

대전시 제로에너지주택 건설방향에 관한 기초연구

이 소 라



연구진

연구책임	• 이소라 / 도시기반연구실 연구위원
연구원	• 임병호 / 도시기반연구실 책임연구위원
연구원	• 정환도 / 도시기반연구실 책임연구위원

요약 및 정책건의

요약 및 정책건의

■ 연구의 배경 및 필요성

- 최근 저탄소에너지절감을 위한 녹색성장이 우리나라의 주요 성장패러다임으로 등장하고 있으며, 향후 이러한 정책적 기조를 지속적으로 유지될 것으로 예측되고 있다.
- 이러한 녹색성장의 주요 과제중의 하나가 그린홈, 제로에너지주택 건설이라고 할 수 있다.
- 한편 녹색주거에 대한 지역(대전광역시) 차원에서의 연구가 아직 미비한 상태에 있다.

■ 연구의 목적 및 내용

- 본 연구에서는 제로에너지주택 건설 동향을 살피고, 향후 대전시 차원에서 고려해야할 건설의 필요성 및 방향 등을 제시하고자 한다.
- 주요 연구내용은 중앙정부의 관련 정책 검토, 국내의 사례 조사분석, 대전시 제로에너지주택 단지 건설의 필요성 및 방향 도출이다.

■ 연구결과

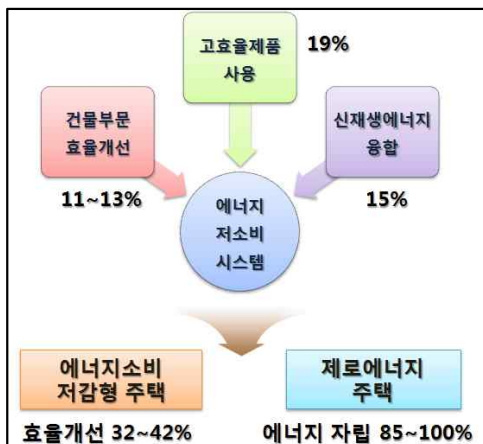
□ 제로에너지주택의 개념 및 특성

- 현 시점에서는 제로에너지주택에 대한 연구가 많이 진행되지 않았으므로 제로에너지빌딩의 적용기술을 파악하여 적용가능한 단위기술을 추출하여야 한다.
- 제로에너지주택은 거주공간이므로 현시점에서 단위기술을 과잉으로 조합하여

- III -

자립율 100%를 달성하도록 구성할 필요가 없다. 초기투자비에 비해 에너지절감으로 인한 회수비용이 적거나 회수기간이 길 경우 건축주 및 사용자 입장에서 도입을 꺼려하기 때문이다. 에너지진단을 통해 비용대비 절감가능잠재량이 큰 순서로 도입하여 에너지 자립율을 85%정도까지만 맞추어도 된다.

- 제로에너지주택에서 갖추어야할 요소로는 크게 건물부문 효율개선, 고효율제품 사용, 신재생에너지 융합 등 3가지로 볼 수 있다. 주택의 유형(신축 또는 기존주택)과 사용자의 의도에 따라 에너지저감형 주택 또는 제로에너지주택으로 구분하여 설계하면 된다.

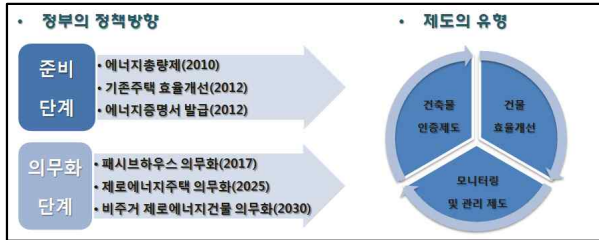


<제로에너지주택의 통합적 설계안>

- IV -

□ 제로에너지주택 정책 및 건설 동향

- 정부의 정책방향은 크게 기존주택 효율개선 등을 통한 에너지효율 개선과 제로에너지주택의 의무화단계로 진행된다.
- 제도의 유형은 크게 건축물 인증제도, 건물효율 개선사업, 모니터링 및 관리 제도로 나눌 수 있으며, 정부의 목표를 달성하기 위해서는 제각기 시행되고 있는 제도들을 건물의 유형과 여건, 저감목표에 맞도록 세부 단위프로그램을 조합하여 최적화할 필요가 있다.



<정부의 정책방향 및 제도 유형>

- 현재 정부차원에서는 기존주택의 그린홈화, 신규주택의 그린홈 건설, 대천시 차원에서는 기존주택 그린홈 및 그린빌리지 지원사업 등을 하고 있으며, 본 사업에 참여할 경우 신재생에너지 보급사업과 연계하여 신재생에너지 설치시 50%의 국비를 보조받을 수 있다.
- 해외에는 단지규모의 제로에너지주택과 공동주택이 많이 보급되어 있으나 국내 거주부문에서는 모델하우스 위주로 건설되어 있다. 2011년 완공된 죽동의 제로에너지주택은 민간주도 국내최초 실거주 제로에너지주택으로 현재 에너지이용 모니터링을 실시하고 있다.
- 적용핵심기술은 초단열 외벽 및 창호, 태양열 및 지열을 이용한 난방 및 급탕

시스템, 태양광발전 등이 주를 이루고 있다.



국내 : 대전 죽동

일본 : 다이와 하우스

미국 : 델로스

<제로에너지주택 사례>

□ '대전형 제로에너지주택'의 건설과제 및 방향

- 국가중심의 주택정책은 지자체의 여건을 충분히 반영하지 못한 상태에서 추진될 가능성이 높으며, 개별적 추진보다는 대전시 차원에서의 계획적 추진이 보다 효율적이라고 할 수 있다.
- 이러한 가이드라인 및 전반적인 제로에너지주택 건설시책을 추진함에 앞서, 대전시에서 시범적으로 제로에너지주택을 건설하여, 제로에너지주택의 장점과 단점 그리고 과제 등을 도출하고, 추진할 경우 보다 실증적인 정책 추진이 가능할 것이다.
- 국가 정책적, 사회적 흐름에 능동적으로 대응하기 위해서는 대전시 차원에서의 에너지주택 건설계획을 수립하고, 이를 계획적으로 추진할 필요가 있다.
- 대전시는 그린빌리지사업 등과 연계하여 진행함으로써 2015년까지 신재생에너지 보급률 6%의 조기 달성을 꾀할 수 있다.
- 대전시가 보유하고 있는 연구자원인 에너지관련 연구소 등을 효과적으로 활용하여 가장 '대전형 제로에너지주택'을 건설할 경우, 대전시의 아이덴티티(identity)를 높일 수 있으며, 이는 대전시 도시경쟁력 강화로 이어질 것으로 예상된다.

- '제로에너지주택(가칭)'은 공동주택유형으로 건설함을 적극적으로 검토토록 한다. 단독주택 유형의 제로에너지주택은 최근 구체적으로 실현되고 있으므로, 공공차원에서 제로에너지 주택을 좀 더 활발히 보급하기 위해서는 공동주택 유형의 보급이 요구된다.
- 현재의 기술력으로는 제로에너지주택의 자립율 100%는 달성하기도 불가능할 뿐만 아니라 비용대비 절감효과를 고려할 때 '대전형 제로에너지주택'의 에너지 자립 목표를 굳이 높게 잡을 필요는 없으며, 주택 부하 구성비에 맞는 핵심 요소기술을 선별하여 적용함으로써 에너지 자립율 80~90%까지는 가능할 수 있다.
- 대전시에서 제로에너지주택을 시범적으로 건설할 경우, 신규지역과 기개발지인 정비지역에서의 건설을 고려할 수 있으며 신규지역 대상지로는 도안신도시나 노은지역을 제한하며, 향후 도시관리 차원에서 정비사업에 대한 관심과 지원이 지속될 것이라는 점에서 정비지역에서의 건설을 적극 검토할 필요가 있다고 판단된다.
- 특히 일정규모이상의 제로에너지주택을 건설할 때에는 분양과 관련한 대책도 세워야 하며 정부 및 지자체로부터 유리한 입지를 제공받거나 분양 인센티브를 제공받는 지원이 필요하다.
- '대전형 제로에너지주택'은 국비를 이용하여 건설함을 원칙으로 하되 도시의 주거환경개선과 도시의 경쟁력확보 등의 관점에서 '대전형 제로에너지 주택' 건설을 독자적으로 추진할 필요도 있다.
- 주택건설 등에 있어서 많은 노하우를 갖고 있는 대전도시공사나 대전시에 위치하고 있는 한국토지주택공사 등과 함께 공동주택 건설을 추진할 필요가 있다.

— 목 차 —

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 필요성 및 목적	3
제2절 연구 방법 및 내용	4
제2장 제로에너지주택의 개념 및 특성	9
제1절 제로에너지주택의 개념	9
1. 제로에너지주택의 개념	9
2. 유사개념의 에너지저감형 건물	10
제2절 제로에너지주택의 통합적 설계	20
제3장 제로에너지주택 정책 및 건설 동향	25
제1절 국내 정책 동향	25
1. 국내 정책적 방향 및 지원사업	25
2. 연구개발 동향 및 효율개선 사업	29
제2절 국내 건설 동향	37
1. 대전 죽동 제로에너지주택	37
2. 금산 추부면 제로에너지주택	39
3. 흥보관 및 비주거형 건물 현황	42
제3절 해외 건설 동향	44
1. 일본 제로에너지주택 사례	44
2. 해외 공동주택형 제로에너지주택 사례	47
- i -	
제4장 '대전형 제로에너지주택'의 건설과제 및 방향	51
제1절 건설의 필요성	51
1. 광역자치단체 차원에서 역할의 필요	51
2. 에너지절약정책의 주요 요소로서 제로에너지주택	52
3. 대전시 도시경쟁력 강화	52
제2절 건설의 방향	53
1. 주택의 유형 및 규모	53
2. 주택의 입지	53
3. 건설비용	54
참고문헌	55
부 록	
부록 1. 신재생에너지 주택 설치사례	59
부록 2. 에너지 저감형 빌딩 설치사례	62

— 표 목 차 —

<표 2-1> 태양광설비 권장설치 용량표	14
<표 2-2> 태양광주택 연도별 보급실적	14
<표 2-3> 태양열 주택 보급현황	16
<표 2-4> 지열주택 보급현황	17
<표 2-5> 제로에너지건물의 유사개념 정리	19
<표 2-6> 제로에너지빌딩의 적용기술	22
<표 3-1> 국내 관련 연구개발 프로젝트 현황	30
<표 3-2> 국내의 제로에너지빌딩의 개발동향	32
<표 3-3> 대전시 그린홈 100만호 보급사업 추진 현황	34
<표 3-4> 그린홈 실증단지 조성	36
<표 3-5> 죽동 제로에너지주택 절감 비교표	38
<표 3-6> 금산 제로에너지주택 경제성 비교표	40
<표 3-7> 국내 제로에너지빌딩 현황	42
<표 3-8> 일본 제로에너지주택 현황	44
<표 3-9> 일본 제로에너지빌딩 현황	46
<표 3-10> 해외 공동주택형 제로에너지주택 현황	48

— 그림 목 차 —

[그림 1-1] 연구의 수행체계	5
[그림 2-1] 제로에너지주택 개념도	9
[그림 2-2] 패시브하우스의 개념도	11
[그림 2-3] 3리터 하우스의 개념도	12
[그림 2-4] 태양광 주택의 구성도	13
[그림 2-5] 태양열 시스템 구성도	15
[그림 2-6] 지열 시스템 구성도	16
[그림 2-7] 소형풍력기의 종류	17
[그림 2-8] 연료전지 주택의 구성도	18
[그림 2-9] 제로에너지주택의 통합적 설계안	21
[그림 3-1] 정부의 정책방향 및 제도 유형	26
[그림 3-2] 죽동 제로에너지주택	37
[그림 3-3] 죽동 제로에너지주택의 핵심적응기술	38
[그림 3-4] 금산 제로에너지주택	39

제 1 장

연구의 개요

제1절 연구의 필요성 및 목적

제2절 연구 방법 및 내용

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 필요성 및 목적

2000년대에 들어서면서, 저탄소 및 에너지 절약적 성장이라고 할 수 있는, 녹색 성장이 우리나라의 주요 성장패러다임으로 등장하였다. 이러한 녹색성장의 등장은 비단 우리나라에 한정하여 나타나고 있는 것이 아니라, 전 세계적인 흐름이라고 할 수 있다. 특히 이러한 성장개념은 ??? 등과 같은 국제적인 인식의 공유나 합의 등 이후 급속히 대두되는 경향을 보이고 있다.

한편 이러한 사회적 발전·개발의 개념은 향후에도 지속적으로 유지될 것으로 예측되고 있다. 왜냐하면, 정부에서는 에너지 절약적 성장을 주요 골자로 하는 ????? 법률 등을 제정하였으며, 또한 ???? 등과 같은 내용을 국가의 주요 아젠다로 설정하고 있기 때문이다.

녹색성장의 주요 과제중의 하나가 그린홈, 제로에너지주택 건설이라고 할 수 있다. 그린홈이란 에너지절약형 친환경주택으로 태양광과 같은 신·재생에너지를 이용해 주택에서 생활하는데 필요한 에너지를 자급하고, 탄소배출을 제로로 하는 주택이며, 제로에너지주택은 연간 소비하는 에너지 총량이 0(Zero)이거나 연간 탄소배출량이 0(Zero)인 주택(건물)을 의미한다고 할 수 있다.

한편 이러한 녹색주거에 대한 지역(대전광역시) 차원에서의 연구가 아직 미비한 상태에 있다. 정부에서 2025년까지 제로에너지주택의 의무화 및 비주거부문 제로에너지건물의 단계별 의무화를 추진하고자 한다는 측면에서 자치단체차원에서의 대응이 요구된다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내외 제로에너지주택 관련 정책 및 건설 동향을 살펴보고, 향후 대전시 차원에서 추진해야할 제로에너지 주택의 건설방향을 제시하고자 한다.

제2절 연구 방법 및 내용

본 연구는 문헌조사, 현장조사 및 전문가 자문 등의 방법으로 진행하였다.

정부의 에너지정책에 대한 검토와 외국의 제로에너지주택에 대한 사례분석은 문헌조사방법으로 진행하였다. 특히 일본 등 외국의 제로에너지주택에 대한 사례조사는 인터넷을 통해서 수행하였다.

연구의 실증적 접근차원에서 현장조사를 실시하였다. 현장조사는 실험적 주택에 대한 조사뿐만 아니라, 실제 주거지로 이용되고 있는 제로에너지 주택을 방문하여 현장을 조사하였으며, 관계자와의 인터뷰도 실시하였다.

이상과 같은 연구방법과 함께, 제로에너지주택의 필요성 및 향후 전망 등에 관해서는 전문가의 자문을 받았다. 특히 제로에너지 주택의 활성화를 위한 방안 등에 대해서는 실제 제로에너지주택을 설계, 시공한 전문가로부터 자문을 받고 연구에 반영하였다.

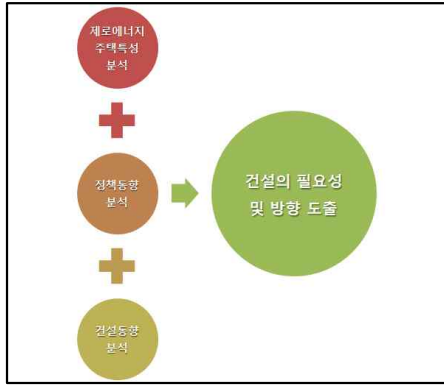
본 연구는 총 4장으로 구성되어 있다.

1장 연구의 개요에서는 연구의 목적을 설정하고, 연구목적을 달성하기 위한 방법론 등을 제시하였다.

2장에서는 제로에너지주택의 개념 및 특성을 살펴보았다. 특히 2장에서는 최근 많이 회자되고 있는 유사개념들과 제로에너지주택의 개념을 비교 제시하였다.

3장에서는 제로에너지주택 관련정책 및 건설동향을 국내외 구분하여 살펴보았다. 국내사례는 대전시 및 인접지역의 구체적인 현장조사 사례를 제시하였고, 외국사례는 많은 제로에너지주택 건설사례가 있는 일본 및 미국 등의 사례를 제시하였다.

4장에서는 앞서 검토 및 분석한 내용 등을 종합하여, 향후 대전시 제로에너지주택의 건설과제 및 방향을 제시하였다. 건설의 방향에서는 주택의 유형, 입지 그리고 건설비용에 대한 검토결과를 제시하였다.



[그림 1-1] 연구의 수행체계

제 2 장

제로에너지주택의 개념 및 특성

제1절 제로에너지주택의 개념

제2절 제로에너지주택의 통합적 설계

제2장 제로에너지주택의 개념 및 특성

제1절 제로에너지주택의 개념

1. 제로에너지주택의 개념

제로에너지빌딩(ZEB, Zero-Energy Building) 또는 넷제로에너지빌딩(Net Energy Zero Building)은 연간 소비하는 에너지 총량이 0(Zero)이거나 연간 탄소 배출량이 0(Zero)인 건물을 뜻한다. ZEB는 에너지를 현지에서 직접 생산해서 사용하는 방식으로 운영되며 따라서 기존의 에너지 공급망과는 분리된, 즉 자주적인 에너지 생산 및 소비 시스템이라 할 수 있다.



[그림 2-1] 제로에너지주택 개념도

- 9 -

2. 유사개념의 에너지저감형 건물

1) 그린빌딩

그린빌딩은 환경적으로 향상된 방법으로 설계, 건설, 운영, 철거되는 빌딩을 말한다. 다시 말해, 에너지절약과 환경보전을 목표로 에너지부하 저감, 고효율 에너지설비, 자원재활용, 환경공해 저감기술 등을 적용하여 자연친화적으로 설계 건설하고 유지관리한 후 건물의 수명이 끝나 해체될 때에도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획된 건축물을 말한다. 이제까지의 건물에 대한 기본 개념인 '인간이 거주하며 모든 쾌적한 생활을 영위하기 위한 공간'이라는 차원을 넘어, 현재와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경 문제에 기여하기 위한 건축분야의 대안으로 제안된 개념이다.

그린빌딩의 대표적인 기술로는 에너지 부하를 줄이는 기술과 에너지 효율을 향상시키는 기술이다. 건물의 냉난방, 조명 등 건물의 유지관리를 위해 필요한 에너지의 사용은 환경오염 물질을 발생시키기 때문이다. 또한, 건물로부터 유발되는 각종 오염원의 발생을 줄이고 발생된 오염원에 대해 주위환경에 미치는 피해를 최소화시키기 위한 환경공해 저감기술이 뒷받침되어야 하며, 건물로부터 나오는 폐자원을 재사용하거나 재생이 불가능한 자원의 경우에도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 처리하는 기술 등이 중요하다. 우리나라는 2000년부터 환경부에서 아파트 등 공동주택을 대상으로 '그린빌딩 인증제'를 시범적용하고 있다.

2) 패시브하우스

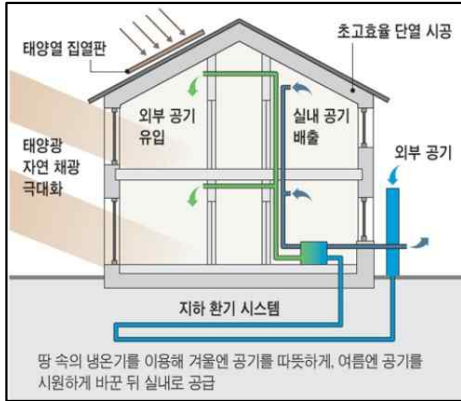
패시브하우스(passive house)는 '수동적(passive)인 집'이라는 뜻으로, 능동적으로 에너지를 끌어 쓰는 액티브 하우스(active house)에 대응하는 개념이다. 액티브 하우스는 태양열 흡수 장치 등을 이용하여 외부로부터 에너지를 끌어 쓰는 데 비하여 패시브하우스는 집안의 열이 밖으로 새나가지 않도록 최대한 차단함으로써 화석연료를 사용하지 않고도 실내온도를 따뜻하게 유지한다.

기본적으로 남향(南向)으로 지어 남쪽에 크고 작은 창을 많이 내는데, 실내의 열

- 10 -

을 보존하기 위하여 3중 유리창을 설치하고, 단열제도 일반 주택에서 사용하는 두께의 3배인 30cm 이상을 설치하는 등 첨단 단열공법으로 시공한다. 단열제는 난방 에너지 사용을 줄이는 것이 주목적이지만, 여름에는 외부의 열을 차단하는 구실도 한다.

또한, 폐열회수형 환기장치를 이용하여 신선한 바깥 공기를 내부 공기와 교차시켜 온도를 최소화한 뒤 환기함으로써 열손실을 막는다. 이렇게 함으로써 난방시설을 사용하지 않고도 한겨울에 실내온도 약 20℃를 유지하고, 한여름에 냉방시설을 사용하지 않고 약 26℃를 유지할 수 있다.

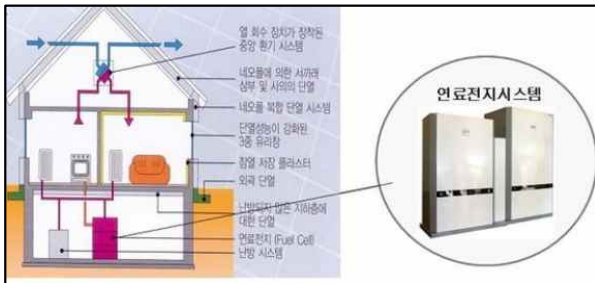


[그림 2-2] 패시브하우스의 개념도

3) 3리터 하우스

3리터 하우스는 독일에서 처음 시작된 저 에너지주택모델로 건축물 바닥면적 1m²당 연간 3리터의 연료(가스나 등유)만 있으면 최저온도를 유지할 수 있다고 해서 붙여진 이름이다.

한국형 3리터 하우스에는 도시가스가 사용되는데, 1m²당 10리터가 안되는 도시가스로 일년 내내 실내온도를 섭씨 18-24도로 유지할 수 있도록 설계하였다. 우리나라의 평균 주택이 1평방미터(m²)당 연간 17~20리터의 도시가스 소비하는 것에 비하면 7분에 1에 지나지 않는 고효율 주택이라고 할 수 있다.



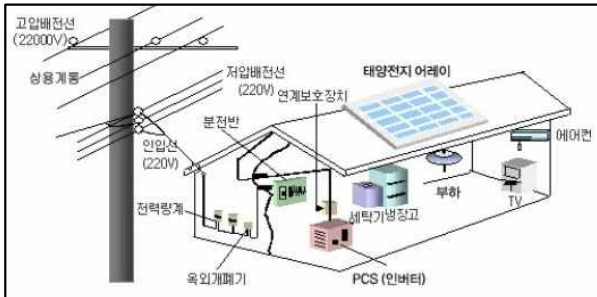
[그림 2-3] 3리터 하우스의 개념도

4) 신재생에너지 주택

(1) 태양광주택

태양에너지를 직접 전기로 변환시키는 태양광 모듈을 지붕이나, 옥상, 창호 등에 설치하고, 여기서 발생하는 전기를 직접 이용하는 주택을 말한다. 가구당 정부에서 지원하는 규모는 3kW이하이며, 약 23㎡의 설치면적이 필요하다.

태양광발전은 모듈이 그림자의 영향을 받지 않는 정남향으로 설치되었을 경우 가장 좋은 효율을 나타낸다. 또한 주택용(저압) 전력은 누진제이므로 전력사용량이 많은 가정일수록 그 효과는 커진다.



[그림 2-4] 태양광 주택의 구성도

월 전기사용량이 400kWh인 주택인 경우 설치 전 약 7만 5백 원에서 설치 후 약 6천 6백 원(약 6만 4천 원 절감)으로 절감되는 것으로 평가되고 있으며, 월 사용량이 600kWh인 주택인 경우(3kW, 월 300kWh 발전 가정) 설치 전 약 19만 5천 원에서 설치 후 약 4만 원 (약 15만 원 절감)으로 절감되는 것으로 평가되고 있다.

<표 2-1> 태양광설비 권장설치 용량표

사용량 (KWh/월)	용량(KW)		
	2KW이하	2.5KW이하	3KW이하
300이하	○		
300초과~350이하		○	
350초과			○

자료 : 신재생에너지 통계 2010

우리나라의 태양광주택은 2004년부터 보급되었으며, 2010년 6월까지 약 45천호가 보급되었다. 연도별로 보면, 건설 초기인 2004년에는 301호가 건설·보급되었으며, 이후 지속적으로 증가하여 2006년에는 약 6천호, 2008년에는 약 9천호 그리고 2009년에는 약 15천호가 공급되었다.

<표 2-2> 태양광주택 연도별 보급실적

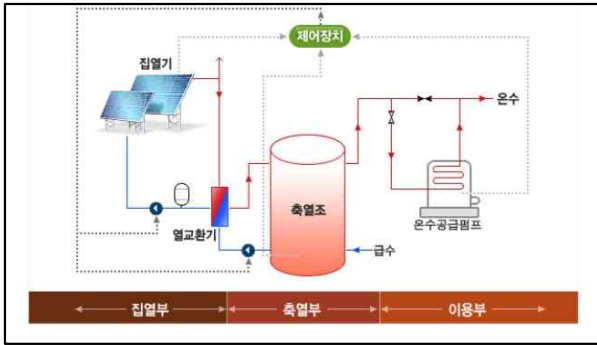
년도	합계	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010.06
주택수	45,097	310	907	5,964	7,317	9,142	14,895	6,562

자료 : 신재생에너지 통계 2010

(2) 태양열주택

태양열 설비인 집열기를 지붕이나 옥상 등에 설치하고 이를 통해 얻은 열량을 이용하여 온수를 우선 사용하며 보조적으로 난방에도 이용하는 주택을 말한다. 정부의 지원규모는 30㎡ 이하이며 약 35㎡의 설치면적이 필요하다. 주택용 태양열 설비는 급탕위주의 설비로 급탕에 우선적으로 사용되며, 잉여온수가 발생할 경우 보조적으로 난방에 사용된다.

태양열설비의 집열량은 집열판이 그림자의 영향을 받지 않는 정남향으로 설치되었을 경우 효율이 가장 좋으며, 건축물의 구조 및 단열조건, 지역별 일사조건, 사용 부하량, 환기 횟수 등의 조건에 따라 차이가 발생한다.



[그림 2-5] 태양열 시스템 구성도

연료가 도시가스인 주택의 경우 연간 절감액은 1백 11만 8천 원으로 평가되며, 연료가 보일러 등유인 주택의 경우 연간 절감액 1백 79만 2천 원으로 평가된다.

우리나라에서 태양열 주택은 2007년 이후 2010년 6월까지 약 48천호가 보급되었

다. 연도별로는 2007년 150호, 2008년 879호, 2009년 3,653호 그리고 2010년(6월 기준) 149호가 공급·보급되었다.

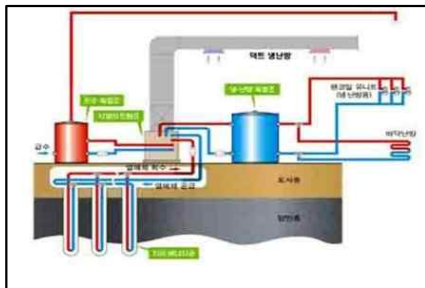
<표 2-3> 태양열 주택 보급현황

년도	합계	2007	2008	2009	2010.06
주택수	4,831	150	879	3,653	149

자료 : 신재생에너지 통계 2010

(3) 지열주택

연중 약 15℃로 일정한 지하의 온도를 히트펌프로 변화시켜 가정의 난방과 냉방에 이용하는 주택을 말한다. 가구당 지원규모는 17.5kW(5RT) 이하이며 일반적으로 지중 열교환기를 위해 50㎡, 기계실을 위해 6.6㎡의 설치면적이 필요하다. 지열설비는 연중 일정한 지중의 열을 이용하므로 타 에너지원에 비하여 외부환경의 영향을 크게 받지 않으며 유지비가 비교적 저렴한 장점이 있다.



[그림 2-6] 지열 시스템 구성도

월간 냉·난방비용이 약 30만 원인 경우(난방시 등유 보일러,냉방시 에어컨사용, 17.5KW설치시) 연간 절감액은 1백67만5천 원(히트펌프 COP 난방시 3.2 냉방시 4.0 기준이며 보일러 등유 발열량, 단가, 전기요금 등의 조건 변화에 따라 절감량은 달라질 수 있음)으로 평가된다.

우리나라의 지열주택은 2010년 6월 기준 총 305호가 보급되었으며, 대부분 2009년에 보급되었다.

<표 2-4> 지열주택 보급현황

년도	합계	2007	2008	2009	2010.06
주택수	305	-	-	301	4

자료 : 신재생에너지 통계 2010

(4) 소형풍력주택

바람의 운동에너지를 풍차의 회전에너지로 변환시켜 발전기를 돌려 전기를 생산·이용하는 주택을 말한다. 가구당 지원규모는 3kW 이하이며, 소형풍력기 설치를 위해 약 9㎡의 실외 바닥면적, 그리고 인버터 설치를 위해 실내에 1㎡의 면적이 필요하다.



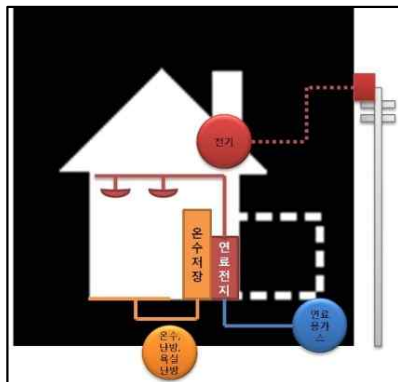
[그림 2-7] 소형풍력기의 종류

월 사용량이 450kWh인 주택인 경우, 설치 전 연간 1백 15만 9천 원에서 설치 후 연간 11만9천 원(약 1백 4만 원 절감)으로 절감되며, 월 사용량이 650kWh인 주택인 경우 설치 전 연간 2백 83만 2천 원에서 설치 후 연간 56만 9천 원(약 2백 26만 3천 원 절감)으로 절감되는 것으로 평가된다.

(5) 연료전지주택

연료용가스에 포함되어있는 수소와 대기중의 산소를 반응시켜 전기와 열을 생산해내는 연료전지를 이용하여 전기뿐만 아니라 급탕과 난방에도 이용하는 주택을 말한다. 가구당 지원규모는 1kW이하이며, 약 2㎡의 설치면적이 필요하다.

월 전기 사용량이 450kWh인 주택의 경우(1kW 설치 시) 연간 전기/열 절감액(약 56만 4천 원)이며, 월 사용량이 500kWh인 주택의 경우(1kW 설치시) 연간절감액(약 1백 21만 2천 원)으로 평가된다.



[그림 2-8] 연료전지 주택의 구성도

<표 2-5> 제로에너지건물의 유사개념 정리

구분	내용
제로에너지 주택	<ul style="list-style-type: none"> - 연간 소비하는 에너지 총량이 0(Zero)이거나 연간 탄소배출량이 0(Zero)인 건물 - 태양열, 태양광, 지열 등을 이용하는 신재생에너지원으로 화석연료 대신 자주적인 에너지 생산 및 소비 시스템 - 패시브하우스의 단열시공, 환기부하 최소화 등의 기본요건을 충족한 상태에서 실현이 가능한 주택
그린빌딩	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지부하 저감, 고효율 에너지설비, 자원재활용, 환경공해 저감기술 등을 적용하여 자연친화적으로 설계 건설하고 유지 관리한 후 철거 시에도 환경 피해가 최소화되도록 계획된 건축물 - 친환경건축물의 건설을 유도·촉진하기 위하여 친환경건축물(이하 그린빌딩 「Green Building」 이라 함)인증 제도를 도입 시행
그린홈	<ul style="list-style-type: none"> - 패시브 + 제로에너지 '한국형 그린홈' - 태양광, 태양열, 소형풍력, LED조명, 고효율 단열, 수소·연료전지시스템 등을 탑재한 주택 - 지경부의 그린홈은 신재생에너지 설비를 이용해 에너지를 충당하는 '액티브하우스'개념에 가깝고, 국토부의 그린홈은 단열성능을 극대화한 패시브하우스 개념 - 하지만, 이 두가지 개념 모두 그린에너지를 이용해 건물을 짓는일은 양쪽의 요소기술을 모두 요구
패시브 하우스	<ul style="list-style-type: none"> - 집안의 열이 밖으로 새나가지 않도록 최대한 차단함으로써 화석연료를 사용하지 않고도 건물설계에 따라 실내온도를 따뜻하게 유지하는 시스템으로 단열성능을 극대화 시킨 개념의 주택 - 외고단열, 고기밀창호, 폐열회수형 환기장치 등을 이용
3리터하우스	<ul style="list-style-type: none"> - 한국형 3리터 하우스에는 도시가스가 사용되어 1m²당 10리터가 안되는 도시가스로 평균 연간 17~20리터에 비해 7분의 1수준인 고효율주택 - 패시브하우스에 가장 근접한 건물형태
신재생 에너지주택	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광주택 : 태양에너지를 직접 전기로 변환시켜 발생하는 전기를 직접 이용하는 주택 - 태양열주택 : 집열기를 이용하여 온수 및 난방에 이용하는 주택 - 지열주택 : 지하의 온도를 히트펌프로 변화시켜 가정의 난방과 냉방에 이용하는 주택 - 소형풍력주택 : 바람의 운동에너지를 풍차의 회전에너지 변환시켜 발전기를 돌려 전기를 생산·이용하는 주택 - 연료전지주택 : 전기와 열을 생산해내는 연료전지를 이용하여 전기·급탕과 난방에도 이용하는 주택

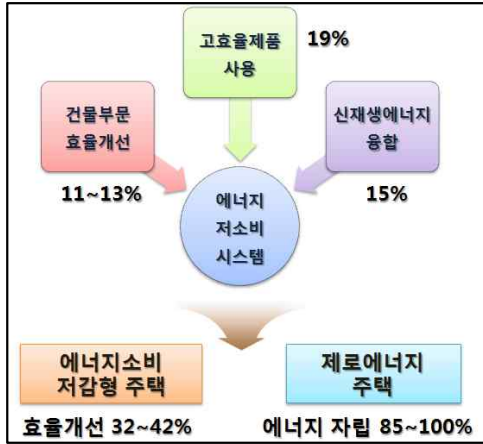
제2절 제로에너지주택의 통합적 설계

제로에너지주택의 장점으로는 장기적인 에너지 가격 상승에 대한 부담을 줄일 수 있고 이전에 비해 일정한 실내 온도를 유지할 수 있어 안락함이 높아진다. 또한 에너지 절약을 위한 요구사항을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 에너지 효율 증대로 인해 빌딩 경영에 필요한 전체적인 비용이 감소되고 생활 유지에 드는 월별 순수 총 비용이 줄어든다. 반면에 단점으로는 초기비용이 높아지고 제로에너지빌딩 건축 기술과 경험을 가진 공학자 및 디자이너가 부족하다. 또한 특정 조건의 기후에 대해서만 디자인을 할 경우, 기후변화에 따른 장기적인 활용도가 제한된다. 마지막으로 제로에너지빌딩의 채택 시, 높은 초기 비용의 회수 가능성이 낮은 편이다.

현 시점에서는 제로에너지주택에 대한 연구가 많이 진행되지 않았으므로 제로에너지빌딩의 적용기술을 파악하여 적용가능한 단위기술을 추출하여야 한다. 일반적인 제로에너지빌딩의 적용기술은 크게 건물에너지 효율화 부문, 신재생에너지 건물 융합기술 부문, 친환경 저에너지 건축자재 부문, 건물에너지 제어 및 관리를 위한 IT 부문, 에너지 자립형 건물 구현기술 부문으로 나뉜다.

그러나 제로에너지주택은 거주공간이므로 현시점에서 단위기술을 파악으로 조합하여 자립율 100%를 달성하도록 구성할 필요가 없다. 초기투자비에 비해 에너지절감으로 인한 회수비용이 적거나 회수기간이 길 경우 건축주 및 사용자 입장에서 도입을 꺼려하기 때문이다. 에너지진단을 통해 비용대비 절감가능잠재량이 큰 순서로 도입하여 에너지 자립율을 85%정도까지만 맞추어도 된다.

제로에너지주택에서 갖추어야할 요소로는 크게 건물부문 효율개선, 고효율제품사용, 신재생에너지 융합으로 볼 수 있다. 주택의 유형(신축 또는 기존주택)과 사용자의 의도에 따라 에너지저감형 주택 또는 제로에너지주택으로 구분하여 설계하면 된다.



[그림 2-9] 제로에너지주택의 통합적 설계안

<표 2-6> 제로에너지빌딩의 적용기술

구분	내용
건물에너지 효율화 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 고효율 열원설비, 최적제어 설비, 고효율 환기설비 등을 이용하여 건물에서 사용하는 에너지량을 절감하는 기술 - 건축물의 외피 단열 및 기밀, 채광, 자연환기 성능 향상 기술 - 건물 냉난방 공조 및 기계 환기, 열교환 시스템의 효율 향상 기술
신재생에너지 건물 융합 기술 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 태양열, 태양광, 지열, 풍력, 바이오매스 등의 신 재생에너지를 이용하여 건물에서 필요한 에너지를 생산 이용하는 기술 - 태양열, 태양전지, 지열 등 신재생에너지의 건물 적용 기술
친환경 저에너지 건축자재 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 고단열 고기능 외피구조, 기밀설계, 일조확보, 친환경자재 사용 등을 통해 건물의 에너지 및 환경부하를 절감하는 기술 - 환경부하 및 오염 배출이 적은 건축자재 및 생산기술 - 에너지절감 건축 신소재 기술 - 탄소 원단위가 낮은 건축자재 및 생산 기술
건물에너지 제어 및 관리를 위한 IT 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 건물에너지 정보화 기술, LED 조명, 자동제어장치 등을 이용하여 건물의 에너지를 절감하는 기술 - 건물에너지/환경 수요 예측 기술 - 에너지 인지 기반 건물에너지 설계 및 관리 시스템 기술 - 친환경/ 에너지 센서 기술 - 건물 공간 지능화/네트워크 기술 - 건물에너지 서비스 프레임워크 기술
에너지 자립형 건물 구현기술 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 자연지반의 보온, 생태 면적율의 확보, 미기후의 활용, 빗물의 순환 등 건물 외부의 생태적 순환기능의 확보를 통해 건물의 에너지 부하를 절감하는 기술 - 그린빌딩, 그린홈 구현 설계 및 시공기술 - 건물기술과 에너지 기술의 모듈화 및 융복합 기술

제 3 장

제로에너지주택 정책 및 건설 동향

제1절 국내 정책 동향

제2절 국내 건설 동향

제3절 해외 건설 동향

제3장 제로에너지주택 정책 및 건설 동향

제1절 국내 정책 동향

1. 국내 정책적 방향 및 지원사업

1) 국내 정책적 방향 및 제도 유형

저탄소녹색성장 기본법에서는 건축에 관련된 저탄소 녹색성장기본법의 조항을 마련하여 건축분야 정책 및 기술관련 미래전략을 수립하고 정책로드맵 수립을 통한 실현의지가 표명하고 있다. 또한, 기술 로드맵 수립으로 국가기술경쟁력을 강화시키고자 하는 정책 방향(기술)을 내세우고 있다.

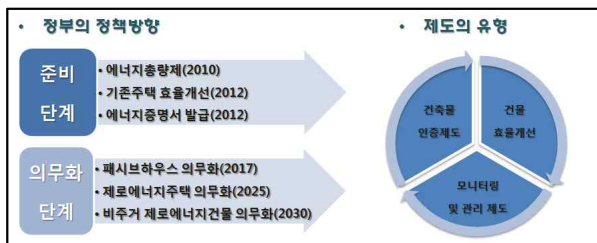
한편, 정부는 2010년부터 공공시설 에너지총량제를 시행하고, 2012년까지 노후 주택 19%의 에너지 효율개선 40% 달성을 목표로 하고 있다. 또한 2012년부터 에너지 증명서 발급이 의무화된다. 이후 2017년까지 패시브하우스 의무화, 2025년까지 제로에너지주택의 의무화 및 비주거부문 제로에너지건물 단계별 의무화, 2030년까지 비주거부문 제로에너지 건물 보급화를 목표로 하고 있다.

또한, 에너지절약 측면에서 친환경주택 건설을 법제화하였다. 그 내용으로는 20세대 이상의 공동주택을 건설하는 경우에 에너지를 절감할 수 있는 기술을 이용하여 주택의 총 에너지사용량 또는 총 이산화탄소배출량을 절감할 수 있는 에너지절약형 친환경주택으로 건설하는 것이다(주택건설기준 등에 관한 규정 제64조, 2009년 10월 신설). 그리고 신축건축물에 한해 시행되는 녹색인증제(친환경인증, 에너지

1) 녹색산업 지원육성을 위한 시책 정비(제23조), 녹색기술 연구개발 및 사업화, 전문인력 양성 및 국제협력(제26조), 녹색기술, 녹색산업의 표준화 (제32조), 가정, 상업 등 부문별 에너지 목표관리제 도입(제42조 4항, 5항), 기후변화 대응 탄소통계, 통계관리 및 배출권제도 도입(제43조~46조), 녹색국토 기본원칙에 대응, 에너지자원자립형 탄소중립도시 조성(제51조), 녹색건축물 확대 관련 녹색건축물 설계기준, 등급제 및 배출량 관리(제54조)
2) 2009년 11월 5일 대통령직속 녹색성장위원회 장기로드맵 이후 수정보완한 반영

효율등급 인증)가 향후 기존 건축물로 확대되어 적용될 것이다(국토해양부 자료, 2011년 6월). 2011년 하반기부터 친환경인증·에너지효율등급 인증의 적용대상을 기존건축물까지 확대할 계획이고 에너지효율등급 인증을 의무적으로 받아야 하는 대상 건축물도 단계적으로 확대하여, 2020년까지 모든 건물을 대상으로 할 계획이다.

현재의 제도의 유형은 크게 건축물 인증제도, 건물효율 개선사업, 모니터링 및 관리제도도 나눌 수 있으며, 정부의 목표를 달성하기 위해서는 제각기 시행되고 있는 제도들을 건물이 유형과 여건, 저감목표에 맞도록 세부 단위프로그램을 조합하여 최적화할 필요가 있다.



[그림 3-1] 정부의 정책방향 및 제도 유형

제도 유형중 건축물 인증제도는 신재생에너지 건축물 인증제, 건물에너지 효율등급 인증제, 친환경건축물 인증제가 있다. 이는 인증기능을 가질 뿐만 아니라 개선 시 에너지 소비 효율 및 CO2 배출 효율을 평가하는 기능도 가지고 있다. 또한 건물주나 사용자 입장에서는 임대·매매 시 활용 가능하며, 현재 거주하는 주택의 에너지효율 기능을 파악할 수 있게 한다. 건축물 인증제도 활성화를 위해 기존건축물 에너지 인증대상을 단계적으로 확대하고, 세계각진, 재정지원 등 다양한 인센티브

3) (11) 업무용/단독주택 시범운영 -> (13) 공동주택 -> (15) 소형건축물 -> (20) 모든 건축물로 확대

로 민간의 적극적인 참여 유도하기로 하였다.

건물에너지 효율개선을 위해 실제 기존 및 신규 그린홈 100만호 사업으로 진행되고 있으며, 그 외 공공청사의 그린오피스, 그린캠퍼스, 부문별 에너지이용 합리화 사업이 있다.

모니터링 및 관리제도는 에너지절약계획서, 에너지소비총량제, 에너지소비증명서, 공동주택에너지무절감률 강화 등이 있다. 정부에서는 에너지 절약 계획서 제출대상을 모든 용도로 확대하고 허가기준도 강화(12)하기로 하였다. 허가 시 에너지 성능점수를 60점에서 65점으로 상향하고 건축허가 및 시공과정에서 이행여부 철저히 확인하도록 하고 있다. 에너지소비총량제에서는 건축물의 각 부위별(창호, 벽, 바닥 등)기준에서 전체 에너지사용량 기준으로 개선(11.07)하기로 하고 대형건축물을 대상으로 우선시행하며, '20년까지 모든 건축물로 대상을 확대하기로 하였다. 또한 부동산 거래시 에너지소비 증명서 첨부제도를 단계적으로 도입(12-)하고 제도 활성화를 위해 부동산 감정평가제도 등과 연계추진하기로 하였다. 공동주택 에너지의무절감률 강화를 위해 '12년부터 단계적으로 에너지절감률을 강화(15)하고 에너지소비율 30% 절감이란 보급자리 공동주택 건설하기로 하였다.

- 4) 2011년 07월부터 "국도해양부 고시" 및 "서울시 방침"에 의해 적용 시행하는 건축물의 에너지 소비 총량을 관리하는 제도로 건축물에서 사용하는 에너지량이 일정기준 이하가 되도록 에너지소비량을 관리하는 제도. 기존 '에너지절약계획서'는 에너지성능지표(EPI)기준에 따라 건축물을 계획하게 함으로써 건축가의 자율적인 설계를 제약하는 요인으로 지적. 하지만 이런 개정을 통해 에너지소비총량제 기준에 부합한다면 에너지성능지표(EPI)와 같은 점수에 구매받지 않는 자율적인 설계가 가능.
- 5) (12) '09년 수준 대비 30%감축 -> ('17) 60%감축 -> ('25) 100%감축, '20년까지 그린홈 200만호 건설(연간 20~25만호 규모)
- 6) 단열성능향상, LED조명, 고효율보일러, 태양열 냉난방 설치 등

- 27 -

2) 리모델링 가이드라인 및 지원사업 현황

(1) 건축물 용도별 그린 리모델링 가이드라인 제시(11~)

업무, 판매, 숙박, 학교, 공동 및 단독주택, 복합 등이 대상이 되며, 공동주택 개보수시 필요한 에너지 성능기준을 제시(11)하고, 고효율 에너지기자재(보일러, LED 등) 사용을 유도하고 있다. 또한 공공청사의 그린 리모델링 가이드라인(11)을 마련(12)하고 시범사업(부처 소속기관 청사) 추진하고 있다.

(2) 주택 개보수 사업의 그린홈화 지원

공공임대주택에 대하여 그린홈화 사업 확대하여 15년 이상된 공공임대주택 28만호에 대하여 '16년까지 완료추진('11년 5만호)하기로 하였다. 일반 분양아파트의 경우 에너지절약 개보수를 위한 장기수선충당금 추가로 확보(최소적립기준 마련, '11.9)하였다. 노후주택을 에너지절약형으로 개보수하는 경우 주택기금 지원(세대당 1,400만 원 이내, 연3% 3년 일시상환)제도가 있다. 이는 기존 노후주거지를 에너지 성능이 향상되도록 합벽/블록형 등 현지개량을 유도하여 도시재생사업으로의 발전을 기하고, 노후된 한옥을 에너지절약형으로 개보수되도록 지원하고자 하는 목적을 가지고 있다.

(3) 그린 리모델링에 대한 지원방안 강구

'20년까지 노후건축물의 약 30%(약 20만동)를 그린리모델링 추진하고 금융기관 등에서 대출원금을 조달하여 저리융자를 위한 예산지원 방안 등을 검토하기로 한다. 그린 리모델링 촉진을 위해 재실 리모델링을 활성화하고, 도심 혼잡지역의 지하주차장 용도변경 부분허용 등 추가적인 인센티브도 검토하고 있다.

7) 공공건축물의 신축 및 리모델링시 주변환경을 훼손하지 않고 친환경 에너지효율 등을 고려하여 시행토록, 자재, 공법 등 사업관리 전반에 걸친 종합가이드라인

- 28 -

2. 연구개발 동향 및 효율개선 사업

1) 연구개발 동향

현재 국내에서 연구개발되고 있는 프로젝트 현황은 <표 3-1>과 같다.

2005년 교육과학기술부와 한국과학재단에서는 세계 수준의 친환경적인 고층건축물 실현연구가 2014년까지 9년간 진행되고 있으며, 2006년~2011년까지 국토해양부에서는 저에너지 친환경 공동주택 요소기술 개발과 사업화 모델구축을 위한 연구를 추진하고 있다.

지식경제부에서는 2007년~2010년간 통합운영 저에너지 건물기술개발을 추진하였고, 국토해양부에서는 2008년~2013년간 IT 기술과 친환경도시/건축기술을 조합한 미래지향적 새로운 도시창출에 대한 연구를 진행하고 있다.

국토해양부에서는 2009년에서 2014년까지 5년간 수직도시공간으로서 초고층 복합빌딩의 핵심기술 자립화에 대한 연구를 추진 중에 있으며, 산업기술연구회에서는 2009년~2013년간 화석에너지 사용을 최소화하는 제로카본 그린홈 주택의 실용화에 대한 연구를 추진 중에 있다.

<표 3-1> 국내 관련 연구개발 프로젝트 현황

구 분	내 용
친환경 저층형 건축물 개발, 교육과학기술부 한국과학재단	- 2005년 7월부터 2014년 6월의 9년간 인간 삶의 질 향상을 목적으로 건축기술 융합으로 세계 수준의 친환경적인 고층건축물 실현에 대한 연구 프로젝트를 한양대학교에서 주관하여 추진
저에너지 친환경 공동주택기술개발, 국토해양부	- 2006년 10월부터 2011년 9월의 5년간 저에너지 친환경 공동주택 요소기술 개발과 사업화 모델 구축을 통한 지속가능한 건축시스템구축에 대한 연구 프로젝트로 연구비 248억 원을 투자하여 연세대학교에서 주관하여 추진
통합운영 저에너지 건물기술개발, 지식경제부	- 2007년 10월부터 2010년 9월의 3년간 에너지 환경대응형 외피 장치/공조시스템의 융복합 기술 및 모듈화 기술개발과 단위 요소 기술간 융복합 및 융복합 기술간 다중융복합 기술개발주력에 대한 연구 프로젝트로 연구비 86억 원을 투자하여 에너지기술연구원에서 주관하여 추진
U-Eco City 사업단, 국토해양부	- 2008년 11월부터 2013년 4월의 약 5년간 IT기술과 친환경도시/건축기술을 조합하여 경쟁력 있는 미래지향적 새로운 도시 창출에 대한 연구 프로젝트로 연구비 1,100억 원을 투자하여 LH공사에서 주관하여 추진
초고층복합빌딩 사업단, 국토해양부	- 2009년 4월부터 2014년 10월의 약 5년간 지속가능한 수직도시공간으로서 초고층 복합빌딩의 핵심기술 자립화를 통한 해외시장 선도에 대한 연구 프로젝트로 연구비 1,450억 원을 투자하여 RIST에서 주관하여 추진
제로카본 그린홈 개발, 산업기술연구회	- 2009년 7월부터 2013년 6월의 4년간 열손실 최소화 및 신재생에너지 통합으로 화석에너지사용 최소화 제로카본 그린홈 주택 실용화에 대한 연구 프로젝트로 연구비 150억 원을 투자하여 한국건설기술연구원에서 주관하여 추진

국내의 제로에너지빌딩의 개발동향을 정리하면 <표 3-2>와 같다.

미국 등 선진국은 ZEB에 대한 상당한 수준의 기술과 노하우(Knowhow)를 보유하고 있으며, 상대적으로 우리나라의 경우 H/W는 선진국과 유사한 수준을 확보하고 있으나, 효율화와 최적운영 측면에서 선진국과 기술적 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다.

우리나라의 경우 정부에서 저탄소 녹색성장에 대한 적극적인 추진으로 친환경에너지 관련기술 및 엔지니어링 기술개발이 최근 가속화되고 있으며, 향후에도 지속적으로 가속화될 것으로 예상된다.

한편 미국 DOE에서는 초단열소재, 진공단열창, 스마트창호 등 건물외피의 단열 성능 강화방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 같은 활발한 연구에 기초하여, 주거용건물의 경우 2020년까지 Zero Net Energy화 하고자 하고 있다.

유럽 국가의 경우 고효율 창호와 진공을 이용한 초단열패넬 기술개발을 적극 추진하고 있으며, 일본도 기존 창호에 비해 성능이 향상된 단열창과 진공단열패넬 관련 연구를 활발히 진행하고 있다.

선진국의 경우, 자립형 또는 제로에너지 수준의 건물을 구체적으로 구현하기 위한 NZEBs(Net Zero Energy Buildings) 프로젝트를 추진 중에 있다.

<표 3-2> 국내의 제로에너지빌딩의 개발동향

구분	내용
기술현황	<ul style="list-style-type: none"> - ZEB 관련 기술은 특성에 따라 소재 중심의 Passive 기술과 열원, 공조 등 제어요소를 포함한 Active 기술로 분류되며, 양 기술의 병행 도입이 필수적이고 최근 신재생에너지원의 적극적 도입도 하나의 추세임 - 미국, 일본, 유럽 등 선진국은 ZEB를 일찍부터 준비하고 있으며, 상당한 수준의 기술과 Knowhow를 확보하고 있음 - 국내는 H/W는 해외와 유사한 수준을 확보하고 있으나, 효율화와 최적운영 측면에서는 상당한 기술 격차를 가지고 있음 - ZEB의 보급 자체는 경제성의 한계가 있으나, 관련 요소기술은 적극적으로 보급되고 있으며, 최근 Energy Management System에 대한 관심이 고조되고 있음
국내동향	<ul style="list-style-type: none"> - 정부의 저탄소 녹색성장 추진에 의한 국내 친환경 저에너지 관련 기술 및 엔지니어링 기술 개발이 가속화될 것으로 전망 - APP 등 국제적 연계 프로젝트가 활성화되고 있으며, 동 기술 분야의 글로벌 스탠다드가 ISO등을 중심으로 추진 중, 그러나 저급 수준의 기술력을 유지할 경우, 국내 기술의 해외진출보다는 해외기술의 국내 진출이 오히려 강화될 가능성이 크기에 원천 기술을 포함한 친환경 저에너지 건축 기술의 개발이 시급한 실정 - 고효율 외피 시스템의 융복합 기술은 외피부하를 저감시키기 위한 고단열벽체, 고효율 창호 등에 대한 수요가 증가하고 있고 특히 창호의 경우 에너지소비효율 등급제도 도입 등이 예상되는 바, 고단열, 고기밀 창호에 대한 다양한 기술개발과 수요가 증가하고 있음 - 열교환/환기효율 향상기술은 최근 고효율 오피 및 공조기술과 융복합 형태로 기술개발이 이루어지고 있음 - 대형빌딩 위주로 공조/냉난방(HVAC: Heating Ventilation Air Conditioning), 조명, 전력 등의 분야에 다양한 빌딩자동화시스템(BAS) 설비 및 이를 제어하기 위한 빌딩자동화 제어 서버를 구축하여 빌딩단위로 운영 및 관리하고 있는 기술이 활용되고 있음 - 국내에서는 설비 자동제어, 전력 자동제어, 조명 자동제어, 재난 상황 관제를 위한 BAS(자동제어), FMC(시설관리), EMS(에너지관리) 등을 통하여 초기단계의 빌딩에너지 관리가 이루어지고 있음

<표 3-2> 국내외 제로에너지빌딩의 개발동향(계속)

구분	내용
국외동향	<ul style="list-style-type: none"> - 미국 DOE에서는 초단열소재, 진공단열창, 스마트창호 등 건물외피의 단열성능 강화방안 연구에 박차를 가하고 있으며 이에 주거용 건물은 2020년까지, 비주거용 건물은 2025년까지 Zero Net Energy에 도달하려는 건축기술(Building Technology Program, BTP) 추진 중에 있음 - 유럽 국가에서는 고효율 창호와 진공을 이용한 초단열패널 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 현재 사용을 위한 제반 양산설비 기술개발을 추진하고 있음 - 일본은 기존 창호에 비해 성능이 2-3배 향상된 단열창과 진공단열패널을 적용한 Zero Emission House 시범건물을 건축하고 관련 기술개발에 박차를 가하고 있음 - 주요 선진국의 경우 빌딩최적화 및 고장전단기술의 공동개발 및 결과의 공유 등을 통해 기술의 현장적용 및 확산이 빠른 속도로 이루어지고 있음 - 현재 미국, 캐나다, 호주, 일본 및 독일 등을 중심으로 자립형 또는 제로에너지 수준의 건물을 구체적으로 구현하기 위한 NZEBs(Net Zero Energy Buildings) 프로젝트 추진 중

2) 효율개선사업 현황

(1) 기존주택의 그린홈화 사업

연도별로는 2009년 20만호, 2010년 20만호, 2011년 30만호 그리고 2012년 30만호의 그린홈화를 계획하고 있다(국토해양부, 2009). 또한 부분 개보수, 전면 리모델링, 재개발·재건축 등을 통한 기존주택의 에너지 효율성을 강화하고자 한다. 그 내용으로 영구임대·50년 임대에 대해 입주계층(기초생활수급자 등) 등을 감안하여 에너지 효율화 개보수비용을 정부가 지원하고 재개발·재건축 주택에 대해 신축 주택과 동일한 에너지 성능을 적용하며, 지속적으로 성능을 강화토록 한다. 또한 리모델링을 추진하는 공동주택에 대해 일부 재정지원 또는 저리융자 방안을 검토한다. 2010년 7월 기준, 국토해양부는 한국토지주택공사(LH)의 노후 영구임대주택 7개 단지, 8,808세대를 에너지 절약형 주택으로 리모델링(그린홈) 중에 있다.

대전시 그린홈 보급실적을 살펴보면, 2004년 전국 301호중 1호에서 2006년 64호로 전체의 1.07% 그리고 2008년까지 전국 23,640호의 0.90%인 213호가 건설되었다.8)

<표 3-3> 대전시 그린홈 100만호 보급사업 추진 현황

구분	보급호수(호)			보조금(백만 원)			보급용량(kW)		
	전국	대전	(%)	전국	대전	(%)	전국	대전	(%)
합계	23,640	213	0.90	168,921	3,311	1.96	30,204.8	617.1	2.04
2004	310	1	0.32	6,300	25	0.40	770.6	3.0	0.39
2005	907	14	1.54	15,763	278	1.76	2,355.9	41.5	1.76
2006	5,964	64	1.07	48,920	1,167	2.39	7,337.3	177.0	2.41
2007	7,317	56	0.77	48,996	818	1.67	9,246.0	162.6	1.76
2008	9,142	78	0.85	48,942	1,023	2.09	10,496	233	2.22





8) 대전광역시 신재생에너지 보급계획(대전광역시, 2010년)

(2) 신규 그린홈 100만호 사업

그린홈 100만호 보급사업이란 2020년까지 신재생에너지 주택(Green Home) 100만호 보급을 목표로 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신재생에너지를 주택에 설치할 경우 설치 기준단가의 일부를 정부가 보조하는 사업이다. 그린빌리지(Green Village) 사업은 마을단위(10가구 이상, 아파트 등 공동주택 포함)에 신재생에너지를 설치하는 경우 설치비의 일부를 보조·지원하는 사업이다. 지원대상은 단독주택 및 공동주택으로 1단계(2009~2012년) 10만호, 2단계(2013~2016년) 30만호, 3단계(2017~2020년) 60만호 보급을 목표로 설정하고 있다.

주택의 유형으로 태양광주택, 태양열주택, 지열주택, 소형풍력주택, 연료전지주택 등이 있다. 2010년 6월 기준 태양광 주택은 45,097호, 태양열주택은 4,831호 그리고 지열주택은 305호가 보급되어 있는 상태이다.

<표 3-4> 그린홈 실증단지 조성

구분	내용	
<p>공동주택 실증단지</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 강남 세곡 보금자리지구 200세대 규모로 조성 : 공모(6월), 입찰(8월), 착공(12월) - 기존 공동주택 대비 60% 이상 에너지 절감(보금자리주택의 2배 수준) : 창호 및 외벽을 통한 열손실 최소화, 신재생에너지이용 극대화 예) 고단열 창호, 외단열시스템, 하이브리드 환기, 콘덴싱보일러, LED, 태양광, 태양열 등 - 기존 에너지 절감형 주택과 차별화된 디자인 도입 : 자연훼손을 최소화하고 주변환경과 조화되는 친환경 디자인개념 도입 	 
<p>단독주택 실증단지</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 경기도 용인시 흥덕 택지개발지구 내 52세대 : 건축경연방식으로 공모(6월), 착공(8월) - 기존주택 대비 최소 70% 이상 에너지 절감 : 난방비 90% 이상 절감, 태양광/태양열 등 신재생에너지 도입 - 영국의 베트제드, 독일의 프라이부르크 주거단지 성능기준 상회 	 

제2절 국내 건설 동향

1. 대전 죽동 제로에너지주택

1) 개발방식 및 특징

국내 최초로 민간주도로 건설된 실거주 제로에너지주택(E-plus House 죽동 제로 에너지 하우스)이며 세대당 200㎡내외의 면적을 가진 2.5층 높이의 단독주택이다.

총 6세대로 일반 목조 구조이며, 에너지 자립율은 80~90%를 목표로 하고 있다. 또한 사용 에너지를 모두 전기로 공급하고 있다.



[그림 3-2] 죽동 제로에너지주택

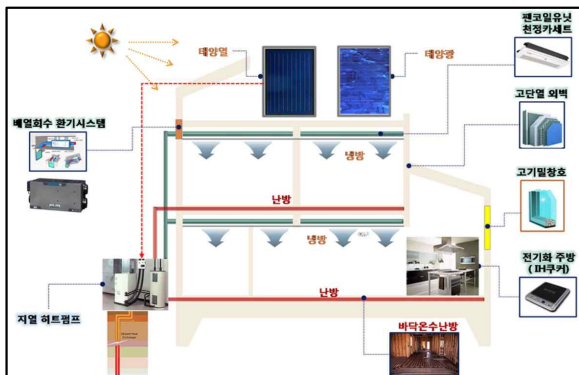
<표 3-5> 죽동 제로에너지주택 절감 비교표

구분	일반 주택	죽동 제로에너지주택	죽동주택 +지열	죽동 +지열+태양광
부하량 (Kwh/y)	43,644	15,065	10,359	6,353
원단위 (Kwh/m ² /y)	225	78	53	33
절감률 (%)	100	65.5	76.3	85.4

* 시공사측에서 제공한 자료로 검증되지 않음.

2) 핵심적용기술

단열을 위한 외피시스템, 창호시스템(삼중유리), 배열회수 환기시스템(저소음 저전력 고효율), 고효율 지열연계시트펌프시스템(GSHF), 태양광발전시스템, 모니터링 디스플레이가 적용되었다.



[그림 3-3] 죽동 제로에너지주택의 핵심적용기술

2. 금산 추부면 제로에너지주택

1) 개발방식 및 특징

민간차원에서 시도된 제로에너지하우스로 현재 거주하지 않는 모델하우스(에너지월드 The Best House) 형태이다. 태양에너지(태양열, 태양광)를 설치하여 전기, 온수, 난방을 위해 필요한 전기에너지, 열에너지를 생산, 보관, 사용하였다.

에너지 효율이 우수한 고단열, 고기밀성 건축 자재로 시공하여 에너지 낭비요소를 사전에 차단하였다. 기존의 고비용 고온 난방을 대체하기 위해 특수하게 개발된 에너지 절약형 바닥재를 사용하여, 기존 난방에너지의 20~30%로 가능한 저온 난방용 강화마루 자재를 사용하였다.



[그림 3-4] 금산 제로에너지주택

<표 3-6> 금산 제로에너지주택 경제성 비교표

구분	일반 주택	금산 제로에너지주택
난방비용	월 90만 원 ~ 150만 원 - 기름보일러 800~1,200리터 - 난방유 가격 200리터 30만 원	450만 원 ~ 750만 원 절약 (5개월 기준)
취사비용	월 5만 원 ~ 10만 원 - 가스 및 전기 사용 시	연간 60만 원 ~ 120만 원 절약 (12개월 기준)
냉방비용	추가 전기료 10만 원 ~ 20만 원 - 하절기 에어컨 사용(누진세)	30만 원 ~ 60만 원 절약 (3개월 기준)
전기요금	월 전기요금 6만 원 ~ 30만 원 - 일반 전등, PC, TV 등 가전제품, 사용	연간 72만 원 ~ 360만 원 절약 (12개월 기준)

* 시공사측에서 제공한 자료로 검증되지 않음.

2) 핵심적용기술

(1) 태양열 진공관 내부 집열장치

기존 태양열 진공관은 열매체를 이용하는 유관식과 직수를 이용하는 수관식으로 종류가 구분 된다. 여기서 직수가 바로 들어가는 수관식은 상대적으로 열효율이 높으므로 자주 사용하게 되는데 진공관 파손 시 즉시 보수하지 않으면 안되는 단점이 있다. 이를 보완하기 위한 장치로 순간의 높은 열을 이용하면서 파손 시 곧바로 보수하지 않아도 시스템 사용에 지장을 주지 않도록 고안된 새로운 진공관 이용 방식 태양열 기기 이다.

(2) 태양열 진공관 내부 양방향 히트파이프 이용 장치

본 집열기는 양방향 접부를 통해 기존 방식보다 더 신속하게 열을 전달하여 보다 빠른 열 이용을 용이하게 하며 겨울 난방용과 산업용으로 용이하게 사용하도록 고안된 세계최초 양방향 히트파이프 이용 장치이다.

(3) 양방향 U관식 태양열 이용 장치

양방향 U관식은 일자형이므로 순환에 저항을 받지 않으므로 상대적으로 적은 용량의 모터를 사용할 수 있어서 효율이 좋고, 순환이 자연스럽고 빠르므로 태양열을 효율적으로 이용할 수 있는 장점이 있다.

(4) 전기와 열을 생산하는 펜스 장치

주택의 주변 펜스를 이용하므로 상대적으로 넓은 태양광, 태양열 기기를 설치할 수가 있어 일조량이 부족한 주택도 충분한 자연 에너지를 얻을 수 있는 장치이다.

(5) 계단식 발전 시스템

지하철역, 육교 등 사람이 많이 오르내리는 계단을 이용하여, 밟고 오르내릴 때 발생하는 Pumping력으로 전력이 생산되도록 고안된 장치이다.

(6) 반사판을 이용한 고효율 집열 진공관

겨울철 일조량이 적거나 지붕 위 설치 공간이 작아서 많은 에너지를 얻기 어려울 때 작은 공간에서도 상대적으로 많은 에너지를 얻을 수 있도록 고안된 태양열 기기로 기존 태양열기기 보다 3~5배 더 많은 열량을 생산하는 장치이다.

(7) 태양열 진공관 고정 보호 장치

실리콘을 이용한 특수 패킹 장치로 고온에 잘 견디면서 진공관의 안전한 고정 및 탈부착이 용이하도록 하여 작업 효율을 높이고, 진공관 고정 시 누수를 완벽하게 막아주어 태양열기기의 설치 및 유지, 보수 관리의 비용을 절감하여 태양열 설비의 운영 효율을 극대화시킨 장치이다.

(8) 다원다층 통합 태양열 열교환 이용 장치

각각의 설치 거리나 높낮이가 다른 장소에 서로 다른 태양열 기기를 설치하였어도 하나로 간단히 통합하여 각각의 열교환 장치를 설치하지 않고서도 효율적으로 사용할 수 있도록 연구, 고안된 장치이다.

3. 홍보관 및 비주거형 건물 현황

국내에서는 에너지기술연구원(KIER)내에 위치하고 있는 제로에너지 솔라하우스(ZeSH) 2채가 건설되었으나 실제 거주는 하지 않고 있다.


ZeSH I는 2001년에 건설된 냉난방 및 급탕으로 태양열 및 지열을 활용한 열에너지 자립형 제로에너지하우스이다. ZeSH I는 열 부하, 난방 및 급탕의 70% 이상 자립을 목표로 하였다.

ZeSH II는 2008년에 완공되었으며 전기에너지를 자립할 수 있도록 태양광을 추가로 설치하였다. ZeSH II는 열부하, 난방 및 급탕 및 전기부하의 70% 이상 자립을 목표로 하고 있다.

비주거형 건물 최초로 에너지 자립을 목표로 건설된 건물은 국립환경과학원의 기후변화연구동이다. 기후변화연구동은 탄소제로형 제로에너지빌딩을 구현하였다는 점에서 의의가 있으며, 100% 이상의 에너지자립률을 목표로 하고 있다.

이 밖에 에너지기술연구원에 지하 1층 지상 5층의 시범빌딩이 건축되어 있으며, 광주광역시 조선대 태양열 홍보관은 목재, 알루미늄, 베이스판넬로 외피를 마감하고 창호는 칼라복층유리로 건축되었다.

<표 3-7> 국내 제로에너지빌딩 현황

개 요	전 경
○ ZeSH I - 위치 : 대전, KIER - 규모 : 지하 1층, 지상 2층 - 건축면적 : 92.93m ² - 연면적 : 263.37m ² - 구조 : 철근콘크리트 - 성능목표 : 열 부하, 난방 및 급탕 70%이상 자립	

개 요	전 경
<ul style="list-style-type: none"> ○ ZeSH II - 위치 : 대전, KIER - 규모 : 지하 1층, 지상 2층 - 건축면적 : 103.86m² - 연면적 : 276.17m² - 구조 : 철근콘크리트 - 성능목표 : 열 부하, 난방 및 급탕 및 전기부하(콘센트, 조명, 동력)의 70%이상 자립 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화연구동 - 위치 : 인천, 국립환경과학원 - 규모 : 지하 1층, 지상 2층 - 대지면적 : 3,075.00m² - 건축면적 : 1,140.47m² - 연면적 : 2,449.24m² - 구조 : 철근콘크리트 - 의의 : 탄소제로형 제로에너지 빌딩 구현 - 성능목표 : 에너지자립률 100%이상 성능 구현 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 시범빌딩 - 위치 : 대전, KIER - 규모 : 지하 1층, 지상 5층 - 건축면적 : 418.66m² - 연면적 : 1,859.24m² - 구조 : 철근콘크리트 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 조선대 태양열 홍보관 - 위치 : 광주 - 규모 : 지하 1층, 지상 2층 - 건축면적 : 3,869.23m² - 연면적 : 6,478.10m² - 구조 : 철근콘크리트 - 외피마감 : 목재판넬, 알루미늄 판넬, 베이스 판넬 - 창호 : 칼라복층유리 	

제3절 해외 건설 동향

1. 일본 제로에너지주택 사례

1) 주거용 건물

일본의 제로에너지주택으로는 다이와 하우스(Daiwa House), JX 닛코우 석유에너지주택, 세키스이하우스 등이 있다.

다이와 하우스는 태양광 발전시스템, 외단열 등의 외벽 그리고 고효율 급탕기 등의 시설을 갖추고 있다. 다이와 하우스는 일반 주택과 비교하여, 169%의 연간 광열비 감소 그리고 106%의 연간 CO₂ 배출량 감소효과를 나타내고 있다.



JX 닛코우 석유에너지주택은 태양광 및 풍력 발전, 리튬이온축전지 등의 설비를 갖추고 있으며, 특히 홈 에너지 매니지먼트 시스템으로 전력사용 상황을 가시화하였다.

세키스이하우스는 태양광 발전과 연료전지 및 고효율 단열재를 이용한 에너지 절약형 주택이다.

<표 3-8> 일본 제로에너지주택 현황

개 요	전 경
<ul style="list-style-type: none"> ○ 다이와 하우스(Daiwa House)⁹⁾ - 태양광 발전 시스템 - 외단열, 통풍·환기성능의 외벽 - 고효율 급탕기 - 일반 주택과 비교해서 연간 광열비를 약 169% 감소 - 지붕에는 바람의 흐름을 발생시키는 사이드 윈도우를 설치하여, 냉방에너지 지감에 이용 - CO₂ 배출량을 연간 약 106% 삭감 	

9) <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/84/index.shtml>

<ul style="list-style-type: none"> ○ JX 닛코우 석유에너지주택(2010)¹⁰⁾ - 태양광 발전 및 풍력 발전과 리튬이온축전지를 이용 - 가정 내의 전력 부하에 따라 기기의 발전 및 충전 방전을 제어 - 연료전지의 이용 - 홈 에너지 매니지먼트 시스템을 통하여 전력 사용 상황을 가시화 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 세키스이하우스(2009)¹¹⁾ - 이바라키현 타가군 - 태양광 발전 - 연료전지의 이용 - 고효율 단열재 사용 - CO₂ 배출의 저감 	

2) 비주거용 건물

일본의 대표적인 비주거용 제로에너지빌딩은 이바라키현 제로에미션 하우스, KohokuNT Earth port 그리고 에코폴리스 센터 등이 있다.

이바라키현 제로에미션 하우스는 상업용 건물로서, 대용량의 기와일체형 태양광 발전시스템과 가정용 연료전지를 갖추고 있으며, 지붕 녹화를 실시하였다. 또한 실내 모니터를 통해 태양열 발전량을 확인할 수 있다.

KohokuNT Earth port는 1996년에 준공된 연상면적 5,645㎡의 사무소로서, 태양열, 가스엔진 등을 이용한 에너지 절약시스템과 자연 채광을 활용한 차세대 조명 제어 시스템을 갖추고 있다.

에코폴리스 센터는 지하 2층~지상 3층 규모이며, 자연과의 조화를 테마로 하여 채광·통풍·에너지절약을 고려하여 설계되었다.

10) <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/132/index.shtml>
 11) <http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/building/news/20090407/531806/?ST=print>

<표 3-9> 일본 제로에너지빌딩 현황

개 요	건 경
<ul style="list-style-type: none"> ○ 이바라키현 제로에미션 하우스¹²⁾ - 상업용 건물 - 대용량의 기와 일체형 태양광 발전 시스템 - 가정용 연료 전지 - 녹화 지붕 - 고단열·기밀 사양의 건물 등 - 실내 모니터를 통한 태양열 발전량 확인 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ KohokuNT Earth port(1996)¹³⁾ - 준공 : 1996년 - 연상면적 : 5,645㎡ - 용도 : 사무소 - 태양열, 가스 엔진 CCS의 폐열, GHP 폐열을 이용한 에너지 절약 및 CO₂ 공기조절 시스템 - 태양광 발전과 가스 엔진 CCS 등을 조합한 전력 통합 제어 시스템 - 자연 채광을 활용한 차세대 조명 제어 시스템 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 에코폴리스 센터(2009)¹⁴⁾ - 개실 : 평성 7년(1995년) - 연상면적 : 3,712.43㎡(지하 2층~지상 3층) - 부지면적 : 1,846.6㎡ - 자연과의 조화를 테마로, 채광·통풍·에너지 절약에 배려해 설계 - 태양전지, 태양광 집열기 이용 - 가스 터빈 발전기, 빗물 저수조 	

12) <http://www.sekisuihouse.com/zeh/>
 13) <http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20100203-01.html>
 14) <http://www.ita.ed.jp/ecopolis/ecopoliscenter/intro/intro.html>

2. 해외 공동주택형 제로에너지주택 사례

외국의 대표적인 공동주택형 제로에너지주택은 미국의 Melose 5와 영국의 Rural ZED 그리고 일본의 Pal Town이 있다.

미국의 Melose V는 63가구를 포함하는 5층 규모이며, 뉴욕주 최초로 LEED 최상등급인 Platinum 인증을 받았다. 이 주택은 소형풍력발전과 Micro CHP(영병합발전)을 도입하였다.

영국의 Rural ZED는 영국 최초로 상용화된 주택모델이라고 할 수 있으며, 그린루프, 풍력터빈, 태양열 급탕, 태양광발전 등을 도입하였다.

한편 일본 군마현 오오타시에 위치하고 있는 Pal Town은 700세대 규모이며, 태양광 발전시스템을 보급하고 있다. 한편 Pal Town은 2-5년 실험기간을 종료한 이후 설비를 무상 양도할 계획이다.

<표 3-10> 해외 공동주택형 제로에너지주택 현황

개 요	전 경
<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 Melose V(2009)¹⁵⁾ - 63가구를 포함하는 5층 주택 - 면적 : 71,640제곱피트 - 뉴욕주 최초로 LEED 최상등급인 Platinum 인증 - 창호, 지붕, 외벽에 단열시공 - 소형풍력발전과 Micro CHP(영병합발전) 도입 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국 Rural ZED¹⁶⁾ - 최초의 영국 상용화모델 - 주택형 모듈식 목조구조 제로에너지하우스 - 그린루프, 풍력터빈, 태양열 급탕, 태양광 발전 등 도입 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본 Pal Town(군마현 오오타시)¹⁷⁾ - 태양광발전시스템의 보급 - 개발면적 40.9ha, 700세대 - 실험기간동안 태양광으로 얻은 전기는 각 가정에서 무료로 사용, 2-5년 실험기간 종료 후 설비 무상 양도 	

15) <http://www.equusdesign.com/web-pages/general.htm>

16) http://www.ruralzed.com/100225_lrg_brochure.pdf

17) http://neps.nef.or.jp/nen_back02.html

제 4 장

‘대전형 제로에너지주택’의 건설과제 및 방향

제1절 건설의 필요성

제2절 건설의 방향

제4장 '대전형 제로에너지주택'의 건설과제 및 방향

제1절 건설의 필요성

1. 광역자치단체 차원에서 역할의 필요

최근 많이 논의되고 있는 제로에너지주택이나 유사 주택유형은 주로 국가나 개인(민간)에 의해 주도적으로 추진·공급되고 있다. 국가에서는 그린홈과 같은 에너지 절약형 주택을 공급하고 있으며, 이러한 국가중심의 주택정책은 지자체의 여건을 충분히 반영하지 못한 상태에서 추진될 가능성이 높다고 할 수 있다.

한편 대전시에서 보면, 최근 유성구 “죽동 제로에너지주택” 등을 민간 주택개발업체가 건설·보급하고 있는 실정이다. 이와 같이 대전시 제로에너지주택 보급이 민간 주택개발업체에 의해 개별적으로 추진될 수 있으나, 이와 같은 개별적 추진보다는 대전시 차원에서의 계획적 추진이 보다 효율적이라고 할 수 있다.

즉 외국의 사례에서와 같이, 지방자치단체(대전시)에서 전체적인 가이드라인(Guideline)을 제시하고, 이에 따라 민간차원에서의 주택공급이 추진될 경우 보다 체계적인 공급이 진행될 수 있을 것으로 예상된다. 특히 이러한 가이드라인 및 전반적인 제로에너지주택 건설시책을 추진함에 앞서, 대전시에서 시범적으로 제로에너지주택(가칭 '대전형 제로에너지주택')을 건설하여, 제로에너지주택의 장점과 단점 그리고 과제 등을 도출하고, 추진할 경우 보다 실증적인 정책 추진이 가능할 것이다.

- 51 -

2. 에너지절약정책의 주요 요소로서 제로에너지주택

최근의 에너지절약적 도시 및 주택개발이 우리 사회의 지속가능성을 높여줄 것이라는 기대감에서 활발히 추진되고 있으며, 향후에도 지속적으로 추진될 것으로 예상된다. 비록 구체적인 추진수단이나 방법 등에서 변화가 있을 수 있으나, 기본적인 추진방향은 지속될 것으로 예측된다.

따라서 최근 정부에서는 '그린홈'이나 '제로에너지주택' 등과 같은 에너지 절약형 주택의 보급을 적극적으로 추진하고 있다. 구체적으로 정부에서는 2025년까지 제로에너지주택의 의무화 및 비주거부문 제로에너지건물 단계별 의무화 그리고 2030년까지 비주거부문 제로에너지건물 보급화를 추진하고 있다. 이러한 국가정책적, 사회적 흐름에 능동적으로 대응하기 위해서는 대전시 차원에서의 에너지주택 건설계획을 수립하고, 이를 계획적으로 추진할 필요가 있다.

특히 대전시는 2015년까지 신재생에너지 보급률 6%를 목표로 그린빌리지(그린홈 100만호 보급사업 중 10가구 이상의 단독주택 그룹 또는 공동주택에 신재생에너지 설비를 신청)사업으로 1천 500가구를 보급할 계획을 가지고 있다. 본 사업과의 연계하여 진행함으로써 신재생에너지 보급률 조기 달성을 꾀할 수 있다.

3. 대전시 도시경쟁력 강화

대전시의 경우, 제로에너지주택을 건설할 수 있는 여건 등이 성숙되어 있다. 즉 대전시에 소재하고 있는 대덕연구단지 내 다양한 연구기관이 입지하고 있으며, 특히 한국에너지기술연구원과 같은 에너지관련 연구소 등에서 에너지절약방안에 관한 연구를 진행하고 있다. 대전시가 보유하고 있는 잠재력(자원)을 효과적으로 이용하여, 가칭 '대전형 제로에너지주택'을 건설할 경우, 대전시의 아이덴티티(identity)를 높일 수 있으며, 이는 대전시 도시경쟁력 강화로 이어질 것으로 예상된다.

또한 이러한 신주거유형은 최근 건설되고 있는 세종시 주거환경과 대비하여, '대전시 주거환경의 경쟁력'을 갖출 수 있다는 점에서 긍정적인 효과가 있을 것으로 판단된다.

- 52 -

제2절 건설의 방향

대전시에 제로에너지주택을 건설하기 위해서는, 제로에너지주택의 위치, 규모 그리고 건설비용 등을 고려하여야 할 것이다. 이러한 제로에너지주택단지 건설의 주요한 요소를 검토해 보면 다음과 같다.

1. 주택의 유형 및 규모

‘대전형 제로에너지주택(가칭)’은 공동주택유형으로 건설함을 적극적으로 검토토록 한다. 단독주택 유형의 제로에너지주택은 최근 구체적으로 실현되고 있으므로, 공공차원에서 제로에너지주택을 좀 더 활발히 보급하기 위해서는 공동주택유형의 보급이 요구된다. 최근 공동주택 공급이 대전시 주택공급의 많은 부분을 차지하고 있으며, 당분간 많은 공동주택의 공급이 이어질 것으로 예측되기 때문이다.

한편 공동주택유형의 ‘대전형 제로에너지주택’은 제로에너지주택에 대한 선행 연구자료 및 실제 건설사례 등을 토대로 하여, 건설규모를 설정토록 한다. 또한 제로에너지주택은 향후 민간부문에서 주도적으로 공급해야한다는 측면에서 경제성도 면밀히 검토되어야 할 것이다.

현재의 기술력으로는 제로에너지주택의 자립율 100%를 달성하기도 불가능할 뿐만 아니라 비용대비 절감효과를 고려할 때 ‘대전형 제로에너지주택’의 에너지 자립 목표를 굳이 높게 잡을 필요는 없다. 주택 부하 구성비에 맞는 핵심 요소기술을 선별하여 적용함으로써 에너지 자립율 80~90%까지는 가능할 수 있다.

2. 주택의 입지

대전시에서 제로에너지주택을 시범적으로 건설할 경우, 신규지역과 기계발전인 정비지역에서의 건설을 고려할 수 있을 것이다.

신규지역에 건설할 경우, 그 대상지로는 도안신도시나 노은지역 등에 건설할 수

- 53 -

있을 것으로 보이며, 반면 정비지역에서도 건설의 규모·실행의 가능성을 고려한 입지선정이 가능할 것으로 보인다. 특히 향후 도시관리 차원에서 정비사업에 대한 관심과 지원이 지속될 것이라는 점에서 정비지역에서의 건설을 적극 검토할 필요가 있다고 판단된다.

또한 일정규모이상의 제로에너지주택을 건설할 때에는 분양과 관련된 대책도 세워야 하며 입지조건에 따라서는 수요자를 찾지 못할 가능성이 있다. 따라서 정부 및 지자체는 경제성(분양성)이 양호한 지역에 제로에너지주택을 건설하고, 또한 분양인센티브를 제공할 필요가 있다.

3. 건설비용

‘대전형 제로에너지주택’은 국비를 이용하여 건설함을 원칙으로 한다. 최근 국가에서 에너지절약형 주택 건설을 주도적으로 추진하고 있다는 점에서, 국비를 확보하여 주택을 건설하는 방안을 적극적으로 검토하도록 한다. 특히 전술한 바와 같이, ‘대전형 제로에너지주택’이 지역자원을 이용하고, 지역의 잠재력을 충분히 이용한 주택유형이라는 인식이 확산될 경우, 국비확보는 보다 용이해질 것으로 예상된다. 또한 신재생에너지설비를 설치할 경우 50%를 보조받을 수 있으므로 동시 적용 가능한 지원제도를 적극 활용한다.

한편 대전시에서는 도시의 주거환경개선과 도시의 경쟁력확보 등의 관점에서 ‘대전형 제로에너지 주택’ 건설을 독자적으로 추진할 필요도 있다. 주택건설 등에 있어서 많은 노하우를 갖고 있는 대전도시공사나 대전시에 위치하고 있는 한국토지주택공사 등과 함께 공동주택 건설을 추진할 필요가 있다.

- 54 -

참 고 문 헌

- 국토해양부(2010), 친환경주택의 건설기준 및 성능평가 지침
- 국토해양부(2011), 능동형 그린빌딩 기술기획 기획보고서
- 국토해양부(2011), 저에너지 친환경 공동주택 기술개발 연구보고서
- 대전광역시(2011), 2020 대전광역시 주택종합계획(2010~2020)
- 대전광역시(2011), 대전광역시 신재생에너지 보급계획
- 대전발전연구원(2011), 에너지이용 최소화를 위한 제도 및 시스템 활용방안 : 건물부문
- 대한주택공사(2009), 미래를 여는 저탄소 녹색성장이야기
- 에너지경제연구원(2008), 국가 에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구: 가정·상업
부문의 에너지효율 평가
- 에너지경제연구원(2010), 가정 부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구
- Sora Yi, Jongho Yoon, Min Kyeong Kim(2011), "Household Energy: Economics,
Consumption and Efficiency: Chapter 2. Household Energy: Application of Zero
Energy Buildings and Town", Nova Science Publishers
- <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/84/index.shtml>
- <http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/building/news/20090407/531806/?ST=print>
- <http://www.equusdesign.com/web-pages/general.htm>
- <http://www.ita.ed.jp/ecopolis/ecopoliscenter/intro/intro.html>
- http://www.ruralzed.com/100225_lrg_brochure.pdf
- <http://www.sekisuihouse.com/zeh/>
- <http://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20100203-01.html>
- <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/132/index.shtml>
- http://neps.nef.or.jp/nen_back02.html

부 록

.....
부록1. 신재생에너지 주택 설치 사례

부록2. 에너지저장형 빌딩 설치 사례
.....

부록 1. 신재생에너지 주택 설치사례

1. 태양광주택

- 대동 다숲 프라이머하우스(그린 빌리지)¹⁸⁾



시설명	대동 다숲 프라이머하우스
설치연도	2009년
용량	29.7kW
설치장소	경남 창원시 팔용동
내용	- 태양광 설치(총 86가구 중 10가구 설치)

18) 신재생에너지 주택 종류 및 설치사례 (<http://jason810.blog.me/20120064315>)

2. 태양열주택

- 단일 진공관형 태양열주택(그린홈100만호)¹⁹⁾



소유주(기관)	개인주택
설치연도	2009년
설비종류	단일진공관형 태양열설비
용량	28.56m ²
설치장소	강원도 강릉시 연곡면
내용	- 적산 열량계가 설치되어 열 생산량 파악가능 - 난방 대체효과가 높음(주간 기존난방기구 미사용) - 소유자의 만족도가 매우 높음

19) 신재생에너지 주택 종류 및 설치사례 (<http://jason810.blog.me/20120064315>)

3. 지열주택

○ 주택용 지열설비(그린 빌리지)²⁰⁾



소유주(기관)	미평 힐 타운 하우스
설치연도	2009년
설비종류	지열설비
용량	262.5kW
설치장소	충북 청주시 흥덕구 미평동
내용	- 난방 대체효과가 높음(주간 기존난방기구 미사용) - 소유자의 만족도가 매우 높음

20) 신재생에너지 주택 종류 및 설치사례 (<http://jason810.blog.me/20120064315>)

부록 2. 에너지저감형 빌딩 설치사례

1. 그린빌딩

○ 대전 우체국청사



부문	주요사항
자원소비	<ul style="list-style-type: none"> • 절수기구 사용/우수이용/중수도 시설 설치 • 환경친화공법/환경친화제품 사용
환경부하	<ul style="list-style-type: none"> • 빙축열 시스템 채용 • 투수성 포장 • 재활용 생활폐기물 분리수거
실내 환경	<ul style="list-style-type: none"> • 공간별 냉난방 조절시스템 채용 • 설비기계실 및 설비기기의 방음 대책 수립 • VOC 저 방출 자재 사용
서비스 질	<ul style="list-style-type: none"> • 보 통신 및 첨단 보안설비 채용 • 약자, 장애자 배려시설
관리	<ul style="list-style-type: none"> • 공기 환경관리계획 수립, 시행 • 빌딩 커미셔닝의 시행
입지·교통 및 생태환경	<ul style="list-style-type: none"> • 중교통시설과의 도보거리 근접

2. 패시브 하우스

○ 인천청라지구 한리비비아아파트 노인정



소유주(기관)	한라건설
특징	독일 패시브 협회(Passive House Institute, PHI)가 인증하는 '패시브 하우스'로 인정
종류	비주거 부문
설치장소	인천청라지구 A6블록 한리비비아 아파트
내용	- 지붕과 벽체에 320mm 우레탄 폼 보드를 이용한 외단열 - 열관류율 0.8W/(m²K)이하의 고기밀 창호와 현관문, 기밀성, 열교차 단재, 열교환 환기장치 등의 다양한 요소기술을 적용

3. 3리터 하우스

○ 경기도 용인의 3리터 하우스



소유주(기관)	(주)대림건설
특징	독일의 기술을 활용하여 우리나라 실정에 맞게 시범주택을 시공
종류	모델하우스
설치장소	경기도 용인
내용	- 건물의 천장, 외벽, 바닥을 외단열 공법 - 이중외피시스템은 외장파 내장 사이 중공층 등을 두어 냉난방 에너지 절감 및 자연환기성능을 획기적으로 개선 - 3중창은 기존 복층유리보다 약 3배 높은 단열효과를 발휘 - 잠열보유 플라스터(plaster)란 특수물질을 혼입한 플라스터로 이 특수입자는 특징온도 이상으로 주변 온도가 올라가면 열을 흡수하였다가 그 온도보다 낮아지면 열을 서서히 방출하는 특성 - 열교환 환기시스템은 환기로 인해 빼앗기는 열을 회수해 에너지를 절감하는 원리

정책과제 연구보고서 2011-○○

대전시 제로에너지주택 건설방향에 관한
기초연구

발행인 이 창 기
발행일 2011년 ○월
발행처 대전발전연구원
302-846 대전광역시 서구 월평본1길 39(월평동160-20)
전화: 042-530-0000 팩스: 042-530-3528
홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

인쇄: ○○○○ TEL 042-○-○ FAX 042-○-○

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.
출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.