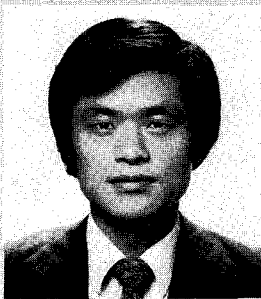


# 빌딩증후군

쾌적한 실내환경은 건물구조, 건물구조의 설계, 건물의 지리적 위치, 건물관리의 기술, 거주자들의 활동상황 및 건물내에서의 환경조건 등에 의해 좌우된다. 따라서 빌딩증후군을 예방하기 위하여는 환기시설의 강화, 실내공기오염원의 제거, 빌딩의 공기공조설비에 대한 검사강화, 실내공기오염을 담당할 행정기관의 부설, 실내공기질의 중요성에 대한 환경교육의 필요성 등이 요청된다.



金潤信  
(한양대의과대학 부교수)

## I. 서론

실내공기질(Indoor Air Quality-IAQ)에 관한 문제는 1970년대 이후 구미 선진국에서 실내 건물에서의 기후조건 등과 관련지어 중요시 되어왔다. 특히 각종 산업장에서 에너지 절약 및 효율을 높이기 위한 일환으로 건물의 단열을 통한 밀폐화와 에너지 절약장치로 인하여 건물내의 기상조건, 공기의 질이 변화되고 그 건물내에서 생활하는 사람의 행동양식에 따라 건물내의 실내환경이 오염되기도 한다. 그 결과, 많은 사람들이 밀폐된 건물내에서 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 눈의 자극, 집중력의 감소 등을 호소하게 되는데 이런 현상을 일명 '빌딩증후군(Sick building Syndrome-SBS 현상)'이라고 한다. 이 증상은 실내환경이 매우 복잡하고 다양한 변수로 구성되어 있는 것과 같이 건물내의 거주자에게 나쁜 실내공기질로 인하여 발생되며 또한 이 증상이 인체에 매우 심각한 것만이 아니고 많은 사람이 영향을 받을 수 있다는 사실에 세계보건 기구(WHO)에서는 이 증상의 원인을 규명하는데 노력하고 있는 실정이다.

이같은 '빌딩증후군'은 근본적으로 에너지 절약방법에서 나온 부산물로 볼 수 있으며 에너지를 절약한다는 것은 실내로의 공기의 유입이 감소됨을 의미하며 이는 신선한 공기가 충분히 공급되지 못하는 것이라 할 수 있다. 실제로 에너지 절약형의 효율적 건물은 외부로부터의 침기(infiltration)를 막기위한 것에 초점을 맞추어 왔기 때문에 에너지 절약형의 상업용 건물에서는 건물의 유지관리비를 줄이기 위하여 의도적으로 환기량을 줄이기로 하여 공기의 유입과 환기가 자연히 감소되어 실내공기가 오염되고 있다. '빌딩증후군'은 Sick Building Syndrome이라는 용어외에 'Building Related Illness', 'The office Illness', 'The Day Care Center Illness', 'The Indoor Climate Syndrome', 'Tighty Bulding Syndrome' 등의 여러가지 형태의 말로 사용되고 있으나 일반적으로 건물내의 공기질, 외부공기의 유입상태 및 질, 실

내 거주자들이 이용할 수 있는 공기의 최적, 실내에서의 기후(기온, 습도, 풍속 등) 조건 등의 중요인에 의해 좌우되는 것으로 나타났다. 표1은 구미선진국에서 발생한 빌딩증후군과 관련된 증상을 호소가 많은 순서로 나타낸 것이다.

이상과 같은 증상들은 건물내에 단시간 또는 단기간 거주자에게서도 나타나며 장기간 거주자는 증상이 계속되는 현상을 보이고 있다. 그러나 일반적으로 이같은 증상들은 근무시간 외의 밤이나 주말에는 나타나지 않았고 또한 에너지 절약을 위한 밀폐형의 새 건물일수록 이같은 증상이 심하게 나타났다.

표 2는 한국과 네델란드에서 빌딩증후군과 관련된 증상의 호소수를 남녀별로 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 국가에 상관없이 가정보다는 직장에서 근무하는 자가 호소수가 많음을 나타내 빌딩내 장시간 근무할 경우 가끔 외부공기의 흡입이 필요함을 시사하고 있다.

[표 1] 빌딩증후군과 관련된 증상

순 위	증 상 및 호 소
1.	Mucous Membrane irritation
2.	Eye irritation
3.	Headache
4.	Odor
5.	Skin irritation / rash
6.	Sinus congestion
7.	Cough
8.	Sore throat
9.	Sore throat
10.	Abnormal taste
11.	Digginess
12.	Fatigue
13.	Nausea
14.	Wheeging and hypersensitivity

[표 2] 직장 및 가정에서의 빌딩증후군 관련 증상의 평균 호소수

증상	가정				직장			
	한국		네델란드		한국		네델란드	
	남	녀	남	녀	남	녀	남	녀
눈, 코, 목이 따갑다.	8	10	6	8	42	48	35	49
두통, 피로감, 어지러움	5	8	4	6	39	48	28	45

\*남·녀 각 1백명씩 조사결과.

## 2. 물리화학적 요인, 발생원 및 영향

빌딩증후군의 발생원은 주요 실내공기 오염물질이 되는 포름알데히드나 먼지의 한가지 물질에 의해 발생하는 것이 아니고 오염물질의 복합작용과 기후조건에 의해 크게 좌우된다고 할 수 있다. 크게 나누면 물리화학적요인, 정신사회적 요인, 스트레스, 냄새로 나눌 수 있다.

표 3은 일반 사무실에서 발생할 수 있는 물리화학적 요인(Factor), 그 요인이 미칠 수 있는 범위(area), 각 요인이 미친 영향(proved effect), 각 요인이 미칠 수 있는 가능한 영향(presumed effect), 각 요인의 발생원(source)을 나타내고 있다. 대체적으로 표에서 보는 바와 같이 가스성, 기체성 물질(gases and vapors), 포름알데히드, 아민계, (Amines), Phthalates, Fluorides, 이산화질소, Hydrogen chloride, CO, CO<sub>2</sub>, 오존, 무기성 분진, 인공섬유, 유기성분진, 생물학적 분진, 미생물성 유기에 의한 발생물질, 고온, 저주파음, 소음, 반사광 등을 열거할 수 있고 이들 각각의 물리화학적 요인이 미치는 영향은 주로 점막의 가려움(mucous membrane irritation)이 대부분을 점하고 두통, 피로감, 눈, 코, 목의 irritation 증상을 보이는 것으로 나타났다.

## 3. 실내공기질의 지표(Indicator)

‘빌딩증후군’에 영향을 주는 요인은 앞서 기술한 물리화학적 요인, 스트레스 등이 있으나 가장 근본적인 요인은 기후조건(Thermal Climate), 공기질(Air quality), 환기(Ventilation), 미생물성 오염물질(microbial pollution) 등이 문제로 지적되고 있다. 따라서 실내공기가 오염되어 있는지를 먼저 파악하기 위하여는 기후조건에 영향을 줄 수 있는 몇 가지 요인을 조사하면 가능하다. 표 4는 그 요인들을 나타내는 것으로서 CO<sub>2</sub>, CO, 냄새, 먼지, 습지, 고온 등 실내공기중에서 어떻게 나쁜 영향을 나타낼 수 있는지의 지표가 된다. 예로서 CO<sub>2</sub>가 800ppm 이하에서는 적당하고 1000ppm 이

표 3 Chemical and physical factors in non-industrial buildings and their effect or presumed effect on people. Only exposures and effects relevant to mucosal or general symptoms are dealt with. The expression "mucous membrane irritation" also covers the expression "dry mucous membrane".

Factor	Area for possible effects	Proved effect	Presumed effect	Source among others
Organic gases and vapours	5-20mg/m <sup>3</sup> in	Dryness mucous membrane	Mucous membrane irritation	Paint Glue Plastic
Formaldehyd (and other aldehydes)	0.1-0.4 ppm 0.12-0.5 mg/m <sup>3</sup>	Mucous membrane irritation Dryskin Eczema		Paint, acid hardening lacquer Glue(in chipboards) Tobacco smoke
Amines	Unknown		Mucous membrane irritation	Paint
Phthalates	c.0.5mg / m <sup>3</sup>		Mucous membrane irritation	Plasticizer
Fluorides	Unknown		Mucous membrane irritation Headache	Wood impregnated
Nitrogen dioxide	0.1-0.3ppm 0.2-0.5mg/m <sup>3</sup>	Reduced lung function	Mucous membrane irritation	Gas Cooker Unvented gas or petroleum oven
Hydrogen chloride	1.3ppm 1.4-4mg/m <sup>3</sup>		Mucous membrane irritation	Acid washed brick walls
Carbon-dioxide	1500-5000ppm 2.7-9g/m <sup>3</sup> (0.15-0.5%)	Indicator of human bio-effluents	Fatigue Headache	People Unvented combustion
Carbon-monoxide	c. 10ppm c. 12mg/m <sup>3</sup>		Fatigue Headache	Tobacco smoke Unvented combustion Exhaust gas from automobiles
Ozone	0.05-0.1ppm 0.1-0.2mg/m <sup>3</sup>	Mucous membrane irritation		Copying machines Electrofilters

Factor	Area for possible effects	Proved effect	Presumed effect	Source among others
Inorganic dust	c.1mg/m <sup>3</sup> (in the air)		Mucous membrane irritation	Dirt from outside and from building materials
Man made mineral fibres	1.000-20.000 fibres/m <sup>3</sup>		Mucous membrane irritation Eczema	Acoustic ceilings (Insulating materials)
Organic dust	c.1mg/m <sup>3</sup> (in the air) 3-6mg/g (in floordust)		Mucous membrane irritation Fatigue	Paper Textiles
Organic biological dust <sup>*)</sup>	Micro fungi c. 100-1.000 colony forming units/m <sup>3</sup> air	Asthma Allergy	Fatigue Eczema Reduced lung function	House dust mites (residence) Animal dander Mould
Metabolic products of micro-organisms	Unknown		Fatigue Headache Mucous membrane irritation	Mould
High temperature	24-30°C	Lack of concentration	Fatigue Headache Sensation of dryness	Sun radiation Lighting Heat-emitting apparatus
Low frequency sound	70-120 dB in frequency area 20-100Hz		Fatigue Heavy in the head	Ventilators Machines Compressors
Noise	60-80 dB(L <sub>Aeq</sub> ) equivalent noise level		Fatigue Headache	Machines Ventilation system Traffic
Lighting: Glare Reflection Contrast low			Eye-irritation Headache	Daylight Artificial lighting Visual display

\*) Macromolecular organic dust

\*\* Specific conditions for development of allergies and release of symptoms in people suffering from allergies.

상은 공기위생이 나쁜상태라 할 수 있다. 또한 흡연에 의해 CO가 2ppm 증가되면 눈의 따거움이 나타날 수 있고, 불명확한 냄새는 빌딩증후군과 관련된 증상을 증가시킬 수 있으며 먼지(분진)는 가

정에서는 0.1mg / m<sup>3</sup> 미만, 사무실에서는 0.1~0.2 mg / m<sup>3</sup> 미만, 학교에서는 0.2mg / m<sup>3</sup> 이상이 될 수 있음을 나타낸다. 또한 온도는 가정, 사무실, 학교에서는 21°~23°C를 유지하여야 한다.

#### 4. 실내공기질의 관리

최근에는 구미선진국에는 빌딩증후군의 증가에 따라 빌딩의 공기질을 관리하고 예방 및 진단, 처방에 이르기까지의 모든 실내공기질의 관리업무를 맡는 기업이 등장하고 있다. 대체로 실내공기질을 파악하기 위하여는 표 5에서와 같이 먼저 빌딩관리업무를 파악하고, 빌딩내 근무자를 대상으로 각종 질문지조사 (일반사항, 근무와 관련된 배경조사, 근무조건, 빌딩증후군에 관련된 증상, 현재의 신체조건 등)를 시행하고, 셋째, 실내공기질

표 4. Factors which can act as indicators of a bad climate.

Factor	Indicator	Comments
Carbon dioxide	Ventilation compared W / number of people and time of stay. see annex 4	<800 ppm proper air hygiene >1000 ppm "poor air hygiene"
Carbon monoxide	Combustion product Tobacco smoke Pollution from outside e.g. exhaust from a motorcar	2 ppm increase in the carbon monoxide concentration caused by tobacco smoke indicates eye irritation levels
Odour	Poor ventilation Specific pollutants (mould, incorrect use of building materials)	The uncertainty with an unknown odour increases attention and sensitivity to symptom releasing factors
Dust	cleaning level Tobacco smoke Handling of paper "poor" outside air	Average indoor air concentration in homes <0.1 mg/m <sup>3</sup> in offices 0.1-0.2 mg/m <sup>3</sup> and in schools >0.2 mg/m <sup>3</sup> during normal activity
Moisture-spots	Damage by water Condensation Risk of microbiological growth	Humid and water-damaged materials should be replaced without further investigation
High temperature	Defective temperature control systems or too high heat loads	The temperature of the air ought to be between 21°C and 23°C in offices, schools and homes except during warm outdoor conditions

표 5. Summary of stepwise investigation of buildings with indoor climate problems.

Step	Investigation	Performed by	Examples of actions
1	Control of operation	Safety Organization Maintenance engineer	Introduce normal control and maintenance conditions Instruct the users
2	Technical and hygiene(employee) questionnaire investigation	Safety Organization Maintenance engineer Industrial Health Service or consulting engineer	Prepare action programme on the basis of what kind of problems and extent, if necessary contact the Labour Inspection
3	Inspection Measurement of climate indicators	Safety Organization Maintenance engineer Industrial Health Service	Adjust operation conditions for ventilation and heating systems Improve cleaning Remove sources of pollutants Revise action programme
4	Measurement of ventilation and justified measurements	Ventilation engineers Industrial Health Service	Increase the ventilation Mount suncreening Renew or remove carpets
5	Clinical test and connected specific measurements	Medical doctor Clinic of Occupational Medicine Industrial Health Service	Renew furniture and building material Change production process Relocate people

의 측정, 넷째, 환기량의 측정, 다섯째, 빌딩내 근무자를 대상으로 특수검진 및 특수 물질에 대한 측정을 실시하여야 한다.

쾌적한 실내환경은 건물구조, 건물구조의 설계, 건물의 지리적 위치, 건물관리의 기술, 거주자들의 활동상황 및 건물내에서의 환경조건 등에 의해 좌우된다. 따라서 빌딩증후군을 예방하기 위하여는 환기시설의 강화, 실내공기오염원의 제거, 빌딩의 공기공조설비에 대한 검사강화, 실내공기오염을 담당할 행정기관의 부설, 실내공기질의 중요성에 대한 환경교육의 필요성 등이 요청된다. ◻