

실내 환경오염 감소를 위한 건축 마감 재료에 관한 연구

A study on the Finishing materials for Reduction of Indoor pollution

김자경* / Kim, Ja-Kyung

남경숙** / Nam, Kyung-Sook

Abstract

Nowadays, according to many studies, indoor space's pollution level is two to ten times higher than outdoor space's. This result arouses our attention. The major causes of deterioration of indoor air quality are the lack of ventilation caused by draught-proofing and insulation construction, and harmful chemical substances emitted from building materials, office machine and furniture. Therefore, we are continuing research to find the method for healthful house and production of many forms of well-being goods. However, because of exaggerated advertisements and the lack of accurate information, consumers choose the products whose performance is not verified.

Therefore, this study investigates the actual conditions of pollution by building materials and the extent of the health damage by this pollution, and suggests the method for minimizing indoor pollution in aspect of indoor environment control and the use of environment friendly materials. But the building materials presented in this study are limited to the environment friendly construction materials that are in circulation in domestic market because this research is primarily aimed to give domestic consumers the standard for selecting this materials.

키워드 : 실내 환경오염, 실내 공기질, 친환경 건축재료, Eco-Safe 자재

Keywords : Indoor pollution, Indoor Air Quality, Environment-friendly building materials, Eco-Safe materials

1. 서론

1.1. 연구의 목적 및 의의

최근 사회전반 이슈로 떠오르는 웰빙(Well-being)의 열풍과 함께 많은 방송매체에서 새집증후군과 콘크리트, 환경호르몬, 건축 자재의 유해성에 대한 보도가 나오고, 실제 주변에서 피해 사례가 늘어나면서 실내 공기 질에 대한 관심과 건강한 집에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 학계에서는 실내 공기 질 악화의 원인을 다양한 측면에서 연구한 결과 에너지 절약 설계에 의한 공간의 밀폐와 단열시공에 의한 환기부족을 가장 첫 번째 원인으로 주목하였다. 그 다음 큰 문제는 건물을 구성하는 건축 자재와 장식재, 실내를 구성하는 난방기기, 가구와 사무기기 등에 포함된 각종 석유화학제품에서 발생하는 유해물질이 주요 원인임을 다양한 실험을 통해 밝혀내고 있다. 그리고 다양한 장소에서 실내 공간 오염도 측정 결과 외부 공간 보다 2~10배정도의

오염도가 측정되어 실내 환경오염의 심각성을 일깨워 주고 있다. 이러한 사회적 이슈와 관심은 건강한집에 대한 요구를 증가시키고 이에 관한 연구와 건축 업계의 다양한 웰빙 제품 생산 시장을 형성하게 하였다. 그러나 과장된 광고와 정확한 제품 정보 부족, 실제 효과가 검증되지 않은 제품이 시장에 혼재되어 소비자에게 혼돈을 가중시키고 있다.

이에 본 연구는 실내 환경오염 문제의 해결점을 건축 재료에 초점 두어 해결책을 찾아보려고 한다. 그러므로 현대 건축에서 주로 사용되는 건축자재를 중심으로 실내 환경오염 실태와 이로 인한 인체 피해 정도를 살펴보고 현재 국내 친환경 제품 현황을 중심으로 건축 재료에 의한 실내공기오염 최소화를 위한 대책 방안을 제시하고자 한다. 이를 통하여 실내 환경오염에 대한 새로운 인식을 각인시키고 친환경 재료에 관한 정확한 정보와 선택기준을 제시하고, 제조업체의 정직한 친환경 재료 개발과 생산을 자극하고 국내 친환경 건축과 인테리어 발전을 도모하고자 한다.

* 정회원, 한양사이버대학 공간디자인과 전임강사

** 정회원, 한양대학교 실내환경디자인학과 부교수

12. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 다양한 실내 환경오염 원인 중 건축 마감재를 중심으로 구체적인 유해성과 피해정도, 원인, 오염물질방출 특성을 알아보고 건축마감재에 의한 피해를 최소화하는 방안을 도출하는데 있다.

연구 진행은 한 가지 건축 재료에 의한 유해성 측정과 대처 방안에 관한 연구가 아니라 건축 전체 안팎에 사용되는 마감재 전체에 대한 유해성과 그 해결점을 모색하는 것을 목표로 한다. 이에 관련 문헌과 환경부와 환경정보·연구센터에서 연구 과제로 이루어진 다양한 건축마감재의 유해성을 검사한 실험데이터를 포함한 연구결과보고서, 환경부에서 제공하는 실내공기질 관련자료, 웰빙 관련 방송자료, 논문, 기타 건축, 웰빙 관련 기사, 기업제품 카탈로그 등의 종합적인 내용 분석 방법에 의해 다음과 같이 진행하였다. 첫째, 다양한 실내 환경오염 원인과 인체에 미치는 영향을 살펴보고 건축 재료에 의한 피해가 어느 정도인지 알아본다. 둘째, 건축 부위별로 실제 현장에서 많이 사용되는 대표적 재료를 찾아보고 그 유해성을 알아본다. 셋째, 다양한 건축 재료에 포함된 오염물질의 방출특성을 분석하여 피해를 최소화하기 위한 방법의 기초로 삼는다. 넷째, 여러 기관에서 연구한 실내공기질 관련 대처법과 일본의 후생성과 건강주택연구회에서 제시한 새집증후군 대처전략을 중심으로 건축 재료에 의한 실내오염 해결을 위한 다양한 방법과 기준을 도출하고, 현재 시판되는 국내 생산 및 판매되는 건축자재를 기준으로 친환경 제품의 선정기준 및 제품들에 대한 조사를 실시하여 선택 기준을 제시한다.

2. 실내 환경오염 원인과 피해

본 연구에서는 실내 환경오염의 정의를 실내에서 발생되거나 유입된 유해가스나 오염된 공기가 희석되거나 밖으로 빠져나가지 못하고 계속적으로 순환하거나 실내의 청결상태가 불량하거나 노후 되면서 먼지나 곰팡이, 세균 등에 의해 건강상에 해를 미치는 상태로 규정하고 그 원인과 피해정도를 살펴보려고 한다.

2.1. 실내 환경오염 물질과 발생원인

실내 환경을 오염시키는 물질은 크게 눈에 보이지 않으면서 공기를 악화시키는 화학적 요소와 곰팡이나 진드기, 세균 등 생물학적 요소가 있으며 이외에 온도나 습도, 빛, 전자파 등의 물리적 요소가 있다. 이들 유해물질은 발생원인은 다르지만 모두 재실자에게 건강상의 피해를 미치며, 특히 화학적 요소 중 유기화합물은 건축 자재나 생활용품 등에 포함되어 '새집 증후군'의 주요 원인이 되고 있다. 유기 화합물은 그 성질과 분자 구조로 비점에 따라 4가지로 분류할 수 있는데¹⁾, 비점이 낮을수록

실내에 방산하기 쉽고, 방산 기간은 짧아지나, 실내의 실온 온도에서는 조금씩 증발하여 지속적으로 오염물질을 방산하므로 실내공기를 오염시키는 주요 원인이 된다. 대표적인 물질이 포름알데히드(HCHO)와 휘발성유기화합물(VOCs)이 이에 해당된다. 반면 생물학적 오염물질인 곰팡이나 세균 등은 실내 환경조건에 의한 환기부족, 다습, 고온, 노후화 등으로 인해 발생하는 문제로 현집증후군을 일으키는 주요 원인이 되고 있다. 실내 곳곳에 분포하여 환경 오염시키는 주요 물질과 대표적 발생원을 정리해 보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 실내 환경오염 물질 분류²⁾

종류	인자	분류	세부 종류 예	주요 발생원	
화학적	무기적	가스	일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO ₂), 이산화황(SO ₂), 이산화질소(NO ₂), 오존(O ₃) 등	각종 난로, 연료연소, 가스렌지, 복사기,기,	
		입자	방사성가스(라돈) 등	콘크리트, 시멘트 갈라진 건물 틈	
	유기적	액체	염소	금속류(Pb, Mn, Al, As.), 광물류(석면 등)로 구분: 분진 형태	난연성 물질, 절연재료, 단열재, 내화피복재, 건축재료
		유기화합물(비점(°C)에 따라)	WOCs	포름알데히드(HCHO) 아세트알데히드	도로, 각종 세제류, 수돗물
VOCs			톨루엔, 자이렌, 벤젠, 스티렌, 디클로로벤젠, 부틸아세테이트 등	각종 합판, 보드, 단열재 등 다수 건축자재	
SVCs			DOP, 인산트리부틸	페인트, 접착제, 스프레이, 왁스류, 각종 건축자재	
POM	클로로피린, Phoxim	살충제			
유기물질	매연(각종가스, HC, PAHs, AS등), 축연, 분진(거대 입자, 미세입자)	담배연기, 도로, 방향제, 수은 함유제품			
생물학적	미생물	바이러스	인플루엔자, 풍진	병에 걸린 사람의 재채기, 기침, 해충, 냉방장치 등	
		박테리아		살균제, 냉방 장치, 공기정화기	
	균류	곰팡이, 포자, 독소	가습기, 냉장고, 냉방 장치, 쓰레기통, 건축재료		
		세균	포도상구균, 연쇄상구균, 레지오넬라균, 대장균 등	냉각탑, 환기장치, 냉장고, 애완동물	
물리학적	식물	종자식물	꽃가루	실내 화분, 화단	
	기타	절지동물	진드기, 집먼지 진드기	카펫, 천소파, 매트, 천제품과 먼지 쌓인 곳	
		해충	개미, 모기, 파리, 바퀴벌레, 빈대, 먼지다듬이, 벼룩 등	어둡고 습기가 찬 곳, 벽·배관 틈, 벽지 및 가구 속 등	
		동물	털, 진드기, 세균	쥐, 애완동물	
변성	온도	고열	태양광, 전자제품		
	습도	다습, 건조 상태	고난방, 고밀도에 의한 피해		
	광	자연광, 인공광	빛에 의한 물체의 변색, 부식		
	불변성	음	소음	TV, 냉장고, PC등 전자제품 소음, 생활상 소음	
전자자기장		전자파	전자 제품 모두		

<표 1>에서 살펴본 유해물질이 실내 공간에 발생하는 주요 원인은 크게 외부적 요인, 건축적 요인, 생활적 요인을 통해서

- 1) 화학적 유기화합물은 비점에 따라 구분되는데 비점범위(°C) < 0~50~100는 고휘발성 유기 화합물(VVOCs), 50~100~240~260는 휘발성 유기화합물(VOCs), 240~250~380~400는 반휘발성 유기화합물(SVOCs), >380은입자형 물질(POM)로 구분된다. 본 논문에서는 고휘발성유기 화합물의 대표적인 물질인 포름알데히드는 약자인 HCHO로 휘발성유기화합물은 VOCs로 표기한다.
- 2) 한국공기청정협회, 오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구, 환경부, 2003.1 pp.10~25 / 김강석 외 3인, 실내 공기오염에 대한 국민의식 조사와 정책 방안 연구, 한국 환경 정책·평가 연구원, 2001.12, pp.3~16 종합 재구성

<표 2>와 같이 세부적으로 찾아볼 수 있으나, 종합적인 가장 큰 원인은 석유 유기화합물을 원료로 한 다양한 건축자재와 생활용품의 사용의 급증에 기인한다고 할 수 있다. 그러므로 유해 물질이 함유되지 않거나 적은 건축자재의 선정과 사용이 실내 공기 오염 감소를 위해 가장 중요한 해결책이 된다고 할 수 있다.

<표 2> 실내 유해 물질 발생원³⁾

구분	발생원	주요 오염물질	
외부적 요인	외부 주변 공기	먼지, 곰팡이 포자, 매연	
	건물주변	주차장 매연, 쓰레기장 냄새, 배기의 재유입	
	토양	라돈 등 방사성 물질, 하수구 수분	
	연료의 연소, 용광로	이산화황가스(SO ₂), 부유성 먼지SPM, 호흡성 먼지(RSP)	
	광화학 반응	오존O ₃	
	나무, 풀, 잡초, 식물	꽃가루	
	자동차 매연	납Pb, 망간Mn, NO ₂ , CO, CO ₂ , SO ₂ , VOCs	
	공업배출, 부유분진	납Pb, 카드뮴Cd 등 중금속	
건축적 요인	석유화학제품, 불완전 연소	VOCs, 다환방향족 탄화수소PAH	
	건자재	합판, 집성재, 목재류	HCHO, VOCs, 벤젠
		단열재	HCHO, 케톤, 솔벤트, 스티렌, 툴루엔
		콘크리트, 시멘트	암모니아, 라돈, 크롬, 분진
	마감재	석고보드류	HCHO, 석면
		페인트	자이렌
		도료, 락카, 니스	초산부틸, VOCs
		마루	VOCs, HCHO, 환경호르몬
		타일	라돈, 암모니아, 납, 카드뮴
		PVC마감재류	VOCs, HCHO, 솔벤트, 환경호르몬
	가구	합성수지류	VOCs, 염화에틸렌, 카르보닐류 등
		가구	HCHO, 비스, 크롬, 환경호르몬 등
커피, 카펫		HCHO, 트리클로로 에틸렌, 카드뮴, 툴루엔, 솔벤트 등	
시공재료	접착제	VOCs, 벤젠, 아세톤, 메탄올, 가소제(DOP, DEP, DBP, DMP)	
	목재보존제	톨루엔, 자이렌	
인체 내부	호흡	• CO ₂ , 수증기, 체취 냄새 • 호흡에 의해 O ₂ 가 16.02% 감소, CO ₂ 가 4.385% 증가 됨 • 호흡 중 이산화탄소에 의한 몸의 냄새가 실내 열과 수증기와 함께 섞여 악취 발생	
	재채기, 기침, 대화	• 세균 입자, 병원균, 바이러스	
	피부	• 피부조각, 비듬, 암모니아, 냄새(악취 등)	
생활적 요인	의류	• 섬유 상의 먼지, 모래먼지, 세균, 곰팡이, HCHO, VOCs • 드라이클리닝 의류: 벤젠, 사염화탄소 등 용제에 함유된 유해물질 방출	
	화장품, 향수	• 각종 미량물질 (취기, 냄새 등) • 화장품에 포함된 알코올 성분, 알데히드, 케톤, 툴루엔, 페놀 등 VOCs 12종류	
	흡연	• 냄새, 분진, 타르, 니코틴, 카드뮴, 페놀, VOCs, 각종 발암물질	
	보행 등의 동작	• 분진, 모래먼지, 섬유류, 세균, 곰팡이	
사람의 활동	유지관리	• 메탄, 아세톤, 용제 • 분진, 곰팡이, 세균	
	취사 및 난방	• CO ₂ , CO, NO, NO ₂ , SO ₃ , 탄화수소류 • 조리 시 연기와 냄새 • 가스가 많이 발생하는 순서 : LPG가스 > 등유 > 목탄 > 천연가스 > 부탄가스 > 도시가스	
	가습	• 세균, 곰팡이, 바이러스	

3) 한국공기청정협회, op. cit., pp.65~69 / 오석재 외 2인, 건축자재로 인한 실내공기질 오염에 관한 제도적 개선방안, 한국 환경정보·연구센터 연구 보고서, 2003.12, pp.19~35 / 임만택, 실내 환경오염과 알레르기 대책, 한국건축학회, 건축 2005.5, pp.62-63 종합 계구성

2.2. 실내 환경오염에 의한 주요 질병

앞에서 살펴본 것처럼 오늘날 콘크리트로 지어진 건축의 실내 공간은 수천가지 오염물질로 구성되어 호흡, 피부접촉, 섭취 등의 경로로 재실자의 건강을 위협하고 있다. 각 유해 물질별로 냄새로 불쾌감을 주거나 눈이나 피부, 점막에 자극을 주거나 두통, 구역질, 호흡곤란 등의 증세를 주거나 심하면 암이나 전신 경직과 같은 무서운 질병을 유발하는 것으로 밝혀지고 있다. 그러나 일반 건축 공간에서는 이러한 유해물질들 중 하나의 성분이 재실자에게 영향을 주는 것이 아니라 복합적으로 작용하여 영향을 주게 된다. 최근 실내오염과 관련하여 새롭게 주목받고 있는 새집증후군, 헌집증후군⁴⁾, 화학물질과민증, 알레르기 등이 이러한 유해물질의 복합적인 작용에 의한 대표적인 질병이라고 할 수 있다. 이들 각 질병들의 개념과 발생원인, 주요 증상 등을 다양한 문헌을 통해 정리해보면 <표 3>과 같다.

<표 3> 실내 유해 물질에 의한 주요 질병 및 증상⁵⁾

질병	개념	발생원인	주요 증상
새집 증후군 (Sick House Syndrome: SHS)	건물 내에서 거주함으로써 유래되는 인체 건강 장애에 포함하는 건축자재, 생활용품의 사용 증가와 접착시공방식 증가	• 고기밀화, 고단열로 인한 환기부족 • 화학물질, 오염 물질을 포함하는 건축자재, 생활용품의 사용 증가와 접착시공방식 증가 • 생활용품으로 방산되는 오염화학 물질의 증가 • 알레르기 체질 소유자의 증가	• 단기적 증상 - 눈(특히 안구점막), 비점막 및 후두 점막 자극 증상, 점막의 건조 - 피부의 붉은 점, 두드러기, 습진 - 쉽게 피로를 느낌 - 두통, 빈발성 기도 감염 - 숨가쁨, 목이 가르랑 거림 - 비특이적인 과민 증상 : 콧물, 눈물, 비천식 환자의 천식 유사 증상 - 헌기증, 구역질, 구토 → 실내에서만 증상이 나타나고 실외에서는 증상이 나타나지 않음 • 장기적 질병 : 호흡기 질환, 기관지 천식, 심장병, 암
화학 물질 과민증 (Multiple Chemical Sensitivity: MCS)	상당히 많은 양의 오염 화학 물질에 접촉하거나 미량의 유해 화학물질에 장기간 접촉한 이후에 다른 곳에서 매우 미량의 오염 화학물질에 재접촉했을 경우 두통이나 메스꺼움, 알레르기 등 여러 가지 심각한 반응을 나타내는 불유쾌한 증상	• 인체에서 축적되는 오염화학 물질에 대한 허용 한도가 넘었을 때 발생 • 보통 급성 또는 만성(생활 속 화학물질 지속적 접촉)으로 유독 물질에 노출될 경우 발병하여 시간이 지남에 따라 다양한 화학 물질과 자극성 물질(실증제, 향수, 향이 있는 제품, 연료, 식품첨가제, 건축자재 등)로 확대	• 주증상 - 지속 혹은 반복되는 두통, 재채기, 콧물, 기침, - 근육통, 관절통, 근육의 불쾌감 - 권태감, 피로감, 외기 소침 • 부증상 - 편두통, 미열, 실사 복통, 번비 - 집중력, 사고력의 저하, 건망증, 흥분, 정신 불안정, 불면, 정신 분열 - 피부의 가려움, 습진 - 감각기 장애: 눈, 코, 귀, 코 등에 통증과 다양한 장애 동반 - 생리불순, 월경 과다 등 생식기 장애

4) 연구자주: 헌집증후군과 새집증후군은 영어 표기명은 Sick House Syndrome 으로 주택에서 생활함으로써 나타나는 건강 장애의 통칭을 의미 하나 사회적으로 새집증후군은 새 건축물이나 리모델링 등의 새로운 마감재를 사용한 건축에 의한 것으로 여긴다면, 헌집증후군은 오래된 집에서의 건강장해를 의미하는 것으로 구분한다.

5) 유영식, 화학물질과민증, 새집증후군, 알레르기, 도서출판 대학서림, 2004, / 임만택, op. cit / 정동효, 생활 속의 곰팡이, 유한문화사, 2000 / 마사오 이노우에, 김현중 역, 새집증후군의 실체와 대응 전략, 2004, pp.19-41 종합 계구성

알레르기 (Allergy)	여러 가지 알레르겐 물질이 체내에 침투하거나 주사 또는 섭취됨으로써 체내에서 생성된 항체가 생체의 반응을 상태를 변화시켜, 그 물질에 대하여 비정상적인 과민반응을 나타내는 현상	<ul style="list-style-type: none"> • 유전적 원인 : IgE 항체가 만들어지기 쉬운 체질의 소유자 • 환경적 원인 : 실내 생활의 증가, 화학물질 사용의 증가, 실내 흡연, 대기오염의 등 환경오염과 생활환경의 변화 • 주요 알레르겐 : 집먼지 진드기, 애원동물 털, 꽃가루, 곰팡이, 금속류, 가죽, 화장품 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 알레르기 피부 질환 : 아토피성 피부염, 접촉성 피부염, 두드러기, 습진 등 • 알레르기 비염 : 재채기, 발작, 코막힘, 계속 흘러내리는 콧물, 인후두의 가려움증, 후각 기능 저하, 피로, 눈 충혈 • 알레르기 천식 : 기관지 천식, 호흡 곤란, 천명, 발작적인 기침 • 3대 주요 증상 이 외에 청색증, 피로, 흉부 압박감, 맑은 콧물, 눈물, 눈의 가려움 • 알레르기 결막염, 위장 알레르기
현집 증후군 (Sick House Syndrome: SHS)	오래된 집이나 건축물에서 노후화로 인한 먼지나 구조체, 기타 시설물의 노후화로 인한 거주환경 오염으로 각종 건강상의 문제와 불쾌감을 유발하는 현상	<ul style="list-style-type: none"> • 누수나 결로현상에 따른 곰팡이 등의 미생물 증식, 오래된 배수관에서의 악취, 구석에 쌓인 먼지, 노후 된 건물 틈새, 바퀴나 개미 등 집먼지 진드기 등 해충 	<ul style="list-style-type: none"> • 박테리아나 세균, 곰팡이 : 전염성 질환, 알레르기질환, 피부 질환, 호흡기 질환, 폐와 기관지 질환 • 이물질 혼입 : 알레르기 • 해충 : 직접 가해(물리거나 찢려서), 전염성 세균에 의한 질병 • 분진과 집먼지 진드기: 알레르기 질환, 호흡기 질환 • 메탄과 암모니아가스와 악취: 두통, 소아 장애, 천식, 알레르기

<표 4> 실내 부위별 주요 건축재료 및 방출오염물질⁶⁾

공사 부위	재료	오염원	방출 오염물질
내력벽	콘크리트, 시멘트	접착제, 소독약 등 여러 가지 화학성분 구성	강염기성 암모니아 가스, 라돈, 6가 크롬(Cr)
	벽돌	주변 토양 가스 건물 틈새, 연결 부위로 유입	라돈
	모르타르	시멘트 유해성분, 착색제 등 첨가	암모니아, 라돈, 추가결합제에 의한 유해물질
비내력벽	합판	제조 과정 접착제	페놀, HCHO, 요소
	파티클보드(PB)	열경화수지 접착제	HCHO, 벤젠
	섬유판(MDF, HDF)	접착제	HCHO, VOCs
	복합 플로링재	접착제, 목재 추출물	HCHO, VOCs
	석고보드	혼화제, 시멘트	석면, HCHO, 곰팡이
	방부처리 된 목재	목재 추출물, 방부제	크레오솔트, 톨루엔, 자이렌, 유리인계, 벤젠, 핵산
	목재 접착제	요소계, 페놀계 접착제	HCHO, 요소, VOCs
	섬유성 단열재	접착용 수지, 섬유상 물질	HCHO, 케톤, 솔벤트
	폴리우레탄 단열재	전처리 물질, 아민, 발포제(CFC)	chlorofluoro-hydrocarbons, 아민
	폴리스티렌폼 단열재	발포제, 스티렌 잔유물	스티렌, 톨루엔
코킹재 실린트	실리콘 코킹재	시공 시 아세트산	아세트산
	아크릴 코킹재	솔벤트	솔벤트, 톨루엔
외부 마감재	실린트	폴리우레탄, 아크릴, 경화제	스티렌, 솔벤트, 톨루엔, 자이렌
	페티	전색제(인공수지, 유성 니스, 래커)	VOCs
바닥재	유리 창틀, 가스켓	석면 가스켓, 실리콘 가스켓	석면, 아세트산
	PVC바닥재 (비닐장판, 비닐 타일, 데코 타일)	합성수지, 경화제, 가소제, 보조제, 솔벤트	톨루엔, 에틸벤젠, 자이렌 등의 VOCs, HCHO, 환경 호르몬
	원목마루	표면 우레탄, 락커 마감	VOCs, 환경호르몬
	합판마루	접착제, 무늬목의 포르말린, 우레탄이나 락카 도장	HCHO, VOCs, 환경호르몬
	강화마루	기본 판재 접착제	HCHO
	조각목 바닥재	목재 추출물, 락커, 접착제, 아교	HCHO, 솔벤트,
	습식방식	시멘트모르타르	라돈, 암모니아
	타일 건식방식	타일접착제	HCHO, VOCs
	코르크 타일	목재 추출물, 합성수지산	HCHO
	석재 (대리석, 인공석재)	시공 시 모르타르, 접착제	암모니아, 라돈, VOCs
천정재	고무바닥	황산화제, 경화제, 보조제	톨루엔, 스티렌,
	리노름 바닥재	지방산(fatty acids)	톨루엔, 지방산, 3-methylpentanes
	종이장판	시공 시 화학접착제, 표면 바니시, 래커 마감	톨루엔, 자이렌, 초산부탈, n-부탄올, 이소프로필알콜 등의 VOCs
	카펫, 부직포	솔벤트, 첨가제, 보조제, 부직포 처리용 수지	HCHO, 솔벤트, 트리클로로에틸렌, 카드뮴, 톨루엔
	판재 합판, 석고보드, 각종 보드류)	접착제, 혼화제, 시멘트	톨루엔, 노말헥산, 초산에틸, 시클로헥산, 아세톤, 석면, HCHO, 곰팡이 등
	PVC 천정재	접착제, 용제, 가소제	가소제, 톨루엔, 메탄올, 환경 호르몬 등
	타일	접착제	•바닥재 타일 유해물질 동일
	종이류(인쇄 벽지류)	유성용제, 잉크, 접착제	HCHO, 알칸, 방향족 탄화수소류(톨루엔, 스티렌, 에틸벤젠), 카르보닐 및 기타 VOCs * 단 제품마다 차이가 있음
	합성수지류 (발포벽지, 염화비닐 벽지, 비닐 벽지류, 케미컬 벽지 등)	용제, 가소제, 잉크, 접착제	
	벽 마감재	섬유류(프린터 직물, 파이조 직물, 부직포 벽지 등)	첨가제, 섬유 속 화학물질, 접착제, 먼지 등
무기질(아스베스트, 금속박 벽지)		석면, 첨가제, 접착제	HCHO, 석면, 라돈, VOCs
목질계(수지 가공 단면 벽지, 코르크 벽지 등)		염화비닐 시트, 플라스틱코팅, 합성수지, 목재추출물, 접착제	HCHO, VOCs

3. 건축 재료에 의한 실내유해물질 배출 분석

실내 환경오염의 가장 큰 원인은 실내를 구성하는 건축 구조 재료와 다양한 실내 마감 및 장식재임을 알 수 있다. 이에 건축 재료에 의한 유해물질의 성질과 배출특성 등을 고려하여 건축 재료의 선정 시 반영하여 적절한 물리적 성능을 가지면서 유해성이 적은 화학적 성능을 갖는 재료를 선택하는 것이 필요하다. 이에 이번 장은 실내를 구성하는 주요 구조 건축 재료와 부위별 주요 공사 마감재의 특징과 유해성, 오염물질 방출특성 등을 도출하고자 한다.

3.1. 실내 부위별 주요 건축재료 및 유해성

실내를 구성하는 바닥, 벽, 천정 등의 부위를 기준으로 구조재료와 설비재료, 기타 시공재료들 중 최근 가장 많이 사용되는 건축 재료의 주요 특성과 유해물질을 도출해보면 다음 <표 4>와 같다.

이에 건축자재에서 방출되는 주요 오염 물질의 원인은 대부분 합성 화학 물질과 원재료를 만들 때 원재료에 첨가되는 접착제나 가소제 등에 이미 유해물질을 포함한 자재들이 대부분이며 시공 시 사용되는 또 다른 접착제와 첨가제에 의해 다시 유해물질이 첨가되어 복합적으로 오염물질 배출도가 높아짐을 알 수 있다. 그리고 가장 많이 배출되고 문제가 되는 유해물질은 포름알데히드(HCHO)와 휘발성유기화합물(VOCs)이 많고 특히 톨루엔과 자이렌, 스티렌 등이 주를 이루고 있다. 그러므로 건축 재료에 의한 실내오염 감소를 위해서는 이 주요 방출물질의 특성을 파악하고 대응책을 마련하는 것이 필요하다.

냉난방 설비	파이프, 덕트 보온재, 덕트, 실린트	폴리우레탄, 아크릴, 경화제, 냉각수 첨가제, 냉매	스틸렌, 솔벤트, 톨루엔, 자이렌 등 VOCs, 세균, 곰팡이	
접착제	합성전분(벽지용)	방부제	HCHO	
	합성고무(고무, 가죽, 천, 미장판, 카펫, 금속, 타일 등 다용도)	용제, 경화제, 안정제, 점결제	톨루엔, 노말렉산, 초산에틸, 아세톤, 시클로헥산, 메틸에틸케톤, 기타 VOCs 등	
	초산비닐(PVC, 금속, 종이, 가구, 목질용)	용제형(아세톤, 메탄올 등) 에멀전형	아세톤, 초산에틸, 메탄올 가소제, 톨루엔	
	요소수지(합판 등 주로 목공용)	요소, 포르말린, 카세인	HCHO	
	아크릴 수지(피혁, 섬유, 고무용)	가소제, 아크릴, 혼합 수지	가소제, 방향족 탄화수소, 이소파라핀류, 에테르	
	에폭시 수지(금속, 석재, 유리, 콘크리트 등 고강도)	미경화 수지, 경화제, 기타 반응성 희석제	자이렌, 가소제, 유기질 소화합물(아민 등)	
	페놀 수지(이종제간의 접착)	용제, 멜라민, 질산비닐	HCHO, 부틸페놀 수지, 가소제 등	
도장제	투명	바니시(varnish)	휘발성용제, 수지, 지방유	VOCs, 초산부틸
		클리어 레커	수지, 가소제, 안료, 휘발성 용제	아세트산, 아세톤, 벤젠, 톨루엔 등의 VOCs
	불투명(페인트)	수성계 도료	안료, 접착제	구성비에 따른 차이는 있지만 공통적으로 벤젠, 톨루엔, 자이렌, 솔벤트, 지방족 탄화수소, 할로겐화탄화수소 등의 VOCs, 납 등의 중금속
		유성계 도료	안료, 건조제, 희석제	
		수지성 도료	안료, 합성수지 신너	
		다액형 도료	경화제, 촉진제, 용제	
		다체무늬 도료	안료, 전색제, 희석제, 용제	
스테인	안료, 전색제, 착색제			

32. 건축 재료의 오염물질 방출 특성

건축자재에서 발생하는 오염물질의 원인과 종류는 <표 4>에서 살펴보았듯이 매우 다양하며, 이들 물질의 방출 특성과 방출 농도는 여러 요인에 의해 결정된다. 기본적으로 건축자재 오염물질의 방산 유형은 크게 건축자재 표면에서 직접 공기 중에 방산되는 증산 지배형 방산, 건축자재 내부에서 천천히 조금씩 방산되는 내부 확산 지배형 방산, 화학물질이 직접 공기 중으로 방산되는 직접방산으로 구분된다. 그러나 사용된 자재의 등급과 양, 건물 전체의 환기 성능, 사용방법, 실내온도, 습도 등 다양한 요인에 따라 크게 변한다. 그러므로 이러한 건축자재의 오염물질 방출 특성을 이용하여 실내 공기 질을 조절하는데 응용할 수 있다. 특히 오염 물질의 방출농도는 건축물의 신축과정과 개·보수 과정에서 높게 나타나며, 시간의 경과에 따른 오염물질의 방출농도는 점점 낮아지는 것을 볼 수 있다. 이러한 환경이나 조건 변화에 따라 건축 자재의 오염물질 방출 유형 및 특성을 살펴보면 <표 5>와 같다.

<표 5> 실내 부위별 주요 건축재료 및 방출오염물질⁶⁾

항목	구분	방출 특성	
건축자재오염물질방산유형	증산 지배형 방산	<ul style="list-style-type: none"> · 화학 물질이 건축자재표면에서 직접공기 중으로 방산 되는 현상 · 바닥이나 벽의 표면에 존재하는 휘발성유기화합물이 없어질 때 까지 실내에 방산 됨 · 비교적 단기간에 표면에 존재하는 오염물질이 방산됨 · 주로 신축 직후 방에 냄새가 나는 원인 ex) 페인트 칠한 벽, 왁스 칠한 바닥 	
	내부 확산 지배형 방산	<ul style="list-style-type: none"> · 건축자재 내부에서 조금씩 방산되는 현상 · 건축자재 표면의 풍속이나 온도에 관계없이 스며나오고 증산에 비해 매우 느려 시간이 한참 경과한 후에도 실내 공기를 오염시키는 원인 ex) 합판의 접착제 성분 방산 	
	직접 방산	<ul style="list-style-type: none"> · 화학물질이 직접 공기 중에 방산되는 현상 	
오염물질별	휘발성유기화합물 (VOCs)	<ul style="list-style-type: none"> · 비점은 50℃~400℃ 까지지만 상온에서 항상 증발하므로 이 과정에서 실내를 오염시킴 · 휘발성유기화합물은 어중간한 비점을 가지고 있어 건축 자재 자체로 있을 때는 잘 방산되지 않고 건물에 설치된 후 조금씩 공기 중에 방산되는 특징이 있음 	
	포름알데히드 (HCHO)	<ul style="list-style-type: none"> · 목질건축자재인 합판, MDF, OSB, 파티클보드, 섬유 및 집성재 제조에 사용되는 접착제에 포함된 주성분 · 방부 목적으로 목질과 벽의 내부에 들어간 HCHO의 제거는 무척 어려움. 물에 잘 녹는 성질로 목질 건축자재와 콘크리트벽 속의 수분과 섞이면 건조상태가 되어도 계속 남아 있고 방산이 잘 안됨 · 냄새의 주 원인이며 공기보다 무거워 바닥에 주로 많이 분포하게 됨. 	
실내 조건	온도	· 온도가 높으면 방산 속도가 빨라지고, 방출량이 증가함	
	풍속	· 벽이나 바닥 부근의 풍속이 빠르면 방산속도가 빨라짐	
자재 성능과 상태	습도	· 습도가 높을수록 오염물질 방출을 촉진시키고 후각에 영향을 주어 냄새를 쉽게 감지할 수 있게 함	
	자재조성 성분	· 오염물질의 함유량이 많을수록 방출량과 방출강도가 높아짐	
	자재 표면적	· 재료의 방출 표면적이 클수록 방출량과 방출강도가 높아짐	
	자재의 두께	· 재료의 두께에 따라 방출 기간에 영향을 줌	
	표면처리 상태	· 동일한 원재료와 부재료라도 표면의 도료나 코팅 등의 처리에 따라 방출강도에 영향을 줌	
	자재의 흡착성	· 흡착성이 크면 오염물질의 흡착한 후에 재방출 비율이 증가 함	
	자재의 수증기압	· 수증기압이 높을수록 방출량과 방출강도가 높아짐	
	오염물질 함유밀도	· 밀도가 높을수록 방출량과 방출강도가 높아짐	
	실내 부위 및 자재별	바닥재	· 주로 표면 도장면 및 내부에 함침 된 접착제에서 가스형 물질이 발생 → 이음매 등의 틈새를 통해 표면으로 이동한 후 공기 중으로 방산되어 공기를 오염시킴
		벽, 천정 표면	· 벽지가 석고보드 위에 부착되어 있는 경우, 벽지 자체는 물론 벽지 이음매를 통해서 접착제 등의 시공재에서 발생하는 오염 물질이 방산 됨. 그러나 최근 벽지 자체에서는 유해물질 방출이 많이 줄고, 페인트는 HCHO는 방출이 줄었으나 TVOC 여전히 방출
걸레받이		· PVC 걸레받이의 경우, 벽이나 바닥과 걸레받이의 틈을 통해 접착제에서 나오는 가스형 물질이 발생	
접착제, 코킹제		· 시공이 끝난 후에 며칠이 경과되면 방출량이 반감	
합판, 파티클보드 등 보드류		· 몇 달 또는 몇 년이 경과 되어야만 그 방출량이 절반 수준으로 감소되며 HCHO는 10년 정도 경과되어야 감소함	
가구	<ul style="list-style-type: none"> · 신축아파트 경우 불박이 가구가 HCHO 방출 비율이 적용면적에 비해 가장 높음 · 가구재 원판으로 MDF E2급, PB E2급을 사용했을 때 가장 HCHO 방출이 많이 됨 · 가구 문이나 서랍 개방 시 밀폐시보다 표면적 5배 증가 		

6) 한국공기청정협회, op. cit., pp.70-71 / 강경인·김광희, 이제는 집도 웰빙이다, 도서출판 대가, 2004, pp.15-30/ 이연구, 신축공동주택의 실내공기환경 개선방안, 대림기술정보, 2004.12., pp.4-28. 종합 재구성

이외에 최근 수치유체역학(CFD)라는 연구를 이용하여 천장면, 바닥면, 벽면으로부터 균등하게 오염 물질을 발생할 경우 사람이 실내에서 어느 정도 비율로 오염물질을 호흡하는가를 조사한 결과 서 있는 경우와 앉아 있는 경우 모두 벽이나 천장면 보다 바닥면에서 발생한 오염물질을 호흡 시 더 많이 흡수함을 알 수 있었다.⁷⁾ 특히 서 있는 경우는 53%, 누워 있는 경우는 73%가 호흡하는 공기에 포함된 오염물질이 바닥에서 발생하는 것으로 측정되었다. 그러므로 실내마감재료 선정 시 벽이나 천장재도 중요하지만 특히 바닥의 재료를 신중히 선택하는 것이 중요함을 알 수 있다. 또한 실내오염도 조사결과 고층 아파트와 소형아파트가 더욱 수치가 높게 나타나는데, 이는 대기의 오염된 공기가 위로 올라가고, 고층의 온도가 높아지므로 포름알데히드 방출이 많아지고, 작은 평수의 집은 실내공간의 체적에 비해 벽, 바닥, 천장의 비율이 높아지므로 상대적으로 오염도가 높게 나타나기 때문이다. 그리고 더욱 문제는 오염된 실내공기는 순환이 되지 않아 자연 희석률이 부족하고, 순환이 되더라도 오염된 공기가 계속적으로 순환되고 있으므로 더욱 문제가 되므로 환기의 중요성이 부각된다.

4. 건축 재료에 의한 실내오염 피해 감소 방안

<표 5>에서 살펴 본 유해물질들의 방출 특성을 고려하고, 일본의 후생성과 건강주택연구회에서 제시한 새집증후군 대응 전략을 기술한 마사오 이노우에 저서 '새집증후군의 실체와 대응 전략'과 환경부에서 제시한 실내공기질 관리 자료, 이현숙의 '콘크리트 아파트에서 건강하게 사는 49가지 방법', 이송미의 '공해 천국 우리 집' 등 다양한 웰빙 관련 서적 등에서 제시하는 여러 가지 대처방안을 종합 분석한 결과 건축 재료에 의한 실내 오염 피해를 줄이기 위한 방안을 크게 두 가지 관점에서 정리해 볼 수 있었다. 첫째는 건축 재료 외에 온도나 습도, 환기 등 실내 환경 조절을 통한 방안과 둘째는 재료 자체를 Eco-Safe 즉, 친환경 건축자재 사용을 통한 근본적인 대처방법으로 구분해 볼 수 있다. 이에 실제 소비자들의 선택을 돕고 체계적 분류를 위해 국내 시장에 판매 및 생산되는 재료를 중심으로 친환경 자재들도 함께 제시 해보려고 한다.

4.1. 실내 환경 조절

(1) 공간 레이아웃

효율적인 공간 레이아웃을 통해 유해 물질로부터의 피해를 최소화 할 수 있는데 가장 대표적인 방법은 평면계획에서 통풍 및 자연환기가 고려된 공간구조를 반영하여 설계하는 것이다.

실내 내부전체가 맞통풍이 가능한 구조라면 가장 좋은 구조이며 그 다음은 방과 창문이 90도 각도로 마주보도록 되어있는 구조도 방 전체의 공기를 교체하기 좋다. 그 다음 주거를 중심으로 공간별로 가구배치나 벽체 축소 등의 레이아웃을 통해 피해를 줄이는 방법이 있다. 예를 들면 침실 공간의 경우 누워 자게 되므로 바닥 면에서 발생한 오염물질의 흡수가 더 많이 된다. 이에 바닥자재 선택에 신중을 기하고 수납장이나 장롱, 화장대 등의 가구배치를 배제하고 별도의 드레스룸을 따로 만들어 실내가구를 최대한 줄이는 것이 좋다.

(2) 베이킹 아웃(Bake-out)

신축이나 개·보수한 건물에서는 건축자재로부터 오염물질이 많이 발생되므로 이를 신속하게 제거하는 방법으로 베이킹 아웃을 실시한다. 보통 입주 전에 가구 등을 다 배치한 후 비거주 상태에서 수일 동안 35~40℃가열한 후 최대한의 환기량으로 오염물질을 배출하는 것으로 6개월 이상 걸리는 유해 가스 배출 시간을 상당히 줄일 수 있다. 베이킹 아웃 원리와 주의 사항은 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 베이킹 아웃원리 및 시행 방법

구분	내용
주요 원리	온도가 높을수록 유해 가스의 분자 운동을 활발하므로 빠른 시간 내에 가스를 배출시키는 원리 이용 → 실내의 온도를 상승시켜 일시적으로 유해 물질 배출을 촉진 시킨 후 환기를 통하여 제거하는 방법
주의 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 베이킹 아웃 기간에는 실내에 임산부나 노약자가 출입하는 것을 금한다. • 내부 발열을 이용하기 위해 조리기구는 모두 켜 놓는 것이 좋다. • 높은 열에 손상을 받을 수 있는 화초나 식물, 화장품 등의 물건은 사전에 옮겨 놓는다. • 실내온도 가열로 페인트나 코킹 재료의 균열, 유리창의 균열, 목재류나 신축 이음 등의 뒤틀림이 발생 할 수 있으므로 주의해야 한다. 그러므로 난방 온도를 최초의 실내온도에서 5℃이내로 단계적으로 서서히 올린다. • 별도 난방기를 사용해 실시하는 경우에는 산소부족에 따른 그을림 발생에 주의할 필요가 있다. 창문 등을 미세하게 열어 놓는 것이 좋다. • 특정 부분을 가열하는 것은 화재나 자재의 손상을 초래할 위험성이 크므로 가능하면 실 전체를 빈틈없이 가열하여야 한다. • 가급적 장마철이 지난 직후 여름철에 실시하는 것이 실내온도를 상승 시키기 쉬워 효과적이고 경비를 절감할 수 있다.

이러한 베이킹 아웃은 특히 VOCs 물질을 제거하는데 가장 효과적인 방법으로 알려져 있지만 정확한 적정기간, 적정실내온도, 환기횟수 등에 대한 평가 자료는 미흡한 상태이다. 그리고 포름알데히드나 기타 유해 물질까지 다 제거되는 것은 아니다. 그러나 빠른 시일 내에 VOCs 등의 유해물질 저감을 위해 여러 번 할수록 효과적인 것은 확실하다.

(3) 환기 및 환경조절

실내공기 오염은 그 원인별로 대처방법도 다양하나 무엇보다도 가장 중요한 관리방법은 환기를 하는 것이다. 환기가 불충분하면 오염은 더욱 심해지고 인체에 미치는 영향도 더욱 커지게

7)일본건축학회편, 김현중 역, 새집증후군 대책의 바이블, 선진문화사, 2004, pp.50-65

8)환경부홈페이지www.me.go.kr 실내공기질 관련 정보 참조

된다. 따라서 충분한 환기는 건강하고 쾌적한 생활을 위해서 필수적인 뿐만 아니라 가장 경제적이고 효과적인 방법이다. 베이 크 아웃 실시 후에도 TVOC는 오랜 시간 꾸준히 방출되므로 잦은 환기를 통해 실내 공기를 관리하는 것이 필요하며 특히 사람이 재실하지 않을 때도 상시 환기시스템 등을 고려해주는 것이 좋다. 환기는 실내외 온도차나 압력차로 인한 공기이동을 이용하는 원리로 이루어지는데 문이나 창문, 환기구 등을 이용하여 내외부의 공기를 교체하는 자연환기와 송풍기, 환풍기, 공조 설비 등 기계적인 힘을 이용하는 기계환기(강제환기)⁹⁾로 구분한다. 실내 개구부 구조가 맞통풍이 가능한 경우에는 자연환기를 이용하나 국내 대부분 아파트는 욕실, 침실, 아이방 등 작은방이 자연환기가 전혀 되지 않는 구조가 의외로 많다. 이러한 장소들은 흡기용 팬이나 배기용팬, 흡·배기 자동 교환형 환기시스템을 설치해서라도 정기적으로 강제환기를 시켜주는 것이 좋다. 유해가스가 직접 배출되는 주방은 환기를 위한 환기창, 냄새를 뽑기 위한 환풍기, 가열대 위 배기 후드 등의 환기장치를 설치하고, 욕실이나 화장실에는 벽면에 환기창, 환기팬을 천장에 환기구를 설치한다. 이때 더운 공기는 위로 올라가므로 높은 곳에 설치하는 것이 좋다. 일반적으로 가장 쉽게 행하는 창이나 문을 통한 자연환기도 효율성을 높이려면 몇 가지 준수사항이 있다. 이를 살펴보면 <표 7>과 같다.

<표 7> 환기효과를 높이는 창이나 문을 통한 일반 자연환기 방법¹⁰⁾

환기원리	· 자연적으로 이루어지는 풍력환기와 연돌효과에 의한 중력환기 · 바람이 세게 불수록, 실내기온이 높아 외부기온과 온도차가 높을수록 효과가 높아짐
환기구구조	· 맞통풍 구조 또는 방과 창문이 90도 각도 · 환기 효율적 가구배치: 벽에 가구를 바짝 붙이지 말고 5~10cm, 바닥에서 2cm 띄워 배치
환기시간	· 적정 시간대 : 오전 10시 ~ 오후 9시 사이 · 하루 최소 2번 : 늦은 아침과 저녁 각 30분씩 전체 환기 · 계절별로 유통성 있게 실시 : 봄, 여름, 가을에는 창을 5~20cm항시 열어두는 것도 좋음. 겨울에는 2~3시간 주기로 1~2분 정도 개방
환기방법	· 건물내부 모든 창과 문, 가구의 문도 연 다음 실시
특별 환기시행	· 실내청소, 조리, 침대 정리 등 실내오염물질 발생시 · 에어컨, 난방기 가동 시 1~2시간에 한번 · 환기사각지대는 반드시 국소환기나 강제 환기 실시함
주의사항	· 바람이 심한 날, 오존 주의보가 있는 날은 환기를 피함 · 주변 공해로 자연환기가 힘들 때는 비온 다음날 실시함 · 환기설비 설치 시 공기의 흡입구 및 배출구로 빗물이나 쓰레기 등이 들어오는 것을 막을 수 있는 구조로 해야 함 · 배출구에서 나오는 공기가 흡입구로 들어가지 않도록 해야 함

9) 기계 환기 시스템은 기본적으로 송풍기나 배풍기를 급기계와 배기계의 어느 쪽에 설치하느냐에 따라 제1종 환기(기계급기계, 기계배기), 제2종 환기(기계급기, 자연배기), 제3종 환기(자연급기, 기계환기)로 구분된다.
10) 조완제 외 3인, 공동주택의 실내공기 환경개선 방안연구, 주택도시연구원, 2003 / 백용규, 웰빙문화 정착을 위한 공기환경, 대한설비공학회, 설비 저널, 2006 종합 제구성

연돌 효과를 이용한 방식 (PSV: Passive Stack Ventilation)	1. 아트리움을 이용한 방식 : 급기는 외벽의 환기구, 창 주위의 환기구, 바닥 슬라브에 설치된 환기구 등을 통해 하고 각 실의 오염된 공기는 아트리움에 면한 벽면 상부나 최상부에 배기구를 두어 자연스럽게 건물 밖으로 배기가 되도록 함 2. 온실을 이용한 방식 : 아트리움과 같은 원리와 방식 3. 태양 굴곡을 이용한 방식 : 자연형 태양열 디자인 기법 태양복사를 이용하여 건물 내외 온도 상승시켜 굴곡 효과를 촉진시키는 자연환기 방법
자연환기 시스템 종류	1. 창이나 문 : 가장 기본형(·표 상단 상세 설명 참조) 2. 벽 매립형 환기구 : 결로나 냉기를 고려한 설계 필요 3. 창틀 매립형 환기구 : 기존 창틀에 환기가 가능하도록 구멍을 뚫고 개폐 장치를 설치한 것으로 창틀주위 환기구보다 싸고 설치가 간단함 4. 창틀 주위 환기구 : 창틀 옆에 별도의 환기구를 부착한 형태 5. 그릴창 : 발코니 창에 많이 적용하고 최근 에어컨 실외기 설치 부위에 적용하는 사례가 늘고, 겨울철 효과가 좋음 6. 폼타이(Form Tie) 환기구 : 폼타이 구멍을 메우지 않고 환기구로 이용하는 방식. 전후면 발코니에 적용 가능한 방식
태양전지를 이용한 방식	· 태양 전지판에서 생산되는 전기를 이용하여 팬을 구동시켜 환기하는 방식으로 기계 환기와 같은 효과를 냄. · 보통 거실 발코니 측에 태양 전지판을 설치하고 거실 분합문에 팬을 설치하는 방식이 대부분

유해물질을 최소화하기 위해 환기만큼 또한 중요한 것은 기본적으로 최적 실내 온도 및 습도를 항상 유지하는 것이 좋다. 여름철은 온도는 24~27℃, 습도는 60%, 봄과 가을은 19~23℃, 50%, 겨울철은 18~21℃, 40% 정도가 가장 적합하다.

(4) 정기적인 청소

쾌적한 실내를 위해서는 환기와 더불어 중요한 방법 중 하나는 청소이다. 특히 많은 사람들이 이용하는 시설은 정기적인 청소만으로도 미세먼지 등 많은 오염물질을 제거할 수 있다. 청소를 할 때에는 일간, 주간, 월간, 연간 계획을 세워 실시하는 것이 능률적이며, 바닥이나 벽 청소뿐만 아니라 책상, 캐비닛 등 가구나 구조물은 정기적으로 청소하여야 한다. 높은 습도는 유기화합물이 다른 유기물과 화학작용을 일으키는 조건이 될 수 있으므로 물청소를 한 후에는 반드시 마른 걸레로 닦아야 한다. 출입구에는 먼지제거용 바닥매트를 설치하는 것이 좋으며 에어컨, 가습기, 환기설비 등은 정기적으로 필터 교체 및 내부청소를 하여야 한다.

(5) 실내공기정화

실내공기 오염물질을 없애거나 줄이기 위한 기타 공기정화 방법으로는 기계적 방법으로는 공기청정기 등의 공기정화설비를 사용하는 방법이 있으며 자연적인 방법으로 숲 같은 천연재료나 벤자민, 고무나무 등 유해물질 흡착효과가 있는 공기정화식물을 키워 자연정화를 하는 것도 좋은 방법이다. 또한 적정 온도 및 습도를 유지하기 위해 가습기나 화분, 수족관 등을 놓는 것도 쾌적한 실내를 위한 좋은 방법이다. 여기에 최근에는 순환하고 움직이는 물의 뛰어난 정화능력을 응용한 실내미니분수나 폭포, 물레방아 등의 가습기 겸용 공기정화시스템 사용도 효과적이다.

4.2. 친환경 건축자재 사용

건축자재의 피해를 줄이기 위한 가장 원천적인 방법은 친환경 건축자재, 특히 Eco-Safe 자재¹¹⁾를 사용하는 것이다. 그러나 최근 들어 시중에 다양한 친환경 재료들이 출시되면서 과거보다는 선택의 폭을 점차 넓히고 있다.

(1) 국내 친환경 건축자재 선정 기준

현재 생산되는 친환경 제품은 기존의 제품들 보다 가격이 상대적으로 높고, 지나친 광고로 소비자들의 선택이 쉽지가 않다. 이에 가장 쉽게 친환경 건축 재료를 선택하는 방법을 제시하면 친환경 건축자재를 선별해주는 다양한 인증마크를 확인하는 것이다. 대표적인 친환경 건축 재료를 고르는 기준을 삼기 위한 인증마크의 종류는 '환경마크'나 친환경 건축자재 품질인증인 'HB마크'의 등급을 확인하거나 우수재활용품 인증인 GR마크, 공업표준화 인증인 KS마크 등이 이에 해당된다. 이들 인증마크들의 평가 인증 기준과 대상 등을 살펴보면 <표 8>과 같다.

<표 8> 국내 친환경 건축자재 선정기준이 되는 인증마크

항목	HB마크	환경마크	GR마크	KS마크
시험 목적	국내 건축자재 생산 업체 제품과 수입 건축 자재를 대상으로 실내 공기오염 물질(HCHO, VOCs) 방출량이 적은 제품에 대해 부여하는 친환경 건축자재 품질 인증마크	제품의 제조에서 폐기까지 전과정(LCA)에 걸쳐 자원 재활용, 에너지절약, 오염물질 저감 등 제품 전반의 환경성을 평가하는 인증마크로 친환경 상품임을 알리는 정보 전달 기능을 겸함	국내 폐자원을 재활용하여 제조된 우수 품질 제품의 생산 의욕을 고취하고, 재활용 제품에 대한 소비자의 인식개선과 지구환경보존과 자원 재활용효과를 극대화를 위해 시행	공업 표준화를 위해 제정된 공업 규격을 보급·활용하여, 제품의 품질 개선과 생산능률의 향상, 거래의 단순화와 공정화의 도모 및 소비자 보호를 위해 만들어진 마크
인증 기관	한국공기청정협회 (2004.2)	환경부 시행, 환경마크협회 위탁 운영 (1992.4)	산업 자원부 기술 표준원(1998)	98.7.24부터 한국 표준협회에서 수행(1962)
인증 대상	건축물의 실내 마감재로 사용되는 일반자재 : 페인트, 벽지, 바닥재, 접착제, 목재, 합판, 페널 등	가정용 기기에서 여가문화용품, 사무용품, 주택건축자재에 이르기까지 폭넓으며 총 120개 제품군 (2007. 1 기준)	재활용제품 중 규격 제정이 용이하고 수요가 많은 3분야 25품목을 우선적으로 실시	건축자재, 일반 품류 등 관련 산업의 파급효과가 큰 원자재를 비롯 공산품과 가공 식품까지 범위가 넓음
인증 기준	건축자재에서 방출되는 유해성 물질(HCHO 외 VOCs) 시험. 그 결과에 따라 부여	건자재는 HCHO와 TVOC, VOCs 방출량 외 12항목 자원 및 에너지 소비 등 환경 전반 평가	재활용 제품 품질을 철저히 시험·분석·평가	제조 설비, 검사설비, 검사 방법, 품질 관리 방법, 품질 보증에 필요한 기술적 생산 조건, HCHO 측정 평가
인증 성격 및 마크	민간 자율인증	환경부 공인인증	산업자원부 인증	산업자원부 인증

이 중 특히 유해물질을 저감시키는 자재를 쉽게 고르기 위해서는 환경마크와 HB마크를 받은 자재를 선정하면 되는데, GR마크를 함께 받은 제품이라면 자원의 지속적인 순환활용이라는 면에서 의미가 있어 더욱 좋은 마감재라 볼 수 있다. 단, HB마

11)Eco-Safe자재는 친환경소재이면서 건축 자료가 세실자의 건강을 추구하는 보다 안전하고 친환경 재료를 의미한다. 이에 비금속광물, 다공성 소재, 순환자원, 기술적으로 천연 소재화하는 BT와 탈취, 향균 성능을 만드는 NT기술이 융합된 재료가 추가 된다. 김태현·김병곤, 시멘트를 이용한 Eco-Safe천재의 신기술, 세라미스트, 제9권3호, 2006.6.

크는 주관기관이나 시험기관이 모두 민간 차원에서 이루어지는 제도라 법적 강제성이 없고 자율적인 면이 있어 인증 절차의 신뢰성을 좀 더 확보할 필요성이 제기된다. 그리고 국내 인증마크를 주기 위해 자재의 오염 방출량을 측정하는 방법으로 데시케이터법과 소형챔버법이 사용되고 있는데 이들 측정방법은 일반 실내 환경 조건과 상이한 조건에서 실험이 이루어져 실제 실내공기 중에서 일어나는 자재방출 특성과 거리가 있어 실제 건축물에서 인체에 영향을 주는 오염물질 검증과 좀더 현실적인 측정법에 의한 인증기준이 필요해 보인다.

(2) 국내 친환경 건축자재 생산 현황에 의한 분류 및 제품

2007년 2월 말 기준 시중에 HB마크를 받은 친환경 건축자재의 종류는 바닥재 67, 벽지 46, 페널 31, 목재(합판)2, 접착제 194, 페인트 116, 기타 건축자재 89개 인증을 받았으며 점차 그 종류가 늘어나고 있다. 환경마크(EL마크)를 받은 건축자재는 페인트 495, 벽지 25, 보온·단열재 35, 바닥재 25, 벽·천정 마감재 27, 접착제 35, 합성수지 시트 31개가 인증을 받았다. 이러한 인증을 받은 제품들은 대체적으로 오염물질을 저방출하여 실내 공기질 개선에 도움을 주거나 인체에 무해하거나 건강을 도와주는 재료들이다. 이들 재료의 인증을 받은 제품의 유형은 재활용 건축자재, 자원절약 건축자재, 건강 건축자재, 에너지절약 건축자재, 고내구성 건축자재, 자연생태 보전자재로 구분해 볼 수 있다. 다시 이들 재료 중 실내마감재를 중심으로 세분화하여 살펴보면 건강 기능성 자재, 오염물질 분해형 자재, 오염물질 저방출 자재, 천연 마감재로 구분해 볼 수 있으며¹²⁾, 이를 중심으로 인증을 받은 자재의 종류와 특징을 조사해 보면 <표 9>와 같다.

<표 9> 국내 생산 친환경 건축자재 유형별 개념 및 종류

유형	개념 및 특징	자재 종류
건강 기능성	<ul style="list-style-type: none"> 건축 자재의 기본 성능 이외에 별도의 기능을 부가하여 인체에 이로움을 주는 자재, 즉 건강을 증진시키는 자재 보통 천연소재인 숯, 황토, 천연광석, 약재 등을 혼합하여 벽지, 판재, 바닥재, 마감재 등으로 개발 천연 첨가제들은 단독 또는 혼합하여 다양하게 사용 음이온, 원적외선 방출, 습도조절 효과와 향균 기능이 있음 최근 급속하게 종류가 다양해지고 늘어나고 있으나 실질적인 효과나 기능성을 증명할 수 있는 객관적인 자료가 필요 	<ol style="list-style-type: none"> 원적외선을 방사해 주는 자재 <ul style="list-style-type: none"> - 황토, 맥반석, 육분말, 바이오 세라믹, 일라이트, 게르마늄, 규사, 규조토 등 음이온 발생 자재 : 음이온은 각종 오염으로부터 생활주변에 방출된 양이온을 흡착·중화시켜 음식물의 부패 방지, 인체의 신진대사를 원활하게 해줌 <ul style="list-style-type: none"> - 숯, 바이오 자재, 바이오세라믹, 일라이트, 나노은 제품 탈취·항균성 자재 : 숯, 석, 황토 등 자연향 발생 자재 : 향기 치료능이 있어 질병에 대한 면역성을 길러 줌 <ul style="list-style-type: none"> - 쉑, 국화, 허브식물, 향나무, 설목차 등 천연 광물질 관련 자재 : 대부분 음이온 방사 광물이며 Charcoal/ Zeolite/ Sepiolite/ Attapulgite/ Bentonite / Mica/ Kaolin/ Monazite/ Ferrite/ Zeolite/ 토르말린(Tourmaline, 전기를 띠는 광석) / 게르마늄석 / 목어석 / 맥반석/ 맥심석 / Pumice / Ilite/ Diatomaceous Earth, 호분 등과 포졸란을 이용하거나 제오라이트(규산알미늄), 스크리아(Scoria, 천연 소성 된 화산분출물) 관련 자재들로 보통 갈아서 벽지나 바닥재에 섞어서 사용되거나 블록, 타일, 판재, 벽돌 등으로 이용 수맥 및 전자파 차단 자재 : 주로 벽지와 바닥 장식재, 숯 활용 자재, 풀크 벽지류, 전도성이 우수한 도체는 잘 통과하지 못하는 원리를 이용 마이크로 은(銀)입자를 특수 가공처리 한 제품들

12)조완제 외, 공동주택의 실내공기 환경개선 방안연구, 주택도시연구원, 2003, pp.6-7

10 오염 방지 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 건축자재에 오염물질 제거형 소재를 첨가하여 자재 자체는 물론 다른 자재로부터 방출되는 오염물질과 실내공기중의 오염 물질을 함께 제거하는 제품 모든 자재를 Eco-Safe 자재로 마감할 경우 비용이 부담이 크므로 이를 해소하기 위한 보조재이며, 코팅제로 보통 분무 시공하여 유해 화합물 방출을 최소화하는 제품 탈취제, 방균제로서 실내용품, 의류, 침구용품, 일용품, 레저용품 등 광범위하게 적용 가능 성능을 정확하게 확인 할 수 있는 실험자료 부족, 특히 단기간 실험 자료에는 효능이 있거나 오나장기간 성능을 확인 자료가 부족함 	<ol style="list-style-type: none"> 1.광촉매 관련 자재 : 광촉매(이산화티타늄 TiO₂) 는 빛을 받으면 산화환원 반응을 일으켜 주위의 오염물질을 분해하고 무해한 물질로 만드는 재료로 오염방지, 공기정화, 수질정화, 살균효과, 냄새 제거 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 보통 광촉매를 벽지나 가구 등에 뿌려 코팅 처리하는 방식으로 시공함, 빛이 없는 밤에는 효과가 없다는 단점을 가짐 2.공기 촉매 관련 자재 : 공기촉매(민산치타니아화합물)는 공기 중의 산소와 수분에 반응하여 활성산소를 생성하여 촉매 반응을 일으켜 더러움, 냄새, 세균의 원인 유기물을 분해 함. 빛을 필요로 하지 않으므로 빛이 없는 곳에서도 효과가 있음. 단, 실내에 통풍이 잘 되어야 효과가 좋음 <ul style="list-style-type: none"> - 무색투명으로 금속, 목재, 유리, 섬유제품, 건축 내·외장재에 다 코팅이 가능함 3.다기능 촉매 : 인산티타니아 및 티타니아졸 등이 주 성분으로 산소와 반응하는 촉매기능과 빛에 반응하는 촉매기능의 장점을 활용하고, 단점을 보완하여 지하실이나 암실 등 통풍이 잘되지 않는 실내에서도 촉매 작용을 할 수 있는 제품 4.피톤치드 관련 자재 : 피톤치드는 식물이 자기를 보호하기 위하여 나뭇잎에서 조금씩 뿜어내는 성분으로 냄새와 세균을 없애주고 공기를 정화 시키며 다른 식물이나 암실 등 도포주는 천연물질로 이를 다량 구조의 특미세 캡슐에 담아 건축 마감재, 벽지나 붙박이장, 가구 등의 마감재 위에 도포하므로 피톤치드 성분이 실내에 지속적으로 유입되게 함으로써 공기의 질 개선
	오염 방지 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 포름알데히드, 휘발성유기화합물 저방출 자재 · HB 마크 제품(페인트, 벽지, 바닥재, 접착제, 목재등) · 환경마크 제품 중 환경성적표지 제도를 통하여 인증 받은 제품들
순수 천연 마감 재	<ul style="list-style-type: none"> · 전통 천연 자재군으로 자연으로부터 가져온 소재를 사용하여 만든 제품 · 기존 제품에 비해 가격이 고가, 간혹 성능도 떨어지거나 내구성이 낮고, 시공이 번거롭고 시간이 많이 걸리는 단점 	<ol style="list-style-type: none"> 1.황토 : 황토는 미네랄 성분을 다량 함유하여 신진대사 활동을 도와주고, 흡착성, 생분해성이 강하고, 벌집의 복층 구조로 원적외선이 다량 흡수, 저장되어 있어 열을 받으면 발산하고 다양한 미생물을 지녀 세정력, 분해력, 제독 및 해독력 등 인체의 자연회복력을 도와 줌 2.원목 : 조금 투박하고 거칠더라도 순수한 원목 그대로 사용하는 것이 좋음 3.천연페인트, 천연오일, 천연왁스, 천연섬유 등 4.기타 천연재료(천연석재, 벚짖, 겨...)

<표 9>의 경우 실내 마감재를 전체적으로 유형별로 나누어 본 것이고, 이를 기준으로 실내 부위와 용도별로 구분하여 현재 시판되는 친환경 국내 제품들을 분석하면 <표 10>과 같다.

<표 10> 국내 시장에 판매되는 친환경 건축자재 종류

구분	세부 종류
벽지	<ul style="list-style-type: none"> · 수성 잉크 벽지 · 기능성 천연 벽지 : 송진, 참승, 숙, 녹차, 향나무, 천연목, 질석, 황토, 일라이트, 규사, 규조토, 등을 혼합하여 천연접착제, 천연색소를 사용하여 특수 처리 제조된 벽지들로 혼합한 천연재료 명을 붙여 황토벽지, 녹차 벽지 등으로 불림 · 지사 벽지 / 초경 벽지 · 천연 섬유 벽지 : 면, 마, 인견, 모, 견 등의 천연섬유로 구성된 벽지 · 나노 벽지 : 항균 기능을 가진 벽지 · 한지 벽지 · 게르마늄 벽지 : 게르마늄과 다른 천연 재료와 혼합하여 만든 벽지 · 액체 벽지 : 광물과 식물성 추출물로 만든 친환경 액체로 기존의 페인트와 달리 무늬를 넣을 수 있어 벽지와 같은 느낌을 주는 벽지 · 천연 초배지 : 대나무 숲, 참숯, 숙 등을 첨가한 초배지
	<ul style="list-style-type: none"> · 수성 잉크 벽지 · 기능성 천연 벽지 : 송진, 참승, 숙, 녹차, 향나무, 천연목, 질석, 황토, 일라이트, 규사, 규조토, 등을 혼합하여 천연접착제, 천연색소를 사용하여 특수 처리 제조된 벽지들로 혼합한 천연재료 명을 붙여 황토벽지, 녹차 벽지 등으로 불림 · 지사 벽지 / 초경 벽지 · 천연 섬유 벽지 : 면, 마, 인견, 모, 견 등의 천연섬유로 구성된 벽지 · 나노 벽지 : 항균 기능을 가진 벽지 · 한지 벽지 · 게르마늄 벽지 : 게르마늄과 다른 천연 재료와 혼합하여 만든 벽지 · 액체 벽지 : 광물과 식물성 추출물로 만든 친환경 액체로 기존의 페인트와 달리 무늬를 넣을 수 있어 벽지와 같은 느낌을 주는 벽지 · 천연 초배지 : 대나무 숲, 참숯, 숙 등을 첨가한 초배지

13) 현재 유통되는 친환경 제품 분석은 마감재별로 주요 건축자재 회사 홈페이지에 안내된 제품 홍보 자료와 시중에 유통되는 제품 카탈로그를 중심으로 분류하였다.

페인트	<ul style="list-style-type: none"> · 수성 페인트: 환경 표지 인증 및 환경마크를 획득한 도료 선택 · 천연 페인트 · 음이온 배출 페인트 : 게르마늄, 바나듐 등 20여 가지의 천연 미네랄 성분이 함유된 페인트 · 맥반석 페인트 · 한방 페인트 : 옥, 천궁, 당귀, 솔잎 등을 주재료로 하여 건강기능성 강조 · 황토 페인트 · 천연세라믹 페인트 : Silicon 과 Silicone(유기 & 무기 세라믹)등 실리케이트계의 천연 세라믹원료를 사용하여 만든 페인트 · 천연콜라겐 페인트 : 달걀에서 추출한 단백질덩어리 콜라겐으로 만든 무독성 천연페인트 · 숯 페인트 : 숯을 분말 액상화하여 만든 페인트 · 광촉매 페인트 : 이산화티타늄(TiO₂) 성분을 이용, 가시광선과 작용하면서 광촉매 효과를 내는 페인트
	<ul style="list-style-type: none"> · 액상 참숯 도료 : 초배, 도배 전에 벽, 바닥, 천장 등의 콘크리트나 석고보드 면에 직접 도포하는 용도로 사용 · 천연 바니쉬 : 동유, 송진 등 식물성 천연원료로 만들 · 천연 유성오일 스테인 / 천연 수성오일 스테인 · 무공해 아쿠아 스테인, 아쿠아 방부 스테인: 수용성의 스테인 · 수용성 건축 전용 도료 : 아쿠아 오버 코팅제, 아쿠아 랩, 아쿠아 코트 등 · 수성 투명 방염 락카 : 도료 내부에 나노기술에 의하여 광촉매 원료인TiO₂를 함유시킨 락카
도료	<ul style="list-style-type: none"> · 탈착식 자연소재 : 접착제 대신 조립식으로 끼워 맞춰 시공하는 탈착식의 마루 바닥재, 온돌마루, 강화마루 중 비접착식의 현가식(흙 끼워넣기) 시공 제품 · 천연 마루 : 천연원목을 완전건조하고 천연방부 처리한 제품, 최근 대나무 그대로 이용하는 대나무 원목마루도 많이 이용됨 · 기능성 마루 바닥재 : 탈착식 강화마루나 온돌마루 제품에 황토, 옥, 녹차, 맥반석, 참숯에 한방약재인 천궁과 진귀를 첨가하여 코팅처리 한 마루 · 나노은 바닥재 : 바닥재, 표면과 이면에 '나노은'이라는 물질을 사용하여 특수 코팅한 바닥재 - 깔꼬미 나노그린, 음이온 마루 등 · 향균 타일 : 타일표면에 광촉매 향균금속을 고밀도로 특수 코팅한 제품 · 천연 황토 대리석 · 바이오 세라믹 구들 · 천연 소재 활용 기능성 PVC 제품 : 천연광물, 은나노, 나노금, 참숯, 등 다양한 건강 기능성 물질을 첨단공법을 바닥재에 적용한 제품 ex) 시중시판 제품은 플레티늄, 대소분가, 지수정, 나노참숯, 옥장판, 나노은, 구들재, 나노그린, 깔꼬미명품, 나노정맥, 내이저 라이프, 소리잠, 파르텔 등 · 천연 황토 은장판지 · 천연 소재 롱 카페트 : 마, 삼, 나무 등 천연소재의 재료로 만들어 자연적 질감을 준 카페트 · 마모롬: 아마인유(Linseed oil)와 송진(Rosin)을 혼합한 리노롬에 목재분말, 코르크 분말, 석회석 가루, 천연안료를 첨가한 천연 바닥재
바닥재	<ul style="list-style-type: none"> · 마그네슘 보드: 천연 무기질인 마그네슘을 주 원료로 한 무 석면 보드 · 코팅 보드 : 마그네슘 보드와 석고보드 제품이 다양한 칼라 데코시트로 특수 코팅 친환경 불연 고급 내장재 · 무석면 섬유 강화 시멘트 보드(CRC보드): 천연펄프인 Cellulosefiber 와 포틀랜드시멘트, 규사, 첨가제등을 물과 혼합하여 만든 보드 · 바이오 아스칼 : 규산질, 석회질 등의 주원료에 원적외선 방사 세라믹원료를 혼합하여 고수열 고압증기 양성된 제품 · 천연 무기질 텍스 : 나무에서 채취한 '천연무기질'을 주원료로 만든 제품. · 화산성 섬유질·락물 천정재 : 화산성 섬유질·락물을 이용한 재료 · 기능성 옥실 천정재 : 은나노 성분이 첨가된 기능성 옥실 천정재
천정재	<ul style="list-style-type: none"> · 황토칠 / 황토 몰탈 · 맥반석 몰탈 · 게르마늄 몰탈 : 흑운모를 주재료로 만든 몰탈 · BREATH 몰탈 : 천연 게르마늄이 다량으로 함유하고 흑운모와 맥반석 및 황토를 주재료로 혼합하여 만든 제품 · 바이오 세라믹 몰탈 · 참숯 미장 몰탈 및 참숯 액상몰탈 · 세라콜 액상 몰탈 : 천연 식물성 수지와 세라콜 신소재를 결합하여 만든 제품
미장재	<ul style="list-style-type: none"> · 황토 타일 접착제 · 마루 전용 천연 무기질 접착제 · 수성 합성수지 도배용 접착제 : 벽지 전용 친환경 접착제 · 건축용 아크릴 에멀전 수용성 접착제 : STONE COAT용, DRY BIT용, 시멘트 몰탈용, 셀프레벨링용 SJ-570 , 패턴크리트용 아크릴수지 등이 있음 · 인테리어용 수성 아크릴 접착제 : 천, 나무, 합판, PVC, 바닥재, 마루재 등 실내 인테리어의 각종 소재에 다양하게 쓸 수 있는 만능형 수용성 접착제 · 숯 첨가몰 · 천연 접착제 : 천연무기소재로 제작되는 접착제로 도배용, 카펫용으로 이용
접착제	<ul style="list-style-type: none"> · 황토 타일 접착제 · 마루 전용 천연 무기질 접착제 · 수성 합성수지 도배용 접착제 : 벽지 전용 친환경 접착제 · 건축용 아크릴 에멀전 수용성 접착제 : STONE COAT용, DRY BIT용, 시멘트 몰탈용, 셀프레벨링용 SJ-570 , 패턴크리트용 아크릴수지 등이 있음 · 인테리어용 수성 아크릴 접착제 : 천, 나무, 합판, PVC, 바닥재, 마루재 등 실내 인테리어의 각종 소재에 다양하게 쓸 수 있는 만능형 수용성 접착제 · 숯 첨가몰 · 천연 접착제 : 천연무기소재로 제작되는 접착제로 도배용, 카펫용으로 이용

이러한 친환경 건축자재도 실험에 의하면 유해성은 기존의 자재보다는 훨씬 적지만 완벽하게 유해물질이 배출이 전혀 없는 자재는 드물다. 그리고 시공 상, 유지·관리상에서 유해물질이 발생되므로 자재의 사용도 중요하지만 시공방법도 친환경적 시공방식을 따라야 함을 알 수 있다. 그러므로 설치 후 베이크 아웃이나 환기 등이 동시에 이루어져야 한다.

5. 결론

현대인들은 평균 수명을 70년이라 볼 때 일생 동안 56년간을 어떤 형태로든 실내공간에서 생활한다고 할 수 있다. 그러므로 쾌적하고 건강한 실내공간을 갖추는 것은 너무나 중요한 일이다. 그러나 현대에 발전되는 건축기술과 건축 재료는 편리함과 고효율을 목표로 기능과 효율성은 뛰어나지만 건강적·환경적 측면에서 바라볼 때 많은 문제점이 나타나고 있다. 특히 건축자재로 인한 실내 환경오염은 새집증후군, 알레르기, 화학물질과 민증 등 쉽게 원인과 치료법을 찾을 수 없는 환경질환을 야기하였으며 실내공기의 중요성을 각인시켜 주고 있다.

이에 본 연구는 구체적으로 실내 환경오염의 주요 원인이 건축자재로 인한 부분이 상당부분 차지하고 있으며 다양한 오염 물질을 배출하고 있음을 확인하고, 이러한 건축자재에 포함된 오염 물질들의 방출 특성을 파악하여 이를 기초로 하여 그 피해를 줄이는 방법들을 찾아보았다. 문헌이나 다양한 연구보고서에서 대응책으로 제시하는 방법을 분석한 결과 크게 실내 환경 조절을 통한 오염감소 방법과 근본적 대처방안으로 오염물질이 방출되지 않는 친환경 건축자재의 사용으로 구분하여 제시하였다. 건축 재료에 의한 실내오염 감소를 위한 실천방안으로 실내 환경 조절을 통한 감소 방법은 칩제, 자연환기가 고려된 공간배치나 가구 배치 등 레이아웃 통해서, 들제, 휘발성 유기화합물의 빠른 배출을 유도하기 위해 베이크 아웃, 셋제, 실내 정제된 유해물질 배출을 위해 수시 환기와 실내 온·습도 조절을 통해서, 넷제, 미세먼지 제거는 정기적인 청소로, 다섯제, 보조 수단으로 공기정화를 통한 오염물질 감소방법으로 숯이나 공기정화 식물, 물 활용 시스템, 공기청정기를 활용하는 것을 제시하였다. 이러한 방법은 시중에도 많이 제시되는 방법으로 하나의 방법을 실천하는 것보다 복합적으로 함께 실시하는 것이 효과적이다. 특히 이들 방법 중 환기는 최근 고층화, 대형화, 고밀화로 인해 자연환기의 한계가 많이 보이므로 <표 7>하단에 제시한 자연환기시스템을 기본으로 보다 더 구체적이고 효율이 높은 환기시스템과 좀 더 지능적인 기계 환기시스템 개발이 요구되어진다고 볼 수 있다. 그리고 원천적인 해결 방법인 친환경 건축자재를 사용하는 것을 제시하였다. 이미 다른 연구에서 친환경 자재에 대한 언급이 많이 나오므로 본 연구에서는 국내

시장을 중심으로 친환경 재료 선정기준으로 친환경 관련 인증마크를 제시하고, 이들 제품 중 실내 마감재를 중심으로 4가지 유형으로 구분하고 그에 따른 제품 종류를 제시하였다. 그리고 실내 부위와 용도별로 국내에서 생산되는 친환경 건축 재료들의 유형과 종류를 제시하였다. 그러나 국내 시판되는 다양한 친환경 제품들이 과연 광고 선전만큼 실제 공간에 마감했을 때 그 효과와 성능이 일치하는지는 여전히 의문이 남는 사항이다. 몇 가지 실험 보고에 의하면 40~60% 정도의 유해 물질 감소율은 보이나 외국의 기준치와 비교하였을 때 만족할만한 실내 공기 환경의 개선이 이루어지지 않고 있다. 그러므로 실내환경 오염 감소를 위해서는 친환경 건축자재 사용이 우선시되어야 하며, 오염물질 방출 특성상 초기에 가장 많이 방출되므로 초기 방출량을 줄이는 것에 초점을 두는 것이 바람직하며, 시공방법의 개선이 이루어져야 하며 베이크 아웃과 실내환경 조절을 통한 환기, 공기정화식물, 숯, 실내분수 등의 사용이 동시에 이루어져야 한다.

현재 국내 친환경 마감재는 2000년 이후 매우 빠르게 많은 수의 인증제품들이 나오고 있다. 그러나 마감재의 친환경성의 발전도 함께 이루어졌는지에 대한 의문이 든다. 향후 국내에서 건축의 실내오염 감소를 위해서는 무엇보다 진정한 Eco-Safe 자재 개발이 이루어졌을 때 공기정화를 위해 시행되는 여러 가지 기회비용도 줄여주고 편리함을 제공해준다고 여겨진다. 이를 위해서는 기존 개발 제품을 사용한 거주지 환경평가와 함께 사용자 만족도 등의 조사가 이루어져 실제 개발 데이터로 삼는 과정을 통한 연구가 이루어지고, 이를 토대로 국내 현실과 환경에 맞는 Eco-Safe 자재 개발과 산업계의 적합한 기준치가 만들어져야 한다. 21세기 환경시대는 국제적 기준을 능가하는 보다 친환경적이고, 건강하고 안전한 소재로서, 경제적이며 용도와 활용성이 매우 향상된 친환경 자재 개발은 선택이 아닌 필수사항으로 여겨진다. 이러한 건축 자재 개발은 국민 건강은 물론 국내 건축자재 산업체 활성화와 국제경쟁력 확보에도 중요한 부분으로 여겨진다.

참고문헌

1. 강경인·김광희, 이제는 집도 웰빙이다, 도서출판 대가, 2004
2. 마사오 이노우에, 김현중 역, 새집증후군의 실체와 대응전략, 한국복제신문사, 2004
3. 송현진·김득현 저, 새집증후군을 아십니까? - 새집증후군의 법률적 조명, 법률출판사, 2005
4. 안옥희, 주거환경학, 기문당, 2002
5. 이송미, 공해천국 우리집, 소담출판사, 2004.
6. 이현숙, 콘크리트 아파트에서 건강하게 사는 49가지 방법, 이지북, 2005
7. 일본건축학회편, 김현중 역, 새집증후군 대책의 바이블, 선진문화사, 2004
8. 임만택, 실내환경 오염과 알레르기의 대책, 한국건축학회, 건축 2005.5
9. 유영식, 화학물질과민증, 새집증후군, 알레르기, 도서출판 대학서림, 2004
10. 에노모토 가오르, 이윤하 역, 새집증후군, 알람, 2004

11. 정동효, 생활 속의 곰팡이, 유한문화사, 2000
12. 후나세 슌스케, 엄영근 옮김, 콘크리트 주택에서는 9년 일찍 죽는다, 한국 목재 신문사, 2004
13. 강승모·박기덕, 공동주택에 있어 친환경 실내디자인의 국내 추이에 관한 연구, 한국실내디자인학회 제14권 1호, 2005.2
14. 강승모, 실내디자인에 있어 환경친화성 재료 사용의 가이드라인에 관한 연구, 한국실내디자인학회, NO40. 2003.10
15. 김강석 외 3인, 실내공기오염에 대한 국민의식 조사와 정책방안 연구, 한국 환경 정책·평가 연구원, 2001.12
16. 김윤신, 겨울철 실내공기오염 관리방안, 환경보전 325권, 2000
17. 김태현·김병곤, 시멘트를 이용한 Eco-Safe건재의 신기술, 세라미스트, 제9권3호, 2006.6.
18. 백용규, 웰빙문화 정착을 위한 공기환경, 대한 설비공학회, 설비저널, 2006
19. 이언구, 신축공동주택의 실내 공기환경 개선방안, 대림기술정보, 2004.12
20. 조완제 외 3인, 공동주택의 실내공기 환경개선 방안연구, 주택도시연구원, 2003
21. 한국공기청정협회, 오염물질 방출 건축자재 선정관련 연구, 환경부, 2003.1
22. 메드시티 <http://www.medcity.com>
23. 아토피아이 http://www.rexairkorea.com/in/atopy_1.htm
24. 환경부홈페이지 www.me.go.kr

<접수 : 2006. 12. 31>