

농어촌 경로홈의 패시브 디자인 요소기술 적용에 관한 연구
A Study on the application of Passive Design with Technical Elements
in Home for the Elderly of Rural and Fishing Village

조 원석
Wonseok Cho
김 흥기
Heunggee Kim

관동대학교 건축학부 교수 공학박사
Kwandong University, Division of Architecture
관동대학교 건축학부 겸임교수 공학박사(교신)
Kwandong University, Division of Architecture

농어촌 경로홈의 패시브 디자인 요소기술 적용에 관한 연구

A Study on the application of Passive Design with Technical Elements in Home for the Elderly of Rural and Fishing Village

조 원석
Wonseok Cho
김 흥기
Heunggee Kim

관동대학교 건축학부 교수 공학박사
Kwandong University, Division of Architecture
관동대학교 건축학부 겸임교수 공학박사(교신)
Kwandong University, Division of Architecture

중심어 : 패시브 디자인, 요소기술,
경로홈
keyword : passive design,
technical elements, home for the elderly

목차

1. 서론
 - 1.1. 연구의 필요성 및 목적
 - 1.2. 연구의 범위 및 방법
 - 1.3. 선행연구 고찰
 2. 패시브 디자인과 패시브 요소기술
 - 2.1. 패시브 디자인 정의
 - 2.2. 농어촌 지역 패시브 디자인 사례와 보급
 3. 패시브 디자인의 범용 요소기술
 - 3.1. 패시브 디자인 요소기술 유형
 - 3.2. 경로홈에 적용가능한 패시브 디자인 요소기술
 - 3.3. 패시브 디자인 요소기술과 자원 상관성
 4. 경로홈의 패시브 디자인 기법과 요소기술
 - 4.1. 경로홈의 패시브 디자인 요소기술 적용
 - 4.2. 경로홈 화장실에서의 패시브 디자인 적용에
 5. 결론 및 제언
- 참고문헌

본 연구는 2013년도 교육과학기술부의
재원으로 한국연구재단의 기초연구사업
지원을 받아 수행된 연구임.
(KRF-20110010340)

ABSTRACT

Domestic new housing building is planning to execute various measures as the level of passive house in 2017 year. Thus the design-based energy saving of architecture in passive design was approached with periodical task. The passive design method expects it according to things called different design by the use of building, research team will especially group for improvement plan regarding inferior environment of home for the elderly in rural and fishing village. An actual application was analyzed the data that an check-list was possible from planning and design steps around universal technical elements of passive house design. The main results of this paper are as follows. First, this research is to suggest seven universal technical elements of passive co-housing with the home for the elderly for the senior citizen who lives alone considering usability side of design and construction. That is insulation, door/window, thermal balcony, sun-light, ventilation, landscape and zoning. Second, through the subdivided parts of seven fields, passive design methods of home for the elderly were suggested 31-planning criteria as analysis of design strength and passive strength. Before the 2017 with regulation application year, passive design of co-housing for silver of rural and fishing village is desirable to proceed an demonstration project by local self-governing body.

요약

2017년부터 우리나라 신축 주택에는 모두 패시브하우스로서 에너지절약설계기준을 충족키 위한 단열과 에너지성능지표검토서 기준강화 등 다각적인 에너지 절약대책이 적용될 예정으로, 건축물의 에너지절약 기반 디자인은 시대적 과제로 대두되고 있다. 본 연구는 농어촌 독거노인을 위한 공동주거(이하 경로홈으로 칭함)의 기획 및 계획 설계 단계에서 패시브 디자인의 범용 요소기술의 적용 가능성을 검토할 수 있는 건축계획기준의 제안을 목적으로 한다. 연구는 패시브 디자인 관련 선행연구를 기술 적용의 수월성이라는 관점에서 분석 검토하고, 독거노인의 경로홈에 적합한 요소기술을 추출 체크리스트로 분석하는 순서와 방법에 의한다. 연구의 주요 결과를 요약하면, 첫째, 패시브 디자인의 요소기술을 고찰하여 설계와 시공의 난이를 고려한 범용 가능한 요소기술을 단열, 창호, 단열발코니, 채광일사, 환기, 조경녹화, 배치조닝 7대 영역으로 제시하였다. 둘째, 농어촌 독거노인의 경로홈 추진을 위한 요소기술 분야를 7개 대분류와 31개 세분류로 구분하고 각각 계획기준(planning criteria)을 제시하였다. 끝으로 우리나라 패시브 주거건축의 본격 실현 연도인 2017년 이전에 주거에 준하는 각 용도에 대해 지자체 패시브 건축 시범사업으로 추진하는 것이 바람직하다는 것을 제안하였다.

1. 서론

1.1. 연구의 필요성 및 목적

화석연료 고갈에 따른 에너지 위기 직면, 온실가스 증가로 인한 기후 변화 심화는 건축분야에서 저에너지 친환경건축으로의 대변혁을 야기하고 있다. 다소 늦었지만 2017년부터 국내 신축 주택은 모두 패시브하우스로서 에너지절약설계기준을 충족키 위해 단열과 에너지성능지표검토서 기준강화 등 다각적인 대책이 시행될 예정이다.¹⁾

우리나라의 부문별 에너지소비 분포를 보면 산업 59.4%, 가정상업 19.2%, 수송 19.1%, 공공기타 2.3%로 가정상업의 건축 관련 분야가 20% 가까이 되어 산업을 제외하면 가장 높다.²⁾ 이에 건축물의 에너지절약 기반 디자인은 시대적 과제로 접근되는데, 건축의 용도에 따라 패시브 디자인 방법이 다소 다를 것이라는 것에 주목한다.

지난 2년 여간 우리나라 농어촌 독거노인의 주거 현황을 조사하였는데, 고유가 시대로 대부분 기름보일러의 난방유절약을 위해 전기장판에 의지하여 겨울 한파를 이겨내고 있는 실정에 기인한다. 취약한 난방과 단열 기능이 상실된 옷풍이 심한 어두컴컴한 실내에 쾌적한 온도, 습도, 일조, 환기 등의 주거환경 개선이 시급하다.

현재 패시브 디자인 연구와 패시브 건축 실무가 고효율의 3리터 전후 실험 하우스가 주류를 형성하고, 또한 일반건축비 대비 20~30% 상승되는 높은 공사비로 인하여 여러 현장에서 패시브 요소기술이 범용화 되지 못하고 확산보급 단계의 걸림돌로 나타나고 있다.

본 연구는 농어촌 독거노인을 위한 공동주거(이하 경로홈으로 칭함)의 기획 및 건축계획 단계에서 패시브 디자인의 범용 요소기술의 적용 가능성을 검토할 수 있는 건축계획 기준을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이는 건축 디자이너의 숙련성, 시공자의 시공 난이성을 고려하는 동시에 추진 건축비의 과도한 부담 없이, 실현 가능한 패시브 디자인에 필요한 기초적 자료를 제공하는데 그 의미가 있다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

패시브 건축의 건축용도별 연구의 범주에서 그간 본 연구팀이 논문으로 발표한 농어촌 독거노인 관련 공동주거건축을 연구 범위로 한다. 공동주거 경로홈 추진에 있어 <에이징 인 플레이스, aging in place>와 <에이징 인 헬스, aging in health>를 주요 인자로 하여 유형 개발 및 계획

1) 매일경제, 4년 뒤부터는 모든 주택 패시브하우스 수준으로, 국토해양부는 에너지 절약형 녹색건축물 보급확대를 위한 관련 지원법 시행에 따라 '건축물의 에너지절약설계기준'을 개정하고, 외벽, 지붕, 바닥 등 부문별 단열 기준을 10~30% 강화했으며, 85mm 이상이었던 기존 외벽 단열재 두께 기준이 120mm 이상으로 함. 2013. 3. 12

2) 2012에너지통계핸드북, 에너지관리공단. 2012

기준을 연구한 바, 금번 범위는 패시브 디자인 방안에 관한 부분을 연구하고자 한다.

독거노인의 주거환경을 미래지향과 환경적 지속가능에 초점을 두고 빈곤, 고독, 질병의 3요소를 완화 및 해소해줄 수 있는 방안의 하나로 연구 방법은 패시브 디자인 관련 이론 조사 및 그래픽 작업으로 다음과 같이 3단계로 진행한다. 1단계로 패시브 디자인 관련 선행연구의 수집 및 분석을 통해 패시브 요소기술과 사례를 조사하고, 2단계는 독거노인을 위한 공동주거 추진에 적합한 요소기술을 추출한다. 3단계는 실무 적용의 가능성을 높인 패시브 범용 요소기술 디자인 방안 및 설계 강도를 분석 체크리스트로 제시하고자 한다.

1.3. 선행연구 고찰

패시브 건축에 관한 연구는 크게 고단열과 고기밀 관련 기술적 실험연구와 국내외 이론 및 사례분석에 의한 계획 설계 연구로 대별된다. 전자의 연구는 패시브 디자인을 적용한 주택에서 기밀성능을 블로어 도어 테스트를 통한 비교분석 실험연구(이태구, 윤두영, 2013)가 있고, 기존 농촌주택과 패시브형 주택의 에너지 요구량 비교분석 연구(조정민, 2011), 미기후 조절형 패시브하우스 디자인 수법(김민경, 2009)의 연구가 있다. 후자의 연구는 독일 패시브하우스 단열기준을 통한 국내 패시브하우스 사례 비교분석(김주환 외3인, 2010)과 국내 패시브 건축물에 관한 설계 및 시공사례 연구(이명주, 2009)가 있다. 이 밖에 대통령직속 국가건축정책위원회에서 건축물 패시브 디자인 가이드라인 및 평가체계 개발 연구(2012)가 있었는데, 농어촌 독거노인의 주거에 관한 패시브화 연구는 아직 없는 것으로 조사되어 금번 연구가 개진되었다.

<표 1> 최초 패시브하우스-독일 중남부지역 다름슈타트 소재



● 차양이 설치된 남동측 전경 ● 발코니가 설치된 북측 파사드
주) 1991년 Bott/Ridder/Westermeyer 교수에 의해 설계된 4세대용 공동주택으로 세대당 156㎡ 면적과 지하층에 열교환장치설치를 설치하여 에너지 소비 최소화를 시도한 실험주택임. <http://www.passivhaustagung.de/>

2. 패시브 디자인과 패시브 요소 기술

2.1. 패시브 디자인 정의

패시브 디자인은 1990년대 초부터 유럽, 특히 독일을 중심으로 전개된다. 1991년 다름슈타트(Darmstadt) 크라니히슈타인(Kranichstein)에 패시브하우스 최초 건립 이래, 최근 글로벌 에너지 위기에 직면하여 세계 각국에서 디자인 및 시공기술의 발전을 통해 의무적 적용 및 보급 중이다.

<표 2> 농어촌지역 패시브 디자인 건축 사례

건물명	개요	전경	에너지절약 요소기술
홍천 살둔 제로에너지 하우스	<ul style="list-style-type: none"> 강원도 홍천군 내면 울전리 191 2009년 건립 지상 1층, 연면적 157.92m² 용도: 단독주택 건물의 향은 진북에서 22.5도, 남북에서 30도 서향으로 배치 구조는 글루램을 소재로 한 Timber Frame House+SIP 벽체 및 단열 www.zeroenergyhouse.kr 		<ol style="list-style-type: none"> 고단열(NEOPOL), 고기밀 재료 사용 적정한 창문크기 및 덧문 적용 축열체 사용 태양열 온수 난방 보조적으로 적용 열회수환기장치 보조열원 (베치카) 사용 실내공기오염 방지 친환경재료 마감
홍성 패시브하우스	<ul style="list-style-type: none"> 충청남도 홍성 흥동면 구정리 2008년 건립 지상 1층, 연면적 24m² 용도: 에너지전환 사무실 및 교육실 시민단체 에너지전환 		<ol style="list-style-type: none"> 벽과 지붕의 두께가 320mm로 단열재·방습재·합판을 11겹으로 시공 창문 2중창 지붕에 태양광발전시설 설치 난방비가 일반 건축물의 10%만 필요한 에너지절약형 주택
파주 3.8리터하우스	<ul style="list-style-type: none"> 경기도 파주시 교하읍 산남리 2007년 건립 지하 1층, 지상 2층 대지면적 877.0m², 연면적 387.19m² 건축면적 169.43m² 용도: 단독주택으로 국내 최초의 민간 주택용 에너지절약형 건축물 초기투자비 5, 6년내 회수 가능 목표 한국건설기술연구원(윤용상 박사팀) 		<p>건축물배치 남개북폐, 벽체의 단열성능 강화, 열교차단, 창호의 기밀 및 단열성능 강화, 외피 대비 작은 창 면적, 실내 자연기류 확보, 태양열 집열판 설치(18,000kcal), 실내 바람길을 만들어 환기</p> <ol style="list-style-type: none"> 내부 콘크리트와 외부 적벽돌 사이 단열재 단열재는 진공압축발포폴리스티렌인 아이소핑크(특급) 로이 3중 유리, 목재창틀, 단열간방 및 안전필름으로 코팅된 고단열 창호 설치 방위별 창문 개구면적에 차이를 두어 열손실을 줄이고 외피부하를 감소시킴, 창문에 덧창 설치 폐열회수형 환기장치 고기밀 유지로 인해 환기로 손실되는 열을 회수하기 위해 설치 창틀을 적벽돌과 단열재 위에 얹혀 열교(Heat Bridge)가 발생하지 않도록 기술 시공
다도해해상국립공원사무소 보길분소 (1.7리터하우스)	<ul style="list-style-type: none"> 전남 완도군 보길면 부황리 2013년 2월 건립 지상 2층 용도: 농어촌 근생(사무소) 대지면적 960.0m² 연면적 175.41m² 열관류율: 외벽0.16W/m²K, 지붕0.11W/m²K 바닥0.13W/m²K 유리열관류율 0.6W/m²K로이삼중유리 창틀0.99W/m²K ● 한국패시브건축협회 		<ol style="list-style-type: none"> 다도해해상국립공원관리사무소에서 발주한 에너지자립형 사무소로 첫 사례 건축물임 태양광발전설비 13kWp 3.1리터 패시브하우스로 연간 난방부하 17kwh/m²a 공공건축물로 1층은 사무소와 식당, 2층은 관사로 계단을 분리 설계 시공하여 열교 발생을 최소화함.
통영 에코아일랜드 제로에너지 비저터센터 (1.0리터하우스)	<ul style="list-style-type: none"> 경남 통영시 산양읍 연곡리 2011년 4월 건립 지상 2층 연면적 236.96m² 용도: 농어촌 근생(마을회관/경로당/방문자센터) 열관류율: 외벽0.15W/m²K, 지붕0.15W/m²K 바닥0.15W/m²K 유리열관류율 0.77W/m²K 창호비율(개구율):10.89% 창틀0.78W/m²K ● 한국패시브건축협회 		<ol style="list-style-type: none"> 연대도라는 섬에 통영시와 푸른통영21이 함께 '에코 아일랜드 조성사업의 일환으로 추진 경로당, 마을회관, 방문자센터 기능이 복합된 공공건축물임 3.10리터 패시브하우스로 연간 난방부하 10.4kwh/m²a 태양광발전설비 9kWp 지열 히트펌프 설치 17.5kw 외벽과 지붕은 열관류율 0.15로 설계하여 200mm단열재(네오폴)가 시공되었고, 열교환환기장치를 설치하여 열손실 방지를 최소화함.
파주 동패리 0.8리터 하우스	<ul style="list-style-type: none"> 경기도 파주시 교하읍 동패리 2009년 건립 지하 1층 지상 2층 대지면적 421.6m² 건축면적 210.46m² 연면적 420.84m² 송진형, 연세대 대학원 석사논문, 2011 충북 제천시 신월동 513-10외 1필지 지상 1층, 농촌표준 그린홈, 실험주택 열관류율: 외벽0.13W/m²K, 지붕0.10W/m²K 창호0.78W/m²K 대지면적 988m² 건축면적 84.12m² 연면적 84.12m² 이태구, 윤두영, 한국생태환경건축학회 논문집, 2013. 4 		<ol style="list-style-type: none"> 0.8리터 패시브 하우스로서 창호의 U값은 0.80W/m²K이며 에너지 투과율50%와 기밀성능 n50=0.60h로 난방 요구량 8kwh/m²a을 소모 창호는 중부지역의3.84W/m²K에 비해 단열성능이 4.8배 향상하였고 태양광발전 3kw와 태양열 36,000kcal 추가하여 제로에너지 하우스를 구현
제천 테스트베드, 1.3L 패시브하우스	<ul style="list-style-type: none"> 충북 제천시 신월동 513-10외 1필지 지상 1층, 농촌표준 그린홈, 실험주택 열관류율: 외벽0.13W/m²K, 지붕0.10W/m²K 창호0.78W/m²K 대지면적 988m² 건축면적 84.12m² 연면적 84.12m² 이태구, 윤두영, 한국생태환경건축학회 논문집, 2013. 4 		<ol style="list-style-type: none"> 지상 1층에 다락층을 둔 규모이며 철콘크리트 구조 방식에 박공지붕이며 경량목구조로 시공 단열은 양단열, 창호는 아르곤가스를 충전한 3중 유리 창호를 사용 내부 마감은 황토미장 위 천연 페인트와 목재를 사용하여 마감하고 외부는 천연 미장재인 모노쿠쉬 마감

주) 국내 최초로 독일패시브하우스협회(Passive House Institute)로부터 인증 받은 주거 건축물은 'e+ 그린홈(Green Home)으로 코요롱건설에 의한 기술개발을 위한 실험주택이 있다. 한국경제, 2011년 10월 10일자 참조. 비주거로 한라건설의 인천 청라비발디 단지내 부속 노인정이 최초 인증 받음.

농어촌 독거노인의 생활양식 및 친환경 공동주거의 특성을 반영한 저비용 고효율 주거 실현 방안을 위해 국내 패시브 디자인 관련 요소기술을 요약하면 <표 3>과 같이 이동윤과 박진철이 9개로 제시하였고, 이봉의 지속가능한 건축의 패시브 디자인에서는 <표 4>와 같이 에너지절약기술과 신재생에너지기술 각각 6개 요소기술을 제안하였다.

<표 3> 패시브 하우스 요소기술

구분	에너지절약기술	신재생에너지기술
요소기술	1.지역적 특색 활용	1.태양열
	2.자연채광 및 차양	2.태양광
	3.조명 제어	3.지열
	4.고효율 단열재	4.풍력
	5.축열체	5.바이오매스
	6.자연환기	6.연료전지
	7.폐열 회수 시스템	
	8.우수 집수 및 재활용	
	9.열병합발전	

자료: 이동윤, 박진철, 패시브 하우스 에너지 절약기술 분석, 대한건축학회 제5회우수출판논문전 수상논문개요집, 2009. p.29

<표 4> 친환경 건축의 요소기술

구분	에너지절약기술	신재생에너지기술	기타기술
요소기술	1. 단열강화기술(외단열, 기밀시공, 3중유리)	7. 태양광 발전(PV, BIPV)	13. 바닥공조
	2. 일사차단기술(차양, 어닝, 루버, 블라인드)	8. 태양열난방 및 급탕	14. 복사냉난방시스템
	3. 자연친화기술(아트 리움, 에코사프트)	9. 풍력발전(BIWP)	15. 대온도차시스템
	4. 자연채광기술(광선반, 광덕트, 솔라스팟)	10. 지열 냉난방(GHP, Cool Tube)	16. 빙축열냉방
	5. 건축녹화기술(지붕 및 옥상녹화, 벽면녹화)	11. 연료전지	17. 폐열회수형 환기장치
	6. 수자원기술(우·중수 이용, 절수형변기)	12. 바이오에너지(목재펠릿)	18. 가스 터어빈

자료: 이 봉, 지속가능한 건축의 패시브 디자인, 발언. 2011. p.225

3리터 하우스는 대림산업(주)에서 2005년 에너지 소비량 목표를 3리터/m²a 목표로 연구 개발한 것이다. 다양한 기술, 설계와 재료를 이용하는 시공표준으로 간주되며, 기본적으로 저에너지건축(low energy house)을 기본모델로 고안된 것이다. 3리터 하우스는 일반적인 건물(주택)보다 약 80% 정도의 에너지를 절약할 수 있다.⁴⁾ 이 주택에는 고성능 창호, 슈퍼 단열, 이중외피, 폐열회수환기시스템, 연료전지, PCM(잠열보유 플라스틱), 열교차단/기밀화의 요소기술을 적용하였는 바, 구체적인 적용은 <표 5>와 같다.

삼성물산 건설부문에서 용인시에 시범주택으로 건립한 그린 투모로우(2009년) 실험주택은 미국 그린빌딩협의회 주관하는 LEED 플래티넘(69점 만점 중 55점)을 국내 최초로 획득한 사례이다. 이 건물은 총 68개 아이템을 적용하였는데 Zero Energy 34개, 이산화탄소 배출 제로를 추

4) 박선호, 박용승, 원중서, 최영락, 초에너지절약형 건물 3L House의 주요 적용 기술, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 통권 9호, 2005. 11. p.184

구하는 Zero Emission 18개, Green IT 16개 아이템으로 이루어졌는바, 요소기술을 요약하면 <표 6>과 같다. 신재생에너지 분야⁵⁾에서 주택에 적용성을 높인 기술 중 15도 내외의 지열 히트펌프 기술 이용이 두드러진다.

<표 5> 3리터 하우스의 요소기술

구분	에너지절약기술	
요소기술	1. 고성능 창호	창호의 열관류율 만족을 위해 3중 유리에 2면 Low-e코팅 사용, 창틀은 내부를 4Zone을 한 PVC 사용
	2. 슈퍼 단열	외벽 단열재 두께 350mm, 우각부나 접합부는 400-450mm 사용 EPS 단열재 사용 대신 Graphite를 함유한 신소재 단열재 사용
	3. 이중외피	하절기에는 내부의 블라인드가 일사 차단, 동절기에는 Buffer zone 역할
	4. 폐열회수 환기시스템	지중 덕트 25m에 의한 폐열회수 환기 시스템 설치, 0.25-0.4회/h 환기율
	5. 연료전지	가정용 연료전지 설치(1kw, AC 220V 60Hz)
	6. PCM	하절기 잠열부하 감소를 위해 상변화물질(PCM)인 잠열보유플라스터를 2mm 두께로 벽 및 천정에 시공
	7. 열교차단/기밀화	열교부위 최소화와 기밀도는 n50(실내외 압력차 50pa)에서 침기에 의한 환기회수 0.3회/h

자료: 박선호, 박용승, 원중서, 3L House의 설계 시공 및 평가, 대림산업(주)기술연구소, 대한설비공학회 2006학계 학술발표대회논문집, pp.814-819

<표 6> 그린 투모로우 주택의 요소기술

구분	아이템 적용 기술	신재생 및 전기IT설비	
요소기술	1. 이중외피시스템	신재생에너지기술	1. 블라인드태양열발전
	2. 삼중창호		2. 지열이용냉난방시스템
	3. 슈퍼단열(진공단열재, 에어로젤)		3. 비상용연료전지
	4. 고단열, 고기밀방화문		4. 연료교환형태양광발전
	5. 잠열축열시트		5. 지붕형태양광발전
	6. 단열목조		6. 태양열급탕시스템
	7. 습도조절마감자재		7. 풍력발전
	8. 재생목재		8. 지열이용쿨루브시스템
	9. 바이오기술융합마감자재		9. 지열이용도로용설시스템
	10. 유해물질저방출마감자재		전기IT설비시스템
	11. 저온바닥난방	2. 직류구내배선시스템	
	12. 바닥취출공조시스템	3. 홈네트워크	
	13. 에어플로우윈도우시스템	4. 실내환경센터제어시스템	
	14. 자연환기	5. RFID주방관리시스템	
	15. 열회수형환기장치	6. 대기전력차단시스템	
	16. 골판지알루미늄코팅덕트	7. 홈케어시스템	
	17. 선풍공기순환시스템	8. RFID위치인식시스템	
	18. 폐키지중수처리시스템	9. 침실환경조절시스템	
	19. 절수형수전	10. RFID의류관리시스템	
	20. 절수형양변기	11. 멀티난방온도조절시스템	
	21. 우우이용시스템	12. 재택근무지원시스템	
	22. 물안쓰는 소변기	13. 오디오파일공유시스템	
	23. 전기자전거	14. 직류가전기기, 직류LED	
	24. 초박형옥상녹화시스템	15. 절전조명제어	
24. 친환경조경설계	16. 스마트그린드		
	17. 그린서버, 18. 스마트보안등, 19. 지능형CCTV		

자료: greentomorrow.co.kr, 삼성건설기술 2009년 통권 제61호

5) 신재생에너지는 태양광, 태양열, 바이오에너지, 풍력에너지, 소수력에너지, 해양에너지, 폐기물에너지, 지열에너지의 8개의 재생에너지와 수소에너지, 연료전지, 석탄가스화액화 3개의 신에너지로 공공기관이 신증개축하는 연면적 1,000m² 이상의 건축물에 대하여 예상에너지사용량의 10% 이상을 신재생에너지 설비 설치에 투자하도록 의무화하고 있다. 에너지관리공단 홈페이지 정보마당 참조.

<표 7> 농어촌 경로홈에서 적용가능한 패시브 디자인 범용 요소기술

대분류	중분류	소분류	계 획 기 준	기술 번호	설계 강도
A - 단열	A1 외단열	A1-1	● 단열의 연속성 유지 및 구조체의 온도구배 증감을 고려하여 중단열 또는 내단열 보다 외단열을 적극 권장하며, 중단열 및 내단열은 내부 결로 부위 저감을 위해 반사형, 박막형 방습단열필름을 반드시 추가 시공	1	○
		A1-2	● 비외단열 설계시 중단열과 내단열로 이중 단열 보강 디자인 검토(내부결로 유의)	2	
	A2 단열재 두께	A2-1	● 동일한 열관류율 충족시 북측 및 서측 외벽의 단열재를 더욱 두껍게 설계 고려	3	●
		A2-2	● 화장실(목욕실)은 외단열이 적합하며 기타 외벽 보다 단열 두께 증가 고려, 노인의 라이프스타일을 반영하여 목욕 공간에 남측 햇살이 들어올 수 있도록 평면 각실 공간 조닝시 남측 배려	4	
	A3 고기밀	A3-1	● 단열재 연결 부위 기밀 테이프 시공 감리와 필로티, 발코니, 파라펫, 창호 개구부 주위 등 단열재 취부와 누수, 결로, 방습 고려	5	●
		A3-2	● 2겹 단열재와 박막형 단열 추가로 이중 단열 검토하여 틈새바람, 냉교, 열교 최소화 디자인 시공	6	○
	A4 단열옥조	A4-1	● 단열 무장에 옥조로 방수배개, 안전 손잡이, 물에 가라앉은 의자, 바닥 미끄럼 방지 마감 고려	7	○
		A4-2	● 옥조의 온열 히팅 기능 권장	8	○
	A5 단열바닥	A5-1	● 1층 제실 바닥의 단열재 설치	9	○
		A5-2	● 화장실 바닥은 히팅 난방설비가 구비되어야 하고, 반드시 외벽 부위에는 벽체(Wall) 판넬히팅이 절대적으로 필요함. 노인들의 추위에 대한 저항력이 매우 약한 점이 고려되어 내벽부착 브라켓형 난로가 보조적으로 지원될 수 있게 검토	10	○
B - 창호	B1 창틀	B1-1	● 창의 면적을 가능한 줄이고 개폐창의 비율은 너무 작지 않게 함	11	○
		B1-2	● 단열 새시를 적용하여 창틀에 의한 열교 및 냉교 현상 방지	12	
	B2 유리	B2-1	● 거실 전면창인 경우 3중 유리, 로이 복층유리를 권장하고, 복창으로 적용시 열관류율을 충족하는 복층유리 사용하고 블라인드 내장 유리를 권장함	13	
		B2-2	● 침실 창과 주방 창은 내외부 복창으로 하고 내외부 모두 복층유리로 유리면을 통한 열교현상 최소화 적용	14	
B3 현관문	B3-1	● 외벽 열관류율치와 유사한 단열방화문을 권장하고 가능한 현관에 기밀보강 중문 설치하며, 여건이 허락하는 한 남쪽으로 향하여 따뜻한 현관이 되도록 디자인	15		
C - 단열 발코니	C1 단열발코니 Thermal Balcony	C1-1	● 침실 전면과 달리 북측 외벽면과 접하여 깊이 900-1,200mm의 발코니를 설치하여 단열발코니를 디자인	16	○
		C1-2	● 휠체어 및 침대의 이동이 가능하도록 10mm 이내로 가능한 무턱 시공	17	
		C1-3	● 주방 외벽과 접하여 단열 발코니를 다용도실과 보일러실을 겸하여 설치 권장. 단열발코니는 북측면과 동서측면 모두 북측/삼중 단열유리와 단열 새시로 디자인하여 일사열과 일사소독이 가능하도록 배치함.	18	
D - 채광 일사	D1 자연채광	D1-1	● 자연채광을 위해 남측 베이(bay)를 증가하여 침실과 거실을 조닝함. 거실은 주생활 및 방문 케어가 이루어지므로 남향뿐 아니라 동향 및 서향으로도 채광창을 설치하면 열 및 빛(주광)환경 조절에 유리함.	19	○
	D2 일사조절	D2-1	● 하절기 일사 차단을 위해 루버(lower) 및 어닝(awning) 디자인 적용을 검토하고 목재, 알루미늄, 강화플라스틱, 또는 이 3가지를 하이브리드로 융합한 “덧문”과 “덧창”을 적극 설치하여 외부에서 열을 차단함	20	
E - 환기	E1 자연환기	E1-1	● 거실은 가능한 맞바람 맞통풍 원리를 적용하여 자연환기 중심으로 디자인	21	○
	E2 환기교환시스템	E2-1	● 대지내 지중, 지하실, 피트(Pit) 층의 지열을 이용한 전기 열원의 열교환 환기시스템 적용 검토 가능하나, 노인 공동주거임을 고려하여 자연환기를 최우선 적용	22	○
F - 조경 녹화	F1 벽면녹화	F1-1	● 외벽면에 담쟁이, 줄사철, 인동덩굴, 덩굴장미, 능소화 등 덩굴식물 식재로 하절기 열(습도)환경 조절	23	○
	F2 생울타리	F2-1	● 생울타리 설치 및 대지내 방풍림 식재하여 바람의 풍향과 풍량 조절 가능	24	○
	F3 방풍담장	F3-1	● 대지내 미기후는 매우 중요하므로 F2-1방풍과 함께 담장을 적극 고려하여 옥외 과도한 바람이 처마 아래 노인의 생활특성에서 햇살의 해바라기 공간을 방해하지 않도록 배려	25	●
G - 배치 조닝	G1 침실	G1-1	● 남향으로 배치하되 남측 창과 출입문 또는 고층창에 의한 맞바람을 살려 하절기 실내온도 낮추는 효과 획득 및 생활 속 각종 취기를 환기할 수 있도록 디자인 권장	26	○
		G2 침실+단열 발코니	G2-1	● 독거노인의 침실은 반드시 햇살이 들도록 남측 베이(bay)로 구획하고 침실 전면에 가능한 단열발코니와 간이 수납장이 설치되면 열환경 케어와 거주 편의성이 동시에 충족될 것으로 기대함.	27
	G3 남측 더블스킨 화장실	G3-1	● 대소변 기능과 목욕기능 겸비로 거주 노인들의 프라이버시 위해 겸의실(전실) 반드시 확보	28	●
		G3-2	● 목욕 노인과 요양보호사 및 동료 노인의 상호 케어가 가능하도록 실내 규모가 선정되나 자립생활돌봄형, 반 자립돌봄형, 요양기관형, 다기능복합형의 케어 정도 예상치에 따라 옥조 및 위생기구 선정 구분함	29	
		G3-3	● 경로홈 내부공간에서 가장 단열이 우수하게 접근되어야 하고 냉난방은 바닥히팅, 보조라디에이터, 고기밀 고효율 환기창 설치(기계환기와 자연환기 검토 적용)	30	
G3-4	● 남측 배치와 이중외피(double skin)를 적극 권장하며, 단열과 일조가 강화된 유리블록(Glass Block) 사용 권장	31			

주) 1. 범용기술로 도입하기 위해 기획(과업지침), 설계, 시공 단계별 전문가 교육과 보급정책이 병행되어야 함. 특히 지방 중소도시와 농어촌의 경우 조악한 패시브 건물이 되지 않기 위해 더욱 이 부분이 강화될 필요가 있음.
2. 설계 강도 : 강 ● 중 ○ 약 ○

3.2. 경로홈에 적용 가능한 패시브 디자인 요소기술
 이상의 요소기술에서 경로홈에 적용 가능한 패시브 디자인 범용 요소기술을 요약하면 <표 7>과 같이 단열(A), 창호(B), 단열발코니(C), 채광일사(D), 환기(E), 조경녹화(F), 배치조닝(G) 영역으로서 대분류 7개 항목, 중분류 19개 항목

목, 소분류 31개 항목으로 유형화하였다.

3.3. 패시브 디자인 요소기술과 자원 상관성
 동시대까지 건축을 화석연료시대 건축이라고 하면 향후 건축(우리나라는 2017년)은 패시브 및 신재생에너지시대 건축이라고 명명할 수 있다. 그런데 건물은 서향으로 짓고

지붕에 태양광 패널을 엮는 사례와 남측 서측 구분 없이 건물 파사드 전체를 유리 표피로 에워싸 마치 온실 같은 건물에 로이 복층유리로 감싸는 어처구니 없는 상황이 종종 목격된다. 영국의 환경건축가 마이클 폴린(Michael Pawlyn)⁶⁾이 “Biomimicry in architecture”에서 제시한 자원효율성(resource efficiency), 자원순환성(closed loop systems), 자원경제성(solar economy)의 기준으로 경로홈의 패시브 디자인 관계성을 분석해 보면 <표 8>과 같이 요약할 수 있는데, 첫째, 자원효율적 요소로 단열, 단열발코니는 절대적이나 창호에 의한 태양열 획득과 실내 열손실 요소는 태양자원의 경제적 활용에서 상관성이 미약하다. 즉 창호 면적비가 클수록 패시브적 요소의 제어가 난해한 측면이 강하다. 조경녹화에서도 노인들이 유지관리에 힘든 경로홈에서는 제한적으로 디자인되어야 하고 자원효율적 요소로 남측 화장실과 더블스킨의 일부 외벽 적용은 자원경제적 측면에서 적극적 권장 요소로 분석되었다.

<표 8> 패시브 디자인의 기술요소와 자원 상관성

구분	요소기술	자원효율	자원순환	자원경제
A-단열	A1_외단열	●	○	●
	A2_단열재 두께	●	○	●
	A3_고기밀	●	●	●
	A4_단열 옥조	●	●	○
	A5_단열 바닥	●	●	●
B-창호	B1_창틀	●	●	○
	B2_유리	●	●	○
	B3_현관문	●	●	○
C-단열발코니	C1_단열발코니	●	●	○
D-채광일사	D1_자연채광	●	○	●
	D2_일사조절	○	●	○
E-환기	E1_자연환기	●	●	●
	E2_환기교환시스템	●	●	●
F-조경녹화	F1_벽면녹화	●	●	○
	F2_생울타리	●	●	○
	F3_방풍담장	●	●	○
G-배치조닝	G1_침실	●	●	○
	G2_침실+단열발코니	●	●	●
	G3_남측더블스킨화장실	●	●	●

표기: 강 ● 중 ● 약 ○

4. 경로홈의 패시브 디자인 기법과 요소기술

4.1. 경로홈의 패시브 디자인 요소기술 적용

패시브(passive) 디자인을 정의하고 개념 정립 단계에 있는 우리나라는 세부 요소기술의 범주를 어디까지 인정하고 적용 가이드라인으로 규정, 입주후 평가하는가는 앞서 에너지 절약, 친환경, 신재생 등 여러 기술을 언급한 연구 논문이나 실험 주택 요소기술 편람에서 보듯이 아직 관련 전문가의 합의와 지난한 토의 절차를 남기고 있다.

본 연구에서는 액티브(active) 디자인으로써 실내외부 열교환을 위한 기계환기 시스템과 신재생 에너지 기술의 태양광, 태양열, 풍력, 지열 등의 요소를 제외하고, <표 9>와 같이 패시브 디자인의 범용 요소기술 적용시, 단열(A), 창호(B), 단열발코니(C), 채광일사(D), 환기(E), 조경녹화(F), 배치조닝(G)의 7대 요소기술을 범용화 가능 요소기술 영역으로 구분하여 패시브 강도⁷⁾와 설계 강도⁸⁾에 따른 적용 검토가 필요하다. 예컨대, 단열과 창호, 배치조닝은 필수적 요소기술로 패시브 강도 또한 강하게 하여야 한다. 반면 설계강도는 단열재와 창호 영역의 요소기술 경우 제조업체에서 납품하여 설치가 주요 건축행위로써 디자인 보다 공사시방서에 의한 철저한 감리가 더 필요할 것으로 판단한다. 고기밀을 위한 열교환환기시스템설비 적용은 실제 사용자의 특성을 종합적 검토하여 신중할 필요가 있다.

<표 9> 경로홈의 패시브 디자인 범용 요소기술의 적용

	요소기술	기술번호	적용	패시브 강도	설계 강도
A 단열	A1 외단열	1.2	■	●	○
	A2 단열재 두께	3.4	■	●	○
	A3 고기밀	5.6	■	●	●
	A4 단열옥조	7.8	□	○	●
	A5 단열바닥	9.10	■	●	●
B 창호	B1 창틀	11.12	■	●	●
	B2 유리	13.14	■	●	●
	B3 현관문	15	■	●	●
C 단열발코니	C1 단열발코니	16.17.18	□	○	●
	D1 자연채광	19	■	●	●
D 채광일사	D2 일사조절	20	□	○	●
	E 환기	E1 자연환기	21	■	●
E2 환기교환시스템		22	□	○	○
F 조경녹화	F1 벽면녹화	23	□	○	○
	F2 생울타리	24	□	○	●
	F3 방풍담장	25	□	○	●
G 배치조닝	G1 침실	26	□	●	●
	G2 침실+단열발코니	27	■	●	●
	G3 남측더블스킨화장실	28.29.30.31	■	●	●

표기: 필수적 요소: ■ 선택적 요소: □, 설계강도: 강 ● 중 ● 약 ○

이상 요소 기술의 적용 검토 단계에서 유의할 사항은 다음과 같다.

단열-A는 단열재의 강화 이후에도 여전히 설계 및 시공 과제로 대두되는 부분은 창호, 파라펫, 외벽, 지붕, 설비아웃렛 등의 고기밀 시공, 단열재 연속성, 내부결로와 표면결로 문제로 발주/기획/설계/시공의 각 단계별 검토와 실험이 필요하다.

창호-B는 범규상의 열관류율 값 충족을 상회하는 패시브 설계강도가 필요하게 되므로 발주시 정량적 의사결정이

7) <패시브 강도>는 패시브 하우스 조건인 연간 난방 에너지량이 15kWh/m²(약 실내등유 1.5리터) 이하가 모두 해당되는 것으로, 건축 설계시 반영해야 할 필요성의 강약을 의미함.

8) <설계강도>설계도 및 시방서, 감리를 포함한 패시브 건축 구현을 위한 설계 및 시공의 난이도의 강약을 의미함.

6) Michael Pawlyn, Biomimicry in architecture, Exploring Architecture, 2008, p.6

필요하며, 단열발코니-C는 온열환경 충족을 위해 디자인적으로 검토할 수 있다.

채광일사-D는 주광(晝光)의 특성인 빛과 열의 자원을 환경적 요소로 활용하는 패시브의 주요 요소기술로 검토해야 한다.

환기-E는 가정용 누진세 전기로 모터를 구동하면서 75-80% 효율의 열교환환기시스템 설비기기 설치하는 노인이 주사용자인 점을 고려하여 타당성 추가 검토 후 적용 여부가 신중히 결정되어야 한다. 즉, 열교환환기설비는 하절기와 동절기 외기를 사용하는 교차 환기로 효율성을 기대하기 보다 지하실이나 지하 피트의 지열(geothermal energy, 재생에너지의 지열이 아님)을 히트펌프하여 냉난방을 위한 에너지 부하를 작게 패시브화하는 것이 권장된다.

조경녹화-F는 대지와 건물 내외부의 공간계획시 미기후(micro-climate) 조절 요소로서 조경과 담장에 의한 북서 계절풍의 한랭한 바람의 방풍 검토가 필요하고(농어촌에 필요), 배치조닝-G는 침실과 더블스킨 화장실의 남향 배치로써 더위 보다 추위에 대한 저항성이 현저히 낮은 노화의 신체적 특성을 반영한 방안으로 춘하추동 중 추동계절에도 적극적으로 쾌적성을 확보할 수 있는 요소기술이다.

<표 10> 화장실의 패시브 디자인 프로세스

	패시브 적용 프로세스	적용 기술번호	특성
1단계 [기존]		7,8,9,10	<ul style="list-style-type: none"> 기존 마을회관, 경로당, 보건지소의 비남측 화장실을 패시브화 설계시공 구조, 마감, 디자인의 한계를 지남
2단계 [남측]		7,8,9,10, 28,29,30	<ul style="list-style-type: none"> 주거 각실 중 화장실을 남측에 배치 독거노인의 생활주기에서 화장실 사용빈도와 만족도 비중이 큼을 고려
3단계 더블스킨		7,8,9,10, 28,29,30, 31	<ul style="list-style-type: none"> 가장 적극적 패시브 디자인 기법으로 더블스킨을 남측 외벽에 형성함. 더블스킨 디테일 설계와 시공 기술 필요

표기: 화장실 더블스킨/Double Skin

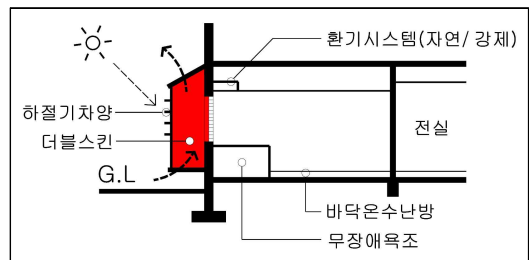
4.2. 경로홈 화장실에서의 패시브 디자인 적용에

노인의 신체적 특성상 경로홈에서 중요히 다루어야 할 실내 환경적 요소로는, 온도 및 환기온도제어가 중요하다. 독거노인의 실내환경 만족도 중 가장 큰 비중을 차지하는 화장실은 패시브 강도를 3단계로 가능한데, <표 10>과 같이 1단계는 거실과 침실이 남측에 배치되고 화장실은 비남측 동서북측에 위치되는 기존 실내구획에 따라 패시브를 추구한다. 2단계는 화장실이 주요 실(室)로 남측에 위

치되어 일조와 일사를 적극 활용하는 방안이다. 3단계는 이중외피(double skin)를 적용하여 마치 공동주택의 발코니가 열적 완충영역(thermal buffer zone) 기능을 하듯 공동주거 경로홈에서 단열 발코니 역할을 제공, 따스하고 햇살이 비추이는 목욕공간을 태양에너지로 구현하는 방안을 적극 권장한다.

침실과 거실의 남향 구획 만큼 중요한 요소로 화장실의 남향 배치는 5~9명 어르신들이 공동 거주하는 생활양식에서 사용 빈도와 시간이 적지 않은바, 독거노인 공동주거 경로홈에서 핵심적인 패시브 디자인 요소기술이 될 것이다. 공동침식이 주가 되므로 프라이버시 보호 위해 갱의(更衣)공간이 반드시 필요하다는 현장조사 의견에 따라 전실을 설치하되 거실 및 주방과 시선 차단되도록 배려한다. 이 화장실은 <그림 3>과 같이 온열환경이 가장 적극적으로 제어될 수 있는 더블스킨 개념으로 패시브화 공간을 적용할 수 있다. 더블스킨 기법은 일반적으로 사무소 건물이나 전시관에서 사용되는 사례가 많은데 설치비용 고가, 시공기술 난도, 유지관리의 어려운 점을 고려하여 경로홈 건축물에서는 화장실 공간에만 남향 외벽에 설치하여 효율성과 거주자의 유지관리 사용성을 종합 반영한 범용 요소기술로 최우선 제안 가능하다.

기본구성 요소로는 하부 급기창, 상부 배기창, 외부 부착 조절 가능 차양, 자연환기 또는 열교환환기시스템 장치, 바닥온수난방, 출입문이 달린 무장애욕조, 글래스블록 자연채광창, 전실로 디자인 가능하다. 더블스킨 깊이는 화장실 외벽 폭에 따라 가변적이나 900~1,200mm를 권장하며 향후 실험과 거주후평가에 의해 표준화할 필요가 있다.



주) 기술번호 : 7, 8, 9, 10, 28, 29, 30, 31

<그림 3> 더블스킨을 적용한 패시브 화장실 개념도

5. 결론 및 제언

우리나라는 노인복지(老人福祉)에 쓰는 돈이 경제협력개발기구(OECD) 34개 회원국들 가운데 가장 적은 것으로 나타났다.9) 반면 노인 빈곤율은 1위로 최고 수준인데, 독거

9) 연합뉴스, 한국 노인복지지출 OECD 꼴찌, 노인빈곤율은 단연 1위, 2013. 2. 27 보도; 노인빈곤율은 전체 가구 가처분 소득 중위수준의 50% 미만인 노인 인구 비율임. 2011년 우리나라 노인빈곤율은 45.1%로 1위이고, 독신노인가구 빈곤율은 무려 76.6%에 달함.

노인은 무려 77%가 빈곤가구로 그 정도가 매우 심각하다. 독거노인의 공동주거인 경로홈의 추진 및 공급 주체가 정부의 복지 범주에서 대안을 찾지 않으면 안 되는 이유가 여기 있다. 그런데 부족한 정부예산으로 건축비와 유지관리비 모두 정부의 재원으로 지원이 있어야 향후 가능한데도 불구하고 지금도 어떤 지자체에서는 재래식(고에너지) 건축 디자인과 시공기술로 마을회관, 경로당, 독거노인 그룹홈을 발주, 시공, 완공오픈식을 이어가고 있는 안타까운 실정이다. 이에 본 연구팀은 패시브가 가능한 독거노인 공동주거 경로홈의 방안을 모색하고, 실무 기획단계에서 활용하기 용이한 기초 자료를 체크리스트로 제시하여 이른바 ‘농어촌에서 에너지 먹는 건축물’로 애물단지가 되지 않도록 진력하였다.

연구의 주요 결과를 요약하면, 다음과 같다.

첫째, 농어촌 독거노인의 경로홈 건축설계 기획단계에서 적용 가능한 패시브 디자인의 요소기술을 설계와 시공의 난이도라는 관점에서 요소기술 분야를 31가지로 분류하였다. 즉 패시브 디자인의 요소기술을 단열(A), 창호(B), 단열발코니(C), 채광일사(D), 환기(E), 조경녹화(F), 배치조닝(G)으로 7가지로 대분류하고, 다시 이것을 19가지로 중분류하였다. 그리고 최종적으로 31가지로 세분류하고, 이 세분류에는 각기 필요한 계획기준(planning criteria)을 제시하였다.

둘째, 경로홈의 발주 및 기획, 건축설계 단계에서 패시브화 정도를 의사 결정에 활용할 수 있도록 이상의 31가지의 패시브 디자인 요소기술을 패시브 강도 및 설계 강도, 필수적 요소와 선택적 요소로 구분 제시하였다. 이것은 패시브 디자인 건축은 개인이나 공공건축 모두 경제적 부담이 종래 보다 매우 크게 체감되므로 적용 가능한 요소를 입안 단계부터 선택적, 정량적 결정에 의한 추진이 필요하기 때문이다.

그런데 이상의 패시브 건축이 공공건축의 성격이 짙은 경로홈의 경우, 실현가능성을 높이려면 초기 입안 단계부터 지금까지 관행적으로 적용된 기존 ‘사업비 책정’ 및 ‘과업지침서’를 과감히 버려야 한다. ‘패시브 설계 강도’에 따라 추가 사업비가 소요되는 부분과 발주 방식 등 새로운 기준을 적용하여 전문자료 활용과 전문가의 협력에 의해 패시브 주거건축 본격 실현 연도인 2017년 이전에 주거에 준하는 각 용도에 대해 지자체 시범사업으로 추진하는 것이 바람직하다.¹⁰⁾¹¹⁾ 이렇게 관행을 개선할 때 비로소 패시브

건축 과정에서 시행착오가 최소화될 것으로 사료된다. 예를 들어 보건지소와 병립된 독거노인 경로홈의 추진시 관련법과 패시브 적용 강도의 검토부터 시작하여 추진 단위 마을이나 권역 마을에 대한 수요조사는 물론 고품화에 따른 케어 지속성이 가능한 강도로 접근되어야 할 것이다. 이 영역과 함께 단위 평면 및 패시브 디자인 상세 개발에 의한 효용성과 현장 적용성을 높인 시뮬레이션 연구가 차후 연구과제가 될 것이다.

참고문헌

국가건축정책위원회, 건축물 패시브 디자인 가이드라인 및 평가체계 개발 연구, 2012
 국토연구원, 노인주거복지 제고를 위한 종합계획 수립연구, 2007
 김주환, 이태구, 조경민, 김주수, 독일 패시브하우스 단열 기준을 통한 국내 패시브하우스 사례 비교 분석, 한국생태환경건축학회, 2010. 05
 박선호, 박용승, 원종서, 최영락, 초에너지절약형 건물 3L House의 주요 적용 기술, 한국생태환경건축학회 학술발표대회논문집, 2005. 11.
 이명주, 국내 패시브건축물 설계 및 시공사례, 한국그린빌딩협의회 추계 학술강연회 논문집, 2009. 11
 이봉, 지속가능한 건축의 패시브 디자인, 발언. 2011
 조경민, 이태구, 김주수, 기존 농촌주택과 패시브형 주택의 에너지 요구량 비교분석, 한국생태환경건축학회, 제11권4호, 2011. 08
 조경민, 이태구, 한영해, 패시브하우스 디자인 요소를 적용한 농촌지역 단독주거건물의 난방에너지 모니터링 연구, 한국생태환경건축학회 제13권 2호 2013. 04
 조원석, 김흥기, 노인돌봄서비스를 강화한 독거노인 공주주거의 건축계획 연구, 한국농촌건축학회논문집 제14권3호, 2012. 08
 조원석, 김흥기, 농어촌 독거노인의 공동주거에 관한 건축계획적 특성 연구, 한국농촌건축학회논문집 제14권2호, 2012. 05
 조원석, 김흥기, 농어촌 독거노인의 공동주거 선호 경향에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집 제13권3호, 2011.11
 조원석, 김흥기, 독거노인용 경로홈의 유형개발과 계획기준의 연구, 한국농촌건축학회논문집 제14권4호, 2012.11
 최정만, 패시브하우스의 국내외 동향, 한국그린빌딩협의회, 제13권1호, 2012. 03
<http://www.greentomorrow.co.kr>
<http://www.passivhaustagung.de>
<http://www.phiko.kr>

10) 녹색건축물조성지원법 공포 시행에 따라 2013년 9월 1일부터 500㎡ 이상 건물에 에너지절약계획서 제출을 의무화하고 단열을 강화하였으나 경로홈과 같은 소규모 패시브화 대상 건물은 지속적으로 설계 시공기술의 상세 연구가 필요하다고 사료된다.

11) 서울시 강동구는 500㎡ 미만 건축물에도 저탄소 그린에너지 친환경 건축물 성능 향상을 위한 가이드라인을 적용한다. 이외 건축물마다 상

자터발을 3가구(가구당 2.4㎡) 이상 조성하고, 자전거주차장, 1톤 이하의 소형 빗물통 설치도 의무화 했다. 한국일보, 강동구 모든 건물 에너지 절약 의무화, 2013. 8. 27