

친환경 건축자재 인증제도 소개

실내공기질 향상을 위해 친환경 건축자재에 대해 높은 관심을 보이고 있다. 건축자재의 친환경성 여부가 가격보다 우선 시되고 있으며 일반 소비자들도 새집증후군이라는 말과 함께 건축마감자재에 대한 관심이 상당히 높아지고 있다.



1 서론

신축공동주택 입주자들 중에는 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 눈의 자극, 집중력 감퇴, 아토피성 피부염 등 각종 질환을 호소하는 새집증후군(SHS, Sick House Syndrome)이 발생하여 건강을 크게 위협하고 있는 실정이다. 이러한 공동주택에서의 실내공기 환경 문제는 실내마감에 사용되는 벽지, 마루바닥판, 페인트, 접착제 등과 같은 각종 건축자재에서 방출되는 오염물질과 유지관리 과정의 청소용품이나 세척제로부터 방출되는 오염물질이 원인으로 알려져 있다. 특히 화학기술의 발달과 더불어 복합화합물로 구성된 건축자재의 사용이 증가되고 있음에 따라 문제는 더욱 심각해지고 있다.

이러한 건축자재나 가구에서 발생하는 오염물질로 대표적인 것이 휘발성 유기화합물(VOCs)과 포름알데히드(HCHO)이며 최근에 오염물질에 대해 많은 관심이 모아지고 있다. 휘발성 유기화합물과 포름알데히드는 인체에 미치는 영향이 크므로 실내 오염물질 중에서 관리와 대책이 필요한 물질들이며 그 해결책을 모색하기 위하여 각계각층에서 많은 관심과 노력을 기울이고 있다.

최근 친환경건축자재의 인증제도가 시행되어 오염물질의 방출량이 적은 친환경건축자재의 사용을 권장하고 있다. 여러 연구발표에서 일반마감자재와 친환경마감자재를 시공하여 실내공기질을 시험하여 비교해본 결과 친환경자재로 시공한 주택이 실내공기오염이 적은 것으로 나타났다. 또한 선진국에서는 건축자재에 대해

■ 표 1. 주요 휘발성유기화합물과 포름알데히드 발생원인과 인체에 미치는 영향

오염물질	주요발생원 (건축자재중심으로)	인체에 미치는 영향	
VOCs	벤젠	페인트, 접착제, 파티클보드, 합성고무	골수손상, 혈소판 감소증, 백혈구 감소증, 빈혈증
	톨루엔	페인트, 접착제, 카펫트, 단열재, 코킹제, 벽지	간 혈액, 신경 등에 독성피로감, 정신착란, 자극, 구토유발
	자일렌	페인트, 접착제, 카펫트, 코킹제, 벽지	신경계에 대한 독성이 아주 강함, 두통, 불면증
	에틸벤젠	페인트, 바닥왁스, 접착제나 도료용제, 전기 용품등, 가구광택제	신경계에 대한 독성이 강함, 피부염, 눈과 목에 자극
스티렌	접착제, 단열재, 카펫트, 섬유형보드	발암, 현기증유발	
포름알데히드	목재방부제, 가구, 합판, 파티클보드, 단열재, 접착제	어지럼증, 신경계 손상, 피로감, 발암, 눈과 목에 자극	

서도 시공자 뿐 아니라 일반인들이 친환경적인 제품을 쉽게 구별하여 선택할 수 있도록 건축자재에 대한 인증제도(labeling)를 활발히 실시하고 있다. 실내공기질 개선을 위해서는 오염화학물질을 적게 방출하는 자재인 친환경자재를 사용하는 방법(Source Control)과 환기를 실시하여 오염된 실내를 신선공기와 교체해주는 방법(Ventilation)이 있다.

본 고에서는 오염화학물질을 적게 방출하는 친환경자재를 중심으로 오염물질의 종류, 발생원인과 인체에 미치는 영향을 살펴보고 국내의 친환경 자재라 불리는 인증마크 기관과 그 현황을 살펴보고 있다.

2 오염물질 종류와 발생원

신축공동주택의 경우 실내오염원의 발생으로는 마감자재와 가구, 바닥의 소음저감을 위해 사용하는 카펫트 등의 자재로부터 수많은 유해화학물질이 발생되고 있다. 이러한 실내공기오염물질은 사람들의 호흡기와 순환기에 영향을 미치며, 특히 휘발성유기화합물 중의 일부 물질은 발암성을 내포하고 있다. 다양한 실내공기 오염물질 중 인체에 미치는 영향이 다른 물질에 비해 비교적 크고, 현재 관심의 대상이 되고 있는 포름알데히드(HCHO)와 휘발성유기화합물(VOCs)에 대하여 살펴보기로 한다. 오염물질의 발생원과 인체에 미치는 영향도 간단히 알아보기로 한다.

2-1. 포름알데히드(HCHO)

상온에서 자극성이 강하며 가연성 무색기체로 분자량이 30이다. 화학적으로 반응성이 큰 환원제로 많은 물질과 결합하여 쉽게 중합체를 형성하기 때문에 젤라틴, 아교등과 같은 단백질과 결합하여 응고시킨다. 포름알데히드에 반복하여 노출될 경우

눈, 코 및 호흡기에도 만성 자극을 일으키며 눈꺼풀에 염증을 유발시키는 것으로 알려져 있다. 건축자재에서 발생된 포름알데히드는 건축자재의 수명, 실내 온도 및 습도 등에 따라 그 방출량이 좌우되며, 일반적으로 방출되는 기간은 4.4년으로 추정된다고 한다.

2-2. 휘발성유기화합물(VOCs)

휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds) 수많은 유기화합물의 총칭이며 대기중에 가스상으로 존재하는 모든 유기화합물이다. 휘발성유기화합물은 물질이 존재 상(phase)의 형태에 따라서 휘발성, 반휘발성, 비휘발성으로 구분하고 증기압이 10²kPa 이상을 휘발성, 10⁻²~10⁸kPa를 반휘발성, 10⁸kPa 이상을 비휘발성으로 분류한다.

2-3. 총휘발성유기화합물(TVOC)

VOCs물질별 상호 작용등의 특성을 평가하기 곤란한 점을 착안하여 복합화합물질로서 여러 가지 종류의 VOCs 농도의 총합을 TVOC(Total Volatile Organic Compounds)로 정의하여 기준 설정에 활용하고 있다.

즉, VOC의 농도를 계측하여 검출되는 VOCs를 대상으로 이들 농도를 합산한 값으로 TVOC농도를 산출한다. 건축자재의 선정은 물리적인 성능 뿐만 아니라 화학적 성능을 고려하여 건축재료가 선정되어야 하며, 특히 마감재료로부터 방출되는 화학물질의 성분과 방출기간 등에 관한 기초적인 자료를 바탕으로 실내공기환경에의 영향을 고려한 쾌적한 건물의 설계가 요구된다.

〈표1〉은 휘발성유기화합물과 포름알데히드 발생원과 인체에 미치는 영향을 나타낸다.

3 친환경 건축자재 인증제도

3-1. 국내

1) HB마크




■ 표 2. HB마크 인증현황(2005년10월 현재)

종 류	업체수	제품수	등급별				
			최우수	우 수	양 호	일반1	일반2
바닥재	21	34	32	1	1	-	-
벽지	17	34	33	-	1	-	-
판넬	9	12	12	-	-	-	-
목재(합판)	1	2	-	2	-	-	-
접착제	43	113	80	10	15	7	1
페인트	25	51	29	8	4	5	5
기타	24	46	38	6	2	-	-

*기타는 일반석고보드, 마감재, 시트, 타일 등을 의미

한국공기청정협회에서는 실내공기환경을 개선하기 위하여 건축 자재로부터 배출되는 TVOC 및 HCHO 농도의 인증등급(크로버 표시)을 설정하여 건축자재를 분류하고 있으며 건물의 시공시 방출강도가 낮은 등급의 자재를 선정하도록 유도하고 있다. <표2>는 HB마크를 받은 자재 종류와 등급을 표현하였으며 90% 이상이 최 우수등급(크로버 5개)을 획득한 것을 알 수 있다. 더 많은 제품이 등급인증시험에 참여하였으나 등급이 불량하거나 낮은 등급이면

■ 표 4. 국내 인증등급 현황비교

인증기관	한국공기청정협회	국가표준정보센터	친환경상품진흥원
홈페이지	www.kaca.or.kr	www.standard.go.kr	www.koeco.or.kr
현 황	04년 2월부터 시행	1961년 공업표준화법의 제정으로 1962년 시작	92년 4월 환경부도입, 94년 환경마크협회 설립운영
시험항목	2항목(HCHO, TVOC)	1항목 (HCHO)기준에는 HCHO뿐이지만 VOCs 등 오염물질 방출 규제에 대응한 건축자재 KS규격 표준화 연구가 진행중	12항목(실내공기(HCHO, TVOC)중금속 등 유해물질 함량(납, 카드뮴, 비소, PBBs)자원 및 에너지, 소비 등 환경친화 평가
대 상	바닥재/벽지/판넬/목재 및 합판/접착제/페인트/기타	건자재 7종류(보통합판/파티클보드/차장합판/플로어링보드/차장목질 플로어링보드/섬유판/벽지용전분계접착제/벽지)	12개의 제품군(페인트/벽지/ 보온· 단열재 및 흡음재 /건설용방수재/투수콘크리트 제품/실내용바닥장식재 /조립식 바닥 난방 시스템 및 배선용 바닥재/ 벽 및 천장 마감재/충간소음방지재/청호/접착제/장식용 합성수지 시트)
특 징	- 인증시험에 합격한 제품은 3년단위로 검사를 실시 - 최우수/우수/양호/일반1/일반2등급인 다섯등급으로 나누어 인정	- 포름알데히드 방출량에 따라 등급화 - 규격/모양/치수/품질/치수에 대해 규정하여 표준화하고 있다.	- 환경마크협회가 05년 9월 친환경상품진흥원으로 명칭변경 - 건축자재와 생활용품에 대해 환경에 유해한 정도, 재활용성, 인체에 대한 유해성, 폐기물 활용성 등에 대한 항목을 국가공인 시험에서 평가하여 친환경 마크를 부여
인증성격	민간자율인정	산자부 공식인증	환경부 공인 인증
법적근거	다중이용시설등의 실내공기질 관리법 측정 결과에 따라 등급화하는 마크(크로버가 5개일때 최우수등급이고, 4개는 우수, 3개는 양호, 2개는 일반1, 1개일때는 일반2등급)	산업표준화법 제1조,13조 Korea Standards Mark	환경기술개발 및 지원에 관한법률 제 20조 자연순환을 향상화해 상징적 의미를 강하게 나타내고 있으며 경제적(economic) 의미 환경이념 (environmental)을 직접적으로 표현해 상징화한 디자인
라 벨			

업체가 인증받기를 포기하는 상황이다. 따라서 제품수는 적지만 최우수 등급이 많이 나타나고 있는 현상임을 알 수 있다.

2) 환경마크

■ 표 3. 환경마크 대상제품 및 현황 (건축자재관련)

자재명	업체수	제품수
페인트	55	334
벽지	5	18
보온· 단열재 및 흡음재	5	24
건설용방수재	2	4
투수콘크리트	1	1
바닥장식재	10	48
조립식바닥난방시스템	1	1
벽 및 천장 마감재	3	22
충간소음방지재	0	0
청호	8	36
접착제	8	20
장식용 합성수지 시트	8	20

환경부가 주관하고 친환경상품진흥원에서 실시하는 환경마크제도는 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경마크를 표시하여 제품에 대한 정확한 환경정보를 소비자에게 제공하고, 기업으로 하여금 소비자의 선호에 부응하여 환경제품을 개발 생산

■ 표 5. HB마크와 환경마크 방출량 등급 기준

구 분	일반자재		페인트		접착제	
	HB	환경마크	HB	환경마크	HB	환경마크
최우수등급 (크로버5개)	TVOC	0.10미만			0.10미만	0.25미만
	HCHO	0.03미만			0.03미만	0.06미만
우수등급 (크로버4개)	TVOC	0.10이상~0.20미만			0.25이상~0.50미만	0.40이하
	HCHO	0.03이상~0.05미만			0.03이상~0.05미만	0.06이상~0.12미만
양호등급 (크로버3개)	TVOC	0.20이상~0.40미만			0.50이상~1.50미만	
	HCHO	0.05이상~0.12미만			0.05이상~0.12미만	
일반1 (크로버2개)	TVOC	0.40이상~2.00미만	0.40이하	0.40이상~2.00미만	0.40이하	1.50이상~5.00미만
	HCHO	0.12이상~0.60미만	0.125이하	0.12이상~0.60미만	0.125이하	0.40이상~2.00미만
일반2 (크로버1개)	TVOC	2.00이상~4.00미만		2.00이상~4.00미만		5.00이상~10.00미만
	HCHO	0.60이상~1.25미만		0.60이상~1.25미만		2.00이상~4.00미만

하도록 유도하는 제도이다. HB마크가 건축 마감재의 TVOC와 HCHO만 평가하는것과는 달리 환경마크는 제품의 제조에서 폐기까지 전과정에 걸친 환경성을 평가하는 인증제도이다. 환경마크 중 건축 마감재와 관련해서는 <표3>과 같다.

3) KS마크

한국산업규격(KS : Korean Industrial Standards)은 산업표준화법에 의거하여 산업표준심의회를 거쳐 기술표준위원이 고시함으로써 확정되는 국가표준으로서 약칭하여 KS로 표시한다. KS표시인증은 산업표준을 널리 활용함으로써 업계의 사내표준화와 품질경영을 도입·촉진하고 우수공산품의 보급확대로 소비자보호를 위하여 특정상품이나 가공기술이 한국산업규격수준에 해당함을 인정하는 제품 인증제도이다. KS규격기준안은 등급제의 형태를 나타내지 않고 시험방법에 따라 결과만을 표시하는 KS화로 추진될 예정이다.

국내자재 등급과 인증을 나타내는 HB, KS, 환경마크를 <표4>와 같이 나타내어 비교하였다.

환경마크와 HB마크는 인증기준과 대상, 방법이 각각 다르지만,

■ 표 6. 건축자재의 포름알데히드 방출량의 KS마크와 일본 JIS/JAS기준

건재 종류	포름알데히드 방출량(mg/L)			
	한국(KS)	기준	일본(JIS/JAS)	기준
보통합판 (KS F 3101)	-	-	F☆☆☆☆	평균 0.3
	F0	0.5	F☆☆☆	평균 0.5
	F1	1.5	F☆☆	평균 1.5
	F2	5.0	F☆	평균 5.0
파티클보드 (KS F 3104)	-	-	F☆☆☆☆	0.30이하
	E0	0.5	F☆☆☆	0.50이하
	E1	1.5	F☆☆	1.50이하
어린보드(KS F 3126)	-	-	F☆☆☆☆	1.5이상
	E2	5.0	F☆	사용금지
섬유판(KS F 3200)	-	-	F☆☆☆☆	0.2
벽지 (KS M 7305)	-	2	F☆☆☆☆	0.1
벽지용 전분계접착제	-	5	F☆☆☆☆	0.1

상품의 안정성과 친환경성을 평가하는 데 있어 주요 근거로 활용되고 있다는 점에서는 같다고 볼 수 있으며 각각의 인증기준을 살펴보면 <표5>와 같다. KS마크와 일본의JIS/JAS기준을 살펴보면 <표6>과 같다.

3-2. 국외

1) 일본

2003년 3월에 경제산업성과 일본공업규격협회(JIS)가 주관 이 되어 포름알데히드 방출농도에 따라 <표7>과 같이 등급화 하였다.

일본의 농림성에서는 합판 공업조합과 함께 일본농림규격(JAS)을 제정하여 합판, 구조용 패널, 플로어링, 집성재 등의 합판류를 오염물질 방출량에 따라 라벨링을 실시하고 있다.

■ 표 7. 일본의 포름알데히드 기준

등급	규 격			비 고
	방출량(μg/m³h)	방출량(mg/L)	방출량(mg/L)	
F☆☆☆☆	5 이하	0.12 이하	0.3 이하	건축기본법상 제한없음
F☆☆☆	20 이하	0.35 이하	0.5 이하	건축기본법상 면적제한
F☆☆	120 이하	1.80 이하	1.5 이하	건축기본법상 사용금지
등급외	120 초과	1.80 초과	1.5 초과	건축기본법상 사용금지
적용자재	접착제류 6종 단열재류 3종	도료류 11종	섬유판, 파티클보드	

2) 독일

독일환경부에서 주관하는 Blue Angel은 88개의 생활용품에 대해 환경에 유해한 정도 재활용성, 인체유해성, 폐기물활용 등을 평가하여 친환경마크를 부여하였다. EMICODE라는 독일 접착제 제조자들로 구성된 비영리 단체인 GEV가 주관하는 인증기준은 <표8>과 같다.

■ 표 8. 독일의 건축자재 인증기준

등급	방출량 범위	TVOC(프라이머)	TVOC(모르타르)	TVOC(접착제등)
EMICODE EC1	매우낮음	100 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이하	200 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이하	500 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이하
EMICODE EC2	낮음	100~300 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	200~600 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	500~1500 $\mu\text{g}/\text{m}^2$
EMICODE EC3	다소높음	300 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이상	600 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이상	1500 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이상

③ 스칸디나비아

스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크의 연합체로 구성된 HVAC, 에너지, 건축환경, 의학등을 전문으로 하는 학회인 SCANAVAC에서는 휘발성유기화합물질에 의한 실내 공기환경의 규정을 포름알데히드와 총휘발성유기화합물의 농도에 의하여 3단계(AQ1,AQ2,AQ3)로 구분하여 제시하고 있다. 또한 건축재료로부터 오염물질 방출강도에 따라 건축재료를 3단계로 분류하여 규정하고 있다.

■ 표 9. SCANAVAC의 건축재료 분류

방출강도의 분류	최대방출강도(20°C, RH 50%)	비고
MEC-A	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	여기서 MEC은 Material Emission Class의 약칭이다
MEC-B	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	
MEC-C	450 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	

4 마감자재 사용

실내에서 오염물질 농도가 증가하는 주요 원인을 건축자재와 시공의 측면에서 보았을 때 복합화합물질을 이용한 새로운 건축자재의 보급과 시공과정에서는 기밀성의 향상과 많은 양의 접착제 사용을 들 수 있다. 대부분의 건축자재에서는 시공후 초기단계에 다량의 오염물질을 방출하게 되며, 시간의 경과에 따라 방출량이 점차로 감소된다. <표10>은 내부마감재 시공순서를 나타내었다. 도배지나 바닥재만 친환경자재를 사용하는 것이 아닌 접착제, 석고보드와 초배지등 기타내장재도 친환경자재를 사용하여 실내오염을 줄일수 있도록 노력해야 한다.

■ 표 10. 내부 마감자재 시공순서

천장	석고보드 - 도배플 - 도배지
벽(외벽)	단열재 - 석고보드 - 도배플 - 도배지
벽	도배플 - 초배지 - 도배플 - 도배지
바닥(거실)	접착제 - 마루판
바닥(안방)	접착제 - 바닥재

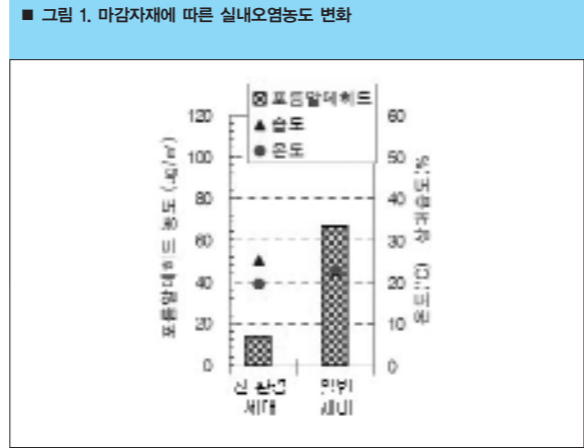
마감자재 방출량에 의한 실내공기환경 개선효과를 파악하기 위해 친환경자재로 시공한 주택과 일반자재로 시공한 주택을 시간에

따라 농도를 비교 평가한 문헌(이승민의 3인, "친환경 자재 사용에 대한 업계 의견", 친환경건축인증-대한건축학회워크샵 2005년 2월)을 살펴보면 다음과 같다. 친환경자재를 사용한 세대와 일반자재를 사용한 세대의 마감자재는 <표11>에 표현하였다.

■ 표 11. 마감자재 종류

분류	친환경자재로 시공	일반자재로 시공
벽지	실크벽지(수성잉크)	실크벽지(유성잉크)
도배플	전분계	전분계
온돌마루	친환경 온돌마루	일반 온돌마루
온돌마루접착제	2액형 우레탄	2액형 에폭시
주방기구	E0 원자재	E2 원자재

모든 공정에서 친환경자재로시공한 세대는 실내오염농도가 일반 자재로 시공한 세대보다 낮게 나타났다. <그림1>은 마감자재가 시공이 완료되고 2주일 경과된 시점에서 측정한 포름알데히드 농도를 나타내고 있다. 친환경자재로 시공된 세대의 포름알데히드 농도는 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 일반자재로 시공된 세대는 각각 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타나서 5배정도의 차이를 나타내고 있다.



5 결론

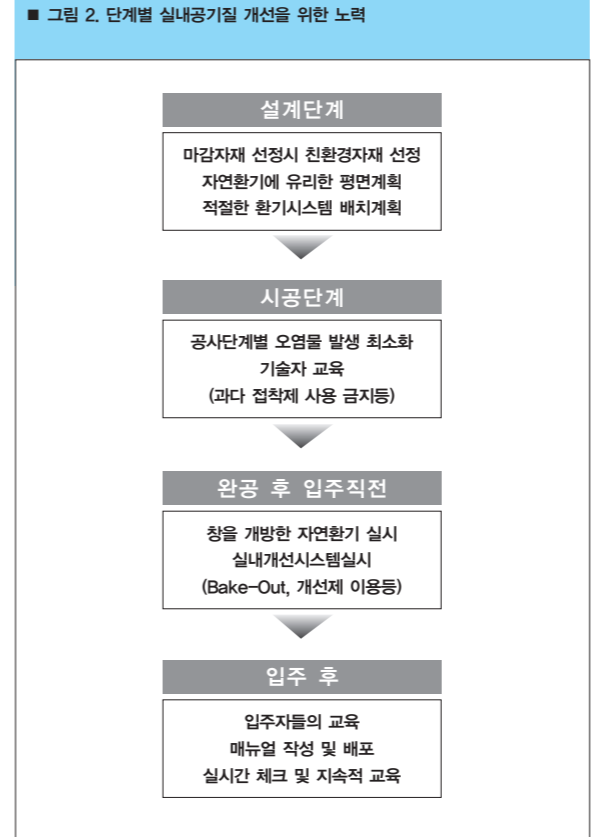
실내공기질 향상을 위해 건설사에서는 친환경자재에 대해 높은 관심을 보이고 있다. 건축자재의 친환경성 여부가 가격보다 선택의 중요 요소가 되었고, 일반 소비자들도 새집증후군으로 대별되는 건강상의 피해 원인으로 친환경 자재에 대해관심이 상당히 높아지고 있는 실정이다. 실내공기질 개선을 위한 방법으로는 친환경자재의 사용, 환기설비 설치 및 베이커아웃 또는 개선제 등을

이용하는 방법 등이 있으며, 그 중에서 본 고에서는 친환경 자재에 대해 살펴보았다.

건축마감자재를 통해 발생하는 오염물질과 그 발생원인을 조사하였고 오염물질 중 위해성 영향을 많이 끼치는 포름알데히드와 휘발성유기화합물에 대해 살펴보았다. 친환경자재를 적용하기 위해 건축자재를 인증하는 기관들을 국내외로 조사하였다. 국내 인증기관에는 환경마크, KS마크, HB마크가 있으며 등급기준과 특성에 대해 각각 비교하였다. 인증받은 마감자재를 선택하여 시공과정에 적용함으로써 실내오염물질 발생량을 줄일 수 있다.

본 고에서 친환경자재를 일일이 열거할 수는 없으나 전반적인 기초정보를 제공하였으며 설계자, 시공자, 나아가서는 거주자까지 다 같이 노력하여 건강하고 쾌적한 실내를 형성하여야 하겠다.

끝으로 <그림 2>는 공동주택의 생애를 표현하여 각 단계별로 실내공기질을 개선하기 위해 노력해야 하는 사항들을 간략하게 기술하였다.



© 참고자료

- 윤동원, "실내공기질 관리를 위한 친환경 건축자재 인증제도", 설비저널 2004년 1월, pp. 35~55
- 이승민의 3인, "친환경 자재 사용에 대한 업계 의견", 친환경건축인증-대한건축학회워크샵 2005년 2월
- 박진철, "실내공기질의 국내외 관리현황 및 기준치에 관한 고찰" 2005년도 대한건축학회 정기총회 세미나 pp.169-190
- 유형규외 2인, "실내건축자재 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물 방출 특성에 관한 연구", 대한건축학회논문집 2005년 7월, pp. 141~148
- 박현규외 2인, "공동주택의 실내 공기질을 고려한 건축재료의 휘발성유기화합물 기준 설정 방안 연구", 대한건축학회논문집 2005년 8월, pp97-104
- 유호천외 1인, "친환경 건축물의 자재에 관한 연구", 한국태양에너지학회 논문집 2003년 12월, pp.81-88
- 김신도, "친환경자재의 검인증 방법", 친환경건축인증-대한건축학회워크샵 2005년 2월
- 곽재훈외 1인, "주거환경 개선을 위한 실내 마감재에 관한 연구", 한국디자인학회 학술발표대회 논문집, 2005년 5월, pp. 207-211
- www.kaca.or.kr - 한국공기청정협회
- www.standard.go.kr - 국가표준종합정보센터
- www.koeco.or.kr - 친환경상품진흥원