

장수명주택 인증기준별 최적화를 위한 Infill 연구

A Study of Infill Optimization Methods Applied with Life-long Housing Certification Standards

왕우철*

Wang, Woo-Chul

임석호**

Lim, Seok-Ho

Abstract

Life-long housing refers to housing units whose performance is certified by the head of a Life-long Housing certification authority with respect to durability, variability and ease of repair. Since life-long housing should be able to meet residents' demands for changes in living space, the space of the housing should be able to be varied by using a dry construction method, instead of a wet construction method. For life-long housing to be approved, the installation of infill systems that life-long housing certification standards is needed. At present, apartment houses are being constructed only in accordance with the general rating, which is the lowest rating in the life-long housing certification system. The reason for this is that, since the infill system was created, it has not yet been actively used due to a rise in construction costs when infill products are utilized. In this regard, this study seeks to propose ways to optimize infill usage and create scenarios that can minimize the costs of life-long housing construction, taking into consideration variations in construction costs based on the characteristics of infill systems applied to housing.

Keywords : Life-long Housing, Infill System, Plane Planning

주요어 : 장수명주택, 인필시스템, 평면계획

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

장수명주택은 내구성과 가변성의 기능을 가진 공동주택으로 구조체인 Support와 내장재인 Infill로 구분되어 있어 주거성능이 우수하고 거주자의 다양한 주생활 요구에 대응할 수 있는 주택이다. 내구성을 가진 구조체를 통해 장기간 사용을 할 수 있는 장수명 주택은 3가지 인증기준인 내구성, 가변성, 수리용이성 검토를 통해 장수명 주택 성능등급 인증기관의 장이 장수명 주택의 성능을 확인하여 인증한 주택을 말한다. 장수명주택은 거주자의 주거 변화요구에 능동적으로 대응할 수 있어야하기 때문에 기존 공동주택에서 사용하는 습식공법이 아닌 건식공법을 사용하여 공간의 가변에 대응할 수 있어야한다. 장수명주

택 인증제도는 이러한 장수명주택의 특성을 고려하여 평가항목이 설정되어 있으며 4단계의 등급으로(최우수, 우수, 양호, 일반) 구성되어 있다. 장수명주택이 활성화되기 위해서는 장수명주택 인증기준 등급에 맞는 Infill의 설치가 필요하지만 현재는 장수명주택 인증제도 중 최저등급인 일반등급에만 맞추어 공동주택을 시공하고 있는 실정이다. 이러한 이유는 Infill제품의 적용 시 공사비의 상승되기 때문에 제도가 시행되었음에도 불구하고 활성화 되고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 장수명 주택에 적용되는 Infill의 특성에 따라 시공비의 편차를 감안하여 장수명 주택 시공 시 비용 상승을 최소화한 Infill의 최적화 방안 및 시나리오를 제안하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 장수명주택 실증연구에 적용되는 평면을 기반으로 장수명주택의 Infill의 최적화를 검토하였다. 현재 수행중인 장수명주택 연구는 서포트 계획을 벽식구조가 아닌 라멘구조와 무량관구조로 구조체를 적용하였기 때문에 벽식구조가 아닌 라멘구조의 서포트로 구성된 장수명주택에서 획득할 수 있는 Infill의 최적조합을 도출하였다. 장수명주택 인증제도는 등급별로 점수를 받을 수 있는 다양한 변수가 존재하기 때문에 본 연구에서는 연구의 범위를 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 장수명주택에 적용할 수 있는 국내 Infill업체 및 제품의 특징을 조사하

*정회원(주저자), 한국건설기술연구원 연구원

**정회원(교신저자), 한국건설기술연구원 선임연구위원, 공학박사

Corresponding Author: Seok-Ho Lim, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Daehwa-dong 283, Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, Korea
E-mail: shlim@kict.re.kr

본 연구는 국토교통부 주거환경연구사업의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: 16RERP-B082173-03

이 논문은 2016년 (사)한국주거학회 춘계학술발표대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 연구임.

여 Infill자재의 특징을 정리하였다. 둘째, 장수명주택 내 공간의 가변과 수리용이성을 높이기 위해 조사된 국내 Infill자재를 바탕으로 장수명연구단에서 개발중인 평면에 건축 Infill자재를 적용한 등급별(최우수, 우수, 양호, 일반) 시나리오를 구성하였다. 장수명주택 인증기준의 배점표 분석을 통해 평가등급별로 적용 가능한 Infill을 도출하여 각 등급별 대표 Proto-type을 제안하였다. 본 논문에서는 Infill의 최적화를 위해 서포트인 구조체를 최고등급을 받았다고 가정하고 후 등급별로 비용에 대한 최적화 요인을 도출하였다. 장수명주택 인증제도 중 내구성 평가항목은 벽식 구조를 기반으로 평가항목이 구성되어 있으나 본 연구에서는 장수명주택의 구조체를 벽식이 아닌 라멘구조로 계획하였으며 내구성평가항목에서 최우수등급을 받았음을 가정하고 Infill의 설치에 따라 달라지는 가변성과 수리용이성 항목의 최적화 방안을 도출하였다. 가변성 평가항목은 8개의 평가요소가 있으며 그 중 Infill부품의 적용여부에 따라 획득할 수 있는 요소가 7개이며 1가지는 단면의 조정을 통해 점수를 획득할 수 있기 때문에 본 연구에서는 Infill과 관련된 내용을 검토하였다. 수리용이성(전용)의 경우 6개의 적용요소를 검토하여 등급을 결정지며 Infill부품의 적용여부에 따라 획득할 수 있는 평가요소는 2가지가 있다. 4가지 요소는 설계 시 고려된 후 설계도면에 나타나 있어야 한다. 수리용이성(공용)은 7개의 평가요소를 검토한 후 등급을 결정짓게 된다. 수리용이성(공용)의 평가항목에서는 Infill부품의 적용이 아닌 설계도면 작성을 통해 점수를 획득할 수 있다. 본 연구에서는 각 등급별 배점에 맞게 평가등급별 점수를 기반으로 동일한 등급 중 비용이 최저가 되는 배점표를 도출하여 장수명 주택의 Proto-type에 적용하였다.

II. 이론적 고찰

1. 장수명 주택 인증제도

양질의 주거성을 유지하며 오래 사용할 수 있는 장수명 주택을 구현하기 위해 장수명주택 인증제도가 2014년에 도입되었다. 장수명주택 인증기준은 주택법 제21조의 6(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등)에 근거하여 건설기준을 고시하였다. 주택건설기준 등에 관한 규정 제65조의 2에 의하면 장수명주택 인증기준은 4등급으로 구성되며, 1,000세대 이상의 공동주택을 건설하는 경우 주택건설사업계획 승인을 신청하기 전에 장수명 주택 인증을 신청하여야 한다. 장수명 주택 인증은 내구성과 가변성, 수리용이성의 성능을 평가한 종합점수를 기준으로 심사한다. 내구성은 콘크리트의 품질 및 철근의 피복두께를 평가하며 가변성은 벽체재료 및 배관·기둥의 배치 등을 평가하며 수리용이성은 개수·보수 및 점검의 용이성을 평가하여 인증서를 발급한다.

2. 가변성 및 수리용이성

장수명주택 건설·인증기준에서는 장수명주택과 가변성 수리용이성에 대해 다음과 같이 정의를 내리고 있다. 장수명주택은 내구성, 가변성, 수리용이성에 대하여 장수명주택 성능등급 인증기관의 장이 장수명주택의 성능을 확인하여 인증한 주택이다. 장수명 주택의 가변성이란 건축물의 구조적인 안정성을 유지하는 범위 내에서 사회적인 변화, 기술변화, 세대변화, 가족구성 변화 및 다양성을 수용할 수 있는 공간성을 의미한다. 또한 서포트의 구조 방식과 층고, 내장벽체의 재료와 설치구법, 부엌과 욕실·화장실 배관 구법과 이동, 이중바닥, 외벽 등에 대한 공간 활용성이 높은 성능을 통틀어 가변성으로 정의하고 있다. 장수명 주택에서의 수리용이성은 건축물의 구조적인 안정성을 유지하는 범위 내에서 공용부분과 전용부분의 개보수 및 점검이 용이하며 공간변화와 미래 수요변화 및 다양화에 대한 대응성이 높은 성능을 의미하고 있다. 장수명주택 건설·인증기준에서 정의하고 있는 가변성 및 수리용이성은 구조적인 안정성에 영향을 주지 않으며 주거 수요변화에 대응할 수 있는 공간 및 공용부분의 성능을 의미한다. 본 연구와 관련된 장수명주택 Infill관련 선행연구를 분석하여 선행연구와 차별화된 연구를 진행하였다. 장수명공동주택 인필요소의 인터페이스 분석도구 개발연구(Kim & Kim, 2007)에서는 장수명주택을 구성하는 인필의 접합부를 대상으로 부품군의 구성체계를 정리하였으며 건물의 내용연한 교체 및 수선주기를 분류하여 장수명주택의 인터페이스 설계를 진행하였다. 그 결과 부품군과 부품군 사이의 관계를 기호로 표시할 수 있었다.

일본 SI주택의 유지관리 및 리모델링 대응 계획수법 분석연구(Kim, 2011)에서는 일본의 SI주택을 대상으로 유지관리 용이성 관점에서 개별사례들을 분석하여 종합하였다. 일본 SI주택의 경우 리모델링과 유지관리를 위해 공간구성이 용이하도록 다양한 구조방식과 설비배관을 Infill에서 수용할 수 있으며 유지관리를 용이하게 하기 위하여 전용설비의 매설방지 등을 계획하였음을 알 수 있다. 지속가능형 공동주택을 위한 가변형 인필시스템에 관한 연구(Kwoun & Kim, 2010)에서는 Infill시스템의 적용에 따른 친환경성 평가를 진행하였다. 연구결과에 의하면 Infill시스템 적용 시 CO₂ 발생량이 감소함을 알 수 있었으며 기본적인 Infill시스템 적용만으로 지속가능형 공동주택이 지향하는 자원절약 및 온실가스 감축 등이 가능함을 알 수 있다. 공공임대주택 구성재의 적정수선주기 산정 연구(Lee, Chae & Lee, 2012)는 임대주택을 일정수준 이상으로 지속적으로 사용하기 위해 필요한 구성재의 수선주기에 대해 제안하였다. 임대주택을 구성하는 Infill의 수선주기는 물리적 내용연한에 따라 사용자의 편의성 혹은 안전성 측면에서 수선주기를 제안하였다.

III. 장수명주택 Infill현황

1. 국내Infill의 생산 및 제작현황

본 연구에서는 장수명주택에 적용 가능한 Infill제품을 5가지로 구분하여 조사하였다.

세대 내 간막이벽은 세대 내에 설치하는 방수용 이중벽과 가동간막이 벽체로 구분 할 수 있다. 방수용 이중벽체는 욕실 및 화장실의 수 공간에 사용되며, 가동 간막이 벽체는 내벽과 같은 기능을 하지만 이동을 전제로 하므로 가변성을 계획한 공간에 사용한다. B사의 세대 내 간막이 벽체는 이중바닥 위에 런너 고정장치, 스티드, 그라스울, 차음석고보드로 구성되며 천정 석고보드와 접하여 실란트 코킹으로 마감된다. S사의 세대 내 간막이 벽체는 이중바닥 위에 ALC PANNEL(경량기포콘크리트 판넬), 그라스울, 차음석고보드로 구성되며 하부 바닥면과의 접합을 위한 시멘트몰탈과 상부 캐링채널과 ALC판넬 사이에 J형 접합철물이 사용되며 Y사는 이중바닥 위에 런너 고정장치, H-스티드, 그라스울, 강화석고보드로 구성되며 바닥과 천정과 접합하는 몰딩으로 마감됨을 알 수 있다.





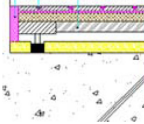
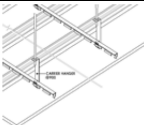

세대 간 간막이벽은 단열을 필요로 하는 부분, 즉 외벽에 사용되며, 비단열용 이중벽은 실과 실 사이를 구획하는 내벽에 사용된다. B사의 세대 간 간막이 벽체는 슬라브 위에 런너 고정장치, 방화석고보드, W스티드, 그라스울로 구성되며 상, 하부 접합부는 실란트 코킹으로 마감된다.

S사는 슬라브 위에 런너 고정장치, 스티드, 경량콘크리트 패널, 일반석고보드로 구성되며 콘크리트 패널을 고정하기 위해 시멘트 몰탈이 충전되고, 상부 천정면과의 접합부는 실란트 코킹으로 마감 처리된다. D사는 슬라브 위에 D-PANNEL, 그라스울, 석고보드로 구성되며 건식 벽체를 지지하기 위한 내부 스티드가 사용되지 않았음을 알 수 있다.

이중바닥은 건식의 온돌시스템으로 침실, 거실, 주방 및 식당의 난방을 필요로 하는 공간에 사용되는 Infill제품으로 현재 이중바닥을 제조하는 업체를 대상으로 본 연구진에 개발하고 있는 장수명주택 프로토타입 도면에 기술을 적용해 보았다. H사의 이중바닥시스템은 슬라브 위에 방진고무, 높이 조절용 볼트, 지지판, 유리면보드, 파티클보드, 온돌패널로 구성되며 D사는 슬라브 위에 아이소핑크, 은박폼, 방진구, 은박폼, PP패널, 열전도판으로 구성되며 두 업체 모두 이중바닥의 높이는 120 mm이며 바닥패널은 규격품과 비규격품을 사용하고 있다.

이중천장은 우물천정용 이중천정, 기본형 이중천정, 수공간용 이중천정으로 구분 할 수 있다. 기본형 이중천정은 침실, 거실, 주방 및 식당 등에 사용되며, 우물천정용 이중천정은 거실이나 식당의 인테리어적 요소로 사용된다. B사의 이중천장시스템은 앵커볼트와 너트, 행거, J형 캐링채널, M-bar로 구성된 천정틀과 천정 마감의 바탕이 되는 고성능 경량석고보드(Sheetrock brand)로 이루어져 있다.

Table 1. Features of Domestic Infill System

Division	Construction method	Image	Features
	Dry wall method		<ul style="list-style-type: none"> - Holds the best finish smoothness among drywall systems - Possible to perform finishing work without a separate finish after construction of walls - Possible to conduct construction work in cold weather
Walls within a house /Walls between houses	Block method		<ul style="list-style-type: none"> - Twice the fire-resistant performance of concrete - 10 times the insulation performance of general concrete - Four to five times the light-weightness of general concrete
	Panel method		<ul style="list-style-type: none"> - Operates accurate quality and production management system through KS certification - Mass production system according to continuous extrusion method - Ensures ease of transport and excellent constructability
Double floor	Dry Ondol (under-floor heating) method		<ul style="list-style-type: none"> - Possible to reduce costs due to mass production of products - Uses magnesium boards to enhance fire prevention performance
	Double floor method		<ul style="list-style-type: none"> - Improves constructability due to production of Ondol(under-floor heating) panels
Double ceiling	Lightweight steel frame system		<ul style="list-style-type: none"> - Ceiling finishing system that ensures robustness and facilitates construction - Easy to maintain wires and pipes inside the ceiling
Bath-room	Wall piping method		<ul style="list-style-type: none"> - Installs sewage/discharge pipes in the shelf-type walls - Possible to reduce noise and move the bathroom in remodeling

욕실은 건식의 온돌시스템으로 침실, 거실, 주방 및 식당의 난방을 필요로 하는 공간에 사용되는 Infill제품이다. 본 연구에서는 층상배관으로 사용가능한 욕실시스템을 조사하였다. S사의 욕실시스템은 블럭 선반(탈부착) 내 오, 배수관이 통합으로 누수 및 유지보수 시 바닥을 파괴하지 않고도 배관을 교체 할 수 있는 제품이다.

IV. 장수명주택 인증등급별 Infill적용 시나리오

1. 장수명주택 건설 인증기준을 적용한 Infill시나리오

장수명 주택 건설·인증기준에서 내구성은 구조체에 영향을 주는 요인인 콘크리트의 품질 및 철근의 피복두께

Table 2. Scores by Life-long Housing Certification Rating

1. Score of each level based on the categories of assessment				
Category	Durability	Variability	Easiness of Repair	
			Exclusive	Common
Level 1	35 points	35 points	15 points	15 points
Level 2	28 points	26 points	13 points	13 points
Level 3	20 points	18 points	11 points	11 points
Level 4	15 points	12 points	9 points	9 points

2. Basis of scores for each certification rating			
Category	Durability	Assessment Score	Remarks
Outstanding	★★★★	Above 90 points	Out of a total score of 100
Excellent	★★★	Above 80 points	
Satisfactory	★★	Above 60 points	
Standard	★	Above 50 points	

Table 3. Life-long Housing Certification Standard Ratings

1. Durability			
Category	Indication of Rating	Basis of Rating	Total Score
Level 1	★★★★	More than 100 durable years	35 points
Level 2	★★★	65 to 100 durable years	28 points
Level 3	★★	40 to 65 durable years	20 points
Level 4	★	Less than 40 durable years	15 points

2. Variability			
Category	Indication of Rating	Basis of Rating	Total Score
Level 1	★★★★	Above Level 3 for each compulsory category+ selected category	Above 40 points
Level 2	★★★	Above Level 3 for each compulsory category+ selected category	30-39 points
Level 3	★★	Above Level 3 for each compulsory category+ selected category	20-29 points
Level 4	★	Above Level 4 for each compulsory category+ selected category	10-19 points

3. Easiness of Repair (Exclusive)			
Category	Indication of Rating	Basis of Rating	Total Score
Level 1	★★★★	Compulsory category+ selected category	17 points
Level 2	★★★	Compulsory category+ selected category	14-16 points
Level 3	★★	Compulsory category+ selected category	12-13 points
Level 4	★	Compulsory category included	10-11 points

4. Easiness of Repair (Common)			
Category	Indication of Rating	Basis of Rating	Total Score
Level 1	★★★★	Compulsory category+ selected category	17 points
Level 2	★★★	Compulsory category+ selected category	14-16 points
Level 3	★★	Compulsory category+ selected category	12-13 points
Level 4	★	Compulsory category included	Above 10 points

Table 4. Costs of Domestic Infill System

Infill elements	Manufactures	Production costs	Construction costs	Total (won)	Unit
1. Partition walls within a house	a. B Company	27,287	19,110	46,397	m ²
	b. B Company	32,207	20,585	52,792	
	c. Y Company	34,942	6,521	41,463	
	d. S Company	23,100	23,600	46,700	
	e. D Company	38,000	20,000	58,000	
2. Partition walls between houses	a. B Comapny	47,192	24,150	71,342	m ²
	b. S Company	43,204	32,796	76,000	
	c. S Comapny	40,800	38,800	79,600	
	d. D Company	45,000	25,000	70,000	
3. Double floor	a. D Company	80,000	12,000	92,000	m ²
	b. H Company	69,648	10,000	79,648	
4. Double ceiling	a. B Company	6,420	21,308	27,728	m ²
5. Bathroom	a. S Comapny	1,625,392	300,000	1,925,392	Household

기준을 설정하여 품질관리기준에 맞는 등급을 평가하여 등급을 표시한다.

본 연구에서는 장수명주택을 벽식구조가 아닌 라멘구조의 구조체로 계획하고 있기 때문에 내구성을 최우수등급인 1급을 획득한 것으로 가정하였다. 내구성을 1등급으로 획득한 것으로 가정한 후 Infill의 적용을 통해 가변성에서 수리용이성의 4가지 등급(최우수, 우수, 양호, 일반)을 획득할 수 있는 있는 시나리오를 구성하여 장수명주택의 계획 시 비용 상승을 최소화한 Infill의 최적화 방안 및 시나리오를 제안하였다.

4장에서는 장수명주택에 Infill을 제작하는 기업을 대상으로 제작단가와 시공단가를 조사한 후 인증등급별 Infill 제품을 적용한 비용을 산정하여 동일한 등급 내에서 최저비용으로 적용이 가능한 조합을 선정하여 장수명주택 인증기준별 최적화 Infill을 도출하였다.

1) 장수명주택 인증 등급별 시나리오-최우수등급

장수명주택 인증등급 중 최우수등급은 심사점수 90점 이상으로 내구성, 가변성, 수리용이성(전용), 수리용이성(공용)의 합계점수가 90점 이상이어야 한다. 가변성 및 수리용이성 평가의 경우 Infill제품을 적용함에 따라 획득할 수 있는 항목과 설계도서 적용에 따라 점수를 획득할 수 있는 항목으로 구분됨을 알 수 있다.

본 연구에서는 Infill의 적용을 통해 점수를 획득할 수 있는 항목과 설계적용을 통해 점수를 획득할 수 있는 항목을 구분하여 시나리오를 작성하였다. 라멘구조를 적용한 장수명주택은 내구성을 1등급으로 가정하였으며 가변성, 수리용이성의 합계점수가 90점 이상이지만 제작단가와 시공단가의 합이 최저비용이 될 때의 조합을 최우수등급으로 설정하였다. 장수명주택의 최우수등급을 적용할 경우 총 7종의 항목에서 점수를 획득할 수 있음을 알 수

있었다. 최우수등급이 되기 위해서는 세대 내 벽체를 적용하여 건식벽체의 비율을 높여야하며 이중바닥 설치를 통해 이동이 가능한 화장실과 주방의 계획이 필요함을 알 수 있다. 건식벽체와 이중바닥을 설치할 경우 배관배선의 수선이 교체가 용이하기 때문에 수리용이성에서 필요한 점수를 획득할 수 있었다. 최우수등급을 획득하기 위해서는 Infill의 적용과 함께 수리용이성이 용이한 설계가 병행되어야함을 알 수 있었으며 배관과 설비의 독립성확보를 위한 설계와 분할 사용이 가능한 공간계획이 필요하다. 또한 공용공간에 대한 설계를 통해 수리용이성 공용부분에서 1급을 획득해야만 최우수등급을 유지할 수 있다.

2) 장수명주택 인증 등급별 시나리오-우수등급
 장수명주택 인증등급 중 우수등급은 심사점수 80점 이상 90점미만으로 내구성, 가변성, 수리용이성(전용), 수리용이성(공용)의 합계점수가 80점 이상이어야 한다. 최우수등급과 동일하게 내구성을 1등급으로 가정한 후 가변성과 수리용이성의 합계가 80점 이상일 경우 최저비용이 되는 조합은 다음과 같다. 장수명주택의 우수등급이 되기 위해서는 세대 내 벽체에 건식벽체를 사용해야한다. 건식벽체로 세대 내 벽체로 적용할 경우 내력벽 및 기둥의 비율이 10% 미만으로 점수를 획득할 수 있으며 동시에 건식벽체 비율이 증가함을 알 수 있다. 수리용이성 전용부분

Table 5. Best Rating Scenario (Infill Applied: ●/Design Applied: ◎)

Rating	Division	Items	Acquired scores	Application	Rating			
Best rating	Durability	Service life of more than 100 years	35	●	First-rate			
		Service life of 65 to 100 years	28	-				
		Service life of 30 to 65 years	20	-				
		Service life of less than 30 years	15	-				
Best rating	Variability	Ratio of length of bearing wall to column (less than 10%)	15	●	First-rate			
		Ratio of dry walls (more than 90%)	3	●				
		Method for ease of variability (application of more than three items)	8	●				
		Bathroom toilet above-floor pipes	6	●				
		Extra point (1) per 50 mm in floor height increase (more than 3,050)	1	◎				
		Dry double floor	2	●				
		Bathroom (moving toilet)	2	●				
		Kitchen (moving cookroom)	2	●				
		Industrialized products of outer walls and replacement possible	0	-				
		Ensures independence of pipes for common use and facility space for exclusive use	5	◎				
Best rating	Ease of repair (Exclusive use)	Design for repair and replacement of pipes and wires	5	●	First-rate			
		Prohibits the burial of piping and wiring structures	2	◎				
		Dry-type method for Ondol (under-floor heating) system	3	●				
		Possible to separate construction plane	2	◎				
		Facility plan applied	3	◎				
		Best rating	Ease of repair (Common use)	Plan to place pipe space in public space		5	◎	First-rate
				Public pipe space access door		5	◎	
				Placement of pipes in pipe space		2	◎	
				Piping structure		3	◎	
				Plan to place additional free space of vertical pipe space for common use		2	◎	

Table 6. Excellent Rating Scenario (Infill Applied: ●/Design Applied: ◎)

Rating	Division	Items	Acquired scores	Application	Rating			
Excellent rating	Durability	Service life of more than 100 years	35	●	First-rate			
		Service life of 65 to 100 years	28	-				
		Service life of 30 to 65 years	20	-				
		Service life of less than 30 years	15	-				
Excellent rating	Variability	Ratio of length of bearing wall to column (less than 10%)	15	●	Third-rate			
		Ratio of dry walls (more than 90%)	3	●				
		Method for ease of variability (application of more than three items)	8	●				
		Bathroom toilet above-floor pipes	0	-				
		Extra point (1) per 50 mm in floor height increase (more than 3,050)	1	◎				
		Dry double floor	0	-				
		Bathroom (moving toilet)	0	-				
		Kitchen (moving cookroom)	0	-				
		Industrialized products of outer walls and replacement possible	0	-				
		Ensures independence of pipes for common use and facility space for private use	5	◎				
Excellent rating	Ease of repair (Exclusive use)	Design for repair and replacement of pipes and wiers	5	●	Second-rate			
		Prohibits the burial of piping and wiring structures	0	-				
		Dry-type method for Ondol (under-water heating) system	0	-				
		Possible to separate construction plane	2	◎				
		Facility plan applied	3	◎				
		Excellent rating	Ease of repair (Common use)	Plan to place pipe space in public space		5	◎	First-rate
				Public pipe space access door		5	◎	
				Placement of pipes in pipe space		2	◎	
				Piping structure		3	◎	
				Plan to place additional free space of vertical pipe space for common use		2	◎	

Table 7. Good Rating Scenario (Infill Applied: ●/Design Applied: ◎)

Rating	Division	Items	Acquired scores	Application	Rating
Good rating	Durability	Service life of more than 100 years	35	●	First-rate
		Service life of 65 to 100 years	28	-	
		Service life of 30 to 65 years	20	-	
		Service life of less than 30 years	15	-	
	Variability	Ratio of length of bearing wall to column (less than 10%)	15	●	Third-rate
			Ratio of dry walls (more than 90%)	3	
		Method for ease of variability (application of more than three items)	1	●	
		Bathroom toilet above-floor pipes	0	-	
		Extra point (1) per 500 mm in floor height increase (more than 3,050)	1	◎	
		Dry double floor	0	-	
		Bathroom (moving toilet)	0	-	
		Kitchen (moving cookroom)	2	-	
Industrialized products of outer walls and replacement possible		0	-		
Ensures independence of pipes for common use and facility space for private use		0	-		
Ease of repair (Exclusive use)	Design for repair and replacement of pipes and wires	0	-	Fourth-rate	
	Prohibits the burial of piping and wiring structures	0	-		
	Dry-type method for Ondol (under-floor heating) system	0	-		
	Possible to separate construction plane	2	◎		
	Facility plan applied	3	◎		
	Plan to place pipe space in public space	0	-		
Ease of repair (Common use)	Public pipe space access door	0	-	Fourth-rate	
	Placement of pipes in pipe space	2	◎		
	Piping structure	3	◎		
	Plan to place additional free space of vertical pipe space for common use	2	◎		

Table 8. General Rating Scenario (Infill Applied: ●/Design Applied: ◎)

Rating	Division	Items	Acquired scores	Application	Rating
General rating	Durability	Service life of more than 100 years	35	●	First-rate
		Service life of 65 to 100 years	28	-	
		Service life of 30 to 65 years	20	-	
		Service life of less than 30 years	15	-	
	Variability	Ratio of length of bearing wall to column (less than 10%)	0	-	Fourth-rate
			Ratio of dry walls (more than 90%)	0	
		Method for ease of variability (application of more than three items)	8	●	
		Bathroom toilet above-floor pipes	0	-	
		Extra point (1) per 500 mm in floor height increase (more than 3,050)	1	◎	
		Dry double floor	0	-	
		Bathroom (moving toilet)	0	-	
		Kitchen (moving cookroom)	2	-	
Industrialized products of outer walls and replacement possible		0	-		
Ensures independence of pipes for common use and facility space for exclusive use		5	◎		
Ease of repair (Common use)	Design for repair and replacement of pipes and wires	0	-	Fourth-rate	
	Prohibits the burial of piping and wiring structures	0	-		
	Dry-type method for Ondol (under-floor heating) system	0	-		
	Possible to separate construction plane	2	-		
	Facility plan applied	3	-		
	Plan to place pipe space in public space	5	◎		
Ease of repair (Common use)	Public pipe space access door	5	◎	Fourth-rate	
	Placement of pipes in pipe space	0	-		
	Piping structure	0	-		
	Plan to place additional free space of vertical pipes for common use	0	-		

에서 배관배선의 수선교체가 되는 Infill을 적용한 후 공용공간의 배관의 이동이 용이하고 별도의 여유공간 설계를 진행할 경우 우수등급을 획득할 수 있음을 알 수 있다.

3) 장수명주택 인증 등급별 시나리오-양호등급

장수명주택 인증등급 중 양호등급은 심사점수 60점 이상 80점 미만으로 내구성, 가변성, 수리용이성(전용), 수리용이성(공용)의 합계점수가 60점 이상이어야 한다. 가변성과 수리용이성의 합계가 60점 이상인 양호등급에 적용되는 Infill은 세대 내 벽체를 적용할 경우 점수를 획득할 수 있음을 알 수 있다. 세대 내 벽체를 건식화하여 내력벽 및 기둥의 비율이 10% 미만으로 하여 점수를 획득할

수 있다. 가변성 평가항목에서 점수를 획득하기 위해서는 최소 1종의 건식화 제품을 사용해야함을 알 수 있다. 수리용이성 전용과 공용부분에서 배관배선의 수선교체 및 이동이 용이하도록 설계도서에 표현되어 있어야함을 알 수 있었다.

4) 장수명주택 인증 등급별 시나리오-일반등급

장수명주택 인증등급 중 일반등급은 심사점수 50점 이상 60점 미만으로 내구성, 가변성, 수리용이성(전용), 수리용이성(공용)의 합계점수가 50점 이상이어야 한다. 일반등급을 만족하며 Infill합계의 최저비용이 되는 조합은 다음과 같다. 세대 내 벽체를 적용하여 가변용이성 구법을 적용할 경우 가변성에서 요구하는 점수는 8점이 되며 수

리용이성 부분에서 설계를 통해 필요한 점수를 획득할 수 있다.

2. 소결

장수명주택에 적용할 수 있는 현재의 Infill제품을 인증제도 평가점수별로 배점표를 만들어 등급별로 평가해본 결과 장수명주택 인증기준에 적합한 Infill의 최적화 방안을 다음과 같이 정리할 수 있다. 최우수등급이 되기 위해서는 Infill의 건식화 비율을 높여야한다. 특히, 건식벽체와 이중바닥을 설치할 경우 수선 및 교체가 용이하기 때문에 수리용이성에서 필요한 점수를 획득할 수 있음을 알 수 있다. 우수등급이 되기 위해서는 세대 내 벽체에 건식벽체 비율을 높여야하며 수리용이성부분에서 수선교체가 가능한 Infill을 배치가 필요하며 공용공간 내에서 별도의 여유공간을 두는 설계가 필요함을 알 수 있다. 장수명주택 인증등급 양호등급에서는 세대 내 벽체를 건식화하여 내력벽 및 기둥의 비율을 10% 이내로 계획해야하며 최소 1종의 건식화 제품을 사용해야함을 알 수 있다. 일반등급에서는 가변성에서 세대 내 벽체를 적용하여 가변용이성 구법을 적용할 경우 가변성에서 요구하는 점수를 획득할 수 있으며 수리용이성 공용부분에서 공공공간의 확보가 필요함을 알 수 있다.

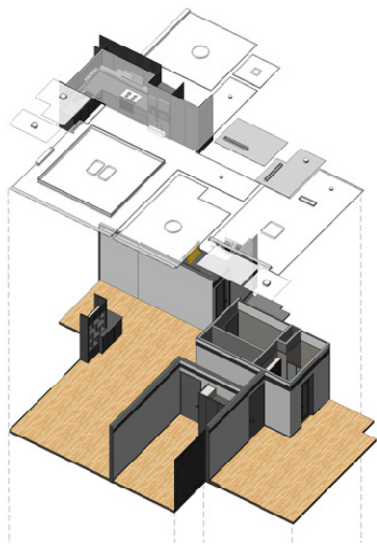


Figure 1. Plane Applied with Infill System

V. 결 론

장수명주택의 장점에도 불구하고 아직까지 1,000세대 이상의 공동주택에서 일반등급 이상을 받은 사례가 없음을 감안할 때 장수명주택 활성화를 위한 장수명 인증제도 관련 연구가 필요하다. 본 연구는 장수명주택 인증기준 등급별 최적화방안 검토를 통해 앞으로 장수명주택에 적용되는 Infill의 특성을 도출해보았다. 장수명주택 인증등급별 시나리오를 검토한 결과 공간의 가변성 및 수리용이

성에서 높은 점수를 획득하기 위해서는 세대 내 벽체를 건식벽체로 사용하여 건식화 비율을 높여야하며 이중바닥과 같이 배관배선의 수선 및 유지관리가 용이한 Infill시스템의 적용하거나 설계가 필요함을 알 수 있었다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, Infill의 가변성과 수리용이성을 높이기위해서 건식화 비율을 높여야한다. 건식벽체는 가변성 평가 항목에 포함되며 건식벽체와 이중바닥을 동시에 설치할 경우 수선 및 교체가 용이하기 때문에 수리용이성에서도 높은 점수를 획득할 수 있었다.

둘째, 가변성과 수리용이성을 높여 줄 수 있는 Infill제품의 활성화를 위해서는 Infill과 Infill을 연결해주는 접합부재 개발이 필요하다. 장수명주택은 공간의 가변이 용이하고 수리가 용이하기 때문에 라이프 사이클에 따라 공간의 확장 및 축소가 가능하며 부분인대 등의 세대분할도 가능한 시스템이다. 공간의 가변성을 높이기 위해서는 Infill이 부재단위 시공이 가능해야한다. 현재의 Infill현황을 살펴보면 부재단위의 성능 및 시공방법은 개발되어 있지만 Infill과 Infill을 연결하는 접합부재 및 접합부재의 시공방법은 없기 때문에 Infill의 적용이 활성화 되지 못하고 있다.

셋째, 접합부 및 접합부재에 대한 성능에 관한 기준과 평가방법 개발이 필요하다. 본 연구에서는 장수명주택의 서포트를 벽식구조가 아닌 라멘구조로 변경했을 경우의 구조시스템을 설정하여 Infill연구를 진행하였다. 변경된 구조에 적합한 국내 Infill 제품으로 실내공간을 설계하여 Infill의 적용성을 검토한 결과 개별 Infill제품 별 성능은 알 수 있었으나 접합부 및 접합부재에 대한 성능기준 및 평가방법이 부재하여 검토 할 수 없었다.

마지막으로 장수명주택을 벽식에서 라멘구조로 변경 시 구조체의 변화에 따른 내구성 평가기준의 항목에 대한 재검토가 필요하다. 현재의 내구성 평가항목은 철근의 피복두께 및 콘크리트 품질에 따라 평가를 하고 있다. 라멘구조로 구조체의 변화 시 평가할 수 있는 내구성항목의 평가방법 개선이 필요함을 알 수 있었다.

REFERENCES

- Kim, H. Y., & Kim, U. (2007). Development of analysis method for the interface among infill components of the long life housing. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 23(5), 59-66.
- Kim, S. A. (2011). Design methods considering easy maintenance & remodeling of skeleton & infill housing in Japan. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 6(1), 71-83.
- Kwoun, M. J., & Kim, J. J. (2010). A study on the flexible infill system for the sustainable apartment. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 30(1), 178-180.
- Lee, T. K., Chae, C. U., & Lee, K. H. (2012). Establishment of the optimal repair cycle of the

- components of the rental housing. *Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, 12(5), 29-34.
5. Lim, S. H. (2003). The analysis on the actual status of repairing and replacing for remodeling housing components. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 23(1), 3-6.
6. Lim, S. H., Hwang, E. K., Lee, K. H., & Kim, S. A. (2003). A study on the establishment of repair cycle and estimated service lifetime of the apartment housing components. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 19(3), 73-80.
7. Oh, K. S., & Kim, U. (1993). A study on object-based design system for precasted concrete apartment(1). *Journal of Architectural Institute of Korea*, 9(10), 89-93.
8. Son, Y. M., Wang, W. C., & Choi, Y. H. (2009). A study on design method of the environmental interface of long life housing. *Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, 9(3), 3-12.
9. Yi, Y. K., & Kim, Y. J. (2012). A study of infill system for a small scale skeleton/infill housing. *Journal of Architectural Institute of Korea*, 14(3), 75-82.
-

Received: August, 31, 2016

Revised: December, 6, 2016

Accepted: December, 13, 2016