

【論文】

자연형 태양열 단독주택 모범화 설계에 관한 연구

A Study on the Standard Patterns for the Application of Passive Solar Systems in Residential Buildings

오 정 무\* 임 상 훈\* 강 대 호\* 전 흥 석\*  
P.C.M. Auh S. H. Lim D. H. Kang H. S. Jeon

ABSTRACT

The task, development of the exemplary patterns for the application of passive solar systems in residential buildings, is very crucial regarding government policies toward energy conservation. So various measurements, evaluation, and feasibility studies are performed in addition to their architectural design and detailed drawings.

In conclusion, passive solar systems are effective and economical when they are applied to residential buildings for heating systems.

1. 서 론

주택부분에서 에너지 절약을 위한 자연형 태양열 주택의 보급은 국가적 차원에서 특별히 제고, 선도해야 할 중대한 사업이다.

그러므로 우리나라의 생활 관습이나 기후조건에 부응되는 실용 가능한 자연형 태양열 주택의 모범화 설계를 작성, 보급한다는 것은 태양열 주택의 질과 양을 위시하여 건설기술의 수준 더 나아가 에너지 절약의 국민적 운동을 전개하는데 있어 일대 전환기를 맞게 할 수 있을 것으로 예견된다.

따라서 이러한 중요 과제를 풀어 나가기 위해서

\*\*한국동력자원연구소, '한국태양열주택 실태조사', 1981, 참고

\*정회원 : 한국동력자원연구소

는 우선 주택건설이나 에너지 관련 정책부서에서 보급에 관한 확신을 가질 수 있고 또 한편으로는 일반 수용가의 선호도를 높일 수 있는 양질의 경제적 주택을 모델화 할 필요가 있는 것이다.

이러한 관점에서 본 연구는 현재 시공되고 있는 우리나라 주택의 일반적 성향을 충분히 검토하여 자연형 태양열주택에 반영하여야 할 설계요소들을 추출하였고 과거 국내외의 건설사례에서 노출되었던 설계, 시공 및 유지관리상의 문제점들을 재검토 보완하여 한국형 자연형 태양열 주택의 모범안을 설계하기 위한 연구작업을 수행한 것이다.

이 모범안은 자연형 태양열 시스템의 원리와 일반 주택의 공간계획 개념을 조화 시켰고 또 한편으로는 시공기술의 단순화와 균등화를 기할 수 있는 상세를 적용시켰다. 따라서 본 연구는



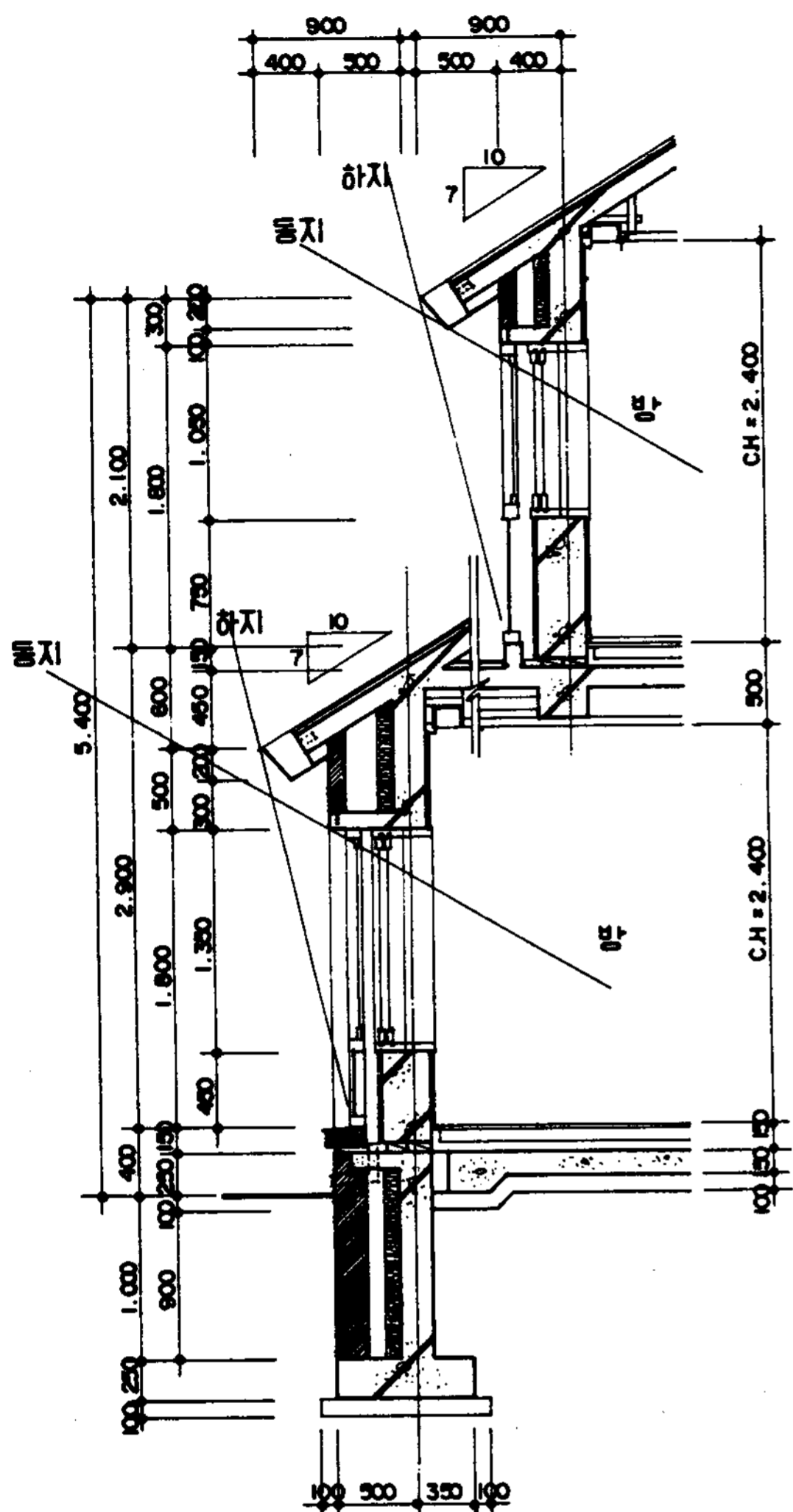


Fig 3 트롬울 부분 단면 상세도

및 운전비를 극소화 하도록 한다.

③ 태양열 장치의 고장과 하자 발생을 억제하고 내구성이 높으며 건강한 주거 생활을 영위할 수 있도록 한다.

④ 외관은 한국적이며 현대 감각에 부합되는 입면을 구성한다. 즉, 태양열 장치의 노출로 이질감을 느끼지 않도록 한다.

⑤ 면적 규모에 부합되는 공간을 구성한다.

⑥ 생활 양식은 좌식과 입식을 혼용한다.

⑦ 건축법규에 위반되지 않게 한다.

⑧ 열관리를 포함한 주거성능의 향상을 도모

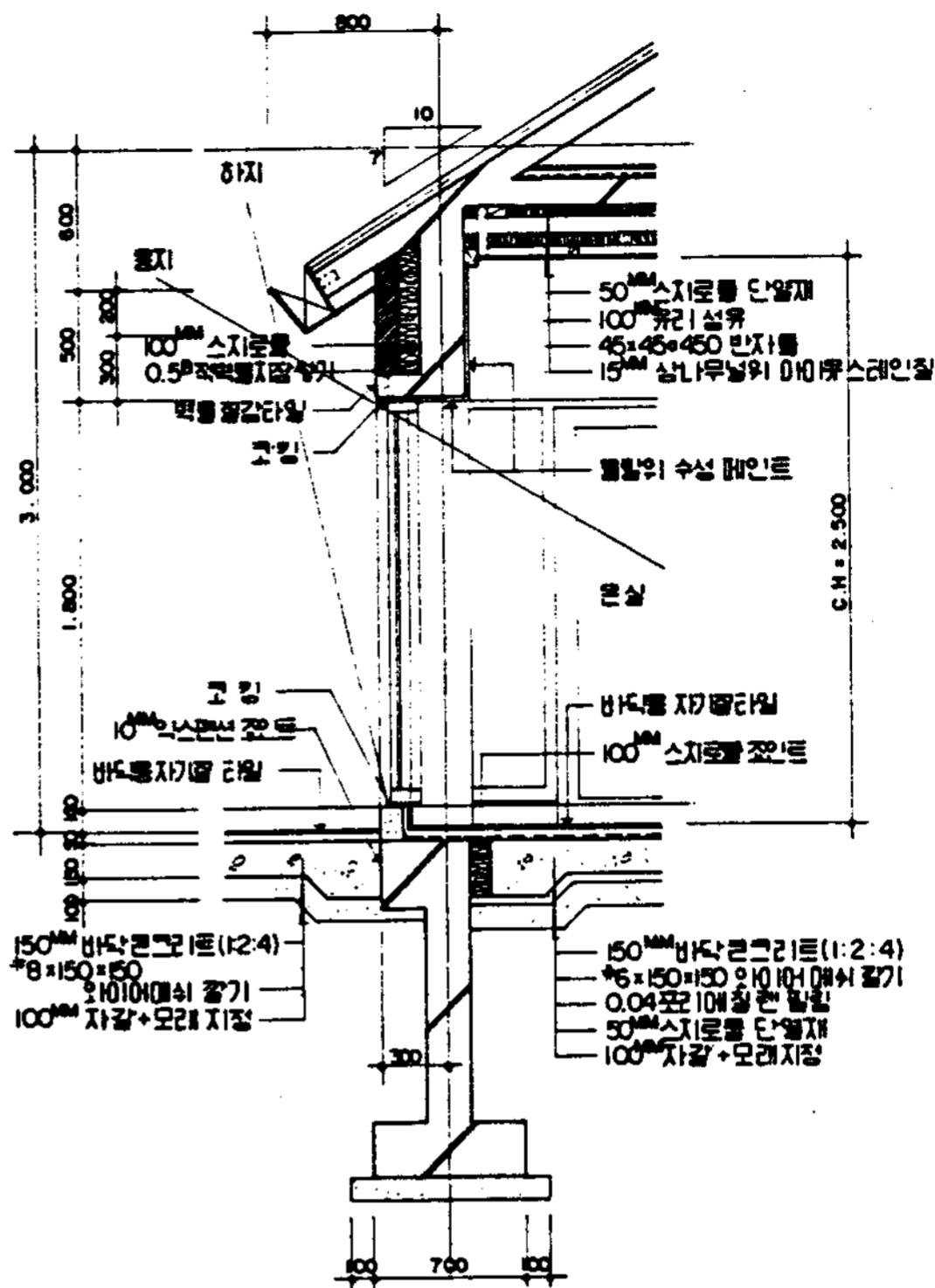


Fig 4 온실 외벽 단면 상세도

한다.

⑨ 급탕을 자연형으로 한다.

⑩ 기계적 보조난방을 설치하는 것을 원칙으로 한다.

⑪ 사용자재는 모두 국산 자재로 하며 고도의 특수기술을 요하는 공법은 배재 한다.

⑫ 시스템의 조합은

- 1) 직접 획득식
- 2) 트롬울식
- 3) 부착 온실식

중 2개 시스템 이상이 되도록 한다.

## 2-2 평면계획

① 평면은 현관을 동측 혹은 서측에 두고 계단실과 홀은 중앙에 두어 동선을 짧게 하고, 보온효과를 꾀한다.

② 현대적 생활기능을 지양하여 기능상

Zoning 을 개방적이면서도 명확하게 구분한다.

- ③ 보온적 건물형태와 공사비 절감을 위하여 건물의 외벽은 요철부를 없애고 단순하게 한다.
- ④ 주, 야간 사용시간이 길고 사용빈도가 높은 주요 침실이나 거실은 남면시키고 기타 작업공간은 Buffer Zone 을 겸하여 북면시킨다.
- ⑤ 거실은 프라이버시를 존중하고 직접 출입이 가능해야 한다. 햇빛 비치기에 좋은 남면에 위치 테라스와 연결시킨다.
- ⑥ 부엌과 식사공간, 다용도실, 수납창고 등은 가사블럭으로 일체로 처리하므로 동선이 용이하고 가사노동의 경감을 도모 부엌은 외부로부터 (북측 뒷뜰) 직접출입이 가능하도록 한다.
- ⑦ 침실은 파이프 온돌로 하고 좌식과 입식 생활을 겸용할 수 있도록 한다.
- ⑧ 남면은 대형 창호, 북측과 동서측은 가급적 소형 창호를 설치하여 겨울철 일조의 이용과 열손실 방지를 도모 한다.
- ⑨ 보일러실은 지하에 둔다.
- ⑩ 평면치수는 Module 에 맞도록 한다.
- ⑪ 남북간의 자연통풍경로가 원활하게 개구부를 배치한다.
- ⑫ 건물의 방위는 S - 30° - E, S - 30° - W 범위이다.

2-3 열관리계획

- ① 각 부위의 단열층은 건축법규의 규정을 이행하고 있다.

단열재의 두께

부 위	건축법규 단열재 두께	계획 단열재 두께
외벽 · 반자 · 지붕	50 mm 이상	외벽 - 100 mm 지붕 - 100 mm

- ② 현관은 2 중문으로 하고 있다.
- ③ 태양에너지를 의식하여 남면 창호는 대형화

하고 있으나 이에 따라 창호의 기밀성을 높여야 한다.

- ④ 커튼을 창호에 사용하여 단열효율을 더욱 높인다.
- ⑤ 난방은 기름보일러 개별공급식에 파이프 온돌과 방열기를 겸용하고 있다.
- ⑥ 보조 난방수단으로써 벽난로를 취하는 경우도 있다(55 평형 및 62 평형)
- ⑦ 열원은 보조난방용 및 보조급탕용과 취사용으로 구분한다.
  - 보조난방용 및 보조급탕용 : 경유
  - 취사용 : 도시가스, 프로판가스, 석유
- ⑧ 보조난방식은 파이프온돌방식을 원칙으로 하고 방열기 사용은 다용도실과 욕실을 제외하고 가급적 억제한다.

2-4 기타 설계시 중점 검토 사항

- ① 대지 및 배치
  - 건축할 대지를 선정하고 설계에 들어가기 전 다음 사항에 대하여 반드시 유의해야 된다. (단, 일반건축에 해당되는 사항은 여기서 삭제 하였다)
  - a. 태양의 계절별 움직임, 각도, 방위각측정.
  - b. 4 계절 일정대지의 그림자 측정.
  - c. 정남향 기준 좌우 30°에 걸쳐있는 장애물 측정
  - d. 건물의 배치는 동남 30°에, 서남 30°의 범위를 한다.
- ② 건물의 형태 및 방향
  - a. 태양 복사열을 최대한 이용하기 위하여 건물의 평면형태는 동서장방형으로 하고 단변 : 장변의 변비는 1 : 1.5에서 1 : 2.0으로 한다.
  - b. 주거 기능상 주요부분은 남쪽에 기타는 북쪽에 위치하여 완충공간으로 활용한다.
- ③ 북쪽벽
  - a. 열손실을 최대한 감소시키기 위하여 필요 이상의 유리창 및 출입구는 제거하고 면적을 줄

인다.

b. 겨울철 북서풍의 유도를 용이하게 하기 위하여 경사지붕을 택하여 경사방향은 남쪽보다 북쪽을 낮게 한다. 지붕 경사는  $\frac{3}{10} \sim \frac{5}{10}$ 로 한다.

c. 북쪽벽의 열손실을 줄이기 위하여 둔덕을 쌓아 바람의 방향을 자연스럽게 유도한다.

④. 실내주거공간

a. 최대한의 태양복사열을 이용하기 위하여 주거기능의 중심이 되는 거실과 침실을 건물의 남쪽에 위치한다.

b. 통로를 위한 복도, 계단실, 또는 창고부분은 북쪽에 두어 북쪽으로 들어오는 찬공기를 막아주는 일차 완충공간으로 사용한다.

3. 효율분석 및 경제성분석

3-1. 효율분석

3-1-1 분석방법

본 자연형 태양열 건물의 열성능 분석은 가장 최근에 개발된 Expanded SLR 방법을 사용하였다.

본 방법은 지금까지 개발된 방법의 집열부 자체의 열손실을 고려하지 않았던 결점이 보완되어 정확한 열성능 분석을 할 수 있는 장점이 있다. SLR 법은 여러가지 형태의 자연형 난방 시스템의 해석에 확대 적용할 수 있도록 발전되어 왔다. SLR 법에 이용되는 각 비교 인자들은 시간별 접근 해석법인 PASOLE에 의해 얻어진 자료들이다. PASOLE에서 이용되는 비교인자는 다음의 식으로 정의되었다.

$$SLR = \frac{\text{흡수된 태양에너지}}{\text{건물의 난방부하}}$$

위의 식에서 비교되는 각항의 Correlation Time은 1개월이며 여기서 나타나는 SLR

은 분자, 분모 모두가 에너지 단위이므로 무차원 변수로 나타난다. 또한 SLR값으로 읽을 수 있는 SSF (Solar Savings Fraction)는

$$SSF = 1 - \frac{\text{보조열원 소모량}}{\text{건물의 순난방부하}}$$

으로 나타난다. 여기서 건물의 순 난방부하는 비 태양열 건물의 난방도일 (Degree-day)에 의한 부하와 같다. 즉,

$$\text{순 난방부하} = (NLC) \times (DD)$$

여기서 NLC는 건물의 순 부하이며, 이는 건물에 집열벽 (Collection Aperture)을 부착하지 않은 상태에서 계산된 것이다. 이것은 과거방법의 BLC (Building Load Coefficient)와 같고 태양열 주택임을 강조하기 위한 것이다.

DD는 설정온도와의 차이를 나타낸 것이다. 건물의 에너지 해석을 SLR비교법으로 수행하고자 할때는 먼저 월별 SSF 값을 계산하여야 한다. 월별 보조 열원 소모량은 다음의 식으로 계산한다.

$$\text{보조열원 소모량} = (NLS) \times (DD) \times (1 - SSF)$$

연간 보조열원 소모량은 월별 소모량의 합산 값이다.

여기에서 SSF, 즉 태양열 절감율이란 태양열 설비가 없는 부분에서 읽는 DD Load에 대한 자연형 시스템에 의해 절감될 수 있는 DD Load의 비율을 뜻한다. 이것은 태양열 시스템에 의하여 연간 절감되는 에너지의 양을 구하는 기본식으로 사용되어 왔으며, 기준 건물의 SSF를 구하기 위한 비교 난방부하는 다음의 두가지로 계산된다.

첫째, 건물의 남측면 (집열창, 집열벽등 자연형 태양열 시스템 구성부)을 에너지의 득실이 없는 대체벽으로 간주하는 것이다. 여기서 건물에 소요되는 연간 에너지량은 건물의 순 난방부하와 같다. 따라서 절감량은 건물의 순 난방부하와

보조열원 소모량의 차이로 나타낸다. 즉,

$$\text{에너지 절감량} = \text{NCL} \times \text{DD} \times \text{SSF}$$

이 된다. 일반적으로 여러가지 기상조건 하에서 난방기간동안 남측면에서 얻는 에너지의 양과 이를 통하여 잃는 에너지의 양은 대부분 같기 때문에 이 방법은 간단하지만 믿을 만한 방법이다.

둘째, 방법은 태양열 시스템으로 얻는 에너지의 양과 건물의 전 난방부하 (비태양열 건물)를 비교하는 것으로써, 비 태양열 건물의 보조열원 소모량은 태양열 효과를 감안한 SLR법에 의해 계산된다. 이 경우 태양열 절감량이란 태양열 건물의 보조열원 소모량과 비태양열 건물의 보조열원 소모량의 차이를 나타내는 것이다. 이 방법을 이용하려면 같은 건물의 부하에 관한 계산을 방법과 조건을 달리하여 두번 계산하여야 한다.

위 두가지 중 어떤 경우라도 태양열 절감은 그 자체가 중요한 것이 아니다. 보다 중요한 것은 시스템을 구성할 때 생기는 각 요인들을 충분히 고려하여 그 건물에 필요로 하는 에너지의 양을 얼마나 정확히 계산해 낼수 있느냐 하는 것이다. 그러므로써 그 건물에 필요한 보조열원의 용량등을 낭비없이 산정할 수 있는 것이다.

이러한 분석 방법을 근거로 하여 한국 동력자원연구소 자연형 태양열 연구실에서 개발한 컴퓨터 프로그램인 'SLR2'에 의하여 성능 분석을 실시하였다.

Table 1 Data for Thermal Performance Evaluation(35 Pyung)

	Area(m <sup>2</sup> )	u(Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C)	u x A (Kcal/h <sup>o</sup> C)
Wall	120.1	0.268	32.2
Ceiling	72.8	0.183	13.3
floor	72.8	0.479	34.9
Glazing	5.9	1.73	10.2
Infiltration	216.3 m <sup>2</sup> x 0.3 Kcal/m <sup>2</sup> x 0.5*		32.4
Sub-total			123.0
Heat Loss of Glazing Area	2.8 x 43.71		122.4
Total			245.4

\* ACH(Air Change Ratio): 0.5/Hr

### 3-1-2 열성능 분석

열성능 분석은 본 연구에서 디자인된 6종의 주택에 대하여 각각 실시되었으며 기후 데이터는 서울지역을 기준으로 하였다.

(지면관계상 분석데이터는 35 평형만 기재함)

$$\begin{aligned} \text{NLC(순난방부하)} &= 24\text{hr} \times 123\text{Kcal/h}^{\circ}\text{C} \\ &= 2,952\text{Kcal/}^{\circ}\text{C day}(3,433.2\text{wh/}^{\circ}\text{C day}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TLC(총난방부하)} &= 24\text{hr} \times 245.4\text{Kcal/h}^{\circ}\text{C} \\ &= 5,889.6\text{Kcal/}^{\circ}\text{C day} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCR(Load Collector Ratio)} &= \text{NLC/AP} \\ &= 2,952/43.71 = 67.5\text{Kcal/m}^2\text{}^{\circ}\text{C day} \\ &\quad (78.5\text{wh/m}^2\text{}^{\circ}\text{C day}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tbase}(18^{\circ}\text{C 기준)} &= \text{Tset} - \text{Qint/TLC} \\ &= 18^{\circ}\text{C} - 10,800/5,889.6 = 16.1^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCR}_s(\text{Solar Load Collector Ratio}) &= 24\text{hr} \times \text{집열부열손실} / A_p = 24 \times 122.4/43.71 \\ &= 67.2\text{Kcal/m}^2\text{}^{\circ}\text{C day}(78.2\text{wh/m}^2\text{}^{\circ}\text{C day}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_p(\text{집열부면적}) &= \text{TW}(33.63\text{m}^2) + \text{DG}(10.08\text{m}^2) \\ &= 43.71\text{m}^2 \end{aligned}$$

System Type :

TW (트롬울) : F 3 (야간단열막없음)

DG (직접획득형) : B 2 (야간단열막없음)

$$\begin{aligned} \text{연간 SSF} &= \text{SSF}_{\text{TW}} \times \frac{A_{\text{TW}}}{A_p} + \text{SSF}_{\text{DG}} \times \frac{A_{\text{DG}}}{A_p} \\ &= 31.1\% \times \frac{33.63}{43.71} + 36.2\% \times \frac{10.08}{43.71} \\ &= 37.3\% \end{aligned}$$

SSF<sub>TW</sub> : 트롬울 SSF

SSF<sub>DG</sub> : 직접획득형 SSF

A<sub>p</sub> : 집열부 총면적

A<sub>TW</sub> : 트롬울 면적

A<sub>DG</sub> : 직접획득형 면적

### 3-2 경제성분석

자연형 태양열 주택의 설계에 있어 가장 큰 관심의 대상이 되는 것은 그 시스템을 설치하여 얻

을 수 있는 경제적 타당성이다. 효율이 높은 시스템을 설치하여 많은 연료비를 절감할 수 있다 하더라도 그 초기투자비가 많으면 태양열 시스템으로서의 가치가 없는 것이다. 또한 그 수명기간이 짧아도 시스템의 경제성은 없는 것으로 보아야 한다. 자연형 태양열 시스템의 가장 큰 장점은 바로 이러한 내구성, 초기 투자비의 저렴 등으로 요약될 수 있다. 앞에서 설계한 자연형 태양열 주택의 경제성을 수명가 분석법 (Life Cycle Cost Analysis Method) 으로 평가하였다.

프로그램 수행 결과는 다음과 같다.

THERMAL PERFORMANCE ANALYSIS

Location ..... SEOUL  
 Latitude ..... 37.6(deg)  
 System Type ..... TW 24  
 Net Heating Load Coeff. .... 3,433.2(Wh/C.day)  
 Load Collector Ratio(LCR)..... 78.5(Wh/m<sup>2</sup>.C.day)  
 LCR for Solar Aperture(LCRs)..... 78.2(Wh/m<sup>2</sup>.C.day)  
 Balance Point Temperature..... 16.1(C)

Month	Ambient Temp. (C)	DD (C. Day)	S (KWh/m <sup>2</sup> )	Net Ref. Load (KWh)	Solar Savings (KWh)	Aux. Heat (KWh)	SSF (%)
Jan	-4.9	651	54	2,235	240	1,995	10.8
Feb	-1.9	504	49	1,730	358	1,372	20.7
Mar	3.6	388	53	1,330	563	767	42.3
Apr	10.5	168	42	577	445	132	77.2
May	16.3	0	42	0	0	0	100.0
Jun	20.8	0	38	0	0	0	100.0
Jul	24.5	0	33	0	0	0	100.0
Aug	25.4	0	34	0	0	0	100.0
Sep	20.3	0	43	0	0	0	100.0
Oct	13.4	84	52	287	284	3	98.9
Nov	6.3	294	48	1,009	550	459	54.5
Dec	-1.2	536	52	1,841	364	1,477	19.8
<b>Total</b>		<b>2,625</b>		<b>9,010</b>	<b>2,806</b>	<b>6,205</b>	

Annual SSF = SS/NRL = 31.1

3-2-1 경제성 평가방법

자연형 태양열 주택의 경제성 평가에 필요한 중요한자는 첫째, 주택에 대한 자연형 태양열 시스템의 초기투자 비용과, 둘째, 초기투자에 의한 혜택 즉 유류절감 효과이다. 유류절감 효과는 자연형 시스템의 성능평가 방법으로서 주택의 태양절감률 (SSF : Solar Savings

THERMAL PERFORMANCE ANALYSIS

Location ..... SEOUL  
 Latitude ..... 37.6(deg)  
 System Type ..... DG 5  
 Net Heating Load Coeff. .... 3,433.2(Wh/C.day)  
 Load Collector Ratio(LCR)..... 78.5(Wh/m<sup>2</sup>.C.day)  
 LCR for Solar Aperture(LCRs)..... 78.2(Wh/m<sup>2</sup>.C.day)  
 Balance Point Temperature..... 16.1(C)

Month	Ambient Temp. (C)	DD (C. day)	S (KWh/m <sup>2</sup> )	Net Ref. Load (KWh)	Solar Savings (KWh)	Aux. Heat (KWh)	SSF (%)
Jan	-4.9	651	46	2,235	366	1,870	16.4
Feb	-1.9	504	42	1,730	448	1,282	25.9
Mar	3.6	388	45	1,330	631	699	47.5
Apr	10.5	168	36	577	466	111	80.8
May	16.3	0	36	0	0	0	100.0
Jun	20.8	0	32	0	0	0	100.0
Jul	24.5	0	29	0	0	0	100.0
Aug	25.4	0	29	0	0	0	100.0
Sep	20.3	0	37	0	0	0	100.0
Oct	13.4	84	44	287	285	2	99.3
Nov	6.3	294	41	1,009	601	408	59.6
Dec	-1.2	536	44	1,841	462	1,379	25.1
<b>Total</b>		<b>2,625</b>		<b>9,010</b>	<b>3,260</b>	<b>5,751</b>	

Annual SSF = SS/NRL = 36.2

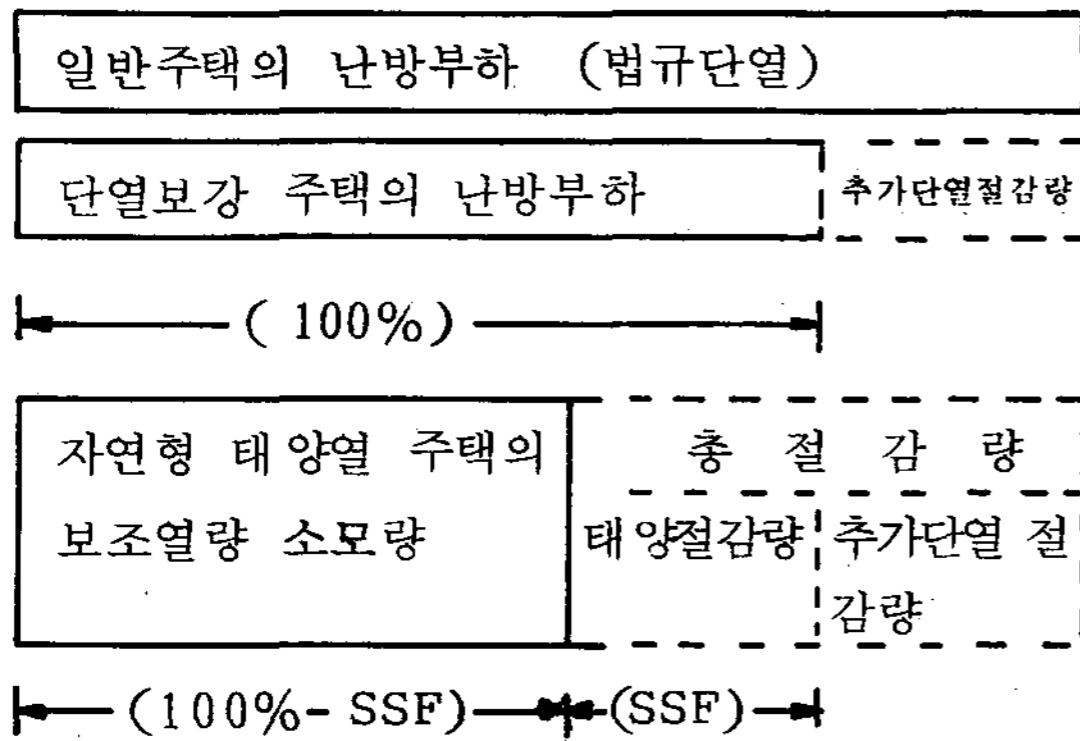
Fraction) 을 의미한다.

먼저 주택에 자연형 태양열 시스템을 적용함으로써 추가되는 초기 투자비는 주택의 남측면 외부에 설치되는 집열창의 재료인 복층유리조와 그를 지지하는 창틀 그리고 추가 단열재료의 합을 뜻한다.

따라서 본 자연형 태양열 주택의 추가비용은 남측 정면 부분의 태양열 시스템 구성에 대한 축열벽 및 창틀과 유리 등을 계산한 것이며, 이외 모든 부분은 일반 주택과 동일한 재료 및 공법으로 내벽상 같은 금액으로 산정하였다. 그러므로 단열재 공사는 동·서측 외벽, 남·북측 외벽, 지붕, 지하층 외벽이 산정에 포함되었으며 유리 공사는 외기에 직접면한 모든 창이 산정대상에 포함되었다.

3-2-2 유류절감효과

자연형 태양열 주택의 유류절감 효과를 알기 위해서는 태양절감율 (SSF:Solar Savings Fraction)을 알아야 한다. SSF의 개념은 다음과 같다.



위에서 보는 바와 같이 태양절감율(SSF)은 단열보강주택의 난방부하가 자연형 태양열 시스템을 설치 하므로써 절약되는 난방에너지의 비율을 의미한다. 이러한 개념을 식으로 표시하면 다음과 같다.

Table 2 Input Data(1986.2)

		Input Data
Sl	System Life time	50 years
In	Investment	*
Fs	1st year Fuel Savings	*
Dr	Discounted Rate	6 %/year
Gi	General Inflation Rate	5 %/year
Dp	Rate of Owner Funds	50 % °
Tl	Term of Loan	20 years
Ir	Interest	13 %
Ms	Maintenance Cost of System	**

\* Change with Pyung  
 \*\* 1% of Investment

자연형 주택의 태양 절감률 (SSF) =

$$1 - \frac{\text{자연형 태양열 주택의 보조열원 소모량}}{\text{단열보강 주택의 난방부하}}$$

Table 3 Energy Conservation of First Year

Pyung	Net Reference Load (KWh)	Solar Savings (KWh)	Energy Conservation through additional Insulation** (KWh)	Total Energy Conserved (KWh)	Total Fuel Conserved *** (ℓ)	Money *** (won)
35	9,010	3,360 * (37.3%)	2,703	6,063	1,144	320,320
40	9,156	2,509 (27.4%)	2,747	5,256	992	277,760
45	11,998	3,599 (30.0%)	3,599	7,198	1,358	380,240
50	12,106	3,632 (30.0%)	3,632	7,264	1,370	383,600
55	15,314	3,829 (25.0%)	4,594	8,423	1,589	444,920
62	15,449	3,445 (22.3%)	4,634	8,079	1,524	426,720

\* SSF  
 \*\* 30% of Net Reference Load  
 \*\*\* Boiler Efficiency: 50 %  
 10.6 KWh/Fuel(ℓ)  
 \*\*\*\* 280 won/ℓ



그러므로 총유류절감효과 (ESF: 총절감량)는 결국 추가단열에 의한 효과와 자연형 태양열 시스템 추가에 의한 효과의 합이 된다.

$$\begin{aligned} \text{총절감량} &= \text{일반주택 난방부하} - \text{자연형 태양열 주택의 보조열원 소모량} \\ &= \text{태양절감량} + \text{추가단열절감량} \end{aligned}$$

3-2-3 경제성 평가

수명가 분석 방법에 의한 경제성 평가를 위해서 초기투자비용과 유류 절감액을 포함하여 다음과 같은 각종 변수들이 필요하다.

Table 4 Additional Cost for System

Pyung	Additional Cost(Won)
35	821,000
40	1,201,000
45	1,789,000
50	1,836,000
55	2,127,000
62	3,050,000

Table 5 Result of Economic Evaluation

Pyung	Additional Cost (1,000won)	First year Fuel Conserved (1,000won)	Increase Rate of Fuel Price(0%)			Increase Rate of Fuel Price (0%)		
			DCF % / Yr	DPP Yr	NPV (1,000won)	DCF % / Yr	DPP Yr	NPV (1,000won)
35	820	320	61.7	4.0	3,662	64.2	3.9	5,450
40	1,201	278	29.7	7.6	2,348	32.8	7.1	3,901
45	1,789	380	26.0	8.6	2,998	29.2	7.9	5,115
50	1,836	384	25.3	8.8	2,956	28.5	8.0	5,101
55	2,127	445	25.3	8.8	3,421	28.5	8.0	5,907
62	3,050	426	11.8	17.1	1,551	15.6	13.8	3,925

- \* DCF: Discount Cash Flow
- DPP: Discount Payback Period
- NPV: Net Present Value

상기 입력자료들의 수명가 분석방법에 의한 프로그램의 수행결과는 35 평형의 경우 다음과 같다.

Initial Investment = 820(1,000won)  
1st Year Fuel Saving = 320(1,000won)

Analysis/Fuel Cost Method/Infl. Rate	0(%/yr) 2(%/yr)	
	DCF(%/yr)	61.7
DPP(yr)	4.0	3.9
NPV(1,000won)	3,662	5,450

IV. 결 론

본 연구에서 제시된 모범 설계안은 태양열 이용장치가 극히 단순하고 유지관리가 간편하며 구조상세에 있어서도 재래의 건축적 수법을 원용하였고 주거기능이나 외관상으로도 이질감을 느낄수 없도록 하는 등 주택 본연의 기능 심미감, 태양열 이용 장치 및 경제성을 균형있게 조합하여 우리나라 국민감각에 쉽게 적응될 수 있도록 하였으므로 장차 그 보급효과가 다대할 것으로 전망된다.

즉, 주택의 설계에서는 자연형 시스템 중 우

리나라의 기후조건과 생활패턴 그리고 주택이라는 건물의 건축적 특성등을 고려한 적합한 시스템들을 도출하였다. 그리고 여러가지 시스템 조합구성등을 통하여 가장 타당성과 실용성이 높은 시스템 조합방법을 찾았으며, 이 조합 방법들의 실제 설계도를 작성하였다. 이러한 도면화 작업의 결과들은 실제 시공하는데 실질적으로 사용될 수 있을 것이다.

그리고 효율분석에서는 각 평형별로 열효율 성능 분석을 실시하였다. 이때에는 한국 동력자원 연구소 연구진에 의하여 개발된 열효율 분석 시뮬레이션 프로그램인 'SLR<sub>2</sub>'가 사용되었다. 본 프로그램은 우리나라 지역별 분석이 가능하며 자연형 태양열 성능분석 방법중 가장 최근에 개발된 Expanded SLR 방법에 근거하였다. 분석해 본 결과 SSF(태양열감율)은 22~37%의 범위를 나타내고 있어 상당히 높은 수준을 보이고 있다.

끝으로 경제성 분석은 별도로 실시하였다. 각 평형별로 분석방법은 공업시스템에서 가장 널리 사용되고 있는 수명가분석(Life Cycle Cost Analysis Method)이며 한국 동력자원 연구소 연구진에 의하여 개발된 전산프로그램(JECO<sub>2</sub>)을 이용하였다.

분석결과 향후 30~50년 사이의 평균 유류 상승율을 2%로 예측할 경우, DCF(Discount Cash Flow)인자는 15~64%이며 DPP(Discount Payback Period)는 8년 정도이며, NPV(Net Present Value)는 400~600만원 정도에 이르고 있다. DPP의 연수가 8년 정도로 나타나 있는 것은 시스템의 수명이 30~50년 이상임을 감안할 때 경제성이 매우 높은 것으로 평가된다.

한편, 본 연구에서 성안된 모범 설계도를 활용함에 있어서 건물의 배치계획과 조정계획에 대해서는 건축 설계자의 충분한 자문을 얻을 필요가 있다. 또한 본 연구의 모범 설계도면은 일

정기간 활용된 후에는 성능분석과 입주자의 생활반응을 조사하여 개선점을 취합하고 이에 대응할 수 있도록 지속적인 조사연구와 개선작업이 따라야 할 것이다.

결론적으로 자연형 태양열 시스템의 주택에 대한 적용은 타당성이 매우 높으며 현재 범국가적으로 추진중인 주택 보급확대 및 에너지 절약 등의 방침을 고려할 때 주택보급에 따른 에너지 사용량 증가율을 낮추는데 기여할 뿐 아니라 주거용 에너지절약 및 주거실내환경 수준을 높이는 데에도 일익을 담당하리라 믿는다.

## REFERENCES

1. Balcomb, J.D. and Hedstrom, J.C., "A Simplified Method for Calculating Required Solar Collector Array Size for Space Heating", Proceedings, 1976, ISES Annual Meeting, Vol.4, Winnipeg, Canada, Aug. 15-20, 1976, See also: ERDA, S Pacific Regional Solar Heating Handbook, Nov., 1976
2. Balcomb, J.D. and McFarland, R.D., "A Simple Empirical Method for Estimating the Performance of a Passive Solar Heated Building of the Thermal Storage Wall Type," Proceedings of the 2nd National Passive Solar Conference, Philadelphia, PA, March 16-28, 1978.
3. W.O. Wray, J. Douglas Balcomb, Robert D. McFarland, "A Semi-Empirical Method for Estimating the Performance of Direct Gain Passive Solar Heated Building" LA-VR-79-117 (Submitted to 3rd Annual Passive Solar Conference, San Jose, CA, Jan 11-13, 1979)
4. J.D. Balcomb, Dennis Barley, Robert Mc-

- Farland, Joseph Perry, Jr, William Warry, Scott No11, "Passive Solar Design Handbook Vol.2 of Vols, Passive Solar Design Analysis", DOE/CS-0127/2, Prepared by LASL, Jan, 1980.
5. Edward Mazria, "The Passive Solar Energy Book." Rodale Press, Organic Park, Emmaus, PA 18049, 1979
  6. Wray. W.O. and Balcomb, J.D., "Sensitivity of Direct Gain Space Heating Performance to Fundamental Parameter Variations", Los Alamos Scientific Laboratory, LA-UR-78-2570, Aug. 1978. (Submitted to Solar Energy).
  7. Wray, William O. and Balcomb, J.D. "Trombe Wall vs Direct Gain: A Comparative Analysis of Passive Solar Heating System," presented at 3rd National Passive Solar Conference, San Jose, CA Jan, 11013, 1979.
  8. G.G. Gubareff et al. "Thermal Radiation Properties Survey," Second edition, Honeywell Research Center, Minneapolis Honeywell Regulator Company, Minneapolis, Minnesota, 1960.