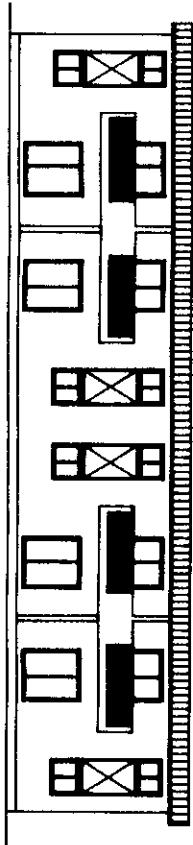
단면도(B-B')



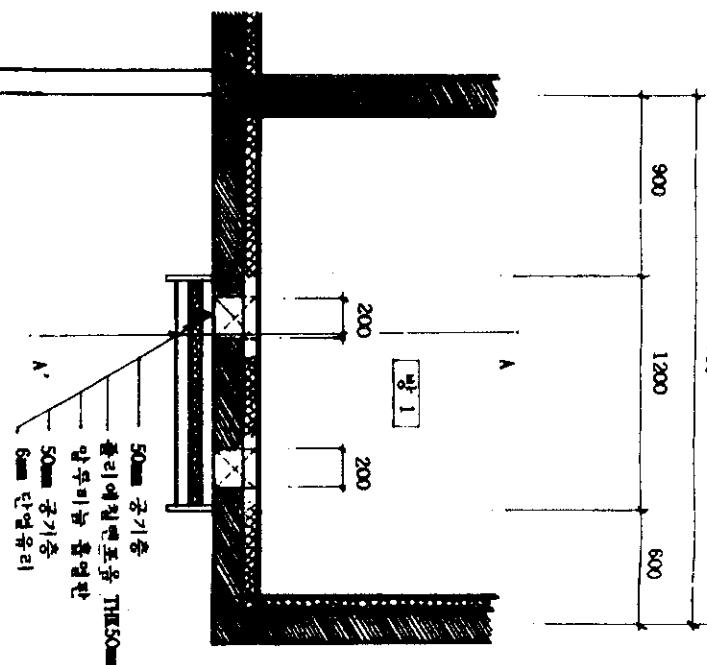
횡면도



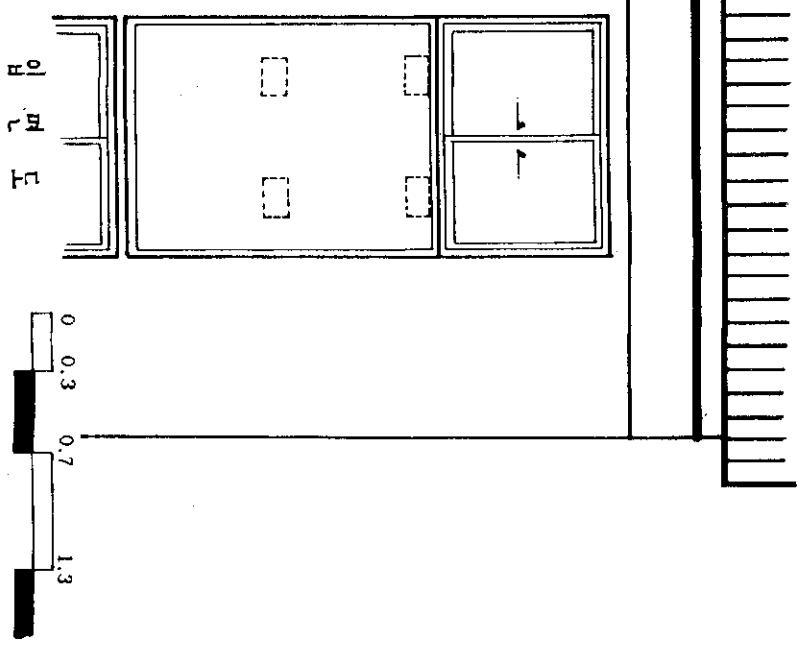
주동일면도



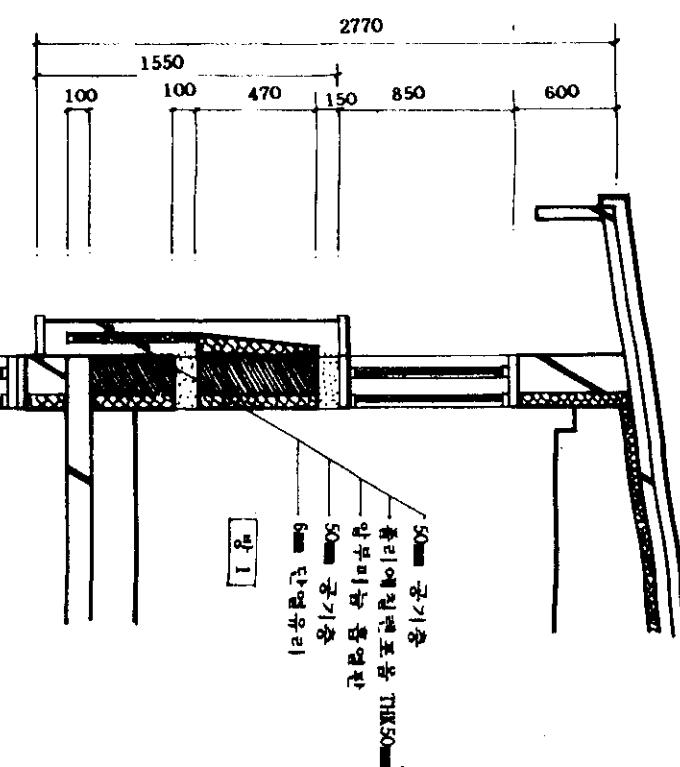
평면도

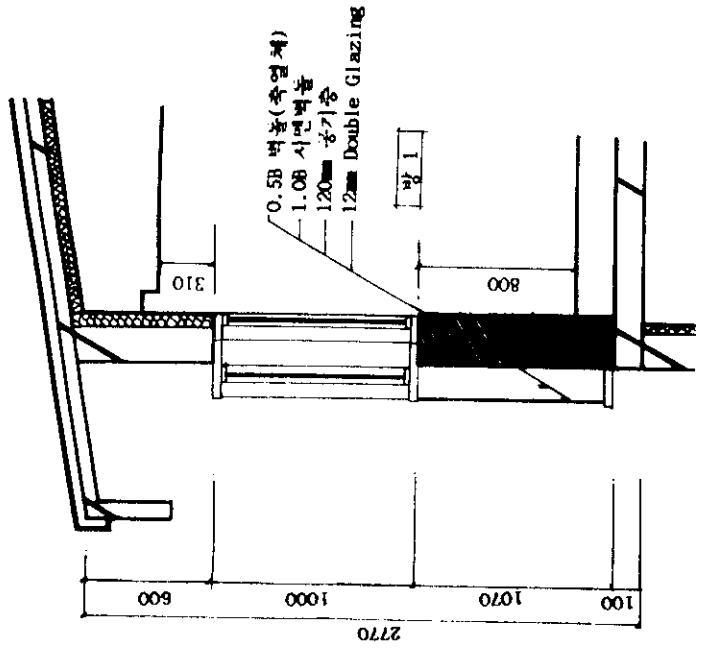


임면도

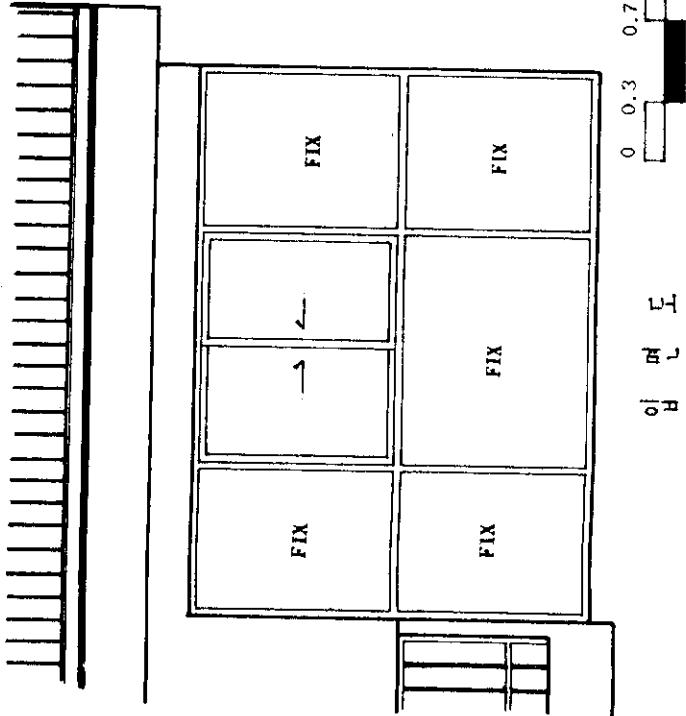


임면도(A-A')

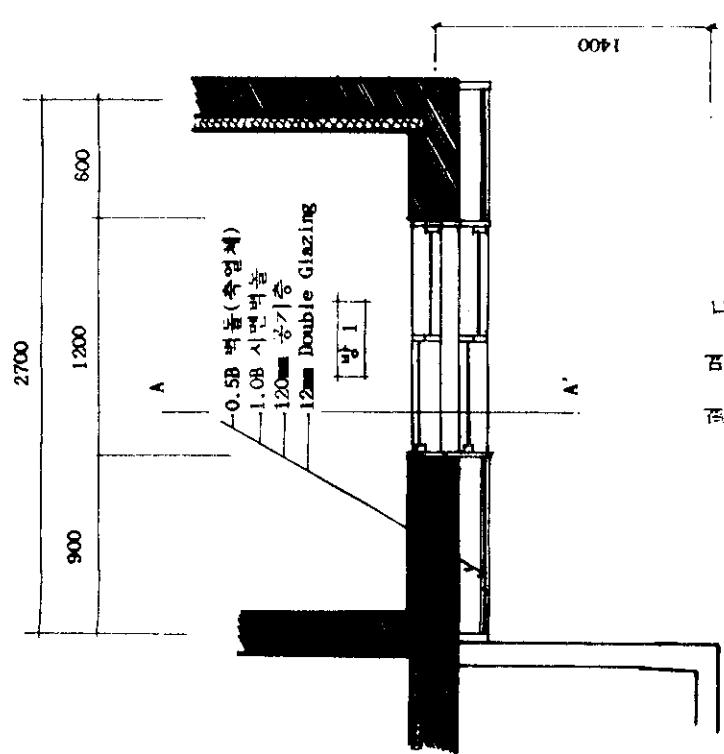




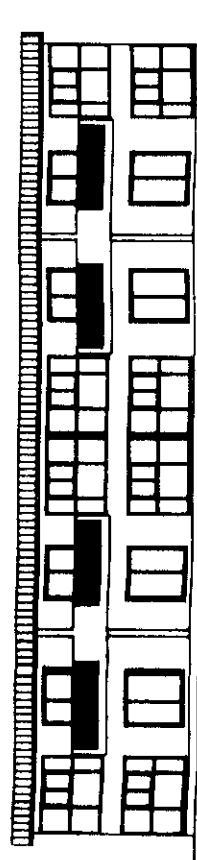
단면도(A-A')



주도입면도

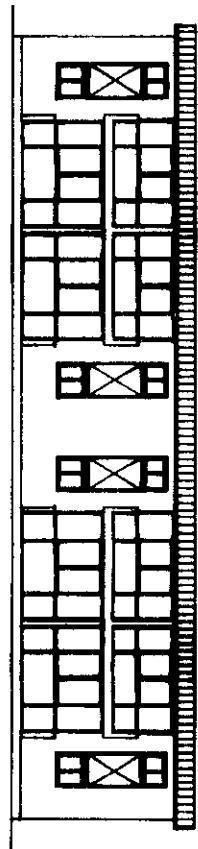


단면도(A-A')



(그림 3-92) 측면 유리 단면도

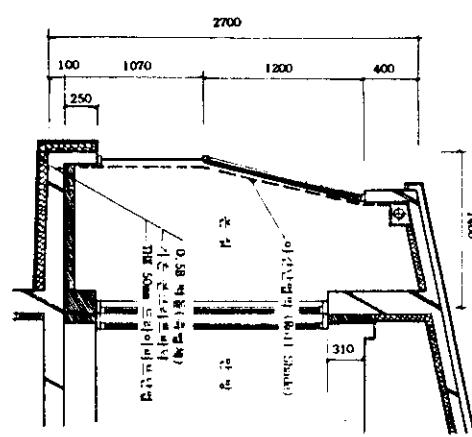
### 주동이면도



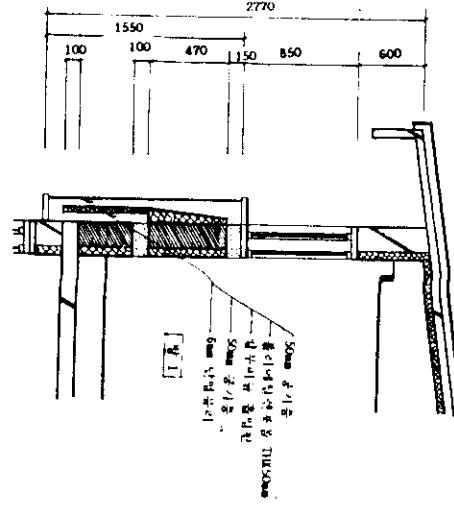
### 이면도



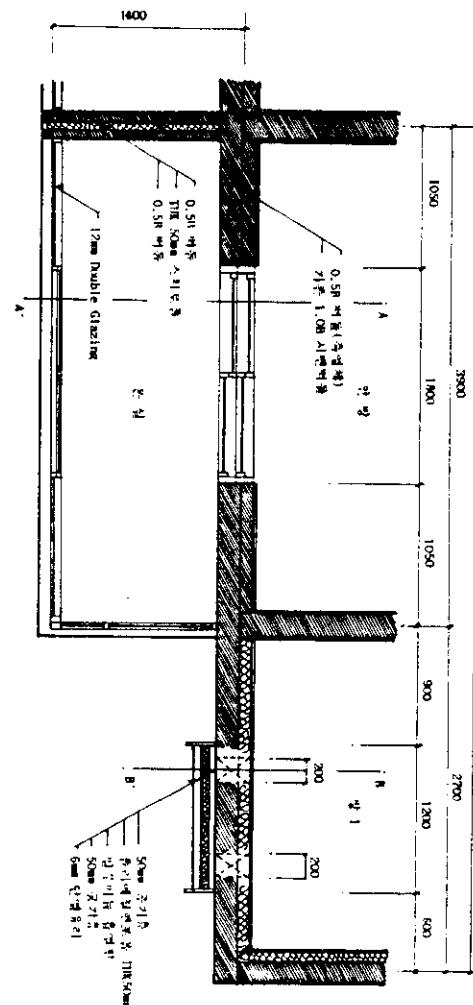
### 단면도(A-A')



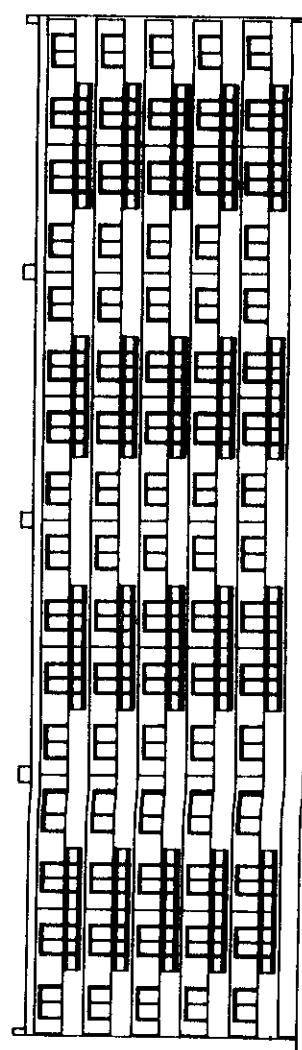
### 단면도(B-B')



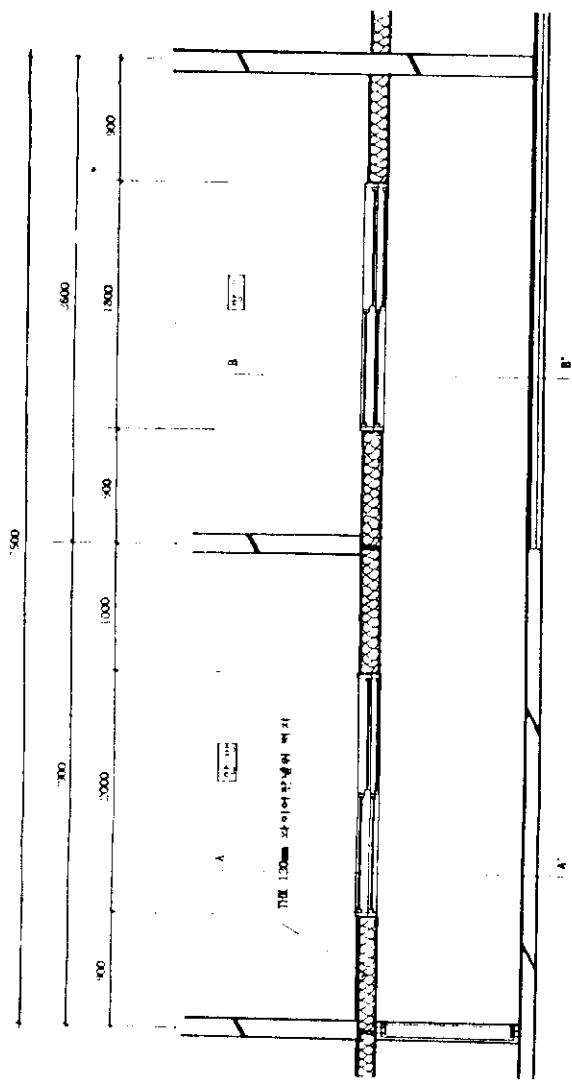
### 화면도



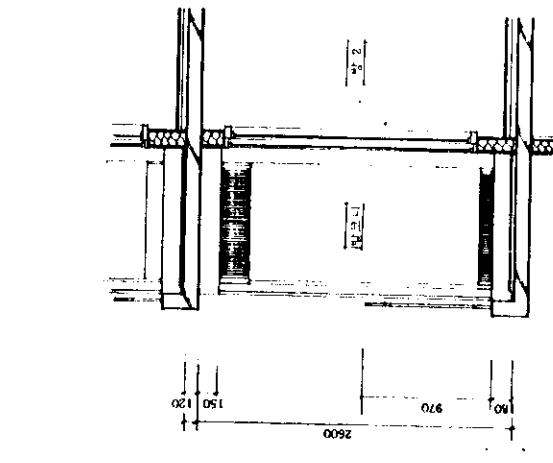
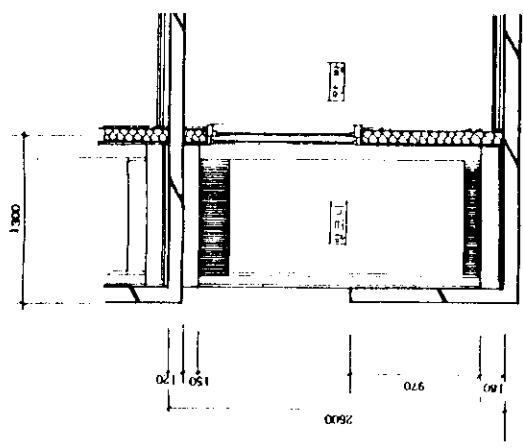
주동입면도



정면도

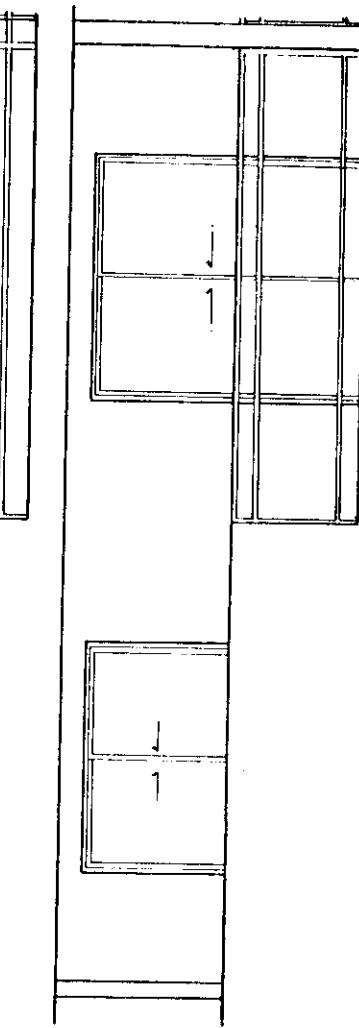


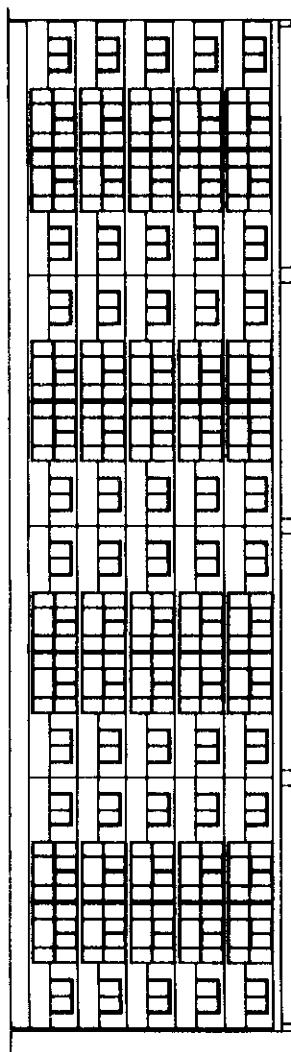
단면도(A-A')



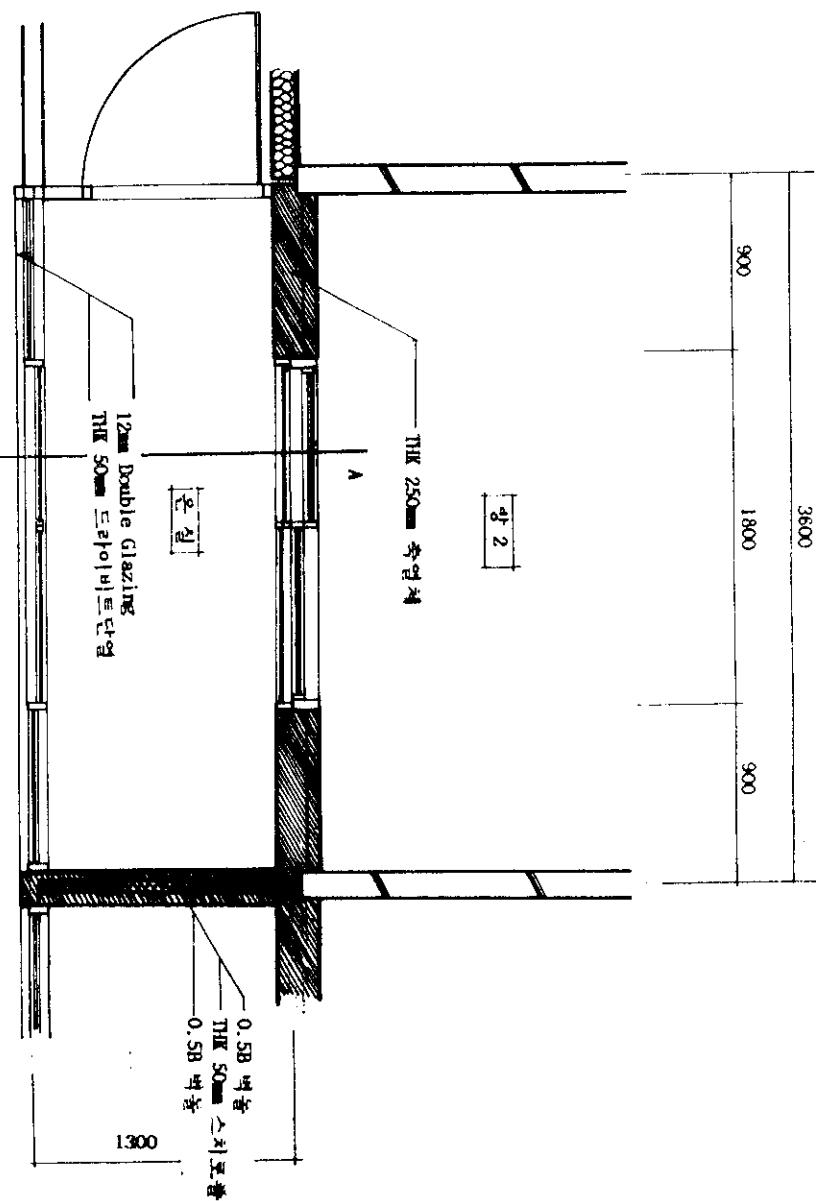
단면도(B-B')

부면도

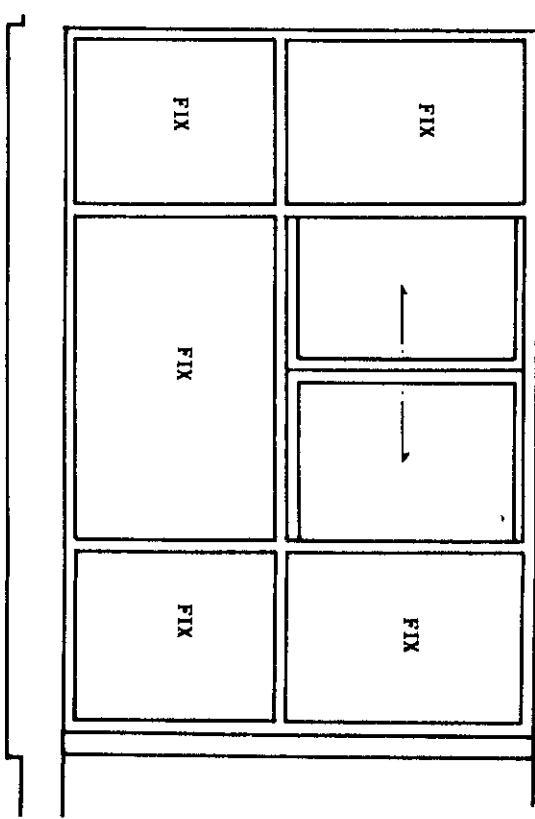




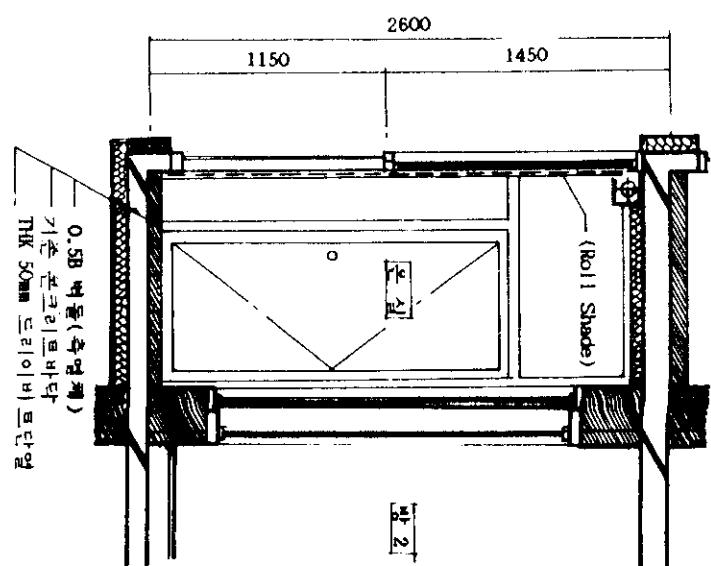
四  
卷

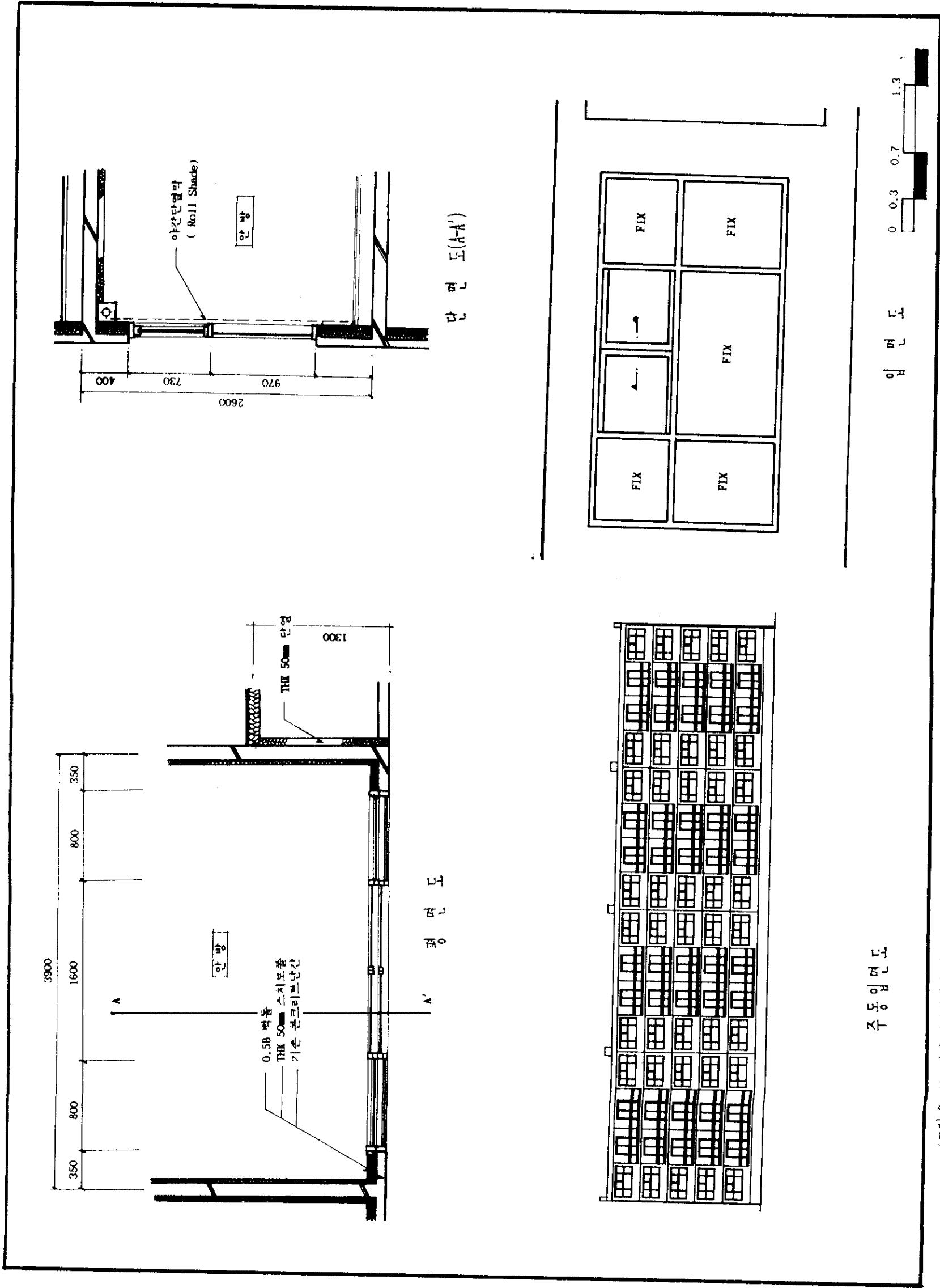


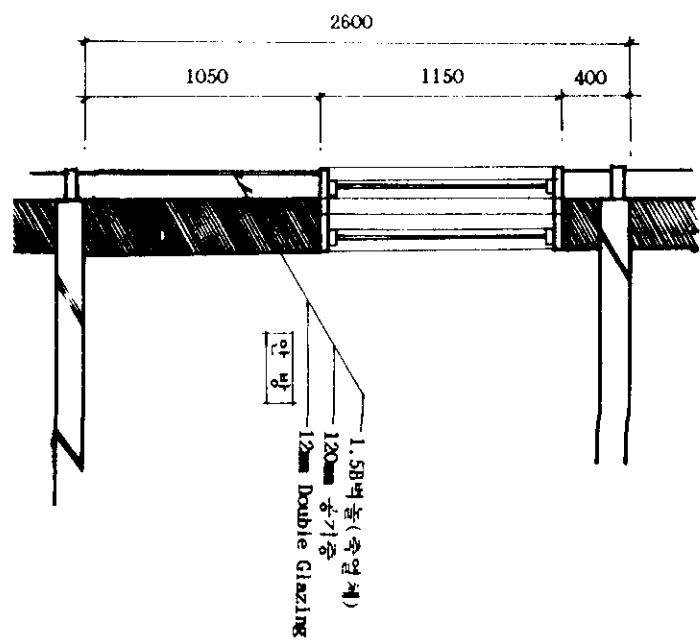
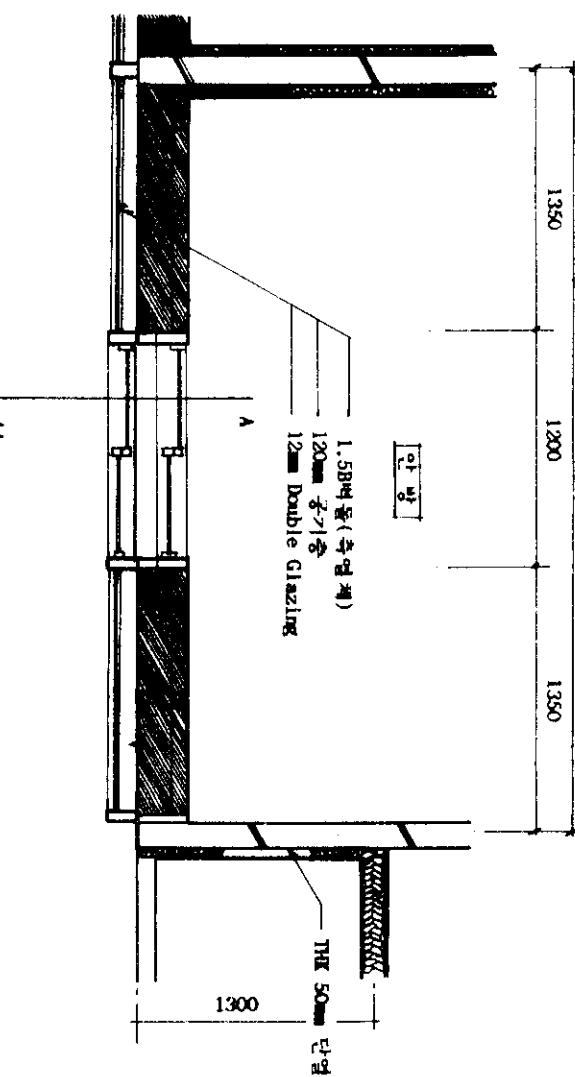
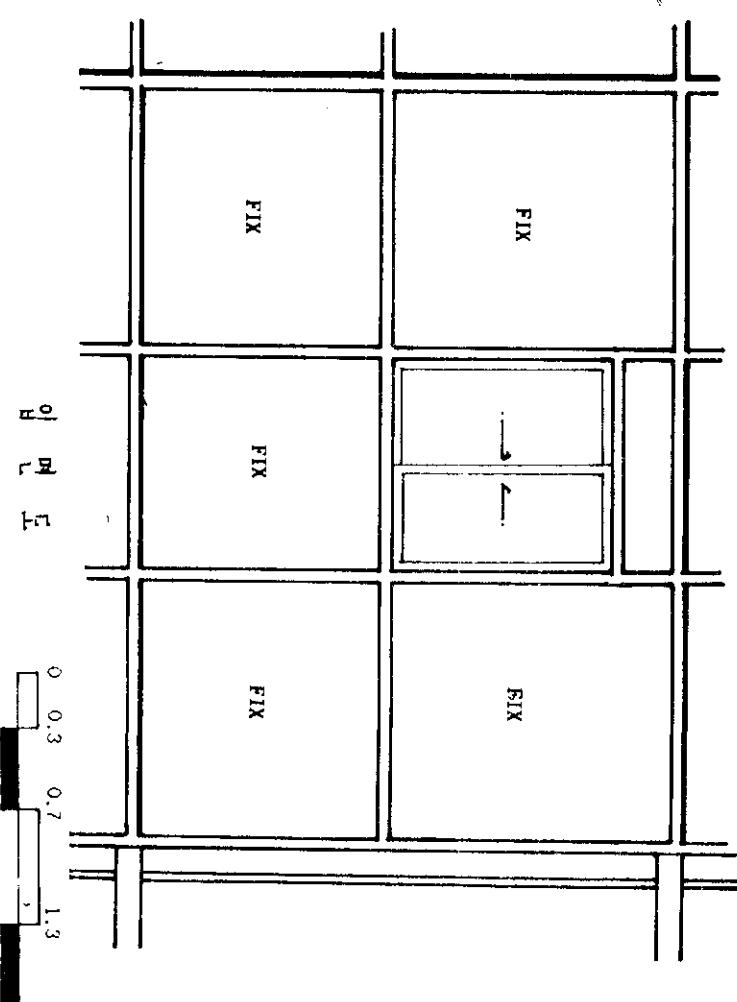
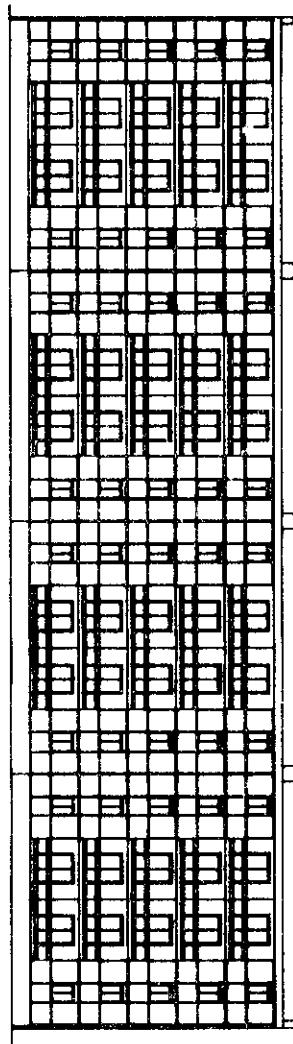
大韓



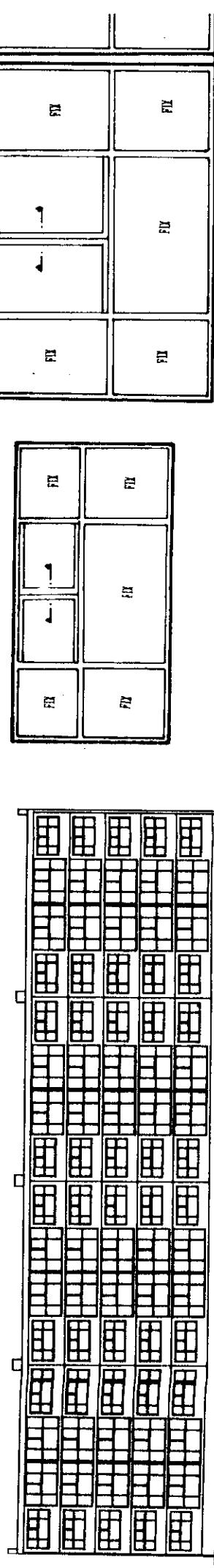
75



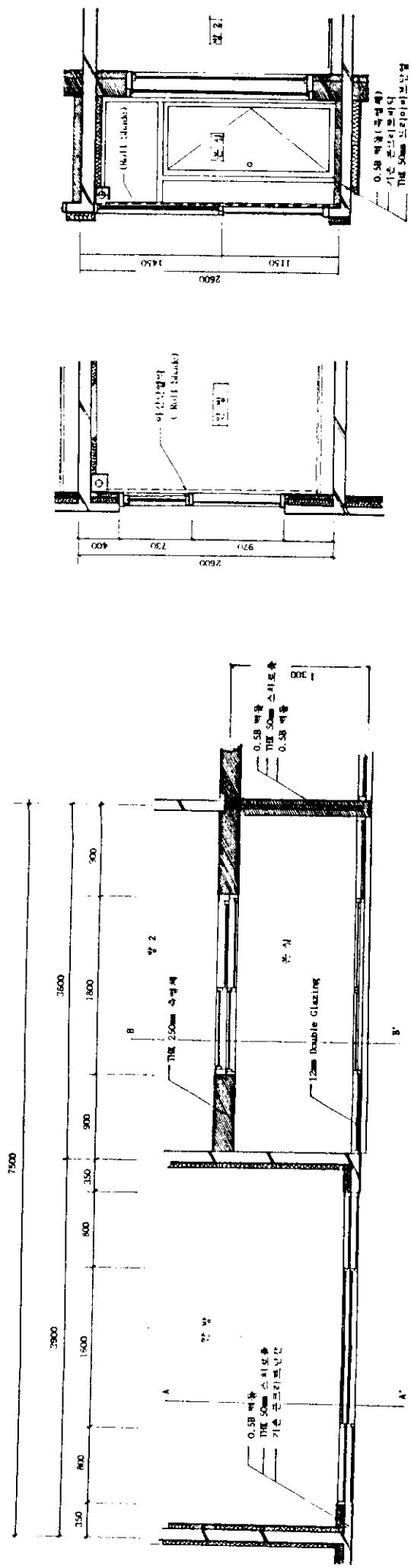




주동호입면도



입면도



단면도(A-A')

단면도(B-B')

벽도면

0.3 0.7 1.3

## 4 장. 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節約效果

改修方案 設置에 따른 에너지 性能分析은 「Method 5000」 프로그램을 이용하여 청주 지역의 올량, 사직, 봉명 공동주택과 송탄지역의 세경 공동주택 4단지를 대상으로 提示되어진 4가지 개수안에 따른 既存 共同住宅일때의 연간 보조난방부하량과 자연형 태양열 공동주택으로 개수했을때의 연간 보조난방부하량을 시뮬레이션하여 봄으로써 에너지 성능분석을 시도하였다.

에너지 성능분석 시뮬레이션에 따른 자연형 태양열 공동주택으로의 개수시 에너지 節減效果와 난방부하 계수를 <표 5-1>에 나타냈다.

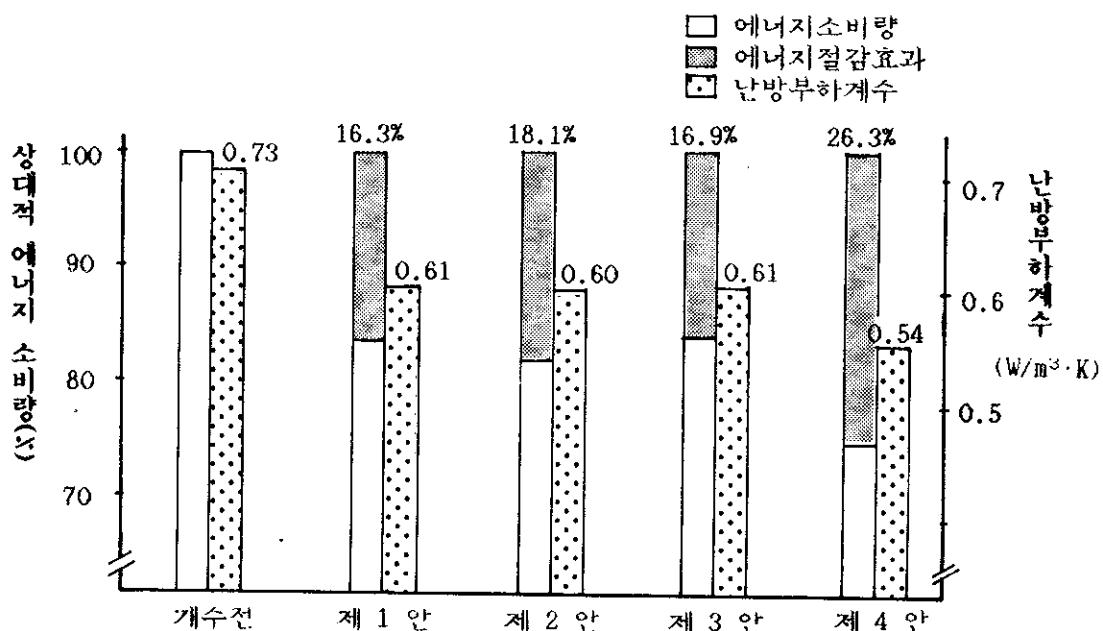
<표 4-1> 개수 계획안에 따른 에너지 절약효과와 난방부하계수

구 分		연간보조난방부하 (KWH)	에너지절감효과 (%)	난방부하계수* (W/m <sup>3</sup> K)
개 수 (25평)	올 량	개 수 전 제 1 안 제 2 안 제 3 안 제 4 안	10522 8804 8628 8750 7759	- 16.3 18.1 16.9 26.3
	사 직	개 수 전 제 1 안 제 2 안 제 3 안 제 4 안	7258 5918 5612 5417 4987	- 18.5 22.7 25.4 31.3
	봉 명	개 수 전 제 1 안 제 2 안 제 3 안 제 4 안	8214 6733 7138 6718 5988	- 18.1 13.1 18.2 28.0
	세 경	개 수 전 제 1 안 제 2 안 제 3 안 제 4 안	8692 6777 6734 6630 5925	- 22.1 22.5 23.7 31.9

\* 괄호안은 1일 바닥 단위면적당 난방부하계수임 (KWH/m<sup>2</sup>·Day)

計劃案에 따른 보조 난방부하량 산정시 실내 基準溫度를  $18^{\circ}\text{C}$ 로 정하였고 기후 Data는 1980년-1989년 10년간 해당지역 측후소 기상Data를 根據로 하였으며 송탄은 인접 수원 측후소 Data를 이용하였다.

#### 4-1. 울량 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석



(그림 4-1) 울량 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하게수

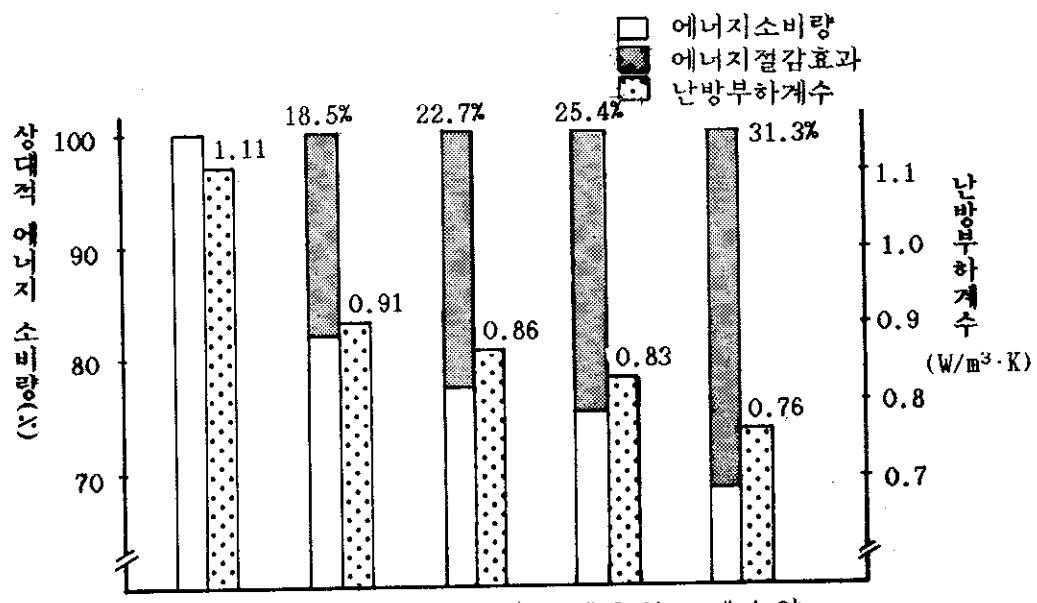
개수방안은 부착형온실 방식(S.S), 직접획득 방식(D.G), 축열벽 방식(T.W)을 이용하는 방안으로 補助煖房 기간은 10월-익년 4월까지 (212일) 7개월간으로 하였다. 太陽熱 改修에 따른 에너지 性能分析을 살펴보면 제1안은 연간 보조난방부하량이 개수전 10,522Kwh에 비해 1,718Kwh가 줄어 16.3%의 에너지 節減效果를 가져왔고 난방부하게수는  $0.61\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 로 개수전  $0.73\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 에 비해  $0.12\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 가減少되었다.

제2안은 연간 보조난방부하량이 8,628kwh로 1,894kwh가 줄어 18.1%의 에너지 절감효과를 가져왔고 난방부하계수는  $0.60\text{W/m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.13\text{W/m}^3\text{k}$ 가 감소되었다.

제3안은 연간 보조난방부하량이 8,750kwh로 1,772kwh가 줄어 16.9%의 에너지 절감효과를 가져왔고 난방 부하계수는 제1안과 동일하게  $0.61\text{W/m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.12\text{W/m}^3\text{k}$ 가 감소되었다.

제4안은 연간 보조난방부하량은 7,759kwh로 2,763kwh가 줄어 26.3%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 난방부하계수는  $0.54\text{W/m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.17\text{W/m}^3\text{k}$ 가 감소 되었다.

#### 4-2 사직 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석



(그림 4-2) 사직 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수

改修方案은 부착형온실 방식(S.S), 자연대류형 집열판 방식(TAP), 축열벽방식(T.W)을 利用하는方案으로 보조 난방기간은 제1안 7개월(212일), 제2,3,4안 6개월(181일)로 하였다.

태양열개수에 따른 에너지 性能分析을 살펴보면

제1안은 연간 보조난방부하량이 5,918kwh로 改修前 7,258kwh에 비해 1,340kwh가 줄어 18.5%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 난방부하게수는  $0.91\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전  $1.11\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 에 비해  $0.2\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 減少 되었다.

제2안은 연간 보조난방부하량이 5,612kwh로 개수전에 비해 1,646kwh가 줄어 22.7%의 에너지 절감효과를 가져왔고 난방부하게수는  $0.86\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.25\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 감소 되었다.

제3안은 연간 보조난방부하량이 5,417kwh로 개수전과 비교해 1,841kwh줄어 25.4%의 에너지 절감효과로 제2안보다 2.7% 높게 나타났다. 이로인해 자연대류형 집열판 방식보다 축열벽 방식의 效率이 높음을 알 수 있었다.

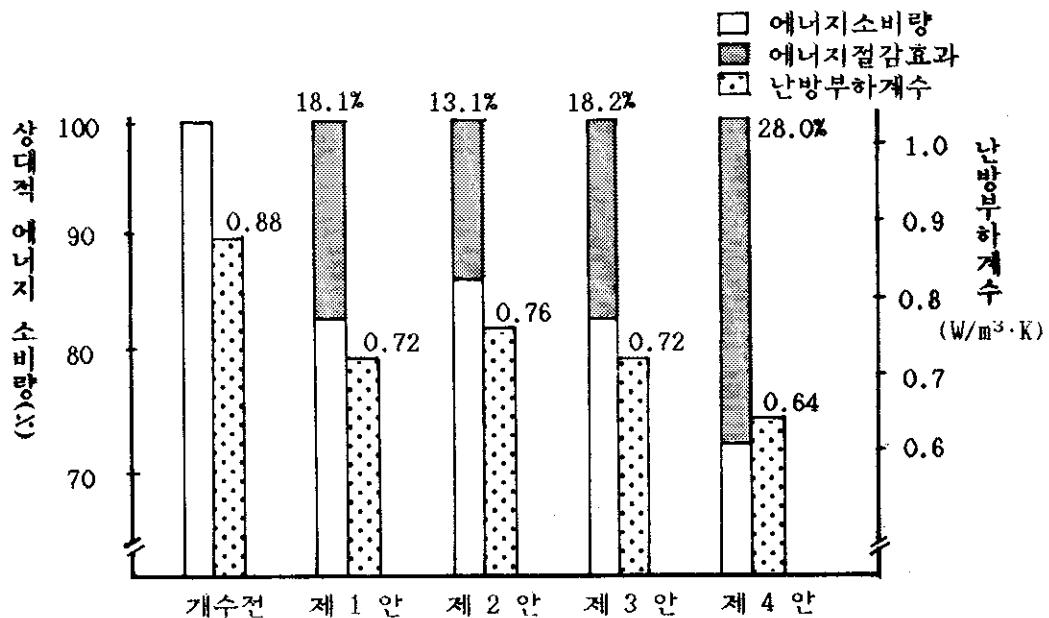
난방부하게수는  $0.83\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.28\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 감소되었다.

제4안은 연간보조난방이 4,987kwh로 개수전과 비교해 2,271kwh줄어 31.3%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 난방부하게수는  $0.76\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전  $1.11\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 와 비교해  $0.3\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 의 가장 큰 감소를 보였다.

#### 4-3. 봉명 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석

개수방안은 사직 共同住宅과 동일하게 부착형온실(S.S), 자연대류집열판(TAP), 축열벽(T.W)을 利用하는 방안으로 보조난방기간은 제1안 7개월(212일)과 제 2,3,4안 6개월(181일)로 하였다.

태양열개수에 따른 에너지 성능분석을 살펴보면



(그림 4-3) 봉명 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수

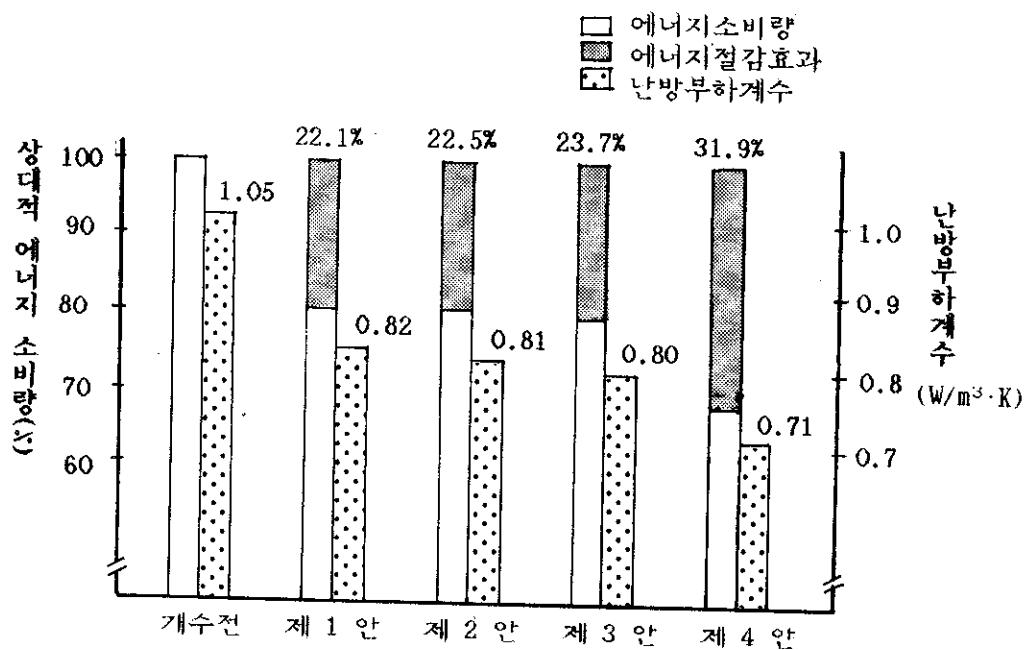
제1안은 연간 보조난방부하량이 6,733kwh로 개수전 8,214kwh에 비해 1,481kwh 줄어 18.1%의 에너지 節減效果를 가져왔고 난방부하계수는  $0.72\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전  $0.88\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 에 비해  $0.16\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 감소하였다.

제2안은 연간 보조난방부하량이 7,138kwh로 1,076kwh가 줄어 13.1%의 에너지 절감효과를 가져왔고 난방부하계수는  $0.76\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.12\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 감소로 제1안보다  $0.04\text{W}/\text{m}^3\text{k}$  높게 나타났다.

제3안은 연간 보조난방부하량이 6,718kwh로 1,496kwh가 줄어 18.2%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 이로인해 자연대류형 집열판 방식보다 측열벽 방식의 효율이 5.1%높게 나타남을 볼 수 있다. 난방부하계수는  $0.72\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전에 비해  $0.16\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 減少되었다.

제4안은 제1안과 제2안이 混合 適用된 시스템으로 연간 보조난방부하량이 5,988kwh로 개수전 부하량과 비교해 볼때 2,226kwh 줄어 28.0%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 이는 改修計劃案 가운데 가장 높은 에너지 節減效果로 나타났다. 난방부하계수는  $0.64\text{W}/\text{m}^3\cdot\text{K}$ 로 개수전  $0.88\text{W}/\text{m}^3\cdot\text{K}$ 과 비교해  $0.24\text{W}/\text{m}^3\cdot\text{K}$ 가 감소하였다.

#### 4-4. 세경 공동주택의 태양열개수에 따른 에너지 성능분석



(그림 4-4) 세경 공동주택의 에너지 절감효과와 난방부하계수

改修方案은 율량공동주택과 동일하게 부착형온실 방식(S.S), 직접획득방식(D.G) 축열벽 방식(T.W)을 이용하는 방안으로 보조난방기간은 제1, 2, 3안 7개월간(212일), 제4안은 6개월(181일)로 하였다.

太陽熱 改修에 따른 에너지 성능분석을 살펴보면

제1안은 연간 보조난방부하량이 6,777kwh로 개수전 8,692kwh에 비해 1,915kwh가 줄어 22.1%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 난방부하게수는  $0.82\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전  $1.05\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 에 비해  $0.23\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가減少되었다.

제2안은 연간 보조난방부하량이 6,734kwh로 개수전에 비해 1,958kwh가 줄어 22.5%의 에너지 절감효과를 가져왔고, 난방부하게수는  $0.81\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 개수전과 비교해  $0.24\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 감소되었다.

제3안은 연간 보조난방부하량이 6,630kwh로 개수전에 비해 2,062kwh 줄어 23.7%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 세경共同住宅의 경우 1,2,3안에서 각기 비슷한 水準의 에너지 節約效果를 볼 수 있었다.

제4안은 제1안과 제2안이 混合된 시스템으로 연간 보조난방부하량이 5,925kwh로 개수전과 比較해 2,767kwh 감소로 31.9%의 에너지 절감효과를 가져왔다. 난방부하게수는  $0.71\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 로 제1안과 동일하며 개수전  $1.05\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 과 비교해 볼 때  $0.34\text{W}/\text{m}^3\text{k}$ 가 감소하였다.

이상과 같이 對象共同住宅의 自然型 太陽熱 공동주택 개수계획안에 따른 에너지 節減效果를 살펴보았다. 각 計劃案에 따른 에너지 절감효과와 함께 난방바닥면적에 대하여 집열창으로 사용할 수 있는 남측 벽면적의 비에 따른 에너지 절약효과를 알아 보았다. 난방바닥면적에 대한 남측 벽면적비를 살펴보면 울량 0.26, 사직 0.40, 봉명 0.35, 세경 0.33으로 나타났다. 이를 남면 전체를 개수했을 경우인 제4안의 에너지 節約效果와 비교해본 결과 다소 效果가 떨어지는 TAP을 함께 부착한 봉명의 경우를 제외하고는 남면벽 면적비가 클수록 에너지 절약효과가 커지는 것을 알 수 있었다. 이는 난방면적에 대한 집열면적비가 커지면 그 만큼 더 큰 에너지 절약효과를 얻을 수 있다는 것을 나타낸다.

계획안에서 제4안은 混合 適用된 종합안으로 제일 높은 에너지 절감효과를 나타냈고 난방부하게수가 에너지 절감효과와 연관되어 감소됨을 알수 있었다. 그러나 높은 에너지 절약효과를 얻는다고 하여도 초기투자비용이 많거나, 시스템의 수명이 짧아 經濟的 妥當性이 결여된다면 시스템 適用의 가치가 없다고 할 수 있다. 자연형 태양열 시스템은 내구성, 초기투자비의 저렴등이 가장 큰 장점이기는 하나 각 개수방안에 따른 投資費用과 연간 절감액과의 關係를 고려한 경제성의 檢討가 이루어져야 할 것이다.

## 5 장. 結論

본研究는 既存 共同住宅을 대상으로 自然型 太陽熱 시스템을 適用, 改修하는 設計方法을 모색하여 改修計劃案을 제시하고 「Method 5000」 Program을 이용하여 改修에 따른 에너지 節約效果를 분석하였으며 그 결과 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

- 1) 우리나라의 既存 共同住宅에 적용가능한 自然型 太陽熱 시스템은 직접획득 방식, 축열벽 방식, 부착온실 방식 및 자연대류형 집열판 방식(TAP) 등이다.
- 2) 既存 共同住宅의 남측 전면이 발코니인 경우 自然型 太陽熱 改修로 인한 시스템 適用時 윗층 발코니가 차양역할을 하므로 별도의 차양장치가 필요치 않아 적용이 용이한 것으로 나타났다.
- 3) 우리나라 既存 共同住宅의 形態상 부착온실 방식이 改修에 가장 適用이 용이한 方式으로 나타났다.
- 4) 난방바닥면적에 대한 남측벽 면적비가 클수록 自然型 太陽熱 改修에 따른 에너지 節減效果가 크게 나타났다.
- 5) 改修方案에 따른 에너지 節約效果를 시뮬레이션하여 본 結果 남측 벽면의 일부에 한가지 시스템이 適用된 1, 2, 3안에서 平均 19.6%의 에너지 節約效果를 얻을 수 있었고 남측 벽면 전부에 두가지 시스템이 混合適用된 4안에서는 29.3%의 에너지 節約效果를 기대할 수 있었다.

따라서 국민주택규모 이하의 小規模 既存 共同住宅을 自然型 太陽熱 시스템을 이용하여 改修를 하는 경우 남측면 전부를 집열창으로 사용할 때는 약 30%정도의 에너지 節約을 피할 수 있고 그 중 일부분에 집열창을 설치할 경우에도 20%정도

의 에너지 消費節減을 기대할 수 있다.

본 研究를 통하여 다음과 같은 앞으로의 研究方向을 제시하고자 한다.

- 1) 우리나라의 既存 共同住宅의 평면별 類型分類에 따른 自然型 太陽熱 시스템의 척도조정 및 부품조립화에 關한 研究가 이루어져야 할 것이다.
- 2) 自然型 太陽熱 시스템의 適用에 따른 추가비용과 연간 절감액과의 關係를 고려한 經濟性 檢討研究가 이행되어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 건설부, 주택정책방안에 관한 연구(7), 1985. 1.
2. 건설부, 공동주택의 에너지 절약을 위한 설계기준연구, 1985.
3. 김동환, 자연형 태양열 트롭월 방식에서의 야간단열에 관한 실험적 연구, 중앙대 석사논문, 1988. 6.
4. 김정중, 자연형 태양열 아파트 건축계획에 관한 연구, 중앙대 석사논문, 1986. 12.
5. 과학기술처, 자연형 태양열 조립식주택 개발연구(1차년도 최종보고서) 1986.
6. 권영철, 에너지 절약설계시 외벽선정방법에 관한 연구, 중앙대 석사논문, 1989. 12.
7. 동력자원부, 자연형 태양열 시스템을 이용한 기존 공동주택의 에너지 개수방안에 관한 개발연구(1차년도 최종보고서), 1990. 2.
8. 박진철, 자연형 태양열 축열벽방식에서 야간단열구조의 열성능에 관한 실험적 연구, 중앙대 석사논문, 1989. 12.
9. 손민수, 자연형 태양열 축열바닥 시스템의 적정 규모산정에 관한 연구, 연세대 석사논문, 1986. 6.
10. 신희영, 자연형 태양열 집열판의 최적설계에 관한 연구, 연세대 석사논문, 1984. 12.
11. 안태경, 자연형 태양열 직접획득 방식에서 야간단열구조의 개발 및 열성능에 대한 연구, 중앙대 석사논문, 1988. 6.
12. 이경화, 건축환경계획, 문운당, 1988.

13. 이 경희, 자연형 태양열 건축설계방법, 연세대 건축환경연구실, 1986.
14. 이 명호, 태양열 시스템 설계, 중앙대 건설대학원(건대원 T-4-1), 1984.
15. 이 연구외, 건축환경과학, 태림문화사, 1989.
16. 이 효범, 자연형 태양열 부착온실 시스템의 디자인 방법에 관한 연구, 연세대 석사논문, 1986. 12.
17. 학술진흥재단, 건축물에 있어서 자연형 태양열 시스템의 열성능 향상을 위한 실험적 기초연구, 제1차년도 중간보고서, 1989. 6.
18. 한국과학재단, '86 목적기초연구: 자연형 태양열 시스템을 이용한 건물에너지 절약기술에 관한 기초연구(1,2차 및 최종보고서), 1987~1989.
19. 한국동력자원연구소, 기존주택의 에너지 절약을 위한 연구, KE-82T-27, 1982.
20. 한국동력자원연구소, 자연형 태양열 시스템 개발, KE-82T-30, 1982.
21. 한국동력자원연구소, 자연형 시스템개발 및 대체에너지 정책 비교분석, KE-83-14, 1983.
22. 한국동력자원연구소, 신축 주거용 건물(아파트)의 자연형 시스템 적용연구, 수탁연구보고서, 1986.
23. 한국동력자원연구소, 주거용 건물의 에너지 절약연구, 1985. 12.
24. Achard, P. & Gicquel, R., European Passive Solar Handbook, Commission of the European Communities, 1986.
25. Balcomb, J. Douglas, Passive Solar Design Handbook (I - II), ASES, 1980.
26. Brandle, Kurt & Rhee, Eon K., Energy Management and Retrofit, The University of Michigan, 1983.
27. Godolphin, David, Rowhouse Retrofit, Solar Age, 1981. 8.

28. Jones, Robert W., Monitored Passive Solar Buildings, Los Alamos National Laboratory, 1982. 6.
29. Knight, Paul A., Home Retrofitting for Energy Savings, Van Nostrand Reinhold Company, 1983.
30. Mazria, Edward, The Passive Solar Energy Book, Rodal Press, 1979.
31. Reif, Daniel K., Solar Retrofit, Brick House Publishing Company, 1981.
32. Strickler, Darryl J., Passive Solar Retrofit, Van Nostrand Reinhold Company, 1982.
33. Watson, John A., Residential Evaluation and Retrofit, Reston Publishing Company, 1983.

附 錄

## 1. 「METHOD 5000」 Algorithm

「METHOD 5000」 Program은 정상상태의 열부하 계산방식중 디그리데이방식을 이용하여 프랑스 국립건축연구소(CSTB)에서 실험을 통해 개발된 것으로 자연형 태양열 시스템에 간단히 적용시킬 수 있는 방식이다.

이 프로그램은 내부열획득 및 일사열획득을 별도로 계산하여 이에 대한 내부구조체의 열저장 능력을 고려한 유효열획득량을 계산함으로써 연간난방부하를 보조난방의 개념으로 계산하고 있다.

특히, 태양열 시스템은 실험을 통한 경험값을 각종 시스템에 따라 다음과 같이 계산된다.

### 가. 태양열과 내부열 발생을 고려하지 않는 난방부하의 계산

건물의 외벽 및 지붕을 통한 열손실은 각부재의 열관류율에 면적을 곱하여 구한다. 야간단열을 사용하였을 때는 야간단열이 없는 상태 즉, 주간의 U값과 야간단열을 설치한 야간의 U값을 따로 계산한다.

$$\text{Heat Loss} = \text{U값} \times \text{면적}$$

외기온을 예열시키기 위해 사용된 태양열벽(Solar Wall), 즉 Mass Wall 또는 Trombe Wall에 대한 U값은 다음식에 의하여 계산되어 진다.

$$1/U = r_g + r_a + r_{wall} + r_s \quad (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W})$$

$r_g$  : 집열창의 열전도 저항

$r_a$  : 집열창과 야간단열사이 공기층의 열전달 저항

$r_{wall}$  : 벽자체의 저항

$r_s$  : 내·외부 표면 열전달 저항의 합 ( $0.17 \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$ )

외부집열창을 통한 열손실도 창의 열관류율과 면적을 곱하여 구하고 야간단열이 있는 경우 다음의 식을 사용한다.

$$1/U - night = r_g + r_a + r_{ni} + 0.17 \quad (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W})$$

$r_{ni}$  : 야간단열구조의 열전도 저항

또한 완충공간을 통한 열손실은 난방공간에서 완충공간으로 손실되는 열량( $L_b$ ), 완충공간에서 외기로 손실되는 열량( $L_h$ )을 계산한뒤 완충공간의 열손실절감율(Heat Loss Reduction Coefficient,  $C_{lb}$ )을 다음식으로 구한다.

$$C_{lb} = L_b / L_h + L_b$$

그 다음 완충공간을 통해 실내로부터 외부로 손실되는 열량을 구한다.

$$\text{Heat Loss} = L_h \times C_{lb}$$

또, 품새바람 및 환기를 통한 열손실은 실내로 도입되는 외기량을  $q_t(\text{m}^3/\text{h})$ 라고 할 때  $0.34 \times q_t$ 로 계산되는데 만일 열교환기(Heat Exchanger)나 완충공간, 혹은 태양열 시스템을 통한 예열환기 등이 건물에 적용된다면 이들의 효과를 고려하도록 한다.

이와같이하여 계산된 시간당 열손실율을 주간과 야간을 구분하여(야간단열구조가 있을 경우) 각각 합산한 후 주간과 야간의 총 열손실율을 구한다음 열손실만을 고려한 월간난방부하를 구하게 된다. 이 때 먼저 매월의 난방

도일을 먼저 구하면 다음과 같다.

$$DDm = (T_t - T_o) \times N$$

N : 월별일수

T<sub>t</sub> : 실내기준온도 (Thermostat Temperature)

T<sub>o</sub> : 월평균 외기온

매일 1°C온도차에 따른 열손실량은 다음과 같다.

$$LL = (H \times \text{주간열손실율} + (24-h) \times \text{야간열손실율}) \times 1000 (\text{Kwh}/^{\circ}\text{C day})$$

H : 야간단열구조가 설치되지 않는 주간의 시간수

따라서 열손실만을 고려한 월간난방부하는

$$Qng = LL \times DDm (\text{Kwh/month})$$

연간난방부하게수(G값)은

$$G = Qng_{\text{tot}} / (0.024 \times V_h \times DDa) (\text{W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$$

Qng<sub>tot</sub> : 열손실만을 고려한 연간난방부하(월간난방부하의 합)

V<sub>h</sub> : 난방공간의 체적(m<sup>3</sup>)

DDa : 연간난방도일(월간 난방도일의 합)

#### 나. 일사에 의한 태양열취득의 계산

##### (1) 직접획득방식(Direct Gain, $\Phi_{dg}$ )

외부로 면한 집열창을 통한 태양열 획득은 다음식을 이용하여 구한다.

$$\Phi_{dg} = E \times A \times m \times C_c \times S_f \times C_f$$

E : 집열창 단위면적당 입사되는 일사량

A : 집열창의 면적(창틀포함)

m : 집열창의 순면적 비율(0.65~0.85)

C<sub>c</sub> : 망창으로 인한 유효일사관류율( 일반적으로 망창이 있는 경우는 0.93, 망창이 없는 경우는 1 )

S<sub>f</sub> : 집열창의 차폐율

C<sub>f</sub> : 바닥의 단열에 따른 태양열 손실계수 ( 만일 일사가 도입되는 바닥이 단열이 충분히 되었거나 난방공간의 중간층 바닥인 경우 C<sub>f</sub> = 1, 그 밖의 경우는 1 보다 작다 )

##### (2) 부착온실방식(Sunspace, B<sub>S</sub>)

###### (가) 온실과 난방공간사이의 집열창을 통한 열획득( $\Phi_{sdg}$ )

$$\Phi_{sdg} = E \times \tau_s \times A \times m \times S_f (\text{Kwh} / \text{day})$$

E : 집열창 단위면적당 입사되는 일사량( Kwh / m<sup>2</sup> · day )

$\tau_s$  : 온실 외표면 전체에 입사되는 태양열 투과율

$\tau_s = \tau \times m_s$

$\tau$  : 집열창의 투과율 ( 단창 0.79, 이중창 0.63 )

$m_s$  : 온실 집열창의 순면적비율

A : 온실과 난방공간 사이의 집열창면적 ( 창틀포함 )

m : 온실과 난방공간 사이의 집열창 순면적비율

S<sub>f</sub> : 유리의 차폐계수

(나) 온실내부의 축열벽을 통한 열획득

$$\Phi_{smw} = 0.11 \times U \times \alpha \times E_i \times \tau_s \times A \times S_f \text{ (Kwh / day)}$$

U : 축열벽의 열관류율 ( W / m<sup>2</sup> · °C )

$\alpha$  : 축열벽의 흡수율 ( 흑색 무광표면일 때 0.95 )

E<sub>i</sub> : 축열벽 단위면적당 입사되는 일사량 ( Kwh / m<sup>2</sup> · day )

A : 전체벽 면적 ( m<sup>2</sup> )

S<sub>f</sub> : 축열벽의 차폐율

(다) 온실로 들어오는 일사에 의한 열획득 ( E<sub>s</sub> )

$$E_s = E \times S_f \times A \times m \text{ ( Kwh / day )}$$

E : 온실 외부집열창 단위면적당 입사되는 일사량

S<sub>f</sub> : 유리의 차폐계수

A : 온실 집열창의 전체면적

m : 온실 집열창의 순면적비율 ( 일반적으로 0.85 )

(라) 온실의 완충효과 ( $\Phi_{sb}$ )와 예열환기 ( $\Phi_{sa}$ )를 통한 열획득

① 온실에 저장된 에너지 ( F<sub>s</sub> )는 다음과 같다.

$$F_s = (\alpha_1 \times E_s) - (\alpha_2 \times \Phi_{sdg}) - \Phi_{smw} \text{ ( Kwh / day )}$$

$\alpha_1, \alpha_2$  온실형태와 온실바닥내 단열유무, 유리창의 종류에 따라 도표에서 구하는 손실계수이다.

② F<sub>s</sub>가 구해지면 아래식에 의해 두 가지 형태의 월평균 기온을 산출 할 수 있다.

③ 태양열 획득을 고려하지 않는 온실의 월평균 기온 ( t<sub>sng</sub> )

$$t_{sng} = \{(t_o \times L_{bm}) + (t_t \times L_{hm})\} / (L_{hm} + L_{bm}) \text{ ( } ^\circ\text{C)}$$

t<sub>o</sub> : 월평균 외기온

t<sub>t</sub> : 실내기준온도

L<sub>hm</sub> : 실내로부터 온실에 이르는 열손실 평균값

L<sub>bm</sub> : 실내로부터 외기에 이르는 열손실 평균값

④ 태양열 획득을 고려한 온실의 월평균 기온 ( t<sub>s</sub> )

⑤ 온실의 완충효과 ( $\Phi_{sb}$ )와 예열환기 ( $\Phi_{sa}$ )를 통한 열획득

$$\Phi_{sb} = (1 - C_{lb}) \times F_s \text{ ( Kwh / day )}$$

$$\Phi_{sa} = R_b \times F_s / L_{hm} \text{ ( Kwh / day )}$$

C<sub>lb</sub> : 완충공간의 열손실절감율

R<sub>b</sub> : 완충공간에 의한 환기열손실 감소량

(3) 트롬벽 방식 ( Vented Trombe Wall,  $\Phi_{tw}$  )

축열벽 상·하부에 Vent가 있는 시스템으로 태양열 획득은 아래식을 이용하여 계산되어 진다.

$$\Phi_{tw} = F \times C \text{ ( Kwh / day )}$$

F : 벽을 통하여 흡수된 일사량

$$F = E \times A \times S_f \times m \times \alpha \text{ ( Kwh / day )}$$

E : 집열창 단위면적당 입사되는 일사량 ( Kwh / m<sup>2</sup> · day )

A : 벽면적 ( m<sup>2</sup> )

S<sub>f</sub> : 벽의 차폐계수

$m$  : 벽 전체면적에 대한 집열창 면적비  
 $\alpha$  : 벽의 흡수율 ( 흑색 무광일 때 0.9 )  
 $C$  : 유리의 종류, 흡수율, 야간단열재, 유·무에 따른 효율  
 계수로 도표에서 구한다.

#### (4) 축열벽 방식 ( Solar Mass Wall, $\Phi_{mw}$ )

상 하부에 Vent가 없는 시스템으로 축열벽을 통한 태양열획득은 아래식을 이용한다.

$$\Phi_{mw} = F \times U \times r_{ext} \text{ (Kwh / day)}$$

$F$  : 축열벽에 흡수된 일사량

$$F = E \times A \times S_f \times m \times \alpha \text{ (Kwh / day)}$$

$U$  : 축열벽과 집열창을 포함한 벽체의 값

$r_{ext}$  : 축열벽과 집열창 사이의 열저항

$$r_{ext} = 0.06 + r_g + r_a \text{ ( m}^2 \cdot ^\circ\text{C / W )}$$

$r_g$  : 유리창의 열저항 ( 단창 : 0, 이중창 : 0.11 )

$r_a$  : 공기층의 열저항 ( 선택흡수면일 때 0.40, 선택흡수면이 아닐 때 0.16 )

야간단열구조가 부착된다면 다음식을 이용하여 계산한다.

$$\Phi_{mw,ni} = F \{ (0.7 \times U_d \times r_{ed}) + (0.03 \times U_n \times r_{en}) \}$$

$U_d$ 와  $U_n$ 은 축열벽과 집열창의 주·야간의  $U$ 값

$r_{ed}$ 와  $r_{en}$ 은 공기층에서 외기에 이르는 주·야간 열저항의 합 즉,  $U_n$ 과  $r_{en}$ 은 야간단열구조의 열저항을 고려한 것으로 아래와 같이된다.

$$1 / U_n = 1 / U_d + r_{ni}$$

$$r_{ni} = R_{ed} + R_{ni}$$

$r_{ni}$  : 야간단열구조의 열저항 (  $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C / W }$  )

이와같이 일반유리창 및 자연형 태양열 시스템을 통한 일사열획득의 합 ( $\phi$  Solar)을 계산하면 다음과 같다.

$$\Sigma \phi_{Solar} = \Phi_{dg} + \Phi_{ac} + \Phi_{sw} + \Phi_{tw} + \Phi_{mw} \dots$$

이밖에 예열환기 축열벽방식( $B_{sw}$ ), 지붕을 통한 개방형 공기집열식( $B_{ac}$ ) 등도 계산할 수 있는데 여기서는 개수방안에 이용되어진 자연형 태양열 시스템을 다루었다.

#### 다. 일사열획득과 내부열발생의 유효값 계산과 보조난방부하

매일 실내공간에서 발생되는 에너지의 양은 다음과 같다.

$$\Sigma \Phi = \Phi_i + \Sigma \Phi_{Solar} \text{ ( Kwh / day )}$$

$\Phi_i$  : 거주자의 활동에 따른 내부열발생의 일평균값

또 벽체의 구조에 따라 벽체의 단위 바닥면적당 Thermal  $B_{ac}$ 의 값 즉,  $I$ 값 ( $\text{kg} / \text{m}^2$ )을 구한다. 일사량과 내부열획득의 월간 유효량은 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$\Sigma \Phi = n \times \Sigma \Phi \times N \text{ ( Kwh / month )}$$

$N$ : 월별일수

$\eta$ : 사용율 ( Utilization Factor )

$\eta$  는 그래프를 이용하여 건물의 유형에 따라 I 값을 비교하여 구하게 되는데 아파트등 중량건물의 경우 보통 0.65~0.09의 값을 갖는다.

월별보조난방부하(Qaux)는 열획득을 고려하지 않는 난방부하의 값과 유효일사 및 내부열획득량의 차이로 구할 수 있다.

$$Qaux = Qng - \sum Q \text{ ( Kwh / month )}$$

연간보조난방부하(Qaux,tot)는 월간난방부하의 합으로 구할 수 있으며 건물간의 보조난방부하 요구량을 비교하는데 사용되는 B값은 다음식으로 구한다.

$$B = ( Qaux \cdot tot \times G ) / Qng \cdot tot \text{ ( W / m}^2 \cdot ^\circ\text{C )}$$

G : 연간 난방부하계수

Qng,tot : 손실만을 고려한 연간난방부하

#### 라. 실내환경조건의 계산

「METHOD 500」Program에서는 난방부하의 계산과 함께 실내평균기온을 계산할 수 있고 또 실내 과열현상에 대한 평가를 할 수 있다.

다음의 공식은 월평균 실내기온을 예측하는데 이용된다.

$$t_i = t_{hn} + \{ Qaux / ( LL \times N ) \} \text{ ( } ^\circ\text{C)}$$

$t_i$  : 실내기준온도( 온도조절기온도 )

$t_{hn}$  : 난방없이 유지되는 실내온도로써 다음식으로 구한다.

$$t_{hn} = t_o + ( \Phi_i + \sum \Phi_{Solar} ) / LL \text{ ( } ^\circ\text{C) }$$

$t_o$  : 평균외기온

Qaux : 월간보조난방부하 ( Kwh / month )

LL : 1°C온도차에 따른 1일 열손실량 ( Kwh / day )

N : 월별일수

이 식에서 구한  $t_i$ 값과 앞에서 규정한 I값 분류에 따라 실험결과로 도출된 여러가지 그래프로 규정온도  $t$ 를 초과하는 일평균 시간수를 구할 수 있다.

## 2. 「METHOD 5000」 PROGRAM OUTPUT

### 1) 울량 공동주택의 연간보조난방부하 - 개수전

연방공간의 체적 : $V_h = 217.00 \text{ m}^3$													Climate of : 청주	
난방부하 계수 : $G = 0.96 \text{ W/m}^2\text{.K}$														
실내기준온도 (Thermostat set temperature) : $T_t = 18^\circ\text{C}$														
I-value category : 5														
Raw internal gains : $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$														
월별일수	1월 31	2월 28	3월 31	4월 30	5월 0	6월 0	7월 0	8월 0	9월 0	10월 0	11월 30	12월 31	Total 181	
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4		
LL	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	Total 901	
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	7.7	9.8	7.3	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	10.2	9.1	Total 1851	
Tnh	1.5	2.5	7.2	14.8	20.1	24.8	26.9	27.6	22.2	17.5	8.6	3.4		
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.0		
Qi	310	280	310	294	0	0	0	0	0	0	300	310	Total 1804	
Qdg	237	274	227	205	0	0	0	0	0	0	307	281	Total 1533	
Qng	3088	2719	2208	986	0	0	0	0	0	0	2017	2841	Total 13858	
$\Sigma Q$	547	554	537	499	0	0	0	0	0	0	607	591	Total 3337	
Qaux	2540	2165	1671	487	0	0	0	0	0	0	1409	2249	Total 10522	

To ( $^\circ\text{C}$ ) : Average outdoor temp  
 LL (kWh/K.day) : Daily heat loss  
 $\Sigma \dot{Q}_{sol}$  (kWh/day) : Sum of solar gains  
 Qdg (kWh) =  $E \cdot \dot{Q}_{dg} \cdot N$   
 Qng (kWh) : Heating load without gains  
 Qaux (kWh) : Auxiliary heating load  
 $T_{nh} = To + (\dot{Q}_i + \Sigma \dot{Q}_{sol}) / LL$   
 $X = T_t - T_{nh}$   
 $E = F(X)$

Tnh ( $^\circ\text{C}$ ): Temp without heating  
 E : Utilization factor  
 $Qi$  (kWh) =  $E \cdot \dot{Q}_i \cdot N$   
 $Q_s$  (kWh) =  $E \cdot \dot{Q}_s \cdot N$   
 $\Sigma Q$  (kWh): Useful gains  
 $\Sigma Q = E \cdot (\Sigma \dot{Q}_{sol} + \dot{Q}_i) \cdot N$   
 $Q_{aux} = Q_{ng} - \Sigma Q$   
 $B = (Q_{auxtot} \cdot G) / Q_{ngtot} = 0.73 \text{ W/m}^2\text{.K}$   
 G : 책 놓 없는 연간 난방부하계수  
 (Form A7에서 계산)

## 2) 울량 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 1안

난방공간의 세적 :  $V_h = 215.00 \text{ m}^3$  Climate of : 경주

난방부하 계수 :  $G = 0.87 \text{ W/m}^2\text{K}$

실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$

I-value category : 5

Raw internal gains :  $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	814
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	9.4	12.2	9.4	9.4	1.1	1.1	0.7	1.0	0.9	0.8	12.5	11.0	1928
Tnh	2.3	3.4	8.0	15.7	20.6	25.3	27.3	28.0	22.6	15.9	9.5	4.3	
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	288	0	0	0	0	0	0	300	310	1798
Qdg	105	121	100	89	0	0	0	0	0	0	135	124	673
Qs	59	73	70	74	0	0	0	0	0	0	75	67	417
Qng	2789	2456	1994	891	0	0	0	0	0	0	1822	2566	12519
$\Sigma Q$	601	621	603	560	0	0	0	0	0	0	676	652	3714
Qaux	2188	1835	1392	331	0	0	0	0	0	0	1146	1914	8804

## 3) 울량 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 2안

난방공간의 세적 :  $V_h = 215.00 \text{ m}^3$  Climate of : 경주

난방부하 계수 :  $G = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$

실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$

I-value category : 5

Raw internal gains :  $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	821
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	11.1	14.2	10.6	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	13.1	2222
Tnh	2.7	3.8	8.2	15.8	20.3	25.0	27.1	27.8	22.4	15.7	10.0	4.7	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	279	0	0	0	0	0	0	300	310	1789
Qdg	343	396	328	282	0	0	0	0	0	0	445	407	2201
Qng	2809	2476	2013	900	0	0	0	0	0	0	1836	2584	12617
$\Sigma Q$	653	676	638	561	0	0	0	0	0	0	745	717	3990
Qaux	2156	1800	1374	339	0	0	0	0	0	0	1092	1867	8628

#### 4) 울량 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 3안

난방공간의 세적	: $V_h = 215.00 \text{ m}^3$	Climate of : 청주											
난방부하 계수	: $G = 0.90 \text{ W/m}^2\text{K}$												
실내기준온도(Thermostat set temperature) : $T_t = 18^\circ\text{C}$													
I-value category : 5													
Raw internal gains : $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$													
월별일수	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
To	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
LL	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	844
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	12.2	15.6	11.7	11.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	16.4	14.5	2453
$T_{nh}$	2.8	4.0	8.3	15.9	20.8	24.9	27.0	27.7	22.3	19.0	10.2	4.9	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.0	
$Q_i$	310	280	310	282	0	0	0	0	0	300	310	1792	
$Q_{dg}$	254	294	243	211	0	0	0	0	0	330	302	1634	
$Q_{mw}$	124	144	119	103	0	0	0	0	0	161	148	799	
$Q_{ng}$	2888	2546	2070	926	0	0	0	0	0	1888	2656	12974	
$\Sigma Q$	689	717	672	596	0	0	0	0	0	791	759	4225	
$Q_{aux}$	2199	1829	1398	330	0	0	0	0	0	1097	1897	8750	

#### 5) 울량 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 4안

난방공간의 세적	: $V_h = 215.00 \text{ m}^3$	Climate of : 청주											
난방부하 계수	: $G = 0.84 \text{ W/m}^2\text{K}$												
실내기준온도(Thermostat set temperature) : $T_t = 18^\circ\text{C}$													
I-value category : 5													
Raw internal gains : $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$													
월별일수	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
To	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
LL	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	789
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	12.8	16.6	12.7	12.6	1.7	1.8	1.2	1.7	1.8	5.8	17.2	15.1	2617
$T_{nh}$	3.2	4.6	8.9	16.6	20.8	25.5	27.5	28.3	22.9	17.1	10.7	5.4	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	
$Q_i$	310	280	310	276	0	0	0	0	0	300	310	1786	
$Q_{dg}$	91	106	87	74	0	0	0	0	0	119	108	586	
$Q_s$	39	49	50	54	0	0	0	0	0	49	43	285	
$Q_{mw}$	124	144	119	101	0	0	0	0	0	161	148	797	
$Q_{ng}$	2700	2381	1936	866	0	0	0	0	0	1765	2483	12132	
$\Sigma Q$	708	744	704	622	0	0	0	0	0	815	779	4373	
$Q_{aux}$	1992	1636	1232	244	0	0	0	0	0	951	1704	7759	

## 6) 사직 공동주택의 연간보조난방부하 - 개수전

	난방공간의 계적 : $V_h = 97.90 \text{ m}^3$	Climate of : 청주											
	난방부하 계수 : $G = 1.49 \text{ W/m}^2\text{K}$												
	실내기준온도(Thermostat set temperature) : $T_t = 18^\circ\text{C}$												
I-value category	: 5												
Raw internal gains : $\dot{\phi}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$													
월별일수	1월 31	2월 28	3월 31	4월 30	5월 0	6월 0	7월 0	8월 0	9월 0	10월 0	11월 30	12월 31	Total 181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	635
$\Sigma \dot{\phi}_{sol}$	3.5	4.5	3.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7	4.2	711
Tnh	1.9	2.6	7.5	15.2	21.0	25.7	27.8	28.5	23.1	17.7	8.7	3.6	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	285	0	0	0	0	0	0	300	310	1795
Qng	2175	1915	1555	694	0	0	0	0	0	0	1420	2001	9760
$\Sigma Q$	420	407	415	377	0	0	0	0	0	0	442	440	2502
Qaux	1755	1508	1140	317	0	0	0	0	0	0	978	1560	7258

To ( $^\circ\text{C}$ ) : Average outdoor temp Tnh ( $^\circ\text{C}$ ): Temp without heating

LL (kWh/K.day): Daily heat loss E : Utilization factor

$\Sigma \dot{\phi}_{sol}$  (kWh/day) : Sum of solar gains

Qi (kWh) =  $E \cdot \dot{\phi}_i \cdot N$

Qdg (kWh) =  $E \cdot \dot{\phi}_d \cdot N$

Qs (kWh) =  $E \cdot \dot{\phi}_s \cdot N$

Qng (kWh) : Heating load without gains

$\Sigma Q$  (kWh): Useful gains

Qaux (kWh) : Auxiliary heating load

$\Sigma Q = E \cdot (\Sigma \dot{\phi}_{sol} + \dot{\phi}_i) \cdot N$

$Tnh = To + (\dot{\phi}_i + \Sigma \dot{\phi}_{sol}) / LL$

Qaux =  $Qng - \Sigma Q$

X =  $T_t - Tnh$

B =  $(Qaux_{tot} \cdot G) / Qng_{tot} = 1.11 \text{ W/m}^2\text{K}$

E = F(X)

G : 복득없는 연간 난방부하계수

(FormA에서 계산)

## 7) 사직 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 1안

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	569
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	5.2	6.7	5.2	5.2	2.8	2.4	1.8	3.1	4.1	7.0	6.9	6.1	1061
Tnh	2.8	3.8	8.5	16.2	22.2	26.7	28.6	29.8	24.7	18.9	9.9	4.7	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	276	0	0	0	0	0	0	300	310	1786
Qdg	45	52	43	37	0	0	0	0	0	0	59	54	290
Qs	115	136	117	106	0	0	0	0	0	0	149	135	759
Qng	1950	1717	1394	623	0	0	0	0	0	0	1274	1794	8753
$\Sigma Q$	471	468	471	418	0	0	0	0	0	0	508	499	2834
Qaux	1479	1249	924	204	0	0	0	0	0	0	766	1295	5918

## 8) 사직 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 2안

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	544
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	4.8	6.2	4.6	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.5	5.7	969
Tnh	2.9	3.9	8.6	16.2	21.4	26.1	28.2	28.9	23.5	19.0	10.0	4.8	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	276	0	0	0	0	0	0	300	310	1786
Qdg	111	128	106	90	0	0	0	0	0	0	143	131	708
Qtw	39	45	37	32	0	0	0	0	0	0	51	46	251
Qng	1860	1640	1333	596	0	0	0	0	0	0	1216	1711	8357
$\Sigma Q$	460	453	453	398	0	0	0	0	0	0	494	488	2745
Qaux	1401	1187	880	199	0	0	0	0	0	0	722	1224	5612

9) 사직 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 3안

난방공간의 세적 :  $V_h = 97.90 \text{ m}^3$  Climate of : 청주  
 난방부하 계수 :  $G = 1.33 \text{ W/m}^3\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\dot{\Phi}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.6	-0.4	
LL	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	566
$\Sigma \dot{\Phi}_{sol}$	7.5	9.6	7.2	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.1	8.9	1513
Tnh	3.6	4.8	9.2	16.8	21.3	26.0	28.1	28.8	23.4	19.9	10.9	5.7	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	273	0	0	0	0	0	0	300	310	1783
Qdg	122	141	117	98	0	0	0	0	0	0	158	145	781
Qmw	112	129	107	90	0	0	0	0	0	0	145	132	714
Qng	1934	1706	1388	622	0	0	0	0	0	0	1265	1779	8695
$\Sigma Q$	544	550	533	461	0	0	0	0	0	0	603	587	3278
Qaux	1391	1157	955	161	0	0	0	0	0	0	662	1192	5417

10) 사직 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 4안

난방공간의 세적 :  $V_h = 97.90 \text{ m}^3$  Climate of : 청주  
 난방부하 계수 :  $G = 1.31 \text{ W/m}^3\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\dot{\Phi}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.6	-0.4	
LL	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	559
$\Sigma \dot{\Phi}_{sol}$	9.1	11.7	8.9	8.7	2.8	2.4	1.8	3.1	4.1	12.2	12.2	10.8	1851
Tnh	4.2	6.5	9.8	17.4	22.2	26.8	28.7	29.8	24.8	20.7	11.7	6.3	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	287	0	0	0	0	0	0	300	310	1777
Qdg	56	64	53	44	0	0	0	0	0	0	72	66	355
Qs	115	136	117	102	0	0	0	0	0	0	149	135	755
Qmw	112	129	107	88	0	0	0	0	0	0	145	132	712
Qng	1910	1685	1371	614	0	0	0	0	0	0	1249	1757	8586
$\Sigma Q$	593	609	587	501	0	0	0	0	0	0	666	644	3599
Qaux	1317	1076	784	113	0	0	0	0	0	0	583	1113	4987

## 11) 봉명 공동주택의 연간보조난방부하 - 개수전

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	703
$\Sigma \phi_{sol}$	4.0	5.1	3.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.4	4.7		804
Tnh	1.6	2.4	7.3	14.9	20.7	25.4	27.5	28.2	22.8	17.4	8.5	3.4	
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.0		
Qi	310	280	310	288	0	0	0	0	0	300	310		1798
Qdg	124	143	119	105	0	0	0	0	0	161	147		799
Qng	2409	2121	1722	769	0	0	0	0	0	1573	2216		10811
$\Sigma Q$	434	423	429	393	0	0	0	0	0	461	457		2597
Qaux	1975	1698	1294	376	0	0	0	0	0	1113	1759		8214

To ( $^{\circ}\text{C}$ ) : Average outdoor temp  
 LL (kWh/K.day) : Daily heat loss  
 $\Sigma \phi_{sol}$  (kWh/day) : Sum of solar gains  
 Qdg (kWh) =  $E * \phi_{dg} * N$   
 Qng (kWh) : Heating load without gains  
 Qaux (kWh) : Auxiliary heating load  
 $Tnh = To + (\phi_i + \Sigma \phi_{sol}) / LL$   
 $X = Tl - Tuh$   
 $E = F(X)$   
 To+(:Vh=140.00 m3 :G=1.16 W/m3.K :Climate of : 정주 :Thermostat set temperature) : Tt = 18  $^{\circ}\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$   
 Climate of : 정주  
 난방부하 계수 : G = 1.16 W/m3.K  
 실내기준온도(Thermostat set temperature) : Tt = 18  $^{\circ}\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

To ( $^{\circ}\text{C}$ ): Temp without heating  
 E : Utilization factor  
 $Qi$  (kWh) =  $E * \phi_i * N$   
 $Qs$  (kWh) =  $E * \phi_s * N$   
 $\Sigma Q$  (kWh): Useful gains  
 $\Sigma Q = E * (\Sigma \phi_{sol} + \phi_i) * N$   
 $Qaux = Qng - \Sigma Q$   
 $B = (Qauxtot * G) / Qngtot = 0.88 \text{ W/m3.K}$   
 G : 획득없는 연간 난방부하계수  
 (Form A7에서 계산)

## 12) 봉명 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 1안

난방공간의 세적 :  $V_h = 140.00 \text{ m}^3$  Climate of : 청주  
 난방부하 계수 :  $G = 1.06 \text{ W/m}^3\cdot\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	642
$\Sigma \phi_{sol}$	6.6	8.6	6.7	6.7	4.3	3.6	2.7	4.8	6.3	9.0	8.9	7.8	1365
Tnh	2.7	3.8	8.4	16.1	22.1	26.6	28.5	29.8	24.8	18.9	9.8	4.6	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	276	0	0	0	0	0	0	300	310	1786
Qdg	31	36	30	25	0	0	0	0	0	0	40	37	199
Qs	66	79	70	65	0	0	0	0	0	0	85	76	441
Qng	2199	1936	1572	702	0	0	0	0	0	0	1436	2023	9868
$\Sigma Q$	516	522	518	461	0	0	0	0	0	0	566	552	3135
Qaux	1682	1414	1054	241	0	0	0	0	0	0	870	1471	6733

## 13) 봉명 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 2안

난방공간의 세적 :  $V_h = 140.00 \text{ m}^3$  Climate of : 청주  
 난방부하 계수 :  $G = 1.06 \text{ W/m}^3\cdot\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	643
$\Sigma \phi_{sol}$	4.8	6.1	4.6	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.4	5.7	965
Tnh	2.2	3.0	7.8	15.4	20.9	25.6	27.7	28.4	23.0	18.1	9.1	4.0	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	276	0	0	0	0	0	0	300	310	1786
Qdg	127	146	121	103	0	0	0	0	0	0	164	150	810
Qtw	22	26	21	18	0	0	0	0	0	0	29	27	144
Qng	2200	1938	1575	704	0	0	0	0	0	0	1438	2024	9878
$\Sigma Q$	459	452	452	397	0	0	0	0	0	0	493	487	2740
Qaux	1741	1486	1122	307	0	0	0	0	0	0	945	1537	7138

14) 봉명 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 3안

난방공간의 세적 :  $V_h = 140.00 \text{ m}^3$  Climate of : 정주  
 난방부하 계수 :  $G = 1.07 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	651
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	7.5	9.6	7.2	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.1	8.9	1512
Tnh	2.9	4.0	8.5	16.1	20.9	25.6	27.7	28.4	23.0	19.0	10.1	4.9	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	279	0	0	0	0	0	0	300	310	1789
Qdg	132	153	126	109	0	0	0	0	0	0	171	157	848
Qsw	101	117	97	83	0	0	0	0	0	0	131	120	650
Qng	2227	1963	1597	714	0	0	0	0	0	0	1456	2048	10005
$\Sigma Q$	544	550	533	471	0	0	0	0	0	0	603	587	3287
Qaux	1683	1414	1063	243	0	0	0	0	0	0	853	1461	6718

15) 봉명 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 4안

난방공간의 세적 :  $V_h = 140.00 \text{ m}^3$  Climate of : 정주  
 난방부하 계수 :  $G = 0.99 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.0	-1.5	3.7	11.4	18.1	22.8	24.9	25.6	20.2	13.5	4.5	-0.4	
LL	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	605
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	7.6	9.8	7.6	7.6	4.3	3.6	2.7	4.8	6.3	10.3	10.2	8.9	1556
Tnh	3.3	4.4	9.0	16.6	22.4	26.9	28.7	30.0	25.1	19.6	10.5	5.3	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	267	0	0	0	0	0	0	300	310	1777
Qdg	38	44	36	30	0	0	0	0	0	0	49	45	243
Qsw	175	206	178	155	0	0	0	0	0	0	226	205	1145
Qtw	22	26	21	18	0	0	0	0	0	0	29	27	143
Qng	2070	1824	1483	663	0	0	0	0	0	0	1353	1904	9297
$\Sigma Q$	546	556	546	469	0	0	0	0	0	0	605	587	3308
Qaux	1524	1269	937	194	0	0	0	0	0	0	748	1317	5988

## 16) 세경 공동주택의 연간보조난방부하 - 개수전

난방공간의 체적 :  $V_h = 122.00 \text{ m}^3$

Climate of : 수원

난방부하 계수 :  $G = 1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$

실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$

I-value category : 5

Raw internal gains :  $\phi_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.3	-1.8	3.7	10.3	17.0	21.7	24.4	25.4	20.3	13.3	4.3	-0.3	
LL	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	729
$\Sigma \phi_{sol}$	5.2	5.5	4.7	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	6.3	5.0	1095
Tnh	1.5	2.0	7.4	13.8	19.5	24.2	26.9	27.9	22.8	17.2	8.3	3.4	
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	300	0	0	0	0	0	300	310	1810	
Qdg	160	154	146	119	0	0	0	0	0	188	156	922	
Qng	2535	2233	1786	930	0	0	0	0	0	1655	2285	11424	
$\Sigma Q$	470	434	456	419	0	0	0	0	0	488	466	2732	
Qaux	2065	1799	1330	512	0	0	0	0	0	1168	1819	8692	

To ( $^\circ\text{C}$ ) : Average outdoor temp

Tnh ( $^\circ\text{C}$ ): Temp without heating

LL (kWh/K.day): Daily heat loss

E : Utilization factor

$\Sigma \phi_{sol}$  (kWh/day) : Sum of solar gains

Qi (kWh) = E \*  $\phi_i * N$

Qdg (kWh) = E \*  $\phi_{dg} * N$

Qs (kWh) = E \*  $\phi_s * N$

Qng (kWh) : Heating load without gains

$\Sigma Q$  (kWh): Useful gains

Qaux (kWh) : Auxiliary heating load

$\Sigma Q = E * (\Sigma \phi_{sol} + \phi_i) * N$

Tnh = To + ( $\phi_i + \Sigma \phi_{sol}$ ) / LL

Qaux = Qng -  $\Sigma Q$

X = Tt - Tnh

B = (Qauxtot \* G) / Qngtot = 1.05 W/m<sup>2</sup>.K

E = F(X)

G : 적득없는 연간 난방부하계수

(Form A7에서 계산)

### 17) 세경 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 1안

난방공간의 채적 :  $V_h = 122.00 \text{ m}^3$  Climate of : 수원  
 난방부하 계수 :  $G = 1.19 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.3	-1.8	3.7	10.3	17.0	21.7	24.4	25.4	20.3	13.3	4.3	-0.3	
LL	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	630
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	7.1	7.7	6.7	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	6.9	1294
Tnh	2.6	3.3	8.5	14.9	19.9	24.6	27.3	28.3	23.2	16.2	9.7	4.6	
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	291	0	0	0	0	0	0	300	310	1801
Qdg	56	54	51	40	0	0	0	0	0	0	66	55	322
Qs	165	161	158	129	0	0	0	0	0	0	193	160	967
Qng	2189	1929	1542	804	0	0	0	0	0	0	1430	1973	9866
$\Sigma Q$	531	495	519	461	0	0	0	0	0	0	559	525	3090
Qaux	1658	1433	1023	343	0	0	0	0	0	0	871	1449	6777

### 18) 세경 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 2안

난방공간의 채적 :  $V_h = 122.00 \text{ m}^3$  Climate of : 수원  
 난방부하 계수 :  $G = 1.17 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.3	-1.8	3.7	10.3	17.0	21.7	24.4	25.4	20.3	13.3	4.3	-0.3	
LL	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	619
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	6.5	6.9	5.9	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	6.3	1160
Tnh	2.5	3.1	8.4	14.7	19.9	24.6	27.3	28.3	23.2	16.2	9.5	4.5	
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	297	0	0	0	0	0	0	300	310	1807
Qdg	201	194	183	148	0	0	0	0	0	0	236	196	1158
Qng	2150	1897	1517	791	0	0	0	0	0	0	1405	1938	9699
$\Sigma Q$	511	474	493	445	0	0	0	0	0	0	536	506	2965
Qaux	1639	1423	1024	347	0	0	0	0	0	0	869	1432	6734

### 19) 세경 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 3안

난방공간의 채적 :  $V_h = 122.00 \text{ m}^3$  Climate of : 수원  
 난방부하 계수 :  $G = 1.21 \text{ W/m}^3\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.3	-1.8	3.7	10.3	17.0	21.7	24.4	25.4	20.3	13.3	4.3	-0.3	
LL	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	643
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	9.2	9.8	8.4	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	11.1	9.0	1641
Tnh	3.1	3.8	8.9	15.1	19.8	24.5	27.2	28.2	23.1	16.9	10.3	5.1	
E	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	291	0	0	0	0	0	0	300	310	1801
Qdg	156	150	142	112	0	0	0	0	0	0	183	152	894
Qnw	129	124	118	93	0	0	0	0	0	0	151	126	741
Qng	2229	1970	1577	823	0	0	0	0	0	0	1458	2008	10063
$\Sigma Q$	594	554	570	496	0	0	0	0	0	0	634	587	3435
Qaux	1635	1415	1007	327	0	0	0	0	0	0	824	1421	6630

### 20) 세경 공동주택의 연간보조난방부하 - 제 4안

난방공간의 채적 :  $V_h = 122.00 \text{ m}^3$  Climate of : 수원  
 난방부하 계수 :  $G = 1.17 \text{ W/m}^3\text{K}$   
 실내기준온도(Thermostat set temperature) :  $T_t = 18^\circ\text{C}$   
 I-value category : 5  
 Raw internal gains :  $\dot{Q}_i = 10.00 \text{ kWh/day}$

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	Total
월별일수	31	28	31	30	0	0	0	0	0	0	30	31	181
To	-2.3	-1.8	3.7	10.3	17.0	21.7	24.4	25.4	20.3	13.3	4.3	-0.3	
LL	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	622
$\Sigma \dot{Q}_{sol}$	11.3	12.2	10.6	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	13.7	11.0	2041
Tnh	3.9	4.6	9.7	15.8	19.9	24.6	27.3	28.3	23.2	17.7	11.2	5.8	
E	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	
Qi	310	280	310	282	0	0	0	0	0	0	300	310	1792
Qdg	126	122	115	88	0	0	0	0	0	0	148	123	721
Qs	223	219	214	169	0	0	0	0	0	0	262	217	1304
Qng	2159	1906	1525	796	0	0	0	0	0	0	1411	1945	9742
$\Sigma Q$	659	620	639	539	0	0	0	0	0	0	710	650	3817
Qaux	1499	1285	887	257	0	0	0	0	0	0	701	1295	5925

## ABSTRACT

A Study on the Energy Saving Effect of the Retrofits  
for Apartment Buildings Using Passive Solar Systems

Kang, Il-Kyung

Dept. of Architectural Engineering  
The Graduate School of  
Chung-Ang University

Advised by Rhee Eon-Ku, Ph.D

There is much energy consumed in buildings, 75% of which is used for space heating. Specially in apartment buildings, many of them have been constructed hurriedly to supply more housing in a short period, a number of problems like poor environmental quality and energy waste are aroused.

To reduce the energy consumption in buildings, passive solar retrofit strategies which depend on the non-pollutional and infinite solar radiation have been recommended as an economic and effective ways.

In this study, a proper system among the Passive Solar Systems was selected for the retrofit of some existing apartment buildings, and then thermal performances of each system were compared in terms of auxiliary heating load using the 「METHOD 5000」 program.

The results of this study can be summarized as follows:

- 1) The proper Passive Solar Systems for the existing apartment buildings

are Direct Gain System, Thermal Storage Wall System, Attached Sun Space and Thermosiphoning Air Panel System(TAP).

2) As the south-facing balcony of the existing apartment buildings plays the role of a sunshade, it is easy to repare them using a Passive Solar System without an additional shading device.

3) Judging from the shape of the existing apartment buildings, the Attached Sun Space is the most effective system.

4) The larger the proportion of the area of south-facing wall to floor area is, the larger the energy saving effect of Passive Salar Retrofit is.

5) According to the simulation of the energy performance of each retrofit strategy, the energy saving effect is primarily in the proportion to the size of the collecting windows. In the case where the entire south-facing wall is equipped with solar-collecting windows, about 30% energy saving is expected; and where half of the wall has solar-collecting windows, about 20% saving can be achieved.