초고층 구조물의 주거형태로의 변화는 구조적 특성으로 인하여 자연환기에 열악한 내주부(Interior Zone)를 형성하며, 외주부(Perimeter zone) 역시 개폐할 수 없는 유리벽(Glass wall)으로 구획되어 효율적인 강제환기가 매우 필수적이다.

김병선 _ 연세대학교건축공학과교수_ 02 - 2123 - 2791 _ seon@yonsei.ac.kr

초고층 아파트의 주방환기 계획

□ 서 론

초고층구조물의주거형태로의변화는구조적특성으로인하여자연환기에열악한내주부(Interior Zone)[1]를형성하며, 외주부(Perimeter zone)[2] 역시개폐할수없는유리벽(Glass wall)으로구획되어효율적인강제환기가매우필수적이다.

초고층아파트의경우, 개방창이없는밀폐구조로인해입주시건자재로부터의휘발성유기화합물의배출, 화장실이용시발생하는취기와내부재실자의활동으로인한CO2, 체취, 먼지등의발생으로환기용량이문제가될수있다. 또한우리나라의음식문화특성에따라음식의조리등에서많은냄새가발생할것으로사료되며, 이것이건물에축척되면큰문제가야기될수있다. 기존의아파트등에서는창문의개방으로실내공기환경문제를상당부분해결할수있었으나초고층아파트에서는건축물의특성상창문의개폐가자유스럽지못하여강제배기로해결하여야하는 부담이있다.[3] 특히강제배기를위한환기시스템을 설치하는데는많은비용이소요될뿐만아니라, 한번설치되어운전되면다시변경한다는것이매우힘든작업이므로효율적인환기시스템을계획하고설계할때에는충분한검토가필요하다.[4] 급기구와레인지후드외에취사시발생되는열과오염물질의상승 · 확산되는유통특성을고려하여상부에보조배기구를설치하면효과적인환기시스템을이룰수있다.

이에본연구에서는후드배기와급기를동시에실시할경우를대상으로컴퓨터를이용한 Simulation을통하여배기구와급기구의위치변화에따른급배기시실내기류의파악과가스렌지에서발생한 CO2의농도분포를분석하여주방의환기계획중효과적인급기구와배기구의위치선정을계획하는데있다.

1) 대규모의건물에서외벽을통하여외기온도의영향을받지않는부분을말한다.
2) 건물의내부와반대로외부(건물안의창, 벽쪽)에속하는존을말한다.
3) 창문을열었을때유입되는공기로인한굴뚝효과로실내공기평형이깨어지기때문에
4) 조균형,“ 초고층아파트의단위세대주방환기에관한연구 ”, 대학건축학회논문집, 2001.12

□ 초고층아파트의 주방환기

2.1 공동주택의환기기준

기존 연구결과에 의하면 공동주택 실내공기환경 실측결과, 취침시 안방에서의 CO2농도는 1,400 ~ 1700ppm까지 상승하여 실내허용기준치 1,000ppm보다월등히높아실내공기오염의심각함을알수있다. 특히미국 NIOSH가 446개의건물을대상으로행한연구결과에의하면실내공기질에 영향을 미치는 인자를 크게 환기, 실내오염원, 실외오염원, 건축재료, 미생물, 기타등으로구분하고 있는데, 이중환기가 실내공기질에 가장 큰 영향을 미치고 있고 실내공기질을 제어하는데 가장 효과적인방법이라고한다.[5] 다음국내 · 외환기기준을간략히요약해보기로하겠다.

1) 국내환기기준

국내의 경우, 건축물의 실내공기환경과 관련해서는건축법시행령제51조에의하면“ 환기를위하여 거실에설치하는창문등의면적은그거실바닥면적의 1/20이상이어야 한다. 다만 건설부령이 정하는 바에의하여위생에지장이없는환기장치를설치한 경우에는그러하지아니한다. ”라고규정되어있다.

2.2 주방환기의기본개요

1) 조리과정에서의오염물질

조리시 주방에서는 주방연료 연소에 따라 인체에 유해한 각 종가스가 발생한다. 또한 음식물 유형에 따라파티클, 수증기, 열, 냄새등이발생해재실자에 게불쾌감을줄뿐만아니라구조물에도악영향을미치는것으로알려져있다.

2) 외국환기기준

<표1> 주요국가의주거용건물에대한최소환기량

국가및기준명	총환기량	거실	침실	주방	욕실겸용화장실	화장실
벨기에 NBNB62-003	0.7 ~ 1.0회/h 20 ~ 30㎥/h	-	0.1㎥/s㎡	50 ~ 75㎥/h	1.4㎥/h	1.4㎥/h
캐나다 CSAF3261-M1989 ASHRAE62-1989	-	-	-	50ℓ/s 간헐배기 30ℓ/s 간헐배기	25ℓ/s 간헐배기 15ℓ/s 간헐배기	-
덴마크 DS418	-	0.4 ~ 0.8회/h	-	0.7회/h	0.7회/h	-
핀란드 NBC-D2	-	0.5ℓ/s㎡	4.0ℓ/s인 0.7ℓ/s㎡	배기 20ℓ/s	배기 15ℓ/s	15 ~ 30㎥/h
프랑스 Arrete 24.03.82	-	-	-	20 ~ 135㎥/h	15 ~ 30㎥/h	-
독일 DIN18017 DIN1946 Pt2	-	최소: 60 ~ 120㎥/h 최대: 60 ~ 180㎥/h	-	최소: 40㎥/h 최대: 60㎥/h	최소: 40㎥/h 최대: 60㎥/h	최소: 40㎥/h 최대: 60㎥/h
이탈리아 MD 05.07.75	0.35 ~ 0.5회	15㎥/h인	-	1.0회/h	1.0 ~ 2.0회/h	-
네덜란드 NEN1087	-	0.1㎥/s㎡	0.1㎥/s㎡	2.1㎥/s	1.4㎥/s	1.4㎥/s
뉴질랜드 ASHRAE62	실별로바닥면적당 5%의개폐가능한유리창설치	-	-	-	25ℓ/s 간헐배기 10ℓ/s 간헐배기	-
노르웨이 NBC ch47-1987	-	급기외벽이 100㎠이상의개폐가능한개구부나 급기구설치	급기: 외벽에 100㎠이상의개구부설치	기계배기60㎥/h 자연배기:지붕위의단면적 150㎠이상의덕트설치	기계배기 60㎥/h 자연배기:지붕위의단면적 150㎠이상의덕트설치	기계배기 60㎥/h 자연배기:지붕위의단면적 150㎠이상의덕트설치
스웨덴 BFS 1988 ch4	최소(급기) 0.35ℓ/㎡	급기 0.35ℓ/㎡	급기4.0ℓ/인 80 ~ 120㎥/h	10ℓ/실 (배기)	10 ~ 30ℓ/s (배기)	10ℓ/실 (배기)
스위스 SIS384/2, SIS382/1	-	-	-	-	㎥/h	-
영국 BS5720-1979 BS5925-1991Build. Regs Pt.F CIBSE Guides A.B	권장 12 ~ 1회/s인 최소 8 ~ 12ℓ/s인	바닥면적의 1/20이상인 환기구및최소 4000㎟ 이상의환기구면적확보	바닥면적의 1/20이상인 환기구및최소 4000㎟ 이상의환기구면적확보	기계급기60ℓ/s또는배기후드설치및최소4000㎟ 이상의자연환기구설치또는환기횟수 1.0회/h확보	15ℓ/s (간헐환기)	바닥면적의 1/20이상인 환기구설치또는간헐적으로 3.0회/h이상의 환기횟수확보
미국 ASHRAE62-1989	환기횟수 0.35회이상 (7.5ℓ/s인)이상의환기량확보	-	-	15ℓ/s50ℓ/s(간설환기) 또는12ℓ/s(연속환기) 또는개폐가능창	25ℓ/s실(간헐환기)또는 10ℓ/s실(연속환기) 또는개폐가능창	-
일본 HASS102-1997	30㎥/h인 (흡연시: 130㎥/h인배1개피)		-	-	-	-

5) Meckler, M. Indoor Air Quality Design Guidebook, Lilburn, The Fairmont Press,1991 p.118

①가스및열

난방및취사등의용도로사용되는연소기구는불충분한환기상황에서 다량의 오염물질을 발생시키는 것으로 알려져 있다. 기존 연구자의 실험을 통해 주방에서 발생되는 가스의 종류와 농도분포경향을알수있는데池田正一은각종 CO의발생원으로부터CO발생량을측정한결과, 취사용곤로의경우연소시 4~12평균5)l/h의 CO가발생하고있다는것을인지하였으며 또한侏水定約은각종연소기로부터질소가스의방출량을측정한바있다. 특히 Trayner는 27㎥의실내에서행하여진실험을 통하여, 0.4회/h의 환기횟수에서 1시간당 8,180j/h의 석유스토브를 사용하면, CO2는 10,000ppm이상, CO는 15ppm이상, NO2는0.5ppm이상의농도분포가보임을확인하였다.

②파티클

파티클은 조리시몇가지생성경로에의해고체및액체의 형태로만들어진다. 고체형파티클은대개음식물을태움으로서 탄소함유 물질이다. 특히 채소는 섬유성 물질로서 불에 의해 쉽게고체형파티클로변환된다. 액체형파티클의형상은가장 중요하며크기에따라2가지로구분된다. 상대적으로큰액체형파티클은중력으로인해즉시인근표면에떨어지기때문에 주거용환기장치에의해제거되기가어렵다. 이에비하여보다 일반적인액체파티클은작은것으로공기를따라이리저리부유하다가표면제점착된다. 이들이제거되지 않고실내표면에 점착되면부패, 냄새등을유발하게된다.

③수증기

조리과정은 상당량의 수증기 발생을 수반하며 수증기의 불균일한분포는급속환확산을일으켜서전체거주공간은순식간에고습도상태가된다. 과도한습도는구조물부패의주원인으로 작용하므로 적정수준의 기계환기에 대한 요구가 강조되고 있다.

④냄새

조리과정에서발생하는몇가지냄새는불쾌감을주며후드에 의해배출하는것이외의경제적제어방법은아직제시되고있지않다.

2) 환기방식의비교

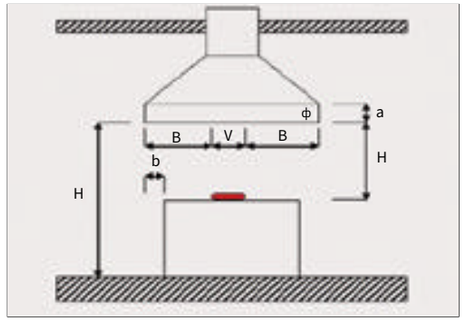
①국소환기방식

국소환기는 오염물질이 실내로 확산되기 전에 기계적인 힘에의해서오염물질을포집하여제거하는환기방법을말한다. 국소환기시설중가장중요한후드는방출된오염물질을한곳으로 포집하고 그것을 국소환기 시설내로 유입시키는 흡입부이다.

따라서 최소의 환기량과 동력비로 오염물질을 효과적으로 제거하기위해서는적절한후드를설치하는것이중요하다. 과대한 크기로 인해 장치설계 비용 및 동력소비가 증가하거나, 불충분한 크기로 인해 오염물질의 제어가 만족스럽지 못하게 되기도한다.

<표2> 일반적인후드의상세

기호	최소요구치	실용치
a	50mm이상	100~150mm
B	h/2 이상	-
b	-	150mm~0.4h
H	-	1,800~2,000mm
h	1,000mm이하	1,000mm
V	-	0.25~0.5m/s
θ	10°이상	30~40°



국소환기는 실내에 특정 오염배출원이 있는 경우에 적용되어 진다. 음식의 조리가 행해지는 주방과 다용도실에서 이용되어 질 수 있고, 음식의 조리시 발생하는 냄새를 얼마나 효과적으로 만족할 만큼 제어할 수 있는가는 후드의 성능에 크게 좌우되기 때문에 기능이 우수한 후드를 사용하는 것이 중요하다. <표 2>는일반적인후드의상세로후드의형태, 위치,

<표3> 최소환기방식과국소환기방식의비교

항목	최소환기방식(환기)	국소환기방식(환기+가습)
일반적인구성	천정매립형전열교환기+급기팬 배기렌지후드+욕실배기팬	하부급기형전열교환기+급기팬 배기렌지후드+욕실배기팬
개요	24시간상시환기를목적으로각실전체를 0.5회/H 정도의환기량을확보.	주방,욕실을제외한각실전체를한대의가습기일체형전열교환기를환기하는방식. 3단계의풍량조절이필요하다.
장점	상시소풍량환기로곰팡이,진균.건축재의냄새등의방지에효과적이다.	상시소풍량환기로곰팡이,진균.건축재의냄새등의방지에효과적이며습도조절이가능하다.
단점	환기덕트구성및장비점검구필요.	초기투자비가증가한다. 환기덕트구성및장비점검구필요
운전비지수	1.5	2

<표4> 전체환기방식과개별전체환기방식의비교

항목	전체환기방식	개별전체환기방식
일반적인구성	급기구+렌지후드+욕실배기팬	벽취부형전열교환기+동시 급·배기렌지후드+욕실배기팬
개요	주택내의주방,욕실의환기설비를이용함과동시에각실의급기구를설치하여주택전체의환기를실현하는방식. 외부방문객의방문시에도대응가능.	주택내의주방, 욕실이외의각실에는전열교환기를각각설치하여개별로환기하는방식.
장점	초기투자비저렴. 열량손실이많아유지관리비가많다.	각실의상황, 생활패턴에대응가능.
단점	급기구를적절히설치해야한다.	초기투자비가증가한다. 통합제어불가.
운전비지수	1	1.1

제어 풍속, 기기의 연료소비량 등에 의하여 적절한 배기량을 산출하게된다.

②상시환기방식

상시환기는 유해물질로 오염된 실내공기를 보다 청정한 외부공기를 혼합하여 유해물질의 농도를 희석시키는 환기를 말하며, 일반적으로 재실자의 건강을 보호하고 실내의 온도 및 습도를 조절하기 위한 목적으로 사용된다. 이런 환기의 목적을 달성하기 위한 최소한의 급기량 또는 배기량을 필요환기량이라 하고 필요환기량은 재실자의 수, 유해물질의 발생량과 외기조건에 따라 달라질 수 있어 환기방식의 선정이나 환기설비의 설계에 있어 기초자료가 된다. 상시환기가 적용되는곳은특정한오염물질배출원이없는경우에전체오염농도를희석을통해서감소시키는곳에적용할수있다.

거실, 침실, 화장실등에적용할수있다. <표 3>은최소환기방식과국소환기방식을비교한것이며<표 4>는전체환기방식과개별전체환기방식을비교한것이다.

3) 주방환기의주요요소

최근 국내공동주택에서는 주방과거실이 일체로 계획되는 사례가 많고 환기방식에서는 강제배기방식및자연급기방식을채용하고있다. 그러나이방식은환기균형상의몇가지근본적인문제점을가지고있다.

①레인지후드의배기성능

과도한배기풍량은팬소음을증대시키고실내온도를급감시켜 온열감악화와공조비의증가를유발한다. 과소한배기풍량또는실내의후드에의한설계배기량이충분히확보되지못하면 주방의 오염물이 실내로 확산되어 재실자에게 불쾌감을 유발할수있다.

②레인지후드의포집성능

발생한 오염물중에서 얼마만큼의 오염물이 레인지후드에 의해 배출되었는지를나타내는것으로포집성능이떨어질수록실내에 잔존하는오염물이증가하여실내공기의질을악화시키게된다.

③급기성능

기밀성능이 우량한 초고층 아파트에서는 후드 배기량에 상응한급기가확보되지않으면실내는과도한부압이형성되어환기성능은 저하되고 콜드 드래프트가발생할 수 있다. 이이외에도문개폐가곤란하며샤시주변에서는소음이발생될수있다. 반대로과도한급기는냉기침입으로인해실내온도가급감하고콜드드래프트가 발생할수 있다. 또한 잘못된급기경로는오염물의확산을촉진시킨다.

□ 기본모델을통한주방환기성능실측과해석

주방의환기성능을 결정하는요인으로 앞서레인지후드의 배기성능과 포집성능 그리고 급기성능을 들수있다. 다음은후드배기와급기에따른환기성능을알아보기위하여몇가지대안에대한실측과 Simulation을실시하였다.

3.1 기본모델

기본모델은 A사 아파트의 65평형 주방구조를 기반으로배기와급기방식에따라3개의 Cas를 설정하였다.

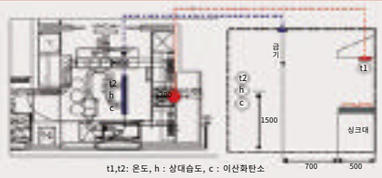
3개 Cas들의환기성능실측과CFD 해석을통해 비교함으로써바람직한대안을도출하기로하겠다. <표5>는각대안별특징과평면그리고입면의구성을나타낸것이다.

3.2 환기성능의실측

A사의주방은Case 2를중심으로계획되었다.

다음은Case 2에서급기유무가환기성능에얼마나 많은영향을미치는가를알아보기 위하여같은층에평면이같은2개의주호를대상으로습도와온도를보정하고급기유무를달리하여똑같은조건하에서실측을실시하였다.

[그림1] 측정점의위치와측정기기



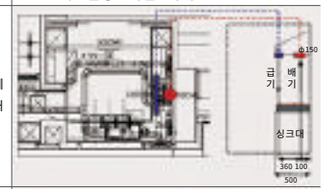
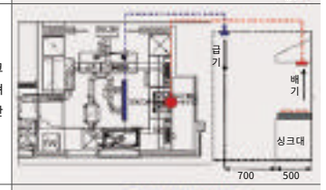
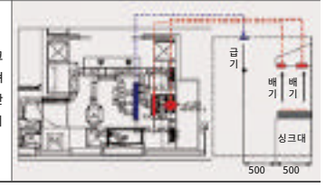
측정항목	측정기기	측정항	간격
실내습도	SATO Datalogger	1점	1분
실내온도	Grant 1250series Remote Squirrel Meter/Logger	2점	1분
CO & CO2	TSI IAQ Meter	1점	1분

1) 환기성능실측개요

실험은가스레인지4구중2구를점화하고후드배기팬만작동했을때와후드배기팬과급기팬을동시에작동했을때의각측정점에서의온도와습도그리고CO2 변화량을1분단위로60분간측정하였다.

다음의 [그림 1]은 실측에 대한 측정점과 측정기구를 나타내고있다. 초기실내온도는 28℃, 실내습도는 66%로설정하였다.

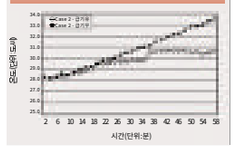
<표5> Case별기본특징과구성

대안별특징	대안별평면과입면구성
Case 1 가스레인지바로 위에 급기구를위치시킨형태의대안이다.	
Case 2 배기구와분리하여싱크대로부터70cm 떨어져 급기구를위치시킨대안이다.	
Case 3 배기구와분리하여싱크대로부터50cm 떨어져 급기구를위치시킨대안이며Case 2보다배기성능을높였다.	

2) 실측결과

①t2 지점에서의실측온도비교

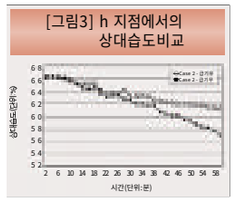
[그림2] 12 지점에서의 실측온도비교



급기의 유무에 대한 t2 지점에서의 실측온도를 비교한 결과 배기와 급기를 했을 때의 온도가 급기를 안하고 배기만 했을 때의 온도보다낮다는것을알수있다. 이는적절한급기가주방에서 발생하는 더운 기류의 확산을 어느 정도 차단하고 있다는 것이다.

②h 지점에서의상대습도비교

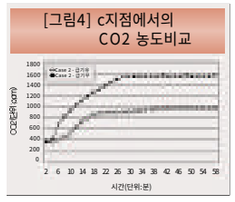
[그림3] h 지점에서의 상대습도비교



급기의유무에대한h 지점에서의 상대습도를 비교한결과, 배기와급기를했을 때는 급기를 안하고 배기만 했을 때에 비하여 적정수준에서습도를유지하고있는것으로나타났다. 배기와급기를동시에했을때초기에는습도가배기만 했을때와같이 내려가지만 어느 정도 시간이 지나면 더 이상 내려가지 않고 일정수치를유지하고있다.

③c 지점에서 CO2농도비교

[그림4] c지점에서의 CO2 농도비교



급기의유무에대한c 지점에서의 CO2 농도를 비교한 결과, 배기와 급기를 했을 때의 농도가 급기를 안하고 배기만 했을 때의 농도보다낮게나왔다. 특히배기만했을때의CO2 농도를보면 1500ppm을넘고있어 1000ppm인실내환경기준치를초과하고 있는 것으로 나타났다. 배기와 급기를 동시에 했을 때 초기에는CO2 농도가증가하지만 1000ppm을 넘지않고일정시간이지나면일정상태를유지하고있는것으로나타났다.

결론적으로 후드에 의한 배기만으로는 적정수준의환기성능을보장할수없으며후드에의한배기와함께적절한급기는환기성능을개선시킬수있는것으로조사되었다.

3.3 각 Case별환기성능비교해석

다음앞서의3개 Case들을대상으로CFD 시뮬레이션을수행하여급기구의위치에따른환기성능을비교해보기로하겠다.

1) 모델의경계조건

①기본모델내의 주방부분을 대상으로 3.4m× 3.0m× 2.4m(약 80,000개의 cell를 이용) 크기의 해석부분을설정하였다.

②거실의실내온도는 24℃로설정

③사용된후드, 배기, 급기

<표6> 사용된후드, 배기, 급기용량

	형식	흡배기량(CMH)	온도	규격(mm)	연풍속(m/s)
후드	-	450	-	-	3.12
배기	라인	100	-	587×116	0.40
급기	라인	300	10℃	1174×116	0.59

④가스레인지의발열량선정

연소에있어서노즐렌지후드음식물로의열전달, 복사등의손실 요인이 발생하여 연소온도가 이론적인 값보다 낮아지는 경향을보인다.[6)]

실제 배기되는 연소가스의 에너지는 40%, 비활성에너지는 20%, 주변으로의 열확산이 5%정도, 음식물로는 약 30~35%정도의에너지전달이일어난다. 여기서는연소가스기준으로 60%의 손실을 갖는 경우에 대하여 계산을 하였다.(음식물로의 열투입과 수증기의 발생 등으로 인하여 실질적인상황은이보다더많은손실을가져올수있다.)

- 일반적인가스레인지의발열량 8,500kcal/h

6) ASHRAE OR-94-15-3

- 비활성에너지를제외한계산시사용된발열량 8,500㎉/h×0.4 = 3,400㎉/h = 3,954W

⑤가스레인지의이론상폐가스량

발생하는폐가스량 9,800ℓ중활성화되어발생하는이산화탄소의 80%라고 가정하면 7,840ℓ의 이산화탄소가 발생하게된다. 천연가스의주성분은메탄(CH4)으로이루어져있고 이론연소온도는 2,005℃이다. 따라서 시간당 7,840ℓ의 이산화탄소가발생하게된다.

- 가스사용량: 8,500(가스레인지의발열량)/11,000㎉/시가스의발열량) = 0.81㎥/h
- 연료의이론폐가스량: 12.1Nm³/Nm³(천연가스)
- 가스레인지의이론상폐가스량: 12.1×0.81 = 9.8㎥/h = 9,800ℓ/h

⑥사용된기체(이상기체)

<표7> 시뮬레이션에사용된기체

기체특성	공기(AIR)	이산화탄소(CO2)
Molecular Weight	28.96	44
Reference Temperature(℃)	293	300
Density(kg/㎥)	1.205	1.7875
Specific Heat(J/(kg • K)	1..6	845.73
Molecular Viscosity (Pa*s)	1.81e - 005	1.496e - 005

2) 해석방정식

일반적으로건축분야에서는공간적인온도분포가크지 않기때문에 공기유동, 온도분포등의해석을위해비등온의비압축성난류모델(예를들면표준 k-ε모델)을사용하는예가많다.

그러나주방과같이고열이발생하여주변과공기밀도의차가많이발생하고이에따른높은부력이발생하는곳에서는적용이어렵다는문제점이있다. 따라서본연구에서는주방에서의공기유동도해석할 수 있는 압축성 k-ε모델을 사용하였다. 모델의지배방정식은<표 8>과같다. 또한해석공간에유입되는 바람의풍속, 난류에너지 및난류에너지의산일률은다음과같이구하였다.

난류에너지 k에관한일반식은없으나본 연구에서는풍동실험을통해얻어진다음의관계식(15)을 이용하였다(村上周三, 1988). 또한un = 3m/s, D = 50m로가정하였다. 유입되는바람의온도는 20℃로설정하였다.

3) Case별주방의CO2 농도분포

시뮬레이션은2가지조건으로실시되었다. 다음은각조건에대한CASE별 CO2농도에대한시뮬레이션의결과이다.

◎거실부분의경계조건을압력조건으로둘경우

◎경계조건에서후드의용량의차이(550CMH-300CMH = 250CMH만큼거실에서들어오는조건으로시뮬레이션을실시하였다.

<표8> 압축성 k-ε 모델의지배방정식

(연속식)
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial u_i} = 0 \quad (1)$$

(운동량 방정식)
$$\frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu_t\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right] + \rho g u_{i3} \quad (2)$$

(난류에너지 k의수송 방정식)
$$\frac{\partial (\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_j k)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\mu_t}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_j}\right) + P_k + G_k - \varepsilon \quad (3)$$

(산일률 ε의 수송방정식)
$$\frac{\partial (\rho \varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_j \varepsilon)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right) + \frac{\varepsilon}{k}(C_{\varepsilon 1} P_k + C_{\varepsilon 3} G_k - C_{\varepsilon 2}\varepsilon) \quad (4)$$

(에너지 θ의 수송방정식)
$$\frac{\partial (\rho \theta)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_j \theta)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\mu_t}{\sigma_\theta}\frac{\partial \theta}{\partial x_j}\right) \quad (5)$$

(스칼라 Φ의 수송방정식)
$$\frac{\partial (\rho \Phi)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_j \Phi)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\mu_t}{\sigma_\Phi}\frac{\partial \Phi}{\partial x_j}\right) \quad (6)$$

(상태방정식)
$$p = \rho R \theta \quad (7)$$

$$\mu_t = C_\mu \frac{\rho k^2}{\varepsilon} \quad (8)$$

$$-\overline{u_i u_j} = \mu_t\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_j}\right) - \frac{2}{3} k \delta_{ij} \quad (9)$$

$$P_k = -\overline{u_i u_j}\frac{\partial u_j}{\partial x_j} \quad (10)$$

$$G_k = \frac{g_i}{\sigma_\theta}\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{x_j}\delta_{i3} \quad (11)$$

Cμ = 0.09, C1ε = 1.44, C2ε = 1.92, σk = 1.0, σε = 1.3, σθ = 0.9, σΦ = 1.0, C3ε = C1ε(where Gk > 0), C3ε = 0.0 (where Gk≤0)

①주방과 거실/복도간의 경계조건을 압력조건 둘 경우의해석

- Case 1의해석

[그림 5]의Case 1에대한해석을보면, 가스레인지바로위

$$\frac{u(z)}{un} = \left(\frac{z}{D}\right)^{1/4} \quad (12)$$

$$\varepsilon = C_\mu k(x)^{3/2}/1 \quad (13)$$

$$l = 4C_\mu^{1/2} k^{1/2} \frac{D^{1/4}}{u_n} x^{3/4} \quad (14)$$

$$k(z) = 0.018(z/D)^{1/2} + 0.015 \quad (15)$$

여기서, u(z): 유입되는바람의풍속(m/s),
un: 기준높이에서의풍속(m/s), z: 지면에서부터의높이(m),
D: 기준높이(m), l : 난류의특성길이 (m)

에급기구가위치하기때문에 CO2가주방에서확산되어 거실까지전체적으로퍼져나가는것을알수있다. 따라서Case 1과같은환기계획은바람직하지않다.

- Case 2의해석

[그림 6]의Case 2에대한해석을보면, 가스레인지에서발생한 CO2가 거실로 확산되지 않고후드에 의해포집되는 것으로나타났다.

따라서Case 2와같은환기계획은양호한것으로나타났다.

- Case 3의해석

[그림 7]의 Case 3인 경우 역시 Case 2와 마찬가지로 발생한 CO2가거실로 퍼져나가지 않고 후드에 의해 포집되는 것으로나타났다.②복도에서거실로공기가유입되는경우의해석

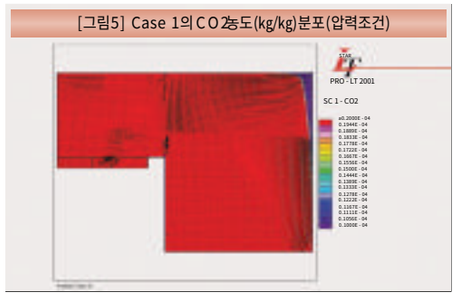
- Case 1의해석

앞서 1)①의[그림 5]과같이[그림 8]의Case 1인경우가스레인지 바로 위에 배기구가 위치한 관계로 CO2가 주방을포함하여 거실전역으로확산되고있다. 따라서 Case 1과 같은환기계획은바람직하지않다.

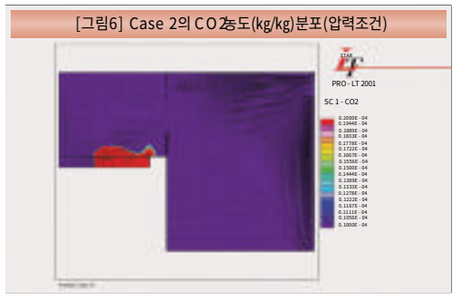
- Case 2의해석

앞서[그림 6]의결과와같이[그림 9]의Case 2에대한해석을 보면, 가스레인지에서 발생한 CO2가 거실로 확산되지 않고후드에의해포집되는것으로나타났다. 앞서와마찬가지로Case 2와같은환기계획은양호한것으로나타났다.

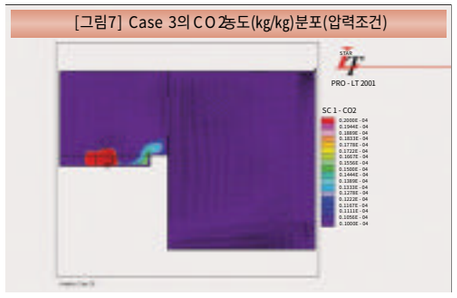
[그림5] Case 1의CO2농도(kg/kg)분포(압력조건)



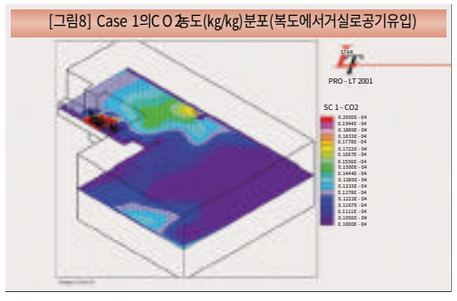
[그림6] Case 2의CO2농도(kg/kg)분포(압력조건)



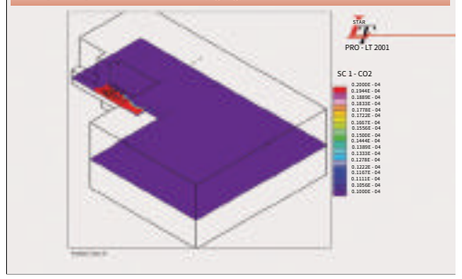
[그림7] Case 3의CO2농도(kg/kg)분포(압력조건)



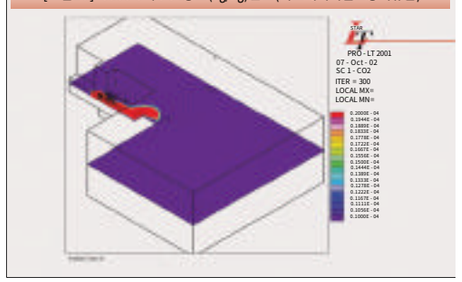
[그림8] Case 1의CO2농도(kg/kg)분포(복도에서거실로공기유입)



[그림9] Case 2의CO2농도(kg/kg)분포(복도에서거실로공기유입)



[그림10] Case 3의CO2농도(kg/kg)분포(복도에서거실로공기유입)



- Case 3의해석

Case 3의경우역시Case 2와마찬가지로발생한 CO2가 거실로 퍼져 나가지 않고 후드에 의해 포집되는 것으로 나타났다.**결과적으로 후드배기와 급기를 동시에 실시할 경우를대상으로컴퓨터를이용한수치 Simulation 프로그램인Star-를이용, 배기구와급기구의위치 변화에따른급배기의실내기류파악과가스레인지 에서발생한 CO2의농도분포를분석하여효과적인 급기구와 배기구의 위치 선정을 하였다. Case 1의 경우에는전자레인지의바로위에설치된급기구에 의하여이산화탄소가급속하게퍼지는것으로나타 났고Case 2, Case 3의경우에는효과적으로이산화 탄소가포집되는것으로나타났다.**

□ 결 과

주택의환기설비라는 것은주방의 가열조리용배기, 화장실의 냄새제거, 욕실과 세면장의 습기제거 가주된것이다.

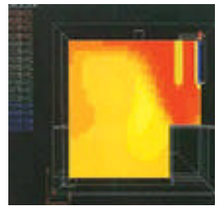
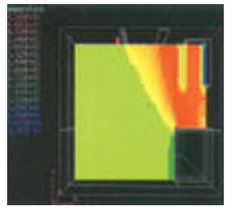
지금까지이들환기에는국소방식의제3종환기설 비를사용하는것이일반적으로이배기에따른환 기설비에대해서는외벽면에설치되어있는환기레 지스타정도로경시되어온경향이있다. 그러나건 축부재가점점고성능화되면서특히개구부주변의 기밀화가진행되고알루미늄샤시의등장으로그성 능이한층더높아지게되었다. 이와같은상황으로 변하면서주방의가열조리에는가스가사용되는경 우가많게되고연소용신선공기의공급이불가피하 게되었다. 따라서종래의환기레지스터에대해서도 주방전용 제품이 설치되고자연급기덕트를 주방까 지 배관하도록계획되고 있다. 이와같이 주방환기 계획의 추세를 언급하기에 앞서 본 연구의 결과를 요약해보면다음과같다.

◎Case 2의 급기유무에 대한 실측데이타를 비교한 결과, 후드에 의한 배기만으로는 적정수준의 환기성능을 보장할 수 없으며후드에의한배기와함께적절한급기는환기성능을 개선시킬수있는것으로조사되었다.

◎3개의 Case들에 대한 후드 배기구와 급기구의 위치별 환기성능해석에서는급기구의위치를배기구나가스레인지에 가깝게위치시키면환기성능이월등히저하되는것을알수 있으며급기구의적절한위치는음식물조리에서나오는오 염원의확산을감소시킬수있다.

따라서 초고층공동주택의 주방환기에 요구되는 것은 앞에서 설명한 것처럼 특히 이 급기 계통의 확보가중요하다. 구체적으로 30층을넘는경우에 는 급배기동시형 레인지후드팬의 채택을 검토할 필요가있다. 이런종류의기기를사용한다면급기 확보가비교적용이하게 되고또한주방에서의외 기에 의한 드래프트도그만큼고려하지 않아도 해 결된다.

<표9> 기존의주방환기방식과급배기동시형주방환기방식의비교

레인지후드만가동	레인지후드와주방급 · 배기가동
	
오염물질및열기가레인지후드로배출되지못하고상승하여천장부를따라흘러주방외로역류되고있다.	오염물질과잉여열이실내에퍼지지못하고천정배기후드를통해완전히배출되고있다.

급배기동시형에도 이 급기계통을 자연급기로 할지혹은강제급기로할지의선택을고려해야하지만 급기를확실하게하기위해서는강제급기타입을선 정하고 미사용시에는 전동셔터로 확실하게외기를 차단하는것이바람직하다. 급배기동시형이채택될 수없는경우에는주방까지자연급기계통을배관하 고 전용급기구를천정면에 설치한다. 이경우의드 래프트대책은급기구를될수있는한사람의동선 으로부터피해서설치하고(냉장고설치장소의상부 등) 급기제어구의형상도직접밑으로취출하지않 는 형태를채택하는 것이바람직하다. 또한급기구 에는셔터를부착하여레인지후드팬과연동하여개 폐하도록한다.

레인지후드팬에는 후드부분이 들어간 타입을 채택하고 배기성능도 정압계산에 의하여 산정되지만 보통 초고층공동주택에서는 소위 IV형이상이 사용 되는경우가많다.

그것은 외풍압의영향을 고려하여III형에서는 정 압부족이발생하는경우가많기때문이다. 필요풍량 은 420㎥/h 정도가 널리 사용되고 있다. 최근에는 옵션으로 가스오븐이 설치되기도 하고 고칼로리버 너를설치하는경우도있기때문에화기사용에따른 환기계산시주의가필요하다.

또한자동화주방의경우화기사용의계산은불필 요하지만 일반적으로 300㎥/h전후의 배기량을 확 보하는게좋다.

참고문헌

①삼성중공업기술,“ 초고층요소기술 ”, 기문당, 2002.5
②R. McCluney,“ Sensitivity of Fenestration Solar Gain to Source Spectrum and Angle of Incindence ”, ASHRAE Transactions 10, June 1996
③김광우, 정광섭공저,“ 건축공기조화설비 ”, 서울, 기문당, 1993. P265
④Mechler. M.“ Indoor Air Quailty Design Guidebook ”, Lilbum,The Faimont Press, 1991 p.118
⑤ Hines A.L. et al,“ Indoor Air Quality and Control ”, New Jersey:PTR Prentice Hall. 1993, pp.53~55
⑥윤재욱,“ 공동주택의실내청정도를고려한환기설계기준설정방법에관한연구 ”, 박사학위논문, 연세대학교대학원건축공학과, 1989.12 p.8
⑦Samet, J.M. and Spengler J.D.,“ Indoor and pollution: a health perspective, London ”, The Jones Hopkins Press, 1991. p.16
⑧AIVC,“ Minimum Ventilation Rates and Measures for Controlling Indoor Air Quality ”, 1989. p31
⑨AIVC,International Energy Agency Annex IXAIVC Technical not AIVC26, “ Minumum Ventilation Rates and Measures for Controlling Indoor Air Quality ”, 1989. October p.40
⑩IES“ MacroFlo Caculation Methods ”2001.10
⑪L.C.Burmeister,“ Convection Heat Transfer 2nd Edition. ”, John Wiley & Sons. Inc,1993