

실내마감재의 친환경성능 판정기법 및 성능등급의 분류체계에 관한 연구

A newly-established evaluation methodology of the sustainable performance degree of interior architectural finishes

이 지 순* 윤 정 숙**
Lee, Ji-Soon Yoon, Chung-Sook

Abstract

This paper aims to provide pragmatic application guidelines of the interior finish materials for apartment houses with newly-established evaluation methodology of the sustainable degree of interior products. With reference to the standards and criteria of domestic eco-labeling accreditation schemes for sustainable products in the area of architecture which focus on the sustainable elements classified as the health, recyclability, durability, and energy efficiency, in this study, a systematic evaluation method has been established for interior finish products with quantifiable indicators for sustainable performance. Base on the evaluation system introduced here, most interior finish products can be classified into a database and applied effectively to the realities from the perspective of the sustainability. There are the necessities of enforcement issues with the idea of revising or taking remedial measures of the current performance criteria of domestic eco-labeling accreditation to bolster their reliability. As well as already-commercialized products, hereafter, continued efforts are needed to control the whole process of manufacturing new interior finish products from their designing, constructing, consuming, recycling and to dismantling in terms of sustainability, which promises more pragmatic follow-up measures for the detail embodiment of the environment-friendly spaces.

키워드 : 실내 마감재, 친환경 마감재, 친환경라벨링, 친환경 성능평가, 지속성능 요소

Keywords : Interior finish materials, Environment-friendly interior finishes, eco-labeling accreditation, sustainable performance evaluation, sustainable factors

1. 서론

현대인들은 생활의 대부분인 80% 이상을 실내에서 활동하고 있어 쾌적하고 건강한 실내환경이 중요하며 최근 들어 건축자재의 유해한 화학물질 방출에 따른 '새집증후군' 등의 문제로 실내공기 환경에 대한 관심이 증가하는 추세이다.

이러한 관심의 증가에 따라 각종 친환경 건축자재들이 개발되고 사용되었고, '다중이용시설 등의 실내공기질 관리법'과 관련하여 건축자재의 등급화가 필요하게 되었으며 이에 환경부 등의 단체에서는 친환경 건축자재의 친환경 성능을 입증하고 등급과 인증마크를 부여해주는 친환경 건축자재 인증제도를 시행중에 있다.

건축자재의 피해를 줄이기 위한 가장 원천적인 방법은 친환경 건축자재, 특히 Eco-Safe 자재¹⁾를 사용하는 것이

다. 그러나 최근 들어 시중에 다양한 친환경 재료들이 출시되면서 선택의 폭을 점차 넓히고 있다. 현재 생산되는 친환경 제품은 기존의 제품 보다 가격이 상대적으로 높고, 지나친 광고로 소비자들의 선택이 쉽지가 않다. 이에 가장 쉽게 친환경 마감재를 선택하는 방법으로는 친환경 건축자재를 선별해주는 다양한 환경라벨링(environmental labelling)을 확인하는 것이다.

환경라벨링(environmental labelling)이란 제품의 자원·에너지 사용, 환경오염 배출, 인체·생태계 유해영향 등 환경과 관련한 정보를 소비자에게 전달함으로써 '동일 용도의 타제품에 비해 상대적으로 환경성이 우수한 제품(친환경제품)' 사용을 촉진하기 위하여 제품에 표시, 문구, 도안 등을 부착하는 것을 의미한다. 즉, 시장을 통한 친환경제품

1) Eco-Safe자재는 친환경 소재이면서 건축 재료가 재실자의 건강을 추구하는 보다 안전하고 친건강 재료를 의미한다. 이에 비급속광물, 다공성소재, 순환자원, 기술적으로 천연소재화하는 BT와 탈취, 항균성능을 만드는 NT기술이 융합된 재료가 주가 된다. 김태곤 외, 시멘트를 이용한 Eco-Safe 건재의 신기술, 세라미스트, 제9권3호, 2006, 6.

* 주저자 및 교신저자, (주)플랜잇 대표, 연세대학교 실내건축학과 강의교수, 이학박사 (ljs807@hanmail.net)

** 연세대학교 실내건축학과 명예교수, 학술박사 (csyoon@yonsei.ac.kr)

의 인센티브 정책수단으로서 널리 활용되는 것이 환경라벨링 제도이다. 이러한 환경라벨링 제도는 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development), UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development), UNEP(United Nations Environment Program), ISO (International Standardization Organization) 등 국제기구에서 규정한 정의에 따르면 단일 환경성 정보 표시부터 네거티브 환경성 정보 표시까지 광의의 의미를 가지고 있으며, 법적 강제성 여부, 운영주체, 기준 검토구조, 적용범위, 평가기준 특성 등에 따라 다양하게 분류될 수 있다.

환경라벨링제도 중 가장 대표적인 ISO 분류의 제1유형 환경라벨링은 1978년 독일 연방환경청이 최초로 도입한 이래 유럽, 미국, 캐나다, 일본 등 선진국을 중심으로 도입되었다. 그리고 1990년대부터 우리나라를 비롯한 대만, 중국, 브라질 등 개발도상국에도 급속히 확산되어 현재 전 세계 48여개 국가에서 유사한 제도를 시행하고 있다.

그러나 무분별한 인증제도의 시행과 소비자의 인식 부족 등으로 현재의 인증제도는 계속해서 문제가 제기되고 있는 실정이며 제도의 보완과 개선이 요구되고 있다.

본 논문에서는 현재 사용되고 있는 국내의 친환경 인증제도의 현황을 알아보고 이를 통해 실내마감재의 친환경 성능수준을 효과적으로 판정하기 위한 기법을 제시하고자 한다.

2. 친환경성능 판정을 위한 친환경 인증제도

2.1 환경레벨링(environmental labeling) 제도

국외의 경우에는 각 국가별로 <표 1>과 같은 재료인증 카테고리들을 포함하는 환경레벨링(environmental labeling) 제도가 운용되고 있다. 독일은 정부가 환경라벨링 제도를 주관한 최초의 국가로서 많은 다른 국가들의 모델이 되어왔다. 이후 일본, 미국, EU 등 선진국 중심으로 환경라벨링이 도입되어 현재 우리나라를 포함하여 전 세계 48개국이 시행 중이다.

표 2. 국가별 환경레벨에 포함된 재료인증 카테고리

국가	계획	인증카테고리
독일	BLUE ANGEL	폐종이로 만들어진 재료, 재생 유리로 만들어진 재료, 재생석고로 만들어진 재료, 저오염 바니시, 석면을 tM지 않는 바닥재, 납 또는 크롬산염이 적게 함유된 페인트, 방부제를 적게 함유한 목재상품
캐나다	Environmental Choice	재생 목재의 섬유소로 된 절연재, 수성페인트, 열회복 환기설비(Heat Recovery Ventilators), 재생 플라스틱으로 만들어진 제품
일본	Ecomark	절연재, 50%용재(Blast furnace Slag)를 포함한 시멘트
미국	LEED	에너지 효율, 실내공기 품질, 오존층 보호, 폐기물 재활용
캐나다	C-2000	에너지 효율, 환경영향, 기능성과 수명

일본은 1990년대 중반이후 건축내장재에 대한 포름알데히드 대책, 주택전반에 걸친 환기대책, 실내공기중의 화학물질 농도에 따른 대책 등 다각도로 실내공기질 문제를 다루고 있다. 캐나다는 연방부서인 Heh Canada에서 포름알데히드, 이산화탄소, 오존, 미세먼지, 라돈 등 주거공간의 실내공기질에 대한 노출가이드라인을 제시해 시행하고 있으며, 1988년부터 캐나다환경부에서 접착제, 페인트, 카펫 등 건축자재에 대해 Environment Choice M Program을 시행하고 있다. 핀란드는 환경부(MDE)에서 실내공기 권고기준을 시행하고 있고, 핀란드 실내공기질 협회주관으로 실내공기질 인증제도를 지난 2000년부터 시행하고 있다.

2.2 LEED의 친환경 실내건축재료의 성능기준

건축공간의 친환경 성능을 국제적으로 평가하고 공인하는 대표적인 인증기준으로 2000년부터 미국 그린빌딩위원회 (Green Building Council)에서 개발하고 시행하고 있는 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) 인증시스템을 들 수 있다. 주거환경의 경우, 2008년에 개정된 LEED for Homes, Version 2008에 의해 세부적인 평가항목과 기준이 제시되어 있다. 주택의 전반적인 친환경 성능은 크게 8개의 항목, 즉, (1) 디자인의 혁신(ID : Innovation in Design), (2) 입지의 사회성(LL : Location and Linkage), (3) 입지의 지속가능성(SS : Sustainable Sites), (4) 수자원 효율(WE : Water Efficiency), (5) 에너지 효율(EA : Energy and Atmosphere), (6) 재료와 자원(MR : Materials and Resources), (7) 실내환경의 질(IEQ : Indoor Environmental Quality), 및 (8) 인식과 교육(AE : Awareness and Education)에 관한 세부항목을 검토하여 점수화한다. 총 136점 만점에 45점 이상을 획득하면 LEED 최하등급의 인증을 획득하며, 다음의 <표 2>와 같이 점수 구간에 따라 4가지 등급에 해당되는 인증을 획득한다.

표 2. LEED 인증 등급별 평가 점수

주거건물용 LEED 인증 등급	LEED 평가점수
Certified	45 - 59
Silver	60 - 74
Gold	75 - 89
Platinum	90 - 136
총 점	136

본 연구의 대상인 주거용 친환경마감재에 관한 기준과 평가 항목은 전술한 8대 평가항목 중 재료와 자원(MR: Materials and Resources)에 해당되며, 총 16점을 배정하여 만점에 대한 배점 비율이 12%에 이르는, 4번째로 중요한 평가항목으로 인정받고 있다. 재료와 자원(MR) 항목은 세 가지 평가항목으로 다시 세분화되며 그 구성요소와 점수 배분은, (1) 구조재 사용의 효율성(MR1: Material-Efficient Framing)에 5점, (2) 친환경 제품(MR2: Environmentally Preferable Product)에 8점, 그리고 (3) 폐기물의 최소화

(MR3: Waste Management)에 3점을 부여하고 있으며 상대적으로 친환경 재료를 사용한 제품에 대한 평가 비중이 가장 높다. 인증기준은 각 세부 항목별로 구분되어 있으며 재료의 사용과 관련된 구조재 사용 효율(MR1)과 폐기물의 최소화(MR3)의 경우 양적인 기준으로 상대적으로 단순하나, 재료의 환경성능에 관련된 친환경 제품(MR2)의 인증기준은 매우 정교하고 체계적인 형태로 제시되고 있다. 구조재 사용 효율(MR1)의 경우, 자재의 사용률이 90% 이상 일 것을 요구하고 있으며 표준화, 모듈화 및 기성화(Prefabricated modules)의 경우 자재 사용효율이 높은 것으로 간주되어 가점을 부여하고 있다. 폐기물의 최소화(MR3) 항목의 경우, 1평방피트(0.09m²)의 공조공간을 건축할 때 2.5파운드(1.13kg)이하의 폐기물을 발생시킬 것이며, 부산물의 발생을 억제할 것을 요구하고 있다. 환경 제품(MR2)에 대한 인증기준은 환경적인 측면에서의 특정 허용 기준을 만족하는 재료와 제품을 사용하도록 제한하고 있다. 가장 많이 사용되는 목재의 경우, 친환경적 목재생산의 국제적 인증인 지속가능한 산림기준(FSC-Certificated: Forest Stewardship Council 인증)을 만족하는 제품을 사용하도록 요구하고 있으며, 원재료의 경우에는 무게나 부피기준으로 90% 이상을 친환경 기준을 만족하는 재료로 제품화할 것으로 요구하고 있다. 재생품은 재활용 재료가 25%이상 포함되어 있어야 하며, 운송에너지의 절감을 위해 인근지역 내에서 추출되거나 생산된 제품의 사용이 권장된다. 접착제, 충전제 및 도료나 코팅제품에 대한 환경오염물질의 방출에 대한 기준은 휘발성 유기화합물(VOC)의 발생을 최소화하여야 하며 세부 기준으로 다음의 <표 3>과 같다.

표 3. 건축재료의 휘발성 유기화합물 방출 허용 기준(LEED 2008)

재료 종류	세부 품목 및 용도	VOC 허용 기준 (g/L)
도료 및 코팅제	실내벽 및 천장용 페인트	수평부위: 50 경사부위: 150
	실내 절물용 부식방지 페인트	250
	목재 마감용 바니시 (Varnish)	350
	바닥 코팅제	100
	충진제 (Sealer)	방수용: 250 기 타: 200
접착제	패널 및 실내 카펫용 접착제	50
	유리 및 목재 바닥재용 접착제	100
	고무 바닥재용 접착제	60
	일반 다용도 접착제	70
	PVC 접착제	510
	시멘트용 접착제	250
	특수용 접착제	250

2.3 국내 친환경 인증제도

우리나라는 정부 주도의 친환경제품 개발·생산 및 판매 촉진이 가장 활발한 국가 중 하나이다. 1992년부터 '환경표지제도'라는 명칭으로 환경라벨링 프로그램을 도입하였으며, 1994년 12월 22일 제정된 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」²⁾에 근거하고 있다. 환경라벨링 제도는 1995년

우선구매제도의 시행, 2004년 12월 31일 「녹색제품 구매촉진에 관한 법률」 제정을 통한 공공기관 의무구매제도 시행 등을 통하여 정부 주도의 친환경 제품정책으로 본격적인 자리매김을 하였다. 환경라벨링제도는 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경라벨링(마크)을 표시하여 제품에 대한 정확한 환경정보를 소비자에게 제공하고, 기업으로 하여금 소비자의 선호에 부응하여 환경친화적인 제품을 개발·생산하도록 유도하는 제도이다. 환경라벨링제도는 2011년 7월말 현재 148개 대상제품군에 대한 인증기준을 시행하고 있으며, 1603개 업체의 7,463개 제품이 인증을 받았다.³⁾

친환경 건축재료를 선정하는 기준이 되는 대표적인 인증마크에는 '환경마크'나 친환경 건축자재 품질인증인 'HB마크'의 등급을 확인하거나 우수재활용품 인증인 'GR마크', 공업표준화 인증인 'KS마크' 등이 이에 해당된다.⁴⁾ 이 중 특히 유해물질을 저감시키는 자재를 쉽게 고르기 위해서는 환경마크와 HB마크를 받은 자재를 선정하면 되는데, GR마크를 함께 받은 제품이면 자원의 지속적인 순환활용이라는 면에서 의미가 있어 더욱 좋은 마감재라 볼 수 있다. 2011년 10월 29일부터 시행하는 「환경기술 및 환경산업 지원법」에 근거하여 인증기준을 시행하고 있는 환경라벨링제도의 대표적인 4가지 친환경인증마크의 세부적인 인증기준요소를 살펴보면 <표 4>와 같다.

표 4. 국내 친환경 건축자재 선정기준이 되는 인증마크

항목	환경마크	HB마크	GR마크	KS마크
시행 목적	제품의 제조에서 폐기까지 전과정(LCA)에 걸쳐 자원 재활용, 에너지 절약, 오염물질 저감 등 제품 전반의 환경성을 평가하는 인증마크로 친환경 상품임을 알리는 정보 전달 기능을 겸함	국내 건축자재 생산업체 제품과 수입건축 자재를 대상으로 실내 공기오염물질(HCHO, VOCs) 방출량이 적은 제품에 대해 부여하는 친환경 건축자재 품질인증마크	국내 폐자원을 재활용하여 제조한 우수품질 제품의 생산의욕을 고취하고, 재활용 제품에 대한 소비자의 인식개선과 지구환경보존과 자원 재활용 효과를 극대화를 위해 시행	공업 표준화를 위해 제정된 공업 규격을 보급·활용하여, 제품의 품질개선과 생산물의 향상, 거래의 단순화와 공정화의 도모 및 소비자 보호를 위해 만들어진 마크
인증 기관	환경부 시행, 환경마크협회 위탁 운영(1992.4)	한국공기청정협회 (2004.2)	산업자원부 기술표준원(1998)	98.7.24부터 한국표준협회에서 수행(1962)
인증 기준	건자재는 HCHO와 TVOC, VOCs 방출량 외 12항목 자원 및 에너지 소비 등 환경 전반 평가	건축자재에서 방출되는 유해성 물질(HCHO와 VOCs)시험결과에 따라 부여	재활용 제품 품질을 철저히 시험·분석·평가	제조 설비, 검사 설비, 검사 방법, 품질관리 방법, 품질 보증에 필요한 기술적 생산 조건, HCHO 측정평가

- 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」은 2011년 4월 28일 공포하고 2011년 10월 29일부터 시행하는 「환경기술 및 환경산업 지원법」으로 제명하여 변경되었음.
- 고태원, 환경표지제도에 대한 효율적인 운영 방향, 한국환경산업기술원, Special Issues GGGP(Global Green Growth Policy) 제 47호, 2011. 06.
- 김자경 외, 실내 환경오염 감소를 위한 건축마감 재료에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집, 제16권 2호, 2007, 4

2.3.1 환경마크⁵⁾

환경마크제도는 동일용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경마크를 표시하여 정확한 환경보호를 소비자에게 제공하고, 기업으로 하여금 소비자의 선호에 부응하여 환경제품을 개발, 생산하도록 유도하는 제도이다. 우리나라의 경우 환경마크제도의 운영은 환경부와 한국환경산업기술원이 담당하고 있다. 법적근거는 환경기술개발 및 지원에 관한 법률에 근거하고 있으며, 환경마크는 2010년 기준으로 143개 대상제품군에 대한 인증기준이 운영되고 있다. 환경마크의 인증기준요소는 ① 실내공기오염 저감 ② 유해물질 저감 ③ 유효자원 재활용으로 분류할 수 있으며, 다음의 <표 5>는 마감재 종류별 인증세부기준을 제시한 내용이다.

표 5. 마감재 종류별 환경마크의 인증세부기준

종류	인증 기준		
	환경 기준	품질 기준	소비자 정보
바닥재 벽재 천장재	·제조과정에서 자원소비와 화학 물질 사용 및 오존층파괴 물질배출 기준의 적합성 ·사용 및 폐기단계에서 유해 물질 배출기준의 적합성. ·사용단계에서 제품수명 기준의 적합성 ·사용단계에서 유해물질 배출 기준의 적합성	·한국산업규격 또는 우수재활용제품 인증규격의 적합성 ·단체 및 인증규격의 해당 품질기준의 적합성	·제품의 소비단계에서 해당제품이 인증사유, 실내공기오염저감, 유해물질저감, 유효자원 재활용에 기여하는 사항에 대한 표시.
접착재	·제조과정에서 납(Pb),카드뮴(Cd), 수은(Hg)과 같은 화학물질 사용단계에서 안전성 기준의 적합성 ·사용단계에서 VOCs, 톨루엔 및 폼알데하이드와 같은 오염물질 배출 기준의 적합성	·한국산업규격 또는 우수재활용제품 인증규격의 적합성 ·인증규격의 해당품질기준의 적합성	·소비단계에서 인증사유, 실내공기오염저감, 유해물질저감, 유효자원 재활용에 기여하는 사항표시. ·실외사용 경우 해당정보 표시.
도장재	·사용단계에서 오염물질배출과 관련하여 VOCs, 톨루엔 및 폼알데하이드 등 제품의 휘발성분은 해당 기준의 적합성 ·제조과정에서 납, 카드뮴, 수은, 비소, 안티몬 등 화학물질사용 및 사용단계에서 안전성과 관련하여 제품은 해당기준의 적합성	·한국산업규격 또는 우수재활용제품 인증규격의 적합성 ·인증규격의 해당품질기준의 적합성	·용도 표시, 제품사용시 최대희석비 표시 ·소비단계에서 인증사유, 유해물질저감, 대기오염물질저감, 실내공기오염저감 사항에 대한 표시.
벽지 시트	·제조과정에서 염화비닐수지(PVC), 할로젠계 합성수지와 같은 화학물질 사용과 관련하여 해당기준의 적합성 ·사용단계에서 VOCs, 톨루엔 및 폼알데하이드 등 해당 기준의 적합성 ·박리지를 사용하는 제품의 경우 고지사용률이 20% 이상 일 것.	·일광,마찰견뢰도, 온패성, 시공성, 습윤강도, 내황화성, 난연성, 갈포벽지기준의 적합성	·제품의 소비단계에서 해당제품이 인증사유, 실내공기오염저감, 유해물질저감, 유효자원 재활용에 기여하는 사항에 대한 표시.

2.3.2 HB 마크⁶⁾

HB마크는 한국공기청정협회 정관 제4조에 의거 주로 국내의 유통되는 건축자재를 대상으로 화학물질 방출강도를 평가하여 품질을 등급별로 인증함으로써 자율적인 품질관리를 행할 수 있도록 권장하며 제품의 품질향상에 기여함에 그 인증목적이 있다. 인증대상은 건축물의 내장재 중 실

내마감자재로 사용되는 일반자재(판, 패널 및 보드, 목재류, 바닥재, 벽지 등의 물 형태의 제품)와 페인트, 퍼티, 접착제, 실란트 등으로 구분하여, 다음과 같은 자재를 대상으로 한다. ① 국내 건축자재 생산업체의 제품과 수입하는 건축자재를 대상으로 한다. ② ①항에 해당하는 제품 중 현재 시중에 유통되는 제품 또는 현장에 납품되는 건축자재를 대상으로 한다. (시제품 및 개발제품은 제외) ③ ①, ②항 이외에도 한국공기청정협회가 필요하다고 인정하는 경우에는 이 규정에 따라 시험 인증 할 수 있다. ④ 단 건축자재 중 실내마감자재 생산에 사용되는 원·부자재는 인증 시험 적용대상에서 제외한다.

인증평가요소는 국내외에서 생산되는 건축자재에 대한 유기화합물(TVOC, HCHO)방출 강도를 한국공기청정협회가 제정한 친환경 건축자재 단체품질인증 규정에 의하여 공인시험기관에서 엄격하고 철저한 품질인증시험을 한다. 중급속 기준은 신청제품에 함유된 납, 카드뮴, 수은 및 6가 크롬의 합은 질량분율(質量分率)로 0.1퍼센트 이하 일 것으로 한다.

친환경 건축자재 인증등급은 다음의 <표 6>과 같이 실내오염물질인 TVOC 및 HCHO의 발생원이 되는 건축자재의 분류 방안으로 건물의 시공시 방출강도가 낮은 등급의 자재를 선정하도록 유도하고, 적절한 건축자재의 선정으로부터 실내공기환경을 개선하기 위하여 건축자재로부터 방출되는 TVOC와 HCHO 농도의 인증등급을 설정하여 건축자재의 분류방안을 제시하였다.

표 6. HB마크의 인증등급

등급	인증등급			
	일반자재,페인트	접착재	실란트	
최우수	TVOC	0.01 미만	0.01 미만	0.25 미만
	5VOC	0.03 미만	0.03 미만	0.075 미만
	HCHO	0.015 미만	0.015 미만	0.015 미만
우수	CH3CHO	0.015 미만	0.015 미만	0.015 미만
	TVOC	0.10~0.20 미만	0.10~0.30 미만	0.25~0.75 미만
	5VOC	0.06 미만	0.09 미만	0.022 미만
양호	HCHO	0.015~0.05 미만	0.015~0.05 미만	0.015~0.05 미만
	CH3CHO	0.015~0.05 미만	0.015~0.05 미만	0.015~0.05 미만
	TVOC	0.20~0.40 미만	0.30~0.60 미만	0.75~2.5 미만
	5VOC	0.12 미만	0.18 미만	0.75 미만
양호	HCHO	0.05~0.12 미만	0.05~0.12 미만	0.05~0.12 미만
	CH3CHO	0.05~0.12 미만	0.05~0.12 미만	0.05~0.12 미만

5VOC: 신축공동주택의 실내공기질 물질(벤젠,톨루엔,에틸벤젠,자일렌,스티렌)

2.3.3 GR마크⁷⁾

GR(Good Recycled Product)인증은 자원재활용 녹색기술개발을 통해 품질이 우수한 재활용제품을 정부가 인증함으로써, 그 동안 소비자가 외면해오던 재활용제품의 품질을 향상시켜 소비자의 불신을 해소하고 그 수요를 확대하기 위한 제도로서 자원 순환과 에너지 절감을 도모하여 저

5) http://ecolabel.koeco.or.kr/intro/intro01_1.asp?search=1_1
 6) http://www.kaca.or.kr/mark/hb_go.asp#HP1
 7) <http://www.kats.go.kr/gr/>

탄소 녹색성장에 일조하는 정부 직접인증제도이다. GR마크 인증제도의 목적은 국내에서 발생된 폐자원을 재활용하여 제조한 우수품질 제품의 생산의욕을 고취하고, 재활용 제품에 대한 소비자의 인식개선을로 구매 욕구를 유발하여 지구환경보존과 자원 재창출효과를 극대화하고자 제정한 우수제품 품질인증마크이다.

GR인증 평가요소 (60점 이상/총 100점)는 ① 품질 및 환경경영(5점) ② 원자재의 관리(20점) ③ 공정관리(20점) ④ 제품의 품질관리(30점) ⑤ 검사설비의 관리(20점) ⑥ 기타(5점)이다. GR마크 인증제도의 환경친화성은 제품의 제조·유통·소비·폐기 등 전 과정에서 의 ① 유해성, ② 환경영향, ③ 에너지·자원소비량 ④ 재자원화의 용이성 및 ⑤ 공정의 청정화 등의 기술적 측면을 평가한다.

GR인증 대상 품목은 <표 7>과 같이 총 15개 재활용분야 227개 품목으로, 5개 품목 (재활용 도료, 재활용 복합체 바닥판, 재활용 플라스틱 마루 바닥재, 재활용 목재 플라스틱 복합체 플로어링 보드, 재활용 플라스틱 폴리염화비닐계 바닥재)이 건축내장재와 직접적 관련이 있는 것으로 분석된다.

표 7. GR마크 인증대상 제품 (총15개 재활용분야 227품목)

분야	대상제품
페플라스틱	재활용플라스틱 욕포상자, 메칠용 배수관 등 74종
페요업	재활용골재 콘크리트 호안블럭, 아스콘 등 38종
페이	인쇄용지, 전자복사용지 등 30종
페고무	재활용고무, 어린이 놀이터용 바닥재 등 26종
페목재	파티클보드, 재활용 복합체 바닥판 등 18종
유기성페기물	부산물비료(퇴비), 사료용 유지 등 12종
페유리	재활용글라스울 단열재 등 9종
페섬유	재활용 섬유흡입재 등 9종
페식용유	재활용 고품세탁미누 등 8종
페금속	주철 철사집을 재활용한 주철괴 등 8종
폐산,폐알칼리	재활용 황산알루미늄 등 4종
폐유기용제	재활용도료 등 3종
폐수처리모니	하수슬러지 연료탄 등 2종
폐유	정제연료유 등 2종
식물성잔재물	목초액을 이용한 액상산업용 탈취제 등 3종
폐전지	재활용 니켈카드뮴 축전지 등 2종

2.3.4 KS 마크⁸⁾

KS 마크는 제품에 대한 품질관리와 표준화에 대한 일반적인 인증제도로서, 세부 건축 마감재에 대한 KS 제품군의 규모나 기준 설정이 다소 미흡한 것으로 나타난다. 인증기준 요소는 ① 표준화 ② 자재의 관리 ③ 공정 관리 ④ 제품의 품질관리 ⑤제조설비의 관리 ⑥ 검사설비의 관리 ⑦ 제품시험을 위한 샘플링 방식이다. 인증기준은 제품의 자체특성과 제품의 용도 및 종류에 따라서 맞춤형 인증기준이 설정, 운용되고 있어 각 제품별로 다양한 인증기준을 포괄적으로 명시할 수는 없으나, 인증기준 요소의 기본 요건을 각 제품의 특성과 필요성에 따라 응용적으로 적용한 기준을 제시하고 있다. 대표적 인증대상 건축마감재의 종류

는 건축용 착색 금속 천장재, 수지 천장판, 내장용 PVC 패널, 도자기질 타일용 접착제, 벽 바름재, 페인트, 수성 도료, 유성 도료, 천연 무늬목 마루 치장판, 치장 목질 마루판, PVC 바닥재, 시멘트계 바닥용 인조 석판 등이다.

3. 실내마감재의 친환경 성능수준 판정을 위한 적용기법

3.1 친환경 인증제도와 친환경 성능요소의 연관성

각 인증제도의 성능기준과 실내마감재의 친환경 성능기준요소와의 연관성을 규명하고, 기존의 친환경 인증라벨링 제도를 실내마감재의 친환경 성능수준을 판정하는데 적용하고자 한다. 실내마감재의 차원에서 정의되는 친환경성을 구성하는 요소는 건강성, 재활용성, 장수명성, 에너지절약성이다. 이와 같은 요소를 중점적으로 고려하여 정립된 4가지 친환경 인증라벨링제도의 평가요소 성능기준별 특성은 세부적으로 다음과 같이 정리된다.

① 환경마크는 유해물질 저감을 통한 실내오염의 방지와 유효자원 재활용을 통한 자원 및 에너지의 효율적 이용에 중점을 둔 환경기준성능과 아울러 장수명성과 연관이 깊은 품질성능기준 및 관련 정보를 소비자에게 공시하는 방법 등 매우 포괄적인 관점에서 제품의 친환경성을 평가하고 있다.

② HB마크는 제품의 휘발성 유기화합물과 포름알데하이드와 같은 실내공기오염물질의 방산 정도를 중점적으로 평가하여 친환경 성능요소 중 건강성과 관련이 깊다. 세부적으로 유해물질 방출기준을 3등급으로 구분하여 차별화된 건강 성능등급을 인증하고 있다.

③ GR마크는 폐자원의 이용여부와 자원재생을 고려한 제품기획 및 생산기법의 적용을 중점적으로 평가하여 친환경 성능요소 중 자원의 재활용성과 관련이 깊다. 그러나 제품에서 발산되는 실내 유해물질의 종류와 방출량에 관한 기준을 적용하여 제품의 유해성을 인증하며, KS 인증기준을 적용하여 품질과 에너지 성능에 대한 전반적인 평가를 병행하고 있다. 건축 마감재의 경우 폐자재를 재활용하거나 재자원화를 고려하여 생산된 제품이 적어 GR마크를 획득한 제품이 많지 않다.

④ KS마크는 제품의 표준화와 규격화를 통한 내구성의 인증 및 품질관리 항목을 중점적으로 평가하는 등 친환경 성능요소 중 장수명성 및 에너지 성능과 관련이 깊다. 또한 환경마크와 GR마크를 인증하는 기준으로 KS규격이 적용되므로 KS마크를 획득하면 환경마크와 GR마크의 인증조건에 보다 용이하게 작용한다.

상기의 네 가지 환경인증 마크의 평가요소 및 인증기준을 상대적인 기준으로 차별화, 통합화하여 친환경성능 구성요소와의 상관관계를 고찰하여 보면, 모든 인증 기준이 전반적으로 구비해야 하는 일반적인 친환경 성능과 각 인증기준이 중점적으로 강조하는 특정 친환경 성능이 있으며 상호 보완적인 적용체계를 다음의 그림 1과 같이 정립할 수 있다.

8) <http://www.kssn.net/KsSpread/KSJudge.asp>



그림 1. 친환경 인증라벨링제도와 실내마감재 성능기준요소와의 연관성

3.2 실내마감재의 친환경 성능평가 요소의 척도

친환경 인증제도와 친환경 성능기준요소와의 연관성을 바탕으로 4가지 환경인증라벨링제도의 인증기준의 세부적인 항목기준치를 상대적으로 비교하고, 종합하여 실내마감재의 친환경 성능수준 판정요소의 척도를 정립하였다.

환경인증라벨링제도와 친환경 실내마감재 성능기준요소와의 연관성을 고찰한 바와 같이 환경마크의 경우, 건강성, 재활용성, 장수명성 및 에너지 성능의 4가지 친환경 성능을 구성하는 기준요소를 모두 고려하여 친환경 마감재를 선정하고 있다. 이에 반해 HB마크는 실내오염물질 여부와 관련된 친환경적 건강성에 중점을 두고 최우수 / 우수 / 양호의 3가지 등급으로 세분화하여 인증기준을 적용하고 있다. GR마크는 마감 재료의 재활용성과 직접적인 관련이 있지만 환경오염물질에 대한 기준치와 KS규격을 따르고 있으므로 건강성과 장수명성, 에너지 절약성에 대한 기준도 포함하고 있으며, KS마크는 마감제품질과 관련된 장수명성과 에너지 성능에 기초한 내구성에 대한 품질 기준을 적용하고 있다.

따라서 환경마크와 GR마크를 획득한 경우 4가지 친환경 성능요소를 기본적으로 만족한다고 볼 수 있으며 기타 마크를 획득한 경우 각 인증마크의 인증 특성과 관련된 특정 친환경 요소의 성능을 만족하는 것으로 간주할 수 있다. 즉, HR마크를 획득하면 건강성을, KS마크를 획득하면 장수명성과 에너지성능을 만족하는 것으로 판정한다.

친환경 성능요소 중 건강성과 관련하여 각 인증마크는 실내마감재로부터 발산되는 유해물질의 방출량에 대한 기준을 엄격히 적용하고 있다. 주로 포름알데히드와 대표적인 휘발성 유기화합물(TVOCs)의 방출량에 대한 규제이며 부가적으로 원재료에 함유되어 있는 유해물질의 함량 허용치와 방사능 지수, 사용 및 폐기 시에 발생하는 유해물질의 함량을 각 실내마감재 종류를 포함하여 일부 마감재의 경우 실내 및 실외 등의 용도에 대한 구별도 세부적으로 명시되어 있다. 대표적인 실내마감재의 종류를 바닥재, 벽재, 천장재, 도장재, 접착제의 5가지로 대분류하고 해당 제품군에 적용되는 각 인증마크의 평가기준을 제시하고 있다.

이와 같은 각 친환경인증마크의 인증기준을 세부적으로

명시하고 상대적인 비교 관계를 도출하면 객관적인 평가 척도가 포괄적으로 도출될 수 있으며, 이를 통해 최종적으로 평가되는 친환경 수준은 각 평가기준을 상호보완적으로 통합화하여 사용할 수 있다. 친환경 성능을 건강성, 재활용성, 장수명성 및 에너지 성능으로 세분화하고 각 친환경 인증기준을 4가지 세부 친환경 성능요소별로 분류하여 상호 비교하면 상대적으로 다음과 같이 인증마크별 환경성능 평가점수의 부여 척도기준을 정립할 수 있다.

① 친환경 성능요소 중 가장 중요한 건강성의 경우 HB마크의 3등급(양호)의 경우 1점을 부여 한다. HB마크의 2등급(우수)의 경우 2점을, 1등급(최우수)의 경우 3점을 부여 한다.

② 기타 인증마크가 건강성과 관련하여 HB마크의 특정 등급의 기준과 동일한 기준을 적용하는 경우 HB마크와 동일한 건강성 점수를 부여한다. 즉, 환경마크와 GR마크는 HB마크의 3등급(양호)에 해당하는 건강성 평가기준을 적용하므로 해당 인증마크 (환경마크, GR마크)는 친환경 성능요소 중 건강성에 1점을 부여한다.

③ KS 인증마크는 친환경 성능요소 중 장수명성과 에너지 성능에 각 1점씩을 부여한다. 품질기준에 KS 인증기준을 적용하는 경우 KS 인증마크와 동일하게 장수명성과 에너지 성능에 각 1점씩을 부여한다. 즉, 품질기준에 KS 인증기준을 적용하는 환경마크와 GR마크에는 친환경 성능요소 중 장수명성과 에너지 성능에 각각 KS마크와 동일하게 1점을 부여한다.

④ 재활용에 관한 특정 기준이 적용되는 경우 친환경 성능요소 중 재활용성에 1점을 부여한다. 환경마크와 GR마크에는 평가항목 중에 재활용에 관한 특정 기준이 구비되어 있으며, 적용하는 평가기준이 상대적인 수치로 비교되지 아니하므로 친환경 성능요소 중 재활용성에 동일하게 1점씩을 부여한다. 이를 바탕으로 친환경 인증마크들간의 인증기준을 비교 분석하여 동일한 척도와 객관적인 기준치를 부여하여 점수화하면 다음의 <표 8>과 같다.

표 8. 친환경 인증제도의 평가기준을 이용한 친환경성능 판정척도

환경요소 인증마크	건강성	재활용 성능	장수명 성능	에너지 절약성	총 점
환경마크	1	1	1	1	4
HB마크	최우수	3	0	0	3
	우수	2	0	0	2
	양호	1	0	0	1
GR마크	1	1	1	1	4
KS마크	0	0	1	1	2
총 점	3 ~ 5	2	3	3	11 ~ 13

4. 실내마감재의 친환경 성능등급 분류

4.1 실내마감재의 친환경 성능 판정기법

실내 마감재의 친환경 성능은 관련 인증마크 중 1개 정도를 획득해도 제품의 기본적인 건강성이나 내구성 등의 친환경 요소성능을 만족하는 것으로 인정할 수 있다. 특정 목적에 부합한 친환경 제품을 선정하기 위하여 HB마크나 KS마크와 같은 환경 요소성능 기준을 중심으로 검토할 수 있다. GR마크나 환경마크는 모든 친환경 요소성능을 평가하기 때문에 해당 인증마크를 획득한 것으로 건강성, 재활용성, 장수명성과 에너지 성능을 기본적으로 만족하는 것으로 인정할 수 있으며 이를 본 논문에서 제시하는 마감재의 친환경 성능 판정의 세 가지 척도 중 ‘우수’ 등급으로 설정하면 성능획득점수는 최소 4점 이상이 될 것이다.

이에 내구성이나 건강성이 강조되는 마감재로서 KS마크나 HB마크의 2등급(우수)이 획득된 경우 최대 성능획득점수는 6점에 이르게 된다. 본 연구에서는 성능점수 구간 4~6점의 경우를 친환경 성능 2등급(우수등급)으로 설정하며 이를 기준으로, 성능점수 구간 3점 이하는 친환경 성능 요소 4가지를 모두 만족시키지 못하는 수준이므로 친환경 성능 3등급(양호등급), 친환경 성능요소 4가지를 모두 만족시키면서 HB1등급이나 KS까지 획득한 마감재는 우수보다 더 높은 성능수준을 달성하는 것으로 판정하여 성능점수 구간 7~13점의 경우를 친환경 성능 1등급(최우수등급)으로 설정한다.

이를 바탕으로 친환경 인증마크를 획득한 기존의 친환경 마감재들을 환경성능수준에 따른 등급으로 분류하면 다음과 같다. 각각의 인증마크 중 1개를 획득한 제품은 최소 1점(HB마크 양호)~최대 3점(HB마크 최우수 1등급 또는 HB마크 양호 3등급 + KS마크)이며, 친환경 성능 3등급(양호)으로 구분한다. 환경마크나 GR마크를 하나만 획득하거나 2개의 인증마크를 획득한 제품 중 HB마크 2등급을 획득하면 최소 4점(환경마크, GR마크, 또는 HB마크 2등급 + KS마크)~최대 6점(환경마크 + HB마크 2등급, GR마크 + HB마크 2등급 등)이며, 친환경 성능 2등급(우수)으로 구분한다.

2개 이상의 인증마크 이상을 획득한 제품 중 환경마크나 GR마크를 획득하고 추가로 HB마크 1등급을 획득하면 최소 7점(환경이나 GR마크 + HB마크 1등급), 환경마크나 GR마크를 획득하고 추가로 HB마크 3~1등급과 KS마크까지 3개의 인증마크를 획득한 제품은 7(환경이나 GR마크 + HB마크 1등급 + KS마크)~10점(환경이나 GR마크 + HB마크 1등급 + KS마크), 환경마크와 GR마크, HB 마크 3~1등급 및 KS마크 4개의 인증마크를 모두 획득하면 11점(환경마크 + GR마크 + HB마크 3등급 + KS마크)~13점(환경마크 + GR마크 + HB마크 1등급 + KS마크)이며, 친환경 성능 1등급(최우수)으로 구분한다. 이와 같은 척도를 바탕으로 친환경 수준별 등급은 다음의 <그림 2>과 같이 친환경 성능수준을 판정하는 체계적인 기법으로 재정립할 수 있다.



그림 2. 친환경 인증제도의 평가기준을 이용한 친환경 성능 판정기법

4.2 실내마감재의 친환경 성능등급 분류

친환경 성능등급 척도기준에서 정립된 친환경 성능수준의 평가기준에 따라 친환경인증마크 인증제품들의 친환경 성능수준을 분석하고, 세 가지 성능등급으로 분류하였다. 친환경 인증마크를 획득한 실내 마감재의 친환경 성능등급을 분석한 결과, <표 9>와 같이 마감재의 종류와 관계없이 1등급에 해당하는 제품수가 가장 적었다. 바닥재와 천장재, 벽재, 도장재에 이르기까지 상대적으로 2등급제품과 3등급의 제품수가 양적으로 유사할 정도의 분포를 나타내고 있었으며, 반면에 접착재의 경우는 3등급 제품이 대부분인 것으로 나타났다. 가장 신체와 밀접한 접촉 가능성이 높은 바닥재나 벽재의 경우 1등급 제품이 상대적으로 적은 것은 매우 우려할 만한 분석결과이며, 일반적으로 석유화합물을 이용하여 제조된 것으로 알려진 도장재 중에서 인지도가 높은 친환경 제품들이 1등급에 분류되어 소비자의 선택권이 보장된 것은 매우 고무적인 것으로 사료된다.

표 9. 실내마감재의 분류체계별 친환경 성능수준 예시

분류	재료	친환경 요소				인증 여부	총점	친환경 등급	
		건강성	장수명성	재활용성	에너지성				
바닥재	PVC바닥재(비닐장판, 비닐타일, 테코타일)	2	1	1	1	환경, HB1	7	1등급	
	마루	원목마루	1	1	1	1	환경	4	2등급
		합판마루	1	0	0	0	HB2	2	3등급
		강화마루	0	0	1	0	GR	1	3등급
		조각목 바닥재	1	0	1	0	HBL, GR	7	2등급
	타일	습식방식	1	1	2	1	환경, GR	8	1등급
		건식방식	0	1	0	0	KS	2	3등급
		코르크타일	0	1	0	1	KS, GR	6	2등급
		석재 (대리석, 인공석재)	1	1	0	0	HB2, KS	4	3등급
		고무바닥	0	1	1	0	GR, KS	6	2등급
	리노륨 바닥재	1	2	1	1	환경, KS	6	2등급	
	종이장판	1	1	1	0	GR, KS, HB3	9	1등급	
	카펫, 부직포	1	1	1	1	환경	4	3등급	
천장재	판재, 합판, 석고보드, 각종보드류	1	0	0	0	HB1	3	3등급	
	PVC천장재	0	0	1	0	GR	4	3등급	
	타일	1	0	1	0	HB2, GR	6	2등급	
벽 마감재	종이류(인쇄벽지)	1	1	2	1	환경, GR	8	1등급	
	합성수지류(발포벽지, 열화 비닐벽지, 케미컬벽지)	0	1	0	0	KS	2	3등급	
	섬유류(프린트직물, 파인 조직물, 부직포벽지 등)	1	1	0	0	HB3, KS	3	3등급	
	무기질(아스베스트, 금속박 벽지)	0	1	1	0	GR, KS	2	3등급	
	목질계(수지가공단편 벽지, 코르크벽지 등)	1	2	1	1	환경, KS	6	2등급	
접착재	합성전분(벽지용)	1	1	1	0	GR, KS, HB1	9	1등급	
	합성고무(고무, 가죽, 천, 미장판, 카펫, 금속, 타일 등)	1	1	1	1	환경	4	3등급	
	초산비닐(PVC, 금속, 종이, 가구, 목질용)	1	0	0	0	HB2	2	3등급	
		1	2	1	1	환경, KS	6	2등급	
	요소수지(합판 등 목공용)	1	1	1	0	GR, KS, HB1	9	1등급	
	아크릴수지 (피혁, 섬유, 고무용)	1	1	1	1	환경	4	3등급	
	에폭시수지(금속, 석재, 유리, 콘크리트 등 고강도)	1	0	0	0	HB3	1	3등급	
	페놀수지 (이종재 가늠 접착)	0	0	1	0	GR	4	3등급	
	멜라민수지 (합판, 파티클보드, 집성)	1	0	1	0	HB2, GR	6	2등급	
	폴리에스테르수지 (목재, 석재용)	1	1	2	1	환경, GR	8	1등급	
도장재	투명	바니시(Vanish)	0	1	0	0	KS	2	3등급
		클리어 래커	1	1	0	0	HB3, KS	3	3등급
	불투명	수성계 도료	0	1	1	0	GR, KS	6	2등급
		유성계 도료	1	2	1	1	환경, KS	6	2등급
		수지성 도료	1	1	1	0	GR, KS, HB2	8	1등급
		다액형 도료	1	1	1	1	환경	4	3등급
		다체무늬 도료	1	0	0	0	HB3	1	3등급
스테인	1	2	1	1	환경, KS	6	2등급		

5. 결론

건축물에 사용되는 실내마감재에 해당되는 친환경성능을 구성하는 요소는 건강성, 재활용성, 장수명성, 에너지절약성이다. 이와 같은 요소를 중점적으로 고려하여 정립된 대표적인 4가지 친환경 인증라벨링의 평가요소 및 인증기준을 차별화, 통합화하여 건축 마감재에 적용하는 경우, 친환경 성능수준을 평가하는 체계적인 기법으로 제정립하였다.

기존 친환경 인증라벨링제도의 기준을 분석한 결과 인증마크 중 1개 정도를 획득해도 실내 마감제품의 기본적인 건강성이나 내구성 등의 친환경 요소성능을 만족하는 것으로 판단되었다. 특정 친환경 기준에 부합한 실내 마감재를 선정하기 위해서는 세부 환경요소 성능기준을 중심으로 검토하여야 한다. 특히 HB마크는 건강성, KS마크는 내구성, GR마크는 재활용성과 직접적인 관련이 있으며, 환경마크의 경우 대부분의 친환경 요소를 총괄적으로 평가하는 기준을 적용하고 있다. 이와 같은 기준으로 정립된 친환경 성능수준의 평가척도를 바탕으로 실내 마감재의 친환경 성능수준의 평가척도 및 분류DB를 통하여 보다 용이한 친환경 마감재의 선택이 가능하리라 판단된다.

친환경 인증마크를 획득한 기존 실내 마감재의 친환경 성능등급을 분석한 결과, 1등급에 해당하는 제품수가 가장 적었다. 바닥재와 천장재, 벽재, 도장재에 이르기까지 상대적으로 2등급제품과 3등급의 제품수가 양적으로 유사한 분포를 나타내며 접착제의 경우는 3등급 제품이 대부분인 것으로 나타났다. 신체와 접촉성이 높은 바닥재나 벽재의 경우 1등급 제품이 상대적으로 적은 것으로 나타났으며 석유화합물로 제조된 도장재들이 높은 친환경 성능을 구비한 것으로 나타났다.

현재 시행되고 있는 친환경 인증제도의 인증기준에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 보다 객관성 있는 보완책이 강구되어야 하며, 범국민적 차원에서 친환경 자재 사용의 이점과 선택에 대한 적극적인 안내 및 홍보를 실시하여야 보다 활발한 친환경 마감재 사용을 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Harland Edward, Eco-Renovation / The Ecological Home Improvement Guid, Chelsea Green Publishing Company, 1999.
2. M. K. Kumaran 2000. Low-permeance materials in building envelopes, 2000.
3. Bjorn Berge, Ecology of Building Materials. Architectural Press, 2000
4. J. L. NIU J. Burnett, Setting up the criteria and credit-awarding scheme for building interior material selection to achieve better indoor air quality. Environment international 26, 2001
5. Elliott Jenifer A, An Introduction to sustainable development Routledge, 2002
6. 김자경, 자연과 함께하는 건축, Spacetime, 2004
7. 김준연, 컨템포러리 그린디자인, 생태건축 강습회 자료집, 2005
8. 대한주택공사, 환경오염부하저감을 위한 실내건축용 접착제 및

- 도료의 종합성능개선방안, 대한주택공사 주택도시연구원 연구 개발실, 2006
9. 대한주택공사, 지속가능한 주거환경 실현방안 연구 : 실내공기질 개선과 친환경건축자재 활성화 방안을 중심으로.(사)지속가능발전진흥원 환경경제연구소, 대한주택공사 주택도시연구원, 2006
 10. 환경부, 오염물질방출 건축자재 선정관련연구, 2003
 11. 이옥화, 건강한 주거공간의 환경친화적 실내디자인요소 적용 방안, 연세대학교 석사학위논문, 2004
 12. 박철수 외, 초고층 아파트의 의학적 병리현상에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 통권79호, 1993
 13. 강승모, 권자인, 실내건축재료의 환경친화에 관한 의미론적 고찰, 한국실내디자인학회 논문집, NO.28, 2001
 14. 김윤선, 박지윤, 김형우, 주택실내공간 마감재료의 생태학적 접근에 관한 연구, 한국생태환경건축학회, 제2권, 2002
 15. 유효천 외, 친환경 건축물 자재에 관한 연구, 한국태양에너지학회논문집 23권 4호, 2003
 16. 한경희, 김자경, 생태학적 관점에 의한 환경친화적 건축 재료에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 NO.41, 2003
 17. 강승모, 실내디자인에 있어 환경친화성 재료사용의 가이드라인에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집, NO.40, 2003
 18. 이강희, [특집] 건축자재와 재료의 환경친화성 평가 프로세스, 대한건축학회, 2003
 19. 이상협, 김문덕, 현대 실내디자인에 있어 재료와 공간의 상호관계성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회 논문집, 제5회, 2003
 20. 강승모, 박기덕, 공동주택에 있어 친환경 실내디자인의 국내 추이에 관한 연구-아파트의 새집증후군 문제를 중심으로, 한국실내디자인학회논문집, 제14권 1호, 2005
 21. 박재훈, 한혜련, 주거환경 개선을 위한 실내 마감재에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회 논문집, 2005년 5월
 22. 하미경, 임보련, 웰빙트렌드에 따른 아파트의 건강 관련 실내 디자인 요소에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집, v.14 n.3(통권 50호), 2005
 23. 이은정, 초고층아파트 단위주공간의 지속가능성 평가요소 분석, 한국생태환경 건축학회 논문집, 제6권 제3호, 2006
 24. 고태원, 환경표지제도에 대한 효율적인 운영 방향, 한국환경산업기술원, Special Issues GGGP(Global Green Growth Policy) 제47호, 2011. 06

투고(접수)일자: 2013년 4월 4일

수정일자: (1차) 2013년 4월 16일

게재확정일자: 2013년 4월 16일