

초고층 주거용 건축물에 적용된 환기시스템에 관한 사례연구

김 옥†, 김 남 규*, 박 진 철**, 이 연구**

†중앙대학교 대학원, *동원대학 소방안전관리과, **중앙대학교 건축학부

A Case Study on the Applied Ventilation System to the High-rise Residential Buildings

Ok Kim†, Nam-Gyu Kim*, Jin Chul Park**, Eon Ku Rhee**

†Department of Architecture, Graduate School Chung-Ang University, Seoul, Korea

*Department of Fire Safety Management, Tongwon College, Keongkido, Korea

**Department of Architecture, Chung-Ang University, Seoul, Korea

ABSTRACT:

This study is to research application cases of domestic ventilation system for developing ventilation system which is energy-saving and improve Indoor Air Quality and to research application possibility of foreign hybrid ventilation system.

This is a basic research data of developing ventilation system for energy saving and improving indoor quality which that research the function and a feature of the ventilation system which is applied in five domestic skyscrapers over 30 floors, and research application instances and features of foreign hybrid ventilation system.

Key words: 초고층 주거건물(High-rise Residential Buildings), 환기시스템(Ventilation System), 하이브리드 환기시스템(Hybrid Ventilation System)

1. 서론

최근 널리 보급되고 있는 초고층 주거건물의 경우 풍압과 커튼웰 시스템 구조의 특성상 개구부를 통한 자연환기를 기대하기 어려운 실정이므로, 초고층주거건물에서는 거주자의 건강을 보호하고 건물내 실내공기환경을 향상시키기 위한 노력으로 보다 적극적인 기계환기시스템의 설치를

를 필요로 하고 있다.. 그러나, 아직까지 우리나라의 특성에 맞는 고유한 시스템의 연구개발은 매우 부족하며 대부분 선진외국의 시스템을 그대로 도입하거나, 일부 보완하여 사용하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 국내 초고층 건물에 적합한 에너지 절약적이고, 실내공기질 개선을 위한 환기시스템을 개발하기위한 기초적 연구로서 특히, 국내에 시공된 30층 이상의 주거건물을 대상으로 적용된 환기시스템을 비교 분석함으로써 쾌적한 건물환경을 조성하는 기초적 자료로 활용하고자 한다.

†Corresponding author

Tel.: 02-827-0183; fax: 02-812-4150

E-mail address: okok8080@hotmail.com

2. 건물환기 특성

2.1 건물환기의 중요성

건물환기는 실내공기가 냄새, 유해가스, 분진 또는 발생열 등에 의해 오염되어 인간의 거주 등에 장애를 만드는 경우, 자연적 또는 기계적 방법에 의해 이러한 오염공기를 실외로 제거해서 청정한 외기와 교체하는 것으로 정의할 수 있다.

미국 NIOSH의 446개 건물을 대상으로 행한 연구 결과에 의하면 실내 공기질에 영향을 미치는 인자는 크게 환기, 실내 오염원, 실외 오염원, 건축 재료, 미생물, 기타 등으로 구분하고 있는데, 이 중 환기가 실내공기질에 가장 큰 영향을 미치고 있고 실내공기질을 제어하는 데 가장 효과적인 방법이라고 한다

2.3 건물환기 기준

환기에 대한 기준은 생활양식, 사용기기, 대기 오염 등의 변화에 따라 달라지는데, 과거에는 체취와 흡연농도로써 결정하곤 했는데 1970년대 이후 에너지 절약을 강조하여 일부 환기량이 줄어들었지만 1980년대 말 이후 ASHRAE에서는 환기가 공기질을 향상시킬 수 있는 실제적인 수단이 될 수 있다고 판단하고 환기량이 점차 증가하고 있는 추세이다.

우리나라에서는 지난 2004년 이후 정부에서 「지하생활 공간공기질관리법」이 「다중이용시설등의 실내공기질관리법」으로 개정·공포 및 입법하여 시행하면서 특히, 여기에는 교육, 환기설비의 설치기준 및 신축 공동주택의 공기질 측정에 대한 의무조항을 수록하고 있다.

즉, 건교부에서는 2005년 9월 이후 건축자재 및 내장가구 등에서 방산되고 있는 유해화학물질의 급증에 따른 실내공기질 문제를 효과적으로 개선·보완하기 위하여 신축 공동주택 및 다중이용시설에 설치하는 환기설비기준을 마련하였고 2006년 2월 건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙 제 11조에 의하여 신축되는 모든 공동주택에는 필요 환기량(시간당 0.7회 이상)을 정하고 자연환기 방식으로 필요 환기량을 확보할 수 없을 경우에는 기

계환기설비를 설치할 수 있도록 하고 있다.

3. 국내외 초고층 주거건물의 환기시스템 적용 사례분석

3.1 국내외 초고층 주거건물의 환기시스템 적용 현황

우리나라의 경우 대다수의 공동주택 환기는 창, 문 등의 개구부 틈새 바람을 이용한 자연환기가 주종을 이루고 있고, 일부 레인지를 이용한 주방후드시스템과 천장 덕트 및 바닥온돌시스템 등의 기계식환기방식이 적용되고 있다.

그러나, 자연환기는 배란다 샷시 설치 및 이중창 등으로 실내의 오염된 공기가 충분히 배출되지 못할 뿐만 아니라 신선한 공기가 유입되지도 못하고 있는 상황이다.

한편, 기계식환기는 열교환식 천장 덕트 환기시스템이 주로 적용되고 있지만 이는 국내 초고층 건물의 특성을 감안하지 않고 외국의 중·저층 건물에서 층고의 여유로 덕트설치 상의 문제가 없는 외국사례를 그대로 검증없이 적용하고 있는 실정이다. 또한, 국내 전통적인 바닥온돌난방을 이용한 바닥매립형 시스템이 일부 적용되어 기존의 천장고에 대한 부담을 줄여주고 있으나 세부 기술적인 검증이 필요한 상황이다. 또한, 대부분의 공동주택의 밀폐된 주거공간에서는 취사를 위한 가스레인지 사용에 따른 오염물질을 제거하기 위한 주방환기시스템이 적용되고 있지만 입상덕트의 배기능력과 공급공기의 불충분으로 유해물질을 신속하게 제거 하지 못하고 있는 실정이며 특히, 30층이상의 초고층 공동주택은 연돌효과에 의하여 원활한 배기가 이루어지지 않고 있다.

그러나, 일본의 경우, 이미 수년전부터 새집증후군에 대한 문제점을 인식하여 친환경자재사용의무화와 적극적인 환기시스템에 대한 기술축적이 상당한 수준에 이르고 있는데 특히, 지역, 건물유형 및 기밀성등에 따라 환기방식을 세부적으로 분류하고 건물전체를 24시간 상시환기로 계획하고 있으며 냉난방 및 자연환기와 조합한 하이브리드 환기시스템도 적용하고 있는 실정이다.

또한, 유럽에서는 자연환기시스템을 기본으로

기계환기시스템을 적절히 조화시킨 hybrid ventilation system이 적용되고 있으며 특히, 에너지 절약적인 접근방법의 하나로 환기와 냉난방을 동시에 구현하는 hybrid system을 최근 주거용 건물에 다양하게 적용시키기 위한 각종 연구들이 새롭게 개발 및 적용되고 있는 상황이다.


3.2 국내의 초고층 공동주택의 환기시스템 적용 사례

국내에 초고층 주거건물에 적용된 환기시스템의 사례를 조사하기 위해 2002년부터 현재 시공 중인 주거건물 중 30층 이상인 건물을 대상으로 하여 5개 곳의 초고층 주거건물을 조사하였다.

3.2.1 도곡동 T-주상복합

도곡동에 위치한 T-주상복합은 최대 층수가 66층으로 건물개요는 table 1과 같다.

Table 1. 도곡동 T-주상복합 건물개요

건물 개요	
<ul style="list-style-type: none"> • 위치 : 서울 강남구 • 용도 : 주상복합 • 완공년도 : 2002 • 층수 : 66층 	

사례 1의 주거건물에서의 환기시스템의 개요는 table 2와 같다.

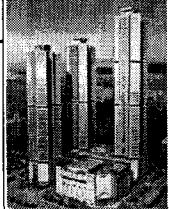
table 2. 환기 시스템의 개요 및 특징

적용 위치	환기시스템 및 특징	비고
복도	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 급배기 시스템 - 세대내 냄새 유입방지 - 침기 저감 	<ul style="list-style-type: none"> • 24시간 급배기 됨 • 고층부 연돌효과 증가
세대	<ul style="list-style-type: none"> • 세대별 급배기 시스템 - 효과적 환기성능 발휘 	<ul style="list-style-type: none"> • 환기 유니트가 외부 풍압에 영향을 받음
주방	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 급배기 시스템 - 주방 + 보조주방환기 동시작동가능 - 라인 디퓨저를 통해 냄새 확산방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 고층부 주방 후드의 경우 Shaft 를 통해 저층부의 냄새 역류 가능
화장실	<ul style="list-style-type: none"> • 세대별 배기팬 	<ul style="list-style-type: none"> • 환기 유니트가 외부 풍압에 영향을 받음

3.2.2 목동 H-주상복합

목동에 위치한 H-주상복합은 최대 층수가 69층으로 건물개요는 table 3과 같다.

table 3. 도곡동 T-주상복합 건물개요

건물 개요	
<ul style="list-style-type: none"> • 위치 : 서울 양천구 • 용도 : 주상복합 • 완공년도 : 2003년 • 층수 : 69층 	

사례 2의 주거건물에서의 환기시스템의 개요는 table 4와 같다

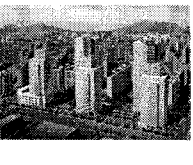
table 4. 환기 시스템의 개요 및 특징

적용 위치	환기시스템 및 특징	비고
복도	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 급배기 시스템 - 세대내 냄새 유입방지 - 침기 저감 	<ul style="list-style-type: none"> • 24시간 급배기 됨 • 고층부 연돌효과 증가
세대	<ul style="list-style-type: none"> • 세대별 급배기 시스템 - 효과적 환기성능 발휘 	<ul style="list-style-type: none"> • 환기 유니트가 외부풍압에 영향을 받음
주방	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 급배기 시스템 - 라인디퓨저를 통해 냄새 확산 방지 - 상시 급배기 - 습기제어 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 층간 수직 조닝을 통해 압력 조절
화장실	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙 배기팬 - 상시 배기 	<ul style="list-style-type: none"> • 층간 조닝을 통해 압력조절

3.2.3 서초 A-주상복합

서초에 위치한 A-주상복합은 최대 층수가 37층으로 건물개요는 table 5와 같다.

Fig. 5. 도곡동 T-주상복합 건물개요

건물 개요	
<ul style="list-style-type: none"> • 위치 : 서울 서초구 • 용도 : 주상복합 • 완공년도 : 2004 • 층수 : 37층 	

사례 3의 주거건물에서의 환기시스템의 개요는 table 6과 같다.


Table 6. 환기 시스템의 개요 및 특징

적용 위치	적용 환기시스템 및 특징	비 고
복도	• 중앙 급기, 세대별 배기 - 세대내 냄새 유입방지 - 침기 저감	• 항상 양압 유지 • 24시간 작동 • 고층부 연돌효과 증가 가능
세대	• 중앙 급기 시스템 - 24시간 급기 - 세대별 환기량 제어 불가	• 외부요인에 영향 받지 않음 • 세대별 검침 불가 • 덕트 space 감소
주방	• 중앙 배기 시스템 - 주방 + 보조주방 환기 동시 작동가능	• 고층부 주방의 경우 Shaft를 통해 저층부의 냄새 역류가능
화장실	• 세대별 배기팬	• 환기유니트가 외부 풍압에 영향을 받음 • 양압 유지

3.2.4 광진구 S-주상복합

광진구에 위치한 S-주상복합은 최대 층수가 58층으로 건물개요는 table 7과 같다.

Table 7. 광진구 S-주상복합 건물개요

건물 개요	
<ul style="list-style-type: none"> • 위 치 : 서울 광진구 • 용 도 : 주상복합 • 완공년도 : 2006.11 완공예정 • 층 수 : 58층 	

사례 4의 주거건물에서의 환기시스템의 개요는 Table 8과 같다.

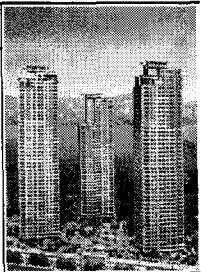
Table 8. 환기 시스템의 개요 및 특징

적용 위치	적용 환기시스템 및 특징	비 고
복도	• 세대내 냄새 유입방지 - 침기 저감	• 24시간 환기 • 고층부 연돌효과 증가 가능
세대	• 세대별 급배기 시스템 - 거실 상사 배기 - 거실 : 급배기 - 침실 급기	
주방	• 중앙 배기 시스템	• 층간 수직조닝을 통한 압력조절
화장실	• 세대별 배기팬	• 환기유니트가 외부풍압에 영향을 받음

3.2.5 강남 I-주상복합

강남구에 위치한 I-주상복합은 최대 층수가 46층으로 건물개요는 table 9와 같다.

Table 9. 도곡동 T-주상복합 건물개요

건물 개요	
<ul style="list-style-type: none"> • 위 치 : 서울 강남구 • 용 도 : 주상복합 • 완공년도 : 2004년 • 층 수 : 46층 	

사례 5의 주거건물에서의 환기시스템의 개요는 Table 10과 같다.

Table 10. 환기 시스템의 개요 및 특징

적용 위치	적용 환기시스템 및 특징	비 고
복도	• 미적용	
세대	• 세대별 급배기 시스템 - 세대내 효과적 환기성능 발휘	
주방	• 세대별 급배기 시스템 - 환기성능 향상 - 급기를 통해 냄새 확산 방지	• 초기투자비 상승 • 미관상 좋지 않음
화장실	• 세대별 배기팬	

3.3 국내 하이브리드 환기 시스템 적용 방안

현재까지 국내 초고층 건물에서 하이브리드 환기시스템을 적용한 사례는 거의 없고 단지 일부 시제품들의 개발단계에 있다. 적용시스템은 주로 자연환기 + 보조 팬(Fan assisted natural) 방식을 사용하여 배기 및 급기를 위해 보조팬을 자연환기와 결합한 것으로 저압의 보조팬을 이용하여 자연환기의 구동력이 약하거나 환기량을 늘려야 할 기간에 환기량을 적절히 증대 가능한 것으로, 최근 가장 많이 적용되고 있다.

이와같은 자연환기 + 보조 팬(Fan assisted natural)방식은 저압의 보조팬을 이용하기 때문에

소음이 저감되고 설치가 용이하다는 장점이 있지만, 환기시스템의 외부공간 노출로 거주자의 성향에 맞춰 디자인이 되어야 할 것이다.

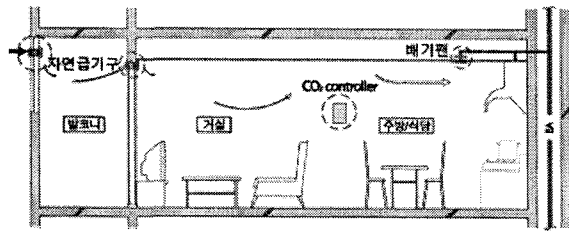


Fig. 1 환기시스템의 개요도

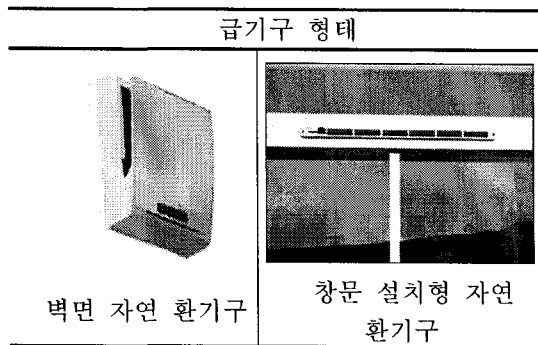


Fig. 2 벽면 자연환기시스템

Fig 2와 같이 현재 국내에 개발된 급기구의 형태는 벽면과 창문 설치형으로 크게 나뉘며, 벽면 자연환기구에 비해 창문 설치형 자연 환기구가 설치가 용이할 것으로 판단되어진다.

초고층 주거건물에서는 외기에 면한 개구부의 틈새면적에 증가함에 따라 연돌연상 또한, 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이러한 자연환기시스템이 세대에 미치는 환기성능과 건물 전체에 미치는 연돌효과에 관해서 충분한 검토가 필요하다.

3.4 외국의 하이브리드 환기시스템 적용 사례

3.4.1 Liberty Tower의 하이브리드 환기 시스템

일본 동경에 위치한 Liberty Tower는 대학 강의실 및 카페테리아로 사용되는 건물로 wind core와 wind-floor를 이용하여 하이브리드 환기 시스템을 건물에 적용하였다.

건물 개요	환기시스템 개요도
<ul style="list-style-type: none"> • 위치 : 일본 동경 • 용도 : 대학 건물 (강의실, 홀, 카페테리아) • 완공년도 : 1998년 • 층수 : 24층 	

그림 3.3 일본 Liberty Tower의 하이브리드 환기시스템

Liberty Tower는 1-17층의 wind core (escalator void)가 stack-effect를 발생시켜, 건물 내부에 자연환기를 유도시키고 wind core 상부의 18층은 wind-floor로 층 전체에 자연환기를 유도하도록 계획된 건물이다.

또한 wind fence를 통해 상부 개구부로의 자연스런 배기 유도 및 wind floor로의 기류 흐름 방지하고, 외기는 perimeter counter를 통해 유입, wind core 상부의 개구부로 배기시킨다.

3.4.2 Shiodome Tower의 하이브리드 환기 시스템

건물 개요	환기시스템 개요도
<ul style="list-style-type: none"> • 위치 : 일본 • 용도 : 사무실 + 호텔 • 완공년도 : 2003년 • 층수 : 38층 	

일본의 Shiodome Tower는 호텔과 사무소로 이용되고 있는 건물로 자연환기와 기계환기가 건물에 적용되고 있으며 동절기에는 기계환기만을 이용하나 중간기의 경우 자연환기+기계환기를 동시에 사용한다. 하절기에는 낮 동안에는 기계환기시스템을 이용하여 건물에 환기와 냉방을 하고, 야간에 외부 온도가 낮아지면, 낮 동안 건물

안에 축열 된 공기를 배기하고 신선한 외기를 유입시킨다.

3.4.3 Commerz bank의 하이브리드 환기시스템
독일의 Commerz bank는 은행건물과 사무소로 이용되고 있는 건물로 이중외피를 이용하여 자연 환기를 유도한 건물이다.

건물 개요	환기시스템 개요도
<ul style="list-style-type: none"> • 위 치 : 독일 • 용 도 : 은행 +사무실 • 완공년도 : 2002년 • 층 수 : 60층 	

Commerz bank 건물은 중앙 아트리움과 4개의 아트리움 정원이 자연환기를 촉진시켰고, IAQ와 열 쾌적을 조건을 만족시키기 위해 이중외피를 이용하여 자연환기를 가동시키고 여름철에는 cold ceiling을 이용하여 기계 환기시키는 방식을 적용하고 있다.

외부의 창은 고정되어 있고, 외기도입을 위한 슬롯을 설치하여 개폐가 가능한 내부창을 통해 중공층의 외기를 도입하여 자연환기를 도입한다.

또한 계획단계에서 건물의 자연환기를 위해 주 풍향에 의한 건물의 외피 풍압분포를 평가하여 이중 외피내의 기류흐름을 평가하였다.

4. 결 론

본 연구는 국내에 시공된 30층 이상의 주거 건물을 대상으로 적용된 환기시스템을 비교 분석한 것으로 그 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 국내 초고층주거건물의 환기시스템 적용 현황은 자연환기가 주종을 이루고 있지만 베란다 샷시 및 이중창 설치등으로 제대로 이루어지지 않고 있었고 일부 기계환기가 적용되고 있으나 외국사례를 그대로 검증없이 사용되고 있어 세부 기술적인 검증이 필요한 상황이다. 그러나, 일본

과 유럽 등 선진외국에서는 이미 수년전부터 지역, 건물유형 및 기밀성등에 따라 환기방식을 세부적으로 분류하고 건물전체를 24시간 상시환기로 계획하고 있으며 특히, 냉난방 및 자연환기와 조합한 hybrid system이 새롭게 개발 및 적용되고 있는 상황이다.

둘째, 2002년 이후 국내 30층이상의 초고층 주거건물에 적용된 기계환기시스템의 사례 5곳을 조사한 결과는 다음과 같다. 즉, 기계환기시스템의 주종은 세대별 급배기 시스템을 사용하는 것으로 나타났다. 그러나, 건물이 고층화 될수록 건물의 샤프트를 통해 연돌효과가 심화되고 특히, 건물의 층 수에 따라 외부의 풍압이나 풍속을 고려하지 않고 전 층에 동일한 환기시스템을 적용함으로써 각 층의 적정환기량을 만족시키지 못하고 있는 것으로 나타났다.

셋째, 재실자의 건강을 확보하는 가운데 설치 및 유지비용이 저렴하며 성능이 우수한 하이브리드 환기시스템은 특히, 에너지 절약적인 면뿐만 아니라 운용적인 측면에서의 유연성과 유지관리비를 절감할 수 있다는 관점에서 매우 유용할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 “건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업(03산C04-01)에 의한 것임”

참고문헌

1. 유형규, 박진철, 이언구 신축공동주택에서의 실내공기 오염물질 방출 저감 프로세스에 관한 연구, 설비공학논문집 제 17권 제 5호, 2005. 6
2. ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙’, (건설교통부령, 건설교통부, 제497호, 2006. 2. 13 공포. 시행)
3. Aggerholm, S. Hybrid Ventilation and Control Strategies in the Annex 35 Case Studies. 2002.
4. Wouters, P. Heijmans, N. Delmotte, C. and Vandaele, L. Classification of Hybrid Ventilation Concepts. , 1999.
5. Chikamoto, T., Kato, S. and Ikaga, T. Hybrid Air-Conditioning System at Liberty Tower of Meiji University. 1999.