

제로 에너지 건물의 실현

Realization of a zero energy house

유 승 호
S. H. Yoo

대불대학교 공과대학 건설공학부



- 1960년생
- 건축물을 중심으로한 열전달 해석과 건물 에너지 및 열환경 시뮬레이션 분야를 전공하였으며 건축물의 에너지 절약과 관련하여 자연에너지 이용 분야에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

범 세계적으로 환경문제와 더불어 에너지문제가 점점더 심각해짐에 따라 전 에너지의 35% 이상을 사용하는 건물을 중심으로한 에너지 절약 및 자연에너지(태양열(광), 지열, 풍력 등) 활용의 필요성이 점점더 부각되고있다. 이러한 상황에서 부존자원도 부족하고 에너지 자급도(1967년 72.9%의 자급도를 보이던 것이 1993년 5.2%로 되고 1994년에는 3.6%로 매년 계속 낮아짐)도 아주 낮은 우리 나라에서는 실내 거주자의 쾌적감을 확보 하면서 건물에서 소비하는 에너지를 최대한 절약하기 위한 방안을 강구하고 태양에너지 이용을 비롯한 자연에너지를 최대한 활용하여 환경오염을 원천적으로 예방할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것이다.

본 고에서는 이러한 시대적 상황에 발맞추어 건축물을 중심으로 현재 추진되고 있는 첨단 에너지절약기술의 실태 및 독일에서 개발한 제로에너지 주택을 중심으로 그 운영실태 및 상황을 살펴보고, 향후 우리나라에서 초 에너지절약형주택더 나아가 제로에너지 주택을 실현해 가는데 우선적으로 해결해 나가야 할 문제들을 제시하고자 한다.

2. 에너지 절약기술 및 자연에너지 활용

2.1 에너지절약의 배경

2.1.1 자원의 보존

현재 세계 에너지 소비형태는 90% 이상이 화석연료가 이용되고 있으며 그 양도 제한되어있다. 이 제한된 에너지자원의 보존을 위해서는 자연에너지의 이용과 활용 및 에너지의 효과적인 절약 으로부터 에너지사용의 억제에 이르기까지의 방안과 태양에너지 및 수소에너지 등과 같은 에너지원의 개발 등을 들 수 있다.

2.1.2 온실효과

자연그대로의 온실효과는 인간이 사는 지구상에 알맞은 기후를 제공해주는 것을 전제로하고있다. 온실효과에 영향을 주는 요소에는 수증기(H₂O), 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 산화질소(N₂O)등 여러 요소들이 있을 수 있다. 이들은 온실의 유리처럼 단파를 빠르게 지구의 표면에 통과시키고 지구표면으로부터 장파복사의 일부분을 반사 시키고 대기권외부로의 열 방산을 저지하게된다. 이러한 기후에 적합한 가스들이 없다면 평균 지구의 온도는 +15C가 아닌 -18C가 되어 지구전체는 모두 얼어버리게 된다.

계속되는 인간들의 행위, 인구 및 에너지 소비의 증가는 대기권의 가스를 크게 증가시켜 자연적으로 과도할 정도의 온실효과를 초래하게 되었다. 즉 인위적인 온실효과가 나타남으로 해서 평균 공기온도가 상승하게 되고 이는 해수면의 상승, 강수량의 변화 및 더 나아가 기후대의 변화를 초래하게 된다. 그래서 우리에게 주어진 과제는 이와 같은 모든면에 미치는 인위적인 온실효과의 원인에 대한 경계선을 설정하는 것이다.

(1) 이산화탄소 배출 억제

이산화탄소는 온실효과에 가장 큰 영향을 주며 따라서 지구의 온난화에도 가장 큰 영향(약 50%)을 준다. 그래서 이산화탄소를 효과적으로 줄이는 것이 바로 환경연구 및 정책의 목표가 되어야 할 것이다. 이러한 이산화탄소는 화석연료가 연소할 때 발생하며 최근 들어서는 연간 이산화탄소 배출량이 220억톤 이상으로 급격히 증가하고 있다. 지면의 이산화탄소 농도는 산산화 이전에 비해 약 25% 정도 상승한 것으로 보고되고 있으며, 세계적으로 에너지사용의 증가로 인하여 매년 0.5%의 이산화탄소농도의 증가가 일어나고 있다. 1차 에너지를 사용후 배출되는 이산화탄소의 양에 의해 지구환경에 영향을 주는 요소를 파악해보면 석탄화력발전을 100으로 보았을 때 석유 74, 천연가스 66, 태양열 23, 태양광 20, 풍력 7, 지열 4, 수력 2 등으로 나타나 자연에너지의 환경기여도가 상대적으로 지구온난화방지에 상당히 중요한 요소임을 시사하고 있으며 폐기물발생 위험도 없어 적극적으로 사용을 유도해야 할 것이다.

효과적인 이산화탄소 배출억제 방법으로는 크게 다음 1), 2) 와 같이 요약할 수 있다.

- 1) 합리적인 에너지 이용과 에너지변환손실의 최소화를 통한 에너지 절약
- 2) 태양열, 지열, 풍력, 수력 등과 같은 자연 에너지를 활용한 화석연료의 대체

(2) 건물계획

최신의 난방설비는 기술적 가능성 측면에서 볼 때 에너지절약의 측면에서 어느 정도의 수준에 올라있는 상태라고 말할 수 있다. 그에 반해 건물계획 분야에서는 에너지절약과 에너지의 최적이

용이라는 측면에서 많은 잠재력을 내포하고 있다고 할 수 있다.

특히 우리나라의 경우 선진외국과는 달리 건축가는 주로 건축 미학, 기능 및 시공비 등만을 고려한 건축을 주로 하는 실정에서 볼 때 건축계획단계에서부터 환경친화형건축(에너지 절약 및 자연에너지 활용)을 추구하는 건축가들을 향후 많이 배출하는 것이 필요하다.

2.1.3 기후보존

인위적인 온실효과의 억제를 위해서는 사후에 이에 영향을 미치는 요소를 줄이는 방법도 있을 수 있다. 독일의 경우 1987년의 이산화탄소 배출량기준으로 2005년까지 25~30%의 이산화탄소를 줄일 계획을 갖고 이를 추진하고 있으며 이를 위해 총체적인 방법이 동원되고 있다. 즉 각 이산화탄소 배출자 혹은 이러한 배출에 상당하는 난방설비를 취급하는 곳에 대한 에너지세 혹은 이산화탄소세 등을 부과시키는 문제를 검토중이며 일본의 경우도 환경세 부과 문제를 검토중에 있다고 한다. 한편 건축적인 범주에서 난방에너지의 절약을 통하여 40% 까지 이산화탄소를 억제할 수 있다고 평가되고 있는데, 여기에는 에너지 절약법의 강화, 단열규정, 난방설비 규정, 난방운전규정, 난방비 징수 규정 등의 방법이 고려되고 있다.

2.2 에너지 소비형태

우리나라의 에너지소비는 1994년도의 통계에 따르면 주택 23.1%, 수송 21.3%, 산업 53%, 공공 기타 2.6%로 나타나고 있다. 즉 우리나라의 경우 산업부문에서 상당한 에너지를 소비하는 것으로 나타나고 있어 이부문에 대한 에너지 절약 대책도 주택과 아울러 특히 우선적으로 필요하다고 할 수 있다.

다음 그림 1에 우리나라의 부문별 에너지소비추이를 나타냈다.

독일의 예를 살펴보면 전체적으로 볼 때 주택 27.7%, 수송 28.8%, 산업 26.9%, 기타 16.6%로 나타나고 있으며, 독일 주택에서의 에너지소비 형태는 빛 1.7%, 동력 6.1%, 급탕 12.4%, 난방 75.8%, 기타 4.0%로 나타난다. 그래서

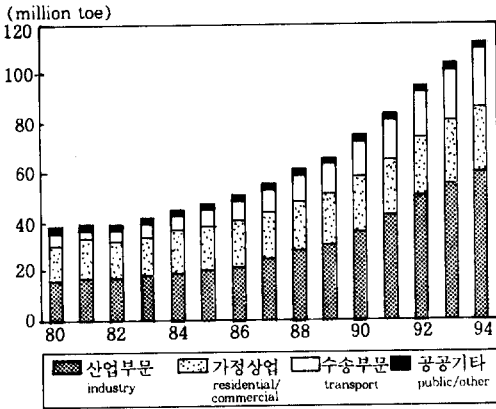


그림 1 에너지 소비추이(1994)

난방과 급탕이 주택에서 에너지를 절약할 수 있는 제일 중요한 부분임을 시사하고 있는 바와 같이 독일에서는 난방에너지절약에 좀더 많은 노력을 경주하고 있다.

2.3 자연에너지의 효과적 이용

자연에너지 하면 우선적으로 태양에너지 이용분야를 말할 수 있다. 또한 태양에너지의 이용은 자연형과 설비형으로 분류되어 이용되게된다. 자연형은 기계장치 등을 쓰지않고 태양에너지 등을 실내로 끌어 들이거나(난방시) 실내의 열을 외부의 시원한 공기와 순환시키는 자연통풍의 원리를 이용 자연냉방 시스템 등의 수법을 개발하고, 자연채광을 최대한 확보할 수 있는 이론적 배경 및 열의 기본원리를 응용하여 건물의 외피시스템 등을 개발하여 태양에너지를 유효하게 활용할 수 있게 하는 것으로 열 및 빛의 기본원리만 잘 이해하면 가장 접근이 쉽고 효과를 크게 거둘 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

이러한 원리는 우리나라 전통 가옥 에서도 건물의 향을 남향으로 한다든지 처마를 이용하여 여름철엔 차양할 수 있게하고 겨울철엔 태양을 효과적으로 이용할 수 있게하는 등 태양고도의 계절적 변화를 효과적으로 이용한 예를 한 좋은 예로 들 수 있다.

집을 지어 사람이 그 건물을 이용하는 한, 쾌적하고 안락한 공간을 유지하는 것은 필수적이다. 그렇다면 1세기 이상 존속하는 건물의 수명

으로 보아 계획단계에서 고려하여 태양에너지를 비롯한 자연에너지를 이용할 수 있고 에너지절약형 건축을 계획 시공 함으로서 나오는 하루하루 축적된 에너지 절약의 양을 계산해 본다면 막대한 양이 된다. 이를 위해서는 설계단계에서 부터 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 그 건물의 에너지 및 열환경에 대한 면밀하고 정량적인 사전 검토가 필요하며, 현재 개발되었거나 이론적으로 제시된 각종 자연형 에너지 절약 개념을 건축설계시 적극 반영하여 건축적인 방법으로 자연에너지를 최대한 활용할 수 있게끔 하는것이 매우 중요한 일이며 우선적으로 해결해야할 부분이라고 생각한다.

그러나 지금 현재 우리나라의 경우 1985년 부터1989년 까지는 비교적 활발히 이러한 시스템을 주로 학교건물에 적용하였으나 오늘날(1990년 부터 1994년 까지의 통계)에는 거의 적용 예를 찾아볼 수가 없는데 이는 인식이 아직 잘 안되어 있고 전문인의 부족에서 그 원인을 찾을 수 있다. 이러한 시스템을 적용하려면 설계단계에서 부터 검토가 이루어져야 하기때문에 전문인의 양성과 건축주의 의식들이 바뀌지 않고 특별한 배려가 있지 않는한 힘든분야라고 생각은 되지만 이 자연형 태양열시스템의 중요성을 고려할때 적극적으로 적용하여야 할 분야라고 생각한다.

한편 설비형 태양열 이용시스템은 설비(기계장치)의 힘을 빌어 태양에너지를 좀더 적극적으로 이용하는 개념으로 지금현재 우리나라의 경우 1994년 통계에 의하면 7808건(주로 급탕)의 설비형 태양열시스템 적용예를 보이고 있다.

3. 에너지 절약형 주택

3.1 에너지 절약형 주택의 개념

앞의 2.1.2 (1)에서 언급한 바와 같이 건물부문에서 이산화탄소 배출억제를 위해 도출된 구조적 해법으로서 독일에서는 에너지 절약형 건축(niedrigenergiehaus)이 있다.

이러한 에너지절약형 건축의 개념은 연간 바닥면적 당 40~60kWh의 매우 낮은 난방부하를 갖는 건물을 일컫는데, 에너지절약형 건축의 차

원을 넘어 최종의 목표인 제로에너지 주택에 도달하기 위해서는 단계 전락이 필요하다. 이러한 단계를 연간 단위 면적당 에너지소모량 기준으로 5 단계로 분류 제시하고 있다.

1단계 : 기존의 건물 300~400kWh/m²a

2단계 : 단열기준령에 따른 건축
150~200kWh/m²a

3단계 : 오늘날의 에너지절약형 건축
50~80kWh/m²a

4단계 : 향후의 에너지절약형 건축
20~40kWh/m²a

5단계 : 제로에너지 건축 0kWh/m²a
(연구의 목표)

이와같이 제로에너지 건축 이전의 낮은 에너지 소비 수준에 도달 하려면 각 건물의 형태에 따라 특정한 건축구조적인 방법 및 아주훌륭한 건축적인 단열기법도 한몫을 하게된다. 이러한 에너지 절약형 주택은 실험주택이 아니라 현재의 기술이 자 기존의 건축법과 재료를 이용하여 만들 수 있다.

에너지절약형 주택의 개념은 건축방법이나 건축형태가 아니라 표준적인 건축이다. 이 에너지 절약형 주택의 연간 에너지소모량은 1995년 1월 부로 개정 발효된 단열법에 명시된 것의 약 50% 정도에 상당할 정도로 낮은 값이다.

3.2 에너지 취득 및 거주 쾌적성

건물들은 에너지를 손실 만 하는것이 아니라 유리창을 통한 일사열의 취득과 사용하는 기기, 조명, 온수를 이용하는데서 혹은 거주자 자신에게서의 열 방출에 의하여 내부열 취득을 하게된다. 주도면밀히 계획된 에너지절약형 주택은 난방기 동안에는 가능한 한 많은 태양에너지를 취득할 수 있도록 계획하게 된다.

건물실내의 표면온도는 인체의 쾌적함에 상당한 영향을 주게되는데 에너지절약형 주택의 부차적인 효과는 원론적인 견지에서 아래와 같이 크게 5)가지로 요약할 수 있다.

- 1) 훌륭한 단열을 통하여 아주 추운 겨울에도 이러한 쾌적성의 요구에 부응한다.
- 2) 열교환기를 가진 기계적인 주택환기는 에너지를 절약할 뿐만 아니라 일정한 유량으

로 지속적인 환기를 통하여 실내상대습도를 자동적으로 조절하여 건물의 손상을 막는 등의 역할을 수행한다.

- 3) 잘 단열된 에너지절약형 주택은 그리 큰 난방능력을 필요로하지는 않으며, 태양열 취득 혹은 내부 열취득 등으로 인하여 매우 효과적으로 부하에 대응한다.
- 4) 에너지절약형 주택에서는 낮은 연간 난방 부하에 비해 급탕을 위한 에너지 부하는 비교적 높다고 말할 수 있다. 그래서 이 부문에 대해서는 에너지를 좀더 합리적으로 이용하는 방안이 수립 시행되고 있다.
- 5) 에너지절약형 주택에서 에너지공급을 최적으로 유지하는 데에는 정확한 통제와 제어가 필수적이다. 즉 난방시스템의 열공급은 건물의 실제 순간 필요량과 같아야 된다. 차양 시설들의 통제도 일사의 정도에 따라 실의 과열을 줄여준다.

이러한 모든 것들이 건물 시스템 공학으로 연결되어 에너지 절약형 주택에서 유효하게 적용된다.

3.3 에너지 절약형 주택의 기본방침

에너지 절약형 주택을 건축하는데 있어 중요한 원천적인 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 외피에 대한 철저한 단열 : 표준이상의 외벽단열 및 단열유리의 사용
- 2) 단열상세에 대한 성실한 준수 : 공기흐름에 대한 단열구조의 밀폐, 열교현상최소화
- 3) 환기열손실 축소 : 충분한 환기를 하는것이 건강하고 쾌적한 공간을 만드는데 필수적이라는 것은 주지의 사실이다. 에너지를 최대한 절약하기 위해 통제식 환기를 하는 것이 바람직하며, 배기공기는 환기관을 이용하여 실내에서 배출시키고 신선한 공기는 직접 혹은 열교환기를 통하여 유입한다.
- 4) 단순한 건축
- 5) 자연형 태양열 시스템 이용
- 6) 최적의 알맞는 냉 난방 및 급탕설비 : 에너지절약형으로 하는 것은 기본이며 실제부하와 건축적인 전제조건에 부합되게 설치한다.

7) 혁신적인 창호시스템

8) 에너지절약 개념과 관련된 아뜨리움 혹은 이중외피

- 남측에 면한 거실 및 침실에 대한 소음 및 유해물질 유입 억제
- 거주역 전면에 놓여있는 비난방 완충공간은 외피의 열전달을 크게 줄여주고 동시에 환기설계와 관련하여 외기의 예열을 통한 환기열손실을 최소화 시킨다. 이는 집열공간으로 뿐만 아니라 완충공간으로 작용하여 전반적으로 17% 이상 에너지 절약 효과가 있다.

9) 지하실과 인접한 천장의 단열강화

10) 열적 완충공간으로서의 계단실

11) 태양열 급탕 및 발전시스템

그림 2는 독일의 기존주택, 단열기준법, 에너지절약형 주택, 자연형태양열 주택의 단위면적당 에너지소모량을 그림으로 나타낸 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 기존건축, 단열기준법, 에너지절약형 주택, 자연형 태양열 주택 등의 순으로 갈수록 에너지 소비 기준을 현저하게 줄여나가는 것을 알 수 있으며, 더우기 이제는 에너지를 전혀 안쓰고 난방기를 보낼 수 있는 주택도 개발되고 있는 것이다.

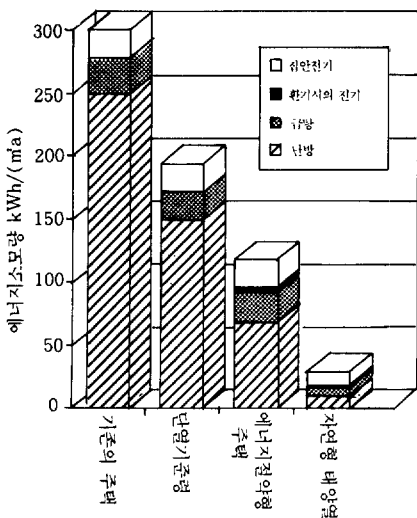


그림 2 건물에너지소모량비교

4. 제로에너지 주택

4.1 제로에너지 주택의 개념

앞에서 언급한 바와 같이 환경문제가 크게 부각되면서 에너지절약 및 자연에너지 이용 방안이 크게 강조되고 있는 실정이다. 현재 독일에는 일부 에너지절약의 차원을 넘어, 건물주변에 입사하는 태양에너지 만 을 이용하여 연중 건물에 필요한 에너지수요를 감당 할 수 있는 건물을 개발 가동중에 있는데 이러한 건물을 제로에너지 건물 이라고 하고있다. 중유럽의 기후를 분석해보면 전형적인 주택의 건물주변에 입사하는 태양에너지를 가지고 건물의 난방, 급탕 및 전기를 생산 하는데 필요한 전 에너지소비의 6~8배에 상당 하는 에너지가 된다고 한다. 에너지절약형 주택의 건축 및 구조와 연결하여 태양열이용을 위한 열적인 시스템과 태양광발전시스템을 이용하여 태양에너지를 제외한 다른 연료의 사용없이 주택 자체에서 모든 에너지를 충당하게 된다. 에너지 측면에서 볼때 대기에 유해물질의 배출이 전혀 없는 무공해주택이 되는 것이다.

4.2 건물 개요

지상 2층, 지하 1층의 건물로 바닥, 지하실 외벽과 층간 바닥 등은 철근 콘크리트로 구성되어 있고 지붕의 일부는 식재가 되어있고 나머지 일부는 태양전지판과 태양열집열판을 올려놓을 수 있도록 40 경사진 철골로 되었다. 이 주택의 계획과 시공은 독일의 프라운호퍼 태양에너지시스템연구소의 연구프로젝트의 일환으로 수행된 것으로 14개월의 공사기간을 거쳐 1992년 10월에 완공되어 사용 되고있다.

그림 3은 제로에너지 주택의 평면, 단면, 입면을 나타낸다.

본 주택은 자연형 태양열건축의 개념에 따라 남측실, 북측실 및 비난방의 계단실로 구분되어 있다. 면적 145㎡에 전형적인 주택의 실들인 방, 부엌, 창고, 기계실 등으로 구성되어 있다. 표 1에 건축적인 데이터를 나타내었다.

복도는 비난방 계단실의 열적인 완충공간으로 작용한다. 창문의 면적은 위의 표 1에서 볼 수

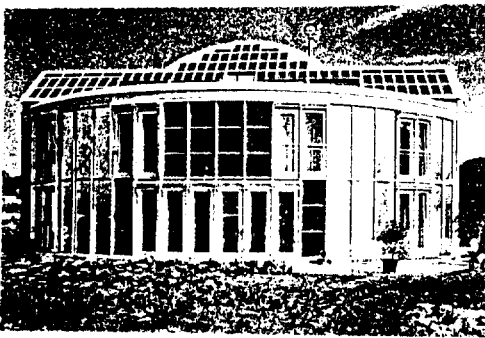
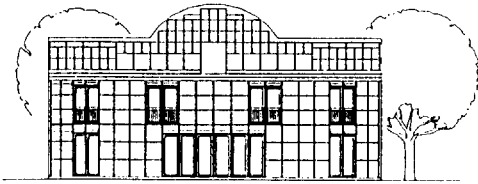
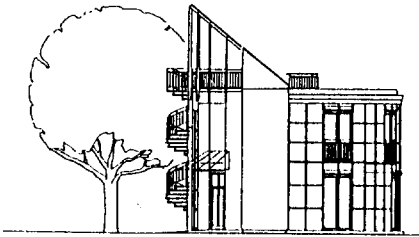
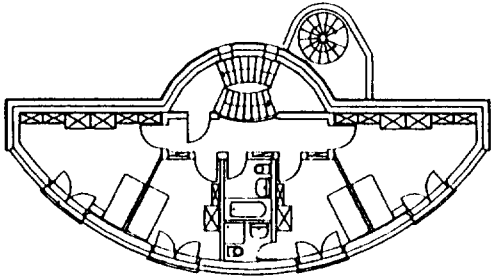


그림 3 제로에너지 주택의 평면, 단면, 입면, 정면도

있는 바와 같이 55㎡인데 이 면적의 84%가 남동 53에서 남서53까지의 향(남향=0)에 대해 타원형의 주벽면에 위치해있다. 북측에 있는 계

표 1 건축적인 데이터

위 치	D-7800 Freiburg, Christweg 40, Muenchen, Germany
건축면적	111㎡
연면적	332㎡
실용적	21027㎡
창문면적	
전체	55㎡
남동-남서	24㎡
북	4㎡
투과형단열면적	
전체	89㎡
남동-남서	70㎡
외표면적	500㎡
용적	660㎡
평균 k 값	0.25W/㎡·k
건물의 향	남향

단실에는 자연채광이 확보되게 계획되었으며, 각 층의 계단실과 복도사이에는 빛을 산란시키는 에어로겔 유리(aerogelverglasung)를 사용하여 복도에도 자연채광을 확보하고 있다.

4.3 에너지 측면에 대한 고려

에너지를 최대한 절약할 수 있는 시스템을 만드는 것이 제로에너지 주택에서 에너지공급의 양을 결정하고 선택 하는 전제조건이 되고 있다. 필요로 하는 에너지수요를 결정하고, 그 종류(열 혹은 전기)와 시간상의 분배 등의 평가와 관련하여 태양에너지 이용을 위한 여러종류의 시스템들이 설치되고 상호 연계 되어진다.(그림 4 및 표 2 참조)

그림 4에서 1: 창문, 2: 투과형단열, 3: 태양전지모듈, 4: 태양열집열기, 5: 측정 및 데이터수집, 6: 배터리, 7: 정류기, 8: 전해장치, 9: 연료전지, 10: 가스저장 탱크, 11: 열교환기, 12: 온수저장탱크, 13: 냉수, 14: 환기열취득, 15: 공기가열기, 16: 지열교환기, 17: 외기, 18: 배기, 19: 순환공기

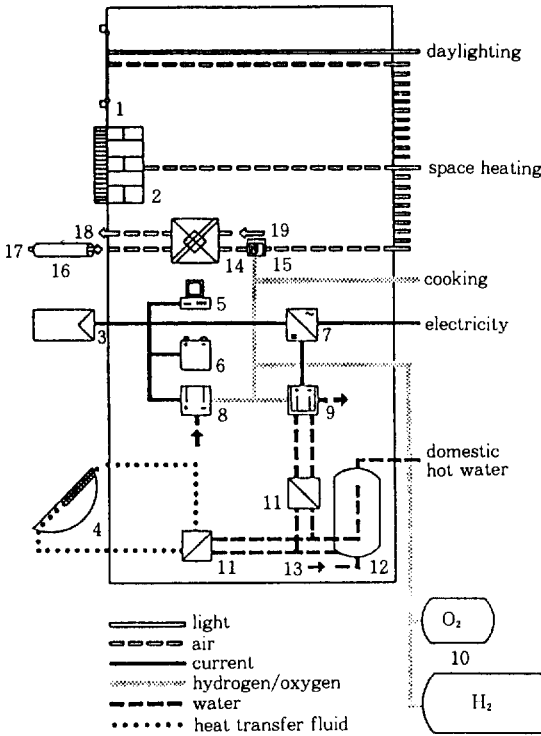


그림 4 제로에너지 건물의 에너지 공급도

표 2 설비형 태양열 이용을 위한 요소

태양열 집열기	14 m ² 집열면
	12.4m ² 개구부
태양광 발전기	36 m ² 모듈면
	30 m ² 태양전지면
정류기	3 kW 순수동력
전해장치	2 kW 순수동력
연료전지	0.5kW 순수동력
수 조	1
주 배터리	19.2 kWh 순수용량
비상배터리	1.65kWh 순수용량
H ₂ 저장, 30 bar	15 m ³ 탱크용량
	1436 kWh 에너지 함량
O ₂ 저장, 30 bar	7.5 m ³ 탱크용량

통상적인 주택에서 사용하는 에너지의 80% 이상을 실의 난방을 하는데 소요하게 되므로 건물 외피에 대한 에너지 측면에서의 최적화가 필수적이다. 그래서 창문과 투과형단열외벽에 의한 자연형 태양열이용시스템이 적용되었다. 그림 5에 투과형단열의 원리를 나타내었다.

높은 단열수준을 유지하고 있을때 환기열손실이 크게 증가하게 되는데 이때에는 열교환기를 가진 기계적인 환기를 할 필요가 있다. 외기는 건물에서 16m 떨어진 곳에서 받아들이고 4m 깊이에 있는 지중열 교환기에 의해 필요시 예열된다. 급탕은 집열판 형태의 2 모듈에 의하여 이루어진다. 이 집열판의 개구부 12.4m²의 흡수면은 양측 모두 층을 이루고있고 그 안에 투과형 단열재가 들어가있다. 그림 6 참조

상기 그림에서 1 : 흡수판, 2 : 공기층, 3 : 투과형단열재, 4 : 유리, 5 : 반사판

태양전지모듈의 효율이 11%인 84개의 태양

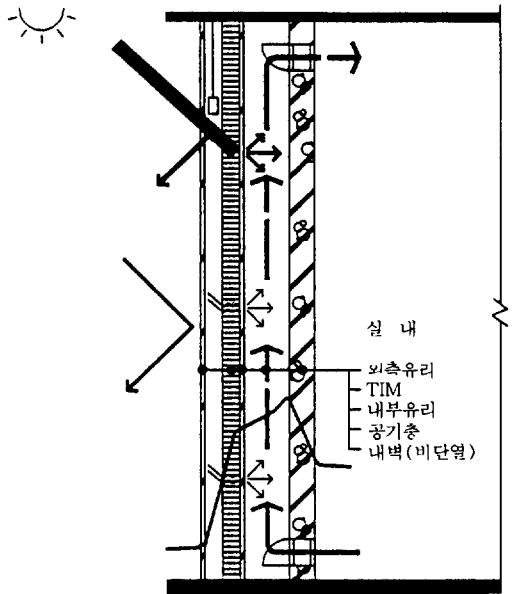


그림 5 투과형 단열의 원리

광발전시스템모듈이 설치되어있다. 이 모듈면은 자연대류를 잘 이용하여 온도상승과 그와 관련된 태양전지의 효율저하가 최소화 되도록 하여야한다. 전기에너지의 단기 저장은 납 배터리가 담당한다.

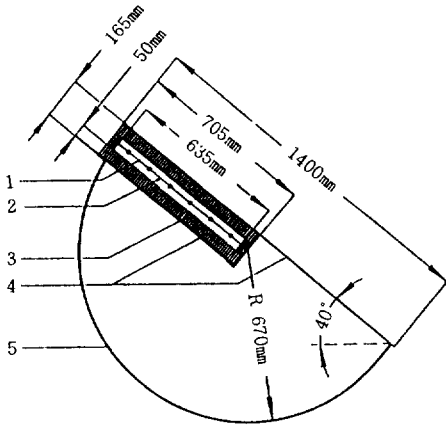


그림 6 급탕을 위한 집열판의 구성

한편 에너지 공급결과를 앞에서 일부 언급한 요소기술별로 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 투과형 단열 : 투과형 단열은 열전달손실을 최소화 할 뿐만 아니라 건물의 다른파트로부터의 손실을 보상하면서 건물의 외피에서 열원을 만들게끔 변환된다.
- ② 환기 열회수 : 열회수를 할 수 있는 기계환기시스템의 적용을 통한 에너지절약
- ③ 실내온도와 쾌적감 : 단열과 투과형 단열에 의해 쾌적감이 향상
- ④ 급탕 : 급탕수요는 전기의 소비를 줄이면서 세탁기나 세척기에 들어가는 급탕도 공급
- ⑤ 계절축열시스템 : 전기수요와 고온의 열 취득을 목적으로 하여 일사량과 건물에너지수요 사이의 격차를 극복하기 위해 산소/수소 시스템을 이용하여 축열된다. 축적된 수소의 69%는 열을 생산하는데 이용되고 31%는 산소와 더불어 연료전지에서 전기로 재 변환된다.

4.4 제로에너지 주택 운전결과

92년 10월 입주한 이래 에너지 소비 결과를 3년에 걸쳐서 정리한 결과를 독일의 현재 주택기준과 비교하여 표 3에 나타냈다. 단, 표 3은 거주면적 145㎡에 3명이 거주후의 값이다.

표 3 연간 에너지 소비(kWh/㎡)

	현 주택기준	제로 에너지 주택		
		1993	1994	1994/95
가사	20	10.7	7.8	7.9
환기	-	7.8	0.8	0.6
급탕	20	*	*	*
난방	70~100	2.5	0.5	0.2
합계	110~140	12.0	9.1	8.7

註 : * 표시는 급탕은 거의 집열판과 연료전지의 폐열에 의해 얻게되며, 난방은 극히 추운 겨울 일부만 필요하고 거의 제로에 가깝다.

5. 맺음말

인위적으로 파괴된 지구환경을 인간의 노력에 의해 복원하고, 고갈되어가는 화석연료의 사용을 획기적으로 줄이거나 혹은 전혀 화석연료를 쓰지 않고 태양에너지만을 이용하여 건물을 난방할 수 있는 주택이 개발되고 있다. 본 고에서는 이러한 예중 현재 독일에서 개발 실험측정을 통해 성능이 인정된 제로에너지주택을 소개하고 에너지절약을 위해 추진해오고 있는 몇가지 예를 요약하였다. 매년 에너지 자급도가 떨어져 에너지의 해외 의존도가 계속 높아져가고 에너지소비는 계속 늘어가는 우리의 현실을 놓고 볼때 앞의 독일의 예를 들면서 제시했던 에너지절약형주택 혹은 더 나아가 화석연료는 전혀 사용하지 않고 자연에너지 만을 사용 하여 건물을 난방할 수 있는 제로에너지건물 같은 환경친화형 건축의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

이러한 상황하에서 초에너지절약형 건물 더 나아가 제로에너지 건물을 만들어가기 위해 주변에 있는 쉬운 기법부터 차근차근히 정리하여 실무자들이 쉽게 적용할 수 있게끔 하여야 하겠으며 우선적으로 아래와 같은 사항들을 추진해나가야 할 것으로 생각한다.

- 1) 일반 건축을 하는 사람들이 쉽게 적용할 수 있는 에너지절약형주택의 표준안을 만들어 보급시킬 필요가 있다.

- 2) 건축허가시 좀더 엄격한 에너지관련 사항을 준수하게하고 계획단계에서 전문가의 자문을 받도록 유도하거나 컴퓨터 시뮬레이션 등을 통해 면밀한 검토를 하게 한다.
- 3) 건물의 단열규정 뿐만이 아니라 의무적인 자연에너지 이용규정도 만들어 소극적인 에너지절약방안을 넘어 활용측면으로 좀더 적극적으로 유도할 필요가 있다.
- 4) 이상과 같이 건축주에 대한 무조건적인 규제와 권장외에 에너지 절약기술적용 및 자연에너지 활용시 세제혜택을 크게 준다든지 하는 정책적인 배려도 반드시 필요하다.
이상과 같은 에너지절약 방법 및 정책적인 유도를 통하여 에너지의 자급도가 아주 낮은 우리나라는 앞으로 부가될 탄소세, 에너지세에도 적극 대응하면서 쾌적한 자연환경을 보존하는데 최선의 노력을 경주해야 하겠다.

참 고 문 헌

1. 정창봉, 1995, 에너지통계연보, 통산부.
2. 유승호, 정광섭, 1996. 6, 자연에너지자원의 유효이용과 개발수준에 관한연구, 한국태양에너지학회지.

3. Philipp Oswald, 1995, Wohltemperierte Architektur, Verlag c.f.Mueller.
4. Klaus Daniels, 1995, Technologie des oekologischen Bauens, Birkhaeuser Verlag.
5. HEA, 1992, Handbuch, Niedrichenergiehaus.
6. Karsten Voss, 1993, Das energieautarke Solarhaus, Bauphysik 15.
7. K. Voss et. al, 1996, The self-sufficient solar house in freibug-results of 3 years ofoperation, Solar energy, Vol.58.
8. GDI, 1994, Architektur, Energieeinsparung und Waermeschutz.
9. Michael Meliss, 1993, Erneuerbare Energien, Bundes Ministerium fuer Wirtschaft.
10. W.Stahl, 1994, The self-sufficient solar house in freiburg, Solar Energy.
11. S.H.Yoo, 1994, Raumklimatische und energetische Beurteilung baukonstruktiver Massnahmen im hinblick auf klimagerECHTESbauen mit Solarenergienutzung, TU Berlin.