내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택의 가변요소 시스템 개발 : 실험주택 건립 및 적용성 평가를 중심으로

Infill-system Development for Long-Life Housing with Durability & Flexibility: Focused on the Constructing and Evaluating Application of Mock-up House

정소이¹ · 박준영² · 천영수³

So-Yi Cheong¹, Joon-Young Park² and Young-Soo Chun³

(Received September 5, 2011 / Revised October 19, 2011 / Accepted October 25, 2011)

요 약

본 연구는 지속 가능한 주거환경을 구현하기 위한 실천전략의 하나로써 100년의 내구성과 가변성을 갖는 장수명 공동주택 표준모델에 실질적으로 적용할 수 있는 다양한 가변요소 시스템 개발을 주된 목적으로 한다. 연구방법으로는 장수명 공동주택 표준모델을 적용한 ‘실험주택’을 대상으로 개발한 각종 가변요소 시스템과 기술들을 통합하고 단계별 현장 적용성 평가, 전문가 의견조사 및 설문조사 등을 실시하였다. 본 연구는 총 3단계로 구분하여 수행하였다. 1단계에서는 고정요소인 전체 구조체와 가변요소인 건식외벽, 창호 등을 시공함과 동시에, 전용면적 84m²에 가변요소 시스템을 시공하면서 현장 적용성을 평가하였다. 2단계에서는 전용면적 50m² 3세대를 대상으로 국내 최초로 수직통합형 세대(전용50m²+전용40m²)와 수평확장형 세대(전용50m²+전용10m²)를 대상으로 다양한 가변요소시스템의 현장 적용성 평가를 실시하였다. 3단계에서는 본 연구에서 개발한 건식 온돌의 현장검증을 위한 각종 성능평가 실험과 기 사용한 주택부품의 해체, 이동 및 재시공을 통한 3R 구현 정도 파악 등 실용성 제고를 위한 다양한 검증 작업도 함께 실시하였다.

주제어 : 장수명 공동주택, 실험주택, 가용성, 가변요소

ABSTRACT

This research aims to develop various infill-systems for practically applying to long-life housing with 100-year durability and flexibility as a strategy for realizing sustainable residential environment. Especially, the developed infill-systems & technologies were concentrated to the mock-up house applied with the standard model of long-life housing, and their in-situ applicability by a phase, experts' consultation, and questionnaire survey were also evaluated. This research was executed to divide by 3 phases. In the First phase infill-systems for a housing unit of 84m² exclusive use area as well as a support of whole structure and infill-systems including dry wall, and windows were constructed, and their in-situ applicability were evaluated. In the Second phase vertical integration of upper and lower housing units of 50m² and 40m² exclusive use area was investigated the first in domestic for 3 housing units of 50m² exclusive use area. In addition, various infill-systems including the horizontal expansion of 50m² and 10m² exclusive use areas were also constructed and evaluated on their in-situ applicability. In the third phase diverse performance tests and field investigation for in-situ verifying of dry Ondol, developed this research, were executed to improve their practicability. Inner dry walls were taken apart, moved and re-constructed for verifying their practicability to investigate 3R-Reduce, Reuse and Recycle-realization too.

Keywords: long-life housing, Mock-up house, Capacity, Infill-system

본 연구는 한국건설교통기술평가원 CTRM과제 연구비 지원에 의한 연구결과의 일부임(과제번호 : '05건설핵심 D04-01).

1) 토지주택연구원 책임연구원(주최자: soyi@lh.or.kr)

2) 토지주택연구원 연구위원(교신저자: vikpjy@lh.or.kr)

3) 토지주택연구원 수석연구원

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

최근 국내에서는 불필요한 재건축, 재개발로 인한 자연 환경파괴 및 환경오염의 폐해를 최대한 억제시킴과 동시에, 자원 및 에너지 활용의 3R(Reduce, Reuse, Recycle)을 바탕으로 저탄소 녹색성장을 실질적으로 구현할 수 있는 미래 지향적이며 새로운 주택으로서 장수명 공동주택¹⁾에 대한 개발 요구 및 필요성이 증대하고 있다.

장수명 공동주택을 구성하는 가변요소 시스템은 거주자의 다양한 라이프사이클 및 라이프스타일 등의 지속적 변화 요구에 능동적으로 대응가능한 공간을 창출하기 위해 필요한 매우 중요한 요소이다. 가변요소 시스템에 대한 연구는 지속적으로 추진은 되고 있으나 아직 다양한 아이템이 개발되지 못하고 그 중 대다수가 연구개발 단계에 머물러 있는 실정으로 실용화를 위한 검증작업이 급선무이다.

이러한 배경에서 본 연구는 다양한 가변요소 아이템 발굴 및 시제품 제작과 실제 실험주택을 대상으로 한 적용성 평가 결과 등을 활용하여, 향후 새로운 미래 지향적 주택으로서 100년의 내구성과 가변성을 갖는 장수명 공동주택의 실용화 추진 시 활용 가능한 가변요소 시스템을 개발하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 장수명 공동주택의 구조시스템으로서 국내 최초로 개발한 ‘혼합구조시스템(프레임 + 플랫플레이트 구조)²⁾’을 적용한 ‘장수명 실험주택(이하 ‘실험주택’이라 한다)’을 대상으로 총 3차에 걸쳐 다양한 가변요소 시스템의 적용성

1) ‘장수명 공동주택’이라 함은 내구성 및 가변성을 기본으로 주택을 구성하는 건축구성재를 고정요소와 가변요소로 구분함으로써 주택의 장수명화를 실질적으로 구현할 수 있는 가용성을 극대화시킨 주택을 의미한다. 본 연구의 관련 용어를 정리하면 다음과 같다.

- ① 고정요소(Support) : 주택을 구성하는 건축구성재 중 고정적 요소로 작용하는 구조체 부분인 기둥, 보, 슬래브, 내력벽, 닥트 스페이스를 말하며 고정요소시스템(Support-system)은 일련의 고정요소들을 말함
- ② 가변요소(Infill) : 주택을 구성하는 건축구성재 중 가변적 요소로 작용하는 비구조체 부분으로 세대내벽, 외벽, 창호 및 전용설비 등을 말하며 가변요소시스템(Infill-system)은 일련의 가변요소들을 말함
- ③ 내구성 : 원래의 상태에서 변질되거나 변형됨이 없이 유지보수를 통해 오래 견디며 필요한 요구성능을 확보할 수 있는 능력
- ④ 가변성 : 사용자의 요구나 선호에 따라 고유의 형태를 손상시키지 않고 변화시킬 수 있는 능력과 환경변화에 능동적으로 적응하는 능력
- ⑤ 가용성(Capacity) : 주거환경과 주택에서 변화에 대응할 수 있는 능력을 의미하며 공간 가변과 용도 변화 등을 수용할 수 있는 능력

※ 진주원, 박준영 외2인, 장수명 공동주택 표준모델 개발을 위한 실험주택 건립과 현장 적용성 평가, 한국주거학회 학술발표대회논문집 2008.10 인용

2) ‘충고절감 및 수직통합이 가능한 혼합형 건축구조’ 발명특허 (10-0829223, 2008.05.06) 취득

평가와 분야별 전문가 의견수렴을 실시하였다. 본 연구의 범위 및 방법은 다음 그림 1과 같다.

그림 1. 연구방법 및 흐름도

2. 가변요소 시스템 개발 원칙 및 시뮬레이션

2.1 개발원칙 설정

2.1.1 장수명 공동주택 개발을 위한 기본원칙

장수명 공동주택은 내구성 및 가변성, 수요자의 요구변화 대응, 환경 및 에너지고려, 한국적 특성을 갖는 디자인 도구를 기본원칙으로 한다.

그림 2. 표준모델 개발을 위한 기본원칙

2.1.2 가변요소 시스템 개발 원칙

장수명 공동주택에서 가변성을 담당하는 가변요소는 장수명 공동주택 개발을 위한 기본원칙을 바탕으로 수요자의 다양한 요구에 능동적으로 대응할 수 있도록 자원 및 에너지 활용의 3R(Reduce, Reuse, Recycle)을 전제로 건식화, 부품화

및 시스템화를 지향한다.

특히 가변요소 설치 후 수요자의 필요에 따라 고정요소에 미치는 영향을 가급적 저감시키고 가변요소의 교체, 수리, 변경 및 이동 등의 활용성을 제고하여 주택의 유지관리 및 리모델링 등의 효용성 제고를 우선적으로 고려한다.

그림 3. 고정요소와 가변요소 개념도

2.1.3 가변요소 시스템 개발 프로세스

개발대상 가변요소 시스템은 개발시안 구상, 시뮬레이션, 설계 및 제작, 평가, 개발 등 5단계의 개발 프로세스를 기본으로 설정하였다.

그림 4. 가변요소 시스템 개발 프로세스

2.2 실험주택 적응성 평가 사전검토를 위한 시뮬레이션

2.2.1 모형제작

실험주택을 건립하기 전에 모형제작을 2차에 걸쳐 실시함으로써 실제 건립 시 발생할 수 있는 문제를 사전에 파악하고, 실제 계획(안)을 사전에 미리 적용함으로써 실험주택 건립을 위한 설계도서 보완과 실험주택의 외관 색채계획 등에 대한 사전검토에도 활용하였다.

그림 5. 모형 제작(1차)

장수명 공동주택 실험주택 외관 및 색채계획 모형

기본형(전용면적 84m²)

그림 6. 모형 제작(2차)

2.2.2 실험주택 외관 색채계획³⁾

가변요소 중 외부 건식벽체 개발 시 실험주택의 미관심의 결과에서 확정한 색채계획을 기본으로 활용하여 각종 시작품 구상 및 제작, 실험주택 현장실험 등을 실시하였다.

그림 7. 실험주택 색채계획(안)

3. 실험주택 건립 및 적응성 평가

3.1 기본계획(안) 수립

3.1.1 위치 선정

장수명 공동주택 개발을 위한 현장실험 및 검증 등의 장(場)으로 활용하기 위한 실험주택은 충남아산 배방택지개발 지구 업무 5블록 내에 건립하였다.

그림 8. 실험주택 건립 위치 및 배치도

3) 아산시청의 장수명 공동주택 실험주택 미관심의 시, 장수명 공동주택이 추구하는 친환경성을 상징하는 초록색, 파란색을 기본으로 '그림7'과 같이 색채계획을 수립하여 페인트마감으로 심의 완료함

3.1.2 규모 및 시스템 설정

실험주택은 건축면적 418.382, 연면적 654.36m², 지상3층 규모이며, 기본형(전용 50m², 84m²), 수직통합형(전용 90m²), 수평확장형(전용 620m²) 등 4개 단위세대로 계획하였다.

그림 9. 실험주택 평면계획안(실시설계도면)

본 연구에서 개발하여 실험주택에 적용한 구조시스템은 지금까지 국내에서 사용한 것과는 차별화된 새로운 시스템으로서 ‘프레임+플랫플레이트 구조’를 기본으로 하는 혼합구조 시스템이다. 혼합구조시스템은 당해층 배선·배관이 가능한 가변적 설비시스템 구현과 천장 및 바닥공간을 수납공간으로 활용할 수 있으며, 상하좌우 방향으로 공간의 확장, 분리 및 통합 등이 자유로운 특성을 갖고 있다. 특히 기존의 라멘조 공동주택이 갖고 있는 단점 중의 하나인 ‘높은 층고 확보 문제’를 근본적으로 해소하며 실험주택 1층은 층고 3.1m, 2층은 3.0m로 계획하여 적용하였다.

그림 10. 혼합구조시스템 및 수직계획

3.1.3 실험주택 적용성 평가계획

적용성 평가⁴⁾는 실험주택의 구조체 건립과 병행하면서 연차별 연구결과를 바탕으로 3차에 걸쳐 실시하였다.

그림 11. 단계별 현적용성 평가

3.2 실험주택 적용성 평가⁵⁾

3.2.1 적용성 평가(1차)

장수명 공동주택 표준모델 기본형(전용 84m²)을 대상으로 실험주택에 적용한 가변요소는 천장, 바닥, 벽체, 창호 및 설비시스템 등으로 구분할 수 있다.

그림 12. 실험주택 적용 가변요소(1차)

- 4) 적용성 평가는 설계에서 시공단계까지 발생한 문제점을 종합하여 개선방향을 제시하는 방법으로 실시하였다. 1차의 평가결과를 2차에서 반영하여 실용적인 가변요소 개발에 활용하였으며, 3차에서는 기 설치한 가변요소의 재사용율과 새로 개발한 건식온돌 성능시험 등의 평가로 한정하여 실시하였다. 적용성 평가에 관한 보다 자세한 내용은 한국토지주택공사의 “내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발” 5차년도 연구보고서를 참조할 것
- 5) 한국주거학회 학술발표대회는문집 ‘전계서’ 일부 인용

실험주택의 1차 적용성 평가에서는 기본계획부터 실시설계까지 계획안을 구체화하는 과정에서 도출한 문제와 시공과정에서 발생한 문제를 종합하여 개선방향을 제시하였다.

표 1. 실험주택 적용기술 시공 및 적용성 평가

구 분	적용성 평가
<p>이중바닥시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 이중바닥 적용 슬리브(sleeve)설치 • 건식온돌바닥 성능 검증 및 보완 • 바닥면 수평확보(이전공정 관리 필요)
<p>내부 건식벽체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 철근콘크리트 보다 4-5배 정도 경량 • 단열성능 철근콘크리트 비해 우수 • 시공 시 모서리 등의 파손부위 발생 • 모듈화, 부품화, 건식화 및 미적 요소 고려
<p>외부 건식벽체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 외벽 마감 도료 개발 필요 • 접합부위 마감성능 미흡 (마감재료 및 기술개발 필요)
<p>가변벽체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 습식공법에 비해 경제성, 공기단축 • 가변벽체 기능, 성능 개발수준 미흡 • 천장, 바닥 및 설비시스템 등과의 복합기능을 갖는 가변벽체 개발 필요
<p>천장시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 강구조 천장시스템에 가변형 패널 적용 • 탈부착식(영구자석식)으로 가변성 제고 • 탈부착식 흡음보드로 흡음성과 난연성 확보 (난연 1급)
<p>창호 시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 전통공간 및 전용요소 현대적으로 재해석하여 새로운 공간 및 제품 개발 • 불발기문, 들어열개창, 누마루, 수납벽체, 불박이장, 신발장 등 시제품 제작 및 시공 (일반공사와 가변요소 공사 순서 차이 발생)
<p>전기·통신시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 벽체이동에 따른 전기·통신시스템의 가변기술 개선 필요 • 가변 배선시스템 벽체 내 시공 고려 (구조체와 분리설치로 유지관리성 확보)
<p>기계설비시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 당해층 배관설비시스템 적용성 보완 • 욕조에서 사용한 물을 재사용할 수 있는 욕조시스템 개발 필요(바닥 하부공간 활용성 제고)

그림 13. 실험주택 적용 가변요소(2차)

2차 적용성 평가의 내용은 다음 표 2와 같다.

표 2. 실험주택 적용기술 시공 및 적용성 평가

구 분	적용성 평가
<p>외부 건식벽체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 천장, 벽 및 바닥 등의 인접 부위와 밀접시공 유의 • 창호 등의 설치시 정합성 확보 필요 (접합부위 마무리를 위한 보조재 필요)
<p>세대간 건식벽체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 세대간 소음차단을 위한 성능확보 필요 • 안전성, 시공성 및 가변성 확보 필요 • Wet & Dry-zone에서의 성능 확보 (방수, 결로 등의 성능 보완 고려)
<p>천장시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 천장시스템을 보완하여 '우물천장 + 탁찰형 천장패널' 적용 시공성 향상 • 기존과는 달리 별도의 점검부 설치 불필요 (착탈식 천장으로 가변성 확보)
<p>천장수납시스템</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 수납의 용이성 및 안정성 확보 고려 • 수동식 및 자동식 특성 고려 적용 • 천장수납공간 사전고려 필요 (천장설비시스템과 부조화 조정 필요)
<p>멤퍼</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 지진 등의 수평력으로부터 주택을 보호할 수 있는 적정위치 선정 필요 • 인접 부위와 두께, 형태 및 마무리 등에서 부조화 발생(보완기술 필요)

3.2.2 적용성 평가(2차)

실험주택의 2차 적용성 평가는 수직통합형 세대(전용면적 90m²)와 수평확장형 세대(전용면적 60m²)를 대상으로 실시하였다. 특히 현장 먹줄치기와 슬래브 천공을 시작으로 ALC 패널, 경계벽체 등의 벽체공정과 설비공정, 이중바닥공정 등의 순서로 추진하였다. 단, 싱크대 및 벽체 내 배선시스템의 경우에는 모형제작으로 현장 적용성 평가를 대신하였다.

2차 적용성 평가에서는 1차 평가결과를 반영하여 개선한 가변요소와 새롭게 추가하여 개발한 가변요소를 대상으로 시공과정에서 발생한 문제를 종합하여 개선방향을 제시하였다.

<ul style="list-style-type: none"> 무방월 설치를 위한 레일 설치시 천장에 설치하는 다른 시스템과의 유기적 연계 및 분리 고려 필요 경제성, 시공성 고려 공법 개선
<ul style="list-style-type: none"> 단열성능 및 결로발생 저감 고려 정합성 및 시공성 등을 고려하여 부품군의 적정 생산 및 설치 치수 설정 필요
<ul style="list-style-type: none"> 인접부품군과의 유기적 연계성 확보 (창호, 전기통신 설비시스템 등) 안전성, 차음성, 시공성 및 가변성 확보 (유지관리 및 리모델링 용이성 포함)
<ul style="list-style-type: none"> 1차 때 설치한 이중바닥시스템의 문제를 해결한 새로운 바닥시스템 적용 바닥시스템 실용성 제고를 위한 정량적 성능 평가 실시 필요
<ul style="list-style-type: none"> 구조체와 분리한 가변설비시스템 적용 시공성, 유지관리 용이성 우수 경제성 제고를 위한 기술개발 필요

표 3. 적응성 평가 - 가변성 및 재사용성

구 분			가변스터드형	모듈형
시공 기준			8m ² 면적 2인 시공	5m ² 면적 2인 시공
가 변 성	해체 시간	실제소요	2.5 hr	3.5 hr
		단축가능	0.5 hr	2 hr
	재시공 시간	실제소요	3 hr	1.5 hr
		단축가능	0 hr	0 hr
	총 소요시간		5.5 hr	5.0 hr
	최단예상소요시간		5.0 hr	3.0 hr
재 사 용 성	재사용 부품		런너, 스톨드, 흡음재, 가변고정장치, 천장몰딩, 세라믹보드, 걸레받이	모듈, 높낮이조절장치
	비재사용 부품		벽지, 피스	천장몰딩, 걸레받이, 기타몰딩, 런너, 벽지,
	재사용 가능부품		피스	천장몰딩, 걸레받이, 런너, 기타몰딩
	총 재사용율		95%	80%
	최대 재사용율		98%	98%

실험결과 개발한 건식온돌 제품이 습식온돌 난방방식보다 성능이 우수한 것으로 나타났다. 단, 습식온돌에 비하여 건식온돌은 축열기능이 다소 저하되는 것으로 나타났으나, 향후 건식온돌의 실용화 추진은 가능한 것으로 나타났다.

그림 15. 건식 및 습식 난방방식 비교 실험

3.2.3 적응성 평가(3차)

실험주택의 3차 적응성 평가는 2차 적응성 평가 시 표준모델 수직통합형 세대(전용 50m²)에 설치했던 가변벽체(스터드형 벽체와 모듈형 벽체)를 대상으로 해체 및 재시공을 통한 재사용율 평가와 이중바닥시스템의 난방성능 평가를 중심으로 실시하였다.

그림 14. 실험주택 적용 가변요소(3차)-재사용 사례

가변 스톨드형 벽체와 모듈형 벽체의 가변성능 테스트 결과 전체적으로 벽체의 해체 및 재시공 등이 용이한 것으로 나타났다. 특히 재사용율의 경우 두 벽체 모두 벽지를 제외하고는 대부분 재사용이 가능한 것으로 나타났다.

특히 본 연구에서는 가변요소(Infill) 개발 시 가장 중요한 요소의 하나인 바닥재를 대상으로 기존 습식난방이 아닌, 건식 바닥난방 방식을 상호 비교할 수 있는 실험실을 건립하고 바닥난방 실험을 비교·분석하였다.

4. 전문가 의견조사 및 설문조사

4.1 조사개요

본 연구에서는 장수명 공동주택 실험주택을 대상으로 각 분야 전문가의 다양한 의견을 수렴코자 3차에 걸쳐 기술적 차원에서 조사를 실시하였다.

표 4. 전문가 의견조사 및 설문조사 개요

구 분	주요 내용
1차 조사	현장설명 및 외부전문가 의견수렴(총 2회)
2차 조사	현장설명 및 LH 전문가 의견수렴(총 3회)
3차 조사	현장설명 및 설문조사(총 2회)

4.2 전문가 의견조사

1차 조사는 외부전문가를 대상으로 실험주택에 적용한 요

소기술 가운데 곧바로 실용화가 가능한 부분과 개선 및 성능 향상이 필요한 부분으로 각각 구분하여 실시하였으며, 조사 결과는 실험주택 가변요소 시스템 개선 시 활용하였다.

2차 조사는 LH 전문가를 대상으로 내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택의 실용성 제고를 위하여 3회에 걸쳐 실시하였다. 평가 결과 장수명 공동주택이 갖고 있는 혼합구조 시스템(프레임+플랫플레이트 구조)은 당해층 배관·배선이 쉬운 가변형 설비시스템의 장점을 포함하여 상하좌우 방향으로 세대간 통합·분리·확장 및 내부공간의 가변성 확대 등이 가능하다는 점에서 우수한 것으로 나타났다.

그러나 가변성을 실질적으로 향상시키는데 있어서 활용해야 할 천장, 벽 및 바닥 등의 가변요소(Infill)에 대한 경제성 확보, 기술적 차원에서의 시공성 및 제반성능 검증 등이 추가적으로 필요한 것으로 나타났다.

4.3 설문조사⁶⁾

3차 조사는 국내 전문가(건축사사무소, 건설회사, 설비 및 자재회사, 학계 등)를 대상으로 현장설명 후 설문지를 작성하는 방법으로 실시하였다.

설문결과를 정리하면 다음과 같다.

‘장수명 공동주택이 미래주택으로서 새로운 기술 구현 여부’에 대해서 전체 응답자의 54.4%가 ‘그렇다’고 인정하였다. ‘장수명 공동주택의 보급 필요성’과 ‘장수명 공동주택 실용화 추진 시 거주 의향’은 ‘그렇다’는 의견이 각각 56.52%와 60.87%로 응답자의 대다수가 장수명 공동주택에 대한 필요성 및 미래주택으로서의 의의 등에 대해 긍정적으로 평가하고 있는 것을 알 수 있었다.

장수명 공동주택에 적용된 기둥+보 구조 및 당해층 배관 등으로 인한 ‘실내공간 가용성(Capacity)’에 대해 질문한 결과, 가용성이 높다는 응답이 전체 의견의 52.2%, 매우 높다는 응답이 30.4%로 장수명 공동주택의 가용성 부분에 대해 높이 평가하고 있는 것을 알 수 있었다. ‘장수명 공동주택의 유지관리 용이성’부분에 대해서는 전체의견의 43.5%가 교체와 수선이 쉬운 것이라 응답하였으나, ‘장수명 공동주택 거주성’과 관련해서는 부정적 인식(26.1%)과 긍정적 인식(28.3%)이 비슷한 비율로 나타났다. 이러한 결과는 실험주택에 적용한 요소기술 및 제품에 대하여 정확한 정보와 지식을 응답자가 실험주택 현장견학이라는 짧은 시간동안 파악할 수 없었으며, 패널형식의 설명이나 모형 또는 제한적 공간을 상대로 시험적으로 보여줄 수밖에 없는 실험주택이 갖고 있는 한계라고 할 수 있다.

6) 본 설문조사는 장수명 실험주택 개관식(‘10.6.23)에 직접 참석한 주택·건설·구조·설비 분야의 다양한 국내 전문가와 개관식 이후 학계 등의 협조요청으로 실험주택을 직접 방문한 국내 전문가 46명을 대상으로 실시하였다. (5차년도 장수명 공동주택연구단 중간보고서 p54-p56 인용)

장수명 공동주택에서 개발한 기술 가운데서 가장 선호하는 기술에 물어본 결과, 교체 이동이 가능한 벽체(32.4%), 세대 수직 및 수평 통합(17.6%) 그리고 착탈식 천장시스템, 실내 전 통요소 도입, 천장과 바닥의 수납공간, 교체의 용이성(10.8%)의 순으로 나타났다. ‘기타의견’의 경우, 소음문제, 비용부담, 내외부 벽체의 가격 경쟁력 확보, 프라이버시 확보, 다양한 자재 개발 유도 등이 필요한 것으로 나타났다.

5. 장수명 공동주택 가변요소 시스템 개발

5.1 개요

본 연구에서는 실험주택 건립과 병행하여 총 3차에 걸쳐 실시한 적용성 평가결과와 분야별 전문가 의견수렴 및 설문 조사 결과 등을 종합적으로 활용하여, 장수명 공동주택의 가용성을 제고할 수 있는 새로운 시스템으로서 가변요소 시스템을 개발하였다.

5.2 가변요소 시스템 개발

본 연구에서 개발한 장수명 공동주택의 가변요소 시스템을 천장시스템, 벽체시스템, 바닥시스템, 설비시스템 및 기타시스템으로 구분하여 제시하였다.

5.2.1 천장시스템

본 연구에서는 강구조, 착탈형 흡음, 수납(전동식), 레일형 천장시스템을 개발하였으며 각 아이템별 특징은 표 5와 같다.

표 5. 천장시스템의 종류 및 특징

구분	특징
<div>강구조</div>	<ul style="list-style-type: none"> 건식벽체 하중지지 목적 강성 확보 천장부착물 고정상태 및 차음성능 우수 별도 천장 점검구 필요 적용개수 최적화로 경제성·시공성 확보 마감재 재활용 불가
<div>착탈형 흡음</div>	<ul style="list-style-type: none"> 가변 및 보수 용이, 재활용 가능 시공성 우수 건식벽체지지 어려움 마감재에 따라 고가임 중량물 고정시 별도보강 필요
<div>수납(전동식)</div>	<ul style="list-style-type: none"> 천장내부 가구형 수납공간 설치(최대중량 70kg) 설치 및 고정 용이 (천장공간 활용계획 사전수립 필요) 천장내부 설비/배관 간섭 고려 전동식은 작동시 소음발생 고려 (전동모터 선정시 유의)
<div>레일</div>	<ul style="list-style-type: none"> 무병월 설치로 공간 분할·통합 가능 내부강성 천장틀로 일반벽체 지지 가능 천장 유지관리 및 보수 용이 설치시 실내공간 의장성 사전 고려 경제성 및 시공성 낮음

5.2.2 벽체시스템

본 연구에서 개발한 벽체시스템과 각 아이템별 특징은 다음 표 6과 같다.

표 6. 벽체시스템의 종류 및 특징

구 분	특 징
가변 스테드형	<ul style="list-style-type: none"> • 경량, 가변성, 강도, 고정물 지지력, 방수, 방화성 우수 • 벽체두께 감소로 공간활용성 증가 • 바닥 선행공법으로 공기단축 가능 • 재활용 및 시공, 해체 용이
회전형	<ul style="list-style-type: none"> • 경량, 조립/해체/보수 용이, 고정물 지지력 우수 • 걸레받이 부분 전기통신 설비배선 활용 • 벽체마감 불필요 및 재활용 가능 • 회전, 높낮이 조절로 시공성 우수 (착탈식 걸레받이로 바닥단차 해소)
이동식 수납형	<ul style="list-style-type: none"> • 수납+벽체*, 전기통신설비 설치 우수 • 수동/전동 바퀴로, 이동성, 가변성 확보 • 유닛단위 제작시공으로 유지관리 우수 • 차음성 확보 고려(틈새 부자재 개발 필요)
무빙월	<ul style="list-style-type: none"> • 경량, 거주자 자율적 가변 가능 • 레일을 통한 다양한 내부공간구성 용이 • 별도의 천정레일 불필요 • 상하부 몰딩부분 수직이동가능 • 전기통신설비 매입 및 차음성 우수
접이식	<ul style="list-style-type: none"> • 경량, 거주자 자율적 가변 가능 • 공간의 재구성 용이 • 전통요소 응용 등의 다양한 공간창출 가능 • 차음성 확보 고려 (틈새 부자재 개발 필요)
경계	<ul style="list-style-type: none"> • 차음성능 1등급 및 내화성능 확보 • 건식, 기밀성, 시공성 우수 • 유지보수, 교체 용이 • 재활용 가능

5.2.3 바닥시스템

본 연구에서는 건식온돌 이중바닥 시스템과 바닥 수납공간 시스템을 개발하였으며 각 아이템별 특징은 표 7과 같다.

표 7. 벽체시스템의 종류 및 특징

구 분	특 징
건식온돌 이중바닥	<ul style="list-style-type: none"> • 경량1등급, 중량4등급 충격음 성능 확보 • 시공성 우수, 유지보수 용이 • 습식대비 열적 성능 우수 • 설비, 전기배선 이중바닥 활용 • 모듈화, 부품화 및 조립화 실현
바닥 수납공간	<ul style="list-style-type: none"> • 전용공간 및 공용공간의 바닥 수납 가능 • 유지관리의 용이성 확보 • 안전성 및 기능성 향상을 위한 신소재 개발 필요

5.2.4 설비시스템

본 연구에서는 배관조인트 시스템과 회전형 가변싱크 시스템 등의 설비시스템을 개발하였으며 각 아이템별 특징은 표 8과 같다.

표 8. 설비시스템의 종류 및 특징

구 분	특 징
배관조인트	<ul style="list-style-type: none"> • 분해, 해체, 조립 용이한 배관으로 시공성 우수 • 내구성, 가변성 및 경제성 우수 • 원터치 방식의 삽입식 연결구 적용 • 연결시 파이프 변형 등이 불필요
회전형 가변싱크	<ul style="list-style-type: none"> • 싱크대 회전 및 이동성 확보 (싱크대 본체와 싱크대 상판 분리) • 급수전과 배수전 비분리 방식 • 공간 가변성에 대응 유리 (이중바닥 Wet-zone 공간 활용)
전선분배기	<ul style="list-style-type: none"> • 미래수요 대응역량 강화 • 천정내부 공간 단순화 • 스위치/콘센트 수요 증가시 배선 추가 용이 • 벽체이동에 대응 유리 및 유지관리 용이 • 각종 IT관련 배선에도 유용
회전형콘센트	<ul style="list-style-type: none"> • 벽체이동에 따른 배선이동 용이 (가변벽체 사이의 인터페이스 공간 활용) • 콘센트 수요증가에 대응 용이 • 탈부착 및 180° 회전 가능
친환경 욕조	<ul style="list-style-type: none"> • 변기용, 세탁용 등으로 물을 재활용 • 친환경성 확보 • 자동 수량 조절기능 설치
복합공조	<ul style="list-style-type: none"> • 실내온열환경 및 쾌적성 우수 • 건식제습으로 결로 방지 및 에너지 효율 우수 • 실내공간 활용성 증대 • 수직 입상덕트로 두 개 세대 냉난방 가능
일체형	<ul style="list-style-type: none"> • 가사노동의 효율성 및 최적화 가능 • 가치형 주거공간 창출 • 별도의 건조공간 불필요 • 세탁에서 건조, 옷장 수납 및 냉장 기능 까지 복합시스템화 한 주방공간 구성
태양열	<ul style="list-style-type: none"> • 연간 500,000~600,000 kcal/m2 에너지 생산 가능 • 70~80L/m2 등유 및 0.2톤/m2 CO2 절감(예상) • 수작수평 조절 가능 설치기술 개발 필요 (전통한옥의 처마 기능 재현 고려)
벽걸이형 양변기	<ul style="list-style-type: none"> • 층간소음 억제 • 당해층 유지관리 용이(누수, 시설교체 등) • 욕실 내 결로, 물고임 억제 • 청결 쾌적한 욕실환경 유지

5.2.5 기타시스템

이 외 본 연구에서는 전통 디자인 양식을 적용한 수납가구 시스템, 창호시스템, 안전을 위한 댄퍼 시스템 등을 개발하였으며 각 아이템별 특징은 표 9와 같다.

표 9. 기타시스템의 종류 및 특징

구 분	특 징
<div>이동식문+벽체</div>	<ul style="list-style-type: none"> 창호와 가변벽체의 기능 동시 수행 공간의 가변성 확보 용이 전통의 현대적 계승과 발전을 의미 경제성 확보를 위한 기술개발 필요
<div>이동식 누마루</div>	<ul style="list-style-type: none"> 이동이 가능한 누마루 수납기능 + 마루기능 동시 포함 전통공간의 현대화 기여 경량화 및 시스템화 필요
<div>들어열개 창</div>	<ul style="list-style-type: none"> 전통의 현대적 계승과 발전을 의미 창호 성능 향상을 위한 신소재 개발 필요 (단열성, 기밀성, 차음성 확보 고려) 전통창호의 현대화를 위한 부속부품 개발 필요 (창호구성 부속부품)
<div>불뿔기문</div>	<ul style="list-style-type: none"> 시공성, 경제성 확보를 위한 신소재 및 기술개발 필요 인접부품과의 정합성 및 유지관리의 용이성 확보 (기존 시공방식과 시공순서 차이 고려)
<div>불박이장/신발장</div>	<ul style="list-style-type: none"> 전통의 현대적 계승과 발전을 의미 현대인에 맞는 내외부 공간 디자인 개발 필요 시공성, 경제성 확보를 위한 신소재 및 기술개발 필요
<div>높이조절 스위치</div>	<ul style="list-style-type: none"> 거주자의 성장 및 이용 행태 등에 따라 자유로운 높이 조절이 가능한 스위치 시공성, 견고성, 경제성 확보 고려
<div>계단하부 수납공간</div>	<ul style="list-style-type: none"> 부족한 수납공간 확보 습기제거 등을 고려한 환기계획 고려 다양한 수납공간 활용기법 개발 필요
<div>댄퍼</div>	<ul style="list-style-type: none"> 주택의 구조안정성, 내구성 확보 댄퍼의 성능향상을 위한 신소재, 신기술 개발 필요 댄퍼의 적정 규모, 크기 및 위치 선정 방법 개발

6. 결 론

장수명 공동주택은 자연, 인간 그리고 주택이 100년을 함께 할 수 있는 내구성과 가변성을 갖는 미래 지향적 주택으로서 저탄소 녹색성장을 선도하는 역할을 담당할 수 있으며, 급속한 저출산 고령화에 대응하여 공동체 활성화를 바탕으로 ‘Aging in place’를 실질적으로 구현할 수 있는 미래 지향적인 주거모델로서도 그 가치와 역량을 갖는다고 할 수 있다.

본 연구는 다양한 가변요소 아이템 발굴 및 시제품 제작과

실제 실험주택을 대상으로 한 적용성 평가 결과 등을 활용하여, 향후 새로운 미래 지향적 주택으로서 100년의 내구성과 가변성을 갖는 장수명 공동주택의 실용화 추진 시 활용 가능한 가변요소 시스템을 개발하고자 하였다.

본 연구의 내용을 정리하면 다음과 같다.

실험주택의 적용성 평가는 총 3차례에 걸쳐 실시하였다. 1차 적용성 평가는 장수명 공동주택 표준모델 기본형(전용 84m²)을 대상으로 적용된 가변요소들의 실험주택 기본계획부터 실시설계, 시공과정에서 발생한 문제를 종합하여 개선하였다. 2차 적용성 평가는 수직통합형 세대(전용면적 90m²)와 수평확장형 세대(전용면적 60m²)를 대상으로 1차 평가결과가 반영된 가변요소와 새롭게 추가하여 개발한 가변요소를 대상으로 시공과정에서 발생한 문제를 종합하여 개선하였다. 3차 적용성 평가는 2차 적용성 평가 시 수직통합형 세대(전용 50m²)에 설치했던 가변벽체를 대상으로 해체 및 재시공을 통한 재사용을 평가와 이중바닥시스템의 난방성능 평가를 실시하여 실용화를 검증하였다.

전문가 의견수렴 및 설문조사 결과는 응답자의 대다수가 장수명 공동주택에 대한 필요성 및 미래주택으로서의 의의 등에 대해 긍정적으로 평가하고 있으며, 특히 장수명 공동주택에 적용된 기둥+보 구조 및 당해층 배관 등으로 인한 ‘실내 공간 가용성(Capacity)’ 부분에 대해 높이 평가하고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 가변성을 실질적으로 향상시킬 수 있는 천장, 벽 및 바닥 등의 가변요소에 대한 경제성 확보, 기술적 차원에서의 시공성 및 제반성능 검증 등이 추가적으로 필요한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여, 천정시스템 4개, 벽체시스템 6개, 바닥시스템 2개, 설비시스템 9개, 기타 전통디자인 양식을 적용한 수납가구시스템, 창호시스템 등 8개, 총 29개의 장수명 공동주택 가변요소시스템을 개발하였다.

본 연구에서 개발한 각종 시스템은 이론적 차원에서 제시한 것이 아니라, 실제 실험주택에 적용한 후 그 결과를 3차에 걸친 현장 적용성 평가를 통해 검증하여 개발한 것으로 단계별 실용화를 추진할 수 있는 특성을 갖고 있다. 기타시스템 가운데 전통요소를 현대적으로 계승·발전시켜 개발한 가변요소 시스템 또한, 단순히 시스템만을 개발한 것이 아닌 과거, 현재 그리고 미래에도 항상 우리의 주생활(住生活) 변화와 함께 할 수 있는 잠재적 가치와 의미를 갖도록 개발하였다.

국내의 경우 여전히 장수명 공동주택에 대한 사회적 인식이나 공감대 형성이 미흡하며, 국가차원에서도 활성화를 지원할 수 있는 제도적 기반 또한 극히 미흡한 수준이라고 할 수 있다. 따라서 장수명 공동주택이 갖고 있는 다의적이고 다목적적인 효과를 실질적으로 제고하기 위해서는 장수명 공동주택과 관련한 새로운 요소기술, 기법 및 시스템 등의 개발과

병행하여 국가차원에서의 지속적인 지원과 노력이 필요하다고 할 수 있다. 향후, 본 연구에서 개발한 가변요소 시스템들을 활용하여 장수명 공동주택 표준모델을 개발하고, 더 나아가 장수명 공동주택의 보급 및 활성화 방안에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 박준영, 정소이, 정상규, 박우장(2011), “장수명 공동주택 표준모델 개발을 위한 계획요소 도출 연구”, 「한국생태환경건축학회 논문집」, 11(4): 11~18.
2. 박준영, 정소이, 정상규, 박우장(2010), “내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택 표준모델 개발”, 「한국생태환경건축학회 2010년 추계 학술발표대회 논문집」, 10(2): 99~105.
3. 한국토지주택공사(2006~2010), 「내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 1~5차년도 연구보고서」, 한국건설교통기술평가원.
4. 진주원, 장한두, 최경렬, 박준영(2008), “장수명 공동주택 표준모델 개발을 위한 실험주택 건립과 현장 적용성 평가”, 「한국주거학회 학술발표대회논문집」, 2: 167~172.
5. Habraken, N. J. (1961), *Supports an alternative to mass housing*, London 1972, Amsterdam 1961 (Dutch version).
6. Kendall, S. and J. Teicher (2000), *Residential open building*, London: E & FN Spon.