

自然型 태양열 시스템을 이용한 既存 共同住宅의 에너지 改修方案에 關한 開發研究 (1)

- A Study on the Development of Energy Retrofit Strategic for Existing
Apartment Building Using Passive Solar Systems -

○黃 靄夏* ○康 壹庚 ●李 彦求 ●李 明浩

1. 요약 (Summary)

The study aims to develop passive solar energy retrofit strategies which are effectively suitable for existing buildings in Korea.
The research includes designing, manufacturing and constructing the retrofit schemes on existing building in a real situation and analyzing the energy performance of the schemes, thereby convincing the public of the benefit of passive solar retrofit.
The research proposed as a three-year project, and the intermediate results after the first year study are summarized.

2. 서론

2.1 연구의 목적

본 연구에서는 우리나라의 기존 건축물 중에서 특히 큰 비중을 차지하고 있는 공동주택을 대상으로 이들에 대한 에너지 절약효과를 정량적으로 분석한 뒤 우리나라의 기후및 건축조건에 알맞는 가장 합리적이고도 효율적인 자연형 태양열 시스템을 이용한 에너지 개수방안을 연구, 개발하고 이를 실제 건물을 대상으로 설계, 제작, 시공, 설치하여 그 효과를 측정, 분석함으로써 태양열을 이용한 기존건물의 에너지 개수방안에 대한 실용적 활용을 꾀하고자 한다.

2.2 연구의 방법

본 연구는 3개년 연구과제중 1차년도 연구의 내용을 정리한 것으로 연구의 방법, 범위는 다음과 같다.

1) 기존 공동주택의 에너지 소비량을 측정하여 에너지모델을 작성하고 또한 개수후 에너지 소비량과 비교하기 위하여 청주및 송탄지역에서 자연형 태양열 시스템 적용에 적합한 4세대를 설문조사를 통하여 선정후 적산열량계와 자동온도 조절밸브를 각 세대에 설치하여 실측하였다.< table.1 >

2) 대상 공동주택의 개수전 열성능및 열환경 평가를 위해 거주공간내 온도를 매 30분 간격으로 데이터로거를 이용하여 1주일간의 예비실험을 거친후 4주에 걸쳐 각 세대마다 1주일 간격으로 실온을 측정하였다.< table.2 >

3) 개수방안 설치에 따른 에너지 절약효과를 「METHOD 5000」 프로그램을 이용하여 대상 공동주택의 기존의 난방부하와 자연형 태양열 공동주택으로 개수하였을 때의 난방부하를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 비교 분석하였다.

○中央大 大學院

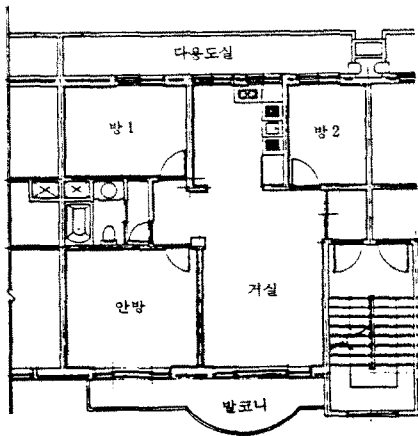
●中央大 建築學科 教授 工博

< table.1 > 선정된 조사대상 공동주택

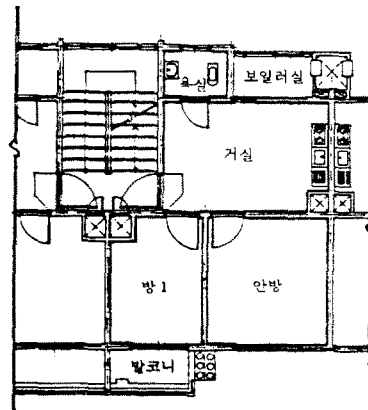
건물 위치	주거 형태	면적	세대입면위치	년방방식
철주유역	4층아파트	25평	4층중간	기름보일러
철주사거리	5층아파트	13평	3층중간	기름보일러
철주봉영	2층연립	15평	2층측부	가스보일러
송인새길	5층아파트	19평	5층측부	기름보일러

< table.2 > 실온측정에 이용된 데이터로거의 설치일정

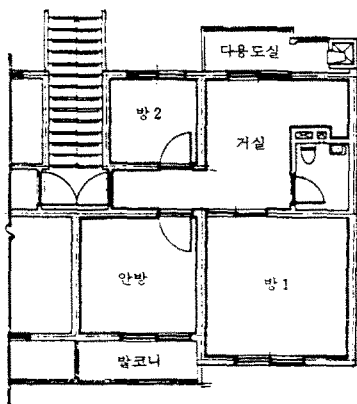
기간	건물 위치	용도측정의 층	비고
1990년 1월 8일~1월 14일(7일간)	철주유역	16	에이선위
1990년 1월 15일~1월 21일(")	"	22	본선위
1990년 1월 23일~1월 29일(")	철주사거리	13	"
1990년 1월 30일~2월 5일(")	철주봉영	16	"
1990년 2월 6일~2월 12일(")	송인새길	18	"



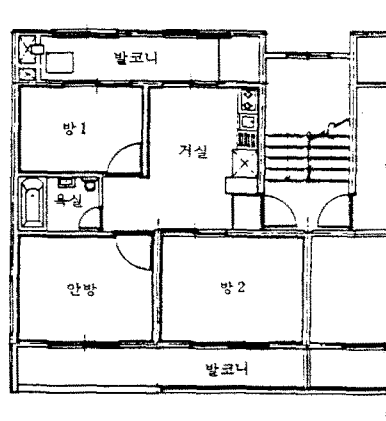
[Fig.1] 울랑 공동주택의 평면



[Fig.2] 사자 공동주택의 평면



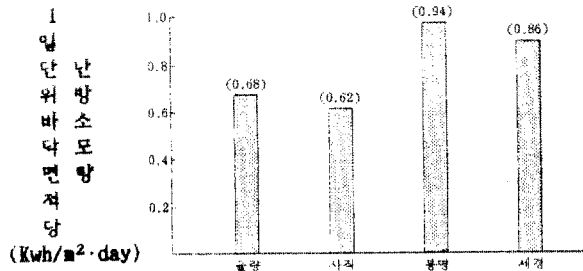
[Fig.3] 봉명 공동주택의 평면



[Fig.4] 세경 공동주택의 평면

3. 연구의 내용

3.1 세대별 에너지 소모량



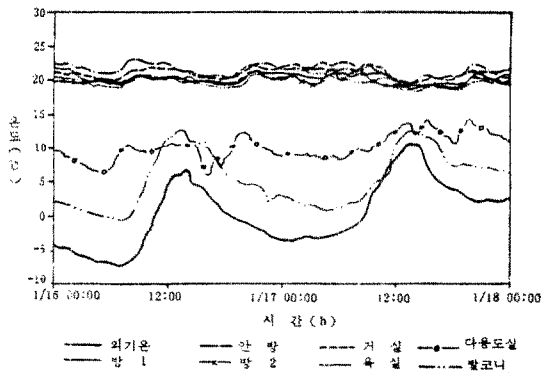
[Fig.5] 실험대상 공동주택의 1일 단위바닥면적당 난방소모량

실험대상 공동주택의 1일 단위바닥면적당 난방소모량(Kwh/m²·day)은 1989.12.28 - 1990.2.15 까지 50일간에 걸쳐 기록된 실측자료로 각 세대를 상호 비교해보면 울랑 0.68, 사직 0.62, 봉명 0.94, 세경 0.86으로 나타났다. [Fig.5] 실내 평균온도는 울랑 21.0℃, 사직 18.7℃, 봉명 16.4℃, 세경 20.1℃이며 바닥면에 대한 외피면적비를 살펴보면 울랑 1:1.59, 사직 1:0.83, 봉명 1:2.21, 세경 1:2.29로 나타났다.

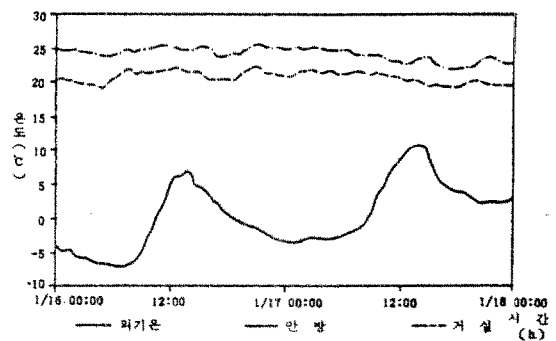
즉, 아파트의 난방에너지 소모량은 실내 유지온도 보다는 외피면적 비율과 비교적 밀접하게 연관되어 있음을 알 수 있는데 외피면적 비율이 클수록 에너지 소모량도 증가하게 된다. 따라서 이와같은 열손실의 원인이 되는 외피의 일부분을 자연형 태양열 시스템으로 개수하게 되면 연간 난방부하가 크게 절감될 것으로 기대된다.

3.2 세대별 실온측정

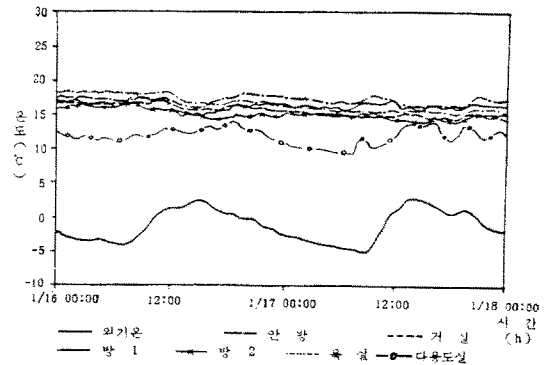
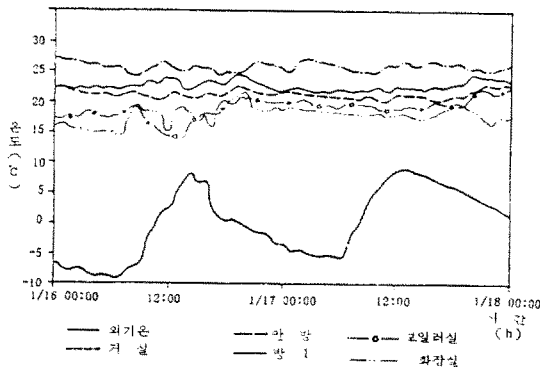
각 세대별 실온분포는 각 세대마다 1주일간 측정된 자료중 일사가 양호한 이틀간의 자료를 중심으로 분석하였다. 각 세대의 난방설비는 온도조절기와 연결하여 자동으로 On-Off 되게 하였으며 온도조절기의 설정온도는 약 20℃가 되도록 하였으나 실험결과 비교적 오차가 큰 것으로 나타났다.



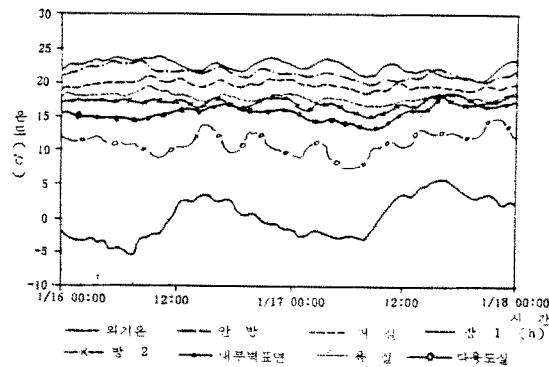
[Fig.6] 울랑(4층) 공동주택의 거주공간내 기온분포



[Fig.7] 울랑(3층)공동주택의 거주공간내 기온분포



[Fig.8] 사직 공동주택의 거주공간내 기온분포 [Fig.9] 봉명 공동주택의 거주공간내 기온분포



[Fig.10] 세경 공동주택의 거주공간내 기온분포

가. 율랑 공동주택의 실온측정

율랑 공동주택(4층)은 발코니에 덧창(샷시)이 부착되어 있었다. 덧창 유·무에 따른 실내기온 분포를 비교하기 위해 바로 아랫층에 덧창이 없는 율랑(3층)세대를 같은 일정으로 동시에 실온 측정하였다. [Fig.6-7] 난방공간내 기온 분포를 살펴보면 안방의 경우 율랑(4층)은 상·하부 온도차 변화가 거의없이 평균실내기온 21.2°C로 유지되고 율랑(3층)은 상·하부 온도차가 3.5~4.2°C를 보이고 평균실내기온은 23.4°C로 높게 나타났다. 거실의 경우 율랑(4층)은 평균실내기온 21.2°C로 안방과 비슷하게 나타났으나 율랑(3층)은 평균실내기온 21.2°C로 안방과 2.4°C온도차를 보이고 있다. 율랑(4층)의 방1, 방2, 욕실의 평균기온은 19.8~19.9°C범위로 상·하부 온도차가 거의 일률적으로 나타났다. 비난방공간내 기온분포를 살펴보면 남면에 덧창이 부착된 발코니는 외기온 분포곡선과 유사한 형태로 외기온보다 5.2°C높게 나타났다. 북면에 위치한 다용도실은 평균기온이 9.8°C로 발코니보다 높게 나타났고 야간에는 평균실내기온보다 3~4°C 낮음을 알 수 있었다.

나. 사직 공동주택의 실온측정

사직 공동주택의 실온측정 기간동안 외기온은 율랑 공동주택보다 평균 5~6°C 낮았다. 난방공간내 실내 평균기온을 살펴보면 안방의 경우 20.9°C로 나타났고 방1은 17.6°C로 나타났다 [Fig.8] 거실의 경우 평균기온은 15.9°C로 안방보다 5.0°C낮았다. 비난방공간의 경우 난방공간 보다 4.8°C 낮으나 다른 공동주택에 비해 2~4°C 높게 나타났다.

다. 봉명 공동주택의 실온측정

봉명 공동주택의 실내기온 분포는 다른 공동주택보다 2-7°C 낮으며 평균실내기온은 16.4°C로 나타났다. [Fig.9] 안방의 경우 평균기온은 17.4°C로 나타났고 방1 15.9°C, 방2 15.3°C로 거의 유사하게 나타났다. 거실의 평균기온은 15.5°C 로 안방보다 1.9°C 낮았다. 비난방공간인 다용도실의 평균기온은 11.9°C로 다른 공동주택에 비해 2-3°C 낮았다.

라. 세경 공동주택의 실온측정

세경 공동주택의 평균실내기온 분포를 살펴보면 안방의 경우 21.5°C로 나타났고 방1 22.6°C로 나타났다. (Fig.10) 방2의 경우는 평균기온이 16.8°C였다. 거실의 경우 평균기온은 19.4°C로 나타났으며 비난방공간인 다용도실의 경우는 평균기온이 11.1°C를 보였으나 상·하부 평균온도차가 8.8°C로 커다란 차이를 나타내고 있다.

3.3 개수방안의 에너지 절약효과

개수방안 설치에 따른 에너지 성능분석은 「METHOD 5000」 프로그램을 이용하여 4세대 공동주택을 대상으로 기존상태에서의 연간 난방부하와 제시된 개수계획안에 따라 자연형 태양열 공동주택으로 개수했을 때의연간 난방부하량을 시뮬레이션하여 에너지 성능분석을 실시하였다. < table 3-4 >

< table.3 >대상 공동주택에 대한 자연형 태양열 < table.4 > 개수 계획안에 따른 에너지 절감효과

개방구	제 1 안	제 2 안	제 3 안	제 4 안
거실	안방: 직접희득 (D·G)	안방: 트롬벽 (T·W)	안방: 트롬벽 (T·W)	거실: 부착형온실 (S·S)
안방	부착형온실 (S·S)	안방: 직접희득 (D·G)	안방: 트롬벽 (T·W)	안방: 트롬벽 (T·W)
방코너	방코너: 부착형온실 (S·S)	방코너: 직접희득 (D·G)	방코너: 부착형온실 (S·S)	방코너: 부착형온실 (S·S)
방1	방1: 자연대류 (T·W)	방1: 트롬벽 (T·W)	방1: 트롬벽 (T·W)	방1: 자연대류 (T·W)
방2	방2: 부착형온실 (S·S)	방2: 직접희득 (D·G)	방2: 부착형온실 (S·S)	방2: 부착형온실 (S·S)
다용도실	다용도실: 부착형온실 (S·S)	다용도실: 직접희득 (D·G)	다용도실: 부착형온실 (S·S)	다용도실: 직접희득 (D·G)

구분	연간보조난방부하 (KWH)	에너지절감효과 (%)	난방부하계수 (w/mk)	
올	개수전	14,093	-	0.93
	제 1 안	12,394	12.1	0.81
	제 2 안	12,646	10.3	0.83
	제 3 안	12,335	12.5	0.81
가	제 4 안	10,996	22.0	0.72
	개수전	7,342	-	1.07
	제 1 안	5,978	18.6	0.87
	제 2 안	5,655	23.0	0.86
계	제 3 안	5,429	26.1	0.83
	제 4 안	4,999	31.9	0.76
	개수전	8,506	-	0.87
	제 1 안	6,903	18.9	0.70
비	제 2 안	6,944	18.4	0.74
	제 3 안	6,808	20.0	0.73
	제 4 안	5,497	35.4	0.59
	개수전	11,076	-	1.27
세	제 1 안	8,809	20.5	1.01
	제 2 안	8,501	23.2	0.97
	제 3 안	8,827	20.3	1.01
제 4 안	7,298	34.1	0.88	

가. 올랑 공동주택의 개수방안

개수계획안은 S.S, D.G, T.W을 이용하는 방안으로 제1안은 거실 남면 발코니부분에 부착형 온실을 설치하여 16.2M³의 완충공간 증가와 부착형 온실에 6M²의 축열체 증가로 축열용량이 늘어났다. 제2안은 안방 남면벽에 직접희득방식을 설치하여 낮동안 충분히 일사를 받도록 하였으며 야간에는 유리창에 단열막(R3)을 설치하여 유리창으로부터 손실되는 열량을 줄였다. 제3안은 제2안에서 직접희득방식을 설치한 위치인 안방 남면벽에 트롬벽으로 교체 설치하였다. 제4안은 제1안과 제3안이 혼합된 시스템으로 거실 남면 온실부착과 안방 남면 트롬벽설치 계획안이다. 이로인해 16.2M³의 완충공간과 14.5M²의 축열체 증가를 가져왔다.

나. 사직 공동주택의 개수방안

개수계획안은 S.S, TAP, T.W을 이용하는 방안으로 제1안은 방1 전면 발코니부분에 부착형 온실을 설치하여 4.6M³의 완충공간 증가와 부착형 온실내 1.7M²의 축열체 증가로 축열용량이 늘어났다. 제2안은 안방 남면벽에 TAP을 부착하였다. 이와함께 역순환 방지를 위한 댐퍼와 단열막 로울러 블라인드를 설치하여 에너지 절감효과를 가져오게 하였다. 제3안은 제2안에서 TAP을 설치한 위치인 안방 남면벽에 트롬벽으로 교체 설치하였고 로울러-블라인드(Roller-Blind)와 야간단열막(R₃)을 부착하였다. 제4안은 제1안과 제3안이 혼합된 시스템으로 거실 남면 발코니 온실부착과 안방 남면 트롬벽 설치 계획안이다. 이로인해 4.6M³의 완충공간과 9.0M³의 축열체 증가를 가져왔다.

다. 봉명 공동주택의 개수방안

개수계획안은 사직 공동주택과 동일하게 S.S, TAP, T.W을 이용하는 방안으로 제1안은 안방 남면 발코니부분에 부착형 온실을 설치하여 11.9M³의 완충공간 증가와 온실내 발코니바닥 4.3M²의 축열체 증가로 축열용량이 늘어났다. 제2안은 방1 남면벽에 8.5M² 크기의 TAP과 로울러-블라인드 를 설치하였다. 제3안은 제2안에서 TAP을 설치한 위치인 방1 남면벽에 8.6M³트롬벽 (두께:200mm)과 로울러-블라인드를 교체 설치하였다. 제4안은 제1안과 제2안이 혼합된 시스템으로 안방 남면 발코니 온실부착과 방1 남면벽에 TAP을 설치하였다.

라. 세경 공동주택의 개수방안

개수계획안은 울양 공동주택과 동일하게 S.S, D.G, T.W을 이용하는 방안으로 제1안은 방 2 남면 발코니부분에 부착형 온실을 설치하여 12.3m³의 완충공간 증가와 온실내 4.7M²의 축열체 증가로 축열용량이 늘어났다. 제2안은 안방 남면벽을 철고 발코니 남면 끝부분에 직접취득방식을 설치하여 13.2M³의 실내공간을 넓혔고 발코니부분에 5.1M²의 축열체(두께:60mm)를 깔아 축열용량 증가와 야간단열막(R₃)을 설치하므로써 창으로부터 손실되는 열량을 최소화했다. 제3안은 기존 안방 남면벽위치에 7.9M²의 축열체(두께:200mm)와 야간단열막(R₃) 또한 로울러-블라인드를 설치하였다. 제4안은 제1안과 제2안이 혼합된 시스템으로 이로인해 12.2M³의 완충공간 증가와 9.8M²의 축열체 증가, 13.2M³의 실내공간이 넓혀졌다.

각 개수안에 따른 에너지 절약효과는 < table.4 >에 나타나 있으며 그 결과는 종합토의에 포함하였다.

4. 종합토의

본 연구에서는 기존 공동주택의 실태조사및 개수개상 공동주택 선정과 함께 에너지 소비량과 열환경 조건을 실측 조사하였고 또한 컴퓨터 프로그램을 이용하여 자연형 태양열 개수에 따른 에너지 절약효과에 대한 예측분석을 실시하였다. 이와같은 자료의 측정은 후속연도의 연구에서 에너지개수를 실시했을 경우 개수방안의 에너지 절약효과와 열환경 개선효과를 확인하기위한 자료를 확보하기 위함이다. 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

1) 대상 공동주택의 난방기간동안 1일 평균 난방에너지 소모량은 바닥면적 1M²당 0.775Kwh/m²·day 로 나타났으며 가장 소비량이 많은 공동주택은 청주 봉명으로 0.94Kwh/m²·day 이고 가장 적은 공동주택은 청주 사직으로 0.62Kwh/m²·day 였다. 이와같은 에너지 소모량은 실내 유지온도와는 관계없이 주로 외피면적의 과소에 따라 결정되는 것으로 나타났다.

2) 대상 공동주택의 실온분포는 난방공간내 상·하부 평균온도차가 크게 나타났고 또한 실 사이의 온도차이도 비교적 심한 것으로 나타났다. 또한 남향으로 위치한 실의 경우 일사에의한 영향과 함께 야간에 큰 유리창을 통한 열손실의 영향으로 주·야간의 온도차가 매우 심한것으로 나타나 축열효과에 의한 온도폭감쇄와 야간단열의 필요성을 보여주고있다.

3) 개수방안 설치에 따른 에너지 절약효과를 「METHOD 5000」 프로그램을 이용하여 예측분석하였다. 개수방안은 이미 전면 발코니에 샷쉬를 설치한 청주 율량의 경우 1,2,3안에서 평균 11.6%의 에너지 절약효과를 얻었고 4안은 22.0%의 에너지 소비절감을 기대할 수 있었다. 나머지 3개 공동주택에서는 서로 큰 차이없이 1,2,3안의 경우에 평균 21.0%의 에너지 절약효과가 기대되며 4안에서는 평균 33.8%의 에너지가 절약될 수 있을 것으로 예측한다.

따라서 국민주택규모 이하의 소규모 기존 공동주택을 자연형 태양열 시스템을 이용하여 에너지 개수를 하는 경우 남측면 전체를 집열창으로 사용할 때에는 약 30%이상의 에너지 절약을 피할 수 있고 그중 일부분에 집열창을 설치할 경우에도 20%이상의 에너지 소비절감을 기대할 수 있을 것이다.

5. 참고문헌 (References)

- 이 명호외, 자연형 태양열 시스템을 이용한 건물에너지 절약기술에 관한 기초연구, 한국과학재단 연구보고서 KOSEF 86-0705, 1989.
- 한국 동력자원 연구소, 신축 주거용 건물(아파트)의 자연형 시스템 적용 연구, 수탁연구 보고서, 1986.
- ASSES, National Passive Solar Conference, American Solar Energy Society, 1980(5th), 1981(6th), 1982(7th), 1986(11th).
- Commission of the European Communities, Project Monitor, 1987-1988.
- Daniel K. Reif, Solar Retrofit, Brick House Publishing Company, 1981.
- ISES, ISES Solar World Congress 1989, KOBE, International Solar Energy Society, 1989.10. Japan.
- Darryl J. Strickler, Passive Solar Retrofit, Van Nostrand Reinhold Company, 1982.
- Kurt Brandle & Eon K. Rhee, Energy Mangement and Retrofit, The University of Michigan, 1983.
- P. Achard & R. Gicquel, European Passive Solar Handbook, Commission of the European Communities, 1986.