

차세대 장수명 공동주택의 가변성능향상을 위한 건축요소기술 우선순위결정에 관한 연구

Selection on the Order of Priority Factor of Construction Key Technology for Improving the Flexibility for a Long Life Apartment Housing at the Next Generation

이 정 석* 조 건 회** 손 정 락*** 김 재 준****
Lee, Jeong-Seok Cho, Gun-Hee, Sohn, Jeong-Rak Kim, Jae-Jun

요 약

최근 가변성능에 관하여 공간, 재료, 구조, 공법 등 건설 산업 전반에 걸쳐 많은 연구가 진행 중이며, 이와 더불어 공동주택의 노후화 문제로 인하여 건축요소기술의 개발이 가속화되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 최근 사회적으로 부각되고 있는 가변성능에 관한 공동주택의 요소기술 선정 및 대상사례를 중심으로 한 설문조사와 전문가 의견을 거쳐 건축요소기술의 평가항목을 1차적으로 선정하고자 한다. 그리고 선정된 건축요소기술 항목 중에서 타당성 및 객관성 검증절차를 통하여 건축요소기술을 재정립 및 분류하고, 최종적으로 적용 가능한 다양한 건축요소기술 가운데 우선순위가 높은 항목들을 결정하여 분석 및 평가함으로써 향후 장수명 공동주택의 가변성능향상을 위한 지침을 제시하고자 한다.

키워드 : 장수명 공동주택, 가변성능요소, 다기준 결정분석 방법론, 다차원 척도법, 건축요소기술

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 공동주택은 1970년대 경제성장과 더불어 대량공급 위주로 건설되었으며, 1980년대 이르러 철근콘크리트 벽식구조 아파트의 등장에 따라 양적 공급이 더욱 빠르게 이루어졌다. 그러나 공동주택 건설 후 20년 정도의 수명으로 조기에 전면 철거 재건축함으로써 자원 및 건설에너지 낭비와 폐기물의 재활용 미흡, 환경의 파괴와 오염 등의 문제점이 노출되었다. 또한 공동주택은 공간구성과 벽식구조 방식의 획일성으로 인하여 거

주자의 다양하고 변화하는 생활양식 및 요구에 대응하는데 한계가 있고, 신축공사시의 경제성만을 우선한 형태의 설계와 시공으로 사용시의 유지관리와 점검·보수가 어려운 많은 문제점을 내포하고 있다.

지금까지 노후화된 공동주택의 문제점을 해결하기 위하여 리모델링이 아닌 시공이 편리한 재건축방식이 주류를 이루고 있다. 이는 조기 재건축으로 인한 교통난, 건설폐기물의 증가로 인한 국가적 자원낭비 등 사회적·환경적 문제가 크게 발생함에 따라 공동주택의 장수명화에 대한 사회적 공감대가 이루어지고 있다.(윤영호외 3인, 2006)

이러한 배경을 토대로 향후에는 고내구성능(장수명화), 가변성능, 갱신성능(리모델링) 등의 종합적인 성능 시스템을 갖춘 한 차원 높은 차세대 장수명 공동주택의 건축요소기술이 미래 건설 산업 부문에서 중요한 핵심기술로 차지할 것으로 기대된다.

이에 본 연구에서는 향후 공동주택의 트렌드 가능성이 높으며 실용화 및 가속화 될 수 있을 것으로 판단되는 차세대 장수명 공동주택의 가변성능향상에 관한 지침을 제공하기 위한 방안으로써 공동주택의 가변성능을 중심으로 한 세부 건축요소기술을 분류하고, 연구개발 사례 및 전문가의견을 검토하여 정립된 건축

* 일반회원, 한양대학교 건축공학과 일반대학원, 박사과정, archirus@hanmail.net

** 일반회원, 한양대학교 건축공학과 일반대학원, 박사과정 수료, gunhee@jugong.co.kr

*** 일반회원, 대한주택공사 주택도시연구원 연구위원, 공학박사(교신지자), jrsohn@jugong.co.kr

**** 종신회원, 한양대학교 건축공학과 교수, 공학박사, jjkim0205@hotmail.com

본 연구는 과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경 건축 연구센터의 지원으로 수행되었음 (R11-2005-056-03001)

요소기술을 비교 분석 및 평가함으로써 최종적인 우선순위 요소 기술을 결정하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 시간적 범위는 입주년도를 기준으로 2005년 이후부터 입주를 하였거나 입주가 진행중에 있는 최근 3년 동안의 5개 사례를 중심으로 하였고, 지역적인 범위는 신축 및 재개발 사업이 꾸준히 추진 및 활성화되고 있는 서울과 경기 지역의 공동주택 사례를 대상으로 하였다. 설문조사 및 전문가 인터뷰는 앞서 언급한 5개 사례에 참여한 전문가 집단으로 구성된 주택관련 정부부처, 공공기관, 시공사, 설계사, 실 거주자를 대상으로 실시하였다. 본 연구의 구체적인 진행방법은 다음과 같다.

- 1) 문헌연구 및 이론적 고찰을 통하여 국내의 공동주택 공급 현황 및 문제점을 제시함으로써 장수명과 가변성에 관련된 연구의 필요성을 제기하였다.
- 2) 국내외 장수명과 가변성에 관한 연구내용 및 동향을 살펴봄으로써 장수명 주택의 가변성능향상을 위한 건축요소기술의 방향을 설정하였다.
- 3) 장수명 및 가변형 주택의 선행 연구개발 사례와 서울/경기를 중심으로 한 5개 사례를 대상으로 설문조사 및 전문가 인터뷰를 통하여 가변성능향상에 관한 8개 분야 110개의 예비 건축요소기술 평가항목을 선정하였다.
- 4) 선정된 건축요소기술 항목의 신뢰도 오차를 줄이고 설문의 정확도를 높이기 위한 방법으로 델파이 기법¹⁾을 사용하여 설문조사를 실시하여 1차 건축요소기술 평가항목을 도출하였다.
- 5) 도출된 건축요소기술의 평가항목 중에서 타당성 및 객관적 검증 등을 통하여 건축요소기술의 항목들을 다차원척도법에 의하여 상호 근집화하여 6개 분야 52개 핵심요소기술 평가항목으로 제시 및 분류하였다.
- 6) 마지막으로 정성적·다기준 의사결정 문제의 해결에 유용한 AHP²⁾ 방법론을 도입하여 우선순위 요소기술 항목을 결정 및 평가하였으며 최종 결론을 제시하였다.

1) 연구 예측조사의 방법으로 사용되어 전문 집단적 사고를 통하여 체계적으로 접근하는 일종의 예측에 의한 정책분석 방법으로 논리적이며 객관적으로 체계적인 분석을 수행하고, 수차례에 걸쳐 피드백 시킴으로써, 다수의 전문가들의 의견을 종합하여 보다 체계화·객관화 시킬 수 있는 매우 유용한 기법이다.
 2) AHP(Analytic Hierarchy Process): Satty가 1977년에 개발한 “다기준 결정분석방법론”으로 대안 우선순위 결정을 위한 효과적 도구이다. 특히 평가기준의 객관적 측정이 어려운 경우 유용하다.

2. 문헌조사 및 이론적 고찰

2.1 공동주택의 현황 및 문제점

통계청의 인구주택총조사 자료를 기초로 1985년, 1995년, 2005년을 기준시점으로 건축 경과년수를 10년 단위로 나누어 그 비중을 살펴본 결과 단독주택의 경우 20년간 경과년수별 비중의 차이가 크게 나지 않는 반면 아파트, 연립주택 등의 공동주택은 노후화 비중이 현저히 높은 것으로 나타났다.

그리고 노후화된 단독주택은 개별 단위세대의 소유자가 재건축을 추진하기도 하고, 철거 후 다른 건축물로 신축하기도 하는 등 개별적인 대응이 가능하여 경과년수 20년 이상인 비율이 감소하고 있어 노후화에 대해 자체적으로 해결하고 있다고 할 수 있다. 하지만 공동주택의 경우에는 노후화된 비중이 점차 증가하고 있다.(한수진외 2인, 2003)

기존 연구자료를 통하여 국내 공동주택의 현황 및 문제점과 개선방향을 살펴보면, 아래 그림1과 같이 주로 공·구법, 공사비용, 공간, 내장재 등에 문제점이 대부분을 차지하며 리모델링, 가변성, 유지관리를 통해 건물의 수명과 기능을 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

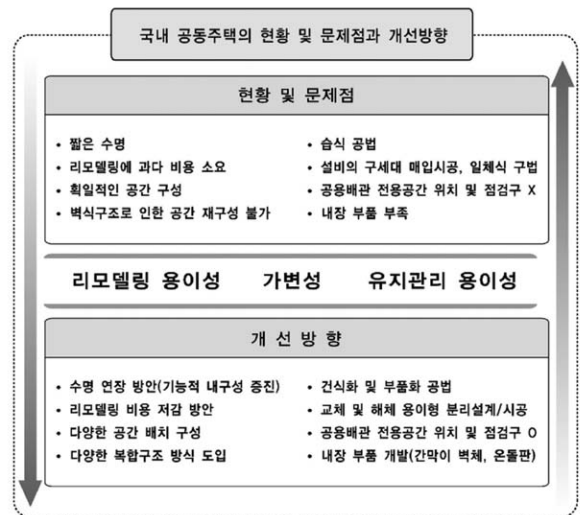


그림 1. 국내 공동주택의 현황 및 문제점과 개선방향(김수암외 3인, 2004)

2.2 선행 연구동향

장수명 및 가변성에 관한 선행 연구의 현황은 다음의 표2와 같으며, 주로 2000년 이후 논의가 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다. 국내 연구동향으로는 첫째, 내구성 및 가변성을 가지는

기술개발에 대한 연구(장수명연구단, 2002)와 부품형 주택 기술에 관한 연구(대한주택공사, 2000)가 활발히 진행중이며, 아울러 장수명 주택의 개발 방향과 모델 개발(윤영호외 3인, 2006)과 장수명화를 위한 건설기술의 개발 동향과 전망(이현수, 2001)이 주요주제이다. 이외에도 일본, 미국, 유럽의 경우에는 건물 내용연수 증대 방안, 신소재 개발을 통한 건축물의 성능 및 유지관리 향상, 친환경과 장수명의 복합주택 모델에 관한 연구가 진행되고 있다.

이상의 선행연구에서 나타나듯이 공동주택의 장수명과 가변성에 관한 기술개발이 주를 이루고 있지만, 성능개선을 통한 장수명 공동주택의 실용화 및 가속화를 지속적으로 추진하기 위한 건축요소기술의 지침과 체계가 부족한 상황이다.

이에 본 연구에서는 장수명 공동주택의 가변성과 관련하여 기 제시된 건축요소기술을 재분류 및 우선순위 건축요소기술의 평가항목을 재정립함으로써 차세대 장수명 공동주택의 실용화와 보급화를 위한 요소기술 평가항목의 지표를 제시하고자 한다.

표1. 장수명 주택 연구동향

구분	연구명	저자	발표년도
장수명	장수명 아파트의 개발 방향과 모델 개발	윤영호외 3인	2006
*	내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발	장수명 연구단	2006
*	장수명 공동주택을 위한 성능지표 설정 및 평가에 관한 연구	임석호외 1인	2005
가변성	공동주택 서포트의 공간가변성능 평가모델 작성연구	황은경외 2인	2004
장수명	주택 장수명화를 위한 건설기술의 개발 동향과 전망	이현수	2001
가변성	부품형 주택시스템 개발에 관한 연구	대한주택공사	2000
*	Enhancing User's Flexibility in Adaptable Dwelling Units in High-rise Public Housing	Eyal Karni	1995

2.3 장수명화

2.3.1 수명 및 장수명 주택의 개념

건물의 수명이란 건축될 때부터 제거, 해체되기까지의 기간을 말하는 것으로 실제로 몇 년 동안 유지되었나를 말하는 개념으로, 내용연수³⁾(耐用年數)와는 다른 개념이다. 건물은 그 구조나 재료, 설비 등에 의해 수명이 정해지는데 일반적으로 목조 주택의 수명은 30~40년, 철근 콘크리트 구조물은 70년 정도로 추정하고 있지만, 건물의 기능성이나 소유자의 경제적 판단에 의해 철거 되는 경우가 있어 내용연수보다 짧다고 볼 수 있다.(한수진외 2인, 2003)

장수명 주택이란 건축물의 모든 부분을 건설시의 상태로 유지하는 것이 아니라 골조부분과 주동차원의 공용시설 등은 유지하되 내장, 외장, 설비 등은 갱신과 교환 등을 전제로 하여 전체적

인 주택의 수명을 유지하는 개념으로 설정한다. 즉 사회적, 기능적인 변화 특성이 적은 부분인 골조 등의 물리적인 장수명을 유지하면서 사회적, 기능적 변화를 수반하는 나머지 부분은 시대의 변화와 수준에 맞도록 변화 할 수 있도록 하는 기술을 적용한 주택을 의미한다.(한국건설기술연구원, 2004)

2.3.2 장수명 주택의 추진방안 및 요소기술 방향

장수명 주택을 추진하기 위한 방안으로는 크게 유지관리·구조·기능·구조체/설비 분리 수법을 통해 가능하다. 세부적인 사항을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 주택의 장수명화는 재고 주택의 체계적인 유지관리를 통해서 실현될 수 있다. 주택의 신축 이후 폐기까지의 기간 즉 사용단계에서의 성능 유지 및 향상과 관련된 모든 활동을 지칭하는 것으로 유지관리 활동이 체계적으로 이루어지는 경우에 수명연장 즉, 장수명화가 실현될 것으로 판단된다.

둘째, 구조적인 측면의 장수명화 방안으로 내진성 및 가변성이 우수하고, 고내구성 구조재의 성능을 가진 시공자재를 도입하여야 한다. 특히 골조공사 시 철골조 구조시스템의 효율성을 높일 수 있는 제반 요소기술을 도입하고, 철골부재를 주요 골조로 사용할 경우 전단벽식 구조에 비해 내부 평면의 가변성이 우수하여 다양한 생활양식(life style)과 생애주기(life cycle)에 따른 평면변경 요구를 수용할 수 있어 물리적 수명인 구조적 측면의 수명연장만이 아닌 기능적, 사회적 측면의 수명연장까지 가능하게 된다.(대한주택공사, 2002)

셋째, 기능적인 측면의 장수명화는 경제적·사회적 변화에 대응하는 것으로, 변화에 대응하기 위해서는 구조적인 측면과 설비



그림 2. 장수명 주택의 개발과 시스템 구축(김수암, 2003)

3) 건물 자체가 본래의 기능을 가지면서 유지될 수 있는 기간이다.

적인 측면으로 나누어 생각할 수 있다. 구조적인 측면은 장래 용도변경이나 기능의 변화에 대처하기 위해 충분한 층고가 확보되어야 하고, 기둥이나 보 등의 골조 배치가 합리적으로 계획되어야 한다. 그리고 설비적인 측면은 구조체보다 빨리 노후되는 설비들의 유지관리가 용이하도록 계획단계에서부터 고려하고 수선 유지 방안을 수립하여 수선이나 교체를 가능하게 하여야 한다.

마지막으로 주택의 장수명화를 위해서 구조체(Skeleton)와 내장재(Infill)의 분리 방안을 도입하여야 한다. 이 방안은 장수명화가 가능한 구조체 부분과 비교적 수명이 짧아 단기간에 교환해야 하는 내장 부분을 명확히 구분하는 것으로 내구성과 가변성을 고려하여 설계하는 방안이다.

이상의 추진방안을 토대로 장수명화를 위한 요소기술의 개발 방향은 크게 실거주자의 참여를 통해 공급방식 및 설계의 다양화를 유도하고, 구조체와 내장재의 성능향상 및 공간효율의 극대화를 추구하여 한국형 장수명 종합시스템으로 구축되어야 한다.

2.4 가변성 및 가변형 주택

가변(Flexibility)성이란 고유의 형태를 손상시키지 않고 변화시킬 수 있는 능력과 변화에 적응하는 능력의 두 가지 의미를 포함하는 개념이다. 따라서 가변성이라는 용어는 다른 성질 내에서도 안정성을 유지하면서 형태나 조직을 변경시키는 고유능력이 다양성과 변화에 적응하는 능력이라는 적응성의 2가지 속성을 가지고 있으며, 이 속성이 가변성 개념에 가장 중요한 용어로 사용된다.(김수암, 1993) 가변형 주택은 거주자의 요구에 따르는 개념으로 이동식 칸막이의 가변성을 도입하게 되었고, 다양성, 가변성, 성장하고 변화하는 주거 등의 개념으로 가장 명료하게 정리한 것은 하브라겐(N. J. Harbraken)이론(1965)으로서 그가 제안한 지지체(Support)와 가변요소(Detachable Units)의 원리는 가변형 주택의 모체가 되었다. 그리고 가변형 주택은 거주자의 각기 다른 다양한 생활과 거주자의 시간이 흐름에 따른 변화에 하나의 주거가 대응할 수 있도록 이루어진 주택을 의미한다.

3. 가변성능향상을 위한 요소기술 제시

3.1 건축요소기술 도출 절차 및 방법

본 연구에서는 가변성능향상을 위한 건축요소기술의 도출/분석과 우선순위 항목을 결정하기 위하여 다음과 같은 절차를 수행하였다.

전반적인 흐름을 살펴보면 건설 산업의 혁신과정 중의 하나인

차세대 장수명 공동주택의 필요성을 제기한 후 선행연구 분석 및 관련문헌을 통하여 이론적 고찰을 실시하였으며, 대상사례는 2005년 이후부터 신축 되어온 서울과 경기 지역의 공동주택 사례를 중심으로 하였다. 이를 통해 총 8개 분야 110개 항목의 예비 건축요소기술들을 추출하였으며, 추출된 평가항목들을 전문가 인터뷰와 설문조사를 거쳐 재분류 및 통합하여 1차 건축요소기술 평가항목을 도출하였다. 그리고 도출된 각 분야의 항목들은 델파이기법을 통해서 타당성 및 객관성을 검증하였고, 검증 절차가 완료된 후 다차원척도법에 의하여 최종 6개 분야 52개 항목으로 최종 분류하였다. 마지막으로 분류된 건축요소기술 항목들을 AHP에 의해 중요도를 판단한 후 평가결과를 분석하였으며, 이 중에서 우선순위 중요도가 높은 항목에 대하여 최종평가를 하였다.

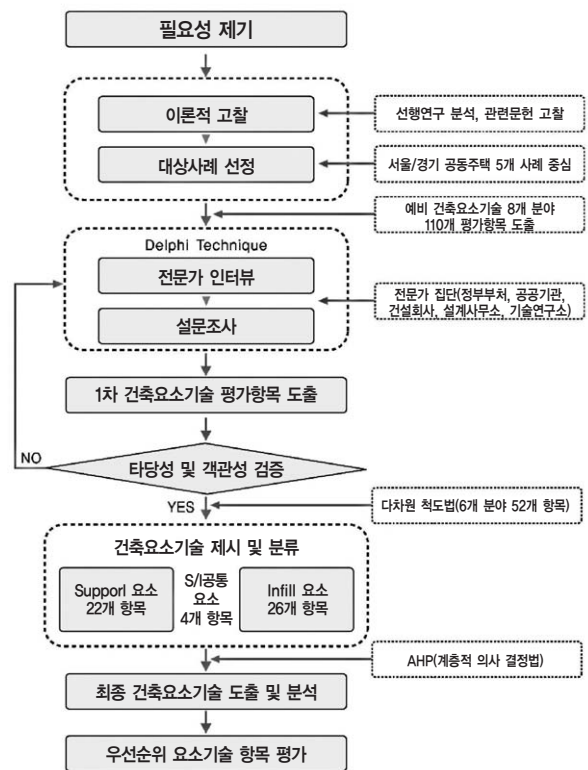


그림 3. 가변성능향상을 위한 요소기술 도출 방법 및 절차

3.2 사례개요 및 설문조사

장수명 공동주택의 가변성능향상을 위한 건축요소기술의 항목 재분류 및 우선순위 평가를 하고자 국내외 관련문헌 및 국제 과제 실험용 주택 연구결과 등에서 가변성능을 평가하기 위한 예비항목을 1차적으로 도출하였다. 사례선정은 2005년 이후부터 가변성능에 관한 요소기술이 도입되었거나 추진중에 있는 공

표3. 사례대상 사업개요(단위: m², 가구)

순서	지역	사업명	연면적	가구수
1	서울	D사의 SP현장	42,572	752
2	*	HS사의 SA현장	51,356	866
3	*	P사의 JR현장	27,846	594
4	경기	H사의 SN현장	34,792	613
5	경기	G사의 IS현장	39,440	702

동주택 가운데 서울과 경기지역의 최근 3년 동안 5개 사례를 중심으로 하였고, 사례선정 및 대상사업개요는 아래 표3과 같다.

앞선 예비항목은 기존 관련문헌 및 연구결과를 토대로 연구자의 정성적인 판단에 의하여 포괄적으로 추출·설정된 것이므로 이에 대한 객관적 분류와 평가항목 도출과정이 요구된다. 따라서 건축요소기술에 대한 명확한 분석을 하기 위해서 해당 사례에 참여한 전문가 집단을 대상으로 가변형 공동주택의 현황 및 추진방향에 대해 설문조사를 실시하였다. 조사대상의 일반사항은 정부부처, 공공기관, 건설업체, 설계사무소, 기술연구소등의 5년 이상 20년 사이의 경력을 가진 전문가집단을 대상으로 실시하였으며, 설문방법은 직접 방문에 의한 설문조사와 전문가 인터뷰를 통해서 설문을 요청하였으며, 설문조사 결과 총 배포된 120부 가운데 비전문가 및 응답의 결과가 허용범위를 초과한 48부는 설문내용의 타당성을 확보하고 신뢰오차를 줄이기 위해 배제하였으며, 그 결과 72부(순수 회수율 60%)의 표본을 수집하였

표4. 설문조사 일반사항

설문조사 기간		2008.01~2008.02 (2개월)				
설문조사 대상 지역 (사례분석 대상사업)		서울 및 경기 지역 5개 신축 및 재개발 공동주택사업				
회사종별	정부기관	건설업체	설계사무소	연구기관	합계	
	14명	35명	15명	8명	72명	
경력사항	5~10년	10~15년	5~20년	20년 이상	합계	
	15명	26명	19명	12명	72명	
연령분포	30세 미만	30~39세	40~49세	50세 이상	합계	
	4명	28명	34명	6명	72명	

다. 설문조사에 관한 일반사항은 아래 표4와 같다.

설문조사를 통하여 가변성능에 대한 인식 정도와 가변 건축요소기술의 적용분야에 대한 의견을 조사한 결과, 전문가의 가변에 대한 인식은 전체 응답자 중에서 86%(62명)로 나타나 전반적으로 높은 것으로 조사되었으며, 가변요소기술의 적용에서는 전체 8개 분야 중에서 구조적인 부분(33%)·공/구법(26%)·계획(19%)·재료(11%) 순으로 나타났으며 전체 항목 중에서 89%로 대부분을 차지하였다.

3.3 건축요소기술 항목 도출 및 분류

본 연구에서는 기존 문헌고찰과 연구결과, 그리고 사례를 중

심으로 예비항목을 설정하였고 해당 사례에 참여한 전문가들을 통해 8개 분야의 110개로 구성된 건축요소기술의 평가항목을 도출하였다. 그러나 이들 항목들은 대부분 리모델링, 가변성, 부품화, 구조형식, 내구성, 유지관리 등 성능과 지표에 관한 개략적이고 전반적인 항목으로 구성되어 있다. 이에 따라 전문가 인터뷰 및 설문조사를 통하여 구조체, 외장, 내장, 설비 등의 적용부위 및 공간구획에 따른 일률적이고 구체적인 건축요소기술의 1차적인 평가항목을 제시하였으며, 마지막으로 도출된 평가항목의 대분류 및 적용부위별 항목에 대하여 타당성 및 객관성 검증을 통하여 6개 분야 52개의 평가항목을 결정하였다.

그리고 최종 평가항목의 유형분류 및 평가항목의 설정에 있어서는 객관화작업을 유도하기 위해 다차원척도법(Multi-dimensional scaling)⁴⁾을 이용하였다.

다차원척도법에 의한 평가항목의 형태에서 좌표로 나타난 결과에서 유사성이 내포된 것과는 상호 군집화(clustered)되어 공간속에 생기는 기하학적 관계와의 통합을 중요시하게 된다. 최종 추출한 결과를 이용하여 다차원척도법을 이용한 결과는 아래

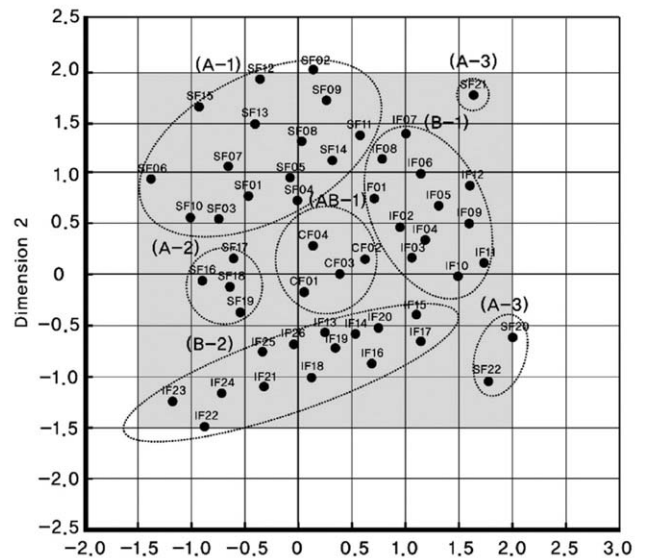


그림 4. 다차원척도법을 이용한 평가항목의 유형분류

그림4와 같다.

그림4에서 나타난 결과를 이용하여 유사성이 높은 대상을 군집화하면 6개의 분야로 묶을 수 있으며 크게 구조(A-1), 외장(A-2), 내장(B-1), 전용설비(B-2), 공통요소(AB-1), 기타(A-3)

4) 다차원척도법은 데이터 축소를 통한 객관화 목적으로 자료에 포함되어 있는 정보를 추출하기 위한 탐색수단으로 이용하여 대상간의 배후에 내재되어 있는 구조를 낮은 차원의 공간으로 나타낼 수 있다. 이것은 다변량해석의 일종으로 대상간의 유사성을 알고 있을 때 이것을 토대로 대상을 다차원 공간내의 점으로 위치를 정하여 위치간의 거리가 유사성에 가장 잘 일치하도록 점의 좌표를 결정하는 방법이다.

로 구분할 수 있다. 통계적인 방법으로 관련 문헌을 통해 추출된 유형별 평가항목을 다차원척도법을 이용하여 재구성하였으며, 전문가 자문 등을 통하여 아래 표5, 6, 7과 같이 가변성능에 영향을 미치는 건축요소기술에 관한 최종적인 대분류 및 세부 관

표 5. 가변성능향상을 위한 구조체 건축요소기술 항목

순서	적용부위	건축요소기술 평가항목	기호	중요도	우선 요소	
1	구조체 및 재료	고강도 및 내화성 콘크리트	SF1	8.8	●	
2		철근+철골 복합구조	SF2	7.2		
3		Precast PC구조	SF3	8.6	●	
4		Super HRC system ⁵⁾	SF4	7.7		
5		Super RC frame	SF5	7.9		
6		벽량 최소화 구조(수평·수직 구체)	SF6	9.1	●	
7		CFT(Concrete Filled Steel Tube) ⁶⁾ 사용	SF7	6.8		
8		기초 Super 면진구조 및 면진 시스템 ⁷⁾	SF8	7.4		
9		기둥 외곽 PCa 구법	SF9	6.5		
10		보	순량	SF10	6.2	
11			Z형보	SF11	7.1	
12		슬라브	대형평판 슬라브	SF12	8.5	●
13			무량판 슬라브	SF13	7.6	
14			Free Space slab	SF14	8	●
15			Void slab	SF15	7.3	
16	외장 A2	외벽체 및 사시규격품 일치	SF16	8.4	●	
17		스틸스터드 벽체 개발	SF17	7.2		
18		철합판널과 및 ALC판널 적용	SF18	7.8		
19		Green Wall system ⁸⁾	SF19	8.2	●	
20	기타 A3	구체 마감재의 내구화 기술	SF20	8.6	●	
21		구체와 주호의 인터페이스	SF21	7		
22		구조 및 설비의 Dual system	SF22	8.1	●	

※ 자료출처 : 구조체 건축요소기술 항목 중 공통항목을 포함하여 대한주택공사(2000, 2001, 2002)의 가변요소 평가항목 8개 항목과 한국건설기술연구원(1998, 2001)의 가변성능 개발 지표 6개 항목 인용함

련 평가항목을 도출하였다.

본 연구에서 가변성능향상을 위한 건축요소기술에 관한 평가항목은 크게 Hardware, Software 그리고 공통부분의 3가지로 구분하였다. Hardware는 Support 또는 Skeleton이라고 하며 구조체에 관한 성능요소를 적용부위별로 각각 나타내었으며, Software는 Infill이라고도 하며 내부적인 요소 즉 내장재를 해당 적용부위별로 역시 각각 제시하였다. 마지막으로 두 구조체와 내장재에 공통으로 영향을 미치는 요소기술들로 구성하였다. 특히 구조체 기술요소는 일반적으로 구조 부분의 장수명화를 위한 건축기술요소로 한정하였으며, 내장재 기술요소는 가변성능

- 일본 도다건설(주)이 고품질의 초고층주택을 실현하기위해 개발한 기술로 고강도화, 면진·제진화, 프리캐스트화에 관하여 업그레이드한 RC기술의 일종이다.
- 강관에 고강도의 콘크리트를 충전한 구조로서 골조의 주요 구성부재 중 기둥부재에 적용하여 고충력에 저항하는 구조이다.
- 지진동의 특성을 이용하여 구조물의 고유주기를 인위적으로 길게 하여 구조물에 입력되는 지진력의 크기를 줄이는 방법이다.
- 벽에 녹화 작업을 한 것으로 벽체에 식물의 씨를 이식하여 생장시킴으로써 푸른 생태벽체로 만든 푸른벽 시스템이다.

및 수용성능 향상을 위한 기술로 나타내었다.

먼저 구조체의 주요기술들을 살펴보면 아래 표5와 같이 내구성 성능 향상을 위한 구조 및 재료의 기술개발·기초의 내진성 향상 기술, 자유로운 공간계획과 가변성 확보를 위한 보, 기둥 및 대형 슬라브의 변형기술, 이밖에 공용부재의 집중화, 플렉시블한 시스템 구축 및 내외부 인터페이스 개발기술 등으로 나타났다.

대표적인 세부 요소기술항목들을 살펴보면 강도 및 내화성 품질을 개선한 콘크리트, 수평·수직 구체를 통한 벽량 최소화 구조, 내진보강과 안전성 확보를 위한 면진구조 및 면진 시스템, 공간의 활용과 시공성을 높인 대형평판 슬라브, 생태적 건물외피를 적용한 Green Wall system, 디자인과 기능 모두를 감안한 구체 마감재의 내구화 기술 등 전반적으로 강도와 내구·내화·내진 등의 성능향상을 고려하고 지속가능한 친환경을 추구하기 위한 요소기술들로 나타났다.

표 6. 가변성능향상을 위한 내장재 건축요소기술 항목

순서	적용부위	건축요소기술 평가항목	기호	중요도	우선 요소	
1	내외벽	평면선형 및 이동식 칸막이벽	IF1	9.2	●	
2		가변수납 벽체 시스템	IF2	9.4	●	
3		건식 외벽 공법	IF3	7.3		
4		간벽 부동 시스템 개발	IF4	7.8		
5		바닥	층고 절감형 합성 바닥판	IF5	7.9	
6			탈부착 가능 플로팅 시스템 ⁹⁾	IF6	8.8	●
7			바닥하부 수납 시스템	IF7	7.9	
8			바닥 마감재 변경	IF8	7.2	
9			가변형 바닥하부구조	IF9	9.2	●
10			천장내부 집중배선 시스템	IF10	8.7	●
11	천장	DIY형 천장배선 및 부착공법	IF11	7		
12		이중 및 천장 수납 시스템	IF12	7.7		
13	위생 설비	덕트리스 및 계획 환기시스템	IF13	7.4		
14		생활하수 재이용 시스템	IF14	7.6		
15		Aqua Loop system ¹⁰⁾	IF15	8.2	●	
16	전용설비 B2	조립식 욕실 및 온돌 시스템	IF16	8.4	●	
17		간이시공 바닥난방 및 가스배관 시스템	IF17	8.6	●	
18		조립 축열식 온수/온돌 패널	IF18	7.3		
19		Energy System Controller	IF19	7.4		
20		저온복사 난방 시스템	IF20	6.6		
21		전기 및 통신	바닥 하부 배선 PIT	IF21	7.9	
22			걸레받이 배선 시스템	IF22	7.5	
23			정보 통신 네트워크 시스템	IF23	8.2	●
24			벽축 전기/통신 배선 PIT	IF24	9	●
25			구체분리 배선방법	IF25	7.7	
26	공급배관배선집중(사프트방식)		IF26	8.9	●	

※ 자료출처 : 내장재 건축요소기술 항목 중 공통항목을 포함하여 대한주택공사(2000, 2001, 2002)의 가변요소 평가항목 7개 항목과 한국건설기술연구원(1998, 2001)의 가변성능 개발 지표 8개 항목 인용함

- 가변성능을 향상시킨 것으로 바닥공간의 활용을 위한 방안이며 탈부착이 가능하게 만든 바닥 시스템의 일종이다.
- 폐수처리시스템으로 주방, 욕실, 화장실 폐수들이 모여져서 공기와 접촉하여 생물화학적인 처리시스템의 일종이다.

다음으로 내장재의 주요기술들을 살펴보면 거주자의 다양한 요구 및 라이프스타일의 변화에 따른 가변성·수용성 향상을 위한 기술요소 개발이 주를 이루고 있으며, 여기에 공간변화에 종속되는 내장설비 시스템 및 Infill 생산시스템, 구성부품·부재시스템 등이 고려되었다. 내장재의 주요 적용부위를 살펴보면 내장의 바닥, 벽 부분과 전용설비 중 전기·통신에 관한 배선 및 배관 부분이 중심이 되어 개발 및 적용되고 있는 것으로 나타났다.

위 표6에서 볼 수 있듯이 세부 요소들을 살펴보면 경량가동 칸막이, 가동수납유닛 등의 벽체시스템 개발, 천장의 공간을 활용한 수납 및 배선 시스템, 환기·배수·배관설비의 집약화 및 유닛화, 실 구획의 유연성 확보 및 시공성 확보를 위한 운수식 패널 바닥 난방공법, 노후 및 리모델링의 용이성에 대응하기 위한 배선·배관 시스템 등으로 나타났다.

마지막으로 구조체와 내장재의 공통적인 건축요소기술에는 아래 표7에서 볼 수 있듯이 가변요소의 적용과 실용을 위한 설계부분의 부품형 주택 프로토타입의 개발, 건축 부품의 표준화 및 유닛화를 추구하기 위한 계획부분의 모듈정합 지침, 시공성 향상과 내구성 증진을 위한 시공부분의 시공정합 관련 지침, 사후관리의 체계적인 시스템을 구축하기 위한 관리부분의 유지관리에 관한 운영지침으로 나타났다.

4. 가변성능향상을 위한 요소기술 분석 및 평가

본 연구에서는 앞서 검증 절차를 거쳐 도출한 6개 분야 52개 건축요소기술의 항목들을 다기준 결정 분석방법론인 AHP를 활

표 7. 가변성능향상을 위한 공통 건축요소기술 항목

순서	적용부위	건축요소기술 평가항목	기호	중요도	우선 요소	
1	공통 요소 AB1	설계	부품형 주택 프로토타입 개발	CF1	8.7	●
2		계획	모듈정합 설계지침(MC)	CF2	7.8	
3		시공	시공정합 조합지침(JC)	CF3	9.3	●
4		관리	유지관리 운영지침(MM)	CF4	7.9	

※ 자료출처 : 공통 건축요소기술 항목 중 대한주택공사(2000, 2001, 2002)의 가변요소 평가 항목 3개 항목과 한국건설기술연구원(1998, 2001)의 가변성능 개발지표 2개 항목 인용함

용하여 각각의 중요도를 산정하였다. 그리고 항목별 중요도를 산정할 때 중요도지수는 9점 척도를 사용하였으며, 9~8점(중요도가 매우 높음)·7~6점(중요도가 높음)·5점(중요도가 보통)·4~3점(중요도가 낮음)·2~1점(중요도가 매우 낮음)의 5가지 척도의 기준을 사용하였다. 이에 따라 건축요소기술 52개 항목의 중요도 값을 측정된 결과, 대체로 중요도가 높게 나왔으며 평균값은 7.932로 다소 높은 중요도를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

그리고 앞서 중요도가 제시된 가변성능향상을 위한 건축요소

기술의 52개 평가항목 중에서 중요도가 매우 높은 척도(9~8점 사이의 점수분포)를 기준으로 하여 평가한 결과 22개의 우선순위 요소 평가항목을 도출하였다. 중요도의 우선순위에 관한 평가 결과를 적용부위별로 분석해보면 구조체의 주요기술에서는 “벽량 최소화 구조”를 포함한 5개 요소, 외장에서는 “외벽체 및 사시규격품 일치”를 포함한 2개 요소, 내장에서는 “가변수납 벽체 시스템”을 포함한 5개 요소, 전용설비에서는 “벽측 전기/통신 배선”을 포함한 6개 요소 그리고 기타항목의 “구체 마감재의 내구화 기술”을 포함한 2개 요소로 나타났으며, 건축프로세스 과정의 공통 요소측면에서는 설계측면의 “부품형 프로토타입 개발”과 시공측면의 “시공정합 조합지침” 평가항목의 중요도가 각각 8.7과 9.3으로 다소 높은 것으로 판단되었다.

다음은 이상을 종합하여 세부요소기술에 관한 평가결과의 분석이다. 첫째, 각 평가결과를 분석하여 보면 우선 표 5,6,7을 통해서 알 수 있듯이 대체적으로 모든 건축요소기술들의 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 이 사실은 장수명 공동주택을 실현시키는데 있어서 대부분의 건축요소기술들이 내부와 외부와의 경계를 두지 않고 모든 공간범위에서 가변성능에 관한 중요한 영향을 미치는 것으로 판단된다.

둘째, 세부적으로 중요도가 높은 순위와 항목수를 바탕으로 검토해보면 구조체(구조, 외장)의 주요기술, 내장재(내장, 전용설비)의 주요기술 및 공통요소 중에서 내장재의 주요기술이 구조체 주요기술보다 전반적으로 다소 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 거주자의 다양한 요구 및 공동주택의 장수명화를 실행하기 위한 구조체의 내구성 증진만을 목적으로 하는 것이 아니라, 내부의 공간과 패턴을 충분히 활용할 수 있는 가변형 요소기술들을 개발하고 충분히 고려하여야 함을 의미한다.

결론적으로 위의 가변성능향상을 위한 요소기술 분석 및 평가를 통하여 중요도가 높은 평가항목을 대상으로 우선순위 항목들을 결정하였다. 그러나 현재 장수명 주택과 가변성에 관한 기술 개발이 활발히 추진되고 있으나, 무엇보다도 평가항목에 관한 세부적인 매뉴얼과 지침이 정립되지 못하고 있다.

따라서 이상의 연구결과를 통해 종합적인 평가를 내리자면, 차세대 장수명 공동주택의 가변성능향상을 위한 건축요소기술의 방안으로 구조체의 기준에서는 구체 및 재료와 슬라브에 관하여 내구성 향상을 위한 단편적인 기술의 적용보다는 다양하고 구체적인 기술개발 및 복합적인 기술 적용이 필요하다고 판단되며, 내장재의 기준에서는 부품의 단순화, 규격화 그리고 일체화를 통하여 가변성능의 효율을 도모함은 물론 장기적인 비용절감을 유도하고 유지관리의 성능향상을 만족 시킬 수 있어야 할 것으로 판단된다.

그리고 향후 연구에서는 결정된 우선순위 평가항목을 대상으로 하여 사례현장에 선정 및 개선/개발된 요소기술을 적용할 수 있는 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이며, 또한 건설사업 수행 시 계획에서부터 유지관리 부분에 이르는 전 과정을 통해 장수명과 가변성능향상에 관련된 사업시행절차서 혹은 매뉴얼을 체계적으로 정립할 수 있는 연구 역시 추진되어야 할 것이다.

5. 결론

오늘날 거주자의 생애주기가 다변화됨에 따라 다양한 요구수준에 효과적으로 대응할 수 있는 공간 활용의 융통성이 확보된 가변형 주택에 대한 개발 요구가 점진적으로 증가하고 있다. 그러나 이에 반해 현실적으로 주택의 내구수명이 짧음에 따라 지속적으로 발생하고 있는 재건축, 리모델링으로 인한 환경파괴·건설폐자재 발생·불필요한 자원의 낭비 등은 일차적으로 인간과 자연에게 많은 피해를 초래 할 뿐만 아니라 궁극적으로는 주택시장 자체의 불안정 등 정성적·정량적 측면 모두에서 사회적 인 문제가 되고 있다.

이러한 배경으로 기존의 선행연구를 분석하고 문헌고찰을 실시한 결과, 대부분 장수명과 가변성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 장수명 공동주택의 성능향상을 고려한 체계적인 지표 설정과 평가항목에 관한 매뉴얼이 정립되어 있지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 선행 연구에서 진행하였던 장수명 공동주택의 건축요소기술에 관한 방안을 토대로 하여 최근 부각되고 있는 가변성능향상을 위한 건축요소기술들을 재정립하여 비교 분석하였으며, 적용 가능한 다양한 평가항목을 상위그룹으로 분류하고 도출된 요소기술 항목 가운데 우선순위가 높은 항목들을 결정 및 평가함으로써 실질적인 차세대 장수명 공동주택의 가변성능에 관한 지침을 제시하고자 하였다.

향후 연구에서는 본 연구를 토대로 가변성능향상을 위해 선정된 건축요소기술들이 실제적으로 현업에 유기적으로 연계 및 활용될 수 있도록 구체적인 성능에 관한 실용화 지침과 평가가 적극적으로 이루어져야 할 것이며, 우선순위 요소기술 평가항목을 대상으로 하여 공동주택의 유형별·타입별 가변성능향상을 위한 차세대 장수명 표준모델에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 김상호·김수암(1998). “주택부품시스템연구(I, II)”. 건설기술연구원.

2. 김수암(2003). “리모델링과 가변성을 고려한 오픈 하우스 개발 -KICT 실험주택의 설계 및 시공을 중심으로-”. 대한건축학회, 23권 제1호.

3. 김수암·이경락·박환용·서봉교(1997). “외국 공동주택의 가변형 평면 비교분석”. 대한건축학회, 13권 12호 통권 110호, p.3.

4. 김수암·임석호·황은경·이성옥(2004). “장수명 주택 설계 시스템 개발”. 한국건설기술연구원.

5. 김수암(2003). “장수명 주택 설계수법과 개발 방향(KICT 실험주택을 중심으로)”. 한국건설기술연구원 건축연구부 연구성과 발표 및 국제세미나.

6. 김홍영·김성우(2006). “장수명 공동주택을 위한 인필(INFILL) 건축요소기술의 한·일간 적용사례 비교 연구”. 대한건축학회, 22권 8호 통권 214호.

7. 국토개발연구원(1994). “공동주택의 재건축실태와 수명연장 방안 연구”. 건설부.

8. 대한주택공사(2001). “경량벽체 시스템 실용화”.

9. 대한주택공사(2000). “부품형 주택 시스템 개발”.

10. 대한주택공사 주택도시연구원(2002). “오픈하우스 시스템 개발 연구(I)”.

11. 박준영·황기홍·김인범·유병열(2000). “공사주택의 경량벽체 시스템 실용화를 위한 기술개발”. 대한주택공사 주택연구소.

12. 이정석·안병주·이운선·김재준(2007). “차세대 장수명화를 위한 가변성능요소의 분석과 적용에 관한 연구”. 건설관리학회 학술발표논문.

13. 이현수(2001). “주택 장수명화를 위한 건설기술의 개발 동향과 전망”. 주택 69호, 대한주택공사.

14. 윤영호·박지영·이수진·김두석(2006). “장수명 아파트의 개발방향과 모델개발”. 대한주택공사, 제13호.

15. 한국건설기술연구원(1998). “주택부품시스템 개발”.

16. 한수진·박신영·윤영호(2003). “공동주택 장수명화의 필요성 고찰”. 주택도시(주택도시연구원), 제76호.

17. 홍태훈·이경희(1999). “아파트 공중별 사용재료에 따른 물리적 수명분석과 경제성분석”. 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 19(2).

18. 황은경·이강희·김수암(2004). “공동주택 서포트의 공간가변성능 평가모델 작성연구”. 대한건축학회, 20권 6호 통권 188호.

19. House Japan(2001). “SI Housing Project Flexsus House 22”.

20. Taranath, Bungale S(1998). "Structural Analysis & Design of Tall Buildings". Mcgraw-Hill Book Company.
21. 堤 洋樹 · 이은석 · 久保田 沙和 · 小松 幸夫(2000). "증/개축 및 재축 행위에서 본 일본의 주택 수명에 관한 연구". 대한건축학회 추계학술발표.

논문제출일: 2008.07.28

심사완료일: 2008.12.04

Abstract

Recently, lots of the research aspects of space, materials, structure, construction method relation to improving the flexibility going on throughout the construction industry, moreover the development of construction key technology has been accelerating by reason of deterioration in the apartment housing. Therefore, this study should firstly suggests assessment list of construction key technology through investigation of questionnaire and consultation of the expert on the basis of case studies, and should select it about the flexibility which making social issues lastly in the apartment housing. Secondly, this study should classify, reestablish core technology through inspection procedure of feasibility study among lists of deduced key technology. Finally, this study will suggest the manual & guideline for improving the flexibility for a long-life apartment housing at the next generation by selecting, analyzing and estimating higher score items of all key technology.

Keywords : Long Life Apartment Housing, Factor of Improving The Flexibility, Flexibility, AHP(Analytic Hierarchy Process), Multi-dimensional scaling, Construction Key Technology