

유럽 국가들의 친환경 건축자재 인증제도와 실내환경 개선을 위한 기술동향

윤 동 원 | 경원대학교 건축설비학과
교수
E-Mail : dwyoon@kyungwon.ac.kr

1. 서론

점점 삶의 질이 향상되어감에 따라 쾌적하고 건강한 실내거주공간에의 관심도 높아지게 되었고, 국내외적으로 실내 환경의 기준치 설정이 제안되기도 하였으며, 실내오염이라는 문제가 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 에너지 보전의 필요와 더불어 다양한 산업기술이 만들어 낸 새로운 건축자재에서 의외의 오염물질이 방출되고 있으며, 여러 가지 생활용품에서도 다량의 오염물질이 검출되고 있어 면역에 약한 아이들이나 노인, 임산부 등에서 피해가 나타날 수 있으며, 각종 알러지 질환으로 고생하는 사람들이 증가하고 있어 심각한 문제가 아닐 수 없다.

WHO(세계보건기구 1948)의 헌장 전문에서는 건강에 대하여 다음과 같이 정의하고 있다. 「건강이란 신체적, 정신적, 또는 사회적으로 완전히 양호한 상태를 말하며, 단순히 질병이나 병약한 상태만을 말하는 것이 아니다.」 즉, 건강은 의사에게 진료를 받아야 하는 질병만을 취급하는 것이 아니라 취급하는 영역이 매우 넓은 의미를 갖게 되며, 비의학적 측면에서도 고려되어야 함을 인지할 수 있다. 이러한 정신을 기초로 여러나라에서 건물과 관련된 보건, 위생적인 환경을 확보하기 위한 건축물의 보

건 위생적인 측면과 쾌적한 공간환경을 확보하기 위하여 관련 법률을 제정하여 시행하고 있다. WHO에서는 2000년 5월에 『모든 인간은 건강한 공기를 호흡할 권리가 있다』 라고 선언하였다. 우리나라도 최근 다중이용시설등 실내공기질관리법이 시행되면서 실내의 오염과 쾌적한 환경에 대한 관심이 높아지고 있다.

그동안 기존 건축자재에 대한 오염물질 방출농도에 대한 인식이 미흡한 실정이었고 관련업계의 무관심으로 저독성, 무공해의 새로운 건축자재에 대한 개발도 부진한 상태이었다. 쾌적하고 건강한 실내 환경의 창출과 오염물질 방출이 낮은 건축자재를 개발하기 위한 기술의 정립과 오염물질을 효과적으로 제어할 수 있는 방법이 정립되어야 하며, 건축자재의 오염물질에 대한 성능 평가기법을 확립하고 오염물질의 방출 특성을 측정 평가하는 것이 매우 시급한 실정이다. 이는 건축자재 분야의 신소재 개발을 유도하고 무공해 건축자재의 개발을 촉진시키며, 국산 건축자재의 국제경쟁력을 확보할 수 있는 방안이라 할 수 있다.

여기에서는 유럽 등 선진국가 들을 중심으로 실내공기환경의 개선을 위한 방안과 쾌적하고 건강한 거주환경을 조성하기 위한 기술동향과 실제로 적용되는 방안 등 최근의 동향을 파악하여 우리가 현재

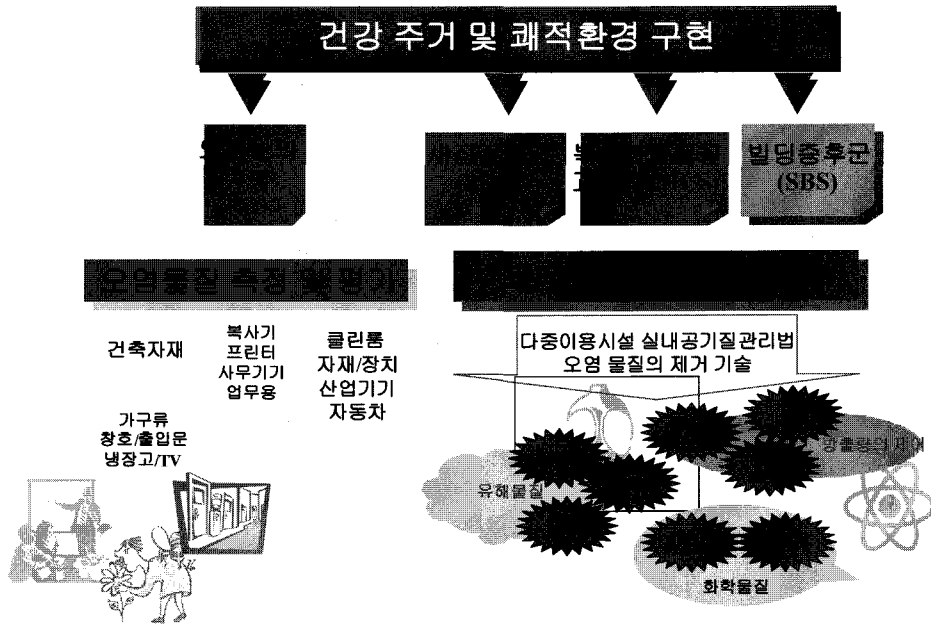


그림 1. 실내공기 오염원과 특성

당면하고 있는 실내환경의 개선을 위한 효과적인 방안을 마련하는데 고려할 수 있는 내용들을 살펴보고자 한다.

2. 건축자재 품질인증 제도

스웨덴, 핀란드, 노르웨이, 덴마크 등 스칸디나비아 국가를 비롯하여 유럽공동체(EC)에서는 건축자재의 오염물질 방출 특성을 고려하여 실내 환경과 실내 마감재료에 대한 분류규정을 제정하여 실내환경을 건강하고 쾌적하게 유지할 수 있는 설계지침으로 활용하고 있다. 이러한 추세에 의해 앞으로는 건축자재에 대한 오염물질의 방출특성이 매우 중요한 사항으로 부각될 것이며, 무공해(Non-Toxic) 건축자재의 보급이 확대되고 건물의 설계와 시공과정에서의 건축자재선정의 기준으로 활용하고 있다.


이러한 규정은 일반적으로 각 국가별로 자발적인 참여에 의한 여러 가지 형태의 인증제도를 도입하여 건축자재나 각종 제품의 환경성능을 평가하고, 건축주나 시공업체, 건축가, 건축자재 생산업체 등이 필요로 하는 자료를 제공하고 있다.

2.1 친환경 품질인증 제도

건축자재 인증제도(Labeling)는 제품의 환경성능에 관한 정보를 투명하게 제공하여 소비자에게 환경친화 제품의 소비를 유도하고 기업이 환경친화적 부품·소재를 구매하거나 친환경 제품을 제조하고 제품이 환경에 미치는 영향을 계량화함으로써 환경관리체계를 구축하는데 목적이 있다.

유럽국가의 경우 WHO를 통해 1987년에 제정한 '실내공기환경 지침서'(Air Quality Guidelines for

표 1. 주요선진국의 환경표지 제도

구 분	환경 마크	특 징	보호 대상
유럽연합		<ul style="list-style-type: none"> - EU의 15개의 회원국에서 사용 - 음식, 음료, 약품을 제외한 모든 제품 - 전과정 평가를 통한 cradle to grave 방식 	환경, 건강
핀란드		<ul style="list-style-type: none"> - 실내공기질과 연계한 종합 등급제 - 마감재 종류의 구분 없이 방출량으로 등급 부여 	환경, 건강, 실내공기질
독일		<ul style="list-style-type: none"> - 최초의 환경표지 제도 - 환경마크 부착 제품 판매액의 20%를 인증기관에 납부 	환경, 건강
북유럽 연합		<ul style="list-style-type: none"> - 제품의 전과정을 고려한 품질성능, 환경성능 평가 - 알레르기 반응 등 건강에 대해 고려 - 생물학적 실험 실시 - 판매중인 제품에 대한 검사 실시 	환경, 건강
덴마크, 노르웨이		<ul style="list-style-type: none"> - 실내공기에 영향을 주는 가구와 다른 제품의 영향도 고려 - 저장, 이동, 설치, 사용, 청소 및 유지등을 포함하는 indoor-relevant time value개념 	환경, 건강, 실내공기질
미국		<ul style="list-style-type: none"> - 각종 국제기준에 부합하는 범용적인 프로그램 - 제조과정과 제조시설을 인증평가에 반영 - 인증 후에도 지속적인 관리 	환경, 건강
		<ul style="list-style-type: none"> - 친환경 제품정보를 제공하는 Choose Green Report 발간 - 주 법률에 근거하여 정부와 연계한 GYGP (Greening Your Government Program)진행 	환경, 건강
캐나다		<ul style="list-style-type: none"> - 인증업체에 market incentive 제공 - 환경적 QA/QC 실시 	환경, 건강

Europe)에 근거하여 기준을 설정하고 있으며, European 'Green Labelling' scheme(European Proposals)을 세우고 각 유럽국가에 Green Labelling에 대한 지침을 시달하여 몇몇 국가가 시행 중에 있다. 영국의 경우, 법에 의해 사용이 금지된 자재는 흔치 않으나 석면, PCBs(Polychlori-

nated biphenyls), PCTs(Polychlorinated terphenyls)이 포함된 제품은 생산 및 판매가 금지되어 있다. 그 외 제초제, 살균제(곰팡이 제거제), 살충제, 목재 방충제, 비료 등을 포함한 화학약품들은 법률 Regulations 1986 에 하에 철저히 관리되는데 정부에서 규정한 안전자료를 충족시키지 못할 경우

광고, 판매, 공급, 보관 및 사용을 금지하고 있다. 또한, 엄격한 인증제도(Labelling) 요구조건을 통과해야 판매 할 수 있다. 이러한 제도적 승인 시스템은 몇 가지 문제로 어려움을 겪고 있는데 첫째, 오랜 기간동안 기존의 많은 제품들이 제작되었으며 현재의 기준을 만족시킨다는 자료를 생산하지 않았고 둘째, 새로운 대체 원료의 사용이 필요하다는 것이다. 그러나 법률은 강화되어 유해한 물질이나 위험한 제품을 생산하는 업체는 제화의 위험가능성을 표기해야할 의무를 부여받게 되었다. 이를 통해서 유해한 물질이나 위험한 제품의 사용을 감소시키는 것이 유럽국가의 주된 정책이다.

인증제도 중 환경표지제도는 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경표지를 표시하여 제품에 대한 정확한 환경정보를 소비자에게 제공하고, 기업으로 하여금 소비자의 선호에 부응하여 환경제품을 개발·생산하도록 유도하는 제도이다. 1979년 독일에서 처음 시행된 이 제도는 현재 유럽연합(EU), 북유럽, 캐나다, 미국, 일본 등 현재 40여개 국가에서 성공적으로 시행되고 있다. 환경표지제도는 기업과 소비자가 환경친화적인 제품을 생산, 소비할 수 있도록 소비자에게는 정확한 제품의 환경정보를 제공하여 환경보전활동에 참여토록 하고, 기업에게는 소비자의 친환경적 구매 욕구에 부응하는 환경친화적인 제품과 기술을 개발하도록 유도하여 지속가능한 생산과 소비생활을 이루고자 하는 것입니다. 환경표지제도의 운영은 각 나라의 문화·경제·사회여건에 따라 정부(EU), 민간단체(미국·스웨덴) 또는 정부와 민간협조(독일·일본) 등 다양한 형태로 운영되고 있다.

2.2 유럽의 친환경 인증제도

1) SCANVAC(스칸디나비아 국가)

스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크의 연합체로 구성된 HVAC, 에너지, 건축환경, 의학 등을 전문으로 하는 학회인 SCANVAC에서는 휘발성 유기화합물질에 의한 실내 공기환경의 규정을 포름알데히드와 총 VOC(total volatile compounds)의 농도에 의하여 3단계(AQ1, AQ2, AQX)로 구분하여 제시하고 있다. 단, AQ는 air quality의 약칭이다. 또한 건축재료로 부터의 오염물질 방출강도에 따라 건축재료를 3단계로 분류하고 있다. 3단계의 분류는 각각 MEC-A (low-emission building materials), MEC-B(moderately emitting building materials), MEC-C(heavily emitting building materials)로 규정하고 있다. 여기서 MEC는 Material Emission Class의 약칭이다.

표 2. 실내 공기환경의 분류(SCANVAC)

구 분	노출 시간	최대 허용농도(mg/m ³)		
		AQ 1	AQ 2	AQ X
총 VOC	0.5h	0.2	0.5	*
HCHO	0.5h	0.05	0.1	*

단, * 는 필요에 따라 별도로 정함.

표 3. 건축재료의 분류(SCANVAC)

방출강도의 분류	최대 방출강도(20℃, RH 50%)
MEC-A	40 µg/m ² per hour
MEC-B	100 µg/m ² per hour
MEC-C	450 µg/m ² per hour

2) 핀란드의 내장재료의 분류

핀란드는 전자재료부터 발생하는 화학물질을 측정분석하는 방법을 마련함으로써 건강한 실내환경

조성이라는 목표에 한 발짝 더 다가설 수 있게 되었다. 2003년 현재 RTS(Finnish Classification of Finish Materials)은 600여 건축자재에 대해 등급을 인증을 실시하였다. 많은 건설프로젝트에서 등급제도를 활용하여 실내환경 수준을 높이고 있다.

표 4. Classification of Indoor Climate 2000 (핀란드 인증)

항 목	단위	등급 기준		
		S1	S2	S3
라돈	Bq/m ³	100	100	200
이산화탄소 (CO ₂)	ppm	700	900	1200
암모니아, 아민 (NH ₃)	µg/m ³	30	30	40
포름알데히드 (HCHO)	µg/m ³	30	50	100
VOCs (TVOC)	µg/m ³	200	300	600
일산화탄소 (CO)	mg/m ³	2	3	8
오존 (O ₃)	µg/m ³	20	50	80
냄새		3	4	5.5
분진 (PM10)	µg/m ³	20	40	50

표 5. 핀란드의 건축실내 마감재료의 분류체계 (FISIAQ & SAFA, 1995, 2000)

구 분	M1	M2	M3
VOCs	0.2mg/m ³ h	0.4mg/m ³ h	M2에서 정의한 범위를 넘는 물질
포름알데히드	0.05mg/m ³ h	0.125mg/m ³ h	
암모니아	0.03mg/m ³ h	0.06mg/m ³ h	
발암성 물질	0.005mg/m ³ h	0.005mg/m ³ h	
냄새	무취성의 재료 (냄새에 대한 불만족도 15%이하)	강한 냄새가 나지 않는 재료 (냄새에 대한 불만족도 30%이하)	
기타	플라스터 등에는 카세인이 포함되지않아야 함		
대상자재	바닥재, 페인트, 니스, 보드류, 광물섬유, 플라스터, 첨가제 등		

Joint CIB-ISIAQ TG42, 2003

- 건자재 오염물질 방출 등급 인증 제도 (M1 Classification)

· 핀란드 건설정보센터(RTS)에서 주관

3) 독일

독일은 소비자들로 하여금 환경친화적 상품을 구매하도록 할 목적으로 1997년 독일 접착제 생산업체들이 GEV(Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlege- werkstoffe)라는 비영리 단체를 만들어 환경라벨링을 실시하고 있으며 현재 유럽 5개국, 30개 업체가 참가하여 400여 제품에 대해 EMICODE 등급(2000년 기준)을 부여하고 있다.

표 6. 독일 건축자재(실내공기환경) 인증기준

(단위 : µg/m³)

등 급	EMICODE EC1	EMICODE EC2	EMICODE EC3
방출량 범위	매우 낮음	낮음	다소 높음
총 VOC (프라이머)	100 이하	100~300	300 이상
총 VOC (모르타르)	200 이하	200~600	600 이상
총 VOC (접착제 등)	500 이하	500~1500	1500 이상

■ 독일정부의 Blue Angel

민간단체의 자발적인 참여와 활동 외에 독일정부는 Blue Angel의 일환으로 UBA(Federal Environmental Agency) 와 BAM(Federal Institute for Materials)이 공동으로 목재제품에 대한 Eco-Label (RAL-UZ38 rev)을 만들었다. 포름알데히드 (0.1ppm) 및 VOCs(<250g/L : 액상 자재, <300µg/m³ : 일반 자재) 등 실내공기환경과 관련된 오염물질 인증 기준 뿐만 아니라 제품 포장, 재생 원료 사

용물, 사후 처리등도 인증기준에 포함되어 있다.

- EMICODE

- 독일 접착제 제조자들로 구성된 비영리 단체인 GEV가 주관
- 챔버법에 의해 10일 이후 측정값으로 판정

표 7. 독일 EMICODE 인증기준

구 분	TVOC 농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	EC 1	EC 2	EC 3
접착제	500	1500	발암물질만 함유하지 않은 경우
프라이머	100	300	
충진제	200	600	

- Blue Angel

- 독일 환경부에서 주관
- 88개 생활용품에 대해 환경에 유해한 정도, 재활용성, 인체 유해성, 폐기물활용 등을 평가하여 친환경 마크 부여
- 접착제, 페인트, 벽지 등의 전자재를 포함

- RAL-UZ38

- Blue Angel의 일환으로 환경부와 연방재료연구소가 제정
- 챔버법에 의해 일정시간 경과 후 공기농도로 판정

표 8. 독일 RAL-UZ38 인증기준

구 분	평면형상의 제품 (도어, 판넬, 적층플로어링, 목재바닥)		입방형상의 제품 (가구 등)	
	초기값 24시간 후	최종값 28일 후	초기값 24시간 후	최종값 28일 후
포름알데히드	-	0.05ppm	-	0.05ppm
VOCs	-	$300\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$600\mu\text{g}/\text{m}^3$
SVOCs	-	$100\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$100\mu\text{g}/\text{m}^3$
발암물질	$1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만	$1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만	$1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만	$1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만

3. 유럽의 실내공기 관련 기준 및 제도

선진국의 실내공기환경 기준은 미국을 비롯해 유럽국가들을 중심으로 잘 정비되어 있다. 현재 국제적으로 단일화된 기준은 없으며 각 나라별로 기준이 다소 차이는 있으나 오염물질별로 큰 차이는 없다. 그러나 한 가지 유의할 점은 국제적으로 측정방법 및 분석방법에 대한 일정한 기준이 없어 각종 측정사례를 비교하여 볼 때, 연구마다 측정방법이 상이하고 분석방법이 달라 측정된 결과 및 기준을 각 나라별로 절대 비교하는 데는 한계가 있다는 것이다. 공기질 기준은 일반적으로 대기(외기), 일반 실내환경, 작업환경으로 구분하여 설정하는 경향이 있는데 그 이유는 각각의 환경적 특성에 따라 오염물질의 발생특성과 채실자에 미치는 영향정도가 다

표 9. 포름알데히드(HCHO)에 대한 주요국가의 기준

국가·기관	기준농도(ppm)
노르웨이	< 0.05
WHO	< 0.08
일본후생성	0.08
오스트리아	0.08
캐나다	0.10(현재), 0.05(차기목표치)
호주	0.10
독일	0.10
미국	0.1(EPA), 0.4(연방정부)
이태리	0.1
스웨덴	0.11, 최저농도0.17
덴마크	0.13
핀란드	0.13(1981년 이후건물) 0.25(1981년 이전건물)
스위스	0.2
스페인	0.4

르기 때문이다.

유럽국가에서는 1970년대 이후 에너지절감에 따라 단열재와 같은 건축자재가 사용되었고 건물의 밀폐화가 진행되었다. 이로 인해 다양한 오염물질들이 실내공기로 방출되었으며, 실내오염의 대표적인 증상인 빌딩증후군(SBS)등이 발생되면서 실내오염에 대한 문제가 사회적인 관심사로 증대되었다. 이러한 이유로 1980년 이전 부터 구미 각국에서는 실내공기질을 하나의 새로운 환경문제로 인식하고 실내오염에 대해 연구가 활발히 진행되고 있었다.

70년대 에너지 파동 이후부터 에너지를 절감과 환경이 인간에게 미치는 영향에 대해 관심을 가지고 많은 연구를 수행해 오고 있다. 특히, 기후적 특성상 실내에서 거주하는 시간이 긴 북유럽국가들은 실내공기환경의 중요성을 일찍이 인식하고 실내공기질 관련 규정 및 제도를 도입하고 현재까지 모범적으로 수행하고 있다. 이런 오랜기간의 연구결과를 바탕으로 북유럽국가연합회(SCANVAC:스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크 등이 연합하여 구성한 학회)에서는 실내공기환경을 3단계로 구분하여 제시하고 있으며, 또한, 건축자재로부터의 오염물질 방출강도에 따라 실내공기환경과 마찬가지로 3단계로 구분하여 권장치를 제시하고 실내공기환경 개선을 위하여 노력하고 있다.

유럽은 ECA라고 하는 유럽공동 연구조직을 결성하여 실내공기오염 문제에 적극적으로 관여하고 있으며, 이러한 연구결과 등은 유럽규격(EN)으로 채택하고 이를 국제표준규격(ISO)에 반영하려는 적극적인 움직임이 활발히 진행되고 있다. 실내환경의 가이드라인 농도는 1987년에 제정한 세계보건기구(WHO) 유럽기준에 근거하여 포름알데히드 0.1 mg/m^3 을 채용하고 있으며, WHO에서는 실내공기환경과 건강 측면을 고려한 바탕으로 유해

표 10. 휘발성유기화합물질(VOCs)의 기준(WHO)

VOC의 종류	농도(mg/m^3)
알 칸	0.1
방향족탄화수소	0.05
텔 펜	0.03
하이드로카본	0.03
에스텔	0.02
알데히드·케톤	0.02
기 타	0.05
합계(총 VOC)	0.3

VOCs 항목을 포함한 기타 실내공기질에 대하여 2000년 개정안을 제시하고 있다.

유럽의 규격에서는 건축재료 및 각종 생활용품에서 방출되는 화학물질의 측정과 시험방법, 관능시험에 의한 체감 공기질의 평가, 환경 라벨화가 검토되고 있으며, 특히 유치원/학교에서의 문제도 새롭게 제시되고 있다.

4. 핀란드의 실내공기환경 연구활동과 동향

4.1 핀란드 실내공기환경협회 Classification of Indoor Climate 2000 제도

핀란드의 FiSIAQ(Finish Society of Indoor Air Quality and Climate)에 의하여 실내환경과 건축자재에 대한 인증등급제인 “The Classification of Indoor Climate, Construction and Finishing Materials”이 1995년에 처음 제정되었다. 등급제도는 좋은 실내환경을 목표로 중요한 3개 부분; 실내환경의 목표치, 건설 작업(시공)의 충실성, 화학물질 방출 자재의 등급화로 나누어진다. 등급제도는 1995년 이후 약 10년간 실시되고 있으며 건설업체, 설계사무소, 건자재 생산업체들은 이 제도의 시행

표 11. 발암성, 냄새등을 유발하는 유해 오염물질의 기준(WHO Guideline)

Substance	Time-weighted average	Averaging time
Cadmium	5ng/m ^{3a}	annual
Carbon disulfide ^b	100μ g/m ³	24hours
Carbon monoxide	100mg/m ^{3c}	15minutes
	60mg/m ^{3c}	30minutes
	30mg/m ^{3c}	1hour
	10mg/m ³	8hours
1,2-Dichloroethane ^b	0.7mg/m ³	24hours
Dichloroethane	3mg/m ³	24hours
	0.45mg/m ³	1week
Formaldehyde	0.1mg/m ³	30minutes
Hydrogen sulfide ^b	150μ g/m ³	24hours
Lead	0.5μ g/m ³	annual
Manganese	0.15μ g/m ³	annual
Mercury	1μ g/m ³	annual
Nitrogen dioxide	200μ g/m ³	1hour
	40μ g/m ³	annual
Ozone	120μ g/m ³	8hours
Particulate matter ^e	Dose-response	-
Styrene	0.26mg/m ³	1week
Sulfur dioxide	500μ g/m ³	10minutes
	125μ g/m ³	24hours
	50μ g/m ³	annual
Tetrachloroethylene	0.25mg/m ³	annual
Toluene	0.26mg/m ³	1week
Vanadium ^b	1μ g/m ³	24hours

을 만족해하고 있다. 등급제도는 사무실 건물 및 공공건물의 실내환경 정도를 결정하는데 널리 활용되고 있다. 핀란드는 건축자재로부터 발생하는 화학물질을 측정, 분석하는 방법을 마련함으로써 건강한 실내환경 조성이라는 목표를 달성하는 계기가

되었다. 현재까지 RTS(Finnish Classification of Finish Materials)은 700여 건축자재에 대해 등급인증을 실시하였다. 많은 건설현장 및 건축공사에 등급제도가 활용되어 실내환경의 수준을 높이는 데 기여하고 있다.

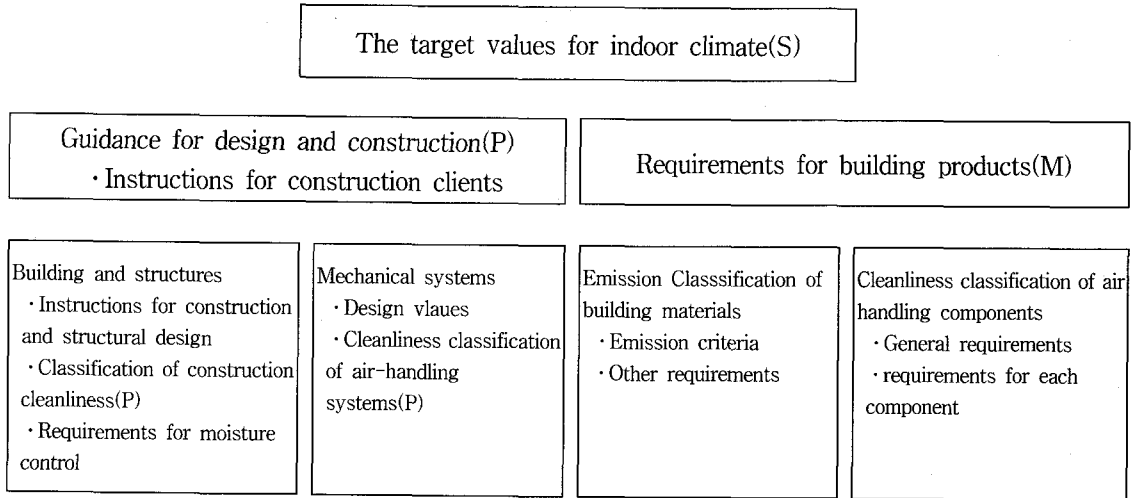


그림 2. Indoor Climate 2000 등급제도의 구성(자료 : 핀란드 FISIAQ)

Indoor Climate 2000은 핀란드 실내공기환경협회(FiSIAQ)의 Jorma Sateri와 Harri Hahkara에 의해 만들어졌으며, 이는 1995년에 헬싱키대학의 Olli Seppanen 교수와 Risto Ruotsalainen 박사가 작성한 Classification of Indoor Climate, Construction and Finishing Materials 의 개정판으로 핀란드 정부(환경부), RTS(Building Information Foundation)와 핀란드 실내공기환경협회(FiSIAQ)의 지원으로 작성되었다. Indoor Climate 2000 규정은 건강하고 쾌적한 실내환경 조성을 위한 건물과 설비시스템 설계·시공에 사용할 수 있도록 마련되었다. 또한 개선된 환경조성을 목표로 하는 공조설비 제작업체와 건축자재 생산업체를 위한 가이드라인도 함께 제공된다. 이 등급제도는 신축건물을 주로 대상으로 하나 모든 건물의 평가에 활용될 수 있으며 리모델링시에도 적용이 가능하다. 본 인증등급제도에서는 실내환경의 설계기준과 목표치를 제시하며 건물주, 설계사무소, 설비제조업체, 개발자 그리고 유지관리자들의 실제적인 업무에 도움

을 주며 시공 방법으로서 활용도 가능하다.

– Classification of indoor climate 2000 규정

- 실내 공기질과 실내기후에 대한 가이드라인을 설정, 건축설계 및 시공 가이드와 자재 및 환기시설 등의 등급화
- 강제적 규제가 아닌 자발적인 참여 유도
- 실내 온열환경(온도, 습도, 바닥온도, 기류속도 등)과 실내 공기환경(암모니아, 포름알데히드, TVOC 등)을 위한 목표치 설정하여 등급화(S1, S2, S3 등급)

– Indoor Climate 2002 Campaign

- 환경부, Allergy 협회, 사회복지부 등과 함께 건강한 실내 환경에서 생활할 권리를 홍보하기 위해 대중매체를 통한 캠페인
- 일반인을 위한 다양한 교육 자료 제작 및 배포
- 각 지역별 홍보 이벤트 개최
- 정보 교류를 위한 각 지역의 전문가 네트워크 구축

4.1.1 실내환경의 목표치(Target values for indoor climate)

실내의 열환경, 소음수준, 환기와 공기오염 물질을 대상으로 관련연구와 건설 경험을 바탕으로 가이드라인으로 활용될 수 있는 요소들을 제시하고 있으며 측정방법 및 분석방법을 합리적인 비용으로 실시가 가능한 방법이 채택되었다. target value와 더불어 등급제는 난방, 공조기기 시스템을 위한 중요한 설계기준을 제시하고 있다.

4.1.2 설계 및 시공을 위한 지침(Guidance for design and construction)

건물설계와 건설 중의 다양한 단계에 필요한 계획 원리, 절차를 다루고 있다. 가이드라인은 모든 건설과정에서 실내환경 목표를 달성하기 위해 필요하며, 이에 대한 절차는 주로 건설업체와 설비기기 공급업체를 위한 것이나 설계와 설비기기 제조 및 유지관리를 위해 필요한 요구사항도 포함하고 있다.

4.1.3 건축자재의 요구조건(Requirements for construction products)

화학물질 저 방출자재 및 공조설비의 사용과 개발을 유도하기 위한 것으로 건축자재는 주로 화학물질의 관점에서 주로 접근하고 있다. 건축자재 등급제는 내부마감재를 주 대상으로 한다. 공조기의 청결도 등급제는 공기설비에 요구되는 일반적인 사항과 환기덕트, 환기 및 방화 댐퍼 그리고 필터의 세부 요구사항들이 제시되어 있다. 다른 설비에 관한 특수 위생 요구사항들도 포함되어 있다.

목표치, 등급제의 요구사항 및 지침은 전 건설 과정에서 적절히 고려되어야 한다. 우선 건물소유주는 설계팀과 함께 실내환경 목표치를 설정한다. 목표치는 선정된 범위 내의 값을 선택하거나 다양한

설계 요소를 개별적으로 결정하여 선택할 수 있다. 결정된 목표치를 달성하기 위하여 건물 소유주는 정확히 목표를 정하여 모든 설계자에게 알려 목표 달성에 이르게 할 수 있다.

실내환경의 목표치를 설정한 후 설계팀은 목표치 달성을 위해 기술적인 해결 방법을 강구하기 위해 이 자료 중 “Instructions for design and construction”을 참고할 수 있다. 등급제도는 목표치에 부합되는 건설현장의 청결도(construction cleanliness) 분류와 건축자재 방출 등급을 적절히 선택함으로써 목적을 달성할 수 있게끔 만들어졌다. 예를 들어, 실내환경 분류의 S1을 목표치로 설정하였다면 일반적으로 건축자재 등급의 M3 또는 비인공 공조설비를 채택했을 경우 목표달성이 불가능한 것으로 판단하고 있다.

등급제는 특정 기술적 해결방안의 사용을 요구하지는 않는다는 전제하에 개발되었다. 요구조건을 만족하는 어떤 해결방안의 적용도 가능하다. 현재의 핀란드 기후와 난방부하를 고려해 볼 때 실내환경 분류 S1은 실질적으로는 냉난방설비가 요구된다. S2는 설계를 잘 할 경우 냉방시스템을 사용하지 않고도 목표 달성이 가능할 수 있다. S3에서는 여름에 외부 태양 복사열로 실내 온도가 쉽게 과열될 수 있다. 본 제도는 필요시 다른 분야에 대하여 서로 다른 등급을 적용하여도 되고, 설정 등급의 목표치를 개별적으로 설정하는 것도 가능하다. 예를 들면, 실내공기질 부분의 목표치는 S1을 선택하고 나머지 목표치는 S3으로 설정하는 것도 가능하도록 융통성을 확보하고 있다.

본 등급제도는 건물이 제공하는 실내환경에 대한 건강성을 평가하기 위한 것은 아니다. 목표치는 실내공기질의 측정과 조사를 위한 참고 자료로 사용할 수는 있으나 특정한 상황에서 반드시 필요로 하는 요소들을 만족하도록 설정된 것은 아니다. 본 규

표 12. Classification of indoor climate 2000 실내 열환경 목표치

		Unit	Indoor Climate Category Maximum values			Note
			S1	S2	S3	
Room temperature	Winter	℃	(21-22)	20-22	20-23	(I)
	Summer		(23-24)	23-26	22-27	
Deviation		℃	± 0.5	± 1	± 2	(I)
Vertical Difference		℃	2	3	4	(II)
Floor temperature		℃	19-29	19-29	17-31	(III)
Air velocity	Winter(20℃)	m/s	0.13	0.16	0.19	(IV)
	Winter(20℃)	m/s	0.14	0.17	0.20	
Air velocity	Summer(24℃)	m/s	0.20	0.25	0.30	(IV)
Relative humidity	Winter	%	25-45			(V)

정의 목표치는 실내공기환경에 대한 완벽한 건강성능이나 쾌적성능을 확보해 주는 것은 아니다. 그 이유는 실내환경의 목표치를 달성하여 공기환경이 목표치 이하의 농도로 관리되어도 오염물질이나 환경에 예민한 사람은 실내공기와 관련한 여러 가지의 증상을 보일 수 있기 때문이다. 반대로 현재까지의 연구결과에 의하면 목표치를 초과하는 농도일지라도 역시 치명적으로 즉시 건강을 해친다고 확언할 수도 없다. 실내공기에 의한 위해성은 서서히 인간에게 영향을 미칠 수 있으며, 그 정도는 개인의 차이가 크기 때문이다.

4.2 VTT 연구소(Technical Research Centre of Finland)의 건축자재 인증시험

VTT는 핀란드의 최대 기술연구기관으로 일년 예산이 2억2천만 유로정도에 이른다. 주요 조직은 각종 위원회와 행정중심으로 Electronics, Information Technology, Industrial Systems, Processes, Biotechnology, Building and Transport, Information Service, Corporate Management

and Services 연구부문에 나뉘어지며 실내공기환경 특히, 건축자재의 화학물질 방출과 관련된 분야는 Building and Transport 연구부문에 속해 있다. Building and Transport 연구분야는 Structures and Building Services, Business and Process Management, Materials and Products, Service Centre 그리고 Transport and Logistics 로 나누어 진다.

실내공기환경 관련 연구를 살펴보면, "Indoor Air Quality and Material Emissions in New Buildings", "The Effect of Remedial Action at Two Indoor Air Problem Sites", "What is behind TVOC in MI", "The Expolis-Helsinki Study", "VOCs behind Building Related Symptoms" 등이 있다. VTT 연구소에는 4가지 종류의 화학물질 방출시험 챔버시설을 준비하고 있으며, FLEC(Field and Laboratory Emission Cell), Box 타입의 소형챔버, 대형챔버 그리고 Sensory test 가 가능한 유리 와 스텐레스로 만든 챔버 (CLEAN PAC)가 있다.

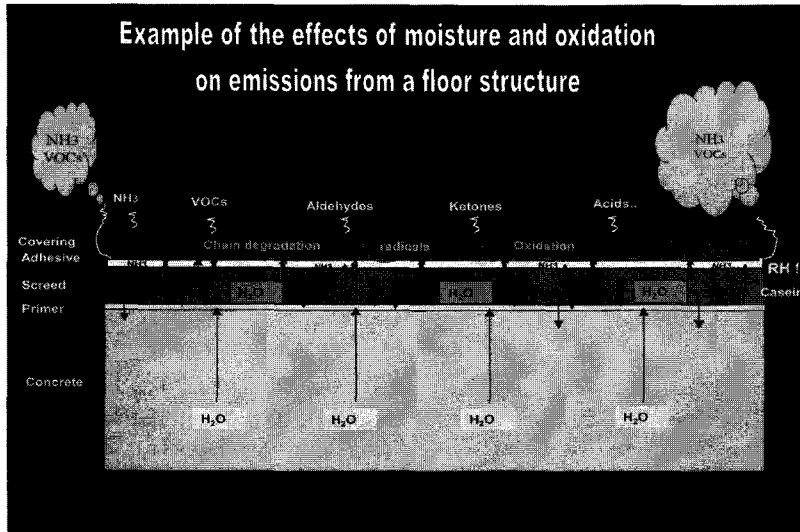


그림 3. 바닥 시스템과 같은 복합적인 구조물의 오염물질 방출특성

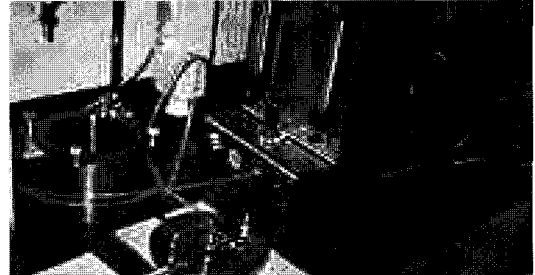
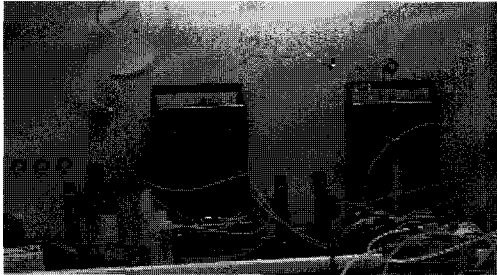


그림 4. FLEC(Field and Laboratory Emission Cell)

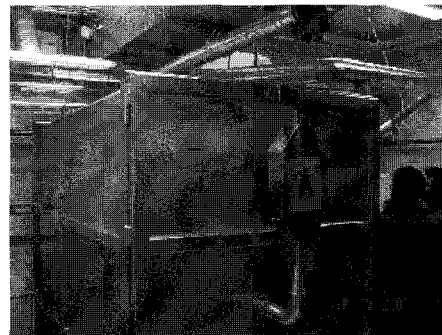
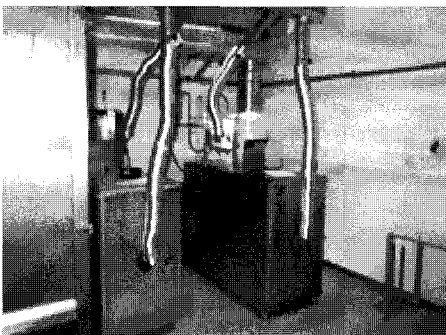


그림 5. Box 타입의 소형챔버 및 대형챔버

Example of a sensory testing chamber is shown below:

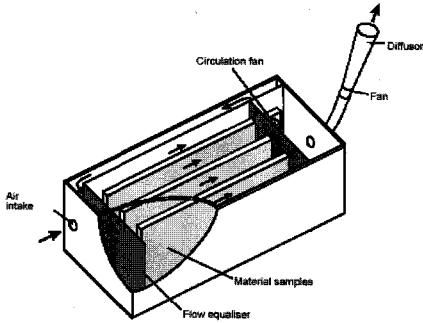


그림 6. Sensory test가 가능한 챔버(CLEAN PAC)

□ 연구소 운영현황 및 시험실 현황

- 건축자재에서 방출되는 VOCs, 알데히드류, 암모니아의 화학적 분석과 관능시험(sensory test)을 통하여 인증시험을 담당하며, RTS(건축자재인증기관) 또는 실내공기환경협회(FiSI AQ)로부터 의뢰받아 시험 및 분석 수행한다.
- 단일 건자재에서 방출되는 유해물질뿐만 아니라 바닥 시스템과 같은 복합적인 구조물에 대해서도 연구를 수행한다.
- 시료 Sampling, 챔버(Chamber), 분석 기술에 이르기까지 표준시험방법에 대해 국제적인 기준이 마련되거나 마련 중이다.

4.3 핀란드 정부의 공기환경 정책

핀란드 환경부는 효과적인 정책을 구현하기 위하여 우리나라의 건설부에 해당하는 기능을 함께 수행하고 있어 개발과 보전을 동시에 고려하는 조화로운 행정이 가능하다는 평가를 받고 있다. 환경보호를 위해서는 해양자원 보호와 같이 외국기관과의 공조가 절실한 부분은 관련 주변국 그리고 국제기구와 긴밀한 협조를 기울이고 있다. 뿐만 아니라 실

내공기질 관리를 위해서도 환경부가 주축이 되어 산학연이 협력하여 실질적인 실내공기질 관리가 이루어질 수 있도록 도와준다. 예컨대, 건축자재 등급제도의 지원 등이 그러한 예이다.

□ 핀란드 환경부의 IAQ에 대한 주요 정책(2002년도)

- 실내공기환경 개선을 위한 전 국가적인 캠페인 운영
- 실내공기환경 개선을 위한 새로운 규제기준 및 가이드라인 설정
- 실내공기환경 및 자재에 대한 분류 및 등급화
- 건강빌딩기술 프로그램 운영
 - 건강빌딩 브랜드화(상품화)
 - 습도 및 곰팡이 제어 기술
 - 건강한 건물 유지관리 기술
- 공기청정 환기시스템의 개발
- 향후 환경부 제반 추진 사항
 - 서로 다른 각 정부기관간의 협조 긴밀화
 - 정부기관과 사기업 또는 협회 간의 긴밀한 협조체제 구축
 - IAQ 전 분야 지식의 효과적인 정보 제공

- 주택, 학교, 오피스에서의 실내공기오염 경감을 위한 지원
- 새로운 기술 및 해결방안에 대한 개발 유도 및 지원

4.4 Building Information Group의 RTS

RTS는 1942년에 설립된 핀란드 건축사협회와 1932년에 설립된 헬싱키 건축자재전시회가 1972년에 통합됨으로 탄생되었다. 재단은 비영리 독립기관으로 43개 공공기관과 업체들의 대표들이 참석하는 이사회를 가지고 있다. RTS는 Building Information Group의 소속기관으로 RTS 외에 Building Information Ltd, ET-INFOkeskuse AS, St. Petersburg Construction Centre Ltd, 모스크바 Construction Centre Ltd가 그룹에 속해 있다. 그 외에 다수의 빌딩센터와 기업체 사이의 원활한 업무 협의를 통하여 협업을 추진하고 있다. RTS는 다양한 활동을 하고 있으며, 관련분야의 연구사업, 빌딩 포럼, 국제 협력, 장학 사업 등을 수행하여 이 분야의 발전에 기여하고 있다.

또한 Building Information Ltd의 주요 활동사항은 건설정보 파일, KH 건설관리 파일, Ratu 건설생산성 정보 파일, HEPAC 기계설비 정보 파일, 계약 관련 자료, 출판 사업, 건물관련 서점운영, 핀란드 건설 잡지, 헬싱키 등 지역별 빌딩센터 운영 등을 통하여 건설 관련기술 분야의 발전에 기여하고 있다.

4.5 건축자재 등급제도(M-Class)

건축자재의 인증등급제도와 공조기기에 대한 청결도 인증등급제도는 RTS의 주요 사업분야이다. 건축자재의 인증등급은 2003년 3월까지 총 600여 제품에 대해 인증을 실시하였으며 인증시험기관은 VTT를 포함한 3개 기관이 담당하고 있다. 향후 독

일과 네델란드 등의 3개의 외국의 시험기관도 추가로 지정하여 총 6개의 인증시험기관을 운영할 계획을 갖고 있다. 건축자재 인증등급제도는 RTS가 주도하는 자발적 인증제도로 건축자재 생산업체로 하여금 친환경(건강성 확보, 쾌적성 확보) 자재생산을 유도하고 소비자에게는 쉽게 친환경 자재를 선택할 수 있는 정보를 제공하는데 그 목적이 있다.

자재에 대한 시험, 측정 및 평가는 Classification of Indoor Climate 2000에 근간을 두며 평가는 주로 화학물질 즉, VOCs, 포름알데하이드, 발암물질 등이며 암모니아가 평가기준에 포함되어 있다. 주요 시험 및 평가대상 물질에는 TVOCs, HCHO, NH3, 발암물질, 악취 등이 있으며, 인증등급은 3단계로 나누어져 M1, M2 그리고 M3로 구분된다. 인증은 3년간 유효하며 유효기간 전에 제품의 성상 등이 변경됐을 경우 재 실험 및 평가를 실시해야 한다.

5. 맺음말

우리나라와 같이 급속도로 산업화된 나라에서는 실내공기 오염의 문제가 선진국가에서 보다 더욱 심각한 상태이지만, 이에 대한 기술의 축적은 매우 미약한 실정이다. 아직까지 쾌적한 실내공기환경의 구축을 위한 기술자료의 축적이나 시공 후의 합리적인 유지관리나 성능평가를 위한 관련기술도 부족한 실정이다.

건축 구조재와 내장재료의 선정에는 근본적으로 그 재료에 포함되어 있는 오염물질의 종류와 방출강도를 평가하여 주택 내부의 실내 공기질(IAQ: indoor air quality)의 향상을 위하여 적절한 재료를 선정하는 것이 중요하다. 따라서 건축자재의 선정은 물리적인 성능 뿐 만 아니라 화학적 성능을 고려하여 건축재료가 선정되어야 하며, 특히 마감재료로부터 방출되는 화학물질의 성분과 방출기간 등

에 관한 기초적인 자료를 마련하여 실내 공기환경에의 영향을 고려한 쾌적한 건물의 설계 및 유지관리 방안이 요구된다.

건축자재과 관련된 평가 및 인증제도의 실행으로 인한 건축자재의 성능향상의 예는 독일의 EMI CODE나 BLUE CODE, 핀란드의 건축자재분류 규정의 시행과 더불어 나타난 파급효과에서도 쉽게 접할 수 있다. 현재 활발히 논의되고 있는 ISO TC 205(건축환경분야)와 ISO TC 146(건축자재 화학물질 방출분야; ISO기준 Draft 완성단계) 등의 활동으로 보아 가까운 장래에 이분야의 국제표준이 설정될 것으로 예측할 수 있다. 우리나라에서도 건축자재의 성능향상과 국제적인 추세에 따른 관련제도 정착을 통하여 실내환경에 대한 쾌적성 확보와 건강한 환경 구현 등 추구하는 목표를 조기에 달성할 수 있고, 이러한 제도의 효율적인 운영으로 국민의 건강을 보장하고 실내의 생활환경을 쾌적하게 유지할 수 있는 기틀을 마련하여야 할 것으로 판단된다.

- 참고문헌 -

1. 윤동원: 주거용건물의 화학물질에 관한 고찰, 주택 제 66호, 대한주택공사, 2000. 10.
2. 김신도, 윤동원: 저 VOCs 배출 천연도료의 개발, KICT2001산·학·연 공동연구개발사업 연구보고서, 2002. 6.
3. 김신도, 윤동원: 실내공간의 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds : VOCs) 특성 파악 및 제어방안에 대한 기초조사, 환경부 보고서, 2000. 12.
5. 윤동원, 손장열, 박병윤: 사무소건물의 실내환경 및 냄새에 관한 측정연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 제12권 제2호, 1992년 10월.
6. 김윤신: 우리나라 실내공기오염현황과 대책, 공기조화 냉동공학 제19권제6호, 1990.
7. 환경부, 1999, 실내공기질 관리방안에 관한 연구.
8. 환경부, 2001, 실내공간의 VOCs 특성 및 제어방안에 대한 기초조사.
9. 한국공기청정협회, 2000, 실내 VOCs 토론회 자료집.
10. 한국공기청정협회, 1999, 국제공기청정심포지움 '99 자료집.
11. 한국공기청정협회, 2000, 제17회 공기청정 기술 세미나 '2000 자료집.
12. 한국대기보전학회, 1998, 대기환경과 휘발성유기화합물질.
13. 한국정보기술원, 1996, VOC(휘발성유기화합물) 방지기술 세미나.