

에너지자립형 태양열 주택의 설계 및 시공 방법 체크리스트 수립 연구

윤 종호¹⁾, 백 남춘²⁾, 유 창균³⁾, 김 종일⁴⁾

Design Checklist for Self-sufficient Zero Energy Solar House(ZeSH)

Jongho Yoon, Namchoon Baek, Changkyun Yu, Jongil Kim

Key words : Solar Architecture(태양건축), Passive Solar(자연형 태양열), Active Solar(설비형 태양열), Energy Self-sufficient(에너지자립), Zero energy House(제로에너지 주택)

Abstract : Most of solar system dissemination has been focused on domestic hot water system of which utilization to a building is relatively simple and safe than solar heating system. Through the survey on a cause of solar house dissemination failure in Korea, we conclude that design integration and systematic approach method for technology application are the most important element for a successful solar house. KIER(Korea Institute of Energy Research) and Hanbat National University have started new project on a development of Zero energy Solar House, called ZeSH which can be sustained just by natural energy without the support of existing fossil fuel. This is the 1st phase research of 10 years long-term ZeSH plan which develops a low-cost and 100% self sufficient ZeSH. The goal of 1st phase ZeSH research is to get a 70% self sufficiency only in thermal loads. Actual demonstration house, named KIER ZeSH I was designed and constructed as a result of 1st phase research work in the end of 2002. Various innovative technologies such as super insulation, high performance window, passive and active solar systems, ventilation heat recovery system are applied and evaluated to the KIER ZeSH I. A lot of computer simulations had been conducted for the optimal design and system integration in every design steps. Considering all the results from detailed hourly computer simulation, it is expected that at least 70% self-sufficiency in thermal loads which is 1st phase target value can be excessively achieved in actual demonstration house. Besides, many valuable findings from the design and analysis to construction could be established such as collaboration method among the participants, practical design and construction techniques for system integration and the others. The purpose of this paper is to introduce the main findings through the development of KIER ZeSH I project. Practical guidelines in every design step for new low- or zero- energy solar house is proposed as result.

subscrip

ZeSH : Zero energy Solr House
KIER : Korea Institute of Energy Research

있다. 국내 건물부분 총에너지 소비량 중 75%는 주거용 건물부분에 소비되고 있으며, 이중 78% 이상이 난방, 급탕에 소비되어, 국가 총에너지소

1. 서 론

1997년 기준 국내 주택 보급호수는 총 920만 호. 이중 아파트 제외한 단독, 연립 및 다세대 주택의 호수는 580만호로 연간 16400(천TOE)의 에너지를 소비하고 있다. 이는 국가 총에너지 소비량의 13.8%를 차지한다. 태양열 건물은 본질적 특성상 난방 위주의 건물에 보다 손쉽게 실현될 수

- 1) 국립한밭대학교 건축공학과
E-mail : jhyoon@hanbat.ac.kr
Tel : (042)821-1126 Fax : (042)821-1115
- 2) 한국에너지기술연구원 신재생에너지연구부
E-mail : baek@kier.re.kr
Tel : (042)860-3535
- 3) 한국에너지기술연구원 신재생에너지연구부
E-mail : ckyu@kier.re.kr
Tel : (042)860-3515
- 4) MA 건축사사무소
E-mail : maarchi@kornet.net
Tel : (042)487-4095

비의 10.6%가 아파트를 제외한 주택의 난방 및 급탕이 차지하고 있는 실정이다. 즉 주거용 건물 에너지 소비의 대부분이 난방 및 급탕에 소비되고 있음을 의미하며, 태양열 등의 대체에너지 기술을 통해 막대한 국가에너지 총 소비량을 절감할 수 있는 잠재성을 가지고 있는 것이다.

이러한 관점에서 대표적 대체에너지원인 태양열 시스템을 건물에 적용하려는 노력은 70년대 후반 설비형 태양열시스템(Active Solar System)의 도입부터 시작되었으나, 이 당시 기반기술이 빈약한 상태에서 성공한 기술적응으로 많은 시행착오와 실패를 경험한바 있다. 80년대 들어서는 보다 안정적인 자연형 태양열시스템(Passive Solar System)을 중심으로 활발한 연구개발과 보급사업이 진행되었으나 80년대 후반의 원유가 하락, 정책 관련자와 일반 사용자, 건축가 등 관련자들의 인식부족, 초기투자비 부담 및 투자액 보상까지의 장시간 소요, 효과적인 인센티브 제도의 미비, 엔지니어링과 건축설계의 연계기술 부족 등으로 인해 개발된 기술을 적극적으로 적용해 보지도 못한 채 답보상태로 지금에 이르고 있다. 특히 각종 요소기술을 건축 설계과정부터 건물에 통합시켜야 하는 태양열 건축 기술의 특성상 설계 실무진과 엔지니어링 연구진과의 연계성 부재는 보급 활성화의 가장 큰 걸림돌이 되고 있으며, 또한 각종 절약기술의 기반 하에 태양열 시스템과 같은 대체기술이 순차적으로 적용되어야 하는 기본적인 접근방법상의 문제 또한 간과되고 있다.

이러한 배경 하에 한국에너지기술연구원과 한밭대학교는 3단계의 연구과정을 통해 10년 뒤 모든 에너지를 완전 자립할 수 있는 100% 제로에너지 태양열주택(ZeSH : Zero Energy Solar House) 개발을 목표로 2001년 1단계 연구를 착수하였다. 1단계 연구의 목표는 현재 국내 건물분야 에너지 소비 비중이 가장 큰 주택의 난방 및 급탕 분야 자립을 우선 목표로 3년 뒤 데모 건물 수준의 70% 순부하 에너지자립주택 개발이 목표이다. 1

단계 연구에서는 ZeSH의 구현을 위해 필수적인 건물 시스템 통합화방법 및 체계적 건축설계 접근방법을 정립하고, 통합 에너지 성능평가 시뮬레이션 등을 통한 핵심 요소기술의 정량적 기여도 및 ZeSH의 연간에너지 성능 예측을 통해 에너지 자립도를 평가하였으며, 연구 결과물로 실규모 데모주택인 KIER ZeSH I을 설계 시공하여 현재 성능 모니터링 중에 있다.

본 논문에서는 ZeSH의 구현을 위해 수립한 부하별, 기술별 에너지 자립 시나리오 및 그동안의 연구결과를 간략히 소개하고, ZeSH의 데모주택인 KIER ZeSH I의 설계, 시공, 모니터링 및 각종 에너지 해석을 통해 획득한 그동안의 실질적 경험을 토대로 각 요소 기술별로 설계과정에서 고려해야 하는 디자인 체크리스트를 수립함으로써, 향후 새로운 ZeSH 개발을 위한 효과적 설계지침을 정립하는 데 주 목적이 있다.

2. ZeSH의 에너지자립 개념

2.1 ZeSH의 개념

90년대 들어서 태양열 건물분야의 기술동향은 단순한 요소기술의 적용을 통한 에너지절감 보다는 통합적 설계기법을 통한 에너지 성능의 극대화를 추구하고 있다. 이러한 동향의 가장 좋은 예가 100% 에너지 자립형 태양열 건물 또는 제로에너지 태양열 건물 기술이다. 제로에너지 태양열 건물은 건물 부하구성비에 맞는 절약 및 대체 에너지 핵심 요소기술을 선별, 체계적인 단계별 기술적용을 통해, 화석연료나 외부 전원공급 없이 건물 자체에서 모든 에너지를 자급하는 21세기 미래 지향적 기술이다. 일부 선진국에서는 이미 100% 자립화된 태양열 건물을 데모 운영 중에 있으며, 많은 국가에서 이 기술의 실용화를 위한 단계별 기술개발을 추진 중에 있다. 에너지 자립 건물 또는 제로에너지 건물은 현 단계 태양열 건물

난방	급탕	냉방	전기
통합설계 및 평가, 시공 기술			
슈퍼단열시스템 고성능복합창호시스템 투명단열시스템 지중매설관시스템 부속온실시스템 축열벽(건물매스)시스템 환기배열회수시스템 설비형태양열시스템 통합기계설비시스템 흡오토메이션시스템 연료전지시스템	설비형태양열시스템 투명단열시스템 통합기계설비시스템 연료전지시스템	슈퍼단열시스템 고성능복합창호시스템 지중매설관시스템 환기배열회수시스템 통합기계설비시스템 흡오토메이션시스템 태양전지시스템 연료전지시스템	고효율조명및전기기기 흡오토메이션시스템 태양전지시스템 연료전지시스템
100% 에너지자립 태양에너지 주택			

Fig. 1 Key Technologies for Zero energy Solar House development

이 발전 개선된 미래의 태양열 건물 형태이다. 따라서 적용가능 핵심기술 분야 및 접근방법 또한 현 단계 태양열 건물과 거의 동일하다. Fig. 1은 주택의 부하 구성에 따라 태양열 건물 또는 제로 에너지 태양열 건물을 위해 현 기술수준에서 적용 가능한 핵심기술 분야를 분류한 예이다. 건물 시스템은 건물 구조체 외에 각종 냉난방, 조명, 전기 설비 등 다양한 시스템이 하나로 구성되어 상호 유기적인 영향을 미치는 종합 환경시스템이다. 따라서 단순히 한 기술분야의 독립적 적용을 통해서 에너지 자립화가 실현될 수 없으며, 건물 부하 구성변화에 따른 필요한 핵심기술 분야의 정확한 선별 및 각 요소 기술의 효과적인 통합을 통해서만 가능한 것이다.

2.2 ZeSH의 설계방법 및 과정

Fig. 2는 ZeSH 설계를 위한 기술종류별, 단계별 접근방법을 도식한 것이다. ZeSH 설계를 위한 기술적용의 첫 단계는 기후디자인을 포함한 기존의 각종 에너지 절약기술을 도입해 건물의 기본 부하를 최소화하는 것으로 대부분 건축계획 및 설계를 통해 구현되는 기술들이다. 가장 대표적인 기술은 외피의 단열보강과 기밀화이다.

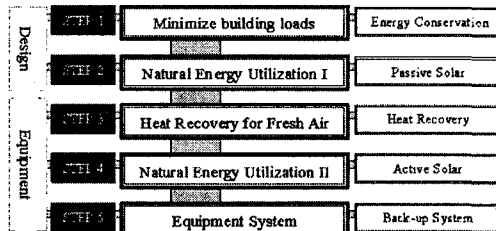


Fig. 2 Design procedure for ZeSH

2단계도 설계와 관련된 기술이지만 절약차원을 넘어 자연에너지를 적극적으로 활용하는 자연형 태양열 시스템, 또는 자연채광 시스템 등의 적용이 이 단계에서 적용되어야 할 것이다. 설계기술이 주를 이루는 2단계까지의 기술적용을 통해 기존대비 최소 50%이상의 부하절감효과를 기대할 수 있다.

한편 철저한 단열보강과 기밀화 시공으로 인해 자연침기량이 크게 감소됨에 따라 실내 재실자의 건강을 위한 강제환기의 필요성이 대두된다. 기존 일반주택의 경우 창이나 문틈을 통한 자연환기량으로도 충분히 신선공기가 도입되었으나 태양열주택 및 ZeSH의 경우는 강제로 신선공기를 공급해주어야 한다. 신선공기의 도입은 곧바로 외기 환기부하의 증가를 초래함으로 ZeSH의 경우가 부하를 상쇄시키기 위해 배열회수 시스템의 도입이 필수적이다.

3단계까지 적용한 후 잔여부하에 대해서는 설비시스템을 통해 해결해야 한다. 4 단계에서 설비형태양열 시스템, 태양광발전시스템 등 보다 적극적인 자연에너지 활용시스템이 적용되어야 한다.

마지막 5단계는 태양에너지와 같은 자연에너지가 공급되는 않는 경우를 대비한 백업시스템이 적용되어야 할 것이다. 기존 태양열 주택의 경우 심야전기나, 보일러 등이 여기에 해당하지만, ZeSH의 경우 순수히 자연에너지만을 사용해야 하기 때문에 또 다른 대체에너지 응용시스템이 적용되어야 한다. 경제성이 확보될 경우 소형 연료전지 시스템은 ZeSH의 백업시스템으로 좋은 대안이 될 수 있을 것이다.

3. KIER ZeSH I의 설계 및 시공

3.1 KIER ZeSH I의 개요

ZeSH의 1단계 목표인 70% 열부하 자립 데모 주택의 건립을 위해 건축 기본설계 단계부터 설계사무소와 연구소, 대학 등 3개 기관의 협력 하에 KIER ZeSH I에 대한 설계가 진행되었다.

최종 설계된 KIER ZeSH I은 지하1층, 지상 2층의 주택으로 지하실 98㎡, 1층 94㎡, 2층 70㎡로 총 262㎡(80평)이며, 난방면적은 138.6㎡(42평)이다. 지하층은 데모건물의 성격을 고려해 각종 설비장치의 실험공간 및 1층의 바닥과 지면사이에 발생하는 열손실 감소를 위해 지하실 면적을 1층 면적과 거의 동일하게 계획하였다. Fig. 3은 1층 평면도를 나타낸다.

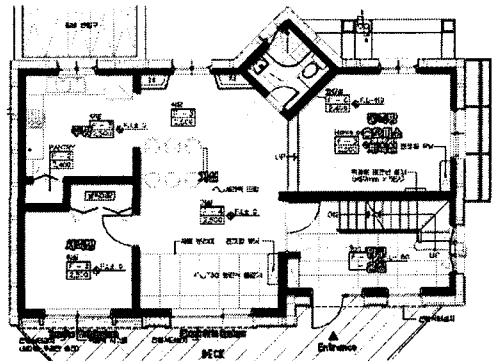


Fig. 3 Floor Plan of KIER ZeSH I

지붕은 박공 구조로 되어있으며, 태양열 집열기의 효율을 고려해 45°경사를 이루도록 계획되었다. 건물구조는 철근콘크리트 벽식구조로 남측은 200mm, 나머지 외벽은 150mm의 콘크리트 옹벽 구조이다. 실내 간벽의 콘크리트 두께도 150mm이며 단, 1층 2층 연결 계단실인 온실측 내벽은 200mm이다. 단열은 외단열 구조로 외벽의

경우 250mm EPS가 적용되었으며, 지붕은 400mm 단열을 적용하였다.

3.2 KIER ZeSH I의 핵심기술

Fig. 4는 완공된 KIER ZeSH I의 건경을 나타내며, 각 부위별로 이 주택에 적용된 대표적 핵심 기술을 표현하였다. 건물 외벽의 경우 앞서 기술한 바와 같이 기존주택보다 단열을 대폭 개선한 슈퍼단열시스템(Super Insulation)을 적용하였으며, 특히 단열두께가 증가할 경우 발생할 수 있는 열교부위에 각종 열교방지 디테일을 개발 적용하였다. 또한 침기손실을 줄이기 위한 기밀화 시공기술 및 방습기술도 적용하였다.

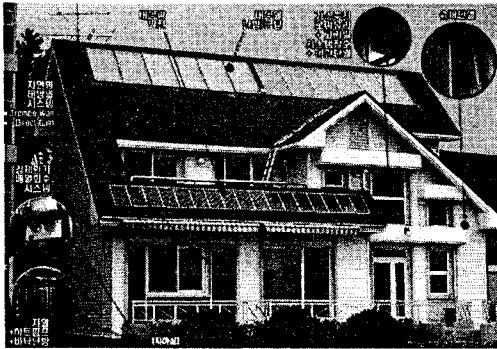


Fig. 4 South view of KIER ZeSH I

창호시스템은 국내에서 생산할 수 있는 가장 좋은 성능의 창호를 제작 적용하였다. 저방사 로이(low-e) 코팅 복층유리에 알콘가스를 주입한 투과체에 기밀성능이 우수한 시스템창틀을 결합하여 창호를 구성하였다. 특히 창호부위를 통한 야간 열손실 억제를 위해 전동모터로 구동되는 야간단열셔터를 부착하였다. 가스주입 로이 복층창 및 고기밀 시스템 창호, 야간단열셔터 등은 보급을 고려해 국내 업체(LG화학, 한국유리, 슌피코리아)의 기술협조를 통해 제작 적용하였다.

1층 침실은 자연형태양열 시스템 중 트롬울(Trombe Wall) 축열벽 시스템이 적용되었으며, 거실부는 바닥축열 직접회득방식을 적용하였다. 또한 남측면 진입부는 일종의 온실개념을 도입하였으며, 천장을 통한 자연채광 기술도 적용하였다.

한편 주택외피의 고기밀화에 따른 신선공기 도입을 위해 강제환기 시스템과 배열회수시스템(Heat Recovery System)을 설치하였다. 본 연구에서는 경제성을 고려한 최적의 전열교환기 선정을 위해 판형 전열교환기 2개 모델 및 회전형 전열교환기 2개 모델을 순차적으로 적용하였다.

3.3 KIER ZeSH I의 설비시스템

KIER ZeSH I에서는 슈퍼단열 및 각종 부하 저

감 기술을 통해 건물의 기본부하를 크게 줄였다. 나머지 잔여 부하에 대해서는 설비형 태양열 시스템(Active Solar System) 및 보조열원시스템을 통해 해결하도록 구성하였다.

Fig. 5는 설비시스템 구성도를 나타낸 것이다. 시스템의 기본 구성은 태양열 집열기, 열교환기, 태양열 축열조, 온수축열조, 히트펌프, 고온축열조로 구성되어 있다. 보조열원으로는 지중열교환기와 연계된 히트펌프 시스템이 설치되어 있으며, 하절기에는 냉방용으로 사용된다.

ZeSH의 경우 일반 주택에 비해 난방부하가 70% 이상 적게 설계되었다. 따라서 시스템의 태양의존율(Solar Saving Fraction, SSF) 설계값을 80%로 목표하여 태양열 집열면적을 24 m²로 설계하였다. 축열조의 용량이 5m³로 크게 설계되어진 것은 2-3일 정도 집열량이 없이도 난방부하를 공급할 수 있도록 하기 위한 것이다. 또한 태양열 축열조의 유효 축열온도를 가능한 낮추어 태양열 시스템 효율을 높게 유지하기 위함이다.

태양열 이용효과를 극대화시키기 위해 가능한 한 저온으로 난방을 할 수 있는 바닥 복사난방 시스템을 적용하였으며, 이를 위해 다음과 같은 사항을 반영하였다. 면적이 넓은 거실과 홀오피스의 바닥재 마감은 열전도가 좋은 세라믹 타일로 마감하였다. 방열배관의 간격을 조밀하게 하여 방열면적을 최대한 넓혔다. 주택 바닥의 방열성능을 좋게 하기 위해서 난방 배관을 낮게 설치하였다.

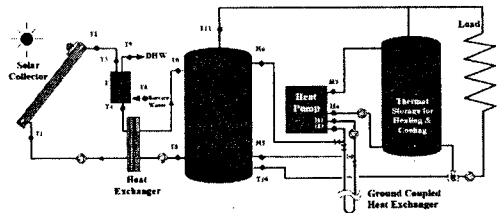


Fig. 5 System configuration of KIER ZeSH I

4. ZeSH를 위한 설계 체크리스트

ZeSH 설계의 핵심개념은 적용될 수 있는 다양한 요소기술들을 우선순위에 따라 체계적이고 통합적인 접근방법을 통해 진행되어야 하는 점이다. ZeSH는 기존의 주택과 외형상에서 큰 차이점을 보이지 않는다. ZeSH에 적용되는 대부분의 기술은 현재까지 자주 적용되어져온 일반화된 기술이 주를 이룬다. ZeSH 개발의 성공은 하드웨어 관련기술 보다는 소프트웨어적 설계 및 공학기술이 더욱 중요하다 할 수 있다. 즉, 다양한 기술중 어떠한 것을 선정하고, 어느것에 더 우선권을 주며, 여러 기술들을 어떻게 조화있게 배분하여 통

Table 4 Design Checklist for ZeSH

단계	요소기호	검토요수
1 기획 단계	자립화관련	<ul style="list-style-type: none"> 지역기후분석 및 에너지 원단위 범위추정 에너지자립 규모 결정 및 하별 자립규모 결정 자립규모에 따른 주요 시스템 체크리스트 작성
	시행관련	<ul style="list-style-type: none"> 구조방식 및 외관상의 특징에 따라 주택의 유성 설정의 필요 보급형이라는 전제하에 소요건축비용상정 및 가정에 대한 각종 도표화의 필요성 설계자, 에너지전문가 간의 협력체제에 대한 대책 수립 설계, 평가, 시공, 감리에 대한 종합적 계획수립
2 건물기본 계획 단계	기후디자인	<ul style="list-style-type: none"> 지역기후조절을 고려한 대지선정 및 식재계획, 각종 기후디자인 기법, 기존 지침참조
	태양열, 태양광 최적 설계 관련	<ul style="list-style-type: none"> 부하자립도 계획에 따른 태양열, 태양광을 위한 남측면 지붕면적 배분 세분 지침필요 태양열, 태양광(PV) 최적각도 분배를 위한 지붕구배 또는 벽면등의 설계 지침 필요 태양열 집열기, 태양광발전모듈의 설치방법 기존지붕재와 태양열 집열기, 태양광발전모듈의 연결부위 일체화 방법 태양광발전모듈의 후면 환기구조 채택여부와 기존 건축구조와의 연계성 검토
	기타 건물기본 설계관련	<ul style="list-style-type: none"> 설비 시스템에 대한 개략적 메뉴얼 지붕구배(30~45°), 자체차양, 향등을 고려한 건물매스의 기본유형 설정 건물형상 및 장단변비의 최적화 지하실 형태, 규모, 위치와 설비시스템간의 관계 검토
3 부하 절감 시스템	고절적 에너지 절약	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 에너지절약 관련 지침 필요 기존의 기밀시공 관련 지침 참조
	슈퍼단열	<ul style="list-style-type: none"> 슈퍼단열의 재료선정 및 시공방법 사전검토 건축면적 산정시 구조체의 중심으로 산정(외단열과 내단열 벽체의 조건상이) 단열공사 적용시 단열재의 고정방법 및 열교방지를 위한 적용방식 검토 요망 벽체두께 등의 증가로 인한 기성재 외장용 마우링재(코너몰딩등)사용률가로 인한 공사비 증가분 사전검토 천정면에 단열재 설치시 천정정검구 부분의 시공디테일 개발보급의 필요성
	슈퍼윈도우	<ul style="list-style-type: none"> 유리부 및 창틀부의 최고성능 상호 조합을 위한 국내 수급 가능성의 사전검토 필요 유리의 요구 성능 설정 및 부탁에 대한 특기시방 필요 창틀의 요구성능 명시 → 열교, 기밀, 수밀, 내외측 자재의 재질등 창틀 설치시의 특기시방 꼭 필요 아간단열/차양의 설치와 관련된 설계 요구지침의 필요성 아간단열/차양의 적용시 설계 및 디테일 검토
	열교	<ul style="list-style-type: none"> 열교를 고려한 종합적 단열계획 및 단열위치의 결정 사전검토 필요 열교 검토시 부위별 체크리스트 작성요망 열교 취약부위에 대한 디테일 개발 필요
4 환기 배열 회수 시스템	건축계획 관련	<ul style="list-style-type: none"> 급기 및 배기 위치, 경로의 사전결정 필요 및 건축계획시 고려 지하실, 1층, 2층의 수직 관통 경로에 대한 건축계획적 고려 필요 천정속 소요높이 및 층고 및 천정고의 변화 고려
	설비관련	<ul style="list-style-type: none"> 기존 환기시스템과 환기 배열회수 시스템간의 연계여부 검토 필요 외기로의 흡,배기구의 설치조건 및 위치검토 덕트 배관을 위한 설계지침 작성요 (Air 덕트설치조건, 급기, 환기덕트의 설계조건등) 화장실 및 주방과 배기 연결방식 종합검토 필요
5 자연형 시스템	직접회색 방식	<ul style="list-style-type: none"> 바닥마감재의 선정시 실내 바닥마감재와의 조화 및 재료분리 문제, 색상, 유지 관리의 용이성 등 종합검토 하부 축열체 등과 실내 바닥난방 시스템과의 상관관계 검토요망 난방배관의 깊이 및 축열층의 자재 창호 종류, 면적, 아간단열, 차양등에 대한 종합검토
	트롬블 방식	<ul style="list-style-type: none"> 외부유리의 탈착의 빈도 및 필요도에 따른 탈착방식 설정필요 내면 어두운색의 표면이 외부에서 가시 되어 미관상의 고려요 내부로의 환기구 → 개폐가능한 구조로 디테일 개발 보급의 필요성 유리종류, 공기층 간격, 벤트위치, 축열체 규모등에 관한 지침필요 창틀 및 접합부위의 열교방지 대책, 아간단열, 차양문제 검토
6 설비형 시스템	자은바닥 복사난방	<ul style="list-style-type: none"> 온돌단면구조의 유형화 및 장단점 파악 배관재질 및 배관깊이, 축열층의 재질 및 두께, 방열판설치의 필요성등에 대한 검토요 바닥표면 마감재의 사용가능한 성능 및 재질, 미관상 효과 고려해야 하절기 냉방공급 장치(예:FCU)와 배열회수장치 등과의 연계방식 검토
	태양열 집열기 축열조 복사난방 히트펌프	<ul style="list-style-type: none"> 부하 자립률 및 태양열, 지열, 히트펌프 등 시스템과 연계성을 고려한 축열조 용량 산정 세 부검토 필요 축열조의 용량 및 재원에 따라 지하실 출입 및 장비반입구의 형식 및 크기 설정 지하실면적의 설정에 대한 지침 필요 주택이라도 유지관리 및 배관효율을 위한 파이프 샤프트 설치요망 집열기의 건축물에 통합설치시 디테일개발 및 특기시방의 필요성 각 시스템의 종합적 제어방식에 대한 지침 필요
	태양광발전 (BIPV)	<ul style="list-style-type: none"> 적용가능한 PV모듈의 유형 및 적용 메뉴얼 건축물에 통합설치시의 설계적용 조건 → PV의 효율을 고려한 하부 환기구조 및 점검을 위한 요구 → 기기의 위치와 EPS의 필요성 → 1차방수 및 2차방수의 위치 및 방법에 대한 검토 → 기타 주택 BIPV를 위한 별도 지침 필요

합시킬 것인가 등의 문제가 매우 중요한 요소이다. 따라서 ZeSH의 설계과정은 기존의 일반 주택 설계과정과는 다소 차이가 있으며, 기존에는 고려하지 않았던 여러 설계 요인들에 대해 고민을 해야 한다.

본 연구에서는 ZeSH의 데모주택인 KIER ZeSH I의 설계, 시공, 모니터링 및 각종 에너지 해석을 통해 획득한 실질적 경험을 토대로 각 요소 기술별로 설계과정에서 고려해야 하는 디자인 체크리스트를 수립하였으며, 그 결과를 Table 1에 제시하였다. 이 결과는 향후 새로운 ZeSH를 설계할 때 매우 효과적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 에너지자립형 제로에너지 솔라 하우스 개발과 관련하여 그동안의 1단계 연구결과를 간략히 소개하고, 데모주택의 설계 시공 경험을 토대로 새로운 ZeSH 설계를 위한 설계 체크리스트를 수립 제시하였다.

현재 추진하고 있는 보급형 ZeSH 개발은 과거에 일반적으로 추진되던 바와 같이 표준화 도면을 작성 제시하여 획일화된 형태의 주택을 보급하고자 하는 것이 아니다. 주택 에너지의 자립을 위해서는 현재 제안한 기술 이외에 매우 다양한 종류의 에너지 요소기술을 조합하여 달성할 수 있으며, 사실 이 자체가 창조적 설계활동인 것이다. 따라서 본 연구에서 궁극적으로 달성하고자 하는 목표는 1-2개 유형의 ZeSH 표준 주택모델 개발 제시가 아니라, 주택 에너지 자립화를 위한 접근방법론의 수립과, 산학연의 협업체계를 위한 제반 문제의 해결, 통합화를 위한 엔지니어링 자료의 수립 등 자립화를 위한 방향성을 제시함으로써 다양한 형태의 독창적인 ZeSH 건물이 도출될 수 있도록 하는 것이다. 1단계 목표를 열부하 70% 자립수준으로 설정한 배경도 경제성 여부에 따라 낮은 수준의 자립율부터 보급하면서 궁극적으로 완전 자립화 기술을 구현하자는 의도인 것이다.

이러한 배경에서 본 연구에서 수립 제시한 ZeSH용 설계 체크리스트는 향후 다양한 형태의 창조적인 새로운 ZeSH 주택의 설계 시공에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] Anne Grete Hestnes, et.al., (1997) Solar Energy Houses, IEA, James & James
- [2] Pamela Murphy et.al., (1997) Solar Energy Activities in IEA Countries - 1997, A

report of the IEA Solar Heating and Cooling Programme.

- [3] Stahl W., et.al., (1994) The self-sufficient solar house in Freiburg, Solar Energy 52, 111-125
- [4] Yoon Jongho, Baek N.C., Yu C.K. "Design and analysis of KIER zero energy solar house", Proceedings of ISES Solar World Congress 2003, Goteborg, Sweden, 2003. 6
- [5] Jongho YOON, Nam-Choon BAEK, Chang-Kyun YU, "Practical Design Experience through the 1st Phase Development of Zero Energy Solar House in Korea", ISES(International Solar Energy Society), Proc. of the 2004 Asia-Pacific Congress of ISES(Gwangju, Korea), 2004.10(p892-899)