

완전자립주택 (完全自立住宅) 으로 에너지 절약화

—일본 건설연합회장상 특별상 표창 사례—

- 글/藤井石根
- 번역/김성찬 <설비기술연구소 소장>

1. 머리말

지구환경의 악화와 이에 대한 대책 및 환경보전·복원은 세계적인 문제로 되어있다. 이러한 문제에 대한 구체적 해결책은 여러 가지로 생각되지만, 국가나 자치단체가 본격적으로 일에 부딪치지 않으면 안된다는 것은 말할 것도 없다. 그러나 당연히 개인의 레벨에서도 할 수 있는 일은 얼마든지 있다.

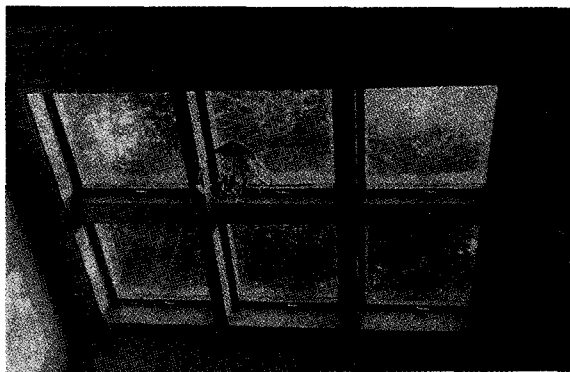
응모자는 이러한 관점으로부터 가능한 한 환경에 적응하기 쉬운 주택의 실현이 가능한가 아닌가 만약 가능하다면 어디까지 할 수 있는가를 확인하기 위해서 시도를 해 본 것으로, 그러한 점을 명확히 하기위한 것이 주 목적이었다.

2. 주택의 개요



(1) 가옥구조

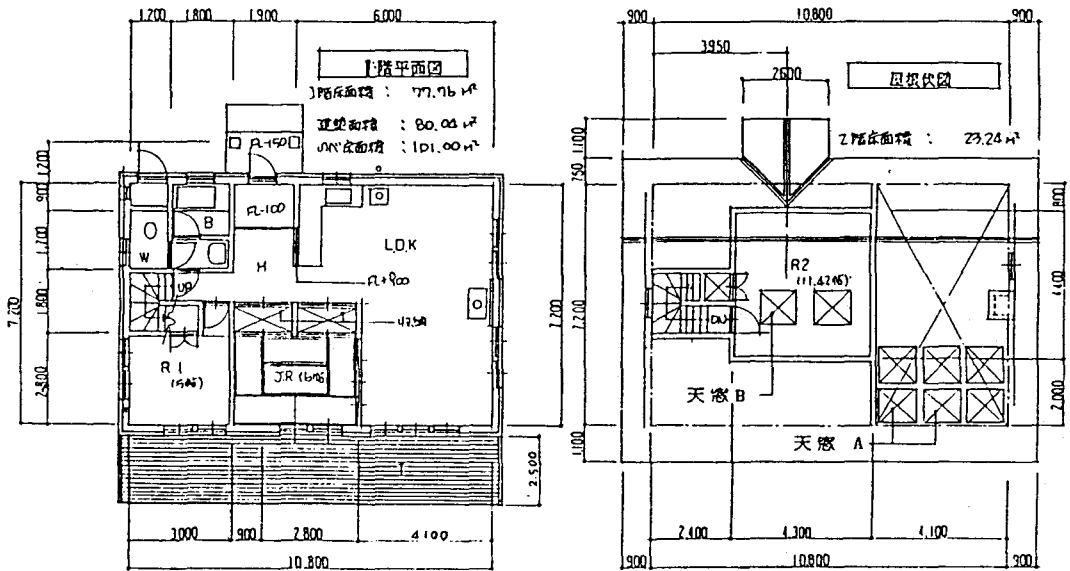
본 건물은 경제적인 것도 배려해서 「얏케이꾸」 산록의 산림속에 지었다. 표고 약 1,000m인 이 지역 겨울철 강추위를 고려하여, 단열에 특별한 배려를 하였다. 이점이 본 가옥의 특징으로 되어있다. <그림 1>에는 가옥의 전경이, <그림 2>에는 평면도가 표시되어 있다.



<그림 3> 천창A (각 천창의 면적 약1㎡)

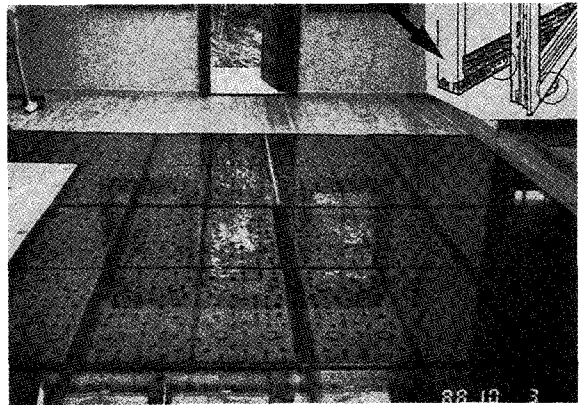
<그림 1> 자립주택전경

1: 천창 A 2: 천창 B 3: 태양열온수기 (고온용) 4. 태양전지모듈 5: 축전지실
6: 천수조



〈그림 2〉 주택평면도

이 지역에서의 냉방은 불필요하지만, 양호한 단열로 냉난방의 에너지 절약에 상당히 기여하는 것은 말할 필요도 없다. 즉, 벽·바닥·천정 등에는 20cm의 그라스 울 단열재가 사용되었고 문이나 창은 3중유리(〈그림 4〉 참조)로, 창호는 전부 목재로 되어있다. 다음의 특징으로는 천창(天窓)의 설치다. 이것은 주간의 채광과 맑은날 태양광에 의한 열을 실내로 끌어들이는 것을 목적으로 하였고 천창A군(〈그림 3〉 참조)으로부터 태양광이 미치는 바닥면 부위에는 약 18℃의 온도로, 고체와 액체의 상변화(相變化)를 일으키는 잠열이용의 축열판(蓄熱板: PCM패널)이 〈그림 4〉와 같이 나열되어 있다.



〈그림 4〉 PCM 패널이 전면에 깔린 바닥

〈표 1〉 용해잠열이용축열패널의 사양

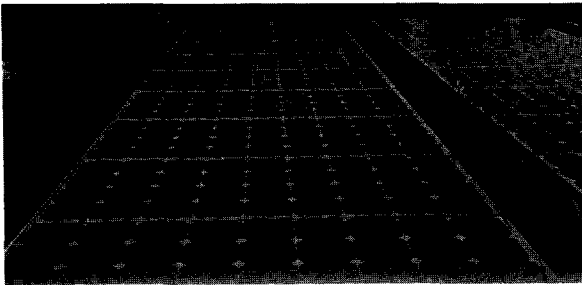
용 기	축 열 재
재 질 고밀도 폴리에틸렌	용해온도 18C
비 중 0.95	주 성분 $CaCl_2 \cdot 6H_2O$
비 열 2.3J/gr·K	비 중 1.57 (액체)
열전도율 0.47W (m·K)	용 해 열 171J/gr
	비 열 1.5 (고체)
	(J/gr·K) 2.0 (액체)
	열전도율 0.36(고체)
	(W/(m·K)) 0.38(액체)

(2) 전기관계

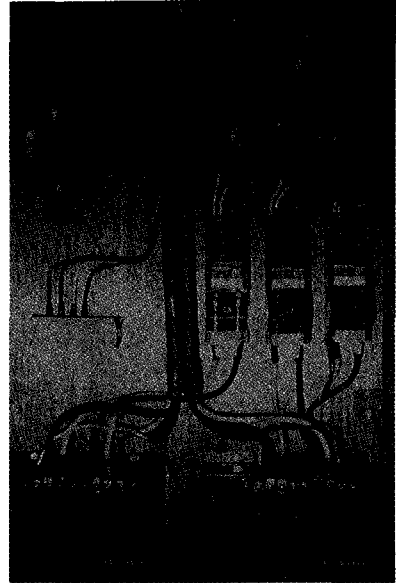
야간시의 조명, 냉장고나 환기팬의 구동, 거기에다 우물물을 퍼 올리는 등에 필요한 전력은 옥상에 있는 태양전력 모듈(100□씨리콘 단결정 셀, 36매직열, 최대출력 약49W) 20매로 얻어지는 전력을 과충방전 방지용 제어기(過充放電防止用制御器)를 사용하여 용량400AH의 연산(鉛酸) 축전지에 저장하여 사용하고 있다. 이것들의 각 요소의 모양은 〈그림 5~7〉에 표시되어 있다.

더우기 여기의 전기계통은 우물의 양수(揚水)를 빼고, 전부 12V 직류를 그대로 이용하고 있다. 교류로 변환하는 것은 <표 2>에 표시된 성능을 가진 인버터에 의해서 변환하며, 전원은 100V, 50Hz로써, 펌프 구동에 필요한 입력 250W 부근의 변환효율은 약95%로 양호한 특성을 나타내고 있다.

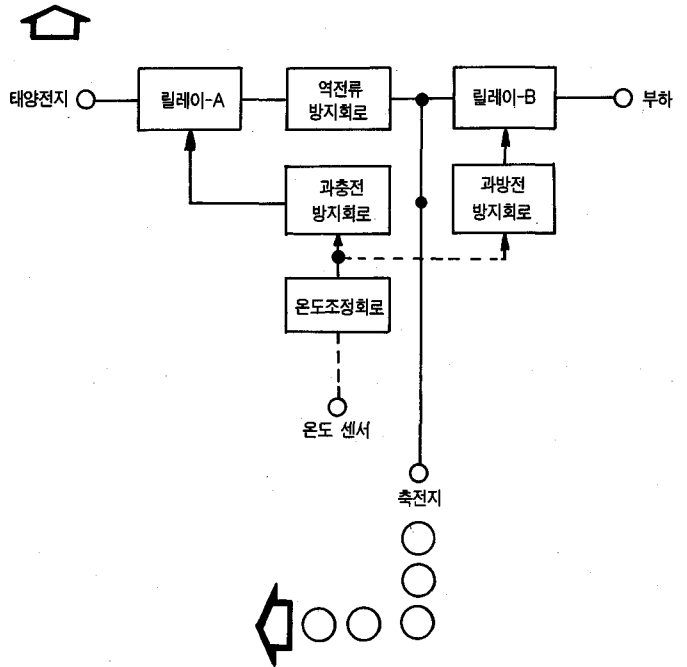
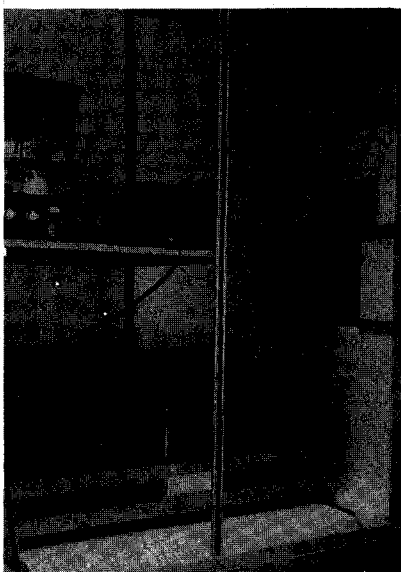
(3) 물·위생관계



<그림 5> 태양전지모듈 설치상황



<그림 7> 과충방전방지장치

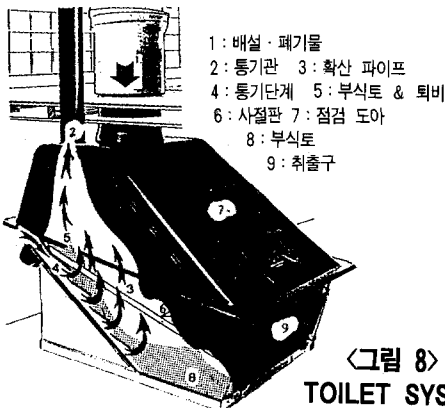
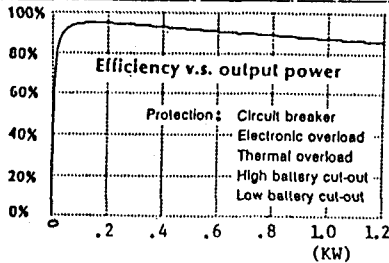


<그림 6> 축전지실내

물의 공급은 주로 우물물에 의하고 있으며 펌프의 기동과 정지는 수도꼭지의 개폐로 인해 압력센서가 작동하여 자동적으로 행해진다. 그러나 세탁이나 욕조 등에 쓰이는 물은 천수(天水 : 빗물)에 의하고 있다. 가로 세로의 길이가 1.5m, 깊이가 1m인 스테인레스 제 물탱크(〈그림 1〉 참조)를 태양열 온수기가 있는 부근의 처마 밑에 설치하여, 물받이로부터 빗물을 모으고 있다. 〈그림 1〉에 표시된 바와 같이 미관에 약간 문제는 있으나 물탱크를 높은 곳에 놓으므로써 그 낙차로 물을 욕내에 끌어들일 수 있었고, 또한 천수를 태양열 온수기에 보내는 것도 그만큼 양의 적은 펌프 동력으로 해결할 수 있었다.

〈표 2〉 인버터 사양

Battery Voltage	12 Volts
Output Power	1200 Watts
Output Amperage	10 Amps
Output Voltage	120 V.A.C.
Battery Voltage Range	10.6 to 14.5 Volts
Voltage Regulation	2% true RMS
Frequency Regulation	.5% at 60 Hz.
No Load Power Drain	.8 Watt
Automatic Load Demand	Standard, no time delay
Waveshape	Modified Sine Wave
Power Factors	1 to .1 lagging
Low Battery Cutout	10.6 Volts
Dimensions	12.3" X 15" X 7.3"
Weight	42 lbs.
X Model Surge	3500 watts



〈그림 8〉 TOILET SYSTEM

그러므로 별장에서 여름 한철을 보내는 습관이 정착 되어 있는 북구라파등에서도 다 아는 바와 같이 위생 설비에 관한 연구가 성행하여 그 성과의 하나로 TOA-THRONE이라고 칭하는 시스템이 개발되었다. 여기서는 이 시스템을 사용하였고 〈그림 8〉은 그 개략을 나타내고 있다. 번호1의 배설물은 식물성 미생물의 작용으로 부식기(腐植器) 내에서 분해되고 발생하는 가스나 수증기는 통기관 2를 통해서 대기중에 방출된다. 미생물의 활발한 활동에는 충분한 공기의 공급이 필요하므로 통기관 2의 도중에 환기팬을 설치하여 4의 부분으로부터 항상 신선한 공기가 들어가 그 목적이 달성되게 하였다. 최종적으로 남아있는 부식토는 취출구 9로부터 연 1회 꺼내어진다.

3. 실내 온도 및 전기관계(전압, 전류)의 계속 실 예

〈그림 9〉는 〈그림 1〉의 가옥에서의 온도 계속 예를 나타내고 있다. 이 그림에서는 〈그림 3〉의 천창으로부터 햇빛이 비치는 장소에 설치되어 있는 축열판넬(〈그림 4〉 참조)와 이 시점에서 햇빛이 닿지않는 장소에 있는 같은 판넬의 표면온도, 여기에 피복되어 있는 투명판(透明板)의 표면온도의 변화가 실내의 온도 및 실내일사량과 함께 표시되어 있다.

이 가옥은 양호한 단열성을 갖고있기 때문에 외기온도에 대한 영향은 거의 볼 수 없다. 또한 일사(日射)에 의한 실온 등을 현저히 상승시키는 것도 용이하다는 것을 알았다. 더구나 10월 9일 16시의 시점에서 실내온도가 약간 상승하고 있으나 이것은 화덕의 점화에 의한 것이었다. 여기에서 보여주는 20C를 초과하는 온도레벨에서는 축열판넬의 효과를 확실히 인정하기는 어렵지만 외기온도가 다시 내려간 단계에서는 그 효과가 보여지는 것으로 기대하고 있다.

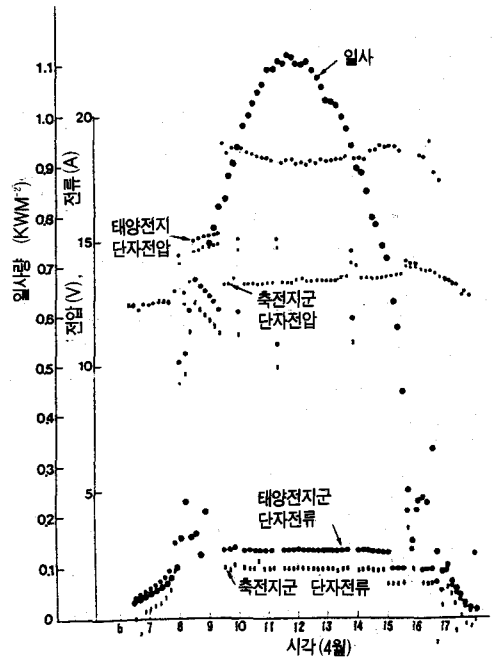
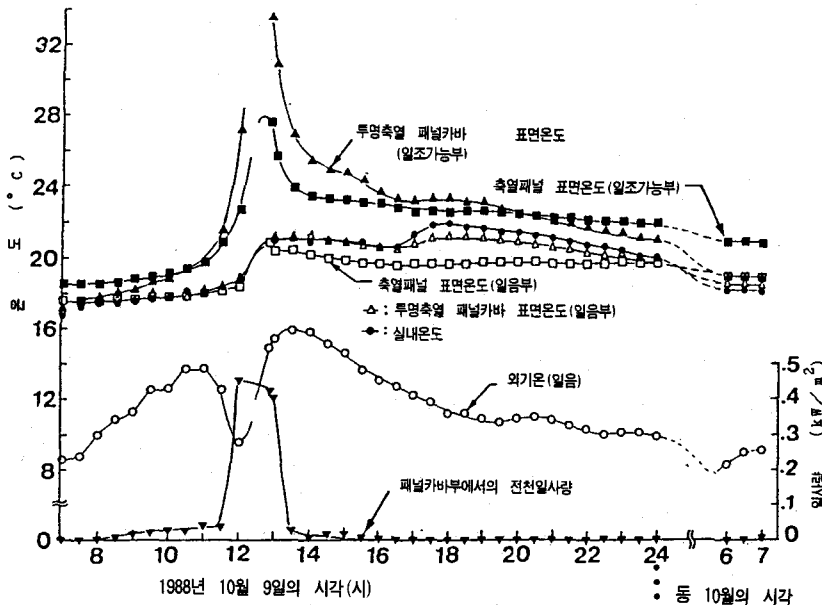
〈그림 10〉은 과충방전 방지장치의 축전지 및 태양 전지 모듈 접속단자부에서 측정된 전압과 전류의 일례로서 일사량의 변화도 함께 표시하고 있다. 여기에 표시되어 있는 결과는 일사량의 변화나 부하의 정도로서, 당연히 그 결과도 크게 변하기 때문에 반드시 일 반성이 있는 것은 아니나 대체적인 양상을 알 수는 있다. 요는 이 결과에서는 일사량이 많은 낮시간에는 거의 과충전방지가 작동하고 있으나 이것은 그날 전력사용의 정도가 적었다는 것이 원인이라고 생각되어진다.

그러나 만약 부하를 크게 하였을 때 또는 야간의 전력사용으로 축전지 단자 전압의 강하가 어느 정도인지를 급후 중점적으로 계속해서 충전의 정도를 파악하는 것과 함께 좋은 시스템을 실현시키기 위하여 다시 검토할 예정이다.

4. 맺음말

본 주택은 앞서도 말한바와 같이 필요한 에너지 태양에너지에 주로 의존하면서 어느 정도의 생활이 실현될 수 있는가를 실제의 시스템을 통해서 알기위한 목적이었다. 또한 여기서는 특히 열에 대한 에너지 절약대책이 실행되어져 있음을 말해준다. 요는 이렇게 한 에너지 절약대책, 그런데도 필요로하는 에너지량, 더우기 편리함 등의 관계는 밀접하게 연관되어 있으므로, 이러한 관계가 경험을 통해서 더욱 실제적으로 명확하게 될 것을 기대한다.

〈그림 9〉 완전자립형주택 실내온도경시변화의 일 예 (1988년 10월 9일~10일)



〈그림 10〉 태양전지군 및 축전지군 각 단자에서의 전류 및 전압의 측정결과의 예 : 축전지에 대한 정의 전류는 축전지에 향해서 흐르는 전류를 의미, 일사량은 경사 30°의 기초로 해서 측정.