

선박용 주방 환기후드의 성능평가에 관한 연구

김동규 · 정용현 · 김종수*
(부경대학교)

Study on Performance Evaluation of Marine Kitchen Ventilation Hood

Dong-Gyu KIM · Yong-Hyun CHUNG · Jong-Soo KUM*
(Pukyong National University)

Abstract

The purpose of this research is to evaluate the performance of the Ventilation hood and to make better oil collection for improvement. In order to complete the purpose, the research range has limited a kitchen cooking utensil used in preparing food in vessels. Assessment was carried out with reference(ASTM F1704-09) to the specification. Evaluation items of ventilation hood were flow visualization, oil collection rate and noise levels. When filter angle was 40 degrees, oil collection rate was increased by 9%.

Key words : Ventilation hood, Oil collection rate, Flow visualization, Noise level, SOLAS

I. 서론

선박의 주방에는 다양한 역할을 담당하고 있는 많은 전문 요리사와 주방 보조 스텝이 일을 하고 있으며, 식료품 저장 담당과 정육담당, 주방 청결 담당, 파티 주방장 등 역할이 세분화 하여 나누어진 다양한 전문가들이 있다. 일하는 사람이 많은 만큼 음식을 만들고 가공하는 주방시설 또한 매우 다양하다. 하지만 각 장비들마다의 해상인명안전국제협약(SOLAS)을 비롯하여 다양한 법규와 규칙 등이 적용이 되므로 청결함은 기본이고, 화재에 대한 안정성과 선박이라는 한정된 공간에서 요리사의 효율적인 조리 동선을 만들어 주기 위해 많은 연구와 개발이 필요하다(Kim Ju-Seog 2013; Kim Seok-Keun 2004).

주방영역은 조리 시 가스 등의 연소와 더불어 조리되는 식자재로 인하여 유해가스와 유해물질

의 발생이 많은 장소이다. 특히 Cruise Ship, FPSO, Drill Ship 등과 같은 고부가가치 선박이나 고급 호텔, 레스토랑 등을 포함한 대형 급식소 주방내부의 조리영역은 조리대로부터 발생되는 기름, 수분 증기에 의한 기름으로 오염되는 것을 방지함과 동시에 주방내부의 세균 번식을 억제하고 위생, 환경 등의 고려한 친환경적인 환기후드에 대한 수요가 증대하고 있다. 또한 생활수준의 향상과 건강을 위하여 음식물 조리환경에 대한 관심이 증대함으로써 대형 급식소의 주방 내부를 청결하고 위생적으로 관리하는 것이 중요하다. 선박 주방 환기 시스템에서 환기는 유해물질의 발생원으로부터 주방 내에 확산되기 전에 포집하여 배출하는 환기방법을 말한다. 또한 선박의 주방은 다른 영역과 별도로 독립 환기시스템을 갖추어야 한다. 주방환기와 관련하여 진행된 선행 연구로서는 다음과 같다.

* Corresponding author : 051-629-6178, jskum@pknu.ac.kr

* 이 연구는 2013년도 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업에 의하여 지원되었음.

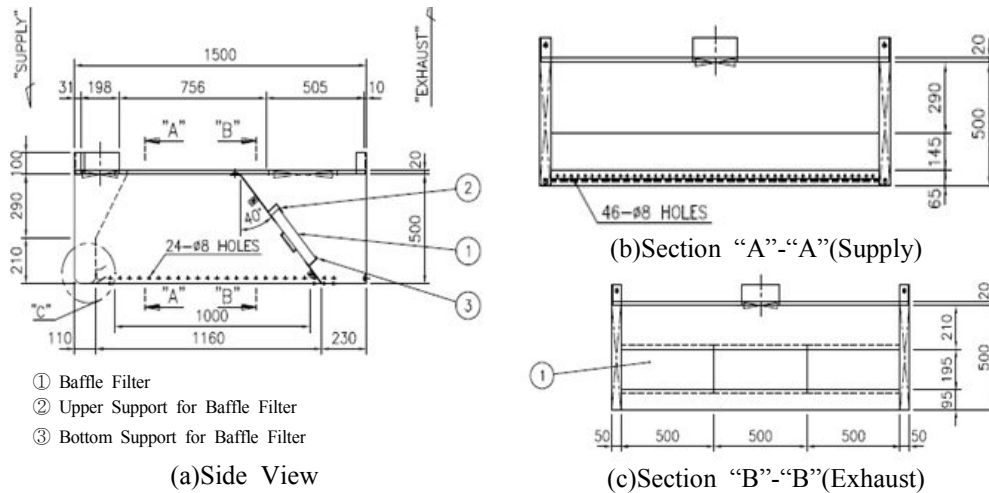
구남열 등은 가정용 후드에서 오염공기 확산방지 에어커튼 렌지후드의 실험적인 연구에서 에어커튼을 적용할 경우 실내의 온도와 습도 변화는 50% 감소하며, 급기량 풍속이 증가하면 배기 풍속의 증가량은 30% 가량 더 증가하여 실내 오염공기 확산 방지 및 배출에 유리하다고 보고 하였다(Koo Nam-Yeor 2002). 박진철은 상업용 주방후드의 배기성능 개선방안에 관한 연구에서 배기 전용 후드와 동시 급배기형 후드를 대상으로 급기방식이나 급기풍속, 배기풍속에 따른 국소 배기 효율과 실내 온도분포를 실험을 통해 배기 성능을 확인한 결과 배기 전용 후드에 비해 동시 급배기형 후드의 성능이 우수하며, 후드의 적정 배기 풍속은 국소배기효율과 실내온도 분포를 감안할 경우 0.48-0.55m/s의 범위가 적정하다고 보고하였다(Park Jin-Chul 2003). 이근우 등은 Capture Air Ventilation시스템의 풍량 변화에 따른 성능연구에서 주방 환기를 위해 오염 물질과 열이 실내로 확산되는 것을 방지하기 위해 주방 천정에 국부적으로 오염 물질을 가두어 급배기를 동시에 수행하여 오염물질의 포집효율에 대하여 실험과 수치해석을 수행하였다(Yi Kun-Woo 2003). 이외에도 주방용 후드 시스템의 분리판 형상 변화(Lim

Kyoung-Bin 2006), 수평 급기가 레인지 후드 주위의 자연대류에 미치는 영향과 최적 속도 결정(Kim Byoung-Guk 2005), 최적 형상(Kim Sang-Gyu 2005)등에 대한 연구가 수행되었다.

주방내부의 공기환경과 관련하여 일반적으로 환기후드를 사용하여 조리시 발생하는 유해가스 및 유해물질(유분, 증기 등)을 배출하고 있지만, 조리시 발생하는 다량의 기름 등에 의해 환기용 후드필터의 막힘 등이 발생하여 배기효율이 떨어지고 있는 실정이다. 따라서 배기효율 감소의 원인이 되는 기름으로 배기영역이 축소된 후드 필터에 대하여 세척이 필요한 실정이다. 따라서 선박내 주방내부의 공기환경 개선과 후드필터의 세척 필요성을 고려할 때 본 연구를 통해 세척 및 기름포집효율이 개선된 환기후드 개발이 필요하다. 이에 본 연구는 고부가가치 선박의 공용 공간 중 식료품이 실질적으로 조리되고 음식이 준비되는 요리사들의 공간인 주방에서 사용되는 요리기구의 환기후드로 연구의 범위로 한정하였다.

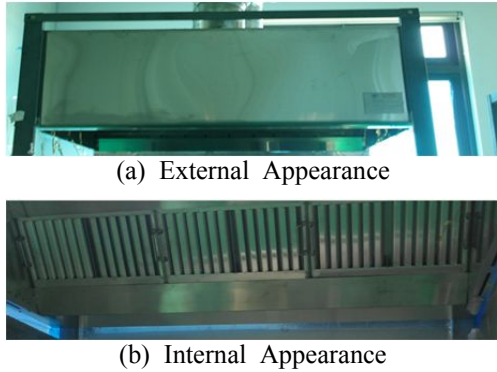
II. 방법 및 내용

1. 실험대상 및 사양



[Fig. 1] Ventilation Hood Sectional Plane

성능평가 대상은 선박의 주방에서 조리 시 발생하는 오염된 공기를 배출시키는 주방용 환기후드로 벽면에 설치하는 형태로서 [Fig. 1, 2]에 단면도와 실물을 나타냈고, 사양은 <Table 1>과 같다. 실험은 부경대학교 냉동실습센터에서 진행되었다.



[Fig. 2] Photo of Ventilation Hood

<Table 1> Specification of Kitchen Hood

Item	Specification
Product size	1600W×1500D×500H
Fan Power Consumption	1080W / 1080W
Filter Angle	30°, 40°, 50°

2. 실험조건 및 방법

시험규격은 ASTM F1704-09(주방 배기 환기 시스템의 포집과 포획에 대한 표준 시험 방법)에 준하여 실시하였다. 본 연구에 사용된 측정장비는 <Table 2>와 같으며, 풍속, 온도, 습도, 기름 포집량, 기류 가시화 등에 사용하였다.

<Table 2> List of Measuring Equipment

Item	Specification	Remarks
Smoke Generator	SAFEX	Flow visualization
Infrared Camera	FLIR i60	Temperature
TSI	TA5	Velocity
Anemometers	Velocicalc 9555	Velocity
Scales	KB-5000	oil collection
Sound Level Meters	Testo 815	Noise

성능평가 시험은 정성적인 항목으로서 기류 가시화, 정량적인 항목은 기름 포집율 및 소음평가이다.

가. 기류 가시화

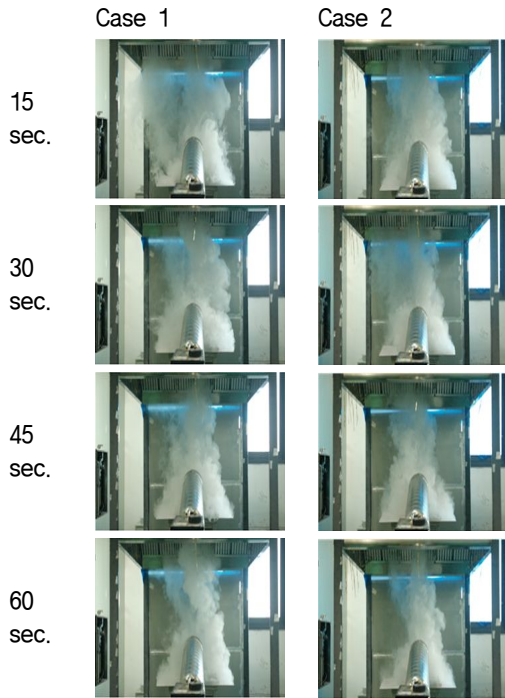
기류가시화를 위하여 후드에서의 배기풍속은 렌지후드 설치기준(5m/s)을 적용하기 보다 실제 현장에서 적용되고 있는 6.4m/s를 기준으로 하였고, 환기후드에서 급기와 배기량이 서로 섞이는 것을 방지하기 위하여 급기량은 배기량의 1/2 이하로 하여 실험조건을 결정하였다(Kim Ju-Seog 2013). <Table 3>에 급배기 풍속에 따른 실험 Case를 나타냈다. 배기풍속은 후드와 실내에 설치되어 있는 덕트의 1/2 지점에서 TAB에서 제시하는 방법에 따라 풍속을 측정하여 6.4m/s가 되는 것을 확인하였다. 실험은 연기발생기를 이용하여 급기와 배기의 기류를 가시화하였고, 기류 흐름에 대한 동영상상을 1분 동안 촬영하여 후드에서 기류흐름을 정성적으로 판독하였다.

<Table 3> Experimental Cases

	Supply : Exhaust rate	Supply (m/s)	Exhaust (m/s)
Case 1	0:10	0	6.4
Case 2	1:10	0.6	6.4
Case 3	3:10	1.9	6.4
Case 4	5:10	3.2	6.4

나. 필터 기름 포집량

선박 주방에 설치되는 후드의 필터는 기름 포집을 하기 위한 장치이다. 실험은 기름 포집율이 높은 최적의 후드필터 각도를 선정하기 위하여 실시하였다. 기류 가시화 실험에서 배기량과 급기량 비율이 최적으로 나타난 Case 1과 Case 2를 기준으로 실험을 진행하였고, 후드의 필터각도는 기준각 40°에 30°, 50°를 추가 하였다. 비산되는 기름량을 최대로 하기 위해 선박주방에서 사용하는 가열기를 250℃로 가열하여 기름과 물을 증발시켜 포집하는 방식으로 실험을 진행하



[Fig. 3] Flow Visualization of Case 1, 2

였다([Fig. 5] 참조). 실험은 2시간 동안 진행하였다. 기름을 증발시키기 위해 식용유(100g)와 마가린(600g)을 사용하였고, 식자재의 수분 함유를 재현시키고 기름의 증발을 촉진하기 위해 물의 투입량(400g)을 조절 할 수 있는 장치를 사용하였다. 주변 환경 온도분포는 열화상 사진을 15분마다 주기적으로 촬영하여 확인하였다. 실험이 종료되면 남아있는 기름의 무게는 전자저울로 측정하여 증발된 기름량을 확인하였고 필터의 기름은 주방용 기름제거 티슈로 포집하여 전자저울로 측정하였다.

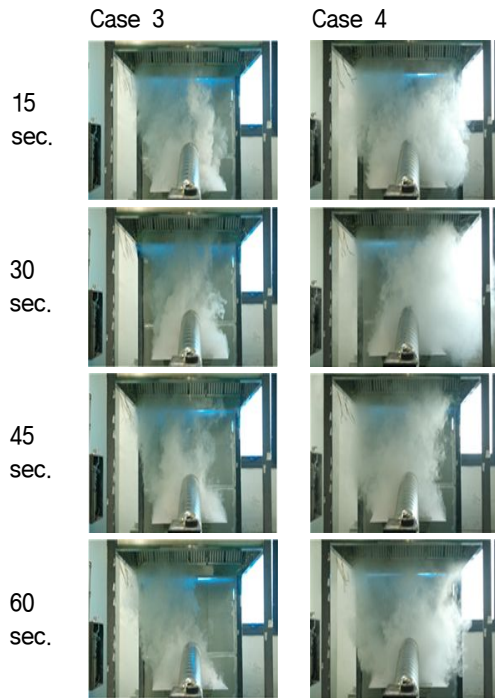
다. 후드 소음평가

후드의 소음은 조리실의 작업환경에 영향을 주므로, 적정 급배기 풍량에서 소음 발생량이 적절 한지 판단하기 위해 실시되었다. 실험은 후드 내부 필터 앞과 가열기 상부에서 측정하였고 후드로부터 1m 떨어진 지점에서도 측정하였다. 측정 방법은 각 지점에서 10초 동안 측정하였다.

3. 실험 결과

가. 기류 가시화

팬 가동 후 연기흐름을 [Fig. 3, 4]에 나타내었다. 15초 후에 Case 2에서는 연기의 배기가 원활 하였지만, Case 1에서는 연기가 왼쪽으로 세는 것을 확인하였고, Case 3와 Case 4에서는 연기가 배기되지 못하는 것을 확인하였다. 특히 Case 4의 경우 연기가 실내로 많이 방출되었다. 30초 후에는 Case 1, 2, 3에서의 연기 배기는 원활했지만 Case 4에서는 실내로 방출되는 연기의 양이 많아졌다. 45초 후에는 Case 1, 2는 연기의배기가 원활하였고, Case 3, 4는 배기가 원활하지 못하였다. 60초 후에는 Case 1, 2는 이전과 동일하였고, Case 3, 4는 45초 때 보다 연기가 더 많이 세어나가는 것을 확인하였다.



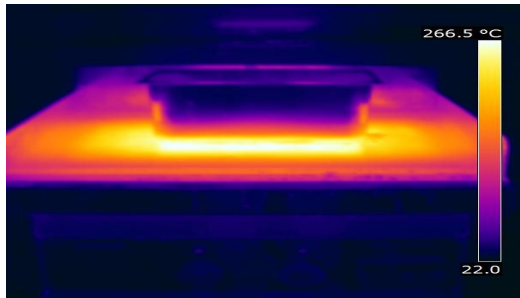
[Fig. 4] Flow Visualization of Case 3, 4

따라서 정성적인 측면에서 전반적인 기류의 흐름은 Case 1, 2가 원활하였고, 이상의 결과를 기

준으로 급배기량을 산출한 결과 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Supply and Exhaust Air Flow Rate

	Supply air flow [m ³ /h]	Exhaust air flow [m ³ /h]
Case 1	0	2907
Case 2	72.7	2907



[Fig. 5] Surface Temperature of Cookers

<Table 5> Residual Oil Weight in the Container[g] (p<0.05)

	30°	40°	50°
Case 1	1240±7.2	1235±3.5	1250±5.1
Case 2	1220±4.3	1210±5.1	1280±6.6

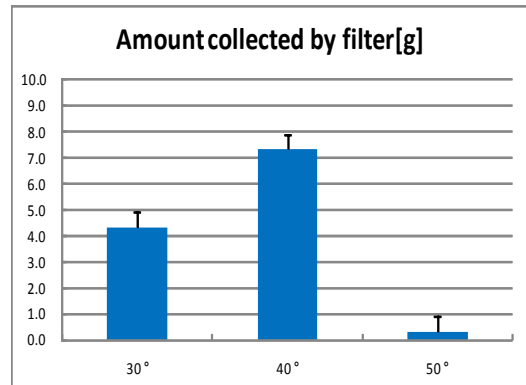
나. 후드 필터 설치 각도에 따른 기름 포집량 평가

기름을 비산시키기 위한 가열원으로서 조리기의 온도는 [Fig.5]와 같이 약 250℃를 유지한 상태에서 환기후드 필터 각도별로 기름 포집량을 측정하였다. 실험 전 기름 중량은 Case 별로 1350g으로 동일하게 하였고, 실험 종료 후 남아 있는 기름중량을 <Table 5>에 나타내었다. <Table 5>를 기준으로 용기에서 아래의 식으로 기름의 비산율을 계산하였다.

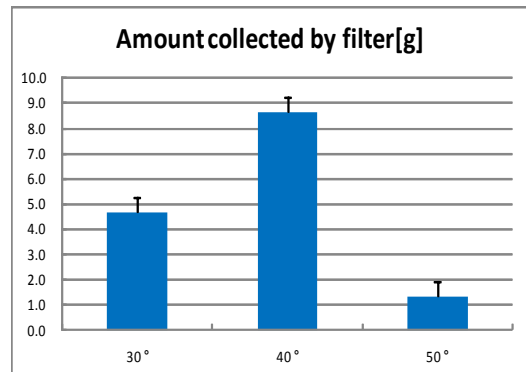
$$\text{기름 비산율}[\%] = \frac{(\text{초기 기름량} - \text{남은 기름량})}{\text{초기 기름량}} \times 100 \quad \text{-----}(1)$$

식 (1)을 사용하여 계산한 결과 Case 1의 경우 최대 8.9%에서 최소 7.4%를 나타냈고, Case 2의 경우 최대 10.4%에서 최소 5.2%를 나타냈다. Case 1, 2 모두 기름의 비산이 활발히 일어난 필터의 각도 순서는 40° > 30° > 50° 순이었다. 또한 Case 1과 2를 비교할 때 30°는 유의차가 없었지만 Case 2쪽이 비산율이 높게 나타났다. 이러한 차이는 연기 발생기를 통한 기류가시화시 관찰되는 필터 각도에 따른 기류 흐름에 있어 와류, 급기 및 배기 방식 등으로 인하여 차이가 발생한 것으로 판단된다.

기름 포집율의 결과는 [Fig. 6]과 같이 비산율이 높았던 CASE 2가 CASE 1보다 높은 것으로 나타났고, 기름 포집율이 높은 필터의 각도는 40° > 30° > 50° 순으로 나타났다.



(a) Case 1 (p<0.05)



(b) Case 2 (p<0.05)

[Fig. 6] Angle of Filter and Amount of Trapped Oil

<Table 6> Result of Noise Measurements [dB]

	Case 1		Case 2	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Filter Front	77.1	65.1	76.1	65.4
Heating Above	77.1	65.0	70.5	65.1
1m Points	77.1	63.7	70.5	63.7

다. 소음 평가

<Table 6>에 소음 측정결과를 나타내었다. 결과는 기존 제품의 소음치(120dB)보다 낮게 나타났다. Case 1은 최대값은 각 지점에서 동일하게 77.1dB이었고 최소값은 후드의 배기구에서 멀어질수록 값이 작아졌다. 필터 앞은 소음값이 크게 나타났다. Case 2는 필터의 앞에서 최대값이 가장 크고 가열기 위와 후드에서 1m 떨어진 지점에서는 동일하였다. 반면에 최소값은 후드의 배기구에서 멀어질수록 값이 작아졌다. Case 1과 동일하게 필터 앞에서 소음이 가장 크게 나타났다. Case 1, 2 모두 필터 앞 지점에서는 비슷한 소음이 측정되었지만 가열기 위에서는 Case 2의 소음이 작았다. 이것은 배기만 존재하는 Case 1보다 급기와 배기로 기류의 흐름이 원활함으로 인하여 소음이 작아지는 경향이 나타나는 것으로 판단된다.

III. 결론

1. 후드내부의 기류를 가시화 하여 분석한 결과 후드의 급기량과 배기량은 급기량이 많아지면 기류가 혼합되어 실내로 방출되는 현상이 발생하게 된다. 본 연구 결과 혼합기류가 주방내부로 방출되는 것을 방지하기 위한 후드 급기량과 배기량의 최적비는 1: 10으로 나타났다.
2. 후드 내부의 필터 각도가 40°일 때 기름 포집율은 기존에 비해 약 9% 증가하는 것으로 나타났다. 향후 필터 세척력 강화 등이 요구된다.
3. 후드의 소음측정 값은 필터 앞, 가열기 위,

후드에서 1m 떨어진 지점 순서로 소음이 컸다. 급기량이 0m³/h일 때 소음의 최대값은 77.1dB이고 최소값은 65.1dB이었고, 급기량이 72.7m³/h일 때 소음의 최대값은 76.1dB이고 최소값은 65.4dB이었다.

References

Kim, Byoung-Guk et al(2005), Horizontal Air - Jet Effect on the Natural Convection around a Range - Hood System, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering 17(4), 333~340.

Kim, Ju-Seog(2013), A study on exhaust air efficiency improvement of marine galley hood ventilation systems, Pukyong National University, 1~8.

Kim, Sang-Gyu et al(2005), Study on the Optimal Velocity of Horizontal Air Jet of a Range hood system., The Society of Air-conditioning and Refrigerating Engineering of Korea 2005 WINTER ANNUAL CONFERENCE, 63~68.

Kim, Seok-Keun et al(2004), Optimal Design for Bulk EMS Cooling Chamber Using CFD, The Society of Air-conditioning and Refrigerating Engineering of Korea 2004 SUMMER ANNUAL CONFERENCE, 687~692.

Koo, Nam-Yeor et al(2002), An experimental study on the air curtain range hood interrupting the diffusion of polluted air, The Society of Air-conditioning and Refrigerating Engineering of Korea 2002 WINTER ANNUAL CONFERENCE, 382~387.

Lim, Kyoung-Bin et al(2006), A Numerical Study on the Characteristics of Flow Field, Temperature and Concentration Distribution According to Changing the Shape of Separation Plate of Kitchen Hood System, Transactions of the KSME 30(2), 177~185.

Park, Jin-Chul(2003), A Study on the Improvement Strategies for Exhaust Performance in Commercial Kitchen Hoods, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering 15(5), 439~445.

Yi, Kun-Woo et al(2003), A study on the

performance of Capture Air Ventilation System with respect to air flow rate, The Society of Air-conditioning and Refrigerating Engineering of Korea 2003 WINTER ANNUAL CONFERENCE, 477~482.

-
- 논문접수일 : 2014년 10월 14일
 - 심사완료일 : 1차 - 2014년 10월 29일
 - 게재확정일 : 2014년 10월 30일