

장수명 공동주택 인터페이스의 친환경적 설계방향에 관한 연구

A Study on design method of the environmental Interface of Long Life Housing

손영민* 왕우철** 최영호***
Son, Young Min Wang, Woo Chul Choi, Young Ho

Abstract

The purpose of this study is to suggest ways to design for the environmental Interface of Long Life Housing. Research, improving the performance of the interface, is underway at the research organization of Long Life Housing. Infill system should accommodate the various changes in the space. So dismantlement, replacement, and repair of the act are essential. In this process, A lot of substance, which can damage or spoil the environment, may be produced. However, the eco-friendly aspects of the interface design of infill system is not made in the approach or evaluation. Therefore, this paper is to analyze the problem of Interface of Long Life Housing in terms of eco-friendly, and it try to find a design method, complemented in the next research.

키워드 : 장수명 공동주택, 인터페이스, 친환경, SI주택, 3R
Keywords : Long life housing, Interface, 3R, SI

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

최근 국가적, 사회적인 과제로 지속가능한 개발의 중요성이 대두되면서 그동안 우리나라 공동주택이 수명이 짧고 획일적이며 유지보수나 리모델링이 어렵다는 점이 문제로 제기되어 왔다. 이와 함께 국·내외적으로 지구환경의 보전과 에너지와 자원의 절약, 폐기물의 감소 등 환경보전이 중요한 이슈가 됨에 따라 환경과 개발이 조화된 순환형 사회구축의 필요성이 대두되고 있다. 이러한 배경에서 나타난 주요한 사회적 과제 중 하나가 건축물의 장수명화이다.

이와 같은 사회적 인식의 변화에 따라 건축 및 건설 산업분야에서 정부정책의 방향이 양적인 주택공급 정책에서 질적인 주택 공급정책으로 전환되고 있다. 또한 삶의 질 향상과 라이프스타일의 변화로 인해 주거공간의 변화와 보다 확장된 공간에 대한 거주자의 욕구가 증가하고 있다. 그러나 신축되는 주택 중 공동주택의 비중이 90% 이상을 차지하는 우리나라의 경우 대부분의 공동주택이 내력벽식¹⁾ 구조이기 때문에 거주자들의 요구에 따

른 실내공간의 변형이 어렵다. 또 리모델링과 재건축시 발생하는 공사 방법이 신축공사보다 어렵기 때문에 우리나라에서는 전면재개발 방식을 통해 재건축을 시행하고 있다. 그 결과 건물의 해체와 신축에 따른 대규모의 건설쓰레기와 막대한 자원이 낭비되고 있는 상황이다. 외국에서는 이미 SI주택²⁾의 연구를 통해 거주자의 요구에 대응하는 공간을 만들 수 있는 주거공간을 연구해 왔으며, 우리나라도 장수명 공동주택이라는 연구를 통해 공동주택 내 공간의 가변화에 대한 연구를 진행 중이다. 장수명 공동주택 연구는 건물을 지지하는 구조체(Support or Skeleton)³⁾와 인필(Infill)의 구현에 대한 부분과 구조체와 인필, 인필과 인필 간의 연결부분인 인터페이스(Interface)부분으로 연구 분야가 나뉘어져 있다. 이 중 인터페이스 부분은 장수명 공동주택의 가변형 공간을 구현하는데 있어 중요한 부분을 차지하고 있다.

장수명 공동주택은 100년 이상의 물리적인 내구성을 갖고 고정되어있는 구조체에 비해 인필은 다양한 공간의 변화를 수용해야 하기 때문에 해체나 교체, 수선의 행위가 일어나게 된다. 이러한 과정에서 환경부하를 가중시키는 물질들이 많이 발생할 수 있다. 하지만 인터페이스 설

* 주저자, (주)삼우종합건축사사무소, 공학석사
** 정회원, 연세대학교 대학원 건축공학과 석사과정
*** 교신저자, (주)삼우종합건축사사무소, 공학박사
(archi705@samoo.co.kr)
본 논문은 국토해양부의 첨단도시개발사업 “내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술 개발(05건설핵심 D04-01)” 과제 지원에 의하여 연구되었음.

1) 내력벽 + 슬래브
2) 일본의 경우 (Skeleton & Infill)SI 주택은 스켈톤주택⇒ 2단계 공급방식⇒ 구조체 및 주호분리 방식⇒SI주택(통상산업성, 주택도시정비공단)⇒ CHS, OPEN Housing 등으로 발전되어 오고 있다. 그러나 일본의 SI개념도 네덜란드의 SAR에서 발전된 것으로 국제적으로는 현재 Open Housing으로 호칭되고 있다.
3) 이하 ‘서포트(Support)’로 통일

계는 친환경적인 측면의 접근이나 평가가 이루어지고 있지 않다. 환경부하를 줄이기 위해서 인터페이스에 대한 친환경적인 설계가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 장수명 공동주택의 인터페이스가 친환경적인 측면에서 어떠한 문제들을 안고 있는지 요소별로 분석하여, 보완되어야 할 설계 방향을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 첨단도시개발사업의 일환으로 진행 중인 ‘내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발’에서 실험 주택으로 사용되고 있는 목업하우스(Mock-up house)의 인터페이스를 연구의 대상으로 하였다.

인터페이스는 천장·벽체·바닥 부분으로 한정하고 벽체를 기준으로 발생하는 상부슬래브와 벽체, 천장과 벽체, 벽체와 벽체, 벽체와 바닥마감, 벽체와 바닥슬래브에서 발생하는 인터페이스를 대상으로 분석하였다. 분석 대상 인터페이스의 가능한 접합 부위를 모두 정리하고 각 인터페이스에서 이루어지는 디테일한 접합 요소를 정리하였다. 정리된 접합 요소들을 대상으로 인터페이스의 종류 및 접합방식의 유형에 따라 17가지로 분류를 하였고 각 유형별 대표 사례를 선정하여 분석의 최종 대상으로 삼았다. 선정된 대상의 분석은 부품구성의 기본요건이 되는 성능과 비용은 친환경적인 분석에 포함되는 기준이 아니므로 인터페이스 자체의 친환경적인 설계 방향에 대해서만 초점을 맞춰 논의하였다.

장수명 공동주택의 인터페이스가 친환경적인 측면에서 어떤 문제점이 있는지를 파악하고 나아가야 할 방향을 분석하기 위해 3R(Reuse, Recycle, Reduce)개념을 도입하였다. 인터페이스를 구성하고 있는 각 재료에 대해 생애개념을 도입한 인터페이스의 정량적인 분석을 하는 것은 사실상 어렵기 때문에 3R개념으로 평가할 수 있는 평가지표를 별도로 만들었다. 따라서 친환경적인 정도를 파악할 수 있는 3R 요소별 평가 기준을 다음과 같이 정성적 선정을 하고 각 요소별로 정량적 평가를 하였다.

표 1. 3R 개념의 평가지표

Reuse	Recycle	Reduce
· Interface부품의 재사용 가능여부	· Interface부품의 재활용 가능여부	· Interface의 부품 수

Reuse와 Recycle은 우선 인터페이스의 각 부품별로 재사용 또는 재활용이 가능한지 여부를 조사하였다. 각 부품의 평가에 따른 하나의 인터페이스의 총 평가 값의 산출은 하나의 인터페이스에 사용되는 각 부품의 질량, 부피 등에 대한 정량적인 가중치를 두기 어렵기 때문에 단순히 얼마나 많은 Reuse, Recycle 가능한 부품을 사용하였는지 여부를 평가의 기준으로 삼았다.

Reduce의 판단 요소로는 인필의 부품 수를 기준으로 평가하였다. Reduce는 근원적 감축이라는 측면에서 생애비용 및 내재에너지의 개념이 포함되어 있다. 그러나 모

든 재료의 생애비용 및 내재에너지의 값을 정량적으로 가중치를 두어 비교하기에는 무리가 있다. 따라서 부품 수 감소에 의한 제품의 단순화 정도에 집중하여 부품 수가 적을수록 일반적으로 근원적인 절감에 근접하다는 가정을 하고 평가를 하였다.

이렇게 판단한 3R의 기준에 따라 나타난 평가 값들을 통해 최종적인 인터페이스의 평가 값은 구성 부품 각각이 Reuse, Recycle, Reduce에 대해 상대평가 되었기 때문에 동일한 가중치를 두어 평균을 내었다.

2. 이론적 고찰

2.1 장수명 공동주택과 인터페이스 개념

주택의 수명은 주택이 설계되어 준공된 시점에서 해체되기까지 존속하는 기간을 말한다. 장수명 주택이란 주택의 기능과 성능을 발휘하며 장기간 사용 가능한 주택’을 의미하며, 준공 후 존속하는 기간이 일반적인 주택의 존속기간보다 긴 주택이란 의미로 어떤 절대적인 기간의 개념보다 상대적인 시간 개념으로 파악할 수 있다.

우리나라 대부분의 공동주택은 일체식 습식공법의 벽식 구조로 해체 및 수선이 용이하지 않고, 거주자의 요구에 대응하는 공간의 변화를 수용하기 곤란하다. 그 결과 경제적 이유가 아니라도 생활의 불편함으로 인해 재건축과 리모델링이 시행되고 있는 실정이다. 이러한 일반 공동주택의 문제점을 보완하는 장수명 공동주택은 그 정의를 살펴보면 다음과 같다. 공동주택의 구성요소를 내구성이 높고 변화의 가능성이 적은 부분인 서포트와 가변성을 가지고 있어 다양한 변화를 수용할 수 있는 인필로 나누어, 유지될 부분은 계속 유지하면서 거주자의 변화요구가 있을 시에는 교체 및 수선과 이동이 가능하도록 하여 주택의 수명을 100년 이상 유지시키는 공동주택을 말한다. 따라서 장수명 공동주택은 고정요소인 서포트와 가변요소인 인필로 구분되며, 인필은 구조체와 공용의 설비를 제외한 대부분의 건축 구성요소라고 할 수 있다.

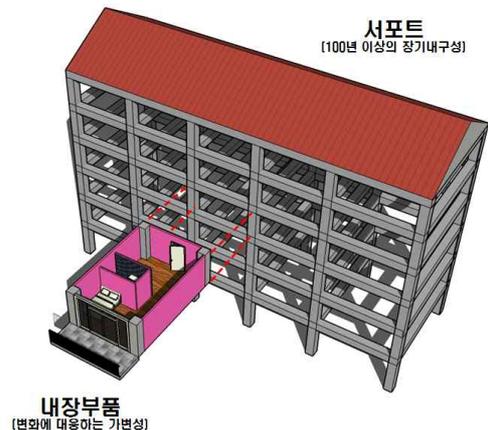


그림 1. 장수명 공동주택의 개념

인터페이스라는 용어는 물리, 화학분야나 IT분야에서 널리 사용되는 용어이지만 장수명 공동주택에서는 서포

트와 인필, 인필과 인필이 만나는 부분을 인터페이스라고 하며, 『장수명 공동주택의 내장부품 접합부 구성체계에 관한연구』⁴⁾에서는 두 개 이상의 재료나 부재, 부위 등이 이어나가는 부분이라고 정의하고 인터페이스를 접합부로 번역하여 사용하였다. 인터페이스 연구는 서포트와 다양한 인필의 결합방식에 대한 효과적인 대응 방안이 마련되어야 하고, 기존의 습식공법이 지니고 있던 인터페이스에 비해 장수명 공동주택에서는 가변을 전제로 한 인터페이스의 성능이 추가됨에 따라서 기존의 성능을 유지하면서 각 구성재의 수선주기에 따른 해체와 조립과정 및 시공의 선후관계 등을 고려하여야 하는 어려움이 있다. 또 장수명 공동주택의 인터페이스는 거주자가 요구하는 물리적인 측면에서의 공간과 기능의 변화에 대응할 수 있어야 한다는 점에서 중요한 연구 대상이 되고 있다.

2.2 3R개념

3R개념은 자원순환 사회를 촉진하기 위한 방안으로 한정된 자원을 지속가능하게 하자는 것으로 3가지의 개념으로 구성되어 있다.

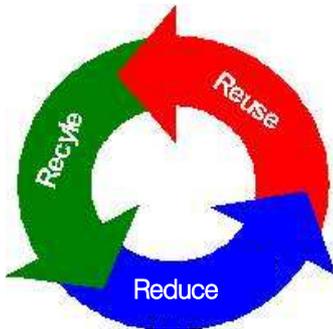


그림 2. 3R 개념

첫 번째 개념으로는 현 상태 그대로 또는 변형하여 원래의 용도 또는 타 용도로 Reuse하는 것이다. 예를 들어 주류 및 음료수병의 재사용, 이면지 재사용, 폐품 이용 공작물 제작, 리필 용기 재사용 등과 같이 물리적인 변형이 많지 않은 상태로 재사용 하는 것을 말한다. 두 번째 개념으로는 선별, 파쇄, 세척, 건조, 정제, 감용, 고품화, 펠릿화, 분쇄화 등의 중간처리 과정을 거쳐 이를 원래의 용도 또는 타 용도의 원료로 활용하는 Recycle이다. 예를 들면, 고철을 이용한 철강생산과 폐플라스틱을 이용한 합성수지 제품의 생산, 폐지를 활용한 재생종이 생산, 폐배터리의 황산, 납, 플라스틱 분리 재활용 등을 들 수 있다. 세번째 개념으로는 환경부하를 발생시키는 요인을 원천적으로 Reduce하는 것이다. 산업 활동에 있어 폐기물 발생이 거의 없는 무배출 시스템(Zero Emission)은 제품의 생산 시 발생하는 공정을 재편성하여 폐기물의 발생을 최소화하고 궁극적으로는 폐기물이 나오지 않도록 하는 새로운 순환형 산업시스템을 말한다. 제품의 개발 및 설

재사용 (Reuse)	수명이 다한 제품의 현재 상태 그대로 또는 약간의 물리적 변형을 통해 원래의 용도 또는 타 용도로 재사용
재활용 (Recycle)	현재의 상태를 중간처리 과정을 거쳐 원래의 용도로 재사용
절감 (Reduce)	제품의 계획 및 생산과정에서 자원순환을 고려하여 원천적으로 환경적인 문제의 절감

그림 3. 3R 개념정의

계 단계에서부터 제품의 단순화와 분해의 용이성을 고려한 설계와 재활용이 가능한 재질 사용 및 원료의 가치를 극대화하는 것을 DFR(Design for Recycling)이라하며 Reduce란 이와 같이 설계단계에서 제품의 계획 및 생산 과정에서 자원의 순환을 고려하여 원천적으로 환경적인 문제를 제거 하는 것 이라고 할 수 있다. 3R개념을 표로 정리하면 그림3과 같다.

3. 장수명 공동주택의 인터페이스 특성 고찰

3.1 장수명 공동주택 목업하우스 인터페이스 현황

국내 장수명 공동주택 목업하우스는 건물의 조기 노후화에 따른 국가 자산의 손실을 방지하고 21세기 국제건축환경이 지향하고 있는 지속 가능한 주거환경을 구현하기 위하여 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발을 추진하고, 목업하우스를 건립하여 개발된 요소기술을 현장에 적용 및 실험하여 현장 적용성 평가를 통한 실용화 핵심기술을 개발하고자 하는 목적에서 건립이 추진되었다.⁵⁾

표 2. 인터페이스 접합 구성 요소 리스트

구분	부분	조사 내용
서포트+인필	천장	상부슬래브O+ Infill벽체
	벽체	CONC.벽체 + Infill벽체
	바닥	하부슬래브O+ Infill벽체
인필+인필	천장	천장마감 O+ Infill벽체
	벽체	Infill벽체 Oi+ Infill벽체
	바닥	바닥마감 O+ Infill벽체

현장조사는 천안아산에 위치한 주택공사 장수명 공동주택 목업하우스를 4차례 답사하여 시공 과정을 조사하였다. 본 논문에서 다루는 모든 인터페이스는 인필벽체와 만나서 발생하는 인터페이스를 대상으로 하고 있다. 따라서 현황조사역시 상위의 표 2.와 같이 구분하여 조사하였고 이를 바탕으로 인터페이스의 친환경적 특성을 분석하였다.

접합부의 천장부분은 천장과 상부슬래브, 천장과 벽체가 만나는 부분을 조사하였으며, 벽체부분은 외벽체, 칸

4) 김홍용, 장수명 공동주택의 내장부품 접합부 구성체계에 관한연구, 2006

5) 최영호, 국내 장수명 공동주택 Mock-up House와 일본 KSI 실험주택 인필 요소기술 비교 연구, 2008

표 3. Infill 구성요소 리스트

회사	구성요소	설명
A사	세대경계벽(1)	침실1에 면한 세대간 경계벽체
	세대경계벽(2)	안방과 관리실에 면한 세대간 경계벽체
B사	STUD(1)	욕실2에 면한 STUD형 벽체
	STUD(2)	주방/식당과 욕실1에 면한 STUD형 벽체
	STUD(3)	침실1에 면한 STUD형 가변벽체
회전형벽체	서재와 안방에 면한 회전형 가변벽체	
	수납형벽체	거실과 서재에 면한 수납형 가변벽체
C사	간접외벽	발코니 내부면
	직접외벽	발코니 외부면
D사	고정형바닥	고정형 건식온돌 난방
	이중바닥	가변형 이중바닥 건식온돌 난방
E사	히트릭스	완전건식 면 난방
	강성형천장	안방을 제외한 전체
	착탈형천장	안방부분

막이벽체의 접합부를 조사하였다. 바닥부분은 바닥마감과 벽체, 바닥부분과 하부슬래브의 접합방식을 조사하였다. 인필 구성요소가 되는 제품은 다양한 벽체의 연구를 위해 서로 다른 회사의 제품으로 시공되었고 그 위치나 특성은 표 3.과 같다.

벽체와 상부 슬래브의 경우는 스테드가 앵커볼트와 같은 고정못으로 접합되어있고 간접외벽의 경우 L형 플레이트로 내부 고정 후에 소음 차단을 위해 우레탄으로 충진 하였고 실린트로 마감하였다. 또 다른 간접외벽의 경우는 내화 모르타르로 마감하기도 하였다.

표 4. 벽체 + 상부슬래브



-상부슬래브에 Stud 벽체 앵커볼트 접합 시공
-상부슬래브에 간접외벽 (ALC 벽체)를 시공 후 우레탄 충진
-발코니에 간접외벽 시공
-간접외벽에 석고보드 마감 후 천장 모르타르 마감

다음 벽체와 상부마감의 경우 회전형 벽체의 경우 접착리버를 이용한 인터페이스로 가변이 가능하고 다른 인필구성요소에 훼손을 주지 않게 제작되어있다. 또 수납형 벽체의 경우도 가변이 가능하도록 설계되어 차음밴드와 차음폼을 사용하여 천장과 접합되어있다. 천장과 벽체의 접합은 단순접합⁶⁾으로 별다른 고정요소 없이 맞닿아 있다.

6) 단순접합은 본 연구에서 정의된 용어로 접착도구 없이 단순히 맞닿아 있는 인터페이스를 지칭한다.

표 5. 벽체 + 상부마감



-실내공간에 회전형 벽체 설치
-천장면과 상부러너의 짐착리버 고정
-수납형 벽체의 차음밴드와 폼 접합
-착탈형 천장마감과 벽체의 인터페이스
-스테드에 석고보드마감을 한 벽체와 착탈형 천장의 단순접합 인터페이스

인필의 벽체와 벽체가 만나는 부분은 볼트접합으로만 이루어져 있고 서포트와 인필이 만나는 부분은 실린트로 마감을 처리했다.

표 6. 벽체 + 벽체



-스테드형 벽체간의 볼트 접합
-콘크리트 벽체와 간접외벽의 인터페이스를 실린트로 마감

벽체와 하부마감의 인터페이스는 두 종류의 높이 조절 장치가 사용되었는데 하나는 스테드를 고정하지 않는 방

표 7. 벽체 + 하부마감



-높낮이 조절 장치가 달린 스테드
-볼트 접합이 없이 짐착리버 고정
-Support에 설치되는 스테드형 벽체와 하부의 단순 접합
-높낮이 조절장치가 설치된 회전형 벽체의 하부 마감 단면
-높낮이 조절장치가 달린 회전형 벽체의 하부마감 입면

표 9. 인터페이스 접합 위치 맵

접합요소		I															S				
		접합 위치		천장(C)		벽체							바닥(F)			상부슬래브(S1)	CONC구체(CN)	하부슬래브(S2)			
						외벽(E)		내벽(I)													
접합요소	접합 위치	특성	강성형(1)	착탈형(2)	직접외벽(1)	간접외벽(2)	세대경계벽(1)	세대경계벽(2)	STUD형(3)	STUD형(4)	STUD형(5)	회전형벽체(6)	수납형벽체(7)	고정형(1)	이중바닥(2)	히트릭스(3)					
																	I	천장(c)		강성형(1)	
		착탈형(2)	-																		
외벽(e)	직접외벽(1)	-	C2e1																		
	간접외벽(2)	C1e2	-	-																	
내벽(i)	세대경계벽(1)	-	C2i1	-	-																
	세대경계벽(2)	C1i2	-	-	-	-															
	STUD형(3)	C1i3	-	-	E2i3	-	-	I3i3													
	STUD형(4)	C1i4	-	-	-	-	-	-	I4i4												
	STUD형(5)	C1i5	-	-	-	-	-	-	-	I5i5											
	회전형(6)	C1i6	C2i6	-	E2i6	-	-	-	-	-											
	수납형(7)	C1i7	-	-	E2i7	-	-	-	-	-											
바닥(f)	고정형(1)	-	-	-	E2f1	I1f1	I2f1	-	-	I5f1	I6f1	I7f1									
	이중바닥(2)	-	-	-	E2f2	-	-	-	-	-	-	-	F1f2								
	히트릭스(3)	-	-	-	E2f3	-	-	-	-	-	-	-	F1f3	-							
S	상부슬래브(s1)		C1s1	C2s1	E1s1	E2s1	I1s1	I2s1	I3s1	I4s1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CONC구체(cn)		-	-	E1cn	E2cn	I1cn	I2cn	I3cn	I4cn	I5cn	I6cn	I7cn	F1cn	-	F3cn	S1cn	CNcn			
	하부슬래브(s2)		-	-	E1s2	E2s2	I1s2	I2s2	I3s2	I4s2	I5s2	-	-	F1s2	F2s2	F3s2	-	-	-	-	-

식이고 또다른 하나는 완성된 벽체를 회전형으로 만들어 고정하는 방식이다. 두 경우다 가변의 경우를 염두에 두어 만들어진 것으로 슬래브에 직접 접합하지 않고 바닥 마루면에 닿아있어 향후 공간구성의 변화에 따라 대응할 수 있도록 설계되어있다. 따라서 볼트접합이 없는 인터페이스로 이루어져 있다.

마루면과 벽체의 인터페이스는 측면완충재 이외의 별다른 고정요소 없이 단순접합으로 이루어져 있다.

표 8. 벽체 + 하부슬래브



벽체와 하부슬래브의 인터페이스는 주로 런너 설치 후에 고정 볼트로 고정되어 있고 차음재나 흡음재, 몰탈 충전 등과 함께 인터페이스를 구성하고 있다.

4. 장수명 공동주택의 인터페이스의 3R 분석

4.1 분석 도구의 제작

현재 목업하우스에서 발생하는 접합부의 위치와 구성, 개수, 방법 등을 명확히 인지하기 위해 인터페이스 접합 위치 맵을 만들었다. 특히 각 구성요소별로 위치나 특성이 다른 제품이 섞여 있으므로 인터페이스별로 그 위치와 종류를 살펴볼 필요가 있다. 따라서 천장과 벽, 바닥으로 나누어지는 인필의 구성요소를 제품 종류별로 번호를 붙여 인필과 인필, 인필과 서포트가 만나는 부분에서 나타나는 발생가능한 모든 인터페이스를 표시하였다. 그 결과는 표 9와 같이 나타나고 있다. 상위의 표9.에서 표기된 부분은 목업하우스에서 나타나고 있는 접합부들이 모두 표기된 것이고 빈칸은 접합부가 없는 경우이다. 이에 따라 발생하는 모든 인터페이스의 종류별 개수는 57개로 나타났다. 이 중 도면이 없는 16개의 인터페이스를 제외한 41개의 인터페이스를 대상으로 분석을 진행하였다.

7) 가로 항목을 대문자로 표기하고 세로항목은 소문자로 표기하여 번호를 붙였고 각 기호는 어떤 요소들에 의한 인터페이스인지 알 수 있도록 구분하여 사용하였다.

표 10. 부위별 인터페이스 구성요소

No.	인터페이스 구성요소
C1i6	상부런너/천장몰딩
C1e2	천장몰딩
C1i2	천장몰딩
C1i3	천장몰딩
C1i4	천장몰딩
C2i1	찰탈형몰딩
C2i6	찰탈형몰딩
C2e1	찰탈형몰딩
I3cn	C형스터드/실런트
I4cn	C형스터드/실런트
I5cn	C형스터드/실런트
I6f1	높낮이조절장치(하부런너/볼트/너트)
I7f1	하부고정식바퀴
I3i3	스터드/볼트접합
I4i4	스터드/볼트접합
I5i5	스터드/볼트접합
I3s1	상부런너/양카볼트/실런트
I3s2	하부런너/양카볼트/실런트
I4s1	상부런너/양카볼트/실런트
I4s2	하부런너/양카볼트/실런트
I5s2	하부런너/양카볼트/실런트
I6cn	런너/양카볼트
F1cn	측면완충재
I1f1	측면완충재
I2f1	하부런너L/흡음재/차음시트/내화실리콘/내화물탈마감/콘크리트못or고정못
I2s2	하부런너L/흡음재/차음시트/내화실리콘/내화물탈마감/콘크리트못or고정못
I5f1	하부런너/런너고정장치/접착리버/실런트
C1i5	상부런너/접착리버/실런트/천장몰딩
C1i7	차음폼/차음밴드
I7cn	차음폼/차음밴드
I1cn	스터드/일반코킹/콘크리트못or고정못/암면
I1s1	스터드/일반코킹/콘크리트못or고정못/암면/보강철물
I2cn	런너L/차음시트/내화실리콘/내화물탈마감/콘크리트못or고정못
I2s1	상부런너L/차음시트/내화실리콘/내화물탈마감/콘크리트못or고정못
I1s2	스터드/물탈충진/콘크리트못or고정못
E1cn	폴리우레탄/실런트
E2cn	폴리우레탄/실런트
E1s1	L형플레이트/CONC.용앵커/폴리우레탄/실런트 (비고정용:하부런너)
E2s1	L형플레이트/CONC.용앵커/폴리우레탄/실런트
E2s2	L형플레이트/CONC.용앵커
E1s2	L형플레이트/CONC.용앵커 (비고정용:하부런너)

도면이 있는 41개 인터페이스 각각의 구성요소는 표 10.과 같이 정리된다. 정리된 표 10. 부위별 인터페이스 구성요소 리스트에서 나타나는 인터페이스의 종류 중 친환경적 특성을 분석하기 위한 대상을 선정하기 위해 비슷한 요소로 이루어진 것끼리 분류하였다. 그 결과 인터페이스의 종류는 총 17가지의 유형으로 다음과 같이 분류할 수 있었다.

표 11. 인터페이스의 유형

No.	주요접합요소	부가접합요소
1	몰딩	X
2	단순접합	실런트
3	높낮이조절장치	X
4	볼트	X
5	양카볼트	실런트
6	양카볼트	X
7	완충재	X
8	콘크리트못	차음시트/내화실리콘/내화물탈마감
9	접착리버	실런트
10	차음폼	차음밴드
11	콘크리트못or고정못	암면/일반코킹
12	콘크리트못	암면/일반코킹
13	콘크리트못	차음시트/내화실리콘/내화물탈마감
14	콘크리트못/물탈충진	X
15	폴리우레탄	실런트
16	CONC용 앵커	폴리우레탄/실런트
17	CONC용 앵커	X

표 11.에서 분류된 17가지의 유형을 3R개념을 기준으로 분석하기 위해서는 다음과 같은 전제가 필요하다.

첫째는 인터페이스의 친환경적인 측면의 평가를 하고 보완할 설계 방법을 분석해내기 위해서는 성능에 대한 고려를 배제해야 한다. 물론 많은 재료를 부가하여 인터페이스가 설계되었을 경우 성능이 좋아 질 수도 있지만 오히려 공간의 재구성시에 불편함이 따를 수도 있는 등 다양한 성능의 차이가 발생하는 결과가 나타날 수 있다. 또 성능을 고려하여 반영할 경우 어느 정도 동등한 층위의 비교군이 형성되지 않기 때문에 장수명 공동주택에서 사용된 인터페이스는 최소한 어느 정도의 동일 성능을 요구받은 결과에 의해서 나타난 제품이라고 상정한 후 분석을 하였다. 이는 목업하우스를 진행하면서 기초적인 성능을 갖추기 위해 디테일에 대한 연구가 진행되었기 때문에 타당성이 있다고 판단된다.

둘째는 인필제품 자체가 아닌 인터페이스만을 대상으로 분석을 하게 됨으로써 인터페이스의 영역을 I+S, I+I에서 발생하는 실질적인 접합에 관련된 부분만을 인터페이스의 대상으로 삼았다.

분석을 진행하기 위해서 각 제품제조회사의 연구팀에게 문의하여 제품에 대한 정확한 정보를 수집하였다. 3R 각각에 대한 평가는 이를 바탕으로 이루어 졌다. 특히 Reuse, Recycle의 경우에는 재료 자체의 가능여부와 제조회사의 연구팀의 견해를 종합하여 판단하였고 Reduce의 경우 근본적인 절감이라는 측면에서 사용된 인터페이스의 구성 부품 수를 기준으로 평가를 하였다. 근본적으로 각 부품의 질량, 부피, LCA 등의 측면에서 측정된 데이터를 기본으로 분석이 되어야 정확한 평가를 할 수 있지만 각 부품별로 그러한 기준을 갖는 데이터를 산출하는 데는 많은 무리가 따른다. 그러나 구성부품수가 많아진다는 것은 각 부품의 내재에너지가 많고 적음을 떠나 일반적으로 전체 부품의 생산과 운반, 소비, 폐기 등에서 에너지 소비가 증가한다는 것을 의미하고, 물량 및 폐기물의

표 12. 인터페이스의 친환경적 특성 분석

구분	도면	인터페이스 특성			3R평가				평가	순위	
		인터페이스요소	접합방식		부분별요소	3R요소					
			주요 접합요소	부가요소		Re use	Re cycle	Re duce			
벽체 + 상부슬라브	I3s1		상부런너/ 앙카볼트/ 실런트	앙카볼트	실런트	상부런너 앙카볼트 실런트	○ ○ ■	○ ○ ■	67% 67% 60%	65%	5
	E2s1		L형플레이트/ CONC.용앵커/ 폴리우레탄/ 실런트	CONC.용 앵커	폴리우레탄/ 실런트	L형플레이트 CONC.용앵커 폴리우레탄 실런트	○ ○ ■ ■	○ ○ ■ ■	50% 50% 40%	47%	7
	I1s1		스터드/ 일반코킹/ 콘크리트못 or 고정못/ 암면/ 보강철물	콘크리트못	암면/ 일반코킹	스터드 콘크리트못(고정못) 암면 보강철물 일반코킹	○ ○ ■ ○ ■	○ ○ ■ ○ ■	60% 60% 20%	47%	7
	I2s1		상부런너L/ 차음시트/ 내화실리콘 or 내화물탈마감/ 콘크리트못 or 고정못	콘크리트못	차음시트/ 내화실리콘/ 내화물탈마감	상부런너 차음시트 내화실리콘 (내화물탈마감) 콘크리트못(고정못)	○ ■ ■ ○	○ ■ ○ ○	50% 50% 40%	47%	7
벽체 + 마감	C1e2		천장물딩	물딩	-	천장물딩(철제)	○	○	100% 100% 100%	100%	1
	C1i5		상부런너/ 점착리버/ 실런트/ 천장물딩	점착리버	실런트/ 천장물딩	상부런너 점착리버 실런트 천장물딩	○ ■ ■ ○	○ ■ ■ ○	50% 50% 40%	47%	7
	C1i6		상부런너/ 천장물딩	물딩	실런트	상부런너 천장물딩	○ ○	○ ○	100% 100% 80%	93%	2
	C1i7		차음폼/ 차음밴드	차음폼	차음밴드	차음폼 차음밴드	■ ■	■ ■	0% 0% 80%	27%	9
바닥	I6f1		높낮이조절장치(하부런너/볼트/너트)/	높낮이조절장치	하부런너/볼트/너트	하부런너 볼트 너트	○ ○ ○	○ ○ ○	100% 100% 60%	87%	3

구분	도면	인터페이스 특성			3R평가				평가	순위							
		인터페이스요소	접합방식		부분별요소	3R요소											
			주요 접합요소	부가요소		Re use	Re cycle	Reduce									
벽체 + CONC 벽체		폴리우레탄/실런트	폴리우레탄	실런트	폴리우레탄	■	■		27%	9							
					실런트	■	■										
					평가	0%	0%				80%						
						스터드/일반코킹/콘크리트못 or 고정못/압면	콘크리트못 or 고정못				압면/일반코킹	스터드	○	○		47%	7
												일반코킹	■	■			
콘크리트못(고정못)	○	○															
압면	■	■															
평가	50%	50%	40%														
	C형스터드/실런트	C형스터드	실런트	C형스터드	○	○		60%	6								
				실런트	■	■											
				평가	50%	50%				80%							
					런너/양카볼트	양카볼트				-	런너	○	○		93%	2	
											양카볼트	○	○				
평가	100%	100%	80%														
	스터드/볼트접합	볼트	-				스터드	○	○			93%	2				
							볼트	○	○								
				평가	100%	100%	80%										
				벽체 + 하부슬라브		측면완충재	완충재	-	측면완충재	■				■		33%	8
									평가	0%				0%			
	하부런너L/흡음재/차음시트/내화실리콘 or 내화물탈마감/콘크리트못 or 고정못	완충재	-						하부런너	○	○		33%	8			
									흡음재	■	■						
									차음시트	■	■						
				내화실리콘(내화물탈마감)	■	■											
				콘크리트못(고정못)	○	○											
평가	40%	40%	20%														
	스터드/물탈충진/콘크리트못 or 고정못	콘크리트못 or 고정못	-	스터드	○	○		76%	4								
				물탈충진	■	○											
				콘크리트못(고정못)	○	○											
				평가	67%	100%				60%							
					L형플레이트/CONC.용앵커(비고정형:하부런너)	CONC.용앵커				-	L형플레이트	○	○		93%	2	
CONC.용앵커	○	○															
평가	100%	100%	80%														

증가요인으로 작용할 수 있기 때문에 LCA평가에서도 불리한 결과를 나타낼 가능성이 높다고 볼 수 있다. 이는 근본적인 물량 및 폐기물의 절감이라는 의미를 가진 Reduce 측면에서 낮은 점수를 받을 수 있다. 비록 부품수가 절대적인 평가기준이 될 수는 없지만 일반적으로 인터페이스의 구성부품수가 많을수록 더 많은 에너지 부하가 발생하므로 친환경성을 비교하기 위한 하나의 기준으로 삼을 수 있다고 판단된다. 따라서 인터페이스의 구성부품수가 적을수록 근본적인 절감에 가깝다는 의미로 가정하였고, 부품 수 감소에 의한 제품의 단순화 정도에 집중하여 부품 수가 적을수록 일반적으로 근원적인 절감에 근접한다는 판단을 하고 평가 하였다. 1개의 부품을 사용하였을 경우 100%, 5개 부품이 사용되었을 경우 20%의 점수를 배정하고 5등분하여 평가하였다.

전체의 평가는 Reuse, Recycle, Reduce 각각의 평가값에 특별한 가중치를 두지 않고 평균을 내어 산출하였다. 따라서 평가값 자체가 의미를 갖기 보다는 인터페이스의 특성에 따른 친환경적인 정도를 상대 비교 하는 데 의미가 있다고 하겠다. 목업하우스에는 다양한 인필제품이 사용되었기 때문에 인터페이스마다 어떠한 부품이 사용되고 그 부품의 수가 얼마나 되는가에 따라 친환경적인 정도를 살펴볼 수 있을 것이다. 그 산출한 결과는 아래의 표 12와 같이 나타났다.

5. 결론

평가된 표는 인터페이스 부위별로 친환경적인 측면에 우수하다고 판단되는 것을 백분율로 표시한 것이다. 나타난 결과를 보면 상위권에 속하는 순위 1~3 (100%~87%)의 경우 모두 플라스틱이나 수지계열의 부품이 없는 인터페이스로 이루어져 있다. 플라스틱이나 수지계열 부품의 경우 재활용이나 재사용이 불가능한 경우가 대부분이기 때문에 나타난 결과로 보인다. 또 소음에 대한 특별한 대책의 고려 없이도 시공 가능한 제품이거나 단순접합의 경우이다. 그리고 단순접합인 경우를 제외하고 실질적인 힘을 받는 구성요소에서 주로 앵커볼트, 나사못 등의 철을 이용한 제품으로 구성되어 있고 그 외 높낮이 조절장치를 통해 반영구적으로 사용가능한 제품이 사용된 경우로 나타났다. 또 대부분 인터페이스 구성요소가 한두 개에 지나지 않는 제품으로 이루어져 있다.

중상위권이라 할 수 있는 순위 4 (76%)의 경우 스티드를 콘크리트 고정못으로 고정하고 모르타르를 충전 하여 소음과 지지력에 대한 성능을 확보하고 있었다. 모르타르 충전은 장수명 주택의 취지에 맞는 성능 확보에서는 조금 미흡한 면이 있으나 재활용이 가능하고 다른 보조 구성재가 많이 필요하지 않다는 부분에서 친환경적인 것으로 평가 되었다.

중위권에 속하는 순위 5~6 (65%)의 경우는 다른 고정요소는 상위권에서 사용된 것과 차이가 없이 재활용, 재사용, 마감재로써 실린트를 사용한 것이 상위의 제품에 비해 덜 친환경적으로 평가되었다.

중하위권에 속하는 순위 7 (47%)의 경우 대부분 마감으로 실린트를 사용한 것 이외에 폴리우레탄이나 압면, 차음시트 등의 소음에 관계된 성능을 충족시키기 위해 필요한 재료들이 사용된 것을 볼 수 있다. 따라서 사용된 부품종류가 많고 재활용이나 재사용이 어려운 부품이 사용되었기 때문에 상대적으로 낮게 평가되고 있는 것을 알 수 있다.

하위권인 순위 8~9 (33%~27%)의 경우 사용된 인터페이스 구성요소들이 대부분 수지계열의 부품으로 이루어진 것을 알 수 있다. 개중에는 가변이 용이한 수납형 벽체도 속해 있는데 이는 벽체, 천장, 바닥과의 기밀성을 유지하기 위한 방법으로 차음폼과 차음밴드를 사용하였기 때문에 낮게 평가된 것으로 보인다. 특히 장수명 주택의 취지에 맞는 가변이라는 측면의 성능은 확보하였으나 친환경적인 측면에서는 성능이 떨어지는 것으로 보아 기밀성에 대한 친환경적인 대책이 필요함을 알 수 있다. 이것은 같은 가변 가능한 인터페이스이면서도 상위권에 속하고 있는 I6f1의 경우와 비교되는 것으로 다양한 방식의 인터페이스를 친환경적인 성능을 염두에 두어 개발해야 함을 이야기 해 주고 있다. 또 시공오차가 발생하는 부분을 실린트나 폴리우레탄으로 메우는 방식으로 마감처리가 이루어지고 있어 시공오차를 효과적으로 줄일 수 있는 인터페이스를 개발하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

인터페이스의 친환경성 분석을 종합해본 결과 가능한 수의 접합부품을 사용하면서도 재활용이나 재사용이 가능한 제품을 사용하는 것이 이상적이라 할 수 있고, 부품수가 늘어나더라도 재활용 및 재사용이 가능한 제품을 이용하는 것이 최선의 방법으로 판단된다. 특히 시공오차나 차음, 방음 등 기밀성을 높이기 위해 사용되는 부품들의 경우 대부분 실린트나 고무, 우레탄 폼과 같이 내재에너지도 높고 재활용이나 재사용이 불가능한 경우가 대다수 이다. 이것은 인터페이스의 접합부가 충전되는 방식으로 설계되어 있어 가공하기 편리한 플라스틱이나 수지계열의 부품을 사용함으로써 나타나는 결과이다. 따라서 인터페이스의 설계시 압력을 이용한 고정법이나 기타 결구법 등 결합을 이용하는 방식을 고려한다면 고정을 위한 부품의 수를 줄일 수 있고, 내구성 및 재활용성이 높은 제품을 만들 수 있을 것이라 판단된다. 특히 상위권에 위치한 높낮이 조절장치는 반영구적으로 사용가능한 제품으로 볼트나 앵커접합을 사용하지 않고 압력을 이용한 단순접합의 형태로 설계된 것에 주목할 만하다. 물론 다른 제품들에서 요구되는 횡 지지력이나 차음 등에서 만족할만한 성능을 갖도록 설계하여야 할 것이다. 또한 나무와 같은 친환경적인 재료를 사용하여 수지계열의 부품을 대체하거나 접합부의 설계에 적용 한다면 재사용, 재활용, 절감이라는 3R측면에서 높은 평가를 받을 수 있을 것이다. 또 내구성이나 소음의 차단이라는 성능 뿐 아니라 인테리어적인 측면에서도 좋은 결과를 만들어 낼 수 있을 것이라 생각된다.

참고문헌

1. 최영호, 김신, 김성완, 국내 장수명 공동주택 Mock-up House와 일본 KSI 실험주택 인필 요소기술 비교 연구, 2008
2. 박요한, 최영호, 김성완, 장수명 공동주택의 가변성 확보를 위한 벽체 인터페이스 유형화 연구, 2008
3. 임석호, 공동주택의 오픈하우징을 위한 입체형 이중벽체 및 간막이재 내장마감시스템의 표준화 연구, 2007
4. 김홍용, 장수명 공동주택의 내장부품 인터페이스 구성체계에 관한 연구, 2007
5. 조범연, 이충선, 지남용, 박기봉, 공동주택에서의 가변성을 고려한 Infill 및 Interface의 성능기준에 관한 연구, 2007
6. 임석호, 공동주택의 친환경 리모델링을 위한 부품 인터페이스 맵에 관한 연구, 2005
7. 모정현, 이연숙, 지속가능한 주거 개발을 위한 가변성 개념의 유형학적 분석, 2004
8. 김수암, 장수명 주택의 설계와 방향, 건설기술정보, 2003

투고(접수)일자: 2009년 4월 14일

심사일자: 2009년 4월 15일

게재 확정일자: 2009년 5월 19일