



# 실내공기질 개선대책을 위한 건설회사의 역할



**| 김윤신 교수 주요 약력 |**

- 1978, 일본동경대학 보건학박사 취득
- 1985, 미국텍사스주립대학 환경학박사 취득 (실내공기 및 대기오염 전공)
- 현, 한국실내환경학회 회장 (2004~)
- 한국대기환경학회 고문 (2004~), 회장 역임
- 한양대학교 의과대학 산업의학교실 교수

## 1 서론

최근 환경부 조사결과에 의하면 한국인의 실내 거주시간은 하루 중 약 90% 이상의 시간을 실내에서 보내고 있는 것으로 조사되었으며, 또한 건강과 복지, Well-Being 의식 확대 등으로 인한 새집 증후군 등 실내공기오염과 건강영향에 대한 관심이 높아진 것으로 나타났다.

실내공기오염의 발생 배경으로는 에너지 절감 및 열효율 향상을 위한 건물의 기밀화를 위해 사용되는 건축자재, 문허수준의 향상에 따르는 각종 생활용품, 외부 대기오염, 실내 거주자의 행동양식 등으로 대별할 수 있으며, 최근 쾌적한 실내주거환경을 요구하는 기대가 높아짐에 따라 건설회사의 역할이 중요하게 다가오고 있다.

한편, 선진국의 건축물 관련 실내오염물질의 건강 영향에 관한 연구는 1970년대 이후 사무실 근무자가 겪었던 빌딩 증후군(Sick Building Syndrome - 이하 SBS), 빌딩관련성질환 (Building Related Illness - 이하 BRI), 1990년대 이후의 복합화학물질민감증(Multiple Chemical Sensitivity - 이하 MCS), 최근의 새집 증후군 (Sick House Syndrome - 이하 SHS)에 이르기 까지 다양한 건축물 관련 자각증상의 호소가 증대되는 실정으로, 근본적인 원인물질로는 건축자재에서 발생하는 포름알데히드나 휘발성 유기화합물이 주 원인으로 지적되고 있다.

국내에서도 2004년 초 “새집증후군” 이란 새로운 용어가 대두되면서, 건축자재에서 방출되는 오염물질의 건강영향에 대한 중요성이 사회적으로 부각되어 건설업체들의 장기적 대응책이 필요한 실정이다. 한편 환경부는 2004년 5월부터 “다중이용시설등의 실내공기질 관리법”을 시행함에 따라 향후 신규 분양되는 공동주택을 대상으로 실내공기질 관리법을 적용하여, 선진국 수준의 쾌적하고 정돈한 실내공기환경 조성에 최선의 노력을 다하고 있다.

본고에서는 실내환경 분야에 해당되는 다양한 환경, 즉 실내에 발생가능한 소음, 진동, 열, 음, 빛, 공기환경 중 특히 빌딩증후군 또는 새집증후군과 같은 건강영향에 가장 밀접한 연관이 있는 공기환경에 국한하여 실내공기질의 현황, 문제점, 관리제도의 적용시 건설회사의 역할 등에 대해서 논하고자 한다.

## 2 국내 실내공기질 현황

실내공기질을 오염시키는 대표적 실내오염원으로는 건축자재, 생활용품, 실내거주자의 행동양식으로 대별할 수 있는데, 주요 실내오염물질로는 휘발성유기화합물(VOC), 포름알데히드, 라돈, 석면, 미세먼지, 일산화탄소, 오존, 미생물 등 많은 오염물질들이 실내환경에서 이미 존재하거나 인위적으로 발생되고 있다.

실내환경이라 함은 주택, 사무실, 실내작업장, 공공건물, 학교, 병

원, 지하공간, 음식점, 상가, 교통수단(자동차, 지하철, 택시, 비행기, 배 등), 실내체육관, 박물관, 미술관, 찜질방, 노래방, 보육시설, 특수 공간(지하병커, 군사시설-잠수함, 탱크, 우주선 등)까지 포함시킬 수 있으나, 일반적으로는 다중이용시설에서 다중이용시설에서 실내공기질이 쉽게 오염될 수 있음에도 불구하고 구체적으로 실내오염의 현황을 파악하지 못하고 있는 실정이다.

한편, 국내에서는 1980년 후반 실내오염과 건강영향에 관한 중요성이 제기된 이후 주택, 사무실과 지하상가 등의 실내공기질 연구를 시작으로, 지하철역, 교통수단, 다중이용시설, 최근에는 신축공동주택에 이르기까지 다양한 실내공간에서의 실내공기질 연구가 활발히 진행 중에 있으나, 아직도 소수에 이르고 있는 실정이다. 실내공기질의 조사평가는 조사대상 오염물질이 1990년대 이전에는 주로 주택을 대상으로 가스상 물질인 이산화질소, 일산화탄소 총부유먼지, 라돈에 관한 연구가 주류이었으나, 그 이후엔 음식점, 지하상가, 지하철역을 대상으로 주요 실내오염물질이 전부 조사되었다. 1990년대에는 다중이용시설에서의 다양한 실내공기오염물질의 조사가 수행되었고, 2000년 이후 최근에 이르기까지는 다중이용시설에서의 미세먼지, 휘발성 유기화합물(VOC), 미생물, 전자파 등 특수오염물질에 대한 조사를 수행하여 빌딩증후군과 관련성을 파악하는 실내공기오염물질의 인체위해성연구가 시작되었다고 할 수 있다. 이와 같은 다중이용시설별 실내공기오염 물질별 연구의 시대적 흐름을 보면 <표 1>과 같다.

■ 표 1. 다중이용시설의 실내오염 주요 연구의 변천

연대 대상시설 오염물질	1990년 이전	1990년대	2000년 이후
	주택, 지하환경 중심(지하철역, 지하상가)	지하철역, 사무실, 아파트, 음식점, 백화점, 지하주차장 등	특수실내환경 (교통수단), 아파트(그린, 건강)
TSP(총부유먼지)	0	0	0
CO <sub>2</sub>	0	0	0
CO	0	0	0
NO <sub>x</sub>	0	0	0
PM10		0	0
Rn	0	0	0
HCHO	0	0	0
VOC		0	0
석면	0	0	0
오존			0
Bioaerosol		0	0

## 3 실내공기질 관리제도 및 법규

환경부의 실내공기질 관리는 1989년 지하도상가, 지하주차장 등 일부 지하공간에 대한 “지하공간환경기준권고치”에 의해 실내오염물질의 권고기준치를 설정하는 것으로 시작되었으며, 1996년에는 이를 보완하여 많은 사람이 이용하면서도 관리의 사각에 있

던 지하역사 및 지하도상가를 규제대상으로 하는 “지하생활공간 공기질관리법”을 제정하여 시행하였다.

그 후 지하역사, 지하상가 등 다중이용시설과 신축 공동주택의 실내공기질을 적정하게 유지·관리하기 위하여 “지하생활공간공기질관리법”을 전면 개정하여 미관리 주요시설을 추가하고 오염물질 방출건축자재의 사용을 제한하는 등 새로운 정책을 포함한 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리법”을 2003년 5월 29일 제정하여 2004년 5월 30일부터 시행하고 있다.

이러한 실내공기질 관리제도의 연혁 및 주요내용은 <표 2>와 같다.

■ 표 2. 실내공기질 관리정책 연혁 및 내용

구 분	주요내용	비 고
지하공간 환경기준 권고치	■ 지하도상가, 지하주차장 등 다양한 지하공간에 대한 환경기준 권고치를 설정하여 각 시·도내 적정관리	■ 시행 : 1989. 9.18
지하생활 공간공기질 관리법	■ 이황산가스, 먼지, 납 등 14개 오염물질에 대한 권고치설정 ■ 다중이용하는 지하역사, 지하도상가를 규제대상 ※ 관계부처 이견으로 통합실내공기질관리법 제정 추진 (1995년) 실패 ■ 대상시설 확대(PM10, CO <sub>2</sub> , CO, HCHO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , Pb 등 7개 오염물질 기준 설정)	■ 제정 : 1996.12.30 ■ 시행 : 1997.12.31
다중이용 시설 등의 실내공기질 관리법	■ 다중이용시설의 실내공기질 유지기준 및 권고기준 설정, 오염물질방출 건축자재 사용제한 등 다양한 관리 기법 도입 ■ 신축공동주택의 시공자의 측정·공고의무 반영 ※ 공중위생법, 주차장법, 소방법 등의 관리대상 시설물 포함 ※ 학교보건법, 산업안전보건법의 관리대상 시설 제외	■ 개정 : 2003. 5. 29 ■ 시행 : 2004. 5. 30

### 3-1. 다중이용시설 실내공기질 관리

“다중이용시설 등의 실내공기질 관리법”에서는 적용대상 다중이용시설을 종전의 “지하생활공간공기질 관리법”에서 관리하던 지하역사, 지하도 상가 2개 시설군에서 <표 3>에서와 같이 도서관, 의료기관, 실내주차장, 대규모 점포 등 17개 시설군으로 확대하여 관리하고 있다.

■ 표 3. 적용대상 다중이용시설

현 행 : 17개 시설군
- 지하역사, 지하도상가, 도서관, 박물관, 미술관, 의료기관, 실내주차장, 여객버스터미널·철도역사·공항·항만시설대합실
- 보육시설, 노인의료시설, 장애인식당, 찜질방, 산후조리원, 대규모 점포

“다중이용시설 등의 실내공기질 관리법”에서는 실내공기질의 엄격한 관리를 위하여 유지기준(5개항목)과 권고기준(5개항목)을 도입하였다.(표 4 참조)

실내오염물질 중 미세먼지(PM10), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 포름알데히드(HCHO), 총 부유세균, 일산화탄소(CO) 등 5개 물질에 대해서는 유지기준을 설정하고 위반시 과태료 부과 등 제재조치토록 하고 있다.

오염물질	유지기준					권고기준				
	PM10 (µg/m³)	CO2 (ppm)	HCHO (µg/m³)	총부유세균 (CFU/m³)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	Rn (pCi/l)	VOC (µg/m³)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
다중이용시설 지하역사, 지하도상가, 철도역사 등의 대합실, 도서관, 박물관, 미술관, 장례식장, 찜질방 등	150이하	1,000이하	120이하	-	100이하	0.05이하	4.0이하	500이하	0.01이하	0.06이하
의료기관, 보육시설, 노인의료시설, 산후조리원	100이하			800이하						
실내주차장	200이하			-				25이하		

또한 외부에 오염원이 있거나 위험도가 비교적 낮은 이산화질소(NO2), 라돈(Rn), 총휘발성유기화합물(TVOC), 석면, 오존(O3) 등 5개 오염물질에 대해서는 권고기준을 설정하여 자율적으로 준수하도록 하고 있다. 다중이용시설의 관리책임자는 유지기준 오염물질은 연 1회, 권고기준 오염물질은 2년에 1회 측정하고 그 결과를 매년 1월 31일까지 시·도지사에게 보고하도록 하였다. 다중이용시설을 설치하는 자는 공기정화설비 및 환기설비를 설치하도록 의무화하였으며, 포름알데히드, 총휘발성유기화합물(TVOC) 등의 오염물질을 기준이상 방출하는 건축자재를 다중이용시설에 사용을 제한하도록 하였다.

복합 화학물질을 이용한 새로운 건축자재의 보급 및 접착제의 사용량 증가 등으로 실내사용 건축자재에서 방출되는 포름알데히드, 휘발성유기화합물 등의 오염물질이 급증하여 새집증후군이나 빌딩증후군 등의 주요 원인으로 발표되고 있어, 이들 건축자재로부터 방출되는 오염물질에 의한 건강상 위해를 예방하기 위해 기준을 초과하여 오염물질을 방출하는 건축자재에 대한 사용을 제한하고 오염물질이 적게 방출되는 건축자재의 생산과 사용을 유도하기 위함이다. <표 5>는 건축에 사용되는 접착제와 일반자재를 대상으로 포름알데히드와 총휘발성유기화합물을 측정하고 일정 량 이상의 물질을 방출하는 자재는 사용을 금지하는 것이다. 여기에서 일반자재란 벽지, 도장재, 바닥재, 목재 및 그 밖에 건축물 내부에 사용되는 건축자재를 말한다.

구분	접착제	일반자재
오염물질		
포름알데히드	40이상	1.25이상
휘발성유기화합물	100이상	40이상

### 3-2. 신축공동주택 실내공기질 관리

새집증후군이 특히 문제되는 신축 공동주택과 관련한 정책은 100세대 이상 신축 공동주택의 시공자는 주민입주 전에 시공이 완료된 공동주택의 실내공기질을 측정하여, 그 측정결과를 주민입주 3일전까지 지자체의 장에게 제출하고 출입문 게시판 등 주민들의

확인이 용이한 장소에 주민입주 3일전부터 60일간 공고하도록 하고 있다. 측정항목은 새집증후군 증상의 주원인인 포름알데히드, 휘발성유기화합물(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 1,4-디클로로벤젠, 스틸렌) 등 총 7종이며 신축 공동주택의 실내공기질 측정결과를 제출, 공고하지 아니하거나 거짓으로 제출, 공고한 자에게는 500만원 이하의 과태료를 부과하도록 제재하고 있다. 현재는 기업의 자율규제를 위해 신축 공동주택의 실내공기질 측정·공고의무만 부여하고 기준이 설정되어 있지 않아 시공자가 측정·공고하는 신축 공동주택 실내공기질에 대한 적정여부를 판단할 수 있는 근거가 없는 상태이다. 이에 환경부에서는 친환경 건축자재의 사용 및 환기설비 설치 등 실내공기질 개선을 위한 시공자의 자발적 노력을 유도하기 위해 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준 설정을 추진 중에 있다.

## 4. 현행 실내공기질 관리제도의 적용과 건설회사의 역할

환경부에서 장기간의 실내공기질 연구결과와 각 부처간의 협의를 통하여 입안 공포한 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리법” 2004년 5월 말부터 시행되고 있으나, 적용과정에서는 시행착오 또는 보완할 사항도 있다고 고려된다. 따라서 환경부에서는 이에 대한 보완작업이 수행되고 있으나, 향후 산학연간의 공동 협력 하에 관리법의 문제점 파악 내지는 제도개선이 마련될 것으로 사료된다.

현재 적용되고 있는 17개 다중이용시설에 대해 합리적인지, 아니면 적용대상시설에 포함이 되지 않은 실내오염발생 가능한 시설을 향후 적용시설에 포함시킬 것인지에 대한 검토가 이뤄져야한다. 특히, 영화관, 업무시설, 대형음식점 등 미적용시설에 대한 실태조사를 통해 실내공기질 관리법의 대상시설로 포함가능한 지의 여부와 PC방, 노래방 등 다중인이 이용하는 시설이지만 법으로 규제하기 어려운 소규모시설과 지하철, 버스 등 특수 실내환경에 관리방안의 필요성이 제기되고 있다. 따라서 이같은 문제점을 해결하기 위하여 미적용 다중이용시설에 대한 일부 실태조사를 실시하고 있다. 또한 현재 유지기준 및 권고기준 대상오염물질 선정 및 기준

의 적정성 여부 등에 대한 연구조사를 통해 기준의 합리성과 미규제오염물질의 추가 또는 제외하는 방안도 검토될 것이다.

또한 공동주택에 대한 합리적 관리를 위해서는 신축공동주택 외의 기존주택에서 발생하는 새집증후군의 주요원인물질인 포름알데히드 및 휘발성유기화합물의 시계열조사를 통해 장기적인 관리방안을 마련해야 할 것이며 향후 주택이나 건물에 사용되는 공기청정시스템의 성능기준 등을 제시해야 할 것이다.

실내공기질 측정을 위하여, 약 40여개의 환경부 지정 실내환경측정기관이 지정되어 시도군별 다중이용시설에 대한 측정분석을 위탁받아 시행하고 있으나, 지정기관의 측정분석결과에 대한 QA/AC를 전달할 기관이 없는 실정이다. 따라서 국립환경과학원에서 수행하거나, 한국실내환경학회에서 전담하여, 대외적 신뢰성을 구축하는 것이 시급하다고 하겠다. 아울러 측정분석 수가에 대한 차별성이 제기되고 있어 이에 대한 공정한 수가분석하에 제시된 수가를 동일하게 적용하는 방안도 검토되어야 한다.

이같은 현황에서 건설회사의 역할은 매우 중요하다고 할 수 있으며, 몇 가지 방안을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 건설회사의 최고 관리자 이하 전 직원이 다중이용시설 뿐 아니라 주택에서의 실내공기오염발생으로 인한 건강영향이 사회·경제적으로 막대한 손실을 가져올 수 있다는 인식의 변화가 필요하다. 이와 같은 인식의 변화가 있어야만 건설회사 자체의 구체적 관리방안이 제시될 수 있을 것이다.

둘째, 건축물의 설계시부터 쾌적한 실내환경 조성을 위한 환경친화적인 통합디자인 과정의 개념이 적용되어야 한다. 건축구조물의 부지 선정계획, 설계, 시공, 관리단계로 단순한 구성형태를 갖는 것이 아니라 친환경 성능을 달성하기 위한 통합시스템의 관점에서 폭넓게 검토되어야 한다.

셋째, 쾌적한 실내공간을 건설하기 위해서는 적용 가능한 친환경 재료 및 자재들이 뒷받침되어야 한다. 공기오염을 발생하지 않는 친환경 재료 및 자재들의 물성자료나 성능에 대한 기초자료 및 평가기준 등의 인프라 구축이 이루어져야 한다. 따라서 각 건설회사에서는 기능성자재를 비롯해서 설계시부터 품질 확보를 위한 방안을 강구해야 할 것이다.

넷째, 건축물이나 주택의 사용자에게 쾌적한 실내환경관련 정보를 정확하게 제공하여야 한다. 향후 정부는 쾌적한 실내환경에 맞는 주택건설을 실현하기 위해서는 인증제도를 검토할 것이고, 그 안에는 건축주, 설계자, 건설업자 및 사용자들에게 정확한 정보 제공이 포함될 것이다. 따라서 건설회사에서는 실내환경인증제도를 효율적으로 운용하고, 발생 가능한 새집증후군의 예방관리 대책에 적극적이고 능동적으로 대처해야만 주택 소비자들로부터 최고의

건설회사로 자리매김 할 수 있다 하겠다. 이를 위해서는 건설회사의 자체 연구소와 산학연 협동 연구를 통한 장기적이고 종합적인 연구가 수행되어야 한다.

## 5. 결론

미래의 실내공기질은 건물 안에서 쾌적하게 생활하고, 거주자의 건강에 유익한 자연환경, 생활환경, 인공시설물 등으로 구성된 지속가능한 건물에 의해 구성된다고 할 수 있다. 따라서 보다 쾌적하고 건강한 환경을 실현시키기 위해서는 자연환경을 보전해 가면서 생활환경과 인공시설물을 적절히 조화시키는 노력이 필요하다.

최근 실내공기질의 중요성과 건강영향의 국민적 관심이 증대되면서 건축 및 건설 분야에서도 쾌적한 실내환경의 조성과 지속가능한 건축물의 건설에 대한 요구가 점차 높아지고 있는 실정이다. 궁극적인 실내공기오염에 관한 예방대책은 정부, 산·학·연, 건물관리자, 건설업자, 건물자재 생산업자, 일반시민 등 모든 사람이 실내공기질의 중요성에 대한 새로운 책임의식을 갖고, 실내오염발생원의 제거 및 제어를 통한 효율적 관리방안을 적용할 때에 쾌적한 실내 환경을 유지할 수 있다. 최적의 실내공기환경을 제고하기 위해서는 건물의 설계와 시공단계에서부터 이러한 요구조건이 반영되는 것이 최상의 방법이다. 이를 위해서는 정부내 관련 부처간, 학·연·소비자와 건설업체의 정보교환과 문제발생시에 대비한 항시적 의견교환(risk communication)의 매체가 필수적이라 할 수 있다.

향후 시대변천에 따른 환경문제의 지속한 이슈화와 최근의 실내 환경과 건강과 여유로운 삶에 대한 관심이 증대되면서 보다 환경친화적이며, 생태학적이고 건강한 주거환경, 에너지 효율성을 고려한 건축물의 건설이 필수적이다. 따라서 건설회사에서는 “지속가능하고 건강한 생활환경”을 유지하기 위한 LOHAS(Lifestyle of Health And Sustainability) 개념을 건설의 전 분야에도 적용하여, 쾌적한 실내환경과 건강증진개념의 도입에 적극적으로 대응할 필요가 있다. 또한 급변하는 국내의 실내공기질 관련 제도에 대비하여, 건설회사에서는 보다 폭넓은 관심을 갖고 체계적인 계획 하에 실내공기질 관련 산학연 연구에 대한 지속적인 관심이 필요하다. 

◎ 참고자료  
 1. 공성용 외, 실내공기질 관리제도 발전 방안에 관한 연구보고서, KEI, 2004.  
 2. 김윤신, 실내환경과학, 민음사, 1995.  
 3. 김윤신, 지속가능한 실내공기질 관리방안, 한국실내환경학회지, 11-5, 2004.  
 4. 김윤신 외, 실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구, 환경부, 2002.  
 5. 오수호 외, 주거단지 외부공간의 친환경성 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2004.6  
 6. 이윤규, 주거환경의 실내공기질 개선방안 및 국내외 기술개발 동향, 한국공기청정협회, 2005.  
 7. 조원제 외, 공동주택의 실내공기 환경개선방안 연구, 대한주택공사, 2003.  
 8. 환경부, 실내공기질관리 업무편람, 2004. 9.