Journal of the Korean Housing Association
Vol. 13, No. 5, 2002

공업화 구조 농촌주택의 거주성 평가

Dwelling Quality Evaluation of Rural Houses Constructed with Industrialized Wall Structures

최윤정* 윤정숙**
Choi, Yoon-Jung Yoon, Chung-Sook

Abstract

The purpose of this study are to evaluate the dwelling quality of rural houses constructed with industrialized wall structures(ALC; Autoclaved Light weight Concrete, SRC; Steel Fiber Reinforced Concrete, ST'L; Steel Framed Insulating Panel), and to establish a method of dwelling quality evaluation. The questionnaire survey by mail was done, for investigating the residents' responses to indoor environment, durability, and economic aspect. The respondents are 118 residents living in rural houses constructed with industrialized wall structures. Physical elements of indoor environment(temperature, humidity, air quality, and noise level) were measured in three sample houses, which were selected considering of architectural characteristics. The findings are as follows; 1) As a result of questionnaire survey, residents' responses to dwelling quality are generally positive. 2) As a result of measurement, indoor environments of sample houses are in relatively comfortable condition. 3) As a summary of research, ALC and ST'L are evaluated as recommendable structures for a rural house.

Keywords : rural house, industrialized wall structure, evaluation of dwelling quality

I. 서 론

최근, 시공인건비나 재료 성능의 차이를 감소시킬 수 있는 공업화 재료가 개발되어 건축되는 사례가 증가하고 있다. 공업화 재료는 신도시 단독주택, 전원주택, 또는 농촌주택에 적용되고 있는데, 1994년 이후 농어촌주택 표준안에 공업화 공법의 구조가 포함되어 이러한 구조로 시공된 주택들이 늘어나고 있다. 그러나 지금까지 농촌주택에 대한 연구는 편리성 측면에서 농촌생활에 적합한 주택평면 개발 등에 관한 것이 대부분으로, 공업화 구조로 건축된 주택에 대한 거주성 평가는 이루어진 바 없다.

거주성이란 안전성 및 내구성과 실내환경의 쾌적성, 경제성 등을 포함하는 주택의 종합적 성능으로서, 현재까지 공업화 구조의 재료 특성 및 실험주택에 대한 시험 결과는 일부 있으나, 이러한 재료로 건축된 주택에서 거주자의 생활을 수용한 상태에서의 평가 연구는 전무한 실정이다. 주택이란 다양한 거주자의 생활이 진행되고 있는 공간이므로 건축 재료의 특성이 실제 주택에서, 특히 생활이 이루어지는 경우에 그대로 성능을 발휘하는가 하는 것은 검토해야 할 문제이다.

주택의 거주성에 대한 연구는 '거주성' 개념 정의를 비롯하여 거주성 평가에 대해 국내외 여러 연구자들이 시도하고 있으나, 각국의 주택관련 상황에 따라, 또는 평가하고자 하는 목적에 따라 평가 항목이나 도구에 차이가 있어(住環境の計劃編輯委員會編, 1988 ; 김미정, 1997 등), 우리의 주택 실정에 적합한 거주성 평가방법을 정립할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 농촌주택의 거주성 향상을 위한 기초 연구로서, 공업화 구조 농촌주택의 거주성을 평가하여 적용가능성을 검토하는 것을 목적으로 하며, 거주성 평가방법론의 정립에도 의의를 둔다.

*충북대 주거환경 · 소비자학과 조교수, 이학박사
(충북대 생활과학연구소 겸임연구원)
**연세대 주거환경학과 교수, 學術博士
본 연구는 농촌진흥청의 '99 농업특정연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

II. 연구방법

1. 연구방법의 개요

농어촌주택 표준설계도에 포함된 구조와 문화마을의 주택 건축경향을 검토하고, 공업화주택 시공회사를 방문하여 시공 현황 및 재료 특성을 조사하여[1], 현재 농촌에 건축되고 있는 공업화 구조인 ALC(경량기포콘크리트)조, SRC(강섬유보강콘크리트))조 ST'L(경량철골보강 단열패널)조를 본 연구의 대상으로 선정하였다.

공업화 구조로 건축된 농촌주택의 거주성을 종합적으로 평가하기 위하여, 주택의 거주성에 대한 선행연구를 검토하였다. 거주성은 대체로 안전성, 보건성, 편리성, 쾌적성, 경제성 등을 종합하는 개념으로 고찰된다. 그러나, 본 연구는 구조체에 따른 거주성 평가이므로 이러한 측면과 무관한 요소들을 다소 생략하고, 보건성을 쾌적성에 포함시켰으며, 안전성은 내구성에 국한하여, 쾌적성, 내구성, 경제성에 대한 항목으로 구성하였다(표 1). 도출된 평가 항목을 조사하기 위하여, 거주자를 대상으로 한 설문조사와 대상주택에서의 측정조사를 수행하였다.

2. 설문조사

설문조사는 본 연구에서 대상으로 하는 공업화 구조의 생산·시공회사를 통해 공업화 구조로 건축된 농촌주택의 주소를 입수하여, 총 90주택에 설문지를 우송하였다. 시공회사에서 파악하고 있는 주소가 방대하지 못해 각 구조별로 30주택을 목표로 하였으나, SRC조의 건축 사례가 적어, ALC조 32주택, SRC조 16주택, ST'L조 42주택을 대상으로 1999년 7월 22일에 설문지를 우송하였다. 1차 회수 후 회신되지 않은 주택에 재우송하여 9월 22일에 2차 회수를 마감하였다. 그 결과 61부가 회수되었고, 60부를 분석에 사용하였다. 실내환경의 쾌적성에 대한 응답은 남편과 주부를 대상으로 하여, 이에 대한 응답자수는 118명이었다.

설문지는 표 1의 내용에서 측정항목을 제외한 내용으로 구성하였으며, 수집된 자료는 SPSS Window를 이용하여 통계처리 하였다.

3. 측정조사

측정조사는 공업화 구조로 건축된 농촌주택으로서 건축적 특성이 유사한 주택으로 구조별로 각 1개 주택을 선정하여, 1999년 12월 18~23일에 실시하였다. 측정주택의 건축적 특성은 표 2, 측정주택의 모습은 그림 1~그림 3과 같다.

측정은 표 3과 같이, 온열요소는 정오부터 다음날 정오까지 측정하였으며, 자동기록이 불가능한 요소들은 정오부터 6시까지, 다음날 오전 10시부터 정오까지 30분 간격으로 측정하였다.

모든 측정요소는 거주자의 생활을 수용한 상태에서,

표 1. 거주성 평가 항목

항 목 \ 성 능		측정 및 거주자 평가 항목
기초항목	거주자 특성	가족수, 부부의 연령
	주택 특성	주택면적, 방위, 층수, 건축시기, 난방방식
	온열환경 조절실태	난방기간, 온도조절기 설정온도, 습도조절실태, 냉방기 사용실태, 착의실태
	환기실태	환기실시공간, 환기횟수, 흡연자
실내환경의 쾌적성	온열 쾌적성	실내온·습도, 흑구온도, 외기온습도, 온열감, 습도감
	실내공기의 질	CO_2, CO, 부유분진, 외부농도, 공기신선감, 냄새감(입주시, 현재)
	음환경 성능	실내소음레벨, 외부소음레벨, 소음감, 소음의 종류
내구성	결함발생여부 및 종류	
경제성	생산·시공성	시공기간, 평당공사비
	유지관리성	난방비
	디자인 성능	외관 및 평면계획의 가능성, 지역환경에의 적합성(외관)

1) 윤정숙·최윤정(2000) 참조. 농어촌주택 표준설계도에 포함된 구조는 경량기포 콘크리트, 콘크리트패널, 조립식 목재, 철골조 단열패널, 조적조로 대별된다. 공업화 재료의 생산시경업체를 방문 조사한 결과, 국내에서 생산건축된 재료로서 재료의 시험성적이 양호한 구조로는 ALC, SRC, 스틸 하우스 등이 있었다.

표 2. 측정주택의 특성

특 성	ALC조	SRC조	ST'L조
주택위치	경기도 이천시*	경기도 파주시*	경기도 파주시*
외벽구조	ALC블럭	SRC패널	ST'L패널
지붕형태	모임지붕	박공+모임 지붕	박공+모임 지붕
주택면적	35평	30평	36평
평면구성	L·DK + 3침실	LDK + 3침실	LDK + 4침실
거실 바닥재	비닐바닥재, 면깔개 사용	온돌마루	비닐바닥재, 카펫 사용

세 주택 모두 건축시기는 1997년, 방위는 남향, 층수는 1층, 난방설비는 기름보일러, 난방조절온도는 20℃ 내외, 거실 벽과 천장의 마감재는 벽지였음.

*이천시와 파주시는 도·농 복합 시로서 측정주택은 확대된 개념의 농촌에 부합되는 지역에 위치함.

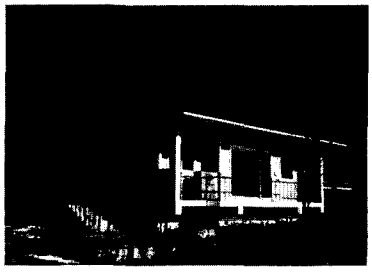

그림 1. ALC조 주택

그림 2. SRC조 주택

그림 3. ST'L조 주택

설문조사 결과 가족들의 주된 생활공간으로 나타난 거실을 측정공간으로 하였으며, 외부환경에 대해서도 측정하였다. 측정시간 동안 실내환경에 영향을 미치는 생활적 요인들과 외부환경 요인에 대해 관찰, 기록하였다. 측정된 자료는 그래프를 작성하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 공업화 구조 농촌주택에 대한 거주자 평가

1) 거주자 및 주택 특성

응답주택의 거주자 특성은, 구조별 큰 차이없이 전체적으로 가족수는 3-4명(39.0%), 남편 연령은 30대(31.0%)와 40대(31.0%), 주부 연령은 30대(37.9%)가 가

표 3. 측정내용 및 방법

성능 항목	측정 항목	측정 위치	측정 시간	측정 기기
온열쾌적성	실내온·습도	거실 중앙의 바닥 위 110 cm 높이	연속 측정	온도 센서, 습도 센서 및 데이터 로거 (Data Logger Solac III)
	흑구온도			
	외기온·습도	주택 외부, 일사의 영향이 없는 부분에서 바닥 위 110 cm 높이	연속 측정	
실내공기의 질	CO_2*	거실 중앙의 바닥 위 110 cm 높이	30분 간격	CO_2, CO 측정기 (Komyo UM-260) 분진계(Kanomax 3411)
	CO*			
	부유분진*			
	외기농도	주택 외부, 공기오염원으로부터 직접 영향이 없는 부분에서 바닥위 110 cm 높이	오전, 오후 각1회 측정	CO_2, CO측정기, 분진계
음환경성능	실내등가소음레벨*	거실 중앙의 바닥 위 110 cm 높이	30분 간격	적분형소음계 (Rion NL-01A)
	외부등가소음레벨*	주택 외부, 소음원으로부터 직접 영향이 없는 부분에서 바닥 위 110 cm 높이		

*1분간의 평균농도, 1분간의 등가소음레벨을 측정함.

장 많았다. 주택특성 역시 구조별로 큰 차이없이 전체적으로 건축연도는 1996-1997년(51.7%), 주택규모는 30평대(50.0%), 층수는 1층(73.3%), 방위는 남향(76.3%), 난방설비는 기름보일러(78.4%)가 가장 많았다.

2) 실내환경 조절실태

(1) 온열환경 조절실태

난방조절실태는, 난방시작시기는 전체적으로 10월 초-중순(37.5%)과 10월 말-11월 초(32.1%)의 비율이 높았고, 난방종료시기는 전체적으로 4월 초-중순이 가장 많아(28.8%), 구조별 난방기간의 차이는 거의 없는 것으로 생각된다. 온도조절기 설정온도는 구조별 차이 없이 전체적으로 20℃(47.5%), 25℃(33.9%)가 많았다.

습도조절실태는, 구조별 차이 없이 거실과 안방 모두 습도조절을 하지 않는 비율이 가장 높게 나타났다(65.0%, 60.0%).

냉방기 사용실태는, 구조별 차이 없이 거실과 안방 모두 냉방기를 사용하지 않는 비율이 가장 높게 나타났다(73.3.%, 95.0%).

응답자의 겨울철 착의실태는, 전체적으로 가장 높은 비율로 나타난 착의량은 남편과 주부 모두 0.6-0.7 clo였다(47.4%, 33.3%). 여름철 착의실태는 전체적으로 남편과 주부 모두 0.5 clo의 비율이 높았다. 따라서 착의실태는 구조별로 뚜렷한 차이는 없는 것으로 생각된다.

(2) 환기실태

실내공기의 질은 환기량이 적고 난방설비를 가동하는 겨울철에 주로 문제가 되므로, 환기실태와 실내공기환경에 대한 주관적 반응은 겨울철에 대해 조사하였다. 환기실태 조사결과, 환기는 구조별 차이 없이 거실에서 주로 실시하고 있었고(93.3%), 환기횟수는 1일 1회가 가장 많았으며(58.3%), 가족 중 주택 내에서 흡연하는 사람은 없는 경우가 가장 많았다(63.3%). 환기횟수는, 아파트 거주자를 대상으로 한 선행연구(박은선, 1996)에서도 1일 1-2회 환기하는 비율이 가장 높게 나타났으므로(62.8%), 본 응답주택의 환기실태는 일반적인 정도인 것으로 해석된다.

3) 실내환경의 쾌적성

(1) 온열 쾌적성

① 온열감

표 4에서 겨울철 온열감 반응을 보면, 전체적으로 '따뜻하다'의 비율이 가장 높게 나타났다(38.6%). ALC조 주택 거주자는 '약간 따뜻하다'와 '따뜻하다'의 비율이 가장 높았으며(37.8%), SRC조 주택 거주자는 '약간 따뜻하다'의 비율이 가장 높았고(33.3%), ST'L조 주택 거주자는 '따뜻하다'의 비율이 가장 높았다(47.5%).

여름철 온열감은, 전체적으로는 '약간 서늘하다'(32.1%)가 가장 많았으나, SRC조 주택의 경우는 '덥다'의 반응이 가장 높았다(44.4%).

② 습도감

표 5에서 겨울철 습도감 반응을 보면, 전체적으로 '어느쪽도 아니다'의 비율이 가장 높게 나타났으나(44.0%), ST'L조 주택은 '약간 건조하다'의 비율이 높았다(49.2%).

여름철 습도감 반응은, 구조별 차이 없이 전체적으로 '어느쪽도 아니다'(56.9%)의 비율이 높게 나타났다.

(2) 실내공기의 질

① 공기신선감

겨울철 공기신선감 반응을 표 6에서 보면, 구조별 차이 없이 전체적으로 '신선하다'(54.3%)의 비율이 가장 높게 나타났다. 아파트를 대상으로 한 선행연구(박은선,

표 4. 온열감 N = 118, ( ) : %

계절	겨울철				여름철			
온열감 \ 구조	ALC조	SRC조	ST'L조	계	ALC조	SRC조	ST'L조	계
춥다	1(2.7)	3(16.7)	0(0.0)	4(3.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
서늘하다	1(2.7)	1(5.5)	5(8.5)	7(6.1)	9(25.7)	3(16.7)	15(25.4)	27(24.1)
약간 서늘하다	3(8.2)	3(16.7)	9(15.2)	15(13.2)	**17(48.6)**	4(22.2)	15(25.4)	36(32.1)
어느쪽도 아니다	0(0.0)	3(16.7)	3(5.1)	6(5.3)	2(5.7)	1(5.6)	15(25.4)	18(16.1)
약간 따뜻하다	**14(37.8)**	**6(33.3)**	13(22.0)	33(28.9)	3(8.6)	0(0.0)	2(3.4)	5(4.5)
따뜻하다	**14(37.8)**	2(11.1)	**28(47.5)**	**44(38.6)**	0(0.0)	2(11.1)	4(6.8)	6(5.4)
덥다	4(10.8)	0(0.0)	1(1.7)	5(4.4)	4(11.4)	**8(44.4)**	8(13.6)	20(17.8)
계	37(100.0)	18(100.0)	59(100.0)	114(100.0)	35(100.0)	18(100.0)	59(100.0)	112(100.0)

무응답 제외

표 5. 습도감 N = 118, ( ) : %

계절 / 습도감 \ 구조	겨울철 ALC조	SRC조	ST'L조	계	여름철 ALC조	SRC조	ST'L조	계
건조하다	6(16.2)	0(0.0)	13(21.3)	19(16.3)	4(10.8)	0(0.0)	2(3.3)	6(5.2)
약간 건조하다	4(10.8)	6(33.3)	30(49.2)	40(34.5)	6(16.2)	2(11.1)	10(16.4)	18(15.5)
어느쪽도 아니다	23(62.2)	12(66.7)	16(26.2)	51(44.0)	21(56.8)	12(66.7)	33(54.1)	66(56.9)
약간 습하다	3(8.1)	0(0.0)	0(0.0)	3(2.6)	5(13.5)	2(11.1)	14(22.9)	21(18.1)
습하다	1(2.7)	0(0.0)	2(3.3)	3(2.6)	1(2.7)	2(11.1)	2(2.3)	5(4.3)
계	37(100.0)	18(100.0)	61(100.0)	116(100.0)	37(100.0)	18(100.0)	61(100.0)	116(100.0)

무응답 제외

표 6. 공기신선감(겨울철) N = 118, ( ) : %

구조 / 신선감	ALC조	SRC조	ST'L조	계
신선하다	22(59.5)	12(66.7)	29(47.5)	63(54.3)
약간 신선하다	10(27.0)	6(33.3)	17(27.9)	33(28.4)
어느쪽도 아니다	1(2.7)	0(0.0)	2(3.3)	3(2.6)
약간 탁하다	2(5.4)	0(0.0)	12(19.7)	14(12.1)
탁하다	2(5.4)	0(0.0)	1(1.6)	3(2.6)
계	37(100.0)	18(100.0)	61(100.0)	116(100.0)

무응답 제외

1996)에서 환기횟수는 본 연구결과와 비슷하였는데, 공기신선감의 응답으로 아침과 낮에는 '약간 신선하다'의 비율이 가장 높았고(35.3%, 35.5%), 저녁과 밤에는 '약간 탁하다'의 비율이 가장 높았던(38.9%, 38.7%) 것과 비교해 볼 때, 본 응답자는 실내공기환경에 대해 매우 만족하고 있음을 알 수 있다.

② 건물 냄새감

공업화 구조의 경우 자재에 의한 공기오염이 있는지를 알아보기 위해 입주 당시와 지난 겨울의 건물 냄새감을 조사하였다. 표 7에서 신축 당시의 냄새감을 보면, ALC조 주택의 경우에는 '전혀 못 느꼈다'가 가장 높은 비율로 나타났고(46.2%), SRC조 주택은 '전혀 못 느꼈다'(33.3%), '거의 못 느꼈다'(33.3%)에 가장 많이 응답하였다. 그러나 ST'L조 주택의 경우에는 '약간 느꼈다'에 가장 많이 응답하였다(32.9%). 입주 초기 건물의 냄새는 구조재 자체 뿐만 아니라 내부마감재(페인트, 벽지 등)와 마감재 시공을 위한 접착제 등에서도 많이 발생하므로, 이러한 설문결과가 곧 ST'L 재료의 유해성을 의미한다고 볼 수는 없다. 그러나 다른 재료에 비해 ST'L조의 냄새감이 다소 높게 나타났으므로 이의 원인 검토가 필요하다고 본다.

입주 후 시간이 경과한 후의 건물 냄새감을 보면, 대부분 전혀 못 느끼거나 거의 못 느끼는 것으로 응답하였다. 즉 신축 후 일정 시간이 경과하면 건물의 냄새감이 거의 느끼지 못하는 수준으로 저하되는 것으로 생각된다. 국내에서는 주택에서의 휘발성 유기화합물에 대한 연구가 거의 없으나, 국외 연구들(朴俊錫 外, 1998 ; Philip Fellin et al., 1994 등)을 보면, 휘발성 유기화합물의 농도는 건물 신축 후 3개월 정도가 지나면 발생량이 초기의 1/3 정도로 저하되는 것으로 나타나고

표 7. 건물 냄새감 N = 118, ( ) : %

시기 / 건물냄새감 \ 구조	입주 당시 ALC조	SRC조	ST'L조	계	지난 겨울 ALC조	SRC조	ST'L조	계
전혀 못 느꼈다	18(46.2)	6(33.3)	13(21.3)	37(31.4)	24(61.5)	7(38.9)	25(41.0)	56(47.4)
거의 못 느꼈다	7(17.9)	6(33.3)	11(18.0)	24(20.3)	9(23.1)	11(61.1)	15(24.5)	35(29.7)
약간 느꼈다	13(33.3)	3(16.7)	20(32.9)	36(30.5)	5(12.8)	0(0.0)	9(14.8)	14(11.9)
많이 느꼈다	1(2.6)	3(16.7)	11(18.0)	15(12.7)	1(2.6)	0(0.0)	9(14.8)	10(8.5)
매우 많이 느꼈다	0(0.0)	0(0.0)	6(9.8)	6(5.1)	0(0.0)	0(0.0)	3(4.9)	3(2.5)
계	39(100.0)	18(100.0)	61(100.0)	118(100.0)	39(100.0)	18(100.0)	61(100.0)	118(100.0)

무응답 제외

있다.

따라서 입주 초기의 냄새가 지적된 ST'L의 경우 생산 후 일정시간 환기시키고 시공하거나 시공 후 환기한 후 입주하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

(3) 음환경 성능

창문 밀폐시의 실내 소음감에 대해서는, 표 8과 같이 구조별 차이 없이 전체적으로 '조용하다'에 가장 많이 응답하였다(62.9%).

주택 내부에서 발생하는 소음의 종류에 대해서는 표 9와 같이 구조별 차이없이 설비 소음을 가장 많이 지적하였으며(63.3%), 공업화 공법에 의한 진동이나 소리 울림 등에 대한 지적은 거의 없었다.

(4) 내구성

응답 주택의 결함발생 빈도는 표 10과 같이 전체적으로 1주택에 1개 이상의 결함이 발생한 것으로 나타났다(168.3%). 구조별로는 SRC조 주택의 결함률이 233.3%로 가장 높았으며 ST'L조 주택이 177.4%였으며, ALC조 주택이 125.0%로 가장 낮았다. SRC조는 주택을 유닛으로 나누어 생산, 시공하거나 대형 패널을 생산, 시공하는 공법을 이용하는 것에서 결함이 발생하는 것으로 추측된다. 구조별 차이 없이 가장 많이 나타난 결함은 결로였다(36.7%).

표 8. 소음감 N = 118, ( ) : %

구조 / 소음감	ALC조	SRC조	ST'L조	계
시끄럽다	2(5.1)	0(0.0)	2(3.4)	4(3.4)
약간 시끄럽다	3(7.7)	6(33.3)	10(16.9)	19(16.4)
어느쪽도아니다	3(7.7)	0(0.0)	3(5.1)	6(5.2)
약간 조용하다	9(23.1)	1(5.6)	4(6.8)	14(12.1)
조용하다	22(56.4)	11(61.1)	40(67.8)	73(62.9)
계	39(100.0)	18(100.0)	59(100.0)	116(100.0)

무응답 제외

표 9. 내부 소음의 종류 N = 118, ( ) : %

구조 / 소음종류	ALC조	SRC조	ST'L조	계
외부 소음	7(18.4)	5(31.3)	13(23.6)	25(22.9)
다른방의 소음	2(5.3)	1(6.2)	8(14.5)	11(10.1)
설비 소음	27(71.0)	10(62.5)	32(58.2)	69(63.3)
소리 울림	2(5.3)	0(0.0)	2(3.6)	4(3.7)
계	38(100.0)	16(100.0)	55(100.0)	109(100.0)

무응답 제외

(5) 경제성

① 생산・시공성

평당공사비는 표 11과 같이, ALC조 주택과 ST'L조 주택은 150만원-200만원 미만의 비율이 가장 높았고(47.4%, 45.2%), SRC조 주택은 200만원-250만원미만의 비율이 높았다(77.8%).

시공기간은 표 12와 같이, SRC조 주택과 ST'L조 주택의 경우 2-2.5개월 또는 1-1.5개월의 비율이 높게 나타났으나, ALC조는 2-2.5개월 또는 3개월 이상의 비율

표 10. 결함의 발생 빈도
N = 60 중복응답, ( ) : %

구조 / 내용	ALC조	SRC조	ST'L조	계
바닥 결함	0(0.0)	4(44.4)	2(6.5)	6(10.0)
천장 결함	1(5.0)	2(22.2)	2(6.5)	5(8.3)
외벽 균열	4(20.0)	1(11.1)	2(6.5)	7(11.7)
내벽 균열	5(25.0)	0(0.0)	4(12.9)	9(15.0)
결로	6(30.0)	4(44.4)	12(38.7)	22(36.7)
개구부 결함	3(15.0)	3(33.3)	7(22.6)	13(21.7)
외장재 탈락	1(5.0)	2(22.2)	3(9.7)	6(10.0)
지붕 결함	3(15.0)	4(44.4)	11(35.5)	18(30.0)
욕실 결함	0(0.0)	0(0.0)	10(32.3)	10(16.7)
난방배관, 보일러 결함	1(5.0)	1(11.1)	2(6.5)	4(6.7)
계	25(125.0)	21(233.3)	55(177.4)	101(168.3)

표 11. 평당공사비(단위:만원) N = 60, ( ) : %

구조 / 내용	ALC조	SRC조	ST'L조	계
150미만	3(15.8)	0(0.0)	8(25.8)	11(18.7)
150-200미만	9(47.4)	1(11.1)	14(45.2)	24(40.7)
200-250미만	5(26.3)	7(77.8)	6(19.4)	18(30.5)
250-300미만	2(10.5)	1(11.1)	3(9.7)	6(10.2)
계	19(100.0)	9(100.0)	31(100.0)	59(100.0)

무응답 제외

표 12. 시공기간 N = 60, ( ) : %

구조 / 내용	ALC조	SRC조	ST'L조	계
1-1.5개월	0(0.0)	3(33.3)	11(36.6)	14(23.8)
2-2.5개월	12(60.0)	4(44.4)	11(36.6)	27(45.8)
3개월 이상	8(40.0)	2(22.2)	8(26.6)	18(30.5)
계	20(100.0)	9(100.0)	30(100.0)	59(100.0)

무응답 제외

이 높았다. 이는 SRC조와 ST'L조는 생산과 시공이 동일회사에서 이루어지며, ALC조의 경우는 생산과 시공이 별도로서, 시공은 주로 지역업체에서 하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

② 유지관리성

난방비에 대해 조사한 결과는 표 13과 같다. 각 주택에서 난방 공간에 차이가 있긴 하겠지만 연간 난방비와 난방기간을 근거로 산출한 월평균 난방비를 비교해 보면, ALC조 주택은 5만원-10만원 미만의 비율이 가장 높게 나타났고(38.9%), SRC조 주택은 15만원-20만원 미만과 20만원-25만원 미만의 비율이 높았고(33.3%, 33.3%), ST'L조 주택은 10만원-15만원 미만의 비율이 가장 높게 나타났다(40.7%). 따라서 연간 난방비면에서 볼 때 ALC조 주택의 유지관리 비용이 저렴한 것으로 생각된다.

그러나 주택수리 비용은, ALC조는 거주자 부담인데 비하여, SRC조 주택과 ST'L조 는 하자보수 기간에 시공회사에서 부담하고 있었다.

③ 디자인 성능

디자인 성능으로 주택의 외관 및 평면 계획상 거주자의 의견이 어느 정도 반영되었는가에 대한 조사결과(표 14), 구조별 차이 없이 전체적으로 충분히 반영되었다는 응답이 가장 많았다.

최근, 농촌에도 자연환경과 조화되지 않는 도시주택과 같은 형태의 집합주택이 건설되고 있는 상황에서, 주변환경과의 조화에 대한 거주자 반응은 전체적으로 '잘 어울린다'는 응답이 높게 나타나(56.7%), 긍정적으로 평가되었다.

표 13. 월평균 난방비(단위: 만원)

N = 60, ( ) : %

내용 \ 구조	ALC조	SRC조	ST'L조	계
5미만	0(0.0)	1(11.1)	1(3.7)	2(3.7)
5-10미만	7(38.9)	1(11.1)	10(37.0)	18(33.3)
10-15미만	4(22.2)	1(11.1)	11(40.7)	16(29.6)
15-20미만	4(22.2)	3(33.3)	3(11.1)	10(18.5)
20-25미만	2(11.1)	3(33.3)	1(3.7)	6(11.1)
25-30미만	1(5.6)	0(0.0)	0(0.0)	1(1.9)
30-35미만	0(0.0)	0(0.0)	1(3.7)	1(1.9)
계	18(100.0)	9(100.0)	27(100.0)	54(100.0)

무응답 제외

2. 공업화 구조 농촌주택의 실내환경 측정평가

1) 온열 쾌적성

(1) 실내온도

실내온도 측정결과는 그림 4~그림 6과 같다. ALC조 주택의 실내온도는 17.0~25.4℃로 일교차 8.4℃, 일평균 19.2℃였다. 실내온도와 외기온도의 차는 18.7~30.5℃(평균 25.1℃)였다. SRC조 주택의 실내온도는 15.9~22.5℃로 일교차 6.6℃, 일평균 19.0℃였다. 실내온도와 외기온도의 차는 16.5~29.4℃(평균 24.4℃)였

표 14. 디자인 성능

N = 60, ( ) : %

내용 \ 구조		ALC조	SRC조	ST'L조	계
거주자 의견의 반영 정도 - 외관	충분히 반영됨	11 (57.9)	7 (77.8)	18 (58.1)	36 (61.0)
	어느정도 반영됨	7 (36.8)	1 (11.1)	12 (38.7)	20 (33.9)
	전혀 반영되지 못함	5 (25.0)	1 (11.1)	3 (9.7)	9 (15.0)
	계	19 (100.0)	9 (100.0)	31 (100.0)	59 (100.0)
거주자 의견의 반영 정도 - 평면	충분히 반영됨	13 (68.4)	3 (33.8)	20 (64.5)	36 (61.0)
	어느정도 반영됨	5 (26.3)	6 (66.7)	11 (35.5)	22 (37.3)
	전혀 반영되지 못함	1 (5.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.7)
	계	19 (100.0)	9 (100.0)	31 (100.0)	59 (100.0)
주변환경과의 조화	잘 어울린다	10 (50.0)	4 (44.4)	20 (64.5)	34 (56.7)
	어느정도 어울린다	9 (45.0)	5 (55.6)	11 (35.5)	25 (41.7)
	어울리지 않는다	1 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.7)
	계	20 (100.0)	9 (100.0)	31 (100.0)	60 (100.0)

무응답 제외

다. ST'L조 주택의 실내온도는 17.5~24.3℃로 일교차 6.8℃, 일평균 19.8℃였다. 실내온도와 외기온도의 차는 17.5~32.6℃(평균28.9℃)였다.

따라서 실내온도는, 측정대상 주택 모두 일평균 19~20℃로 비슷하게 나타났다. 즉 세 주택 모두 난방설정온도 20℃를 비교적 잘 유지하고 있으며, 실내온도 측면에서의 온열 쾌적성은 세 주택이 유사한 것으로 해석된다.

(2) 상대습도

상대습도 측정결과는 그림 7~그림 9와 같다. ALC조 주택의 상대습도는 22.2~31.4%로, 일교차 9.2%, 일평균 26.5%였다. SRC조 주택은 25.0~43.1%로, 일교차 18.1%, 일평균 34.6%였다. ST'L조 주택은 30.3~53.5%로, 일교차 23.2%, 일평균 34.2%였다.

측정일의 외기습도는 평균 51.2~64.8%로서 세 주택 측정일간에 큰 차이는 없었으나, ALC조 주택 측정일의 외기습도가 가장 높고 SRC조 주택 측정일의 외기습도가 가장 낮았다. 그러나, 실내 상대습도의 일평균은 ALC조 주택이 가장 낮고 SRC조 주택이 가장 높게 나타났

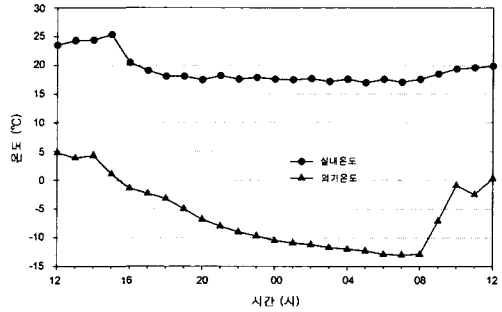

그림 4. ALC조 주택의 실내온도

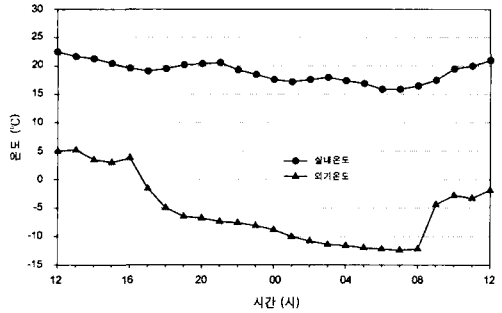

그림 5. SRC조 주택의 실내온도

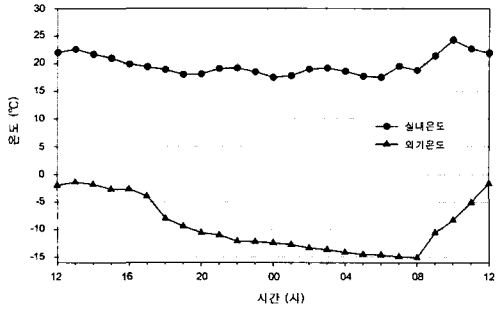

그림 6. ST'L조 주택의 실내온도

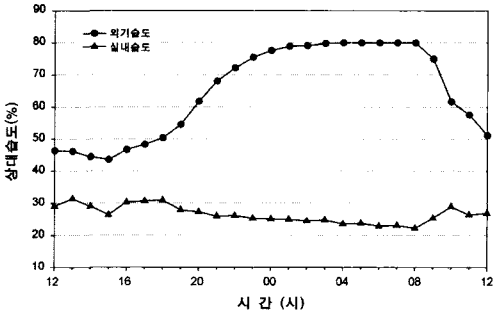

그림 7. ALC조 주택의 상대습도

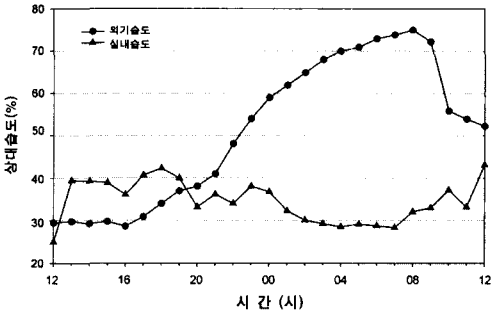

그림 8. SRC조 주택의 상대습도

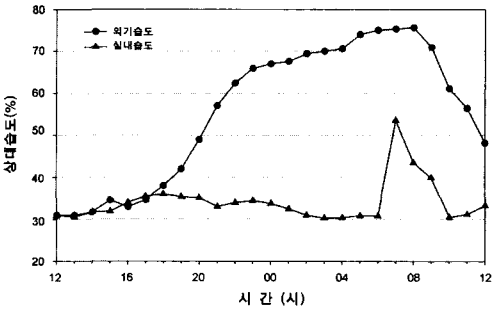

그림 9. ST'L조 주택의 상대습도

다. 따라서 측정대상주택의 경우 실내습도는 구조의 기밀성에 의해, 외기습도의 영향보다는 생활적 요인의 영향이 보다 큰 것으로 보인다. 실내의 상대습도에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있으나, 재실자의 수가 많으면 호흡에 의한 수증기와 생활상의 물 사용량이 증가함에 따라 상대습도가 높아지는데, 여기서도 재실자수가 가장 많은 SRC조 주택의 상대습도가 높고, 재실자수가 적고 취사행위가 적었던 ALC조 주택의 상대습도가 낮게 나타났다.

상대습도가 가장 높게 나타난 SRC조 주택의 경우도 일평균 34.6%로 건조한 상태이므로, 우리나라의 건조한 겨울철 기후에는 기밀한 구조의 경우 습도의 보충이 요구된다.

(3) 흑구온도

흑구온도 측정결과는 그림 10~그림 12와 같다. ALC조 주택의 흑구온도는 17.3~27.0℃로 일교차 9.7℃, 일평균 19.6℃였다. 흑구온도와 실내온도의 차는 -0.1~2.4℃(평균 0.4℃)였다. SRC조 주택의 흑구온도는 15.9~25.0℃로 일교차 9.1℃, 일평균 19.5℃였다. 흑구온도와 실내온도의 차는 -0.1~3.1℃(평균 0.5℃)였다. ST'L조 주택의 흑구온도는 17.5~26.9℃로 일교차 9.4℃, 일평균 20.1℃였다. 흑구온도와 실내온도의 차는 -0.9~2.6℃(평균 0.3℃)였다.

따라서 흑구온도의 일평균은 ST'L조 주택이 다소 높았고 실내온도와의 차이는 SRC조 주택이 크게 나타났으나, 측정대상 주택 모두 흑구온도의 일평균이 19.5~20.1℃로 비슷하게 나타났고 실내온도와의 차이도 평균 0.3~0.5℃로 비슷하게 나타났다.

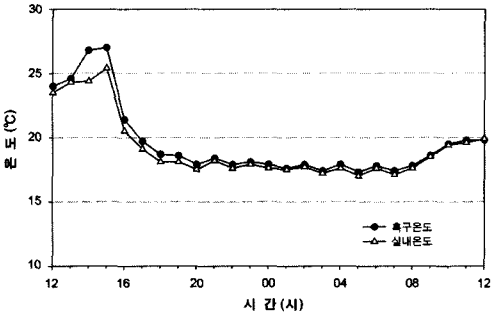

그림 10. ALC조 주택의 흑구온도

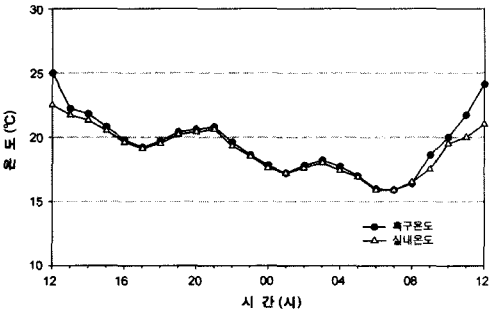

그림 11. SRC조 주택의 흑구온도

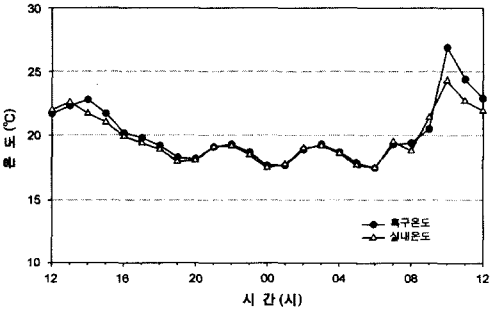

그림 12. ST'L조 주택의 흑구온도

3) 실내공기의 질

(1) CO_2농도

ALC조 주택의 CO_2농도는 330~770 ppm(평균 534 ppm)으로서 실내공기 허용치 1000 ppm보다 낮게 나타났다. ALC조 주택의 재실자는 2~4인이었고 가스레인지 사용도 거의 하지 않아 측정대상주택 중 CO_2농도에 영향을 미치는 생활적 요인이 가장 적었다. SRC조 주택의 CO_2농도는 850~1250 ppm(평균 1013 ppm)으로서 실내공기 허용치를 다소 상회하였다. SRC조 주택은 재실자가 3~6인이었으며, 거실에서의 분주한 활동이 다소 있었고 가스레인지 사용도 다수 있어 CO_2농도에 영향을 미치는 생활적 요인이 많이 있었다. ST'L조 주택의 CO_2농도는 680~1070 ppm(평균 869 ppm)으로서 실내공기 허용치보다 다소 낮게 나타났다. ST'L조 주택은 재실자가 2~5인이었으며, 거실에서의 활동이 다소 있었고 창을 통한 환기가 1회 있었다. 측정시간 중 가스레인지 사용은 단시간씩 3회 있어, CO_2농도에 영향을 미치는 생활적 요인은 측정대상주택 중 중간 정도인 것으로 볼 수 있다.

(2) CO농도

ALC조 주택의 CO농도는 2.1~3.5 ppm(평균 2.5 ppm)으로서 실내공기 허용치 10 ppm보다 훨씬 낮게 나타났다. SRC조 주택의 CO농도는 2.7~7.7 ppm(평균 4.9 ppm)으로서 실내공기 허용치보다 낮게 나타났다. ST'L조 주택의 CO농도는 0.8~4.0 ppm(평균 1.7 ppm)으로서 실내공기 허용치보다 훨씬 낮게 나타났다.

(3) 부유분진농도

ALC조 주택의 부유분진농도는 0.07~0.09 mg/m^3(평균 0.08 mg/m^3)였다. SRC조 주택의 부유분진농도는 0.05~0.11 mg/m^3(평균 0.08 mg/m^3)였다. ST'L조 주택의 부유분진농도는 0.07~0.18 mg/m^3(평균 0.09 mg/m^3)로 나타나, 세 주택 모두 평균 농도가 0.08~0.09 mg/m^{3}로 비슷하며 실내공기 허용치 0.15 mg/m^{3}보다 훨씬 낮게 나타났다. 외기의 부유분진농도 역시 0.07~0.09 mg/m^{3}로 거의 비슷했다.

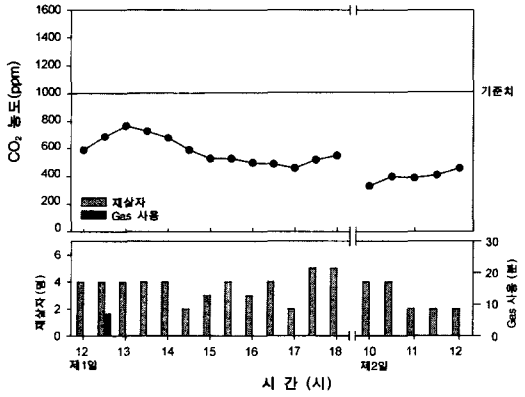

그림 13. ALC조 주택의 CO_2농도

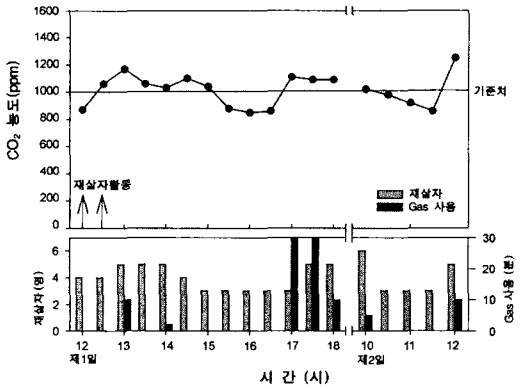

그림 14. SRC조 주택의 CO_2농도

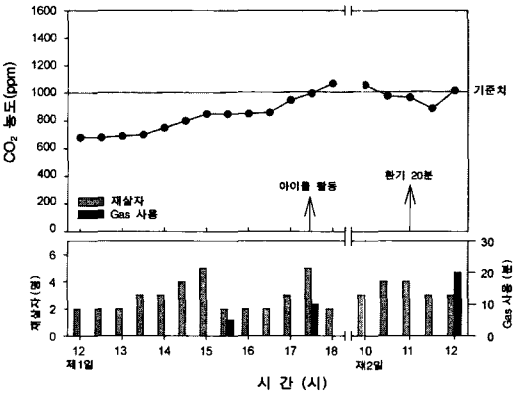

그림 15. ST'L조 주택의 CO_2농도

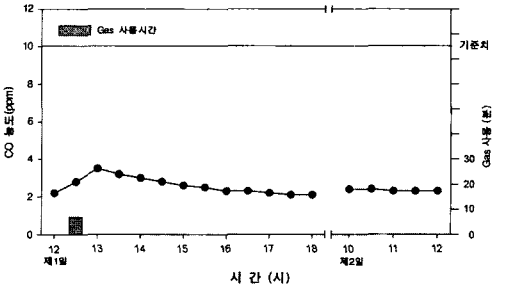

그림 16. ALC조 주택의 CO농도

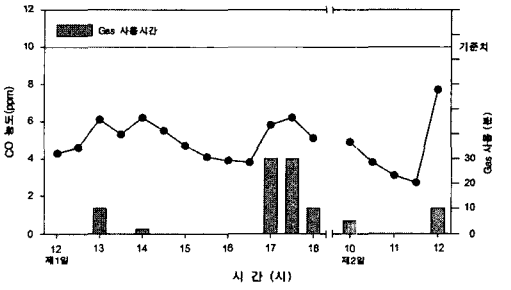

그림 17. SRC조 주택의 CO농도

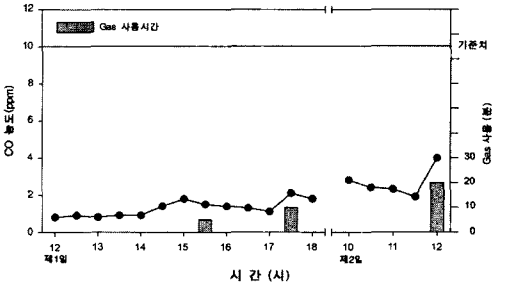

그림 18. ST'L조 주택의 CO농도

그림 13~그림 21을 살펴보면, 측정주택간에 발생하는 CO_2농도와 CO농도, 부유분진농도의 차이는 구조체의 침기량에 따른 차이라기보다는 가스레인지 사용이나 재실자 활동 등의 생활적 요인의 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

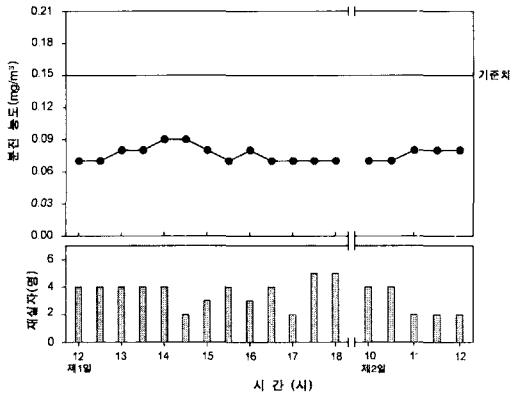

그림 19. ALC조 주택의 부유분진농도

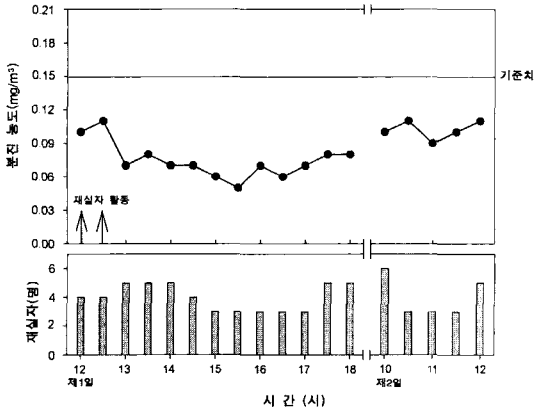

그림 20. SRC조 주택의 부유분진농도

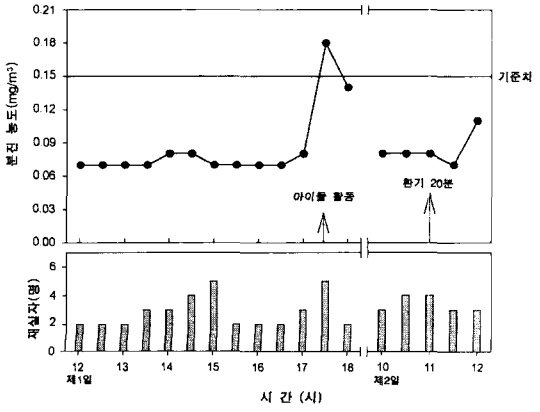

그림 21. ST'L조 주택의 부유분진농도

4) 음환경 성능

측정주택의 실내외 등가소음레벨은 그림 22~그림 24와 같다. ALC조 주택의 실내 등가소음레벨은 30.6~52.9 dB(A), 평균 40.0 dB(A)로서, 주택의 실내소음 허용치 40 dB(A)보다 초과하는 시간대도 많았으나 평균 소음레벨은 허용치 정도였다. 뚜렷한 실내 소음원이 없

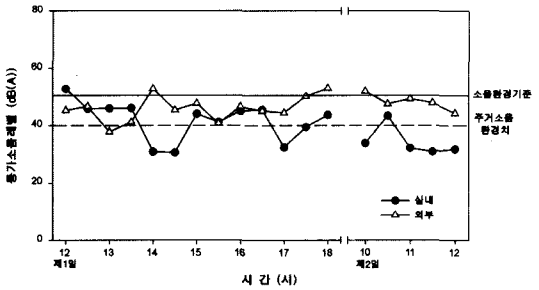

그림 22. ALC조 주택의 실내외 등가소음레벨

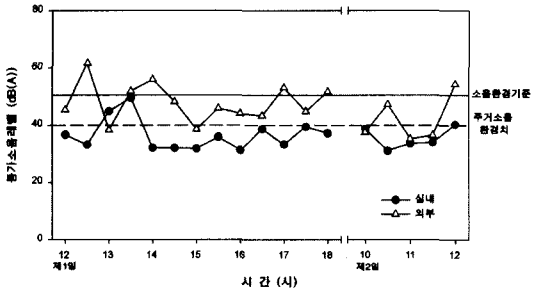

그림 23. SRC조 주택의 실내외 등가소음레벨

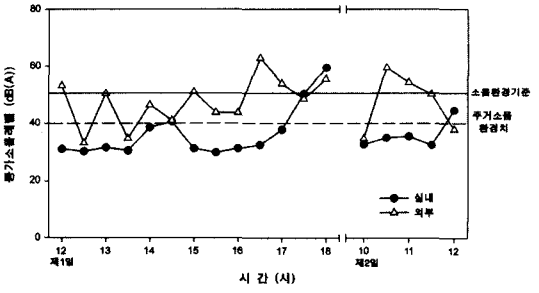

그림 24. ST'L조 주택의 실내외 등가소음레벨

을 때의 등가소음레벨은 30.6~32.4 dB(A)로서 허용치보다 낮은 조용한 상태였다.

SRC조 주택의 실내 등가소음레벨은 31.3~49.5 dB(A), 평균 36.4 dB(A)로, 실내소음 허용치를 초과하는 경우도 있었으나 평균 소음레벨은 허용치보다 낮았다. 뚜렷한 실내 소음원이 없을 때의 등가소음레벨은 31.3~32.2 dB(A)로서 허용치보다 낮은 상태였다.

ST'L조 주택의 실내 등가소음레벨은 30.2~59.4 dB(A)로서 평균 36.9 dB(A)였으므로 허용치를 초과하는 시간대도 있었으나 평균 소음레벨은 허용치보다 낮았다. 뚜렷한 실내 소음원이 없을 때의 등가소음레벨은 29.8~32.6 dB(A)였다.

세 주택의 외부 등가소음레벨 평균이나 실내 등가소음레벨의 평균은 거의 비슷한 상태였다. 특히 실내에 뚜렷한 소음원이 없을 때의 등가소음레벨은 30 dB(A) 내외로 유사했으므로, 구조의 음환경 성능에는 큰 차이가 없으며, 농촌주택에 적용하기에 무리가 없는 것으로 판단된다.

Ⅳ. 결론 및 제언

공업화 구조 농촌주택의 거주성을 평가하기 위하여, 거주자 118명(60주택)을 대상으로 거주성에 대해 설문조사 하였으며, 구조별 각 1개 주택을 대상으로 실내환경 요소를 측정하였다. 이에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 공업화 구조 농촌주택에 대한 거주자 평가 결과, 대체로 긍정적으로 평가하였다. 온열 쾌적성면에서는 ALC조와 ST'L조 주택에 대해 양호하게 평가하였고, 실내공기의 질은 ALC조 주택에 대해 양호하게 평가하였다. 또한 결함발생과 월평균 난방비에서 ALC조 주택이 우수하게 평가되었다.

2) 겨울철 실내환경 측정결과, 실내온도와 흑구온도는 ST'L조가 다소 높았으나, 세 주택이 평균 20℃내외로 유사하게 나타났다. 실내공기의 질은 CO_2농도 평균은 ALC조 주택이 534 ppm으로 가장 낮게 나타났고, CO농도 평균은 ST'L조 주택이 1.7 ppm으로 가장 낮게 나타났으며, 부유분진 농도는 세 주택이 평균 0.08~0.09 mg/m^{3}로 거의 같게 나타났다. 그러나 실내공기 오염농도는 구조체 성능에 따른 차이라기보다는 생활적 요인의 영향이 큰 것으로 파악되었다. 실내외 등가소음레벨차의 평균은 ST'L조가 가장 크게 나타났으나, 세 주택의 실내 등가소음레벨의 평균은 거의 비슷한 상태였다. 특히 실내에 뚜렷한 소음원이 없을 때의 등가소음레벨은 30 dB(A) 내외로 유사했으므로, 구조의 음환경 성능에는 큰 차이가 없으며, 농촌주택에 적용하기에 무리가 없는 것으로 판단된다.

3) 공업화 구조 농촌주택의 실내환경 쾌적성, 내구성, 경제성 측면에 대한 거주자 평가와 측정결과를 종합하면, 대체로 ALC조와 ST'L조의 거주성이 우수한 것으로 나타났다. ALC조는 온열 쾌적성, 실내공기의 질, 음환경 성능, 내구성, 유지관리성에서 우수한 것으로 평가되었다. 그러나 재료의 생산회사와 시공회사가 별개인 것에서 원인이 되는 시공기간이 연장된다는 점과 사후관리 문제를 개선할 수 있는 방안이 필요하다. ST'L조는 온열 쾌적성, 시공성, 디자인 성능이 양호한 것으로 평가되었으며, 재료의 재활용성은 환경친화적 측면에서 긍정적으로 평가될 수 있다.

참 고 문 헌

1. 김미정(1997). 재개발 아파트단지 주민을 대상으로 한 주거환경평가. 석사학위논문. 연세대학교 대학원.
2. 박은선(1996). 공동주택의 겨울철 실내공기환경 평가. 박사학위논문. 연세대학교 대학원.
3. 선경건설주식회사(1992). YTONG 기술자료.
4. 윤정숙 · 최윤정(2000). 외벽단열구조체로 시공된 농촌주택의 단열성능 분석. 연세대학교 생활과학논집, 제 14권 : 18-26.
5. (주)동신홈. 동신 Family-House 시험성적서.
6. 住環境の計劃編輯委員會編(1988). 住環境の計劃 2 - 住宅を計劃する. 彰國社.
7. 朴俊錫 外(1998). 住宅における揮發性有機化合物と建材からの發生ガスによる影響に關する 實測調査. 日本建築學會計劃系論文集, 第509號 : 27-32.
8. Philip Fellin and Rein Otson(1994). Assement of the Infuluence of Climatic Factors on Concen- tration Levels of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Canadian Homes. Atmospheric Environment, 28(22) : 3581-3586.
9. Thomas M. Sack and David H. Steele(1992). A Survey of Household Products for Volatile Organic Compounds. Atmospheric Environment, 26A(6) : 1063-1070.