



CFD를 이용한 주택시설 주방환기 성능 개선 방안 연구

The Performance Improvement in Ventilation of Kitchen of Housing by Using CFD Method.

강유도* · 이종찬** · 김병선***

Kang, Youn-Do* · Lee, Jong-Chan** · Kim, Byung-Sean***

* Dept. of Architectural Engineering, Yonsei Univ., South Korea (kangyd@yonsei.ac.kr)

** Coauthor, Dept. of Gansam Architecture & Partners, South Korea (statesman@hanmail.net)

*** Corresponding author, Dept. of Architecture, Yonsei Univ., South Korea (sean@yonsei.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose : By proposing an improvement plan of mechanical ventilation system, which can lower the concentration of pollutants made when cooking in the housing and prevent indoor diffusion of them, it can improve the quality and purity of indoor air. **Method:** The procedure of the research follows: figure out the pollutant sources of kitchen air and adverse effects of the pollutants to human body. By considering the housing where the indoor pollutant diffusion occurs as a target of case study and simulation(STAR-CCM+) model the actual condition(kitchen 40m², outlet 6ea, 900CMH, living room 65m², outlet 2ea, 300CMH), we figured out the flow of kitchen air. Suggest alternatives to prevent the diffusion of kitchen air and check out the results through simulation. Based on the results, propose the improvement method for the prevention. **Result:** In order to prevent the diffusion of polluted air in the kitchen, maintain the kitchen air (-)pressure. The kitchen ventilation system cannot be made only through outlet but with inlet, by replacing one inlet(150CMH) with one of the six outlets in kitchen and one of the two outlets in the living room.

KEYWORD

환기
주방환기
실내공기의 질
CFD
친환경건축
Ventilation
Kitchen Ventilation
Indoor Air Quality
Computational Fluid Dynamics
Sustainable Architecture

ACCEPTANCE INFO

Received Jan 6, 2018
Final revision received Jan 29, 2018
Accepted Feb 2, 2018

© 2018 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

국내 건축기술의 발전과 건축자재의 성능 향상은 주택의 단열 성능과 기밀성은 향상되었으나 침기(Infiltration)에 의한 환기가 거의 없기 때문에 환기에 대한 필요성이 크게 증대되었다.

실내 공기 오염의 원인에는 새집증후군의 일종인 휘발성 유기화합물도 있지만, 우리가 생활하면서 필수적으로 하지 않으면 안 되는 주방의 조리 과정에서도 많은 유해물질이 발생하는데, 전 세계적으로 보면, 음식의 조리 과정에서 발생하는 공기오염에 의해 약 430만 명이 사망하고 있으며, 이는 실내 공기오염에 의한 사망률이 실외 공기오염에 의한 사망률보다 높은 것으로 나타났다.

주방에서 발생하는 각종 유해물질은 자연적으로 새나가거나 인위적으로 줄이지 않는다면 집 전체로 확산되는데, 이런 유해한 환경에 장기간 노출되어 생활할 경우에는 건강에 악영향을 줄 수 있다. 따라서 주방의 환기는 거주자의 건강과 매우 밀접한 관계를 갖고 있다고 할 수 있다.

주방이 실내에 있는 대부분의 주거형태에서는 거주자가 거실과 주방 사이를 이동하기 쉽도록 주방과 거실을 인접하여 연결 되어 있

기 때문에 음식을 조리할 때 발생하는 냄새 또는 유해물질이 실내공간으로 쉽게 확산될 우려가 있다.

주방은 실내 공기 오염의 주요 원인으로서 그 이유는 음식을 조리할 때 발생하는 미세먼지와 이산화탄소 및 휘발성 유기화합물 등의 유해물질 때문인데, 특히 생선, 고기 등이 타면서 발생량이 크게 증가한다. 따라서 주방 환기는 실내 공기의 질 확보에 크게 영향을 끼치는 중요한 공기환경 요소로서 연소기구 사용 시 연소공기가 부족하면 이산화탄소 중독 등의 위험이 발생할 수 있으므로 주방 환기에 대한 세심한 주의가 필요하다.

주방 환기계획은 조리 시 발생하는 오염물질을 적절히 배기시키는 것이 가장 중요한데, 조리기구의 배치와 발열량을 평가하고 후드의 위치와 종류 그리고 덕트 직경과 경로를 결정하여 적절한 풍량을 제어하기 위한 배기 환을 선정해야 하나, 일반적으로 실내 공기의 밸런스계획을 시행함에도 불구하고 배기량에 대한 급기량의 고려는 현재 상대적으로 부족한 상태이다.

즉, 일반적으로 주택의 주방 환기는 창문을 통한 자연환기와 후드 및 배기환 등을 이용한 기계적인 방법이 있는데 창문을 통한 환기는 창문으로 빠져나가기까지 시간도 오래 걸릴뿐더러 확실하게 배출되기가 어렵기 때문에 효과적이지 않으며 별도의 급기가 없이 배기만을 하는 경우가 많다.

본 연구에서는 공기조화설비를 운용하고 거실 및 다른 실내공간과

분리된 주방을 독립공간으로 확보하고 있는 주택을 사례로 하였는데, 이는 주택시설의 주방의 오염된 공기의 확산 저감을 위한 급·배기 방식 및 운용형태 개선 방안을 연구하기 위한 목적을 구현하기 위함이다.

일반적으로 주방 공기 오염원에 대한 고려를 하지 않은 주택의 급·배기 형태에서 주방의 오염된 공기는 거실로 확산되는데, 냄새는 조리 중 뿐만 아니라 조리 후에도 지속적으로 발생되어 실내 공기를 오염시켜 거주자의 쾌적성을 저하시킬 뿐만 아니라 건강에 악영향을 끼치고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 주택시설의 주방에서 발생하는 오염된 공기의 실내 확산을 방지할 수 있는 급·배기방식에 대한 성능 개선 방안을 제시함으로써 실내공기의 질과 거주자의 쾌적성을 향상시키는데 있다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구를 진행하기 위한 연구의 방법 및 범위는 다음과 같다.

첫 번째는 주택의 주방 공기의 오염도를 파악하고 주방에서 발생하는 유해물질이 인체에 미치는 영향을 조사한다.

두 번째는 연구 사례 주택을 대상으로 주방 환기에 대한 현실태를 시뮬레이션(STAR-CCM+)으로 모델링하여 주방 공기의 흐름을 파악한다.

세 번째는 주방 공기의 실내 확산 방지를 위한 대안을 판단하고 시뮬레이션을 통해 그 결과를 확인한다.

네 번째는 시뮬레이션 결과를 토대로 주방 공기의 실내 확산 방지를 위한 개선방안을 제시한다.

결론적으로 본 연구는 사례 주택을 대상으로 주방 공기의 실내 확산 방지를 위한 공기조화설비 시스템의 개선방안을 제시함으로써 거주자에게 실내공기의 질 확보와 쾌적하고 위생적인 실내 환경을 조성하는 주방 환기 방안을 계획하였다.

2. 주방 공기의 오염 및 인체에 미치는 영향 조사

2.1. 주방 공기의 오염

실내공기질의 관점에서 보면 취사행위는 매우 심각한 오염원이 된다. 집에서 행해지고 있는 오염의 가장 큰 원인인 가스레인지 사용에 따라서 연료의 연소에 의해서 이산화탄소와 일산화탄소 등의 가스상 물질과 일부 입자상 물질이 발생하고 음식물의 조리에 의한 수증기와 기름 및 여러 가지 유기화합물이 방출되며 이때 오염 물질에 의한 냄새가 퍼지게 된다.

일상생활에서 주로 사용하는 석유 가스는 불안전 연소로 인해 다양한 유해가스가 발생하는데 프로판과 메탄의 도시가스는 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소 등이 발생하는데 특히 요즘처럼 주방이 실내에 있는 대부분의 집 구조에서는 사람이 거실과 주방 사이를 이동하기 쉽도록 연결되어 있기 때문에 음식을 만들 때 발생하는 유해물질이 실내공간으로 쉽게 확산될 우려가 높다.

주방 공기의 오염도는 취사기구를 켜 때와 끌 때, 음식물이 넘쳐서 불꽃의 온도가 순간적으로 낮아질 때 유해물질을 발생한다. 이러한 주방의 조리방법에 따른 휘발성 유기화합물의 농도를 비교하면, 음식을 튀길 때는 1,464Ug/m³, 삶을 때는 456Ug/m³으로써 음식

을 튀기는 것이 삶는 것보다 무려 3배 이상 총 휘발성 유기화합물 농도가 높게 발생되는데, <표1>은 주방 조리 시 발생하는 유해물질과 농도를 나타낸 것으로서 일산화탄소 농도는 가동 전에 비해 가동 후 가 약 30% 증가한 반면 이산화탄소 농도는 약 300% 증가하였다.

Table 1. Comparing the concentration of harmful substances generated during kitchen cooking

Division	Turn off Gas Range	Turn on Gas Range (after 5min)
CO	3.3ppm	4.3ppm
CO ₂	533ppm	1,606ppm

2.2. 주방에서 발생하는 유해물질이 인체에 미치는 영향

주방에서 음식을 조리할 때 발생하는 연기는 비흡연 여성 폐암의 주요 원인이어서 어류 육류 등 모든 단백질 식품은 달 때 다환 방향족 탄화수소(PAH) 같은 발암물질이 발생하고 식용유가 달 때 역시 벤조피렌 같은 발암 가능 물질이 발생하는데 이들 발암물질이 섞인 연기나 그을음이 폐에 침투하게 되면 폐암을 발생시키게 된다.

이를 구체적으로 살펴보면 주방에서는 휘발성 유기화합물을 포함하여 총 5가지의 유해물질이 발생하는데 <표2>와 같다.

Table 2. Types of volatile organic compounds generated in the kitchen

Division	Influence
CO	Induce various diseases to reacts with oxygen in the blood.
NO ₂	Breathing reduces the ability of hemoglobin to carry oxygen and induces respiratory diseases such as bronchitis at high concentrations.
PM ₁₀ , PM _{2.5}	Enters the lungs through the respiratory tract and lowers lung function and immunity.
VOCs	Respiratory or eye irritation, headache, skin irritation, blood disorders if chronic, anemia.
HCHO	Skin irritation such as eyes, nose, throat, carcinogenic substance

실내에서 항상 발생시키는 이산화탄소 발생원은 두 가지인데 사람의 호흡과 주방에서 조리 시 발생하는 것 등이 있다. 이산화탄소의 농도별 인체에 미치는 영향은 <표3>과 같다.

Table 3. Concentration Influence of CO₂

Concentration	Influence
~ 450ppm	Level of healthy ventilation management
~ 700ppm	Level does not interfere with health even for longtime
~ 1,000ppm	Level of discomfort but no harm to health.
~ 2,000ppm	Level which mood changes as feeling sleepy.
~ 3,000ppm	Level cause health damage as feel shoulder stiffness or headache.
3,000ppm over	Headache, dizziness, etc. Symptoms and long-term harm to health.

3. 사례 연구

3.1. 주방 환기에 대한 국내기준

국내에서는 공동주택 등 주거용 시설을 기준하여 필요환기량을 시간당 0.5회로 규정하고 있으나, 이는 주방을 고려한 환기기준이

아니다.

주방환기에 대한 기준은 <표4>, <표5>와 같다. 즉, 주방 크기를 대, 소로 분류하여 환기횟수와 환기량을 규정하고 있는데, 대 소 구분의 기준이 없으며, 기계환기를 하는 주방도 유사하여 주방의 오염된 공기량에 대한 확산 방지를 위한 급·배기 운영형태와 오염도를 저감시킬 수 있는 급·배기량의 산정기준이 부재한 실정이다.

Table 4. Ventilation Amount of each Kitchen

Division	Ventilation Number/h	CMH/m ²
Kitchen(small)	40~60	100~150
Kitchen(big)	30~40	120~160

Table 5. Innet Amount of Out Air by Mechanical Ventilation

Commercial	Ventilation Number/h	Innet OA(m ³ /hm ²)
Kitchen(small)	40~60	100~150
Kitchen(big)	30~40	120~160

3.2. 연구 대상시설

본 연구대상은 서울 한남동 ○○주택으로서 주방과 거실이 인접하여 구분되어 있는 평면 형태를 갖고 있는데 [그림1]과 같다.

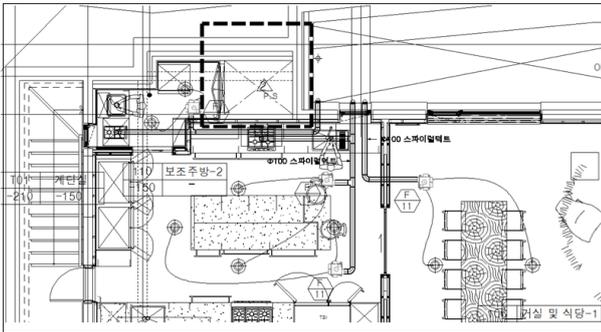


Fig. 1. Plan(Kitchen and, Living Room Part)

또한 주방과 거실의 바닥면적은 각각 40m² 과 65m² 이며 조리를 위한 가스레인지 2개소(가스버너 : 개소별 5개)와 각각의 배기를 위한 후드가 설치되어 있으며 주방과 거실은 미닫이문으로 분리되어 있는데 조리 시 주방 냄새의 실내 확산을 예방하기 위해 문을 닫고 생활하고 있다.

<표6>은 주방과 거실의 공기조화설비 운영 형태를 나타낸 것으로서 환기구는 총 8개소인데 배기로만 운영을 한다.

Table 6. Ventilation System of Kitchen and Living Room

Division	Use as is
Kitchen	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ceiling Grill:6EA(Included 2EA Auxiliary Kitchen Grill) - Air Flow : Living Out - Capacity:600CMHx4EA+300CMHx2EA(Aux Kitchen)
Living Room	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ceiling Grill : 2EA - Air Flow : Living In - Capacity : 300CMH

3.3. 수치해석에 의한 주방 공기의 확산 분석

1) 시뮬레이션 개요

본 연구를 위한 수치해석은 STAR-CCM+를 이용하였으며, CFD(Computational Fluid Dynamics) 분석절차는 먼저 사례연구 대상에 대한 평면 형태와 공기조화설비 용량 및 운용 형태, 기타 조건 등을 프로그램이 인식할 수 있도록 수학적 모델로 만들고, 해석하고자 하는 범위의 방정식을 정하는 수치해법(알고리즘의 선택)과 프로그래밍 작성 및 해석을 통해 결과를 분석하는 순으로 한다.

2) 시뮬레이션 모델링

주방 냄새가 거실로 확산되는 문제점을 분석하기 위하여 [그림1]을 토대로 계단실, 주방, 거실, 출입구를 분석영역으로 설정하여 3D 모델링을 하였다.

Auto CAD에서 만들어진 3D 모델을 Star-CCM+에서 생성하였으며, 격자(Mesh) 생성 항목은 비구형격자계의 Polyhedral Mesher, Surface Remesher, Prism Layer Mesher를 사용하였으며, 격자 조건은 <표7>와 같이 기본 격자 크기(Base Size)는 0.2m, 급(배)기 팬의 격자 크기는 0.02m로 설정하였다. 또한 주방에서 발생하는 냄새 및 기류는 조리대를 모델링하였으며 공기조화를 위한 급(배)기 환기 시스템인 팬의 위치는 원형 기동형태로 천정에 모델링하였으며 [그림2]와 같다.

Table 7. Mesh Condition

Division	Condition	
Mesh Type	Polyhedral Mesh, Surface Remesher, Prism Layer Mesh	
Mesh Size	Basic Mesh : 0.2m	In/Out Mesh : 0.02m

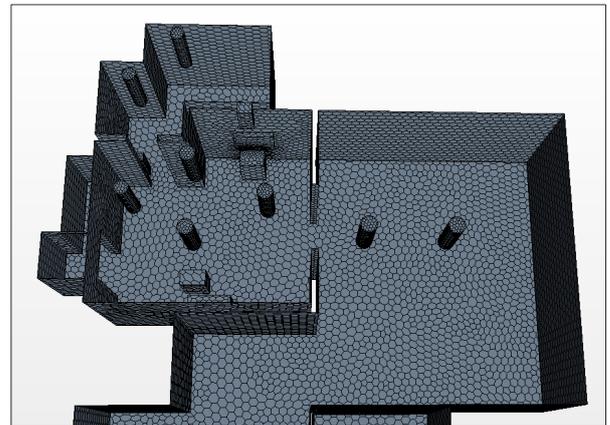


Fig. 2. Mesh Modeling

시뮬레이션 신뢰성 확보를 위해 설계도면과 동일하게 덕트너비, 각 실의 크기를 모델링 하였으며, 시뮬레이션 모델링에 대한 검증은 실측데이터와 검증하는 것이 가장 좋으나, 본 연구에서는 실측과 CFD시뮬레이션 비교한 태양복사열에 따른 지표면 온도와 열, 기류 환경 시뮬레이션 연구를 근거로 하였다¹⁾.

3) 경계조건

기류가 생성되는 곳은 총 3곳인데, 첫 번째는 굴뚝현상으로 인해

계단실에서 불어오는 기류, 두 번째는 배기구에서 토출되는 기류, 세 번째는 주방의 음식 조리로 인한 열원 및 기류 생성이다.

〈표8〉은 시뮬레이션 입력조건을 나타낸 것인데, 계단실 침기는 기류속도(0.2 m/s ~ 2.0 m/s)의 중간치인 1.0 m/s 로 하였으며, 실내에서 기류가 빠져나가는 환기구를 outlet으로 하여 flow-split outlet으로 지정하여 실내의 생성되는 기류 대비 환기되는 비율(=1.0)을 입력하였다.

Table 8. Inlet and Outlet Condition

Division	Condition
Stair Case	Velocity Inlet: 1m/s
Kitchen Counter	Mass Flow Inlet: 0.5kg/s
Hood and Outlet	Flow Split Outlet: 1.0

4) 시뮬레이션 해석조건

주방 조리시 발생하는 냄새의 농도를 분석하기 위하여 시뮬레이션 상 NOx의 물리 값을 설정하였다.

시뮬레이션 해석조건은 〈표9〉에서 보는 바와 같이 해석 공간은 3 차원, 해석 물질은 복합 물질 기체, 유동 흐름은 분리된 흐름, 레이놀즈 난류해석은 k-ε (케이-엡실론), 시뮬레이션 횟수는 Residual의 Tke값이 0.001이하로 떨어지면 안정되었음을 의미하므로 약 300회 까지 실행하였다.

Table 9. Simulation Analysis Condition

Factors	Condition
Space	Three Dimensional
Time	Steady
Material	Multi-Component Gas
Flow	Segregated Flow
Fluid Condition	Constant Density
Viscosity	Turbulent
Reynolds	k-ε Turbulence
Simulation Number	300

5) 시뮬레이션 결과

[그림3]과 [그림4]는 각각 주방 및 거실의 바닥 높이 1m와 2m 에 서의 수평면에 대한 기류 형태를 시뮬레이션으로 나타낸 것으로써 평면 형태로 제시하였다.

[그림3]을 보면 좌측 계단실에서 주방으로 다량의 공기가 유입되는 것을 알 수 있으며 주방 내부 공기의 거실 유입은 다소 미비한 것 을 알 수 있다. 그런데 [그림4]를 보면 [그림3]과는 달리 계단실로부터 주방으로 유입되는 공기의 양은 미비하나 주방 내부 공기의 거실 유입량은 다소 많은 것을 알 수 있다.

[그림5]는 시뮬레이션 결과를 단면으로 나타낸 것으로서 실내 바닥과 천정 및 각각의 배기구를 포함하였다. 이를 보면 실내 층고를 기준하여 1/2 지점 이하인 하부에서는 주방공기의 거실 유입량이 매우 미비한데 비해 상부에서는 많은 량의 주방공기가 거실로 유입 되는 것을 알 수 있다. 즉 계단실로부터 외부공기가 매우 빠른 속도

로 주방으로 유입되는데 주방 내부 공기와 혼합되어 주방 천정면을 따라 빠르게 거실로 유입되어 확산되는 것을 알 수 있다.

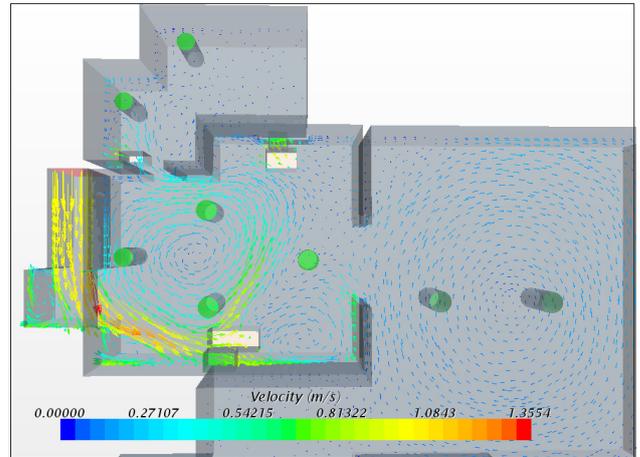


Fig. 3. Air Flow of Floor Level 1m(Plan)

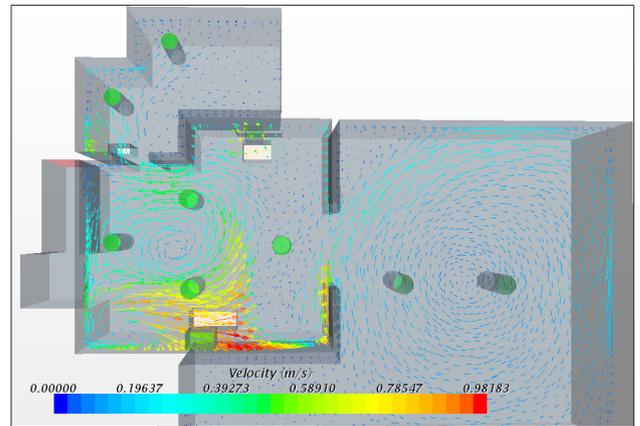


Fig. 4. Air Flow of Floor Level 2m(Plan)

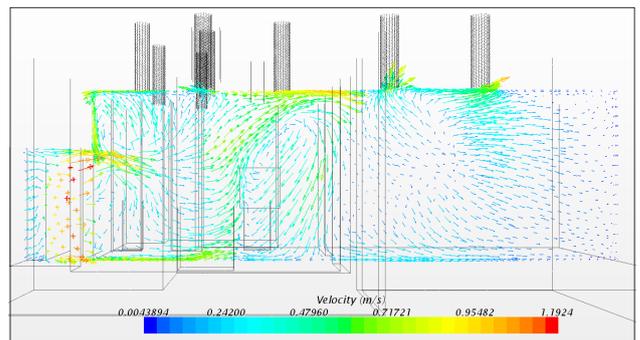


Fig. 5. Air Flow of Kitchen and Living Room(Section)

6) 시뮬레이션 결과 분석

[그림3] [그림4] 및 [그림5]의 시뮬레이션 결과를 보면 주방내 공기의 일부가 거실로 유입되어 확산하는 것을 알 수 있으며 이에 주방 냄새, 즉 오염된 공기가 거실로 확산되어 실내공기의 질 저하 등 쾌적한 공기환경을 저해하는 주요 원인이라 판단할 수 있다.

[그림5]의 시뮬레이션 결과를 보면 주방내 공기가 거실로 유입되

는 것을 볼 수 있다. 특히 주방의 천정면을 따라 거실로 유입되는 공기의 양과 속도가 타 부위에 비해 많고 빠르는데, 이는 공기 부력에 의한 환기 형태이며, 주방 내부 공기는 양압(+)이 형성되고 거실은 음압(-)이 형성되어 자연스럽게 주방 내부공기가 거실로 유입된다고 볼 수 있다. 이에 거실에 있는 배기구는 거실 내부가 음압으로 형성되는 주요 원인으로 볼 수 있으며, 주방 공기의 거실 유입을 증대시키는 역할을 하는 것으로 판단된다.

3.4. 주방 내부공기의 실내 확산 방지 방안

1) 개요

기계 환기에 의한 주방환기를 하는 다소 규모가 큰 주택을 사례로 주방환기의 문제점을 개선하기 위한 방안으로써 기본개념은 주방 내부공기의 압력을 최대한 감소시켜 거실로 확산되지 않도록 하는 것에 중점을 두었다. 이에 주방내 공기의 거실 유입을 최소화하거나 방지하기 위한 기본 조건으로 2가지 방안을 판단하였는데 <표10>과 같다. 단 현재 환기시스템의 용량을 고려하여 변경 가능한 합리적인 범위를 고려하였다. 즉 주방의 배기구 6개 중 거실과 인접한 배기구 1개소와 거실에 있는 배기구 2개 중 주방과 인접한 배기구 1개소를 용량 변동없이 각각 급기 형태로 전환하여 운영하는 방법 A와 A 방법을 적용하되 급기구 용량을 각각 50CMH 증대시킨 방법 B 등을 기본조건으로 가정하여 시뮬레이션을 하였다.

Table 10. Hypothesis and Condition

Division	Condition
A	<ul style="list-style-type: none"> Replace Ceiling diffuser for Living Room - Exhaust Grill 2EA : Exhaust Grill 1EA+Supply Grill 1EA Replace Ceiling diffuser for Kitchen - Exhaust Grill 6EA : Exhaust Grill 5EA (Aux Kitchen : 2EA) + Supply Grill 1EA ※Auxiliary Kitchen 2EA, Capacity&Location:Not Changed Supply & Exhaust Grill Capacity :150CMH
	<ul style="list-style-type: none"> Added Living Room Air Supply Grill(1EA) and Replaced Kitchen Exhaust Grill to Air Supply Grill(1EA) - Supply &Exhaust Grill Capacity : 200CMH Replaced Exhaust Grill for Kitchen - Exhaust Grill 6EA : Exhaust Grill 5EA (Aux Kitchen : 2EA) + Supply Grill 1EA ※ Auxiliary Kitchen 2EA, Capacity & Location : Not Changed Supply & Exhaust Grill Capacity : 150CMH

2) 시뮬레이션 경계조건

Table 11. Simulation Boundary Condition

Division	Condition
Stair Case	Shut out
Kitchen Counter	Mass flow inlet: 0.5kg/s
Inlet	Velocity inlet: 7m/s
Window	Velocity inlet: 3m/s
Outlet	Flow split outlet: 1.0

현재 상태의 문제점을 해결하기 위한 대안으로써 설정 조건의 기

본개념은 주방 내부공기의 압력을 최대한 감소시켜 거실로 확산되지 않도록 하는 것이다. 따라서 주방 좌측 계단실에서 발생하는 공기 유입은 차단하고, 주방 내부에 있는 배기 디퓨저 6곳 중 한곳은 급기 디퓨저로 전환하고 또한 거실 배기 디퓨저 한곳도 급기 디퓨저로 전환하는데, 주방 내부 창문을 통해 자연환기를 함으로써 주방 공기 오염농도를 감소시키는 조건도 포함하여 설정하였는바, 시뮬레이션 경계조건은 <표11>과 같다.

3) 시뮬레이션 결과 및 분석

[그림6]과 [그림7]은 각각 주방 및 거실의 바닥 높이 1m와 2m 수평면의 기류 형태에 대한 시뮬레이션 결과를 평면으로 나타낸 것이다.

[그림6]을 보면 좌측 계단실에서 주방으로 공기 유입이 없으며 창문을 통한 자연환기를 하는데 주방 내부 공기의 거실 유입도 거의 없는 것을 알 수 있다.

[그림7]을 보면 [그림6]과 마찬가지로 계단실로부터 주방으로 유입되는 공기가 없으며 주방공기의 거실 유입도 거의 없는 것을 알 수 있다.

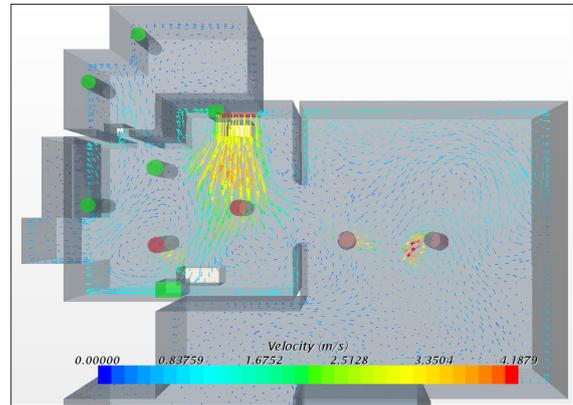


Fig. 6. Air Flow of Floor Level 1m(Plan) after Improve

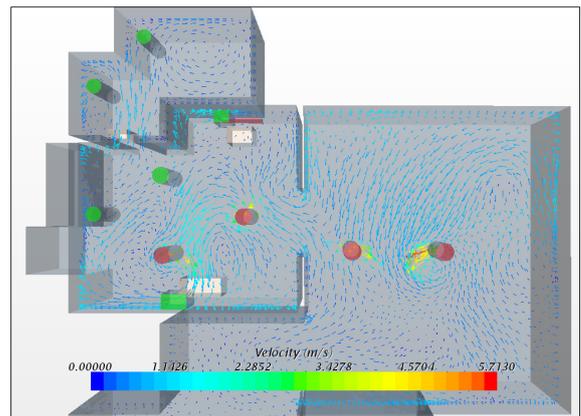


Fig. 7. Air Flow of Floor Level 2m(Plan) after Improve

[그림8]는 시뮬레이션 결과를 단면으로 나타낸 것으로서 실내 바닥과 천정 및 각각의 급·배기구를 포함하였는데 [그림8]의 중심부에서 좌우측에 있는 각각 1개소의 환기구가 급기구이다.

이를 보면 주방 내부공기의 거실 유입 및 확산이 거의 발생하지 않는 것을 알 수 있으며, 환기시스템 변경 전인 [그림5]와 비교하더

라도 층고의 1/2을 기준하여 상층부와 하층부 모두 주방공기의 확산 현상 및 기류속도 등도 감소된 것을 알 수 있다.

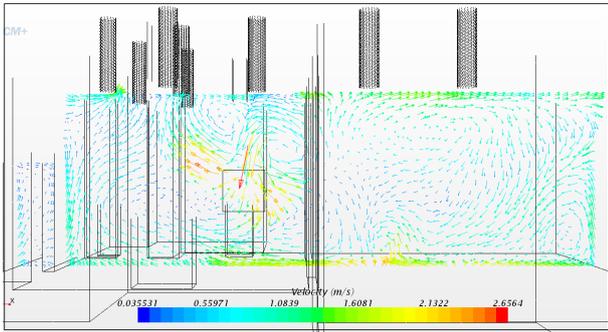


Fig. 8. Air Flow of Kitchen and Living Room(Section) after Improve

4) 주방 환기 개선(안)

주방내 공기의 외부 확산을 방지하기 위한 환기시스템은 주방내부에 배기시스템과 급기시스템을 병행해야 하며, 특히 외부공간과 인접한 부위에 급기구를 두어 공기 흐름을 차단하거나 오염도를 감소시킴과 동시에 인접한 외부공간에도 급기구를 두어 주방공기의 확산 유입속도를 제한하거나 차단하도록 한다.

주방 면적은 40㎡ 일 때 배기구는 총 5개소 급기구는 1개소로써 각각의 급·배기구의 풍량은 150CMH 이면 가능하다. 거실면적은 65㎡ 일 때 급기구와 배기구는 각각 1개소이면 적합하다.

또한 음식을 조리 시 주방 내 창문을 통한 자연환기를 병행하며 주방의 외부 출입문은 단음으로써 외부 공기 유입에 따른 주방내 공기의 압력 증대를 차단해야 한다.

4. 결론

본 연구는 기계 환기를 이용한 주택을 사례로 하여 주방의 오염된 공기의 확산을 방지하기 위한 문제점을 파악하고 주방 환기 성능 개선방안을 제시하고자 한다.

단, 본 연구에서는 기존 급·배기방식을 최대한 활용하는 것을 기본계획으로 판단하였는데, 주방 6개소와 거실 2개소 모두를 배기형태(개소당 풍량 150CMH)로만 운용을 하고 있었다. 이에 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

사례대상 주택에 대한 설계도면 분석과 현장조사를 통해 주방 급·배기방식의 시공 및 운영 방식과 현상을 파악하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램인 STAR-CCM+를 이용하여 현실태를 분석한 결과, 주방과 거실 모두 배기형태를 했을 때, 주방의 오염된 공기가 거실로 확산됨을 알 수 있었는데, 특히 주방 및 거실 바닥면에서 1m 이상 높이에서 확산정도가 컸다.

현실태 분석 결과를 토대로 주방 환기성능 개선방안을 시뮬레이션을 통해 검증한 결과는 다음과 같다.

주방의 오염된 공기 확산을 예방하기 위해서는 주방 공기를 음압으로 유지해야 하는데, 이를 위해서는 계단실에서 유입되는 외부공기의 흐름을 차단해야 한다.

주방 환기시스템은 배기만을 해서는 안되며 급기를 병행해야 하는데 다른 공간과 인접한 위치에 급기구를 1개소 설치하여 운영하는 것이 효과적이다. 또한 주방과 인접한 거실에도 급기구를 설치하여 주방 공기의 유입을 저지 및 차단할 수 있도록 하였다.

즉 본 연구 결과에서는 주방(40㎡) 배기구 6개 중 1개를 급기구로 전환하였으며, 거실(65㎡)은 배기구 2개 중 1개를 급기구로 전환하여 주방 오염공기의 거실 유입과 확산을 예방하였다.

본 연구는 CFD를 이용하여 주방 공기의 확산 방지를 위한 합리적인 기계설비시스템 계획(안)을 제시하였으며, 이를 통해 거주환경에 대한 실내공기의 질 확보와 쾌적성을 향상시킬 수 있는 대안을 계획하였다.

향후 주방 환기 계획시 조리기구의 배치와 동선, 오염원 배출량 및 배기량에 대한 급기량 보충 등을 고려하여 효율적인 급배기운영 방식을 반영해야 하며 이를 위한 연구가 지속되길 바란다.

Reference

- [1] 유엔환경계획 2016, UNEP(United Nations Environment Program), 2016
- [2] 장경진, 주방후드에서 보급공기의 영향, 대한설비공학회 설비저널, 2003 // Kyung-Jin Jang, The effect of makeup air on kitchen hoods, Korean society of engineering equipment Journal, 2003
- [3] 구남열 외2인, 오염공기 확산방지 에어커튼 렌지후드의 실험적인 연구, 대한설비공학회 학술발표대회 논문집, 2002 // Nam-Yeol Gu, Yoon-Kyung Lee, Young-Soo Yong, An experimental study on the air curtain range hood interrupting the diffusion of polluted air, Korean society of engineering equipment Autumn Conference, 2002
- [4] 연세대학교 예방의학실, 주방 조리과정 중 공기오염도, 2004 // Yonsei University Preventive Medicine, The contamination levels during cooking in Kitchen, 2004
- [5] 대한폐암학회, 폐암 여성 90%가 비흡연자 및 요리 매연이 주요 원인, 2017 // Ninety percent of lung cancer females are non-smokers and Main cause of cooking smoke, Korean association for the study of lung cancer, 2017
- [6] 안순보, 대기오염이 인체에 미치는 영향에 관한 연구, 광운대학교 석사학위논문, 2005 // Soon-Bo An, A study on the effect of air pollution of human health, Kwangwoon University, Master's Degree, 2005
- [7] 국토교통부, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 2017 //Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, The rule for equipment criteria of building, 2017
- [8] 공기조화설비가이드북, 한국엔지니어링진흥협회, 주방환기 설비기준, 2017 // HVAC guide book, KENCA, The equipment criteria of kitchen ventilation, 2017
- [9] 이재희 외2인, 태양복사열에 따른 지표면 온도와 열, 기류 환경 시뮬레이션 연구, KIEAE Journal, Vol.14 (3), 2014 // Ju-Hee Lee, Jae-Gwan Kim, Je-Ook Yoon, CFD simulation of the ground surface temperature and air temperature air flow coupled with solar radiation, KIEAE Journal, Vol.14 (3), 2014
- [10] 박원석, 윤재욱, 신축공동주택의 기밀성능 실측에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 2003 // Won-Seuk Park, Jae-Ok Yoon, The Field Measurement of Airtightness in the Apartment Buildings, KIEAE Journal, 2003