

가스렌지와 창문위치에 따른 주방 배기성능 예측

Prediction of the ventilation performance in a kitchen with various locations of gas range and window

김 경 환*, 이 재 현**, 박 명 식***, 이 대 우***
K. H. Kim, J. H. Lee, M. S. Park, D. W. Lee

Key words: Kitchen ventilation(주방환기), Average CO₂ concentration(평균 CO₂ 농도), Contaminant index(오염지수), Gas range(가스렌지), Air flow short-cut(기류단락)

ABSTRACT

This paper presents the predicted results by CFD technique of air flow and contaminant distribution in a full-scale kitchen opened to a living room, ventilated by a exhaust hood. To analyze the characteristics of the indoor environment, the concept of contaminant index was defined. In this study, the locations of the gas range and the window were chosen as the parameters to investigate the indoor environment. The values of the contaminant index for several layout of the gas range and the window were calculated and compared. When the gas range is installed along the wall with specified window location, its position in relation to the wall has unnoticed effect on contaminant index. Once the location of the gas range is fixed, the indoor air quality may deteriorate by the proximity of the window to the gas range. This is due to the shorter distance that external fresh air must travel within the kitchen before it reaches the exhaust fan.

기 호 설 명

C : 이산화탄소 농도 [ppm]
D_h : 수력학적 지름 [m]
S_T : 에너지방정식의 생성항 [W/m³]
S_C : 농도방정식의 생성항 [kg/(m² · s)]
 α : 오염지수
 β : 체적 팽창계수 [1/K]
 μ : 점성계수 [kg/(m · s)]
 σ_1, σ_2 : 층류 및 난류 Schmidt number

1. 서 론

주방에서 요리시 발생하는 연기의 거동은 실내 거주인에게 불쾌감을 주게 된다. 따라서 발생된 연기내의 오염물질을 주방 배기후드를 통하여 효율적으로 배출시키는 환기분야는 많은 주택 설계자들의 관심의 대상이 되고 있다.

일반적으로 공동주택에서의 주방 설계시 중점을 두는 것은 편이성, 미관 및 배기효율 등이다. 효율적인 주방배기를 위한 기구로서는 후드를 사용하고 있으며 국내에서 생산되는 주방 배기후드인 경우에 주방의 편이성과 미관 등은 선진 외국의 것을 모방하여 거의 유사한 단계지만 아직도 주방 배기효율을 고려한 과학적인 설계는 수행하지 못하고 있는 실정이다.

* 한양대학교 대학원
** 정회원, 한양대학교 기계공학부
*** 현대건설(주)

ASHRAE에 의하면 미국의 경우에 주방배기를 통한 에너지방출은 연간 30억 달러로 평가되고 있다.^[1] 이와 같은 수치는 주방 배기후드에서의 배기량 1LPS(liter per second)당 약 0.47달러로 환산된다. 주방배기 시스템의 실패가 미국보다는 열악한 국내 현실로 볼 때, 국내에서도 에너지 절약형 주방배기 시스템의 연구에 관심을 두어야 할 시기인 것으로 판단된다.

주방배기와 관련된 규정(Building Codes)으로서는 IMC(International Mechanical Code), ULS(Underwriters Laboratory Standard)710, ASTM(American Society for Testing and Materials) 1704-96 등이 있다.^[2] 이들은 실험을 통한 주방배기의 성능평가방법을 제시하고 있다. 현재까지 문헌상에 소개된 주방배기 성능평가에 관한 실험적 방법들로서는 비디오테이프를 이용하여 유속을 측정하는 PDV(particle displacement velocimetry)방법, 비누방울 방출방법(helium filled soap bubbles), 극장연기(theater smoke)발생방법, 순수히 가열된 공기만 사용하는 Schlieren 유동가시화 방법^[3], 수증기방출방법 등^[4]이 있다. 최근에는 비용이 적게 드는 전산 유체 역학(CFD)을 응용한 연구들도 많이 발표되고 있는 추세이

다. Kelso 등^[5]은 주방배기후드 주변에서 송풍기에 의하여 형성되는 기류패턴과 농도분포에 관하여 수치해석을 수행한 후 연기의 확산을 방지하기 위하여 주방배기후드 상단에 에어커튼을 설치할 것을 제안하였다. 한편 Heiselberg 등^[6]은 IEA(International Energy Agency)의 ANNEX20 project^[7]의 일환으로 공기교환효율(air exchange effectiveness)과 환기효율(ventilation effectiveness)을 이용하여 직육면체공간에서의 오염제거성능을 평가한 바 있다. 또한 Shivdas 등^[8]은 주방에서 사용하는 가스의 대체에너지로서 수소가스를 사용할 경우 안전성 유무를 검증하기 위하여 상용 CFD코드인 FLUENT를 사용하여 수소가스 누출시 가스거동을 수치해석 방법으로 예측한 바 있다.

본 연구에서는 수치해석 기법을 이용하여 공동주택의 주방에서 요리시, 가스렌지에서 발생하는 이산화탄소에 의한 실내오염 정도를 고찰하고 가스렌지 및 창문의 설계위치에 따른 실내오염 정도를 비교하고자 한다.

2. 연구모델 및 모델링

본 연구에서는 Fig. 1에 보이는 바와 같은 바닥면적 98 m²(30평형)인 일반형 아파트에서 주방과 거실을 포함한 공간(음영부분)을 해석모델로 선정하였으며 이에 근거한 수치해석 영역을 Fig. 2에 나타내었다. 해석영역의 크기는 5.06 m×9.78 m×3.0 m이며 이후 설명의 편의를 위하여 기준 좌표(O.P)를 베란다쪽 하단부로 정하고 현관으로의 방향을 x축, 싱크대쪽 방향을 y축, 그리고 천장 방향을 z축으로 정하였다. 그림에 보이는 바와 같이 해석모델 내에는 1.2 m 높이의 T자 형상의 싱크대(sink), 가스렌지(gas range) 및 렌지후드(range hood)가 있다. 렌지후드는 싱크대로부터 0.8 m 높이에서부터 천장까지 0.4 m×0.56 m의 단면적을 가지며 배출팬으로써 실내의 공기를 외부로 배출시킨다. 렌지후드의 배출팬 공기유량은 “약”, “중” 및 “강”의 운전조건에 따라 각각 291 CMH, 382 CMH 및 450 CMH이다. 싱크대 위에 위치하는 가스렌지는 0.3 m×0.3 m×0.1 m의 크기를 갖는 3구용 가스렌지로서 가정용 부탄가스를 원료로 사용한다. 가스렌지 1구당 발열량 및 이산화탄소 발생량은 1560 kcal/h 및 0.394 kg/h이다.

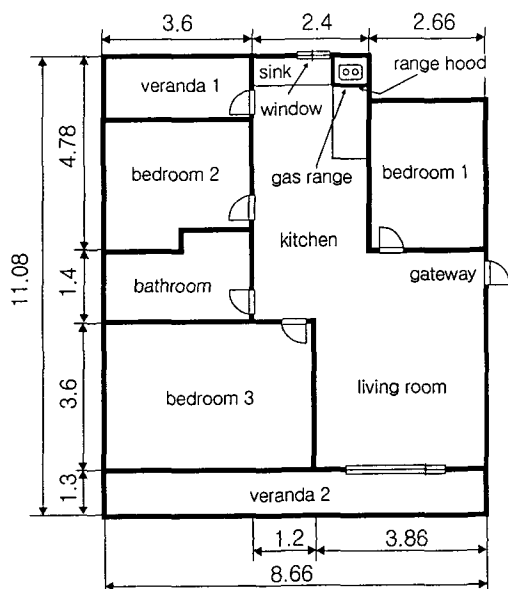


Fig. 1 Plane view of a model apartment. [unit:m]

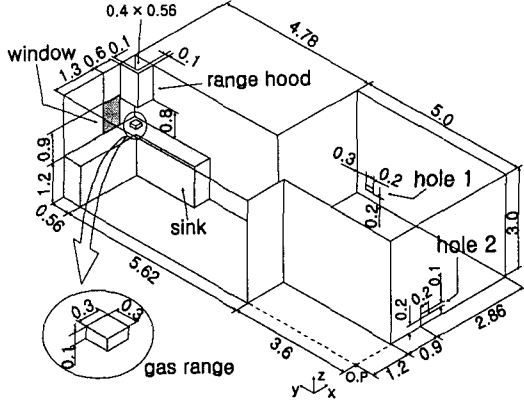


Fig. 2 Schematic diagram of the kitchen and living room area.

싱크대 위, y축 끝단에 위치한 벽면에는 0.6 m × 0.9 m 크기의 창문이 있으며 이곳을 통하여 신선한 외기가 유입된다. 또한 베란다와 현관위치에는 실내로 유입되는 여러 가지 극간풍을 대표하여 바닥으로부터 0.2 m 떨어진 높이에 0.2 m × 0.1 m 면적의 외기 도입구 2개(hole 1, hole 2)에서 각각 43 CMH, 500 ppm CO₂ 농도의 외기가 유입된다. 외기 도입구 2개에서 유입되는 외기량은 아파트 혹은 주택의 경우 바닥면적당 필요외기량^[9]인 3 m³/(m²h)을 기준으로 산정된 것이다.

3. 지배방정식 및 경계조건

3.1 지배방정식

본 연구에서 선택한 3차원 주방모델에서 유동, 열전달 및 농도변화현상을 기술하는 정상상태의 지배방정식은 연속방정식, 운동량방정식, 난류운동에너지방정식, 난류운동에너지소산율방정식, 에너지방정식 그리고 농도방정식^[7]이다. 본 연구에서는 실제 크기 주방에서 고온의 가스렌지 상승에 의한 상승 기류해석을 포함하므로 실내 기류는 난류의 거동을 따른다고 가정하였다. 한편 농도방정식의 대상물질은 이산화탄소이며 그 양이 소량이므로 공기의 거동을 따른다고 가정한다.

연속방정식

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0 \quad (1)$$

운동량방정식

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j u_i) = & -\frac{\partial p}{\partial x_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ (\mu + \mu_t) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right\} + \rho g_i \beta (T - T_m) \end{aligned} \quad (2)$$

난류운동에너지방정식

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i k) = & \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right\} \\ & + G_k + G_b - \rho \epsilon \end{aligned} \quad (3)$$

난류운동에너지소산율방정식

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \epsilon) = & \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_i} \right\} \\ & + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + C_{3\epsilon} G_b) - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k} \end{aligned} \quad (4)$$

에너지방정식

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i T) = & \\ & \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left(\frac{\mu}{Pr} + \frac{\mu_t}{Pr_t} \right) \frac{\partial T}{\partial x_i} \right\} + S_T \end{aligned} \quad (5)$$

농도방정식

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i C) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left(\frac{\mu}{\sigma_l} + \frac{\mu_t}{\sigma_t} \right) \frac{\partial C}{\partial x_i} \right\} + S_C \quad (6)$$

여기서,

$$\mu_t = \frac{c_\mu \rho k^2}{\epsilon} \quad (7)$$

$$G_k = \mu_t \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \quad (8)$$

$$G_b = -g_i \frac{\mu_t}{\rho \sigma_h} \frac{\partial \hat{p}}{\partial x_i} \quad (9)$$

$$C_{1\epsilon} = 1.44, \quad C_{2\epsilon} = 1.92, \quad C_{3\epsilon} = 0.09 \quad (10)$$

$$\sigma_k = 1.0, \quad \sigma_\epsilon = 0.9 \quad (11)$$

$$\sigma_l = 1.0, \quad \sigma_t = 1.0 \quad (12)$$

위 식들에서의 기호 선정은 일반적인 교과서에서의 예를 따랐다. 식(2)에서 T_m 은 기준온도이며 본 연구에서는 유입구의 온도인 20°C 로 선정하였다. 또한 S_T 와 S_C 는 각각 가스렌지 영역에서의 에너지 및 농도의 생성항을 뜻하여 각각 $6.04 \times 10^5 \text{ W/m}^3$ 및 $3.65 \times 10^{-2} \text{ kg/(m}^3\text{s)}$ 의 값을 가지며 그 외의 영역에서는 0을 가진다.

3.2 경계조건

전술한 지배방정식과 함께 정의되는 경계조건은 렌지후드 출구, 창문, 외기 도입구 2개(hole 1, hole 2)에서 정의될 수 있으며 그 상세한 내용은 Table 1에 나열하였다. 본 연구에서는 렌지후드에서 배출되는 유량이 창문과 hole 1 및 hole 2로부터 유입된다고 가정하고 hole 1과 hole 2에서는 필요외기량이 유입되는 경계조건으로, 창문에서는 배출유량 중 필요외기량을 제외한 유량이 유입되는 경계조건으로 존재한다. 표에서 창문에서 유입되는 유속은 렌지후드의 팬 운전조건이 “약”, “중” 및 “강”일 때를 따른 것이다. 또한 u , v 및 w 는 각각 x , y 및 z 방향의 속도이며, D_h 는 수력학적 지름이다.

4. 수치해석방법

본 연구에서는 가스렌지에 의한 실내의 공기유동, 온도분포 및 탄산가스농도를 예측하기 위하여 유동해석 프로그램인 PHOENICS를 이용하였다. 이 프로그램은 완전암시기법을 사용한 유한체적법(finite volume method)코드로서, 속도 등의 벡터량과 압력, 온도 등의 스칼라량의 존재 위치가 서로 다른 엇갈린 격자계(staggered grid system)를 사용한다. 또한 운동량 방정식의 압력장을 처리하기 위해서 SIMPLEST를 이용하였다.

Table 1 Boundary conditions in the kitchen and living room area

Window	low; $V = -0.105 \text{ m/s}$	$T = 293\text{K}, C = 500\text{ppm}$
	middle; $V = -0.152 \text{ m/s}$	$k = 1.5 (0.1 \text{ V})^2$
	strong; $V = -0.187 \text{ m/s}$	$\epsilon = C_\mu k^{1.5} / (0.5 D_h)$
hole1	$V = 0.6 \text{ m/s}, T = 293\text{K}, C = 500\text{ppm}$ $k = 1.5 (0.1 \text{ V})^2, \epsilon = C_\mu k^{1.5} / (0.5 D_h)$	
hole2	$U = -0.6 \text{ m/s}, T = 293\text{K}, C = 500\text{ppm}$ $k = 1.5 (0.1 \text{ U})^2, \epsilon = C_\mu k^{1.5} / (0.5 D_h)$	
hood	$\frac{\partial W}{\partial z} = 0, \frac{\partial k}{\partial z} = 0, \frac{\partial \epsilon}{\partial z} = 0,$	
exhaust	$\frac{\partial T}{\partial z} = 0, \frac{\partial C}{\partial z} = 0$	
Wall	$U = V = W = 0, \frac{\partial k}{\partial x} = \frac{\partial k}{\partial y} = \frac{\partial k}{\partial z} = 0$ $\frac{\partial \epsilon}{\partial x} = \frac{\partial \epsilon}{\partial y} = \frac{\partial \epsilon}{\partial z} = 0, \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial z} = 0,$ $\frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial C}{\partial z} = 0$	

기준형 주방의 경우에 $45 \times 55 \times 38$, $45 \times 82 \times 19$ 및 $45 \times 55 \times 19$ 등 세 가지 제어체적 분할을 이용하여 온도 및 농도분포를 예측한 결과, 그 결과치들에 상이점은 거의 나타나지 않았다. 따라서 Fig. 2에 보이는 바와 같은 주방영역을 포함하는 직육면체 전체를 $45 \times 55 \times 19$ 개의 제어체적으로 분할하였다. 전체 계산영역은 활성영역(active region)과 비활성영역(inactive region)으로 나누어지며, 실제의 주방영역에 해당되지 않는 부분을 비활성영역으로 처리하였다. 본 연구에서는 가스렌지 영역을 $4 \times 4 \times 2$ 의 제어체적으로 분할하고 이 영역의 물성치는 300°C , CO_2 를 기준으로 선정하였다.

반복계산시 종속변수들의 수렴정도를 점검하기 위하여 아래에 정의된 잉여치(Residual), R 값이 조사되었으며, 종속변수 중 부력의 영향으로 인하여 가장 수렴속도가 느린 온도에 대하여 잉여치값이 10^{-3} 이하에 도달하면 수렴된 것으로 간주하였다.

$$R = \sum_{\text{all domain}} |\sum a_{nb} + b - a_p T_p| \quad (13)$$

여기서 a 는 이산화방정식의 계수, b 는 생성항, 그리고 하첨자 p , nb 는 각각 계산제어체적과 인접 제어체적의 격자점을 뜻한다.

본 계산에서는 RAM 용량 128 byte, Pentium

400 MHz P/C에서 수렴조건을 만족하기 위하여 약 1500회의 반복계산을 수행하였다.

5. 결과 및 고찰

본 연구에서는 Fig. 2에 나타난 가스렌지와 렌지후드 및 창문 위치를 가진 기준형 주방(original kitchen)에서 세 가지 배출팬 운전조건인 경우에 실내환경 특성을 검토하였다. 이어서 가스렌지의 위치를 변경시킨 주방 그리고 창문의 위치를 변경시킨 주방에 대한 실내환경 특성을 살펴보았다. 이때 가스렌지로부터 이산화탄소가 가장 심하게 발생할 수 있는 경우를 고려하기 위하여 가스렌지는 3구 모두 운영되며 배출팬의 운전조건은 “강”이다. 렌지후드는 항상 가스렌지의 상부에 위치하므로 본 연구에서 가스렌지의 이동은 렌지후드의 이동도 동시에 의미한다. 가스렌지 및 창문을 이동시킨 위치를 Fig. 3에 나타내었다. 그림에 보이는 바와 같이 가스렌지의 위치가 기준형 주방의 가스렌지 설계위치인 L1을 기준으로하여 싱크대의 거실 방향에 1.34 m 떨어져 설치된 경우를 L2 그리고 싱크대의 베란다 방향으로 2.05 m 떨어져 설치된 경우를 L3라 칭하였다. 창문 위치 변경시에는 기준형 주방의 창문 설계위치를 기준으로하여 S의 새로운 좌표축을 설정하고 창문만이 S방향으로 0.3 m 간격으로 멀어지는 것으로 하였다.

본 연구에서는 실내 CO₂ 농도 분포를 비교하기

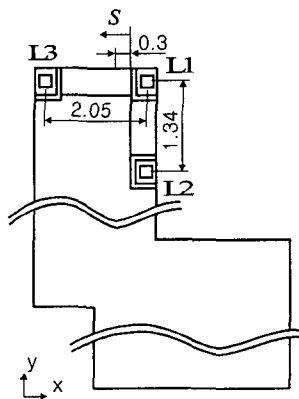


Fig. 3 Schematic diagram for parametric study. [unit:m]

위하여 오염지수, α 를 아래와 같이 정의하였다.

$$\alpha = \frac{\overline{C_b}}{C_a} \tag{14}$$

$$\overline{C} = \int C dV / V \tag{15}$$

여기서 \overline{C} 는 실내 평균 CO₂ 농도이며 V는 실내 전체공간(주방 및 거실)의 부피를 나타낸다. 또한 점자 a 및 b는 각각 기준형 주방 및 비교되는 주방을 나타낸다.

5.1 기준형 주방

실내의 유동특성은 가스렌지에서 발생한 상승기류와 창문, 베란다 및 현관에서 유입된 공기에 의해 결정될 것이다.

기준형 주방에서 배출팬을 “강”으로 선택하였을 때의 수치해석 결과로서 바닥으로부터 1.5 m 떨어진 x-y 단면에서의 속도분포를 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 보면 가스렌지에서 발생된 2 m/s의 상승기류와 주방의 창문으로부터 유입된 공기의 대부분은 렌지후드로 유출되며, 일부의 공기는 거실 내부로 이동된다. 거실로 유입된 공기는 베란다 및 현관에서 유입된 공기와 섞이면서

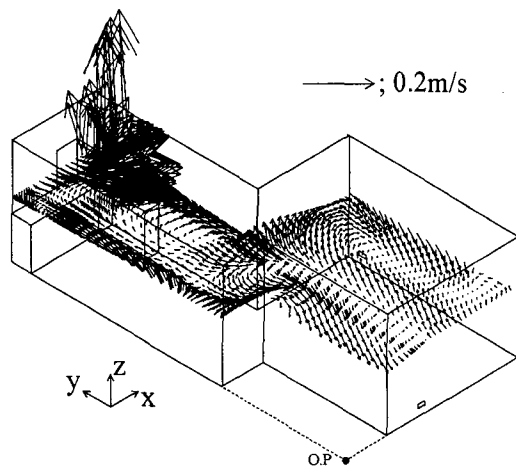


Fig. 4 Distribution of velocity vector at x-y plane, original kitchen. [z=1.5 m, unit; m/s]

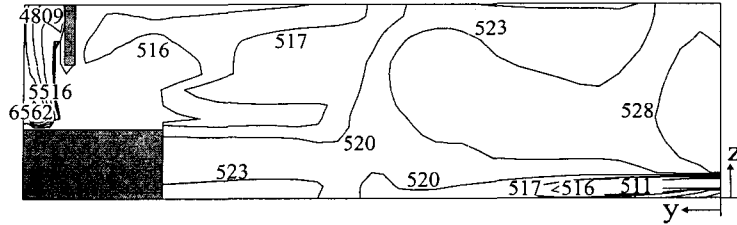


Fig. 5 Concentration of CO₂ at y-z plane (x=2.25 m) of original kitchen. [unit ; ppm]

서 주방과 거실에 약한 재순환 기류를 형성시킨다. 거실에서의 유속은 0.05 m/s 이하로서 거주자는 거의 유동을 느끼지 못함을 알 수 있다. 한편 창문과 렌지후드 주위의 유동을 살펴보면 창문에서 유입된 공기는 고온의 가스렌지에 의해 발생한 상승기류로 인하여 유인되어 곧바로 렌지후드로 배출되는데 이러한 현상을 기류단락(air flow short-cut)이라 한다. 기류단락 현상은 신선한 외기가 곧바로 배출되므로 실내의 오염제거에 불리한 결과를 초래할 수 있다.

지면 제한 관계상 본 논문에서는 나타나지 않았지만 가스렌지 발열에 의한 온도분포는 가스렌지 영역에서만 200℃의 고온을 나타낼 뿐 거실 대부분 공간에서는 외기온도와 동일한 20℃를 나타내었다. 이는 Fig. 4에서 설명한 바와 같이 기류단락 현상으로 인하여 고온의 공기가 실내로 확산되지 않고 배출되기 때문이다.

상기조건인 기준형 주방에 대한 농도분포 결과로서, 가스렌지 위치의 y-z단면에서의 CO₂ 농도

분포를 Fig. 5에 나타내었다. 그림에 나타난 바와 같이 실내의 오염은 가스렌지 영역에서 크게 나타나며 거실에는 낮게 나타난다. 특히 가스렌지 영역에서의 CO₂ 농도는 6562 ppm을 나타내고 렌지후드로 배출되면서 감소함을 알 수 있다. 이는 가스렌지에서 발생한 CO₂의 대부분이 주위로 확산되지 않고 배출팬의 강한 배기력에 의하여 렌지후드를 통하여 외부로 배출되는 것으로 판단된다. 이로부터 렌지후드 배출팬의 운전조건이 실내의 CO₂분포에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다. 또한 가스렌지 영역을 제외한 영역에서의 CO₂ 농도분포는 500~530 ppm으로 나타난다.

렌지후드의 운전조건에 따른 실내의 평균 CO₂ 농도를 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 횡축은 렌지후드의 세 가지 운전조건을 나타내며 종축은 실내의 평균 CO₂ 농도를 나타낸다. 그림에 나타난 바와 같이 렌지후드의 운전조건이 “약”, “중” 및 “강”일 때, 실내의 평균 CO₂ 농도는 각각 869 ppm, 536 ppm 및 526 ppm이다. 실내의 평균 CO₂ 농도가 배출팬 운전조건이 “약”일 때 높게 나타나는 것은 Fig. 4의 기류분포와 Fig. 5의 농도분포에 나타난 바와 같이 연소에 의해 발생된 CO₂가 렌지후드로 원활히 배출되지 못하고 실내로 확산되기 때문이다. 한편 배출팬 운전조건이 “중”에서 “강”으로 바뀌어 렌지후드 배출유량이 20% 정도 증가하더라도 실내 평균 CO₂ 농도에는 큰 차이 없는 것으로 보아 에너지 절약 관점에서는 일상적인 주방사용 중 팬 운전조건을 “중” 정도가 유리하다고 볼 수 있다.

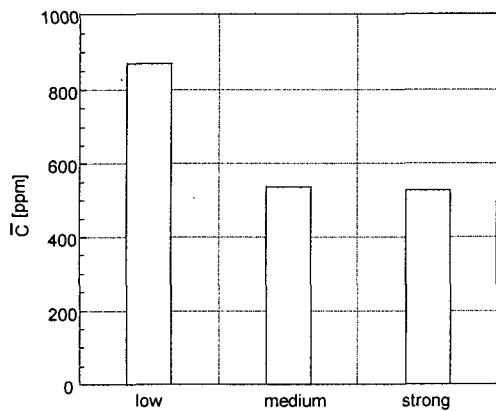


Fig. 6 Average CO₂ concentration with operating condition fan of range hood.

5.2 가스렌지 위치에 따른 CO₂ 농도 비교

렌지후드의 배출팬 운전조건이 “강”인 경우, 가스렌지 위치에 따른 오염지수를 Fig. 7에 나타내었다. 여기서 α_1 은 실내공간전체의 평균 CO₂ 농

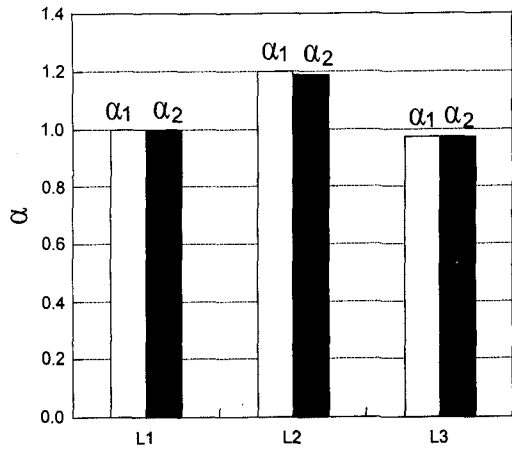


Fig. 7 Contaminant index with location of gas range and hood.

도에 대한 오염지수를 뜻하며, α_2 는 바닥으로부터 1.5 m 떨어진 높이까지의 평균 CO_2 농도에 대한 오염지수를 나타낸다. 그림에 나타난 바와 같이 가스렌지 위치가 L2인 경우 오염지수는 1.2 정도로서 실내의 환경이 기준형 주방의 경우보다 불량함을 알 수 있다. 이는 가스렌지의 위치가 기준형 주방에 비하여 좀더 거실 쪽으로 이동되어 가스렌지에서 발생한 CO_2 의 일부가 실내로 확산되기 때문이다. 가스렌지의 위치가 L3인 경우 오염지수는 0.97 정도로서 기준형 주방의 오염지수와 거의 유사함을 알 수 있다. 따라서 가스렌지의 위치가 변경되더라도 주방 외측벽 창문 부근에만 위치한다면 오염지수는 거의 동일하다.

한편 Fig. 7에서 알 수 있듯이 세 가지 가스렌지 위치에서 모두 거주자가 활동하는 영역의 오염지수, α_2 와 전체 영역의 오염지수, α_1 이 정량적으로 유사하게 나타난 것으로 보아 싱크대 위치에서의 가스렌지 위치 이동에 의한 실내 상하간 오염도 차이는 미소하다고 할 수 있다.

5.3 창문 위치에 따른 실내환경 특성

렌지후드의 배출팬의 운전조건이 “강”인 경우, 창문의 위치가 기준형 주방의 위치로부터 Fig. 3의 S축을 따라 0.3 m 간격으로 멀어졌을 경우의 수치해석 결과로서 창문의 위치에 따른 오염지수를 Fig. 8에 나타내었다. 모든 S위치에서 오염지수가 1보다 낮게 나온 것으로 보아 창문의 이동은

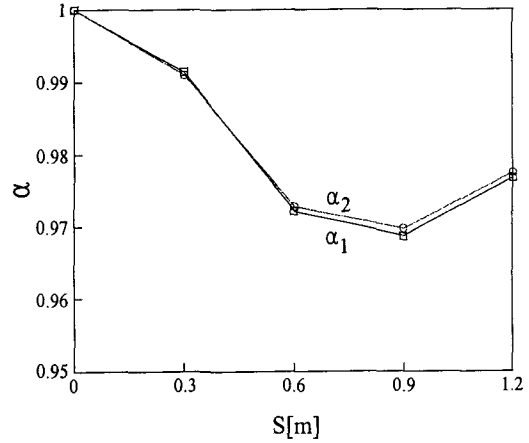


Fig. 8 Contaminant index with window location.

실내 오염의 측면에서 유리하다고 볼 수 있다. 그림에서 오염지수는 창문의 위치가 렌지후드로부터 멀어질수록 처음에는 감소하였다가 다시 상승함을 알 수 있다. 이는 창문과 렌지후드 사이의 간격이 가까울 때 신선한 외기가 실내로 유입되지 못하고 곧바로 렌지후드로 배출되는 기류단락(air flow short-cut)현상을 보였으나 간격이 적정할 때는 일부 신선외기가 실내로 직접 유입되기 때문이라 판단된다. 한편 1.2 m 이동된 창문의 경우 오염지수가 상승하는 것은 가스렌지로부터 생성된 CO_2 의 일부가 거실로 유입되는 외기에 혼합되기 때문이라 판단된다. 즉 창문 혹은 가스렌지의 독립적인 위치보다는 두 가지 사이의 간격을 중요시하는 주방배치 설계 개념이 요구된다. 또한 가스렌지 위치 변경에서와 마찬가지로, 거주자가 활동하는 영역의 오염지수, α_2 와 전체 영역의 오염지수, α_1 은 모든 창문의 위치에서 유사하게 표현되어 실내 상하간 오염도 차이는 거의 나타나지 않는다. 따라서 주방 외측벽에서 창문의 수평방향 위치 변동은 주거공간내의 상하 오염 농도에 영향을 크게 주지 않는 것으로 판단된다.

6. 결 론

본 연구에서는 98 m²형 공동주택 주방에서의 가스렌지에서 발생하는 CO_2 에 의한 실내오염 정도를 고찰하고 가스렌지의 위치와 창문의 위치 변경에 따른 실내오염 정도를 비교하였으며 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 기준형 주방에서 렌지후드의 배출팬 운전조건이 “약”(배출량 291 CMH)일 때는 연소에 의해 발생된 CO₂가 렌지후드로 원활히 배출되지 못하고 일부가 실내로 확산되는 문제점이 생길 수 있다.

(2) 배출팬 운전조건이 “중”에서 “강”으로 바뀌더라도 실내 평균 CO₂ 농도에는 큰 차이가 없으므로 에너지 절약 관점에서는 팬 운전조건을 “중” 정도로 하는 것이 유리하다.

(3) 가스렌지와 창문의 간격이 너무 근접될 경우 창문에서 유입된 신선공기가 기류단락(air flow short-cut) 현상에 의해 곧바로 배출되므로 실내의 오염이 증가될 수 있다.

(4) 싱크대 위에서의 가스렌지 위치이동 혹은 주방 외측벽에서의 창문 위치 변동은 실내의 상하간 오염도 차이에 영향을 크게 주지 않는다.

(5) 효율적인 주방설계를 위한 방안으로 창문의 위치가 고정될 때에는 가스렌지(렌지후드 포함)의 위치를 중요시하는 설계개념이 요구되며 가스렌지 위치가 고정될 때에는 창문과 가스렌지 사이의 간격을 중요시하는 설계개념이 요구된다.

참고문헌

1. Smih, V. A. and Donald, J. D., 1997, Minimum-energy kitchen ventilation for quick service restaurants, ASHRAE Trans. Part 2, pp. 950-960.
2. Swierczyna, R. T., Smih, V. A. and Ferdinand, J. D., 1997, New threshold exhaust flow rates for capture and containment of cooking effluent, ASHRAE Trans. Part 2, pp. 943-949.
3. Schmid, F. P., Smih, V. A. and Swierczyna, R. T., Schliren, Flow Visualization in commercial kitchen ventilation research, ASHRAE Trans. Part 2, pp. 937-942.
4. Wolbrink, D. W. and Sarnosky, J. R., 1992, Residential kitchen ventilation - a guide for the specifying engineer, ASHRAE Technical Data Bulletin, Vol. 8, No. 4, pp. 1-12.
5. Kelso, R. M., Wilkening, L. E., Schaub, E. G. and Baker, A. J., 1992, Computational simulation of kitchen airflows with commercial hoods, ASHRAE Technical Data Bulletin, Vol. 8, No. 4, pp. 33-40.
6. Heiselbelg, P., 1996, Room air and contaminant distribution in mixing ventilation, ASHRAE Trans. Part 2, pp. 332-339.
7. Lemaire, A. D., 1993, Room air and contaminant flow, evaluation of computational methods, Annex20 Air flow patterns within buildings, subtask1 summary report.
8. Shivdas, A., 1997, Dispersion of hydrogen in air in vented 3-D enclosures, Ph.D. Dissertation, Dept. of Mechanical Eng., University of Miami.
9. 김효경, 1995, 공기조화, 제3판, 동명사.