

새집증후군(Sick House Syndrome)의 원인과 그 대응방안

박진철 (중앙대 건축학부 친환경건축연구센터 교수)

1. 서론

최근 우리사회는 웰빙바람과 함께 건강한 육체와 정신을 추구하는 건축문화가 새롭게 요구되는 추세이다.

‘웰빙’의 사전적인 의미는 ‘안녕’, ‘행복’, ‘복리’를 뜻하는데 특히, 건강한 육체와 정신을 추구하는 라이프스타일이나 문화 코드로 새롭게 해석되는 추세다. 이러한 흐름에 건축물에서는 새집증후군(Sick House Syndrome)이 큰 자리매김을 하게 되었고 특히, 신축건물에서 방출되는 오염물질에 대하여 그 해결책을 모색하기 위하여 각계각층에서 노심초사하고 있는 중이다.

선진국에서는 이미 오래전부터 실내공기질의 실태, 오염물질이 인체에 미치는 영향, 건축자재에서 방출되는 오염물질의 실태, 오염물질별 방출 메커니즘 등 여러 분야에서 체계적이고 지속적인 연구를 통하여 공기질의 목표치를 정하고 산업체에 대한 장기간의 지도를 통해 꾸준히 해결책을 모색해나가고 있다.

우리나라에서는 지난 2004년 5월 29일 환경부에서 「지하생활공간공기질관리법」이 「다중이용시설등의 실내공기질관리법」으로 개정·공포됨에 따라 동법 시행령·시행규칙 개정안을 12월 31일자로 입법하

여 시행되고 있다. 특히, 여기에는 다중이용시설의 소유자 등의 교육, 환기설비의 설치기준 및 신축 공동주택의 공기질 측정에 대한 의무조항을 수록하고 있다.

즉, 국내 다중이용시설(지하역사, 지하상가, 도서관, 박물관, 미술관, 의료기관, 실내주차장, 터미널 및 대합실, 보육시설, 장례식장, 찜질방, 대형상가 등)의 17개 시설을 비롯하여 100세대 이상의 신축 공동주택에서는 휘발성유기화합물 및 포름알데히드 등의 오염물질을 측정하여 그 결과를 입주자 등에게 의무적으로 알려야 한다.

이와 같이 우리나라에서는 이미 2004년 5월부터 실내공기질관리법이 시행중이며 이에 따라 각 건설사에서는 대책 마련에 촉각을 세워야만 할 것이다.

따라서, 본고에서는 새집증후군(Sick House Syndrome)의 원인과 그 대응방안(Solution)에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 실내오염물질 발생원 및 인체에 미치는 영향

실내공기오염이란 다양한 실내공간에서 공기가 오염된 상태를 말하는데, 그 원인은 내부와 외부로

부터의 매우 복합적인 오염원에 의해 야기되며, 그 영향은 실내 거주자들의 생명을 위협할 정도는 아니더라도 분명히 건강에 영향을 미치고 있는 것으로 나타나고 있다.

현대인들은 하루 중 대부분의 시간을 실내에서 생활하고 있고, 실내에서 발생하는 오염물질은 인체에 많은 영향을 미치고 있어, 실내오염 물질에 의한 피해정도는 실외에 비해 매우 크다고 할 수 있다. 최근 산업의 발달에 따라 더욱더 복잡하고 다양해지고 있는 대기오염문제와 함께 실내오염문제 또한 심각한 문제로 대두되고 있다.

실내오염물질의 발생원으로는 연소과정, 실내에서의 흡연, 오염된 외부공기의 실내유입 등이 있으며, 최근에는 신축아파트의 경우 건축물의 밀폐화와 단열화를 위해 사용되는 내장재와 바닥의 소음 저감을 위해 사용하는 카펫 등의 건축자재로부터 수많은 유해화학물질이 발생되고 있다.

또한, 건축물의 유지와 관리 등 일련의 과정에 사용되는 방향제, 목재 보존제, 왁스 등도 실내오염의 중요한 발생원이다. 이러한 실내오염물질은 사람들의 호흡기와 순환기에 영향을 미치며, 특히 VOCs 중의 벤젠, 1, 3-부타디엔 등의 일부 물질은 발암성을 내포하고 있다.

고농도의 휘발성유기화합물(VOCs)에 의한 영향으로는 급성장애와 만성장애가 있다. 급성장애로는 독성작용으로 중추신경계를 억제하는 마취작용이 있으며, 급성장애의 증상으로는 지각력상실(시간, 장소, 사람들을 알아보는 정신 기능의 장애), 도취감, 현기증, 혼돈이 발생하고 노출 농도가 점차 심해지면 의식의 상실과 마비, 경련, 그리고 사망에 이르게 된다. 그밖에 눈, 피부, 호흡기 점막의 자극 증상을 나타내기도 한다.

만성장애로는 중추신경계의 장애와 말초신경계의 장애가 있는데 중추신경계의 장애는 VOCs에 의한 비특이적인 중추신경계 작용으로서 급성적으로 나타나는 마취작용 외에 만성적인 신경행동학적 장애를 들 수 있다. 중추신경계의 장애로 인한 증상으로

는 감각이상, 시각 및 청각 장애, 기억력 감퇴, 작업능률 저하, 수면장애, 혼돈, 신경질, 불안, 우울, 무관심 등의 정서장애를 보이고 사지 무력감, 조화운동의 저하, 피로 등과 같은 운동장애가 발생한다.

또한, 미생물들은 전염성 질환, 알레르기 질환, 호흡기 질환을 유발시킨다. 병원의 경우 박테리아 증식으로 결핵, 폐렴을 옮길 수 있다. 특히 곰팡이의 경우 비염, 기관지 천식, 폐포염 또는 전신성 폐염 등을 나타낸다.

이외 실내에서 문제되는 동물의 털이나 진드기들은 호흡기를 통해서 인체에 들어오며 알레르기의 원인으로 작용하여 기도내에 자극성 물질이 되며 천식을 일으키고 호흡기 장애를 야기시킨다.

실내에서 발생하는 주요 오염물질의 발생원 및 인체의 영향은 <표-1>과 같다.

WHO에서는 유럽연합(EU)과 공동으로 작성한 "공기질의 가이드라인"을 기초로 1997년 Expert Task Force 회의에서 공기질의 가이드라인(Guideline For Air Quality)을 작성하였다. 이중에서 실내 공기질에서는 주요한 오염물질과 발생원을 정하였으며, 오염물질의 발생원에서는 실외, 실내·실외, 실내의 3분류로 구분하였다.

<표-2>는 WHO와 EU가 정한 주요 오염물질과 예시를 나타내었다.

3. 실내공기질 관리현황

선진국에서는 이미 오래전부터 실내공기질의 실태, 오염물질이 인체에 미치는 영향, 건축자재에서 방출되는 오염물질의 실태, 오염물질별 방출 메커니즘 등 여러 분야에서 체계적이고 지속적인 연구를 통하여 공기질의 목표치를 정하고 꾸준히 해결책을 모색해 나가고 있다.

그러나, 우리나라에서는 아직까지 기준치와 측정방법이 각 공간에 따라 다양하게 제시되지 않는 등 우리 실정에 맞는 기준이 제대로 설정되지 않은 상황이다. 그나마 지난 2004년 5월부터 「지하생활공

〈표-1〉 실내오염물질의 발생원 및 영향

오염물질	주요 발생원	인체 영향
먼지, 중금속	대기중 먼지가 실내로 유입, 실내 바닥의 먼지, 생활 활동 등	규폐증, 진폐증, 탄폐증, 석면폐증 등
석면	단열재, 절연재, 석면타일, 석면브레이크, 방열재 등	피부질환, 호흡기질환, 석면증, 폐암, 중피증, 편평상피 등
담배연기(각종 가스, HC, PAHs, 먼지 등)	담배, 필러, 파이프 담배 등	두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지천식, 폐암 등
연소가스(CO, NO ₂ , SO ₂ 등)	각종 난로, 연료연소, 가스레인지 등	만성 폐질환, 기도저항 증가, 중추신경 영향 등
라돈	흙, 바위, 지하수, 화장암 및 건축재료	폐암 등
포름알데히드	각종 합판, 보드, 가구, 단열재, 소취제, 담배연기, 화장품, 옷감 등	눈, 코, 목 자극증상, 기침, 설사, 어지러움, 구토, 피부질환, 비염, 정서불안증, 기억력 상실 등
미생물성물질(곰팡이, 박테리아, 바이러스, 꽃가루 등)	가습기, 냉방장치, 냉장고, 애완동물	알레르기성 질환, 호흡기 질환 등
휘발성유기화합물(벤젠, 톨루엔, 스틸렌, 알데히드, 케톤 등)	페인트, 접착제, 스프레이, 연소과정, 세탁소, 의복, 방향제, 건축자재, 왁스 등	피로감, 정신착란, 두통, 구토, 현기증, 중추신경 억제작용 등
악취	외부 악취가 실내로 유입, 체취, 음식물의 조리 취사, 부패 등	식욕감퇴, 구토, 불면, 알레르기증, 정신신경증 등
오존	복사기기, 생활용품, 연소기기	기침, 두통, 천식, 알레르기성 질환
CO ₂	연소과정, 호흡	불쾌감 유발
진드기	커튼, 카펫, 침구	비염, 아토피, 천식

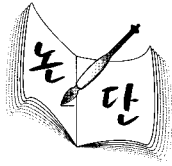
간공기질관리법」과 「다중이용시설등의실내공기질관리법」을 새로 개정·공포함에 따라 일부 실내공기질관리법이 시행되고 있다.

가. 국내 실내공기질 관리정책

- ◎ 1989년 지하공간에서의 아황산가스, 먼지, 납 등 14개 오염물질에 대한 환경기준 권고치 설정
- ◎ 1996년 지하역사, 지하도상가를 규제대상으로 하는 「지하생활공간공기질관리법」 제정
 - PM10, CO₂, CO, HCHO, NO₂, SO₂, Pb 등 7개 오염물질의 기준 설정
- ◎ 2003년 통합실내공기질관리법 제정
 - 관리대상시설 이관, 실내공기질 미관리 주요 시설을 추가하여 통합

◎ 2004년 5월 환경부 「지하생활공간공기질관리법」→「다중이용시설등의 실내공기질관리법」으로 개정·공포(〈표-3〉)

- 지하역사, 지하상가, 도서관, 박물관, 미술관, 의료기관, 실내주차장, 터미널 및 대합실, 보육시설, 장례식장, 찜질방, 대형상가 등의 17개 시설군으로 분류
- 100세대 이상의 신축공동주택 추가
- 다중이용시설의 유지기준 및 권고기준 설정(〈표-4〉)
 - 유지기준 5개 물질에 대해서 위반시 초과사과태료부과 등 제재 조치
 - 다중이용시설 관리책임자에게 교육의무
 - 다중이용시설에 환기설비 설치의무, 위반시 개선명령 등을 통해 제재



〈표-2〉 WHO와 EU에서 정한 실내공기오염의 주요 오염물질과 발생원

구 분	주요 오염물질	발 생 원
실 외	SO ₂ , SPM/RSP	연료의 연소
	O ₃	광화학반응
	화분(꽃가루)	나무, 풀, 잡초, 식물
	Pb, Mn	자동차
	Pb, Cd	공업배출
	VOCs, PAH	석유화학제품, 불완전연소의 연료에서의 증발작용
실내·실외	NO _x , CO	연료의 연소, 흡연
	CO ₂	연료의 연소, 호흡, 대사작용
	SPM & RSP	담배연기
	수증기	생물적 활동, 연소, 증발
	VOCs	휘발작용, 연료의 연소, 도료, 대사 작용, 살충제, 방향제
포자	균류	
실 내	라돈	건축재료, 물, 토양, 암석
	포름알데히드	절연재료, 가구, 담배연기
	석면	난연성 물질, 절연재료
	NH ₃	대사작용
	PAH, As	담배연기
	VOCs	접착제, 용제, 요리, 화장품
	먼지	방향제, 도료, 수은 함유제품에서 방출
	알레르기	애완용 동물의 털, 진드기
미생물	전염병	

〈표-3〉 다중이용시설의 실내공기질 유지기준

다중이용시설	유지기준 오염물질 항목	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	CO (ppm)
지하역사, 지하도상가·여객자동차터미널의 대합실 및 철도역사의 대합실(연면적 2,000 m^2 이상), 공항 시설 중 여객터미널(연면적 1,500 m^2 이상), 항만시설 중 대합실(연면적 5,000 m^2 이상), 도서관·박물관 및 미술관(연면적 3,000 m^2 이상), 장례식장 및 쯤질방(연면적 1,000 m^2 이상), 대규모 점포		150 이하	1,000 이하	120 이하	800 이하	10 이하
	의료기관(연면적 2,000 m^2 이상 또는 병상수 100개 이상), 국공립 보육시설(연면적 1,000 m^2 이상), 국공립 노인전문요양시설·유료노인전문요양시설 및 노인전문병원(연면적 1,000 m^2 이상), 산후조리원(연면적 500 m^2 이상)	100 이하				
실내주차장(연면적 2,000 m^2 이상)		200 이하				25 이하

〈표-4〉 다중이용시설의 실내공기질 권고기준

다중이용시설	권고기준 오염물질 항목	NO ₂ (ppm)	Rn (pCi/l)	VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사, 지하도상가·여객자동차터미널의 대합실 및 철도역사의 대합실(연면적 2,000m ² 이상), 공항 시설 중 여객터미널(연면적 1,500m ² 이상), 항만시설 중 대합실(연면적 5,000 m ² 이상), 도서관·박물관 및 미술관(연면적 3,000m ² 이상), 장례식장 및 쯤질방(연면적 1,000m ² 이상), 대규모 점포		0.05 이하	4.0 이하	500 이하	0.01 이하	0.06 이하
의료기관(연면적 2,000m ² 이상 또는 병상수 100개 이상), 국공립 보육시설(연면적 1,000m ² 이상), 국공립 노인전문요양시설·유료노인전문요양시설 및 노인전문병원(연면적 1,000m ² 이상), 산후조리원(연면적 500m ² 이상)				400 이하		
실내주차장(연면적 2,000m ² 이상)		0.30 이하		1,000 이하		0.08 이하

나. 외국의 실내공기질 관리현황 및 지침

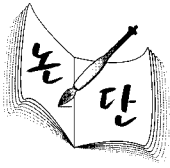
(1) 미국

- ◎ 다양한 실내공간에 대한 법적규제는 없음
- ◎ EPA는 OAR(Office of Air and Radiation) 산하의 IED(Indoor Environments Division)를 중심으로 국가적인 공기질 관련 정책 및 프로그램을 개발
- ◎ '실내공기질위원회(CIAQ:Committee for Indoor Air Quality)'의 활동 주도
- ◎ 환경성능평가제도 LEED(Leadership in Energy Environmental Design)
 - 민간자율 시행
- ◎ ASHRAE(American Society Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers)
 - 주거용 건축물에 관한 실내공기질 가이드라인(62.2 Draft, 2000.8.11) 제시
- 미국의 실내공기질 관리 지침들
 - EPA의 A Guide to Indoor Air Quality
 - EPA의 The Indoor Air Quality Tools for Schools Kit
 - EPA의 I-BEAM 프로그램

- EPA의 Building Air Quality:A Guide for Building Owners and Facility Managers
- HIA의 Health Indoor Air for America's Homes
- Washington State Department of Health의 School Indoor Air Quality:Best Management Practices Manual
- HIAAH의 IAQ Home Tour

(2) 캐나다

- ◎ 작업장 및 주거지의 실내공기질 관리지침에 따라 관리
- ◎ 보건부
 - 생물학적인 오염원, 먼지, 담배연기 등을 포함한 권고기준을 설정
- ◎ "BEPAC(Building Environmental Performance Assessment Criteria System)
 - 신축 및 기존사무실 건물의 실내공기질 인증 제도
- 캐나다의 실내공기질 관리 지침들
 - Health Canada의 IAQ:Tools for Schools-Action Kit for Canadian Schools



○ Health Canada의 Fungal Contamination in Public Buildings: A Guide to Recognition and Management

○ 건축학회의 주거 간이진단 시스템
○ 건강주택연구회의 설계시공가이드라인

(3) 유럽

- ◎ “Air Quality Guideline for Europe”
 - WHO에서 1987년에 제정
 - 노르웨이, 핀란드 등을 중심으로 각 나라별 실정에 맞는 기준 설정
- ◎ 덴마크의 「실내환경인증」
 - 덴마크 실내환경협회
 - 건물재료와 인테리어 재료들이 실내환경에 영향을 미친다는 점 중시
- ◎ SCANVAC 학회
 - 스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크 연합체
 - 에너지, 건축환경, 의학 등의 학회
 - 휘발성 유기화합물질에 의한 실내 공기환경의 규정
 - 포름알데히드 TVOCs(Total Volatile Organic Compounds)의 농도 기준
 - 3단계(AQ1, AQ2, AQX)로 구분 관리

(4) 호주

- ◎ 보건후생성
 - 실내공기질 관리 프로그램을 운영
 - 실내공기질의 인체영향 및 관리 방향에 대한 지침서 발간
- ◎ 건축물 설계시 실내공기질 관리를 위한 「환기 규정」
 - 환기기준 및 측정방법 명시

(5) 일본

- ◎ 후생노동성, 국토교통성, 경제산업성 및 농림수산성에서 각 법령 제정
 - 포름알데히드 방출 및 기타 오염 물질, 환기 설비 등에 대하여 등급 부여
- 일본의 실내공기질 관리 지침들

4. 새집증후군 대응방안

무엇보다도 국민의 건강성 확보는 시급하고 중요한 명제임에 틀림없다. 따라서, 신축건물에 입주하는 사람들에게 실내공기질 실태를 잘 이해하고 가장 경제적이면서 합리적인 새집증후군에 대한 대응방안은 그 어느때 보다도 중요하다고 생각된다.

새집증후군의 근본적인 대응방안을 제시하면 다음과 같다.

적정 수준의 실내공기질 확보를 위한 대책으로는 먼저 유해물질의 발생 억제 그리고 발생된 유해물질의 제거 및 희석 등의 기술이 선행되어야 한다.

즉, 발생 억제를 위해서는 배출량이 적은 건축자재 및 재료를 사용하여야 하나, 국내에서 시판되고 있는 제품들의 경우 이와 관련된 명확한 데이터 및 관리방안이 부족한 실정이다. 또한, 유해물질 제거 기술이나 희석을 위한 개별환기시스템 또한 객관적 측면에서 일반적인 주거용 건물에의 적용성을 검토함으로써 도입시 효과를 검증할 수 있어야 할 것이나, 국내에서는 이에 대한 객관적인 데이터가 관리되지 못하고 있다.

새집증후군은 이미 환경문제로 인식되어 이미 다양한 법과 정책으로 관리되고 있으나 아직까지 정확한 실태파악, 기준 등이 미비한 상황이므로 따라서, 정부차원에서 학계와 연계되어 중장기적으로 다음의 내용들이 관리되도록 해야 할 것이다.

- 가. 정확한 실내공기질 실태파악 및 자료관리
 - 나. 실내공기질 관리기준 합리화
 - 다. 건축자재 등 오염원 사전관리
 - 라. 환기설비 및 공기정화설비 관리
 - 마. 관리대상시설 확대 및 기타시설 관리
 - 사. 실내공기질 관리기반(인프라) 구축
- 세부적 대응방안은 다음과 같다.
- 첫째, 주택의 설계자, 시공자 및 건축주 모두 실

내공기환경의 중요성을 재인식하고 포름알데히드 및 휘발성유기화합물(TVOC)의 오염물질에 영향을 미치는 요소를 고려하여 보다 나은 실내공기의 질(IAQ)을 확보할 수 있는 설계, 시공, 감리 및 관리가 되도록 적극 노력하여야 한다.

둘째, 새로운 실내공기환경에 대한 요구에 대응할 수 있는 방안의 하나로 국내 실내공기환경 기준의 개선 및 재정립이 요구된다. 특히, 효과적인 실내공기질 관리를 위한 법제도 및 행정체계가 구축되어야 하고 실내공기질 관련 유관부처와의 협력체제를 구축하여야 한다. 또한, 사전예방중심의 실내공기오염 관리방안 수립·추진하여야 하며 무엇보다도 실내공기질의 적정관리를 위하여 일반시민, 민간단체, 학계, 산업계의 적극적인 참여를 유도시킨다.

셋째, 주거건물에서 사용되는 각종 건축재료의 합리적인 선택을 통하여 실내공기환경의 오염원을 조절하는 방법이다. 즉, 모든 건축재료는 입주자의 건강에 해로운 영향을 미치지 않는 친환경자재로 설계 및 시공되어야 한다.

특히, 규조토와 숯 등의 기능성자재는 오염농도를 감소시키는 효과가 있어 내부마감자재로의 사용을 적극 검토한다.

그러나, 실내에서 마감자재 시공시 접착제의 사용을 가급적 줄이고 가구재(주방, 신발장 포함) 등의 도입은 공장제작 후 충분한 존치기간을 두어 제품자체의 오염물질을 최대한 방출시킨 후 실내로 반입시킨다.

넷째, 발생된 오염원의 확산을 억제하기 위하여 베이크-아웃(Bake-Out) 및 효과적인 환기를 실시하여야 한다. 베이크-아웃(Bake-Out)은 적정기간과 온도 및 습도조건이 산정되어야 하며 환기의 방법으로는 적절한 개구부의 설치를 통한 자연환기가 효과적이지만, 이와 함께 기계환기장치를 도입하여 지속적인 환기가 가능하도록 한다.

특히, 공동주택의 환기설비 기준 및 환기설비의 환기효율 측정방법 그리고 환기설비의 적정관리 방안이 제시되어야 한다.

다섯째, 무엇보다도 장기적인면에서 실내공기질 오염특성, 발생원과 인체위해성 등에 대한 체계적인 연구를 추진하고, 실내공기오염 발생원 제거, 환기 및 공기 청정장치 등을 이용한 제거기술 개발에 대한 적극적인 지원을 정부와 업체가 모두 공동으로 노력하여야 한다. ▲

시사 용어 해설

▶ 옵션 프리미엄

옵션의 가격, 옵션을 구입할 때에 옵션의 매수자가 매도자에게 지급하는 금액인데 매수자는 그 대가로서 대상증권을 매수할 권리 또는 매각할 권리를 얻는다. 옵션의 매수자는 이론적으로 이익의 가능성이 무한대로 있음에 대해 손실은 옵션프리미엄으로 끝난다. 예를 들면 콜옵션의 경우 상품시세가 권리행사 기간내에 권리행사 가격과 옵션프리미엄과의 합계 이상으로 상승했을 경우 옵션을 행사해서 권리행사 가격으로 상품을 매수해 현물시장에 팔게 되면 이익을 얻을 수 있다. 반대로 상품시세가 권리행사 가격과 옵션 프리미엄의 범위내에 머문다. 옵션프리미엄은 상품의 현재 가격, 행사가격, 행사기간, 상품시세의 예상가격 변동률 및 단기금리 등의 함수에 따르면 옵션프리미엄의 가격형성이론의 해명에 따라 오늘날 옵션거래의 발전을 초래하게 된다.