

친환경 저에너지 공동주택 구현사례와 발전방향

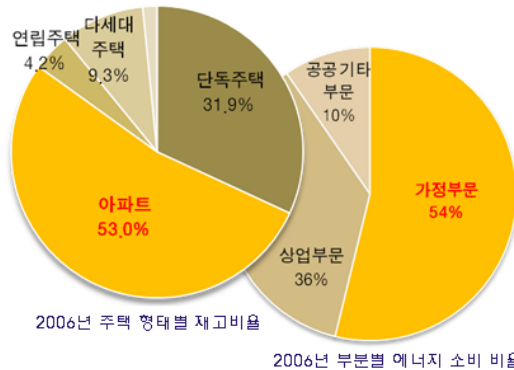
배상환 선임연구원, 대림산업(주) 기술연구소

제1장. 서론

현재 에너지와 환경문제는 인류가 직면하고 있는 최대의 과제로 부각되고 있으며 지구온난 화를 초래하고 있는 에너지소비문제에 대한 조속한 대응이 요구되고 있다. 그 동안 에너지 문제에 대한 정부의 지속적인 노력에도 불구하고 우리나라 에너지의 해외 의존도가 약 97%에 달하고 있으며, 우리나라의 부문별 에너지 소비율은 산업 부문 55%, 수송 부문 21%, 가정·상업 부문 24% 등인데, 건물에 소비되는 에너지를 다시 부문별로 나눠보면 가정부문이 54%로 가장 많고, 상업부문 36%, 공공 및 기타부문이 10%로 주거에 필요한 에너지소비가 적지 않음을 알 수 있다.

또한 최근의 급격한 유가상승은 건물의 에너지절약기술 개발 및 보급 활성화가 필요하고, 또한 국제적인 문제로 대두되고 있는 지구온난화 등 지구 환경문제에 대해 범국가적으로 대처하기 위해서라도 매우 중요한 사안이라 할 수 있다.

- 현재 추세로 2020년 1990년의 250%,
2006년 현재의 150% 수준으로 상승할 것으로 예상
- 유가 급등으로 인한 에너지 비용 급등 예상
- 2006년 최종 에너지 소비는 가정부문이 54%로 가장 큼
- 아파트형 공동주택이 현재 주택 재고의 53%, 신축의 88%



참고자료: '국내외 에너지 정세와 정책과제', 에너지경제연구원, 동해안 에너지클러스터 포럼 2007.10

[그림 1] 국제유가 추이와 우리나라 부문별 에너지 소비비율

이러한 배경에서 본 고에서는 친환경 저에너지 건축물 실현을 위해 수행되었던 'ECO 3Liter House'에 대한 소개와 더불어 공동주택의 단계별 에너지절약을 위한 실제 적용 사례를 중심으로 기술하고, 친환경 저에너지 공동주택 보급확산을 위한 방안에 대해 논의하고자 한다.

제 2장 친환경 저에너지 지원정책 동향

최근 정부에서는 녹색성장이라는 키워드로 그린홈(친환경 저에너지 건축물) 보급을 위한 중장기 전략 및 각종 지원정책과 지원제도를 마련하고 있으며, 서울시의 경우 공동주택에 친환경 저에너지 설계시 인센티브 제도를 마련하고 있다. 정부와 서울시의 각종 정책 및 인센티브 제도 사례는 다음과 같다.

■ 그린홈 200만호, 공공기관 신재생에너지 의무화 제도

- 녹색성장 및 그린홈 프로젝트 추진방침 천명(815 경축사)
MB, '집집마다 신재생에너지 쓸수 있도록 그린홈 100만호 프로젝트 전개'
- 향후 10년간 그린홈 100만호 신규 건설 + 기존주택 그린홈 100만호
- 공공기관 신재생에너지 적용 의무화(건축공사비 5% 이상)

구분	단기('09~'10)	중기('11~'13)	장기('14년 이후)
에너지 효율화	<ul style="list-style-type: none"> 단열, 창호, 환기, 보일러 성능향상 지역난방 집단에너지 보급확대 패시브주택 설계기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 조명개선(LED), 단열, 창호, 환기, 보일러상능 추가향상 소형 열병합 보급 패시브주택 시범사업 	<ul style="list-style-type: none"> 전면적용 및 지속개선
신재생에너지	<ul style="list-style-type: none"> 시범사업 - 태양광, 태양열, 지열 폐기물 소각열 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 적용확대 가정용 연료전지 시범적용 	<ul style="list-style-type: none"> 전면시행 및 지속개선
외부환경개선	<ul style="list-style-type: none"> 수순환 시스템 단지녹화 	<ul style="list-style-type: none"> 실용화가 가능한 기술적용 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 전면시행 및 지속개선

■ 정부지원정책 및 인센티브 제도

- ▶ 에너지 성능지표 평점합계 및 건축기준 완화비율 제정
(건축물의 에너지절약 설계기준(국토부 고시 : 제2008-652호, 2008. 11. 13))

구분	에너지성능지표 검토서 평점합계	90점 이상	80점 ~ 90점	70점 ~ 80점
	건물 에너지효율 인증등급	1등급	2등급	3등급
건축기준 완화비율		6% 이하	4% 이하	2% 이하

1. 용적률 적용방법 : 「법 및 조례에서 정하는 기준 용적률」 × [1 + 완화기준]
2. 조정면적 적용방법 : 「법 및 조례에서 정하는 기준 조정면적」 × [1 - 완화기준]
3. 건축물 높이제한 적용방법 : 「법 및 조례에서 정하는 건축물의 최고높이」 × [1 + 완화기준]

▶ 지능형 건축물 건축기준 완화비율

지능형 건축물 인증등급	1등급	2등급	3등급
건축기준 완화비율	3% 이하	2% 이하	1% 이하

서울시 공동주택 친환경·에너지 건축물 설계시 인센티브

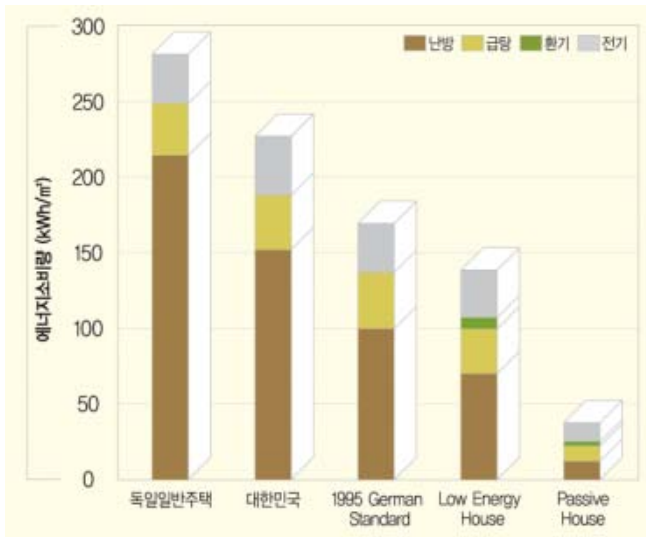
구분		세부항목	인센티브 (용적률)
에너지 분야	1. 건물 에너지 성능표시	- EPI 81점 이상 설계로서 건물 에너지 효율 1등급	2.5(%)
		- EPI 74점 이상~81점 미만 설계로서 건물 에너지 효율 2등급	1.5(%)
	2. 건물 단열성능 강화 설계	- 다음 각호의 건물외피 평균 열관류율값 적용 설계시 1) 외벽 : 0.96(W/㎡·K)이하 2) 지붕 : 0.22(W/㎡·K)이하 3) 최하층 거실바닥 : 0.31(W/㎡·K)이하	0.5(%)
		3. 신·재생 에너지 설계	총 건축공사비의 1% 이상 적용 설계시 총 건축공사비의 0.5% 이상 ~1% 미만 적용 설계시
	소계		5(%)이내
친환경 분야	4. 친환경 건물 성능표시	- 친환경 최우수 등급(85점 이상) 인증	5(%)
		- 친환경 최우수 등급(75점 이상) 인증	3(%)
계			10(%)이내

☞ 신·재생 에너지 설계는 태양광, 태양열, 지열, 연료전지, 자연채광(집광) 시스템 적용에 한한다.

제3장 ECO 3L House 개념 및 구현사례

3.1 ECO 3L House 기본개념

3L House는 패시브 하우스의 개념내에서 에너지소비량의 목표를 구체적으로 3 Liter/m²,yr로 규정한 것이다. 우리나라 일반주택의 에너지소비량이 16~20 Liter/m²,yr로



보고되고 있는점을 감안하면, 3L House는 기존주택대비 에너지소비량을 80% 이상 절감할수 있는 초에너지절약 건축물이라 할수 있으며, 건축물의 부하절감 기술과 더불어 거주자의 삶의 질 향상을 위한 쾌적성 증대와 환경에 대한 부하감소를 또하나의 중요한 요소로 판단하고 'ECO 3L House'라는 한국적 에너지절약 모델을 수립하였다. 'ECO'의 범주에는 도심열섬현상 등에 의한 부하절감을 위한 녹화시스템, 우수활용시스템 등을 포함하며, 거주자의 쾌적성 향

[그림 2] 건축물의 에너지소비량

을 위한 환경기술로서 쾌적한 열환경, 빛환경, 음환경 및 공기환경 개선기술을 포함하고 있다.



[그림 3] 3리터하우스 기본개념



A ECO-3L House 개념도

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 태양광 발전 시스템 (신재생에너지)
태양광을 반도체로 활용하여 발전 ② 풍력 발전 시스템 (신재생에너지)
바람의 힘을 회전력화 하여 유도전기력으로 발전 ③ 지열시스템 (신재생에너지)
지하에 존재하는 지하수 등의 열을 활용하는 에너지기술 ④ 지중덕트시스템 (신재생에너지)
동결심도 이하의 지열을 공기로 열교환하여 활용 | <ul style="list-style-type: none"> ⑤ 옥상녹화 (부하저감 / 녹지확보)
식생을 활용한 건축물의 단열효과, 빗물 저장기능 향상 ⑥ 빗물이용시설 (수자원활용)
빗물을 저장하여 위생용수, 조경용수 등으로 활용 ⑦ 자연채광시스템 (부하저감 / 빛환경)
지하실 등 암실에 자연의 태양빛을 공급하여 전기에너지 절약 ⑧ 슈퍼외단열 (부하저감)
결로·열교현상을 최소화하고 단열성능의 대폭 향상 | <ul style="list-style-type: none"> ⑨ 고성능 창호 (부하저감)
로이유리, 삼중유리 등 고성능 유리와 기밀성 등이 확보된 시스템창호로 성능 향상 ⑩ 환기시스템 (공기환경 / 부하저감)
실내공기와 신선한 외기를 CO₂센서에 의해 자동운전 ⑪ LED조명 (부하저감 / 빛환경)
차세대 조명기구로 조색이 가능하며, 에너지 효율이 기존 등기구 대비 최대 20배 향상 ⑫ 바닥충격을 저감제 (부하저감 / 음환경)
충간소음을 최소화하고, 층별 열의 이동을 차단 |
|---|---|---|

[그림 4] ECO 3L House 개념도 및 요소기술

3.2 친환경 저에너지 추진전략 및 경과

친환경 저에너지 건축물 상용화 모델인 ECO 3L House의 연구개발은 2003년부터 시작한 에코프로젝트 연속선상에서 2004년부터 시작되어 2005년 단독주택 규모의 파일럿프로젝트를 수행하여 우리나라에서의 사용화 가능성을 확인하였고, 이 시공 경험을 바탕으로 2006년 대림산업 건축환경연구센터에 공동주택 모델 구현을 완성함으로써 요소기술을 확보하였다.

이러한 과정 속에서 가장 큰 장애요인은 건축법규 이상의 성능을 구현하기 위해 발생

되는 문제점들(용적을 증가로 인한 사업성 저하, 범규기준에 없는 성능에 대한 인식 및 신뢰성부족, 보수적인 건설시장에서의 하자발생 우려 등)과 이로인한 부정적인 시각이 등이었다.

또한, 성능에 적합한 자재 및 시스템(창호, 단열재, 기밀시공자재, 전열교환기, 지중덕트, 신재생에너지 등)이 2005년 당시에는 국산화가 이루어 지지 않아 모든 기술요소 측면에서의 제약요인이 큰 상황이었다.

따라서, 이러한 장애를 극복하기 위해 각 기술요소별로 로드맵을 수립하고, 고성능 창호를 개발(High Performanc Window System: 신기술471호)과 고성능 외피시스템인 EnerWall System 개발(건식수퍼외단열, 열교방지설계, 기밀시공), CoolMaru System(바닥복사냉난방 시스템), EnerGeoCoil(말뚝형 지열열교환기) 등 저에너지 친환경 기술요소를 개발을 추진하였다.

2006년부터는 상용화 연구를 위해 건축환경연구센터를 건립하게 되었으며, 그 동안 쌓아온 설계 및 엔지니어링 기술에 대한 신뢰성을 확보할 수 있도록 통합 모니터링 시스템을 구축하였다. 그 결과 현재의 에코 3리터 하우스 상품을 추진하고 있으며, 단계별 친환경 저에너지 공동주택 실현하였다.



[그림 5] ECO 3Liter House 요소기술 Tree

친환경 저에너지 공동주택 보급을 위한 구체적인 수행경과 및 내용은 다음과 같다.

친환경 저에너지 건축물 실현을 위한 노력으로 지난 2005년 12월 국내 최초로 기존 대비 냉·난방 비용이 20~30%밖에 들지 않는 패시브(Passive) 하우스 개념의 3리터 하우스(단독주택)를 건립한바 있으며, 2006년 9월에는 국내 최초로 3리터 공동주택을 대덕연구단지 내에 건립했다. 현재 3리터 하우스의 기술은 대구 수성, 원주 무실, 오산 세마 등의 단지 내 관리동 및 커뮤니티시설에서 상용화되고 있다. 또한, 올해 4월 분양한 울산 유곡 을 비롯해 앞으로 분양하는 모든 확장형 아파트를 냉·난방 에너지가 30%까지 절감되는 초 에너지 절약형으로 계획하였다. 더불어 2010년부터는 냉·난방 에너지 50% 절감 아파트를 완전 상용화할 계획이며, 2012년에는 'ECO 3Liter House' 실용화 목표를 수립하였다.

친환경·저에너지 기술개발 로드맵

용인 기술연구소 3리터 하우스 준공(2005.12)

국내 최초 3리터 하우스 개념 도입
 국내 최초 단독 주택 적용 사례
 이중외피 시스템 적용 / 연료전지 적용



대전 건축환경연구소 3리터 하우스 준공(2006.09)

국내 최초 공동주택 3리터 하우스 시범 적용
 공동주택 적용성 검토를 위한 모니터링 및 데이터 수집
 지열, 태양광 등 신재생 에너지 적용



대구 수성 e-편한세상 관리동 준공(2006.12)

국내 최초 일반건물 3리터 하우스 시범 적용
 국내 최초 3리터 하우스 기술 완전 상용화
 원주 무실, 오산 세마 e-편한세상 커뮤니티 시설 적용



국내 최초 30% 냉·난방 에너지 절감형 아파트 공급(2008.04)

4월 분양한 울산 유곡 e-편한세상 부터 적용
 신소재 단열재와, 고성능 콘덴싱보일러, 3중유리 시스템 등 고성능 창호를 적용

- A
- B
- C

50% 냉·난방 에너지 절감형 e-편한세상 공급 예정(2010)

- A 용인 기술연구소 3L House
- B 대전 건축환경연구소 3L House
- C 대구 수성 e-편한세상 관리동

ECO-3L House 개발 완료(2012)

냉·난방 에너지 소비량 제로(ZERO)인 에너지 자립형 주택 건축 기술 개발
 4대 주거환경(열, 빛, 음, 공기질) 통제 시스템 개발



제 4장 친환경 저에너지 공동주택 적용사례

4.1 친환경 저에너지 공동주택(ECO 3L House) 1단계 적용기술

1단계 친환경 저에너지 공동주택 실현은 표준주택대비 30% 이상의 에너지절감을 목표로 하였고, 이를 위해 아래 그림과 같이 단열재를 기존 단열재 대신 고성능 단열재(비드법 2종 2호, 네오폴)을 적용하고, 발코니 확장부위 및 침실 창호주변에 대한 단열두께 증가, 발코니 확장부위 양면 로이 3중유리시스템 적용 및 침실 확장부위 일면 로이코팅 이중창을 계획하였다. 또한 열원설비로서 기존 가스보일러를 고효율 콘덴싱 보일러로 변경하였으며 전기에너지 절감을 위해 고효율램프 및 LED 조명기구를 도입하였다. 뿐만 아니라 단지외부에는 신재생에너지중 태양광발전시스템(태양광보안등 포함)을 선택적으로 적용하고, 단지에 따라 풍력발전시스템, 지열시스템 등을 적용하는 방안을 수립하였다.



[그림 6] ECO 3L House 1단계 적용기술

[표 1] 친환경 저에너지 공동주택(ECO 3L House) 1단계 적용안

에너지절감요소		적용부위	표준주택	개선안
건 축	단열재 소재	세대전체	기준없음	비드법2종2호
	단열성능	침실확장	0.58	170mm (0.194)
	(열관류율:W/m ² K)	비확장발코니	4.0	55 mm (0.534)
	창호유리 열성능	침실확장	3.4	일면 로이유리(1.55)
	(열관류율:W/m ² K)	거실확장	3.4	양면 로이삼중(1.1)
	창호프레임(W/m ² K)	비확장발코니	유리에 포함	PVC(L/S) (2.7)
일사취득율	세대전체	0.54	0.5	
기 전	보일러	각세대	일반(80%)	고효율(87%)
	환기 횟수	세대전체	0.7 ACH (+자연환기)	0.7 ACH (+자연환기)
	기기발열	세대전체	3.5 W/m ²	3.5 W/m ²
	인체발열	세대전체	3.9 W/m ²	3.9 W/m ²

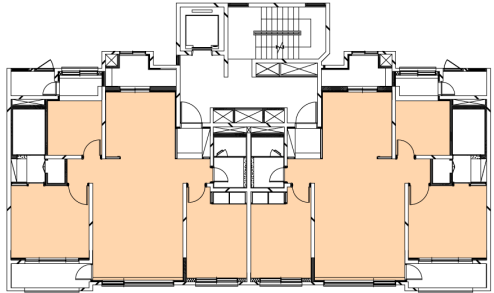
4.2 에너지절감량 평가결과

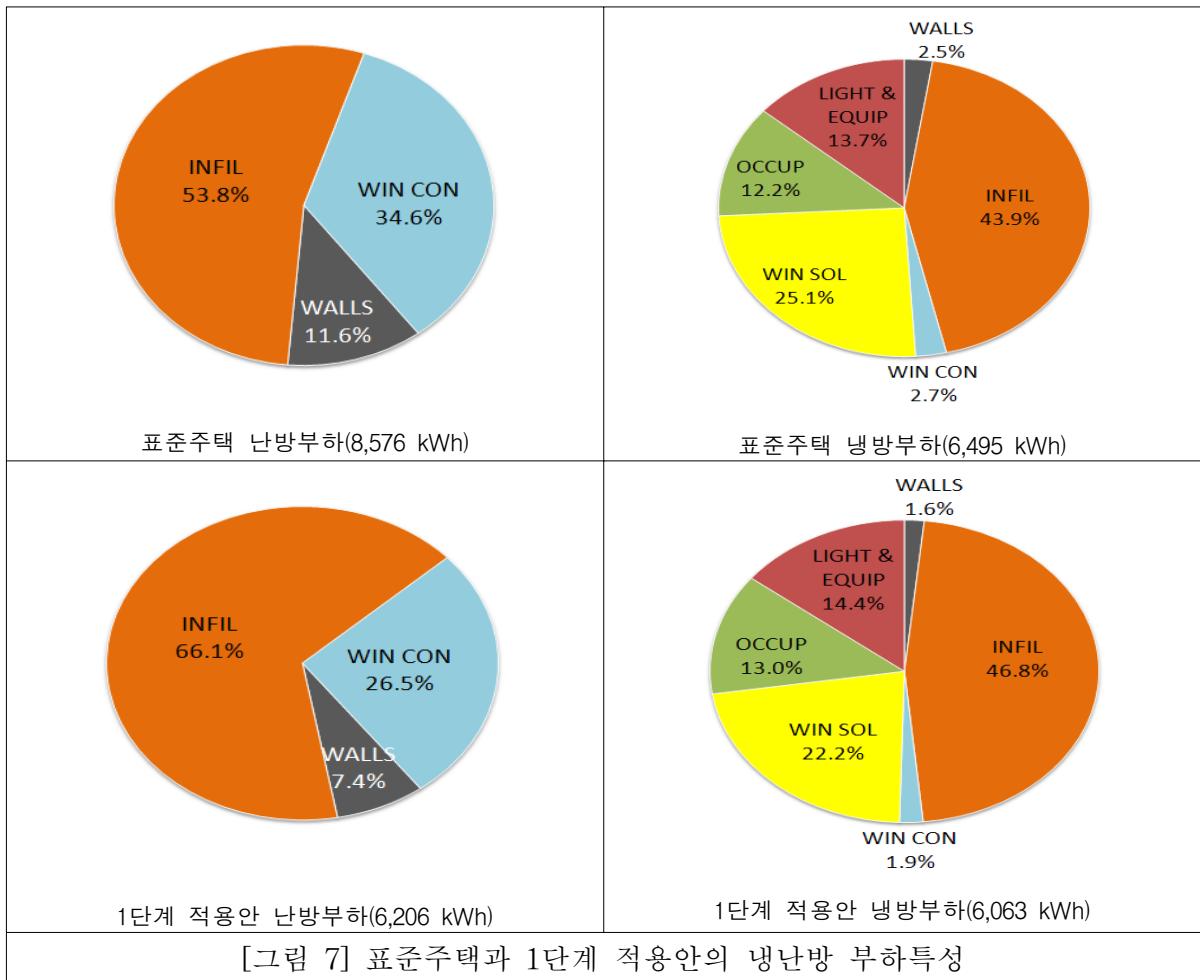
친환경 저에너지 1단계 적용안에 대해 표준주택 대비 에너지절감량을 분석한 결과는 다음과 같다. 평가대상은 전라남도 광주시에 위치하는 공동주택 단지를 대상으로 하였다.

1) 시뮬레이션 조건

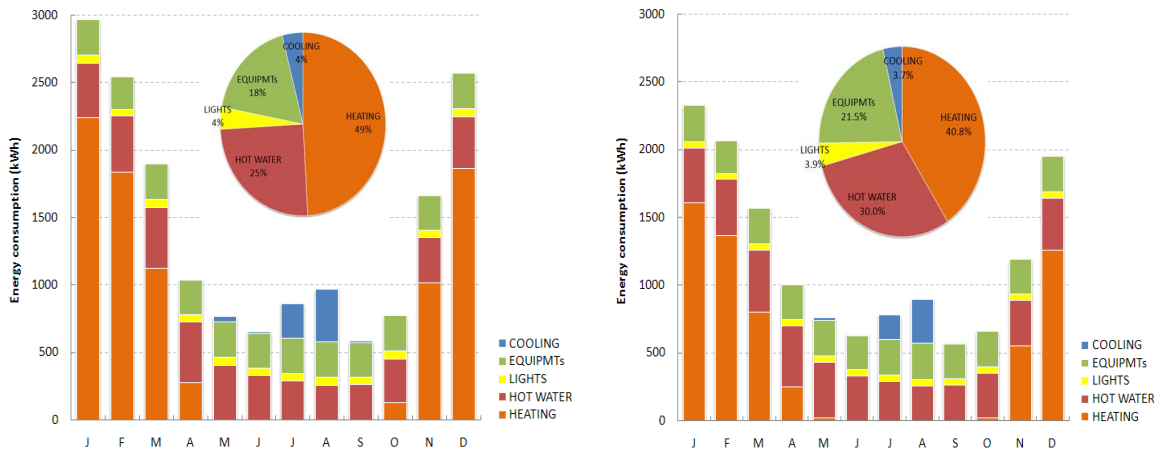
공동주택 에너지절감방안 정밀분석 대상 건축물 및 시스템 개요는 다음과 같다.

[표 2] 분석대상 공동주택 개요

<ul style="list-style-type: none"> ▪ 건물위치 : 전라남도 광주광역시 ▪ 규모: 109m² 아파트, 15층 ▪ 냉난방 방식 : <ul style="list-style-type: none"> - 냉방방식 : 개별 패키지에어콘(전기) - 난방방식 : 바닥복사 난방(가스) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 평면구성 
--	---



1단계 적용안에 대해 표준주택대비 냉난방부하 특성을 분석한 결과, 난방부하항목 중 창호를 통한 관류에 의한 열손실이 큰 폭으로 감소되었음을 알 수 있었으며, 단열조건의 강화를 인해 구조체를 통한 열손실이 줄어들었음을 알 수 있다. 다만, 공동주택 환기기준에 따라 0.7ACH의 환기량을 설정하여 환기(침기)에 의한 열손실이 전체 난방부하의 66%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 향후 추가적인 에너지절감을 위해 전열교환 환기시스템 도입 필요성과 국가차원에서의 에너지절감을 위해 공동주택 환기기준 재검토의 필요성이 제기되는 항목이라 볼 수 있다.



[그림 8] 표준주택과 1단계 적용안의 에너지소비량

에너지 소비량에 대한 분석결과에서는 표준주택 대비 대립 개선안의 경우 난방에너지의 30.7%, 냉방에너지의 21.8%(자연환기모드 적용)가 절감되어 전체 냉난방에너지의 30.0%가 절약되는 것으로 분석되었다.

향후 단계별 에너지절감기술 도입을 통해 2009년에는 표준주택 대비 40%, 2010년에는 에너지절감량을 50%까지 달성할 계획이며, 공동주택 단지 수준에서는 태양광발전 및 태양광집광시스템, 풍력발전시스템, 지열시스템 등의 신재생에너지 적용확대도 예상되고 있다.

제 5장 맺음말

지금까지 친환경 저에너지 건축물인 'ECO 3L House' 실현이라는 비전목표 및 개념, 그리고 1단계 에너지절감 실현목표인 표준주택대비 30% 에너지절감방안 구현 내용을 중심으로 살펴보았다.

향후 친환경 저에너지 건축물 보급을 활성화 하기 위해서는 보다 경제성을 높일수 있는 건축물의 부하절감을 위한 지속적인 기술개발과 신재생에너지의 효율적인 확대 적용 등의 노력이 필요할 것이며, 국가 차원에서 볼때에는 건물에서의 에너지 소비량 절감을 위해서는 신축 건축물 뿐만 기존 건축물의 에너지 리모델링 기술개발에 대한 노력도 경주되어야 할 것이다.

또한, 그린홈(친환경 저에너지 건축물) 보급 사업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 무엇보다도 그린홈 모델을 명확하게 정의하고 중장기적인 목표를 가지고 지속적으로 상황에 따라 뒷받침할 수 있는 제도를 갖추는 것이 중요하며, 경제성 측면에서만 볼때 건설시장에 그린홈(친환경 저에너지 건축물) 보급에 장애가 될수 있는 점을 고려하여 제도 및 정책적 측면에서 보다 적극적인 지원이 필요할 것이다.