

연구보고서

학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련 연구

하 현 철

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련 연구”의 최종 보고서로 제출합니다.

2021년 11 월

연구진

연구기관 : **주식회사 벤틱**

연구책임자 : 하현철 (대표이사, (주)벤틱)

연구원 : 박승욱 (부장, (주)벤틱)

연구원 : 김대운 (팀장, (주)벤틱)

연구원 : 김기연 (교수, 서울과학기술대학교)

연구보조원 : 이규연 (연구원, (주)벤틱)

연구보조원 : 진상운 (연구원, (주)벤틱)

연구보조원 : 황주영 (대학원생, 서울과학기술대학교)

보조원 : 이동욱 (연구원, (주)벤틱)

보조원 : 김미애 (연구원, (주)벤틱)

요약문

- 연구기간 2021년 04월 ~ 2021년 11월
- 핵심단어 조리실 환기, 조리 흡, 학교 급식실 환기, 조리용 후드
- 연구과제명 학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련 연구

1. 연구배경

오랜 기간 조리에 종사한 조리사에게서 호흡기 관련 직업성 암 판정을 받는 등 최근 조리실 환기에 대한 문제점이 제기되고 있는 실정이다. 산업안전보건연구원에서 수행한 '19년 학교 급식 조리사의 호흡기 관련 연구결과를 보면, 일산화탄소, 이산화탄소 등이 부적절한 환기에 의해 고농도로 정체될 경우 급성중독 등 사망에 이르게 할 수 있는 등 문제점이 제기되었다.

하지만, 이러한 상황임에도 불구하고, 학교 급식실에 적용 가능한 조리기구별 후드 형태 및 필요 배기 유량 등 학교 현장에서 참고할 수 있는 환기 기준 자료가 없어 설치 업체에 따라 후드 형태와 환기 유량이 제각각인 경우가 많고, 환기효율도 낮은 실정이다.

본 연구에서는 급식실 환기 실태조사를 통해 조리기구 유형별로 각종 유해인자 발생 특성을 조사하고, 환기장치의 잘못된 설계 실태 및 환기 효율 저하 원인 등을 분석하여 학교 급식실과 같은 대형 급식실에 적용 가능한 조리 형태별 표준 환기방안을 수립하고자 한다.

2. 주요 연구내용

○ 학교 급식실 환기 실태 조사

- 경남 지역 10개 학교 및 제주 지역 2개 학교 등 총 12개 학교 급식실의 조리실 환기 실태 조사 실시
- 조리대 및 튀김기에서 다량의 조리 흡이 발생되었고, 현재 설치된 캐노피형태의 후드로는 조리실무원의 호흡영역을 보호하지 못하는 것으로 평가됨
- 조리대에 설치된 후드의 경우 후드 면풍속 0.5m/s를 만족하지 못하고, 송풍기 정격 유량 및 정압 등에 대한 설계 기준이 없어 효율적인 환기시스템 설치가 어려움
- 모든 급식실에 전체환기를 위한 후드 미설치로 인해 상부에 정체된 고열 환기가 불량하여 여름철 고온다습한 환경이 조성되고 있음

○ 조리기구별 환기 기준 마련

- 조리기구별 환기 기준 제안 : 조리대, 튀김솥, 국솥, 오븐, 밥솥 및 식기 세척기 등 6가지 조리기구별 환기 기준 제안
- 환기량은 후드면 풍속 0.5m/s와 0.7m/s(조리대 및 튀김솥)에 후드 개구면적을 곱하여 환기량을 계산함
- 전체환기량은 급식실 바닥면적당 $0.2\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 으로 계산함
- 자연 급기구의 기류 유입속도는 2.5m/s 이하로 유지하고, 외부에 개방된 흡기구에는 위생 해충 및 쥐 등의 침입을 방지하기 위해 방충·방서 시설을 설치할 것. 자연급기구 유입속도가 2.5m/s 이상일 경우 강제 급기

필요함

- 송풍기는 조리실 외부에 설치하고 주변 민원 발생시 조리흡을 저감할 수 있는 필터, 전기집진기 등을 설치할 것. 토출구는 지붕면으로 부터 1m 이상돌출 되도록 할 것(건축법 시행령 54조/피난규칙 20조)
- 덕트 반송속도는 5m/s~10m/s 범위에서 설치하고, 스테인리스 스틸 등의 재질로 하되, 청소와 배기 배출수 관리를 철저히 해야 함. 또, 가지 덕트에는 유량 조정용 댐퍼를 설치하여야 함

3. 연구 활용방안

- 본 연구 내용은 학교 급식실뿐만 아니라 각 회사 사내 공동 급식소 등 대형 상업용 급식실 환기시스템 설계시 활용 가능함

4. 연락처

- 연구책임자 : (주)벤티 대표이사 하현철
- 연구상대역 : 직업환경연구실 연구위원 이유진
 - ☎ 052) 703. 0884
 - E-mail miummi@kosha.or.kr

목 차

I. 서 론 1	1
1. 연구 목적 및 필요성	1
2. 연구 범위	2
1) 학교 조리실 환기 실태 및 설문 조사	2
2) 신설 조리실 환기 설계 검토	2
3. 연구방법	2
1) 국내·외 관련 문헌조사	2
2) 환기 실태 조사	3
3) 작업형태 및 작업위치별 개선 방안 수립	9
4. 연구 추진 체계	0
II. 조리실 환기 기준	11
1. 국내 기준 문헌조사	11
1) 교육부 “학교급식 위생관리 지침서” 환기기준	1
2) 안전보건공단, “조리시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강영향” 보고서, 2019년.	13

3) 안전보건공단, 안전한 조리실 조성을 위한 기준(물기 없는 조리실 중심으로), 2012.	13
4) 기계설비 기술기준안 (기계설비기술기준고시 21. 6.7)	6 1
5) 조달청 등록 상업용 주방 후드	7 1
2. 국외 기준 문헌조사	22
1) 미국 ACGIH(산업위생전문가협회)의 Industrial Ventilation Manual	22
2) 미국 냉동공조학회(ASHRAE) 조리 후드 설계 기준	7 2
3) Uniform Mechanical Code (UMC) 2021	3
4) 조리 후드 선행 연구 논문 - Review of Effluents and Health Effects of Cooking and the Performance of Kitchen Ventilation ; Aerosol and Air Quality Research, 19: 1937-1959, 2019	3
5) HALTON KITCHEN DESIGN GUIDE - 에어커튼을 활용한 환기효율 개선	36
6) 일본 연구 사례	14
Ⅲ. 학교 급식실 현장 조사결과	5 4
1. 학교별 조리실 실태 조사 방법	5 4
1) 경남지역 조리실 실태 조사	5 4

목 차

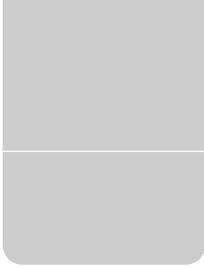
2) 제주지역 조리실 실태 조사	5 4
2. 학교별 조리실 실태 상세 조사 결과 - ○○기계공업고등학교 ..	
.....	46
1) 조리실 기본현황	64
2) 환기 시스템 효율 평가	74
3) 조리흡 확산 현황 조사 결과	9 4
3. 학교 조리실 조사 결과 종합	5 5
1) ○○기계고등학교	55
2) ○○중학교	8
3) ○○초등학교	16
4) ○○고등학교	46
5) ○○초등학교	76
6) ○○초등학교	77
7) ○○중학교	3
8) ○○고등학교	67
9) ○○중학교	9
10) ○○중학교	2
11) ○○초등학교	58
12) ○○중학교	8

4. 실태 조사 결과 종합	39
1) 조리대 또는 렌지 작업	39
2) 튀김 솥 작업	9
3) 국솥 작업	10
4) 필터 설치 방법	13
5) 전체환기 부족	14
6) 송풍기 및 배기가스 처리	16
IV. 설문 조사 및 신설 조리실 설계 검토	901
1. 경남 교육청 설문조사 결과	9
2. 신설 조리실 설계 검토	10
1) ○○ 중학교	10
2) ○○ 초등학교	13
V. 조리실 환기 개선 방향	1
1. 환기량 산정 기준	11
1) 국내외 조리기구 환기량 산정 기준	11

목 차

2) 조리 기구별 후드 형태와 적정 환기량 산정 기준	9·11
2. 조리기구별 후드 형태 적정성 평가	121
1) 조리대(렌지) 후드	11
2) 국솥 후드	13
3) 환기량 증가에 따른 송풍기 용량 재산정	331
3. 전체환기 설치 방법	15
1) 전체환기용 덕트 설치 방법	61
2) 전체환기 효과 예측 시뮬레이션 조건	731
3) 시뮬레이션 결과 비교	9
4. 송풍기 선정	141
1) 송풍기 정압 설계 방법	1
2) 송풍기 정압 설계 계산 시트	21
3) 송풍기 설치 방법	15
5. 냄새 및 조리흡 저감 방안	4
1) 전기집진기	141
2) 활성탄 흡착	141
3) 기타 음식점 냄새 저감을 위한 방지사설	441
4) 미세먼지 및 악취 저감 표준형 시스템	641

6. 보충공기 급기 방법	Ⅱ
1) 보충공기 급기 필요성	Ⅲ
2) 보충 공기 급기 방법	1Ⅲ
7. 조리실 배치 및 높이	Ⅲ
VI. 조리실 후드 환기 기준(안)	1Ⅴ
1. 조리 기구별 환기 기준	Ⅴ
2. 전체환기 설치 기준	Ⅵ
3. 환기시설 공통 기준	Ⅴ
4. 환기시스템 체크리스트	Ⅷ
1) 급식실 개요	Ⅷ
2) 송풍기 성능 평가	Ⅷ
3) 후드 성능 평가 결과	18
4) 전체환기 및 기타 점검 결과	Ⅸ



목 차

참고문헌	161
Abstract	163

<표 I-1> 체크리스트 항목	3
<표 II-1> 조리실 환기시설 설치 기준(교육부 학교급식 위생관리 지침서)	1
<표 II-2> 환기설비 설치 일반 기준	5
<표 II-3> 주방 후드 치수	7
<표 II-4> 밥솥 후드 규격	8
<표 II-5> 식기세척기 및 조리대 후드 규격	9
<표 II-6> 후드 사진 모습	10
<표 II-7> 후드 사진 모습	11
<표 II-8> (조리대 종류 및 온도)-Appliance Types by Duty Category ..	2
<표 II-9> 주방후드 환기량 산정표	3
<표 II-10> 주방후드 환기량 산정표-USM	2
<표 III-1> 조리실 실태 조상 학교 선정기준	5
<표 III-2> ○○기계공업고등학교 조리실 기본 현황	6
<표 III-3> ○○기계공업고등학교 조리실 송풍기 현황	7
<표 III-4> 조리작업별 후드 현황 및 측정결과	8
<표 III-5> ○○기계고등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	5
<표 III-6> ○○기계고등학교 식단	6
<표 III-7> ○○기계고등학교 조리실 환경 측정 결과	6
<표 III-8> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	8

표

<표 III-9> ○○중학교 식단	9	5
<표 III-10> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과	9	5
<표 III-11> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	1	6
<표 III-12> ○○초등학교 식단	2	6
<표 III-13> ○○초등학교 조리실 환경 측정 결과	2	6
<표 III-14> ○○고등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	4	6
<표 III-15> ○○중학교 식단	5	6
<표 III-16> ○○고등학교 조리실 환경 측정 결과	5	6
<표 III-17> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	7	6
<표 III-18> ○○초등학교 식단	8	6
<표 III-19> ○○초등학교 조리실 환경 측정 결과	8	6
<표 III-20> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	0	7
<표 III-21> ○○초등학교 식단	1	7
<표 III-22> ○○초등학교 조리실 환경 측정 결과	1	7
<표 III-23> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	3	7
<표 III-24> ○○중학교 식단	4	7
<표 III-25> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과	4	7
<표 III-26> ○○고등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	6	7
<표 III-27> ○○고등학교 식단	7	7
<표 III-28> ○○고등학교 조리실 환경 측정 결과	7	7
<표 III-29> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	9	7

<표 III-30> ○○중학교 식단	0	8
<표 III-31> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과	0	8
<표 III-32> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	2	8
<표 III-33> ○○중학교 식단	3	8
<표 III-34> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과	3	8
<표 III-35> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	5	8
<표 III-36> ○○초등학교 식단	7	8
<표 III-37> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리	9	8
<표 III-38> ○○중학교 식단	0	9
<표 III-39> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과	0	9
<표 III-40> 조리대 또는 렌지와 튀김 솥 작업 설치 평가	3	9
<표 III-41> 조리대 상부 오염도 측정결과 비교	7	9
<표 III-42> 학교별 조리실 조리흡 발생 농도 현황	8	9
<표 III-43> 국솥 작업 설치 평가	001	
<표 IV-1> 환기장치 가동에 대한 설문조사 결과	0	1 1
<표 IV-2> 기계장비 일람표	211	
<표 IV-3> 후드 유량 산정 결과	211	
<표 IV-4> 기계 일람표	411	
<표 IV-5> 후드 유량 산정 결과	511	
<표 V-1> 조리 기구별 구분(ACGIH)	7	1 1

표

<표 V-2> 조리 기구 및 조건별 환기량 기준	8·1 1
<표 V-3> 조리 기구별 환기 후드형태별 개구면 유속	10·2 1
<표 V-4> 단면 후드 시뮬레이션 조건	2·2 1
<표 V-5> 단면 후드 시뮬레이션 결과 1	3·2 1
<표 V-6> 단면 후드 시뮬레이션 결과 2	4·2 1
<표 V-7> 단면 후드 설계 기준	521
<표 V-8> 양면 후드 시뮬레이션 조건	7·2 1
<표 V-9> 양면 후드 시뮬레이션 결과	8·2 1
<표 V-10> 양면 후드 설계 기준	921
<표 V-11> 국술 후드 시뮬레이션 조건	1·3 1
<표 V-12> 시뮬레이션 결과 1	231
<표 V-13> 국술 후드 설계 기준	331
<표 V-14> 후드 설계유량 증가에 따른 송풍기 용량 증가 필요성	5·3· 1
<표 V-15> 전체환기 효과 예측 시뮬레이션 조건	8·3 1
<표 V-16> 시뮬레이션 결과	1041
<표 V-17> 각 위치별 정압 계산 방법	2·4 1
<표 V-18> 덕트 반송속도 및 덕트 길이에 따른 송풍기 정압 선정표3·4· 1	
<표 V-19>음식점에 적용 가능한 냄새저감시설(음식점 냄새관리 가이드북, 환경부)	145
<표 V-20> 보충 공기 급기 여부 판정 표	8·4 1

[그림 I-1] 기류가시화 평가 모습	4	...
[그림 I-2] 후드 배기 유량 측정 모습	5	...
[그림 I-3] 송풍기 배기 유량 측정 모습	6	...
[그림 I-4] 송풍기 정압 측정 모습	7	...
[그림 I-5] 조리흡 입자 농도 측정 모습	7	...
[그림 I-6] CO, CO2 농도 측정 모습	8	...
[그림 I-7] 전체환기 조사 모습	9	...
[그림 II-1] 조리기계기구 배치(예)	4	1
[그림 II-2] 주방후드 개념도	7	1
[그림 II-3] 주방후드 도면	1	2
[그림 II-4] 세척기 후드 설계(Acgh Industrial Ventilation Manual) ·3	2	
[그림 II-5] 조리대 후드 설계(Acgh Industrial Ventilation Manual) ·4	2	
[그림 II-6] 렌지 후드 설계1(Acgh Industrial Ventilation Manual) ·5	2	
[그림 II-7] 렌지 후드 설계2(Acgh Industrial Ventilation Manual) ·6	2	
[그림 II-8] 미국 냉동공조학회 조리 후드 설계 방법1	7	2
[그림 II-9] 미국 냉동공조학회 조리 후드 설계 방법2	8	2
[그림 II-10] 상업용 주방 후드 형태	9	2
[그림 II-11] 유량 계산 사례	1	3
[그림 II-12] 조리실 단면적당 최소 전체환기량-USM	3	3
[그림 II-13] 캐노피 후드 및 각형 후드 환기 효율 비교	4	3

그림목

[그림 II-14] 캐노피 후드 및 각형 후드의 유량 변화 비교	5..... 3
[그림 II-15] 환기 효과를 높이기 위한 side panels 및 separate plate모습	36
[그림 II-16] 후드 에어커튼 활용 모습	7... 3
[그림 II-17] 후드 에지에서 제트 분사 시 조리실무원의 호흡영역 보호모습	37
[그림 II-18] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 후드 급기 방법	38
[그림 II-19] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 출입문 개방 방향 방법	39
[그림 II-20] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 출입문 개방 방향 방법	40
[그림 II-21] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 유량 산정 방법	41
[그림 II-22] CFD를 이용한 조리실 조리대 후드 환기 방안 일본 연구 사례	42
[그림 II-23] 조리실 조리대 후드 일본 환기 방안 사례1	2..... 4
[그림 II-24] 조리실 조리대 후드 일본 환기 방안 사례2	3..... 4
[그림 III-1] 후드 설치 Lay-out	8 4
[그림 III-2] 부침개 조리대 환기 모습	9... 4

[그림 III-3] 국술 환기 모습	0	5
[그림 III-4] 세척기 설치 모습	1	5
[그림 III-5] 조리흡 농도 분포 측정 모습	1	5
[그림 III-6] 조리흡 농도 분포도	2	5
[그림 III-7] CO, CO2 농도 분포 측정 모습	2	5
[그림 III-8] CO, CO2 농도 분포도	3	5
[그림 III-9] 높이별 온도 분포도	3	5
[그림 III-10] 전체환기 문제점 모식도	4	5
[그림 III-11] ○○기계등학교 후드 주변 기류 흐름	7	5
[그림 III-12] ○○중학교 후드 주변 기류 흐름	0	6
[그림 III-13] 부침개조리대 · 국술 오염물질 확산 모식도	3	6
[그림 III-14] 부침개조리대 · 국술 오염물질 확산 모식도	6	6
[그림 III-15] 부침개조리대 · 국술 오염물질 확산 모식도	9	6
[그림 III-16] 부침개조리대 · 국술 오염물질 확산 모식도	2	7
[그림 III-17] 학교 후드 주변 기류 흐름	5	7
[그림 III-18] 학교 후드 주변 기류 흐름	8	7
[그림 III-19] 학교 후드 주변 기류 흐름	1	8
[그림 III-20] 학교 후드 주변 기류 흐름	4	8
[그림 III-21] ○○초등학교 조리실 모습	6	8
[그림 III-22] ○○초등학교 조리실 모습	8	8
[그림 III-23] ○○중학교 조리실 모습 및 후드 기류 흐름	1	9

그림목

[그림 III-24] 조리대 환기 문제점 모식도	4	9
[그림 III-25] 후드 배기량 부족시 조리대 상부 기류 흐름	5	9
[그림 III-26] 후드 배기량 양호시 조리대 상부 기류 흐름	5	9
[그림 III-27] 후드 배기량 양호시 조리대 끝단의 기류 흐름	6	9
[그림 III-28] 조리대 상부 조리흡 측정 위치	6	9
[그림 III-29] 학교별 조리실 환경평가 결과 그래프	8	9
[그림 III-30] 조리대 및 튀김 스펀 후드 모습	9	9
[그림 III-31] 튀김 스펀 배치방법(안전보건공단, 2012)	9	9
[그림 III-32] 조리대 후드 환기 효율 평가 모습	10	1
[그림 III-33] 국솥 두경 개방시 수증기 발생 모습	10	1
[그림 III-34] 국솥 후드 연기 실험 - 창문 개방 시	20	1
[그림 III-36] 1단 경사 필터 설치 모습	30	1
[그림 III-37] 다단 경사 필터 설치 모습	40	1
[그림 III-38] 조리실 내부 전체환기 모식도	50	1
[그림 III-39] 조리실 내부 높이별 온도분포	50	1
[그림 III-40] ○○초등학교 조리실 전체환기 설치모습	60	1
[그림 IV-1] ○○ 중학교 신설 조리실 배치도	11	1
[그림 IV-2] 후드 유량 산정 방법	31	1
[그림 IV-3] ○○초등학교 신설 조리실 배치도	41	1
[그림 IV-4] 후드 유량 산정 방법	51	1

[그림 V-1] 단면 후드 모델링 개념도	121
[그림 V-2] 양면 후드 모델링 개념도	621
[그림 V-3] 국술 후드 모델링 개면도	031
[그림 V-4] 전체환기용 덕트 설치 방법	731
[그림 V-5] 전체환기 모델링 개면도	831
[그림 V-6] 조리실 환기 덕트 압력 손실 발생 위치	141
[그림 V-7] 냄새저감시설 표준형시스템(음식점 냄새관리 가이드북, 환경부)	146
[그림 V-8] 조리실 층고 필요 높이	941

I. 서론

.....

I. 서론

1. 연구 목적 및 필요성

2017~2018년에 급성중독감시체계에 조리실무원의 중독사고가 잇따라 보고되었고 산업안전보건연구원에서 수행한 2019년 학교 급식 조리실무원의 호흡기 관련 연구결과에서도, 일산화탄소, 이산화탄소 등이 부적절한 환기로 인해 고농도로 정체될 경우 급성중독 등 사망에 이르게 할 수 있다는 문제점이 제기되었다. 그리고, 오랜 기간 조리에 종사한 조리실무원에게서 호흡기 관련 직업성 암 판정을 받는 등 최근 조리실 환기에 대한 문제점이 제기되고 있는 실정이다.

조리실무원의 호흡기 관련 직업성 질환 발생원인으로 부적절한 환기장치를 지목하고 있고, 실제 조리실무원을 대상으로 한 설문조사에서도 환기장치가 부적절하거나 환기 효율이 낮다고 판단하는 경우가 많은 실정이다.

이러한 상황임에도 불구하고, 교육부에서 발간한 『학교급식 위생관리 지침서』에 수록된 환기 관련 내용에는 후드를 열기구보다 사방 15cm 이상 크게 하고 30도 유입각도를 유지하라고만 제시되어 있을 뿐 조리작업별 필요한 배기 유량이나 제어유속 등 환기효율과 관련된 중요한 내용은 수록되어 있지 않다.

교육부에서 급식실 환기시스템에 대한 기준을 제시하지 않았기 때문에 조리실 설계자에 따라 후드 형태와 환기 유량이 제각각이어서 환기효율의 편차가 심하게 발생되고 있었다. 최근에 설치된 조리실은 후드 형태가 개선되는 등 시각적으로 개선된 느낌을 주지만, 조리실무원이 조리시 조리흡에 노출되는 정도는 크게 개선되지 않아, 후드 형태 및 환기량에 대한 전면적인 재검토가 필요한 실정이다.

조리실 환기 실태조사를 통해 조리 유형별로 일산화탄소, 이산화탄소,

조리흡 등 각종 유해인자 발생 및 노출실태를 조사하고, 환기시스템 운전 실태 및 환기 효율 저하 요인을 조사하였다.

본 연구를 통해 조리흡 환기효율에 영향을 주는 조리실 공간의 구조적인 특성 등을 종합적으로 고려하여 조리 형태별 표준 환기방안 및 전체 환기방안을 수립하고자 한다.

2. 연구 범위

1) 학교 조리실 환기 실태 및 설문 조사

- 연구 대상 : 경남 교육청 관할 초·중·고등학교 급식시설 약 10개소, 제주 시관할 2개 학교
- 조리실 환기 현장 실태 조사 : 4월 ~ 8월(봄, 여름 특성 평가 및 비교)
- 설문조사 : 경상남도교육청 소속 급식관계자, 영양(교)사, 조리실무원, 조리실무사로 대체인력 포함(일용근로자 제외)

2) 신설 조리실 환기 설계 검토

- 창원시 소재 2개 학교 신설 조리실에 대한 환기 설계 검토

3. 연구방법

1) 국내·외 관련 문헌조사

- 국내·외 학술 문헌자료 수집 및 분석
- 국내·외 학교 급식시설 및 기타 식당 조리실 등의 환기관련 학술 문헌 자료를 수집하여 주요 발생 오염물질, 환기 방법 및 문제점 등을 파악

- 국내·외 관련 법령 및 기준자료 수집 및 분석

2) 환기 실태 조사

(1) 체크리스트를 활용한 설문 및 실태 조사

<표 I-1>과 같이 환기 관련 체크리스트 표를 작성하여 현장 실태 조사 시 환기 문제점을 파악함

<표 I-1> 체크리스트 항목

구분	현장 조사항목
환기 실태 조사	후드 제원 및 환기 설치 실태(설계 사양 등) 조리대 배치 및 조리실 제원
환기 효율 측정	오염물질 농도 측정 환기 효율 평가 조리실 내부 온도(높이별), 기류 분포 등
환기 효율 평가	환기 효율 측정결과와 조리실무원 설문 조사 결과를 분석하여 환기 개선 방안 및 적정 배기량 설계 범위 도출 조리실 내부 전체환기 개선점 도출

가. 조리실 구조 및 특성 조사

- 급식시설 구조 및 현황 조사
- 급식시설 공간 내 조리설비 배치 및 분포, 출입문 및 창문 등의 환기 상태, 조리실무원 조리 공간 등 조사
- 조리 유형별 환기 실태 조사
- 여러 종류의 조리 유형을 파악하고 각 조리 기구별 후드 형태 및 후드 크기, 배기 유량, 후드 기류 유입 상태, 선풍기 사용 실태 등을 조사함
- 국소배기 및 전체환기 장치 효율 및 유량 측정

- 급식시설 내에 위치한 국소배기 후드의 유량과 제어유속을 측정하고 기류 흐름 테스트를 통해 후드 효율을 평가함
- 급식시설 내에 설치되어 있는 공조 시스템이나 에어컨, 벽면의 wall fan 등의 유량과 기류 유속을 측정하고 방해 기류의 영향 여부 등 실내 기류 흐름을 평가함

(2) 환기시스템 효율 평가

가. 후드 성능 평가 방법

- 연기발생기를 이용한 기류가시화 평가
 - 평가 목적 : 후드 배기 기류의 흐름 유동과 환기 성능을 가시적으로 확인하기 위함
 - 평가 방법 : 연기를 후드 주변에 발생시켜 후드로 흡인되는 능력을 평가함
 - 평가 장비 : 연기발생기 Antari Mobile Fogger, Taiwan



(a) 연기발생기



(b) 연기발생기 평가 모습

[그림 1-1] 기류가시화 평가 모습

- 후드 배기 유량 측정
 - 측정목적 : 후드로 유입되는 공기 양을 측정하여 환기 성능을 평가함

- 측정 지점 : 후드 면속도 또는 덕트 반송속도
- 측정방법 : 열선풍속계를 이용하여 후드 면속도 또는 덕트 반송속도를 측정함
- ※ 후드 흡인유량(m^3/min) = $60(s/min) \times$ 후드 면속도(m/s) \times 후드 개구면적(m^2)
- 측정장비 : 열선풍속계 TSI AVM430, USA



(a) 열선풍속계



(b) 후드 배기 유량 측정 모습

[그림 1-2] 후드 배기 유량 측정 모습

나. 송풍기 유량 및 정압 측정

■ 송풍기 배기 유량 측정

- 측정목적 : 송풍기 정격 유량(설계 유량)과 비교하여 송풍기 효율 평가
- 측정 지점 : 송풍기 토출구나 굴뚝의 점검구
- 측정방법 : 열선풍속계를 이용하여 토출구 면속도 및 굴뚝의 반송속도 측정
- ※ 배기유량(m^3/min) = $60(s/min) \times$ 배출속도(m/s) \times 배출구 단면적(m^2)
- 측정장비 : 열선풍속계 TSI AVM430, USA



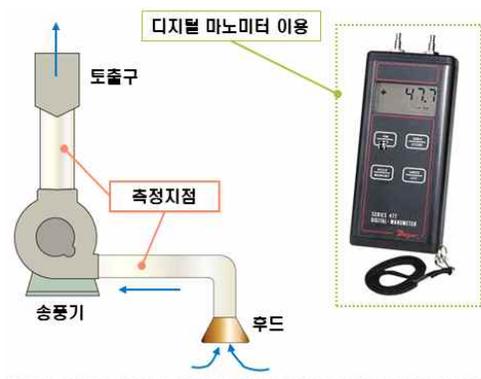
(a) 열선풍속계



(b) 후드 배기 유량 측정 모습

[그림 1-3] 송풍기 배기 유량 측정 모습

- 송풍기 정압 측정
 - 측정목적 : 송풍기 정격 정압과 비교하여 국소배기시스템의 성능 감소의 원인을 파악
 - 측정 지점 : 송풍기 입·출구 덕트
 - 측정방법 : 마노미터를 이용하여 송풍기 입·출구 정압 측정
 - 송풍기 입·출구 정압과 입구 속도압을 측정하여 송풍기 시스템 정압을 산정함
 - ※ 송풍기 시스템 정압(mmAq) = 송풍기 출구정압(Sp out) - 송풍기 입구정압(Sp in) - 송풍기 입구 속도압(Vp in)



(a) 마노미터



(b) 송풍기 정압 측정 모습

[그림 1-4] 송풍기 정압 측정 모습

다. 조리실 환경 실태 조사

▪ 조리흡 입자 농도 측정 방법

- 측정목적 : 조리실 내부 전체적인 입자상 오염물질 분포도 파악
- 입자농도 : 입자수 / L
- 측정방법 : 1분간 샘플링하여 공기 중 흡 입자수 계측
- 측정장비 : Lighthouse Handheld 3016, USA



(a) 입자 개수 측정기(파티클 카운터)



(b) 조리흡 농도 측정 모습

[그림 1-5] 조리흡 입자 농도 측정 모습

- 일산화탄소 및 이산화탄소 농도 측정 방법
 - 측정방법 : 일산화탄소 및 이산화탄소 농도를 실시간으로 측정하여 환기 상태를 평가함
 - 측정장비 : TSI IAQ-CALC, USA



(a) CO, CO₂ 농도 측정기



(b) CO, CO₂ 농도 측정 모습

[그림 1-6] CO, CO₂ 농도 측정 모습

라. 전체환기 실태 조사

- 조리실 내부 기류 흐름 측정
 - 열선풍속계를 이용하여 조리실 내부의 전체적인 기류 유속을 측정하고 연기발생기로 정체대를 조사함
- 조리실 온도 분포 측정
 - 조리실 내부 전체적인 온도 분포를 파악하여 조리 작업에 따른 높이별 구역별 온도 차이를 측정함



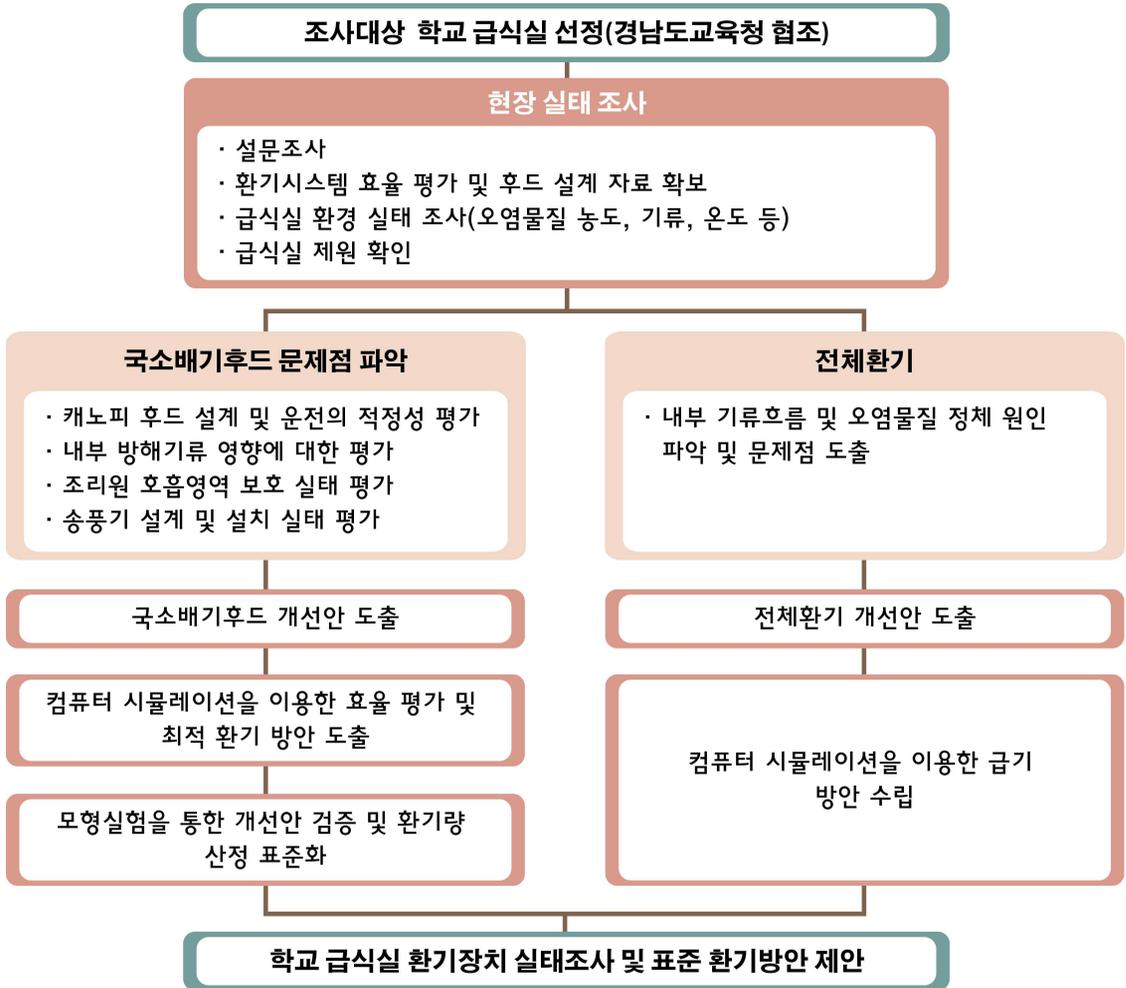
[그림 1-7] 전체환기 조사 모습

3) 작업형태 및 작업위치별 개선 방안 수립

가. 시뮬레이션을 이용한 효율 예측

- 현장 여건과 실험의 한계로 인해 필요한 연구 결과를 도출하기에는 어려움이 많기 때문에 본 연구에서는 전산유체역학을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 사용해 연구 결과에 대한 신뢰와 충분한 자료량을 확보하고자 하였음.
- 조리실 구조적인 특성을 고려하여 현장 실측 자료와 실험 결과를 토대로 전산유체역학의 모델링 결과를 검증하고 환기 조건 변화(후드 형태, 배기유량 변화 등)를 통해 경계조건을 변화시키면서 최적의 환기 조건을 도출하였음.
- 표준 환기방안을 마련하기 위해 산업환기와 공기조화 분야에서 기류에 의한 열이나 오염물질의 유동에 대한 해석을 위해 널리 사용되고 있는 상용 전산유체역학 프로그램인 AIRPAK(Ver. 3.0)을 사용하였음.

4. 연구 추진 체계



[그림 1-8] 연구 추진 체계

Ⅱ. 조리실 환기 기준



Ⅱ. 조리실 환기 기준

1. 국내 기준 문헌조사

1) 교육부 “학교급식 위생관리 지침서” 환기기준

<표 II-1>과 같이 현재 교육부에서 발간한 『학교급식 위생관리 지침서』에 학교 조리실 환기시설에 대한 기준에 제시되어 있고, 교육청 시설 및 급식 담당은 학교급식 위생관리 지침서를 기준으로 후드를 선정하고 있다. 하지만, 후드를 설계하기 위해서는 적정형태와 유량설계 기준이 제시되어야 하는데 조리실 환기시설 기준에는 형태 및 유량에 대한 자세한 내용이 누락되어 있다.

지침서에 제시된 후드에 대한 내용은 “ 후드 형태는 열기기보다 사방 15cm 이상 크게 하며, 스테인리스 스틸 재질로 제작하되 적정각도(30° 정도)를 유지하도록 한다”라고만 제시되어 있고, 필터 설치 등에 대한 내용도 제시되어 있다. 각 교육청 시설 담당자들도 후드 형태 및 배기유량에 대한 기준이 없어 조리실 신·개축시에 많은 어려움이 있다고 이야기가 하고 있는 실정이다.

<표 II-1> 조리실 환기시설 설치 기준(교육부 학교급식 위생관리 지침서)

	환기시설	<p>열을 사용하는 조리기구의 상부에 설치하여 작업 시 조리장 내에서 발생하는 증기, 가스, 불쾌한 냄새, 연기, 먼지 등이 조리장 내부에 퍼지지 않고 외부로 잘 배출되도록 하여야 한다. 조리장 내의 온도를 조절할 수 있는 충분한 환기시설 또는 공조시설을 갖춘다.</p> <p>※가스(일산화탄소 포함) 유출 등을 감지할 수 있는 필요한 장치를 설치하여야 함</p> <p>공기의 흐름은 청결작업구역에서 일반작업구역 방향으로 흘러가도록 한다. 특히, 조리실과 상온창고, 전처리실, 식기세척실에 적절한 흡입력 있는 환기시설을 설치하고, 증기·열·연기 등이 많이 발생하는 조리기구 위에 급·배기 기능이 있는 후드를 설치한다. 외부에 개방된 흡·배기구 등에는 위생 해충 및 쥐의 침입을 방지하기 위해 방충·방서 시설을 설치한다.</p>
	후드	<p>후드의 형태는 열기기보다 사방 15cm 이상 크게 하며, 스테인리스 스틸 재질로 제작하되 적정각도(30° 정도)를 유지하도록 한다.</p> <p>후드는 표면에 형성된 응축수, 기름 등의 이물질이 조리기구 내부로 떨어지지 않는 구조로 제작·설치한다.</p> <p>후드의 몸체 및 테두리에 홈통을 만들어 흘러내린 물이 바닥 또는 조리기구 위에 바로 떨어지지 않도록 한다.</p> <p>튀김기, 부침기 등 기름을 많이 취급하는 조리기구 위에 설치하는 후드는 청소가 용이한 구조로 하고, 기름받이 및 기름입자 제거용 필터를 설치한다.</p>
	덕트	<p>덕트는 조리장 내의 증기 등 유해물질을 충분히 바깥으로 배송시킬 수 있는 크기와 흡인력을 갖추어야 한다.</p> <p>덕트와 배기후드의 연결 시 외부의 오염물질이 유입되지 않도록 자동 개폐 시설을 설치하도록 한다.</p> <p>덕트의 모양은 각형이나 신축형보다는 원통형이 배기 효율성에는 더 효과적이다.</p> <p>후드와 연결되는 덕트는 천장공사 시공 전에 설치하여 가급적 천장 아래로 노출되지 않도록 한다.</p> <p>덕트는 스테인리스 스틸 등의 재질로 하되, 청소와 배기 배출수 관리를 철저히 한다.</p> <p>급기덕트는 필터를 통해 급기 되도록 하고, 결로 방지를 위해 보온을 유지하도록 한다.</p> <p>※ 향후 급식소 설계 시에는 열 발생원을 고려하여 여러 개의 가지 덕트가 연결되지 않도록 설계(덕트 1개로 국솥, 튀김솥, 오븐기, 부침기 등 여러 개의 가지 덕트를 연결해서 사용할 경우 환기가 제대로 이루어지지 않을 수 있음)</p>

2) 안전보건공단, “조리시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강 영향” 보고서, 2019년.

열원을 포함한 오염물질을 제어하기 위해 상승기류에 유용한 캐노피 후드를 국소배기에 사용하고 있었으며, 전체환기를 위해 벽면 환풍기를 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

급기는 창문이나 출입문을 통한 자연급기와 고온 환경을 개선하기 위해 선풍기나 에어컨을 이용하고 있었다. 캐노피 후드는 조리대와 이격 거리가 멀고, 급기 부족으로 창문 등으로 강한 외기가 유입되어 캐노피 후드에 방해기류로 작용함으로써 배기효율이 낮게 평가되었다.

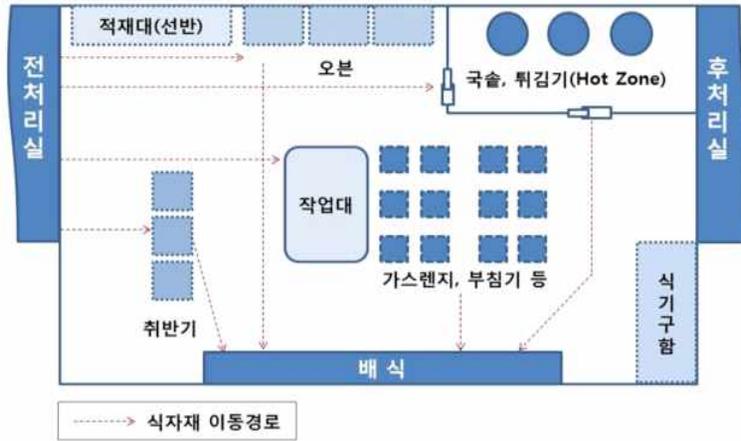
또, 캐노피 후드 특성상 조리실무원 호흡영역이 조리대와 후드 사이에 위치함으로 인해 조리실무원의 오염물질 저감 효과가 미미한 것으로 조사되었다.

3) 안전보건공단, 안전한 조리실 조성을 위한 기준(물기 없는 조리실 중심으로), 2012.

(1) 조리기구 배치 방법

안전한 조리실 조성을 위한 조리기계기구 배치도는 [그림 II-1]과 같다.

조리실 중앙에 가스렌지 및 부침기가 배치되고, 국솥 및 튀김기 등은 측면에 배치하는 것으로 제시되어있다.



[그림 II-1] 조리기계기구 배치(예)

(2) 환기설비 설치 일반 기준은 <표 II-2>와 같다.

국소배기장치 설치 기준에서 후드의 배풍량을 산정하는 방법이 제시되어 있는데 일반적인 캐노피 후드 환기량 계산 방법을 적용하고 있다.

하지만, 조리실 후드는 대부분 열원을 배기하는 후드이기 때문에 열원이 고려되지 않는 일반적인 캐노피 후드의 계산 방식은 맞지 않으므로 유량 설계 방법에 대한 기준 개정이 필요한 것으로 판단된다.

<표 II-2> 환기설비 설치 일반 기준

구분	주요 내용	문제점
환기설비 설치 일반 기준	<ul style="list-style-type: none"> -외부로 유입되는 공기는 필요시 공기정화를 거친 깨끗한 공기가 유입되도록 하는 등 조리실내에 깨끗한 공기를 충분히 공급하고 유지시킨다. -환기 설비는 조리실내가 양압이 되지 않도록 충분히 급기하며, 실내에서 발생하는 열 및 수증기가 충분히 배출될 수 있도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -강제 급기일 경우 급기 덕트 및 급기구 설치 위치에 대한 기준 제시 필요함 -자연환기 및 급기구에 대한 설치 규정 반드시 필요함
자연환기구 및 급기구	<ul style="list-style-type: none"> -외부 공기의 유입을 위하여 설치하는 송풍기나 급기구에는 필요시 외부로부터 열, 먼지, 분진과 같은 유해물질의 유입을 막기 위한 필터나 흡착설비 등을 설치한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -대부분 캐노피후드가 설치되기 때문에 조리실 내부 황기류에 의한 후드 효율 저하에 대한 대책 수립 필요함
국소배기장치 설치 기준	<ul style="list-style-type: none"> -후드는 조리실내에서 발생하는 유증기가 발생하는 위치마다 설치하고, 충분히 제어할 수 있는 구조와 크기로 한다. -후드의 배풍량은 제어풍속을 이상을 유지하도록 하여야 하며, 다음과 같이 계산하여 산정한다. $Q(m^3/min) = 60 \times 1.4 P(m) \cdot V(m/sec) \cdot D(m)$ [Q: 배풍량, P: 작업대의 주변길이, V: 제어풍속(m/s) D:작업대와 후드간의 거리] -제어풍속(제어속도)은 조리실내에서 발생하는 유증기를 충분히 제어할 수 있도록 하되, 조리실에서 주로 사용되는 캐노피형 후드를 기준으로 열원에 의한 상승기류 등을 고려하여 0.5m/sec 이상을 유지시킨다. 	<ul style="list-style-type: none"> -조리실 후드는 대부분 열원에 설치됨 -제시된 환기량은 열원이 없는 외부식 상방형 후드에 대한 환기량 기준임 -열원에 대한 후드는 일종의 capture hood이므로 제어유속이 없음 -캐노피 후드 설치 방법 및 유량설계방법에 대한 기준 개정이 필요함
	<ul style="list-style-type: none"> -덕트라인은 가능한 발생원이 기름/비기름으로 분리하여 설치한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -기름은 악취문제와 연계됨 -냄새 저감 대책 필요
배풍기의 형식 및 구조	<ul style="list-style-type: none"> -배풍기는 국소배기장치 설계 시에 계산된 압력과 배기량을 만족시킬 수 있는 크기로 규격을 선정한다. -일반적으로 국소배기 시설에 많은 압력이 소요될 경우 압력에 강한 후향 날개형 배풍기를 사용하고, 많은 유량이 필요한 경우 전향 날개형 배풍기를 사용한다. -전동기는 부하에 다소간 변동이 있어도 안정된 성능을 유지하고 가능한 한 소음진동이 적은 것을 사용한다. 	<ul style="list-style-type: none"> -배풍기 날개 형태는 정압계산결과에 따라 달라짐 -단, 기름과 연기가 많이 발생하는 곳에 전향날개형 배풍기를 설치할 경우 임펠러 오염 문제 및 소음 문제 발생됨 -송풍기 소음은 회전수를 제한하여 조정 가능함

4) 기계설비 기술기준안 (기계설비기술기준고시 21. 6.7)

학교 조리실에 설치된 환기시설을 설계하는 설계사에서는 기계설비 기술기준고시를 참조하여 후드 유량을 산정하고 있다. 기계 설비 기준에는 후드 형태 및 유량에 대한 비교적 상세한 내용이 제시되어 있다.

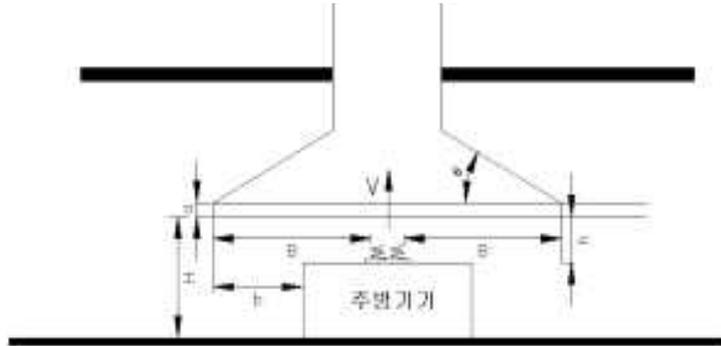
주방 환기량은 각 후드의 면풍속을 0.3m/s 이상으로 설계하거나, 전체환기 일 경우 시간당 공기교환횟수가 40회 이상을 만족하도록 규정하고 있다.

기계설비 기술 기준에 제시된 조리실 환기 시스템은 다음과 같다

“폐가스, 기름, 증기 등이 발생하는 기구의 배기는 기계환기로 한다. 배기후드의 넥크(Neck) 또는 덕트에는 적절한 위치에 풍량조절 댐퍼를 설치한다. 이중후드로 하는 경우의 주변 슬롯트 폭은 10~20mm하고, 환기량은 주변 슬롯트 1m당 0.2~0.3m³/s로 한다.(ASHRAE Applications 1982) 유지(기름)를 함유한 배기에 이용되는 후드에는, 배기에 함유된 유지 등의 부착성분을 유효하게 제거할 수 있는 그리스 제거장치를 부착한다. 그리스 제거 장치는 그리스 엑스트렉터(제거기) 및 탈착이 용이한 그리스 필터로 하고, 기구가 2개 이상인 경우는 연속후드로 한다. 배기후드는 스테인리스 재질로 설치하고, 판 두께는 1.0mm 이상으로 한다.”

“유지가 함유된 증기를 발생하는 주방설비의 배기후드에는 화재의 전파를 방지하는 방화댐퍼를 설치하고, 유지를 발생할 우려가 있는 후드 및 배기 덕트에는 후드용 간이 자동 소화장치를 부착한다. 급기계통에는 공기 청정장치를 설치하고, 주방의 규모가 큰 경우 및 한냉지 등에 대해서는 도입 공기를 가열하여 급기한다. 단, 주방내의 급·배기풍량은 배기풍량이 급기풍량보다 15%정도 상회하도록 결정한다. (ASHRAE handbook-HVAC applications 2007 참조).”

[그림 II-2]와 <표 II-3>은 주방후드의 개념도로써, 각 부위의 치수, 재료 및 면풍속을 정리한 것이다.



[그림 II-2] 주방후드 개념도

<표 II-3> 주방 후드 치수

구 분		후 드	실용값
높이	h	1.0m 이하	1.0m 이하
	H	-	1.8 ~ 2.0 m
크기 (화원의 주위)	B	h/2 이상	-
포집부분	a	5cm 이상	10 ~ 15cm
재질	θ	10° 이상	30 ~ 40°
		불연재료	스테인리스
면풍속	V	-	0.3 ~ 0.5m/s

【주】 (ASHRAE handbook-HVAC applications 2007 참조)

5) 조달청 등록 상업용 주방 후드

조달청 홈페이지에 등록된 상업용 주방 후드업체의 정보를 정리하였다. 표준 형태후드는 가로×세로를 각각 1,200mm×1,200mm로 규격화되어 있고, 국룰 같이 크기가 클 경우 후드 크기를 적정하게 조정하고 있었다.

(1) A사

식당의 주방이나 홀에서 음식을 만들 때 나오는 연기, 열, 냄새 등을 바깥으로 배출하기 위하여 설치하는 배기장치로써 사용되는 상업용 주방후드에

대하여 적용한다. <표 II-4>와 <표 II-5>는 A사의 후드 규격을 정리한 것인데, 기본 후드의 깊이는 1200mm이고, 밥솥과 식기 세척기는 1,200mm, 국솥은 1,500mm, 그리고 조리대는 1,900mm까지 있었다.

<표 II-4> 밥솥 후드 규격

제원	밥솥 후드 규격			
재질	스테인리스스틸 (STS 304)	스테인리스스틸 (STS 304)	스테인리스스틸 (STS 304)	스테인리스스틸 (STS 304)
취부형태	박스형	이중박스형	이중박스형	이중박스형
외형크기 (폭)	1200 mm	1800 mm	2200 mm	3300 mm
외형크기 (깊이)	1200 mm	1500 mm	1200 mm	1200 mm
외형크기 (높이)	600 mm	600 mm	600 mm	600 mm
이중취부 유무	무	유	유	유
조명장치 유무	무	무	무	무
풍량조절 장치유무	무	무	무	무
필터유무	무	유	유	유
필터재질	x	알루미늄 야미망	알루미늄 야미망	알루미늄 야미망
옵션/기타	일반형	이중배기후드 (국솥1대용)	이중배기후드 (밥솥2대용)	이중배기후드 (밥솥3대용)

<표 II-5> 식기세척기 및 조리대 후드 규격

제원	식기 세척기용 후드	조리대 후드
재질	스테인리스스틸(STS 304)	스테인리스스틸(STS 304)
취부형태	이중박스형	이중박스형
외형크기(폭)	2500 mm	3400 mm
외형크기(깊이)	1200 mm	1900 mm
외형크기(높이)	600 mm	600 mm
이중취부유무	무	유
조명장치유무	무	무
풍량조절장치유무	무	무
필터유무	무	유
필터재질	x	알루미늄 야미망
옵션/기타	(식기세척기용)	이중배기후드(중앙2용)

<표 II-6>는 조달청에 등록된 후드 사진인데 포켓형으로 제작되어 있다.

<표 II-6> 후드 사진 모습

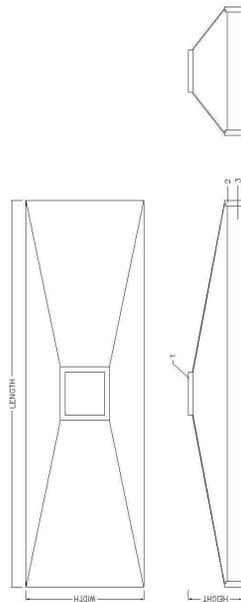
순번	제품사진치수 규격	
1		 <p>1200x1200x600mm</p>
2		 <p>1800x1500x600mm</p>
3		 <p>2200x1200x600mm</p>

(2) B사

B사의 경우에도 후드 깊이는 1,200mm와 1,500mm로 구성되어 있고, 후드 길이는 다르게 제시되어 있다. 밥솥 및 국솥 등에는 필터가 설치되어 있고, 세척기에는 필터 미설치된 제품이 등록되어 있다. <표 II-7>과 [그림 II-3]은 B사에서 조달청 홈페이지에 등록한 후드 사진 및 규격을 정리한 것이다.

<표 II-7> 후드 사진 모습

순번	규격명	제품사진
1	삿갓형, 1200×1200×550mm	
2	삿갓형/필터부착, 1200×1200×550mm	
3	삿갓형/필터부착, 3600×1500×550mm	



[그림 II-3] 주방후드 도면

2. 국외 기준 문헌조사

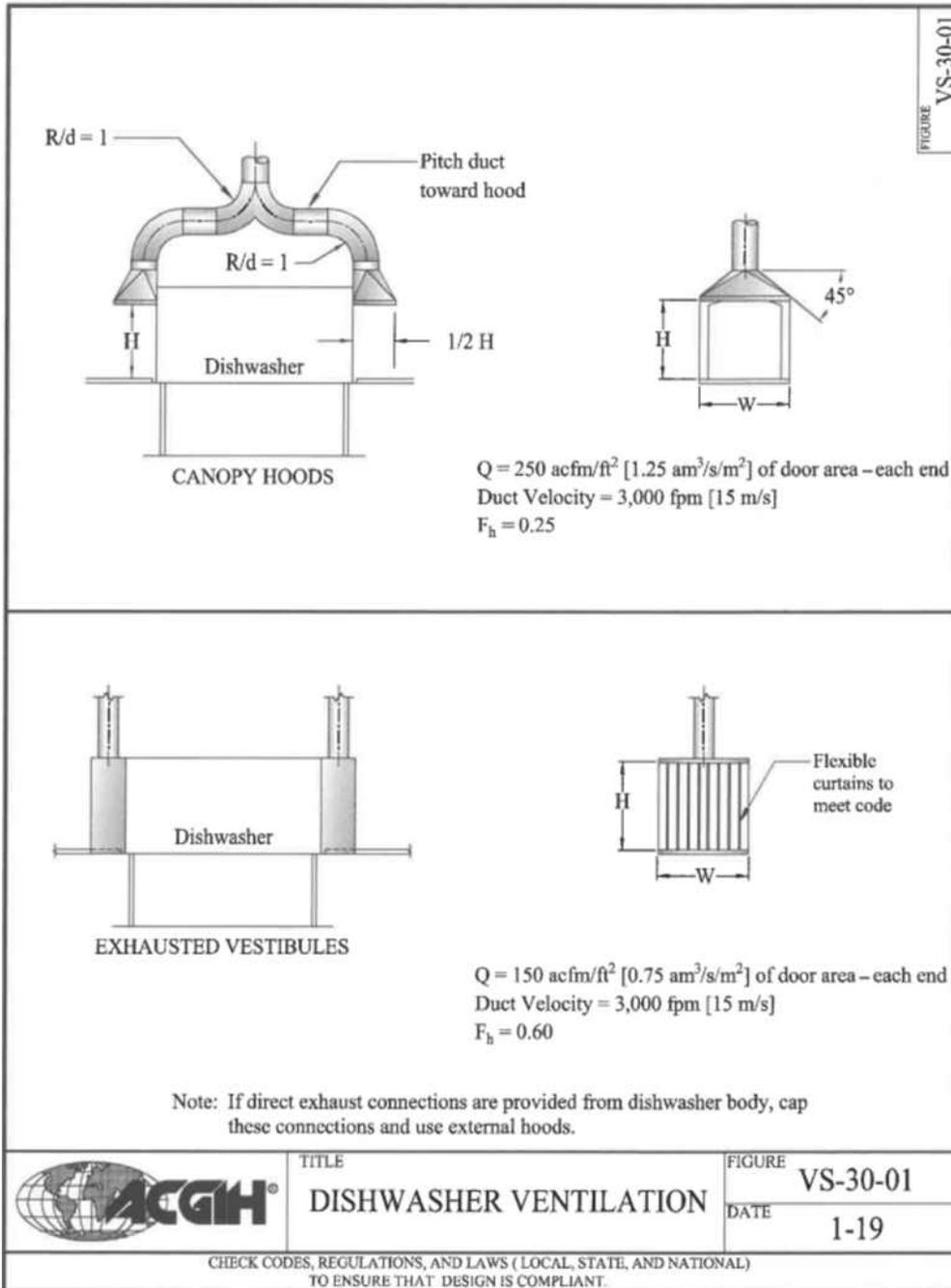
1) 미국 ACGIH(산업위생전문가협회)의 Industrial Ventilation Manual

미국 ACGIH(산업위생전문가협회)에서 발간하는 Industrial Ventilation Manual에는 키친 후드 및 세척기 후드의 설치 방법 및 배기 유량 산정 방법이 제시되어 있다.

[그림 II-4]와 같은 세척기 후드의 경우 도어의 개구면 크기를 기준으로 배기 유량을 산정할 수 있으며 커튼 등으로 입출구를 포위할 경우 40% 유량을 절감할 수 있는 것으로 정리되어 있다.

[그림 II-5]와 같은 조리대 후드는 조리 작업 온도별로 후드 형태나 벽면 위치 여부 등으로 후드 길이에 따라 유량을 제시하고 있다. [그림 II-5]에서 type1은 조리시 발생하는 조리 흡 등을 포집하는 후드를 말하는 것이고 type2는 고열과 증기를 포집하는 후드를 말한다. 즉 일반적인 조리대는 type 1이고 국솥은 type 2로 분류할 수 있다.

[그림 II-6]과 [그림 II-7]과 같은 렌지 후드는 작업대 길이와 이격거리에 따른 유량 산정 방법과 후드 내부 필터 설치 방안 등이 제시되어 있다.



[그림 II-4] 세척기 후드 설계(Acgh Industrial Ventilation Manual)

Type of Kitchen Hood, acfm/Linear ft [am ³ /s/Linear meter] of Hood Length					
Kitchen Appliance Duty	Wall Mounted Canopy	Island		Back Shelf	
		Single	Double Per Side		
Type 1					
Extra Heavy Duty	550 [0.85]	700 [1.09]	550 [0.85]	NA	NA
Heavy Duty	400 [0.62]	600 [0.93]	400 [0.62]	400 [0.62]	
Medium Duty	300 [0.47]	500 [0.78]	300 [0.47]	300 [0.47]	
Light Duty	200 [0.31]	400 [0.62]	250 [0.39]	250 [0.39]	
Type 2	200 [0.31]	400 [0.62]	250 [0.39]	250 [0.39]	

Hood exhaust flow rates vary on account of the hood style, the amount of overhang, the presence of side panels, the type of cooking, the distance from the cooking surface and the food that is being cooked. Hot cooking surfaces create thermal plumes that have an upward velocity that can approach 150 fpm [0.75 m/s]. The hood airflow is determined by the plume velocity, with safety factors added for the style of hood, cross air currents, and flare-ups. The plume velocities are categorized by a duty of cooking appliances:

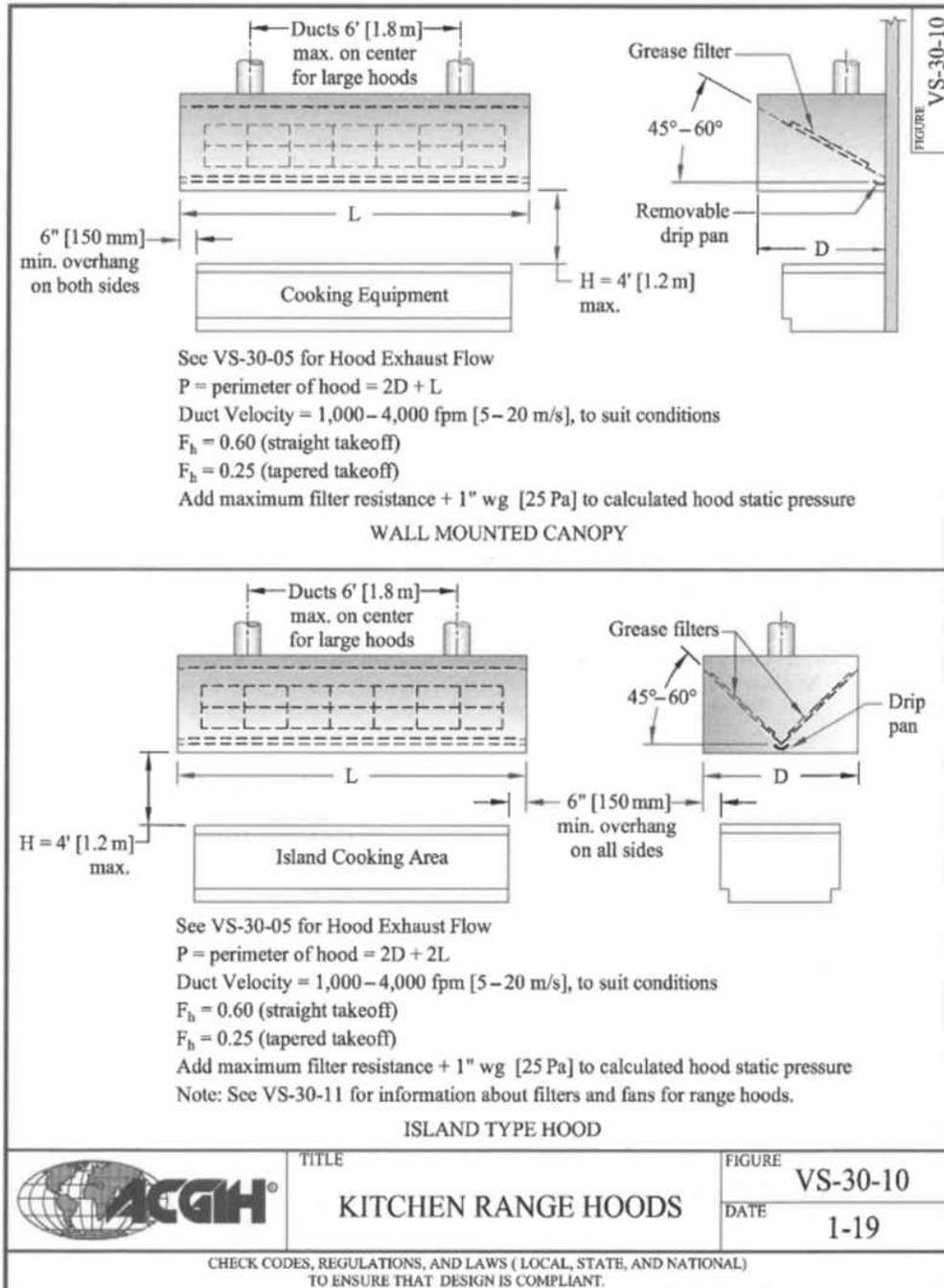
- Extra heavy duty – solid burning equipment up to 700 F [371 C].
- Heavy duty – upright broilers, charbroilers and woks up to 600 F [316 C].
- Medium duty – large kettles, ranges, griddles and fryers up to 400 F [204 C].
- Light duty – ovens, steamers and small kettles up to 400 F [204 C].

The exhaust rate of a hood is based on the equipment under the hood. The highest duty appliance determines the duty for the hood. The kitchen range hoods shown in VS-30-10 and VS-30-11 utilize these duty categories to identify the exhaust airflow rate.

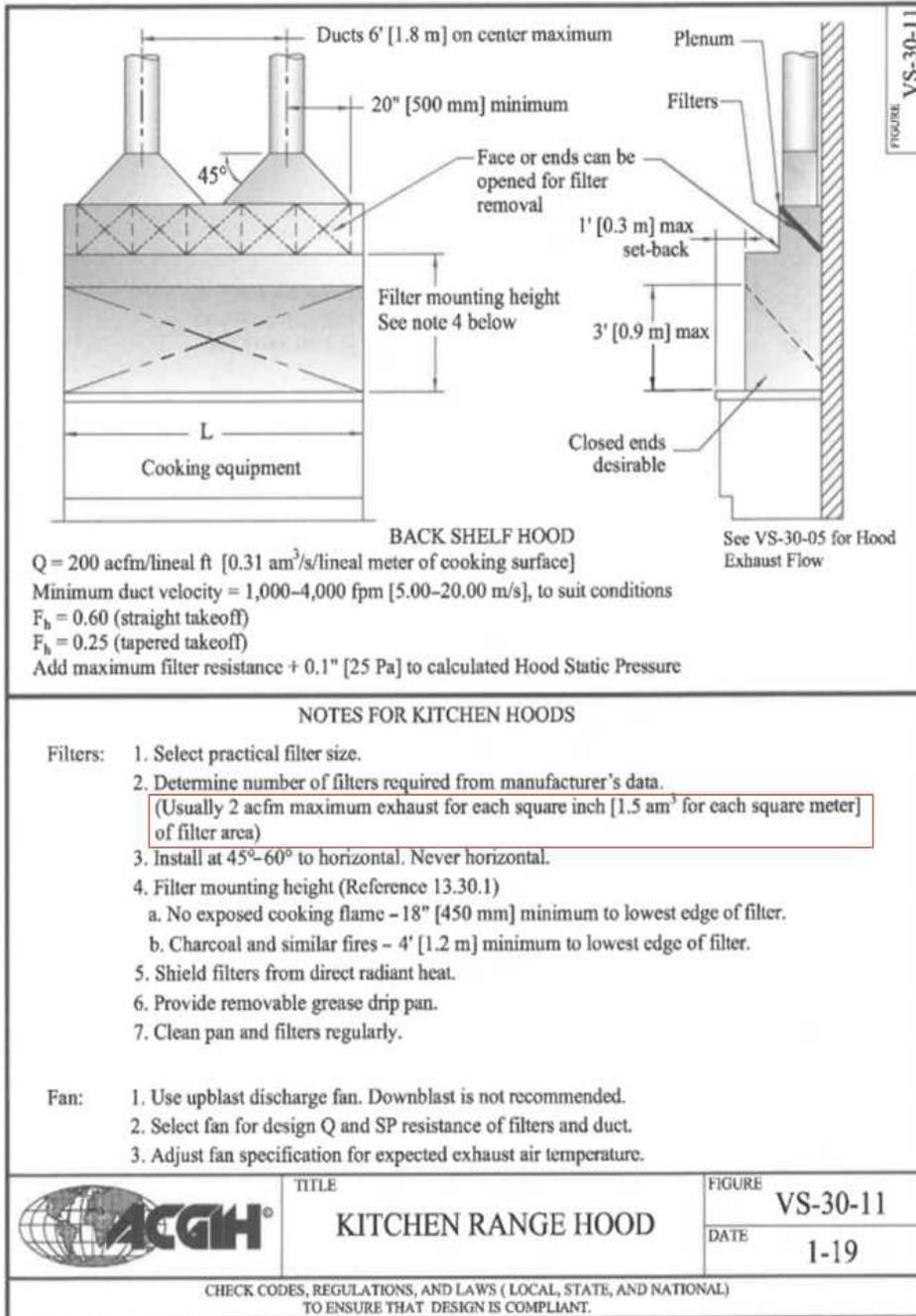
	TITLE	FIGURE
	KITCHEN HOOD EXHAUST FLOW RATES	VS-30-05
		DATE
		1-19

CHECK CODES, REGULATIONS, AND LAWS (LOCAL, STATE, AND NATIONAL) TO ENSURE THAT DESIGN IS COMPLIANT.

[그림 II-5] 조리대 후드 설계 (Acgih Industrial Ventilation Manual)



[그림 II-6] 렌지 후드 설계1(Acgh Industrial Ventilation Manual)

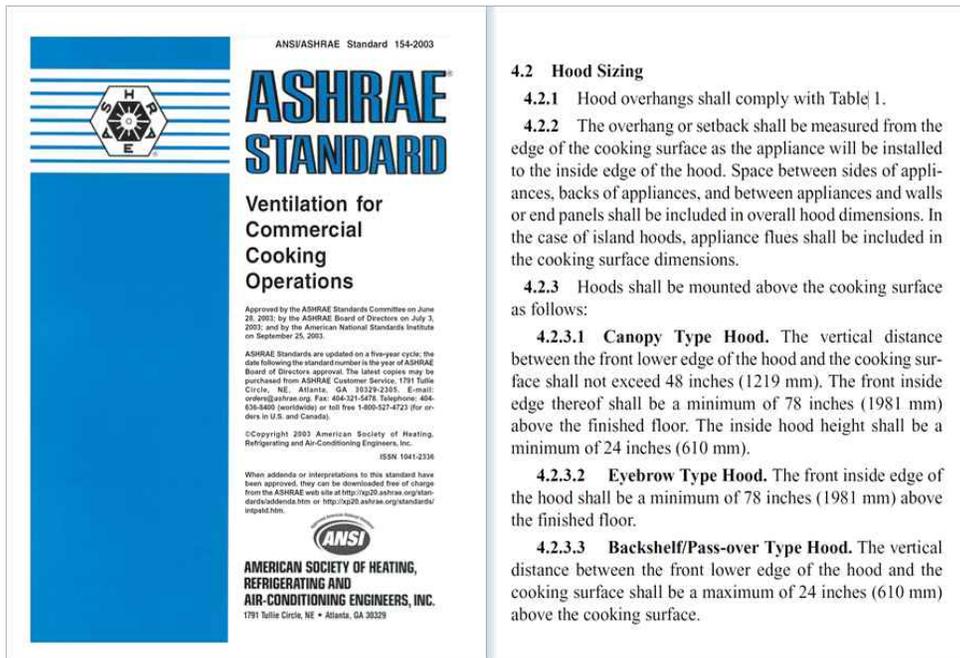


[그림 II-7] 렌지 후드 설계2(Acgh Industrial Ventilation Manual)

2) 미국 냉동공조학회(ASHRAE) 조리 후드 설계 기준

미국 냉동공조학회에서 제시한 ASHRAE STANDARD의 조리 후드 설계 내용은 [그림 II-8]과 [그림 II-9]에 정리되어 있다. 후드 크기는 조리대가 후드 범위 내로 포함될 수 있도록 선정되어야 하는데 조리대 끝단으로부터 후드 테두리까지의 최소 필요 거리가 154mm로 제시되어 있고, 후드 형태별로 조리대와 후드면까지 최대 이격거리는 1,219mm를 초과하지 않도록 하고 있으며, 바닥에서 후드까지의 높이를 1,981mm를 초과하지 않도록 하고 있으며, 후드 내부의 높이(후드 깊이)가 최소 610mm가 될 수 있도록 제시되어 있다.

창문 등 급기구의 유입기류(방해기류)의 유입속도는 2.54m/s를 초과하지 않도록 급기구 크기가 선정되어야 하며, 조리자에 의해 와류가 형성되지 않도록 설치하는 것으로 제시되어 있다.



[그림 II-8] 미국 냉동공조학회 조리 후드 설계 방법1

Type of Hood	End Overhang	Front Overhang	Rear Overhang
Wall-mounted canopy	6 in. (154 mm)	6 in. (154 mm)	N/A
Single-island canopy	6 in. (154 mm)	6 in. (154 mm)	6 in. (154 mm)
Double-island canopy	6 in. (154 mm)	6 in. (154 mm)	N/A
Eyebeam	N/A	6 in. (154 mm)	N/A
Backshelf Pass-over	6 in. (154 mm)	10 in. (254 mm) (setback)	N/A

N/A = not applicable

Type of Hood	Light Duty Equipment	Medium Duty Equipment	Heavy Duty Equipment	Extra Heavy Duty Equipment
Wall-mounted canopy	200	300	400	550
Single island	400	500	600	700
Double island (per side)	250	300	400	500
Eyebeam	250	250	Not allowed	Not allowed
Backshelf Pass-over	500	300	400	Not allowed

Type of Hood	Light Duty Equipment	Medium Duty Equipment	Heavy Duty Equipment	Extra Heavy Duty Equipment
Wall-mounted Canopy	310	464	619	852
Single island	619	774	929	1,084
Double island (per side)	387	464	619	852
Eyebeam	387	387	Not allowed	Not allowed
Backshelf Pass-over	464	464	619	Not allowed

6.5 Draft Control

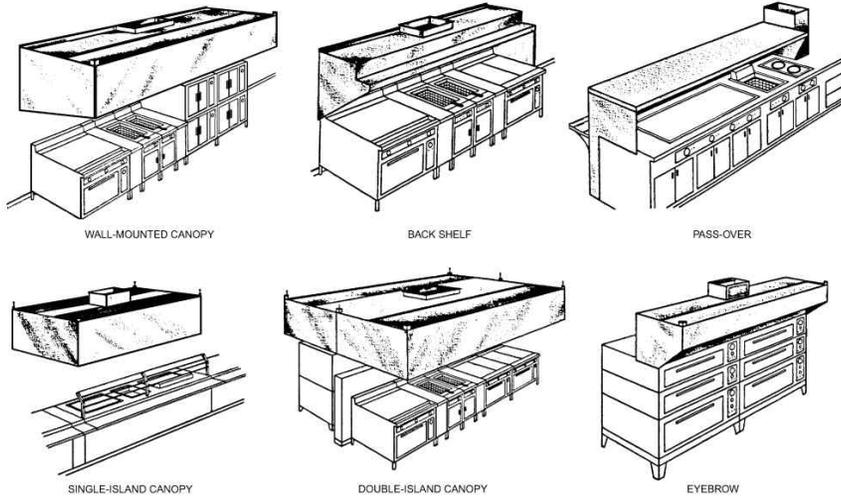
6.5.1 Air delivery shall be arranged to avoid cross-drafts, which may impair hood performance.

6.5.2 Where openings are provided for non-fan-forced transfer air and/or infiltration, such openings shall be sized for air velocities not to exceed 500 fpm (2.54 m/s) based on the free area of the opening. Such openings shall be arranged to avoid creating drafts on personnel. Openings provided for transfer air must remain open during system operation. Consideration shall be given to minimizing air velocity when openings are used as pass-through openings for prepared food.

[그림 II-9] 미국 냉동공조학회 조리 후드 설계 방법2

[그림 II-10]과 <표 II-8>~<표 II-9>는 조리기구 형태별, 조리기구 표면 온도와 후드 종류(기름 제거 필요 유무)에 따른 환기량 산정표를 정리한 것이다.

표면 온도에 따라 유량을 다르게 하는 이유는 조리대 표면온도에 의해 상승하는 부력은 0.08m/s에서 바베큐 숯의 경우 0.8m/s까지 매우 다양하다. 이와 같이 상승기류를 고려하여, 후드 면속도를 0.3~0.5m/s 범위로 제시하고 있다.



[그림 II-10] 상업용 주방 후드 형태

<표 II-8> (조리대 종류 및 온도)-Appliance Types by Duty Category

Light duty (200°C)	Electric or gas	오븐(스탠드, 베이크, 로스팅, 회전, 리더름, 대류, 복합 대류/스팀, 컨베이어, 데크 또는 데크 스타일의 피자, 페이스트리 포함) 증기재킷 주전자 구획 기선(압력 및 대기 모두) Cheese melters 재열기
Medium duty (200°C)	Electric Electric or gas	개별 요소 범위(오븐 포함 또는 미사용) Hot-top 범위 격자무늬 양면 격자 프라이어(열린 기름 프라이어, 도넛 포함) 프라이어, 주전자 프라이어, 압력 프라이어) 파스타 요리사 컨베이어 오븐 틸팅 프라이팬/브레이징 팬 로티세리(Rotisserie)
Heavy duty (315°C)	Gas Electric or gas	오픈 버너 레인지(오븐 포함 또는 미포함) 불길한 브로일러들 체인(공급자) 브로일러 웍 산맥 Over fired (upright) salamander broilers
Extra-heavy duty (370°C)	나무, 숯, 연탄, 메스카이트와 같은 고체 연료를 사용하여 열원의 전부 또는 일부를 요리하는 기구.	

<표 II-9> 주방후드 환기량 산정표

Type of Hood	최소환기량(L/s per linear metre of hood)				후드면 풍속(m/s)-후드 폭 1.2m 기준			
	Light Duty	Medium Duty	Heavy Duty	Extra-Heavy Duty	Light Duty	Medium Duty	Heavy Duty	Extra-Heavy Duty
Wall-mounted canopy	310	465	620	850	0.26	0.39	0.52	0.71
Single-island	620	775	930	1085	0.52	0.65	0.78	0.90
Double-island (per side)	390	465	620	850	0.33	0.39	0.52	0.71
Eyebrow	390	390	Not allowed	Not allowed	0.33	0.33	Not allowed	Not allowed
Back shelf/proximity/pass-over	465	465	620	Not allowed	0.39	0.39	0.52	Not allowed

[그림 II-11]은 주방후드 배기량을 산정한 예시인데, 후드 길이가 11.25ft이고 wall mounted canopy 후드이면서 medium duty인 경우 선형길이(linear feet)당 필요환기량은 300 cfm이다.

필요환기량은 [그림 II-11]과 같이 $11.25\text{ft} \times 300\text{cfm}/\text{ft} = 3,375\text{cfm}$ 으로 계산된다. [그림 II-11]과 같이 UMC 기준은 후드 개구면적당 $75\text{cfm}/\text{ft}^2$ 으로 계산하고 후드 개구면적은 $11.25\text{ft} \times 4\text{ft}$ 로 계산하였다.

즉, 미국 산업위생협회와 냉동 공조협회에서 후드 선형길이당 환기량을 산정할 때 후드 폭을 4ft(1.2m)로 고정한 후 유량을 계산하고 있는 것으로 조사되었다. 후드 폭 1.2m는 조달청에 등록된 상업용 환기 후드 기본 모델과 일치하고 있어, 주방 후드의 표준 규격은 미국기준과 국내 기준이 동일한 것으로 파악되었다.

Table 1. Unlisted Hood Exhaust Flow Rates.

Type of Hood	IMC Minimum Exhaust Flow Rate for Unlisted Hoods (cfm per linear foot of hood)			
	Light Duty Equipment	Medium Duty Equipment	Heavy Duty Equipment	Extra-Heavy Duty Equipment
Wall-mounted Canopy	200	300	400	550
Single Island Canopy	400	500	600	700
Double Island Canopy	250	300	400	550
Eye Brow	250	250	not allowed	not allowed
Backshelf	250	300	400	not allowed
Passover	250	300	400	not allowed

Table A-2. Unlisted Hood Exhaust Flow Rates for Wall-Mounted Canopy Hood.

IMC rate for medium duty equipment under wall-mounted canopy hood	11.25 ft. x 300 cfm/ft.	3375 cfm
UMC rate for medium duty equipment under wall-mounted canopy hood	11.25 ft. x 4 ft. x 75 cfm/sf.	3375 cfm

[그림 II-11] 유량 계산 사례

3) Uniform Mechanical Code (UMC) 2021

UMC코드는 HVAC(난방, 환기 및 공조) 및 냉동 시스템의 설치, 검사 및 유지보수를 관리하기 위해 IAPMO(International Association of Plumbing and Mechanical Officials)에서 개발한 모델 코드이다.

미국 국가 표준으로 지정되어 있고, 국내의 기계설비 기술기준안(기계설비기술기준고시 21. 6. 7)과 동일한 성격으로 기계 설비를 설계할 때 표준으로 적용될 수 있다.

<표 II-10>은 UMC코드에서 제시한 주방후드 환기량 산정표에서 제시한 환기량에 후드 폭이1.2m인 것으로 가정하여 나누어 후드면풍속으로 환산한 결과를 정리한 것이다. 후드 폭 1.2m기준일 때 후드면풍속은 0.33~0.5m/s로 환산되었다.

<표 II-10> 주방후드 환기량 산정표-USM

후드 형태	최소환기량, L/s(후드 선형 길이당)		후드면 풍속(m/s) (후드 깊이 1.2m 기준)	
	Medium Duty	Heavy Duty	Medium Duty	Heavy Duty
Back shelf/pass-over	300	400	0.25	0.33
Double-island (per side)	300	400	0.25	0.33
Eyebrow	250	Not permitted	0.21	
Single-island	500	600	0.42	0.50
Wall-mounted canopy	300	400	0.25	0.33
Dishwashing Appliance		100		0.1

[그림 II-12]는 UMC코드에서 제시한 각 용도 공간별 최소 전체환기량을 정리한 것이다.

조리시에는 고열과 조리흡 등이 조리실 상부에 정체하는 것을 해소하기 위해 최소 0.70 cfm/ft²(0.2m³/min.m²)의 전체환기 유량을 확보하도록 제안하고 있다. 즉, 국소배기를 제외하고 조리실 단면적당(m²) 최소 0.2m³/min의 환기량을 확보하도록 설계 기준을 제시하고 있다.

[Minimum general exhaust rates may be found in Table 403.7, “Minimum Exhaust Rates,” which states a minimum exhaust rate of 0.70 cfm/ft² is needed in commercial kitchens.]

**TABLE 403.7
MINIMUM EXHAUST RATES
[ASHRAE 62.1: TABLE 6.5]**

OCCUPANCY CATEGORY ⁸	EXHAUST RATE (cfm/unit)	EXHAUST RATE (cfm/ft ²)	AIR CLASS
Arenas ²	—	0.50	1
Art classrooms	—	0.70	2
Auto repair rooms ¹	—	1.50	2
Barber shops	—	0.50	2
Beauty and nail salons	—	0.60	2
Cells with toilet	—	1.00	2
Copy, printing rooms	—	0.50	2
Darkrooms	—	1.00	2
Educational science laboratories	—	1.00	2
Janitor closets, trash rooms, recycling	—	1.00	3
Kitchens – commercial	—	0.70	2
Kitchenettes	—	0.30	2
Locker rooms	—	0.50	2
Locker/dressing rooms	—	0.25	2
Paint spray booths	—	—	4
Parking garages ³	—	0.75	2
Pet shops (animal areas)	—	0.90	2
Refrigerating machinery rooms ⁶	—	—	3
Residential – kitchens ⁷	50/100	—	2
Soiled laundry storage rooms	—	1.00	3
Storage rooms, chemical	—	1.50	4
Toilets – private ^{5,9}	25/50	—	2
Toilets – public ^{4,9}	50/70	—	2
Woodwork shop/classrooms	—	0.50	2

For SI units: 1 cubic foot per minute = 0.0283 m³/min, 1 square foot = 0.0929 m²

Notes:

- ¹ Stands where engines are run shall have exhaust systems that directly connect to the engine exhaust and prevent escape of fumes.
- ² Where combustion equipment is intended to be used on the playing surface, additional dilution ventilation, source control, or both shall be provided.
- ³ Exhaust rate is not required for open parking garages as defined in accordance with the building code.
- ⁴ Rate is per water closet, urinal, or both. Provide the higher rate where periods of heavy use are expected to occur, e.g., toilets in theatres, schools, and sports facilities. Otherwise the lower rate shall be permitted to be used.
- ⁵ Rate is for a toilet room intended to be occupied by one person at a time. For continuous system operation during normal hours of use, the lower rate shall be permitted to be used. Otherwise the higher rate shall be used.
- ⁶ For refrigeration machinery rooms, the exhaust rate shall comply with Chapter 11.
- ⁷ For continuous system operation, the lower rates shall be permitted. Otherwise the higher rate shall be used.
- ⁸ For unlisted occupancies for a proposed space not listed in the table, the requirements for the listed occupancy that is most similar in terms of occupant density and occupancy type shall be used.
- ⁹ Exhaust air that has been cleaned in accordance with the criteria of Class 1 shall be permitted to be recirculated.

[그림 II-12] 조리실 단면적당 최소 전체환기량-USM

4) 조리 후드 선행 연구 논문 - Review of Effluents and Health Effects of Cooking and the Performance of Kitchen Ventilation ; Aerosol and Air Quality Research, 19: 1937-1959, 2019

[그림 II-13]과 [그림 II-14]는 조리 후드에 관한 선행 연구를 정리한 것인데, 대부분 상업 후드와 최신 후드 설계는 이 연구 논문의 결과를 따르고 있다.

이 논문에서 매우 중요한 부분은 후드 형태에 따른 배기 효율을 정리한 것인데, 경사형 캐노피 후드보다는 포켓형 캐노피 후드의 환기 효율이 높은 것으로 조사되었다. 다행스러운 것은 현재 국내 학교 조리실에 설치되고 있는 후드는 경사형 캐노피 후드에서 포켓형 캐노피 후드로 변경되고 있다는 점이다.



Fig. 2. The types of exhaust hood commonly used in the commercial kitchens.

[그림 II-13] 캐노피 후드 및 각형 후드 환기 효율 비교

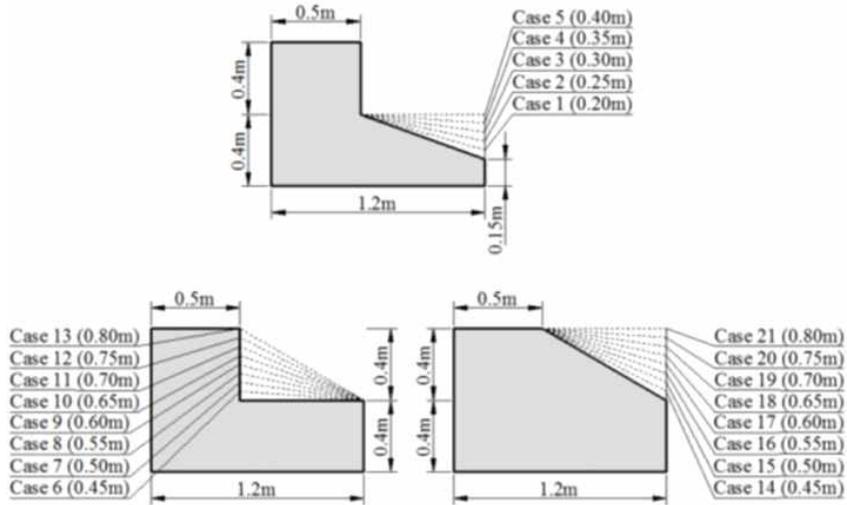
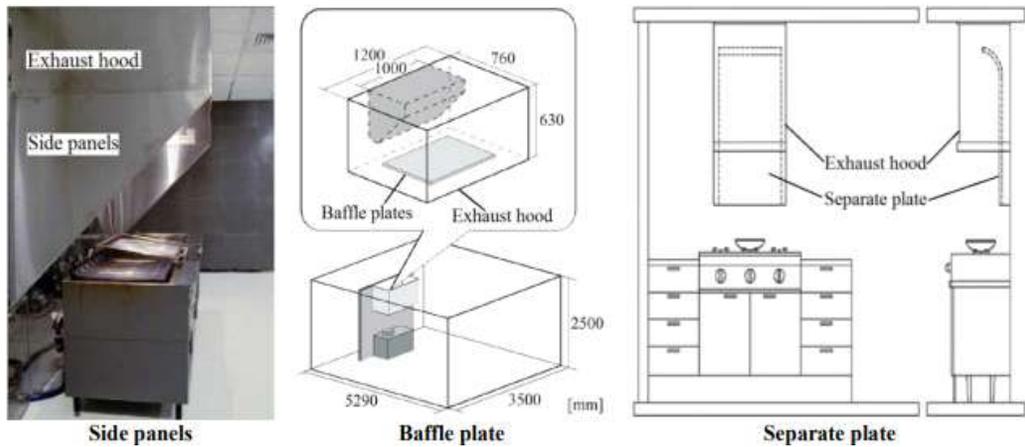


Fig. 3. Schematic of the volume change from canopy hood to box hood (Zhao *et al.*, 2013).

[그림 II-14] 캐노피 후드 및 각형 후드의 유량 변화 비교

이 연구에서 동일 유량일 경우 환기효율을 높이기 위해서는 조리대 보다 후드 크기를 크게 하고 캐노피 후드 모양도 case 21과 같이 포켓형 캐노피 형태로 설치하여, 열 기류가 후드 내부에 체류된 후 배기되도록 해야 한다. 또, 후드 양쪽에 사이드 패널을 설치하여 주변 기류 및 방해기류의 영향을 최소화해야 하고, 후드 내부는 슬롯을 설치하는 것이 효과적이다. 슬롯을 설치할 경우 후드 내부 기류 흐름이 빨라져 환기에 효과적인 것으로 연구되었다.



[그림 11-15] 환기 효과를 높이기 위한 side panels 및 separate plate 모습

조리실 전체환기량을 시간당 공기교환률 60회와 80회로 유지했을 때 환기량이 증가할수록 공기질은 개선되지만, 조리실 환기량이 많아질 경우 보충 공기 등 에너지 사용량이 증가하므로 적정하게 선정해야 한다. 환기량을 줄이기 위해 에어커튼 등의 활용을 검토할 필요가 있다.

5) HALTON KITCHEN DESIGN GUIDE - 에어커튼을 활용한 환기효율 개선

HALTON“<https://www.halton.com/solutions/food-processing-facilities/>”에서 제시하는 조리대 후드 설계 방법 중 [그림 11-16]과 같이 에어커튼을 활용할 경우 조리 배기 시 후드의 흡입 효율이 향상되는 것으로 제시하고 있다.



Fig. 5. Schematic diagram of push-push ventilation system (Zhou *et al.*, 2016).

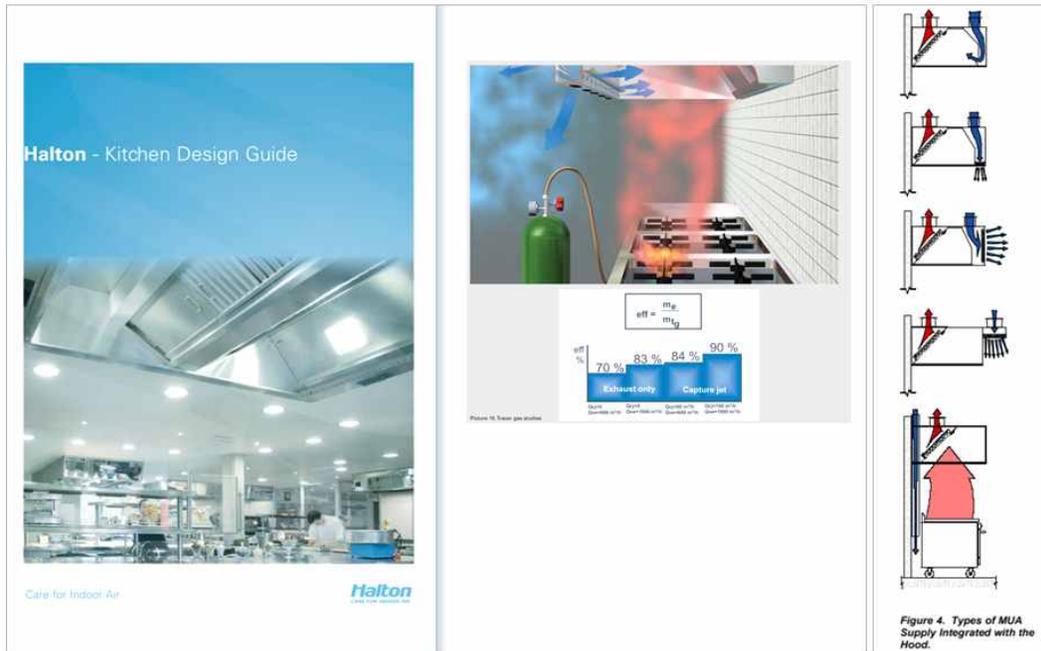
[그림 II-16] 후드 에어커튼 활용 모습

[그림 II-17]와 같이 상부 후드끝단에서 에어 제트를 분사하면 조리실무원의 호흡영역을 보호할 수 있는 것으로 제시되어 있다.



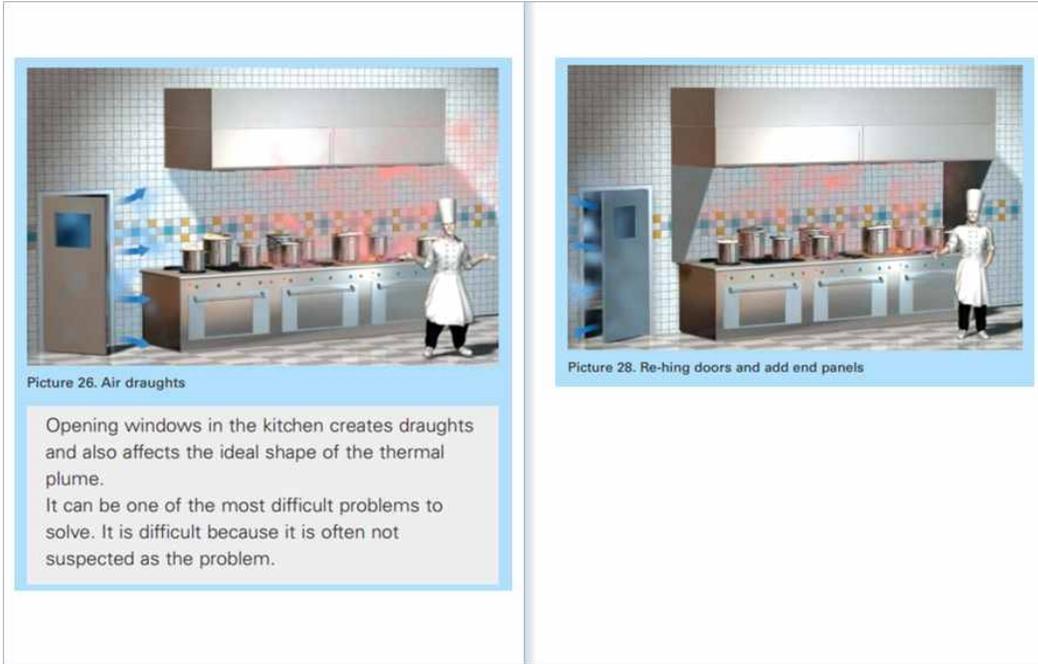
[그림 II-17] 후드 에지에서 제트 분사 시 조리실무원의 호흡영역 보호 모습

[그림 II-18]과 같이 후드 내부에 다양한 급기 설치 방법이 제시되어 있다.



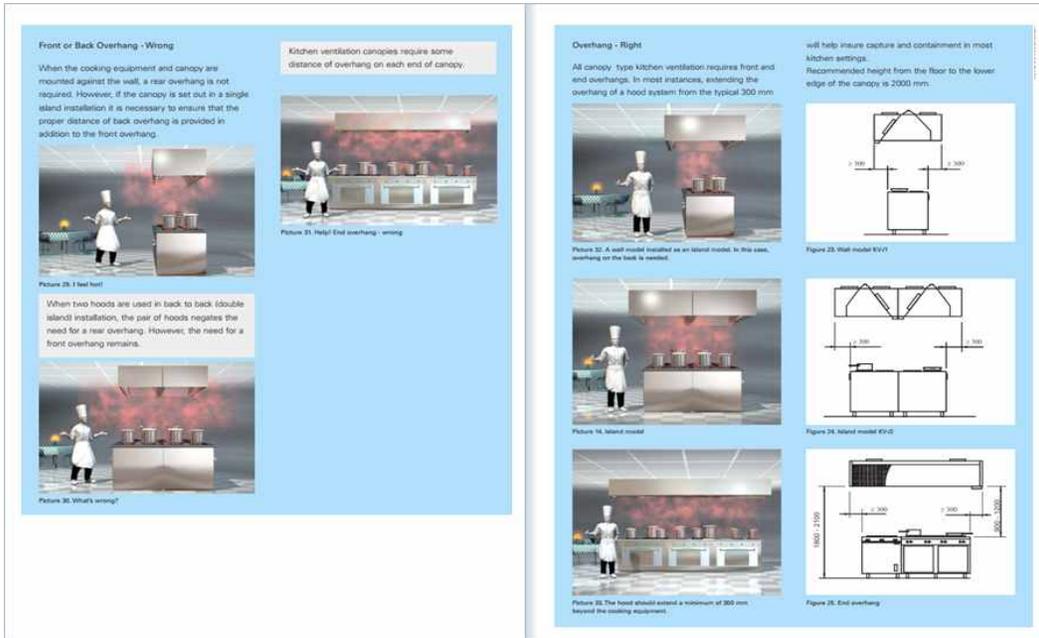
[그림 II-18] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 후드 급기 방법

[그림 II-19]와 같이 후드 주변에 출입문이 있는 경우 개방 시 방해 기류의 영향을 받기 때문에 후드 측면을 밀폐하는 것이 무엇보다도 중요한 것으로 제시하고 있다.



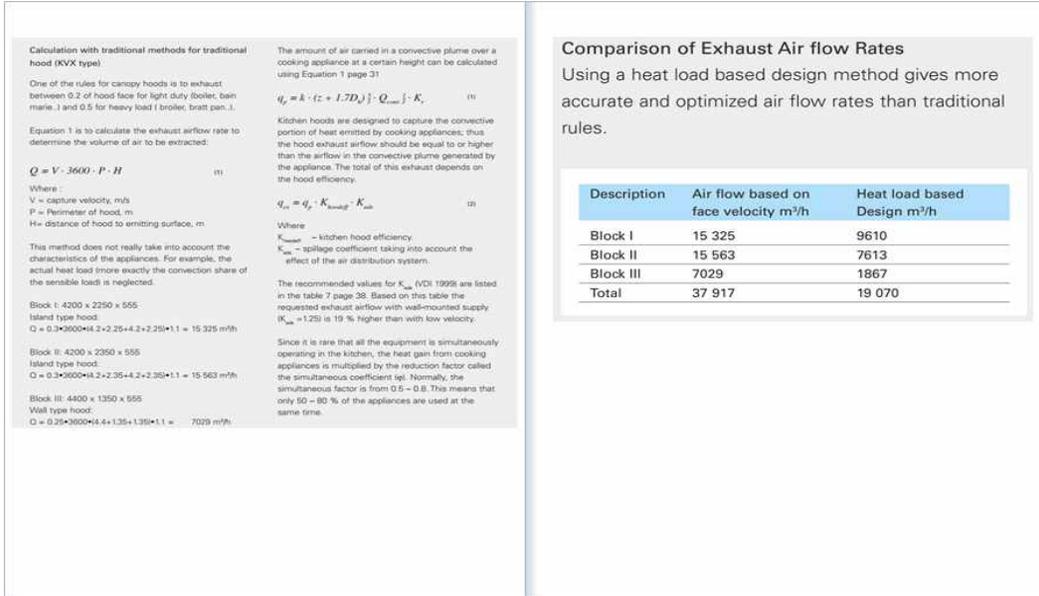
[그림 II-19] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 출입문 개방 방향 방법

[그림 II-20]와 같이 후드 크기가 조리 작업대 크기보다 작은 경우 환기 효율이 저하되므로 조리 작업대보다 크게 설치하도록 하고 있다. 기본적으로 ACGIH에서 제시하는 방법과 동일하다.



[그림 II-20] HALTON - KITCHEN DESIGN GUIDE - 출입문 개방 방향 방법

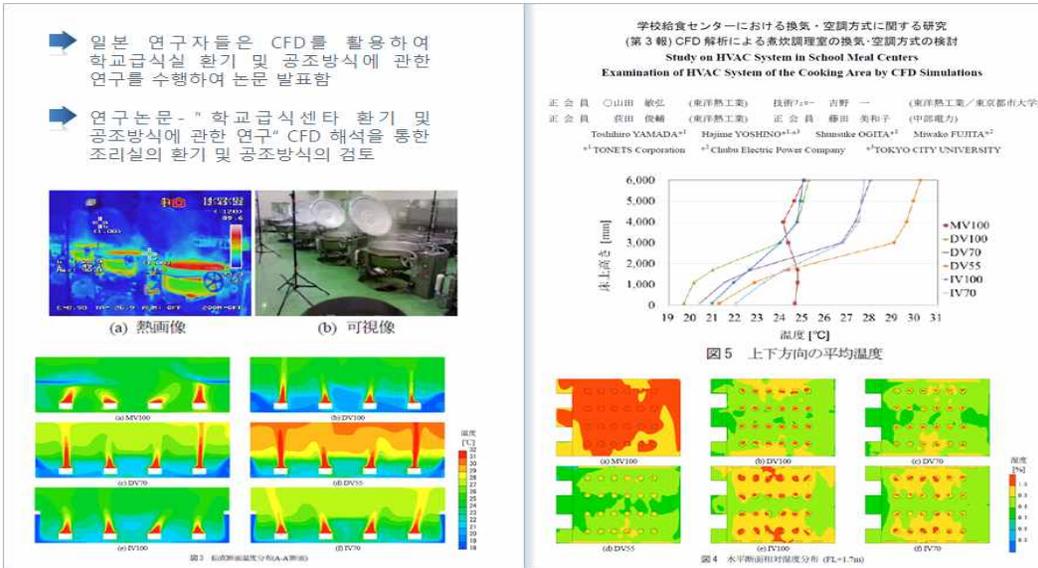
[그림 II-21]과 같이 조리실 후드는 일반적인 캐노피 후드 계산식에 적용되는 제어유속 방식에 적합하지 않고 열원을 고려한 계산 방식이 적용되어야 한다고 제시되어 있다.



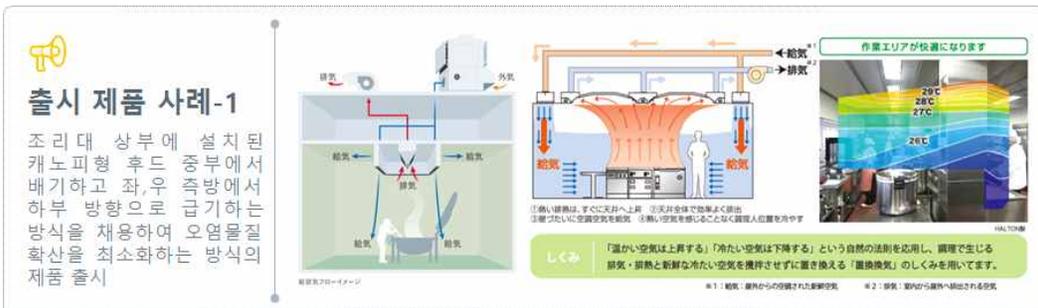
[그림 II-21] HALTON – KITCHEN DESIGN GUIDE – 유량 산정 방법

6) 일본 연구 사례

[그림 II-22]에는 일본에서 연구한 CFD를 이용한 조리실 조리대 후드 환기 효율을 연구한 결과를 정리한 것인데, [그림 II-23]과 같이 후드 내부에서 배기하고 후드 테두리에서 급기하는 방법과 [그림 II-24]와 같이 후드 테두리에서 안쪽과 아래쪽 동시에 급기하는 방법이 효과적인 것으로 제시하고 있다.



[그림 II-22] CFD를 이용한 조리실 조리대 후드 환기 방안 일본 연구 사례



[그림 II-23] 조리실 조리대 후드 일본 환기 방안 사례1



[그림 II-24] 조리실 조리대 후드 일본 환기 방안 사례2

Ⅲ. 학교 급식실 현장 조사결과



Ⅲ. 학교 급실실 현장 조사결과

1. 학교별 조리실 실태 조사 방법

1) 경남지역 조리실 실태 조사

- 기간 : '21. 4. 30.(금) ~ 6. 4.(금)
- 대상 : 경남교육청 관할 공립 학교 중 10개교
- 실태 대상 학교 선정은 중식 인원 수 많은 남학교, 대용량 스팀보일러 지하·반지하 조리실, 노후 시설 조리실, 2021 신설 학교 등 조리실별 다양한 조건이 반영되도록 하여 비교 가능하도록 선정하였다.

<표 Ⅲ-1> 조리실 실태 조상 학교 선정기준

선정 기준	초	중	고	합계
중식 인원 수 많은 남학교		1	1	2
중식 인원 수 많은 학교	1		1	2
대용량 스팀보일러 사용	1			1
지하, 반지하 조리실	1	1		2
노후 시설 조리실		1	1	2
2021년 신설 학교		1		1
합계	3	4	3	10

2) 제주지역 조리실 실태 조사

- 기간 : '21. 9. 1.(수) ~ 9. 2.(목)
- 대상 : 제주교육청 관할 학교 중 2개교
- 제주지역에 적용되고 있는 전체환기와 반 지하 학교를 대상으로 환기실태 조사

2. 학교별 조리실 실태 상세 조사 방법 및 내용

1) 조리실 기본현황

○○기계공업고등학교 조리실 현황은 <표 III-2>과 같다. 본 장에서는 현장 조사가 이루어진 12개 학교에서 실시한 현장 조사 정리 내용 및 방법을 설명하고자 한다.

<표 III-2> ○○기계공업고등학교 조리실 기본 현황

구분		현황	비고	조리일 조리 현황	
기본현황	대상학교	○○기계공업 고등학교		메뉴	검정쌀밥 닭다리장각삼계탕 해물파전 오이고추된장무침 깍두기 딸기음료
	조사일시	4월 30일 오전			
	조리실 크기	조리실 : 16m x 11m x 2.9mH 전처리실 : 8.3m x 5.4m x 2.9mH 식기세척실 : 11.3m x 3.9m x 2.9mH	세척실과 전처리실 사이만 벽 구분		
	온도	24.8도			
	습도	36%			
환기장 치 현황	송풍기	300m ³ /min x 2EA		사진	
	후드	10개			
	Wall Fan	2개	외부 출입문 상부에만 있음		
	에어컨 급기구	11개			

2) 환기 시스템 효율 평가

(1) 송풍기 현황 및 측정결과

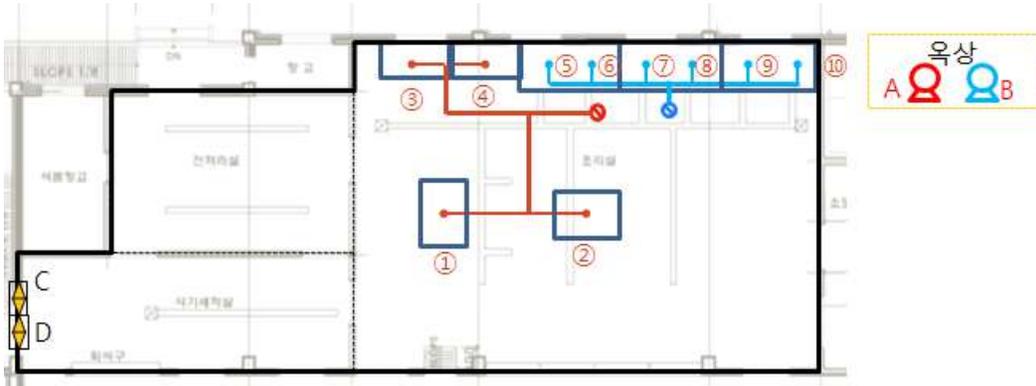
<표 Ⅲ-3>과 같이 조리실에 송풍기 2대가 설치되어 있으며 배기 효율이 양호하였고, 전체환기를 위해 벽부형 팬이 설치되어 있으나 정격사양이 없어 효율 평가는 실시하지 못했다.

<표 Ⅲ-3> ○○기계공업고등학교 조리실 송풍기 현황

구분	사진	송풍기 효율 평가					
		유량 (m ³ /min)			정압(mmAq)		
		정격	측정	효율 (%)	정격	측정	효율 (%)
A		300	406	135	30	36	120
B		300	451	150	30	30	100
C	-	-	59	-	-	-	-
D	-	-	42	-	-	-	-

(2) 후드 현황 및 측정결과

[그림 Ⅲ-1]과 같이 조리실에 설치된 후드 중 부침개 조리대에 설치된 캐노피 후드는 조리흡과 열을 배출시키고, 밥솥과 국솥에 설치된 캐노피 후드는 주로 수증기 배기가 이루어졌다. 또한 오븐에 설치된 캐노피 후드도 가열 시 발생하는 연기와 열을 배출시켰다. 각 후드별 형태 및 배기량은 <표 Ⅲ-4>과 같다.



[그림 III-1] 후드 설치 Lay-out

<표 III-4> 조리작업별 후드 현황 및 측정결과

후드 번호	후드 종류	사진	연기 테스트 모습	후드크기(m)		렌지(솥) 크기(m)		이격 거리	유량(m ³ /min)		비고			
				가로	세로	가로	세로		송풍기 용량	후드 측정 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
1	조리 대			2	1.5	2	1.5	0.9	300	47	불량	적정		1
2	국 솥			3.8	1.5	1	-	0.9	300	86	불량	불량	후면 불량	부족
				3.8	1.5	1	-	0.9		90	불량	불량	후면 불량	부족
				3.8	1.5	1	-	0.9		72	불량	불량	후면 불량	부족
3	오븐		-	-	-	-	0.1	300	83	-	-	-	-	
4	밥 솥		-	2	1	-	-	0.5	300	78	-	-	-	-
										86	-	-	-	-
		유량 합계							1,200	542				

3) 조리흡 확산 현황 조사 결과

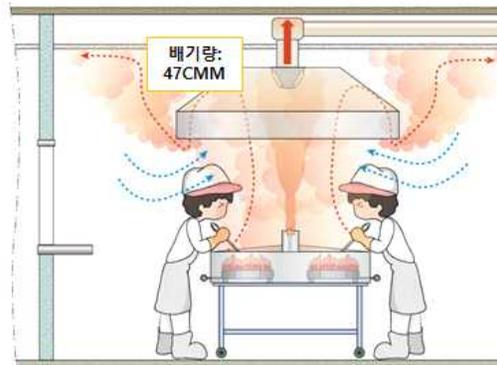
조리실의 조리흡 주 발생원은 부침개 조리대와 튀김솥이고 기타 오븐 및 국솥은 조리흡 발생이 적었다.

[그림 Ⅲ-2]과 같이 부침개 조리대에서 발생하는 조리흡은 상승하였다가 외부기류의 영향으로 캐노피 후드의 테두리에서 외부로 유출되어 확산되었다. 후드 크기가 조리대 크기와 거의 비슷하여 조리대를 벗어난 조리흡은 포집이 어려웠고, 배기량 47m³/min으로는 조리흡을 충분하게 포집하기에는 부족한 것으로 판단되었다.

작업자가 부침개 조리대 상부로 허리를 굽힌 상태에서 작업하여 부침개 조리과정에서 발생한 조리흡이 작업자의 호흡기를 통과하여 상승함으로써 작업자의 호흡기를 보호할 수 없었다. 후드 배기량이 충분하더라도 캐노피 후드 형태로는 작업자 호흡영역 보호가 어려운 것으로 판단된다.



(a) 부침개 조리대 모습



(b) 부침개 조리대 환기 상태 모식도

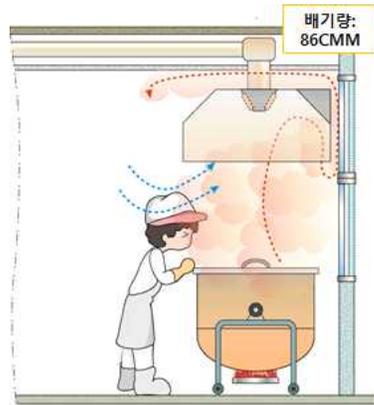
[그림 Ⅲ-2] 부침개 조리대 환기 모습

국솥의 경우 [그림 Ⅲ-3]와 같이 여러 대가 벽면에 설치되어 있고, 국솥의 수증기를 배기할 목적으로 설치된 캐노피 후드도 벽면 설치되어 있기 때문에 부침개 조리대와 달리 4면이 모두 오픈된 상태가 아니므로 수증기 포집 효과가 높은 형태이다.

후드 측정 배기량은 $80\text{m}^3/\text{min}$ 인데 뚜껑이 닫혀 있을 때에는 큰 문제가 없지만 뚜껑을 개방할 때 다량의 수증기가 발생하여 수증기 일부는 후드와 창문 사이의 틈새를 통하여 유출되어 확산되고 있었다. 하지만 국솥에서 발생하는 물질은 대부분 수증기로서 인체에 유해한 물질이 아니기 때문에 수증기가 유출되어 확산될 경우에는 작업장 내부의 온도상승을 초래할 뿐 작업자의 건강에는 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.



(a) 국솥 모습



(b) 국솥 환기 상태 모식도

[그림 III-3] 국솥 환기 모습

식기세척기는 [그림 III-4]과 같이 설치되어 있는데 세척작업 시 세척기 입·출구에서 수증기가 발생하여 외부로 유출되지만, 식기 세척기에는 후드가 설치되어 있지 않았다. 그리고 세척기는 가스를 사용하여 스팀을 발생시키는데, 가스버너에 후드가 미설치되어, CO 및 CO_2 확산 가능성이 있어 배기 설치해야 할 필요가 있었다.



[그림 Ⅲ-4] 세척기 설치 모습

4) 조리실 환경 평가

(1) 조리흡 농도 측정 결과

[그림 Ⅲ-5]은 조리실의 조리흡 농도 분포를 측정한 결과를 정리한 것이다. [그림 Ⅲ-6]와 같이 외기에 비해 조리실 내부 평균 조리흡 농도는 약간 높게 나타났다. 외기유입(남쪽) 및 내부배기(북쪽) 영향으로 조리흡은 밥솥, 국솥 방향으로 이동하면서 상대적으로 밥솥 및 국솥 구역의 조리흡 농도가 높았다. 단, 부침개 조리대 내부의 조리원 호흡영역에서는 외부 농도의 3배 이상인 376,658 개/L가 측정되었다.



[그림 Ⅲ-5] 조리흡 농도 분포 측정 모습



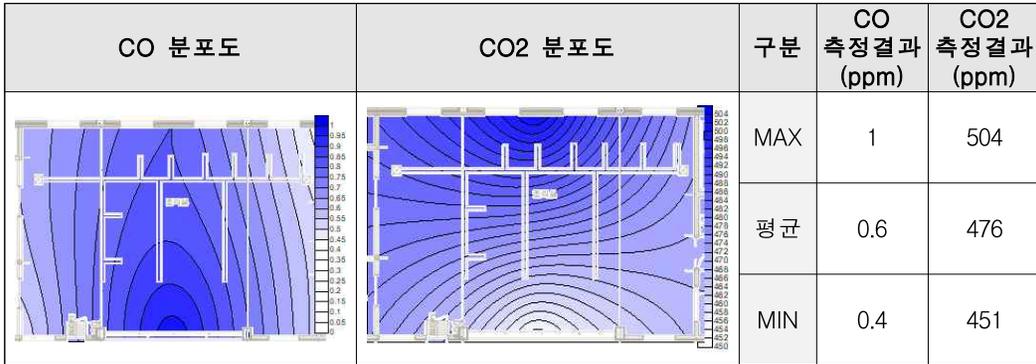
[그림 III-6] 조리실 농도 분포도

(2) CO, CO₂농도 측정 결과

[그림 III-7]과 같이 조리실의 CO, CO₂농도 분포를 측정하였다. [그림 III-8]과 같이 CO농도 측정 결과 평균적으로 0.6 ppm이며 특별히 높게 나타나는 구역은 없었다. CO₂의 평균 농도는 476 ppm이며 밥솥과 국솥 위치에서 약간 높게 측정되었다.



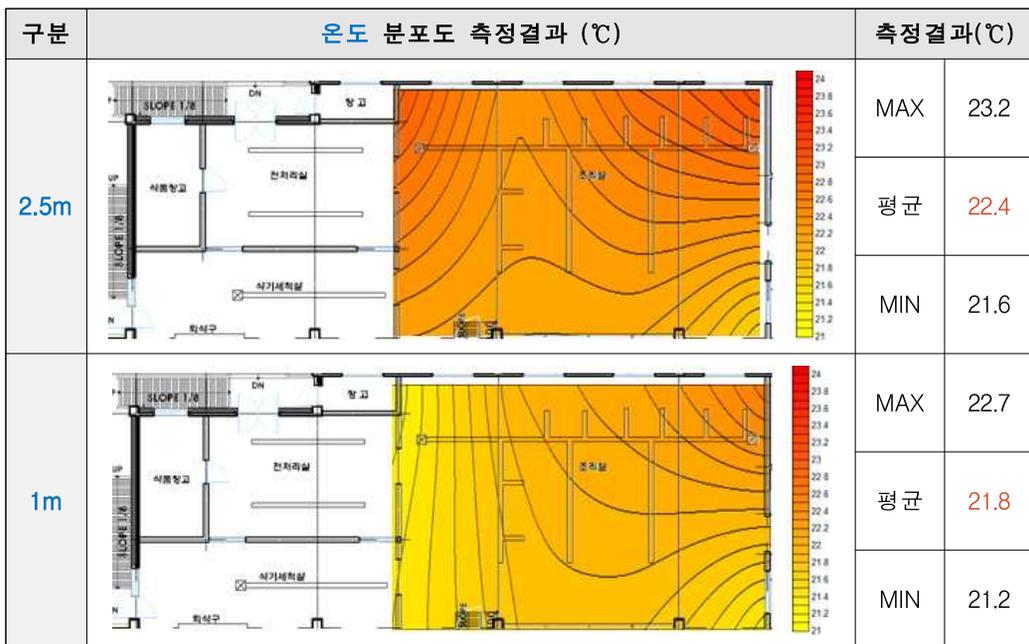
[그림 III-7] CO, CO₂ 농도 분포 측정 모습



[그림 III-8] CO, CO₂ 농도 분포도

(3) 조리실 내부 온도 분포 측정 결과

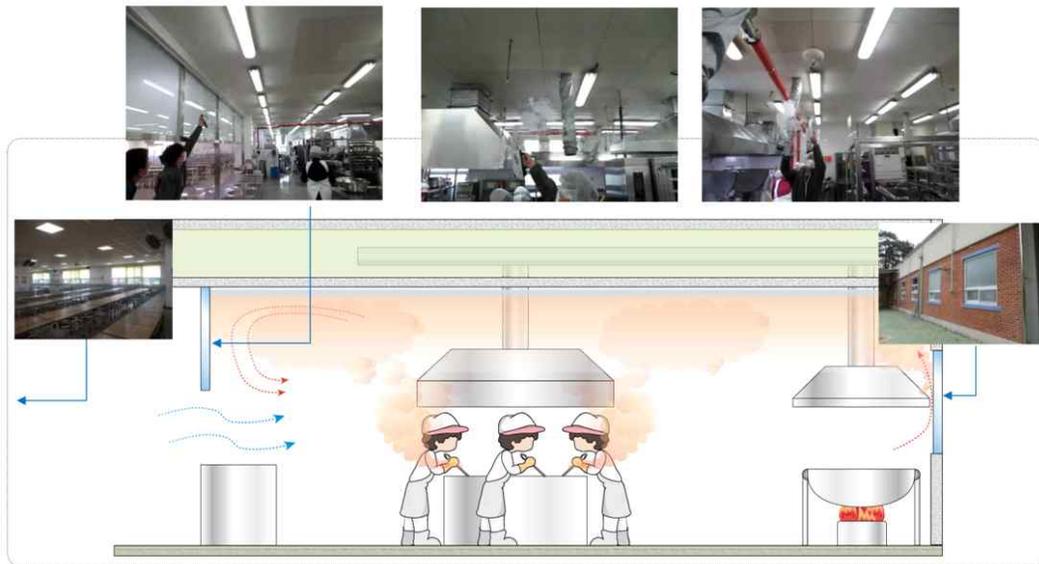
[그림 III-9]은 조리실 내부 높이별 온도를 측정한 결과를 정리한 것이다. [그림 III-9]에서 보면 동일 높이에서는 온도차가 크지 않았고, 1 m에 비해 2.5 m에서 평균 0.6도 높게 측정되었다. 이러한 결과는 전체환기 부족으로 인해 천장에 열공기가 정체되어 있기 때문인 것으로 판단된다.



[그림 III-9] 높이별 온도 분포도

(4) 조리실 전체환기 문제점

[그림 III-10]와 같이 조리 시에는 조리실 쪽 창문은 전부 닫고 식당 쪽 창문을 개방하고 있다. 조리 시 발생하는 열기가 후드로 충분히 유입되지 않고, 후드 주변으로 확산된 후 조리실 상부에 정체 가능성이 있었다. 특히 배식대 상부가 유리 등으로 막혀 있어 조리시 발생하는 열공기가 배기되지 못하고 조리실 상부에 정체되는 실정이다. 하집만, 상부 열공기를 배기할 전체환기는 미설치되어 있었다.



[그림 III-10] 전체환기 문제점 모식도

3. 학교 조리실 조사 결과 종합

1) ○○기계고등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-5> ○○기계고등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(솔) 크기(m)		이격 거리	유량(m³/min)		비고			
		가로	세로	가로	세로		송풍기	후드 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
조리대		2	1.5	2	1.5	0.9	300 × 2	47	불량	적정		1
국솥		3.8	1.5	1	-	0.9		86	불량	불량	후면 불량	부족
		3.8	1.5	1	-	0.9		90	불량	불량	후면 불량	부족
		3.8	1.5	1	-	0.9		72	불량	불량	후면 불량	부족
유량 합계							600	295				

<표 III-5>는 ○○고등학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-5>의 ○○고등학교의 경우 배기유량은 설계유량의 55~72% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분의 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. ○○기계고등학교는 당일 해물파전이 포함되어 부침개 조리대에서 많은 조리가 있었다. <표 III-6>은 측정당일 ○○기계고등학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 III-6> ○○기계고등학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> 검정쌀밥 닭다리장각삼계탕 해물파전 오이고추된장무침 깍두기 딸기음료 	

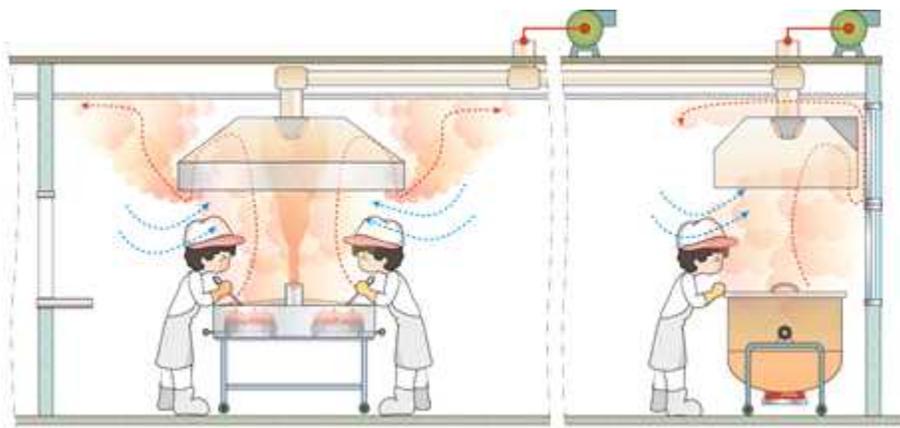
<표 III-7> ○○기계고등학교 조리실 환경 측정 결과

구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	115,712		
내부	MAX	143,470	1	504
	평균	120,836	0.6	476
	MIN	107,348	0.4	451
부침개 조리대		376,658		

<표 Ⅲ-7>은 ○○고등학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 가스상 물질은 농도가 크게 문제되지 않았지만, 조리흡의 외부 농도와 비교해서 높게 측정되었다. 특히 해물과전을 만들 때 부침개 조리대 내부 조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 37만개로 외부 11만개보다 3배 이상 높게 측정되었다. 조리실 내부 평균은 외부와 차이가 없지만, 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

[그림 Ⅲ-11]은 후드 주변 기류 흐름을 정리한 것인데 왼쪽의 부침개 조리대는 환기량이 부족하여 과전을 만들 때 발생하는 흡이 후드로 포집되지 못하고 외부로 비산되고 있었다. 특히 조리실무원이 후드 내부에 위치하고 있어 후드로 배출되지 못하고 후드 하부에 정체되어 있는 고농도 흡에 노출될 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 오른쪽 국솥은 창문과 후드 뒷면이 완전히 밀폐되지 않아 그 틈을 통해 국솥에서 발생된 수증기가 배출되는 것으로 조사되었다. 캐노피 후드 특성상 밀폐가 매우 중요하므로 향후 국솥 설치시 벽면과 밀폐도를 개선하기 위한 고려가 필요할 것으로 판단된다.



[그림 Ⅲ-11] ○○기계고등학교 후드 주변 기류 흐름

2) ○○중학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-8> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 번호	후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(술) 크기(m)		이격 거리	유량(㎥/min)		비고			
			가로	세로	가로	세로		송풍기 용량	후드 측정 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
1	조리대		3.75	1.6	1.5	1.5	0.85	정격 유량 확인 불가	21	불량	불량	-	1
2	국솥		3.14	1.45	1	2개			0.9	51	불량	불량	양호
유량 합계								-	72				

<표 III-8>는 ○○중학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-8>의 ○○중학교의 경우 배기유량은 설계유량의 14~39% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 Ⅲ-9>은 측정당일 ○○중학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 Ⅲ-9> ○○중학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 영양잡곡밥 • 대합미역국 • 언양식바삭불고기&양파채 절임 • 오색 잡채 • 새송이초무침 • 이색나물(콩나물+단배추) 	

<표 Ⅲ-10> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과

구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	119,748		
내부	MAX	119,748	0.9	504
	평균	96,413	0.58	480
	MIN	87,254	0.4	467
부침개 조리대		341,059		

<표 Ⅲ-10>은 ○○중학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 언양식 바삭불고기를 만들 때 부침개 조리대 내부 조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 34만개로 외부 12만개보다 약 3배 이상 높게 측정되었다. 조리실 내부 평균은 외부와 차이가 없지만, 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

부침개 조리대는 양옆으로 솥과 가스렌지가 설치되어 있는데 조사 당일 부침개 조리대는 사용되지 않고 옆 솥이 사용되었다. [그림 III-12(a)]와 같이 부침개 조리대 후드의 기류를 관찰한 결과 조리과정에서 오일흠이 상승하였다가 외부기류의 영향으로 캐노피 후드의 테두리에서 외부로 유출되어 확산되었다. 후드의 측정 배기량은 $21\text{m}^3/\text{min}$ 인데 부족한 것으로 알 수 있었다. 특히, 조리과정에서는 작업특성상 배기량이 충분하더라도 호흡영역 보호가 어려운 것으로 나타났다.

국솥의 경우 [그림 III-12(b)]와 같이 2대가 벽체에 설치되어 있고 캐노피 후드도 벽체에 붙어 모든 국솥을 배기하도록 설치되어 있었다. 주로 국솥의 수증기를 배기하는 것이 목적인데 캐노피 후드는 벽체 붙어 설치되어 있기 때문에 부침개 조리대와 달리 4면이 모두 오픈된 상태가 아니므로 수증기 포집 효과가 높은 형태이다. 후드 측정 배기량은 $51\text{m}^3/\text{min}$ 으로 양호한 것으로 나타났지만 국솥 및 밥솥은 뚜껑이 닫혀 있을 때에는 큰 문제가 없지만 뚜껑을 개방할 때 수증기가 다량 발생하여 후드 앞면을 통해 유출되었다. 하지만 국솥에서 발생하는 물질은 대부분 수증기로서 인체에 유해한 물질이 아니기 때문에 수증기가 유출되어 확산될 경우에는 작업장 내부의 온도상승을 초래할 뿐 작업자의 건강에는 큰 영향이 없을 것으로 판단된다.



(a) 조리대 조리흠 확산 모식도



(b) 국솥 스팀 확산 모식도

[그림 III-12] ○○중학교 후드 주변 기류 흐름

3) ○○초등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-11> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 번호	후드 종류	사진	후드 크기(m)		렌지(솔) 크기(m)		이격 거리	유량(m ³ /min)		비고			
			가로	세로	가로	세로		송풍기 용량	후드 측정 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
1	조리대		2.7	1.9	2.7	1.5	1.2	253/179	126	불량	적정	-	1
2	국솥		2	1.7	1	1개	0.9		48	불량	적정	후면 불량	부족
			2	1.7	1	1개	0.9		76	불량	적정	후면 불량	부족
			2	1.7	1	1개	0.9		73	불량	적정	후면 불량	부족
			2	1.7	1	1개	0.9		59	불량	적정	후면 불량	부족
유량 합계								432	382				

<표 III-11>는 ○○초등학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-11>의 ○○초등학교의 경우 배기유량은 설계유량의 73~115% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 III-12>은 측정당일 ○○초등학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 III-12> ○○초등학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 혼합잡곡밥 • 어묵김치국 • 조기순살구이+양념장 • 치킨텐더샐러드 • 깍두기 • 파인애플 	

<표 III-13> ○○초등학교 조리실 환경 측정 결과

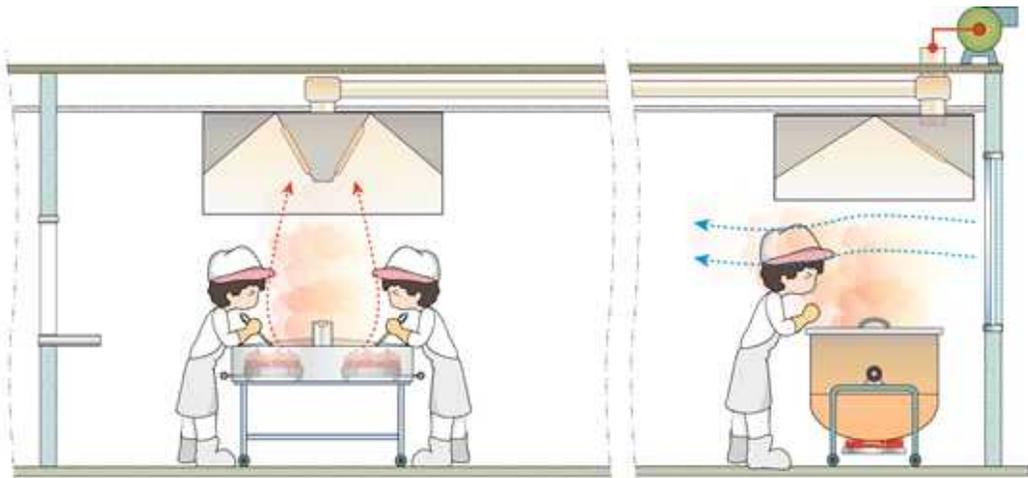
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	63,625		
내부	MAX	101,266	2	532
	평균	86,290	1.4	490
	MIN	72,015	1	448
부침개 조리대		397,205		

<표 III-13>은 ○○초등학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 조기순살구이를 만들 때 부침개 조리대 내부 조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 39만개로 외부 6만개보다 약 6배 이상 높게 측정되었다.

조리실 내부 평균은 외부와 차이가 없지만, 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

부조리실의 주 오염원은 [그림 Ⅲ-13]과 같이 부침개 조리대와 조리대이고 기타 오염원(Oven, 밥솥)의 오염물질 확산은 적었다. 후드의 배기량이 충분하고 방해 기류가 적을 경우에는 오염물질 확산을 대부분 제어할 수 있지만 [그림 Ⅲ-13]과 같이 후드형태 불량 및 배기량 부족 시에는 오염물질이 확산되어 작업공간을 오염시켰다. 부침개 조리과정에서는 작업특성상 배기량이 충분하다고 하여도 작업자가 오염물질에 노출되었다.



[그림 Ⅲ-13] 부침개조리대 · 국솥 오염물질 확산 모식도

4) ○○고등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-14> ○○고등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 번호	후드 종류	사진	후드 크기(m)		렌지(솔) 크기(m)		이격 거리	유량(m ³ /min)		비고			
			가로	세로	가로	세로		송풍기 용량	후드 측정 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
1	조리대		2.4	1.7	2.4	1.5	1.1		33	불량	불량	-	1
2	국솥		3.5	1.5	1	-	1.1	295	78	불량	불량	후면 불량	부족
			3.5	1.5	1	-	1.1		53	불량	불량	후면 불량	부족
유량 합계								295	164				

<표 III-14>는 ○○고등학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-14>의 ○○고등학교의 경우 배기유량은 설계유량의 25~118%

수준이었고, 후드 크기 등 대부분 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 Ⅲ-15>은 측정당일 ○○고등학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 Ⅲ-15> ○○중학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 나시고랭(적은양) • 투움바파스타 • 수제 피클 • 매콤웨이감자구이 • 수제 레몬에이드 • 배추김치 	

<표 Ⅲ-16> ○○고등학교 조리실 환경 측정 결과

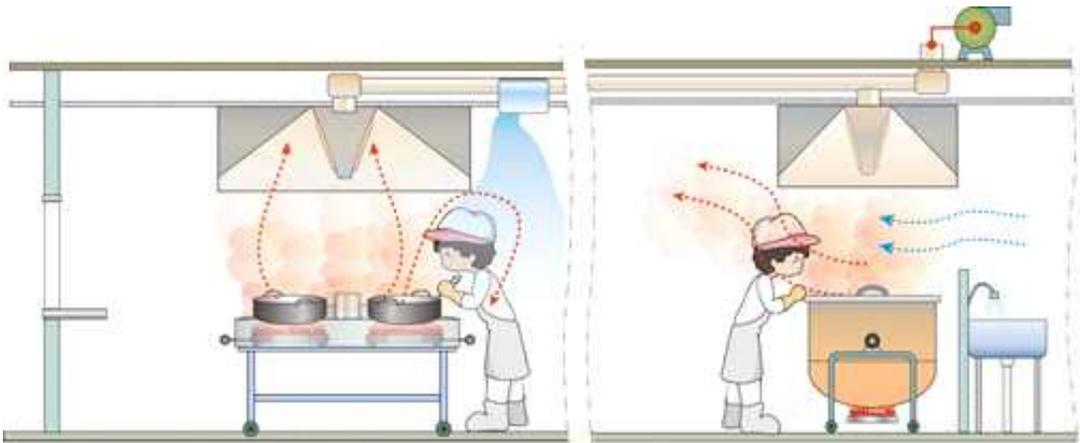
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	272,347		
내부	MAX	211,016	2.4	1,206
	평균	147,889	1.7	895
	MIN	67,123	1	489
부침개 조리대		-	-	-

<표 Ⅲ-16>은 ○○초등학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 외부에 비가 내리고 있어 외기 측정 결과가 높게 나타난다. 조리실 내부에서 평균 15만개가 측정된다. 조리실 내부에서 유입되는 공기 때문에 국솥이나 조리대에서 발생하는 조리흡이 전처리실 쪽으로 확산된다. 조리

특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

조리실의 주 오염원은 [그림 III-14]와 같이 부침개 조리대와 조리대이고 기타 오염원(Oven, 밥솥)의 오염물질 확산은 적었다. 후드의 배기량이 충분하고 방해 기류가 적을 경우에는 오염물질 확산을 대부분 제어할 수 있지만 [그림 III-14]와 같이 후드 형태 불량 및 배기량 부족 시에는 오염물질이 확산되어 작업공간을 오염시켰다. 부침개 조리과정에서는 작업 특성상 배기량이 충분하다고 하여도 작업자가 오염물질에 노출된다.



[그림 III-14] 부침개조리대 · 국솥 오염물질 확산 모식도

배기량은 $33\text{m}^3/\text{min}$ 로 부족하여 오염물질 포집 효과가 떨어진다. 후드 외부 측면 가까이 급기가 설치되어 있어 후드내부의 공기가 급기기류영향을 받아 외부로 유출된다. 조리과정에서는 작업특성상 배기량이 충분하다고 하여도 작업자가 오염물질에 노출된다.

5) ○○초등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 Ⅲ-17> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 번호	후드 종류	사진	후드 크기(m)		렌지(술) 크기(m)		이격 거리	유량(㎥/min)		비고			
			가로	세로	가로	세로		송풍기 용량	후드 측정 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
1	조리대		3.4	1.9	1.5	1.5	1	정격유량 확인불가	38	불량	불량	-	1
					1	1개							
2	국솥		4.5	1.5	1	2개	1		42	불량	불량	후면 불량	부족
유량 합계								-	80				

<표 Ⅲ-17>는 ○○초등학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 Ⅲ-17>의 ○○고등학교의 경우 배기유량은 설계유량의 25~32% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리실 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 III-18>은 측정당일 ○○초등학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 III-18> ○○초등학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 검정쌀밥 • 부대찌개 • 콩나물무침 • 새우까스/타르타르소스 • 갓김치 • 방울토마토 • 우유 	

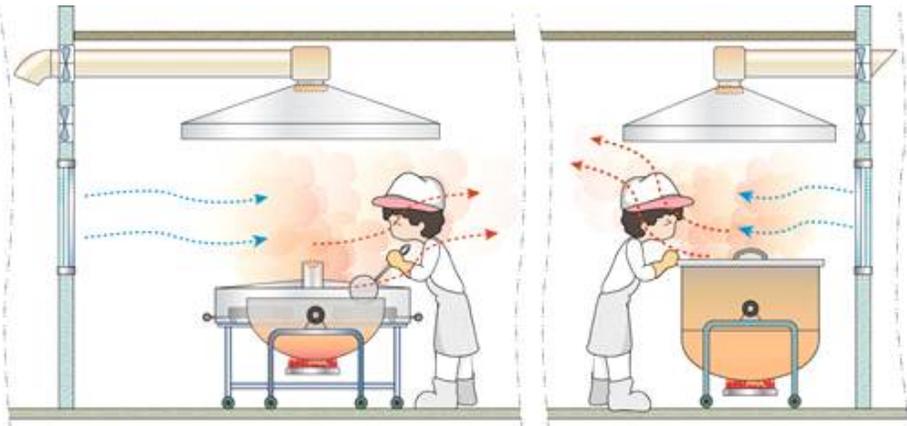
<표 III-19> ○○초등학교 조리실 환경 측정 결과

구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	22,608		
내부	MAX	71,050	1.1	563
	평균	57,655	1.1	504
	MIN	37,465	1	475
부침개 조리대		157,417		

<표 III-19>은 ○○초등학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 새우까스를 만들 때 부침개 조리대 내부 조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 15만개로 외부 2만개보다 약 8배 이상 높게 측정되었다. 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

조리실의 주 오염원은 [그림 Ⅲ-15]와 같이 부침개 조리대와 조리대이고 기타 오염원(Oven, 밥솥)의 오염물질 확산은 적었다. 후드의 배기량이 충분하고 방해 기류가 적을 경우에는 오염물질 확산을 대부분 제어할 수 있지만 [그림 Ⅲ-15]와 같이 후드형태 불량 및 배기량 부족 시에는 오염물질이 확산되어 작업공간을 오염시켰다. 부침개 조리과정에서는 작업특성상 배기량이 충분하다고 하여도 작업자가 오염물질에 노출되었다.



[그림 Ⅲ-15] 부침개조리대 · 국솥 오염물질 확산 모식도

배기량은 $38\text{m}^3/\text{min}$ 로 부족하여 오염물질 포집 효과가 떨어진다. 벽부형 팬으로 배기 하고 있어 오염물질 포집에 적절하지 않다. 후드 측면에 창문 설치 되어 있어 방해기류에 의해 포집효과 떨어진다. 조리과정에서는 작업특성상 배기량이 충분하다고 하여도 작업자가 오염물질에 노출된다.

6) ○○초등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-20> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 번호	후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(솔) 크기(m)		이격 거리	유량(m ³ /min)		비고			
			가로	세로	가로	세로		송풍기 용량	후드 측정 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
1	조리대		2.8	1.4	2.8	1.5	1	193*2	24	불량	적정	-	1
2	국솜		-	-	1	3개	-		29	-	-	-	-
유량 합계								386	53				

<표 III-20>는 ○○초등학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-20>의 ○○고등학교의 경우 배기유량은 설계유량의 15~16%

수준이었고, 후드 크기 등 대부분 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 Ⅲ-21>은 측정당일 ○○초등학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 Ⅲ-21> ○○초등학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 잡곡밥 • 새알만두국 • 한치고추장볶음 • 배추김치 • 미역줄기볶음 • 숙주미나리 나물 	

<표 Ⅲ-22> ○○초등학교 조리실 환경 측정 결과

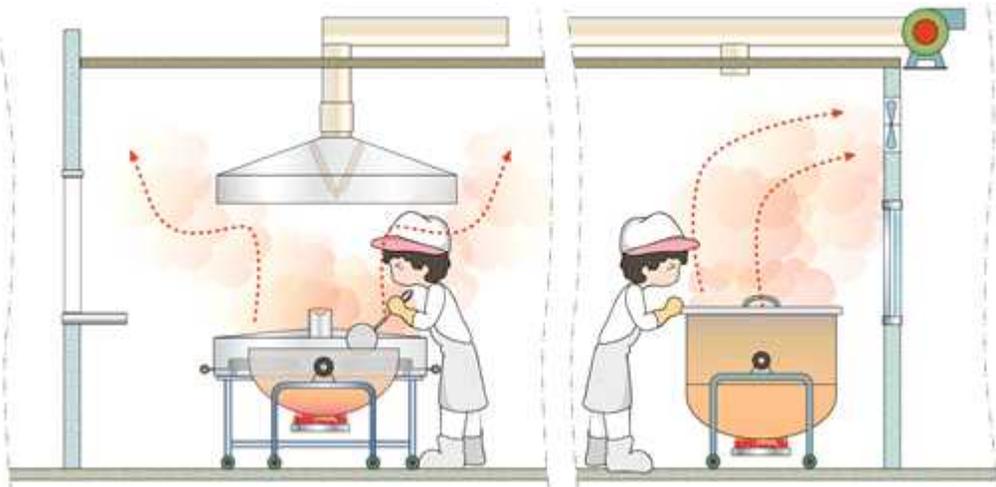
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	125,754		
내부	MAX	140,354	1.2	538
	평균	135,217	1.1	500
	MIN	131,581	0.9	465
부침개 조리대		-	-	-

<표 Ⅲ-22>은 ○○초등학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 조리실 내부에서 평균 13만개가 측정된다. 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

▪ 오염물질 확산 현황 조사 결과

배기량은 $24\text{m}^3/\text{min}$ 로 부족하여 오염물질 포집 효과가 저하되어 있다. 연기실험결과 오염물질이 효율적으로 포집되지 못하고 측면으로 유출 되는 것을 볼 수 있다. 조리과정에서는 작업특성상 배기량이 충분하다고 하여도 작업자가 오염물질에 노출된다.



[그림 III-16] 부침개조리대 · 국솥 오염물질 확산 모식도

7) ○○중학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-23> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(솔) 크기(m)		이격 거리	유량(㎥/min)		비고			
		가로	세로	가로	세로		송풍기	후드 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
조리대		4	1.8	1.5	1.5	0.9	296	126	불량	-	1	
				1	1개				불량			
국솥		6.4	1.7	1	3개	0.9	71/55	불량	불량	양호	부족	
유량 합계							296	252				

<표 III-23>는 ○○중학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-23>의 ○○중학교의 경우 배기유량은 설계유량의 64~81% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분의 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. ○○중학교는 당일 달걀만두가 포함되어 부침개 조리대에서 많은 조리가 있었다. <표 III-24>은 측정당일 ○○중학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 III-24> ○○중학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 숙청콩밥 • 찜고추된장국 • 한우불낙볶음 • 달걀만두 • 배추김치(숙갓두부무침) 	

<표 III-25> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과

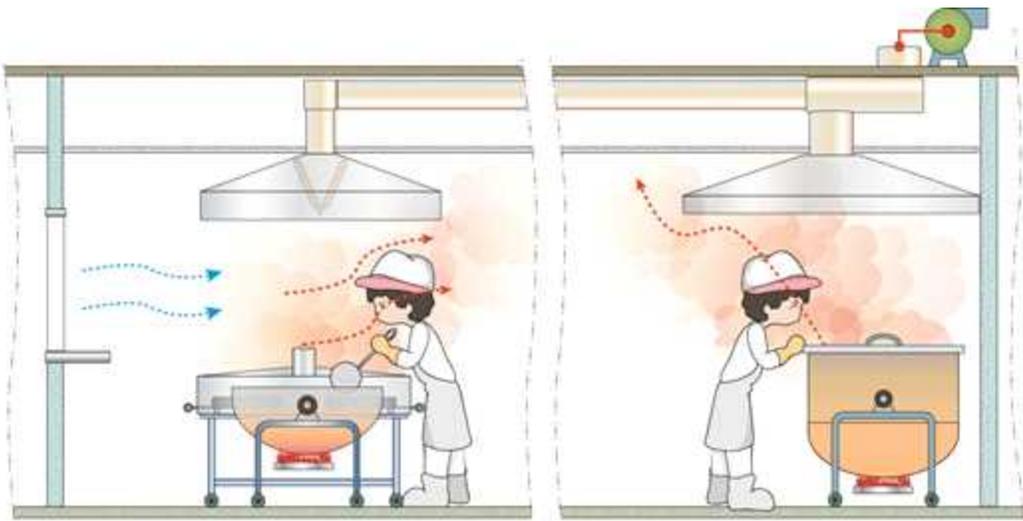
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	71,084		
내부	MAX	206,387	1.1	598
	평균	104,452	0.7	497
	MIN	71,284	0.4	453
부침개 조리대		225,813		

<표 III-25>은 ○○중학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 가스상 물질은 농도가 크게 문제되지 않았지만, 조리흡의 외부 농도와 비교해서 높게 측정되었다. 특히 조리시 내부 조리실무원 호흡기 높이의

조리흡 농도는 최대 22만개로 외부 7만개보다 3배 높게 측정되었다. 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

[그림 Ⅲ-17]은 후드 주변 기류 흐름을 정리한 것인데 왼쪽의 부침개 조리대는 환기량이 부족하여 과전을 만들 때 발생하는 흡이 후드로 포집되지 못하고 외부로 비산되고 있었다. 특히 조리실무원이 후드 내부에 위치하고 있어 후드로 배출되지 못하고 후드 하부에 정체되어 있는 고농도 흡에 노출될 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 캐노피 후드 특성상 밀폐가 매우 중요하므로 향후 국솥 설치시 벽면과 밀폐도를 개선하기 위한 고려가 필요할 것으로 판단된다.



[그림 Ⅲ-17] 학교 후드 주변 기류 흐름

8) ○○고등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-26> ○○고등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(술) 크기(m)		이격 거리	유량(m ³ /min)		비고			
		가로	세로	가로	세로		송풍기	후드 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
조리대		2.3	1	2.3	1.5	1	정격 유량 확인 불가	7	불량	불량	-	1
국솥		3.3	1.3	1	2개	1		24	불량	불량	후면불량	양호
		3.3	1.3	1	2개	1		48	불량	불량	후면불량	양호
유량 합계							-	79				

<표 III-26>는 ○○고등학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-26>의 ○○고등학교의 경우 배기유량은 설계유량의 6~37%

수준이었고, 후드 크기 등 대부분의 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 Ⅲ-27>은 측정당일 ○○고등학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 Ⅲ-27> ○○고등학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 한우콩나물밥/양념밥 • 유부국 • 소떡소떡 • 배추김치 • 고들빼기김치 • 파인애플주스 	

<표 Ⅲ-28> ○○고등학교 조리실 환경 측정 결과

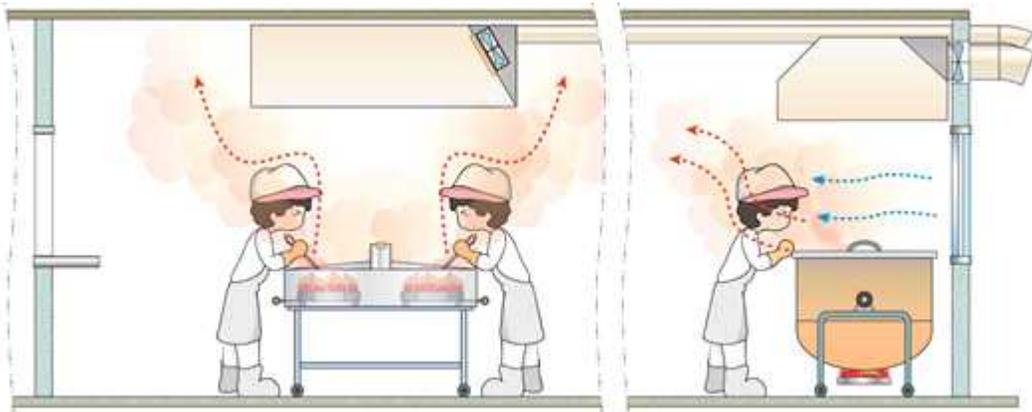
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	64,605		
내부	MAX	188,604	0.4	969
	평균	88,757	0.2	809
	MIN	39,092	0	732
부침개 조리대		-		

<표 Ⅲ-28>은 ○○고등학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 가스상 물질은 농도가 크게 문제되지 않았지만, 조리흡의 외부 농도와 비교해서 높게 측정되었다. 특히 조리시 내부 조리실무원 호흡기 높이의

조리흡 농도는 최대 18만개로 외부 6만개보다 3배 높게 측정되었다. 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

[그림 III-18]은 후드 주변 기류 흐름을 정리한 것인데 왼쪽의 부침개 조리대는 환기량이 부족하여 과전을 만들 때 발생하는 흡이 후드로 포집되지 못하고 외부로 비산되고 있었다. 특히 조리실무원이 후드 내부에 위치하고 있어 후드로 배출되지 못하고 후드 하부에 정체되어 있는 고농도 흡에 노출될 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 오른쪽 국솥은 후드 후면이 개방되어 있어 급기 기류로 인해 국솥에서 발생하는 오염물질이 조리실무원에게 영향을 미치는 것으로 조사 되었다. 캐노피 후드 특성상 밀폐가 매우 중요하므로 향후 국솥 설치시 벽면과 밀폐도를 개선하기 위한 고려가 필요할 것으로 판단된다.



[그림 III-18] 학교 후드 주변 기류 흐름

9) ○○중학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-29> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(솔) 크기(m)		이격 거리	유량(㎥/min)		비고			
		가로	세로	가로	세로		송풍기	후드 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
조리대		3.7	1.6	1.5	1.5	1	330	54	불량	불량	-	1
	1			1개	-							
국솥		3.2	1.4	1	2개	0.95		67	불량	불량	후면 불량	부족
유량 합계							330	121				

<표 III-29>는 ○○중학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-29>의 ○○중학교의 경우 배기유량은 설계유량의 35~51% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분의 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. ○○중학교는 당일 마늘빵이 포함되어 부침개 조리대에서 많은 조리가 있었다. <표 III-30>은 측정당일 ○○중학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 III-30> ○○중학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 미트스파게티 • 옥수수크림스프 • 양상추샐러드 • 깻잎김치 • 모듬피클 • 직접구운마늘빵 	

<표 III-31> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과

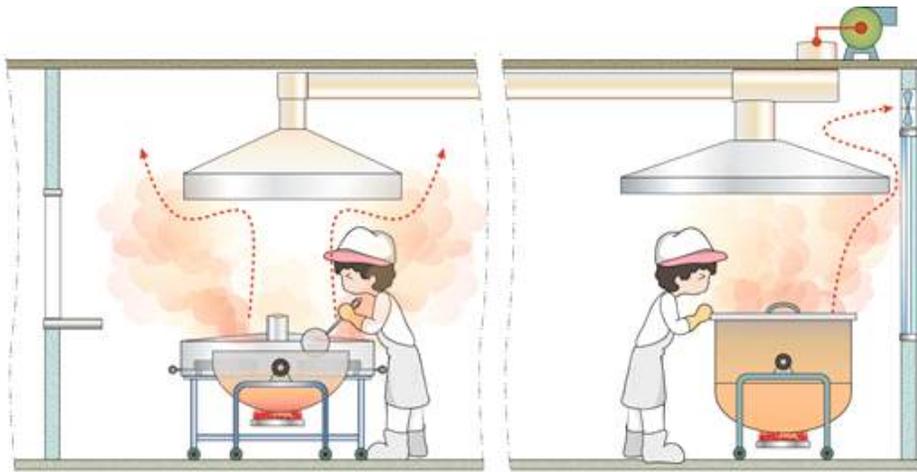
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	130,607		
내부	MAX	160,096	1.8	539
	평균	143,366	1.4	503
	MIN	131,943	1.1	446
부침개 조리대		893,595		

<표 III-31>은 ○○중학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 가스상 물질은 농도가 크게 문제되지 않았지만, 조리흡의 외부 농도와 비교해서 높게 측정되었다. 특히 부침개 조리대 내부 조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 9만개로 외부 1만개보다 9배 이상 높게 측정되었다.

조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

[그림 Ⅲ-19]는 후드 주변 기류 흐름을 정리한 것인데 왼쪽의 부침개 조리대는 환기량이 부족하여 파전을 만들 때 발생하는 흠이 후드로 포집되지 못하고 외부로 비산되고 있었다. 특히 조리실무원이 후드 내부에 위치하고 있어 후드로 배출되지 못하고 후드 하부에 정체되어 있는 고농도 흠에 노출될 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 오른쪽 국솥은 후드 후면 창문 상부에 벽부형 팬이 설치되어 있어 후드 내부 오염물질이 후드에 포집되지 못하고 벽부형 팬의 영향으로 외부로 유출 되는 것으로 조사 되었다. 캐노피 후드 특성상 밀폐가 매우 중요하므로 향후 국솥 설치시 벽면과 밀폐도를 개선하기 위한 고려가 필요할 것으로 판단된다.



[그림 Ⅲ-19] 학교 후드 주변 기류 흐름

10) ○○중학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-32> ○○중학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

후드 종류	사진	후드크기 (m)		렌지(술)크기 (m)		이격 거리	유량(㎥/min)		비고			
		가로	세로	가로	세로		송풍기	후드 유량	후드 크기	필터	밀폐	덕트 개수
조리대		1.8	1.5	1.5	0.8	0.9	250	17	불량	적정	-	1
국솥		2	1.5	1	1개	0.9		23	불량	적정	후면 불량	부족
		2	1.5	1	1개	0.9		22	불량	적정	후면 불량	부족
		2	1.5	1	1개	0.9		21	불량	적정	후면 불량	부족
유량 합계							250	83				

<표 III-32>는 ○○중학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다.

먼저 환기량을 계산하기 위해서는 후드 크기를 알아야 하므로 후드 제원과 조리기구부터 후드 개구면 까지 이격 거리를 조사하였다. 그리고 송풍기 및 후드 배기유량을 측정하였고, 미국산업환기 매뉴얼에 제시된 방법으로 계산한 설계유량과 비교하여 효율을 평가하였다. 그리고 후드 시스템 설치 방법의 문제점을 파악하여 정리하였다.

후드 크기는 조리대보다 0.15m 이상 크게 설치되었는지, 필터는 통과유속 1.5m/s이하로 설계되었는지 그리고 후드 주변이 밀폐되었는지 파악하였고, 마지막으로 후드 1.8m 간격으로 덕트가 설치되었는지를 조사하여 기록하였다.

<표 III-32>의 ○○중학교의 경우 배기유량은 설계유량의 19~35% 수준이었고, 후드 크기 등 대부분의 시설기준은 불량한 것으로 조사되었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. ○○중학교는 당일 해물과전이 포함되어 부침개 조리대에서 많은 조리가 있었다. <표 Ⅲ-33>은 측정당일 ○○중학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 Ⅲ-33> ○○중학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 기장밥 • 순두부찌개 • 감자전 • 만두떡강정 • 갓김치 • 수제 파인에 플러스 	

<표 Ⅲ-34> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과

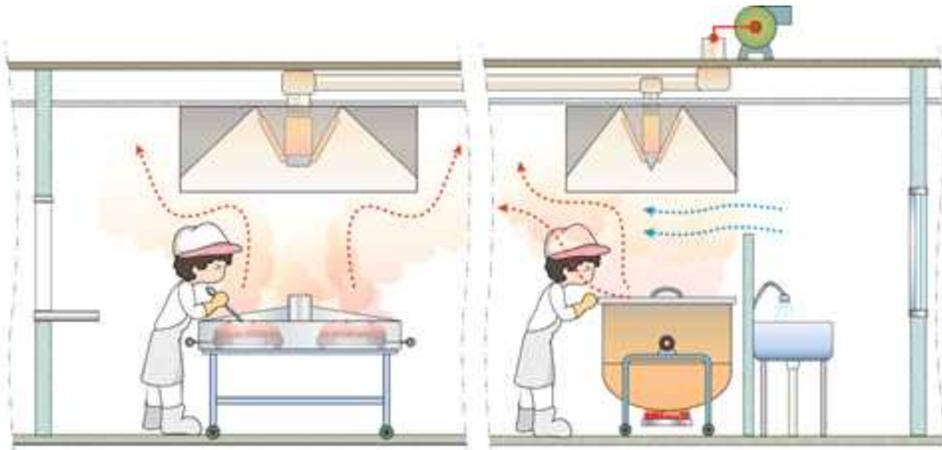
구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	28,333		
내부	MAX	317,184	20.2	536
	평균	71,525	8.1	490
	MIN	22,242	1.1	435
부침개 조리대		80,820		

<표 Ⅲ-34>은 ○○중학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 가스상 물질은 농도가 크게 문제되지 않았지만, 조리흡의 외부 농도와 비교해서 높게 측정되었다. 특히 감자전을 만들 때 부침개 조리대 내부

조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 8만개로 외부 3만개보다 2배 이상 높게 측정되었다. 조리대를 중심으로 조리실무원의 호흡기 주변 농도는 매우 높게 측정되어 조리 특성을 고려하여 조리실무원의 호흡기를 보호할 수 있는 후드 형태 개선이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

[그림 III-20]은 후드 주변 기류 흐름을 정리한 것인데 왼쪽의 부침개 조리대는 환기량이 부족하여 과전을 만들 때 발생하는 흡이 후드로 포집되지 못하고 외부로 비산되고 있었다. 특히 조리실무원이 후드 내부에 위치하고 있어 후드로 배출되지 못하고 후드 하부에 정체되어 있는 고농도 흡에 노출될 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 오른쪽 국솥은 후드 후면이 개방되어 있어 급기 기류로 인해 국솥에서 발생하는 오염물질이 조리실무원에게 영향을 미치는 것으로 조사 되었다. 캐노피 후드 특성상 밀폐가 매우 중요하므로 향후 국솥 설치시 벽면과 밀폐도를 개선하기 위한 고려가 필요할 것으로 판단된다.



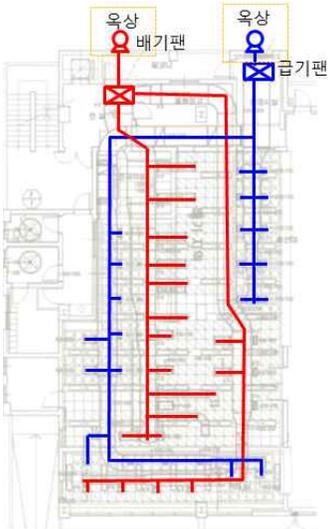
[그림 III-20] 학교 후드 주변 기류 흐름

11) ○○초등학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-35> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

구분	사진	송풍기 효율 평가					
		유량 (m ³ /min)			정압(mmAq)		
		정격	측정	효율(%)	정격	측정	효율(%)
배기팬		550	610	111	30	-	-
급기팬		385	-	-	30	-	-



<표 III-35>는 ○○초등학교 환기시스템 조사결과를 정리 한 것이다.

○○초등학교는 국솥 및 부침개조리대 상부 외부식 후드가 설치되어 있지 않고 전체환기 방식의 환기시스템으로 설치되어 있다.



(a) 국솥 모습



(b) 부침개 조리대 모습

[그림 III-21] ○○초등학교 조리실 모습

○○초등학교에서는 국솥, 부침개 조리대, 밥솥 및 오븐 상부에는 배기를 하고 있고 세척실 및 준비실에서는 급기를 하는 시스템으로 구성되어 있다.

(3) 후드 주변 기류 흐름

[그림 III-22]는 후드 주변 기류 흐름을 정리한 것인데 국솥 및 부침개 조리대 상부 천정에 배기가 위치하고 있고 세척실 및 준비대 상부에 급기가 설치되어 있다.

○○초등학교는 전체환기 방법으로 시간당공기교환을 약 60회/hr로 설계되어 있어, 후드가 미설치되었음에도 불구하고 조리기구에서 발생된 열기와 수증기가 조리실 내부에 정체하지 않고 천정의 배기구를 통해 배출되는 것으로

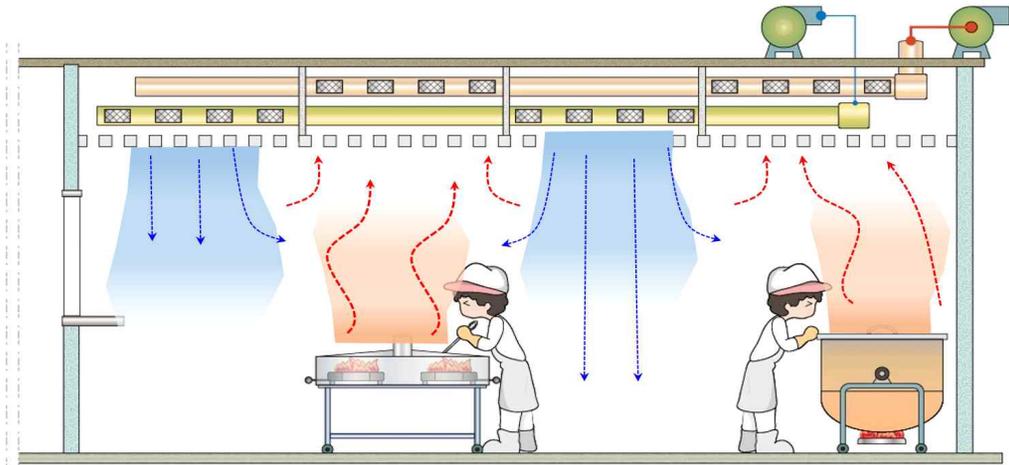
조사되었다. 또, 급기구역과 배기지역을 구분하여 환기함으로 인해 상대적으로 쾌적한 환경이 조성되는 것으로 판단되고, 급기 유량도 배기유량의 70%로 매우 효과적으로 운영되고 있었다. 급기구에는 먼지를 제거할 수 있는 필터는 설치되어 있지만, 온도 조절용 공조기는 미설치되어 있었다. 상대적으로 겨울철 외기온도가 높은 제주도는 적용 가능하여도 중부권 이상의 지역에는 겨울철 저온 문제로 인해 적용하기는 쉽지 않을 것으로 판단된다.

실제 조리실무원들도 후드 미설치에 대한 불편을 크게 느끼지 못하고 있었다. 하지만, <표 III-36>과 같이 당일 식단이 국수와 떡볶이여서 조리흠이 크게 발생하지 않았기 때문에 정확한 조리흠 발생 실태는 조사하기 어려웠지만, 후드 미설치로 인해 조리대에서 전이나 튀김 등을 할 경우 조리실무원의 호흡영역 보호는 어려울 것으로 판단된다.

전체환기 방법의 조리실의 환경을 고려해 본다면, 조리실 환기 기준에 전체환기에 대한 설계 기준 반영이 반드시 필요할 것으로 판단된다.

<표 III-36> ○○초등학교 식단

조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 멸치국수 • 오이부추무침 • 떡볶이 + 김말이 • 배추김치 • 흰죽 • 곶 	



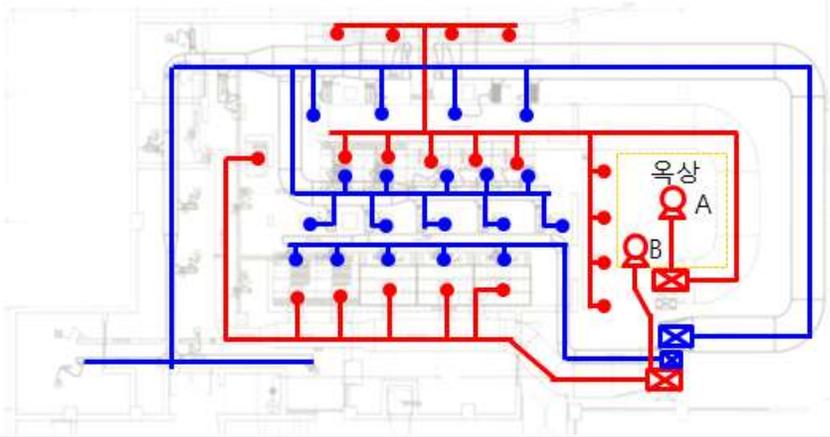
[그림 III-22] ○○초등학교 조리실 모습

12) ○○중학교

(1) 환기시스템 측정 결과 및 설치 현황

<표 III-37> ○○초등학교 환기시스템 현황 조사 결과 정리

구분	사진	송풍기 효율 평가					
		유량 (m ³ /min)			정압(mmAq)		
		정격	측정	효율(%)	정격	측정	효율(%)
배기팬		458	596	130	35	44	126
급기팬		297	312	105	40	51	128



<표 III-37>는 ○○중학교 환기시스템 조사결과를 정리한 것이다. ○○중학교는 반지하 형태의 조리실이지만, 배식대와 출입구에서 기류가

유입되어 기류 정체 현상은 크게 발생하지 않았다. 또, 급배기 송풍기 모두 양호하게 가동 중이었고, 후드의 배기효율도 양호한 편이었다. 후드에 급기를 설치하여 환기효율을 높이고자 하였고, 조리실 배치는 국솥 및 조리대가 전부 벽면에 위치하고 있어 환기효율을 높일 수 있는 구조로 설치되어있었다.

(2) 조리흡 및 가스농도 측정 결과

조리실 환경은 측정당일 식단에 영향을 많이 받기 때문에 식단조사가 필요하다. <표 III-38>은 측정당일 ○○중학교 식단표를 정리한 것이다.

<표 III-38> ○○중학교 식단

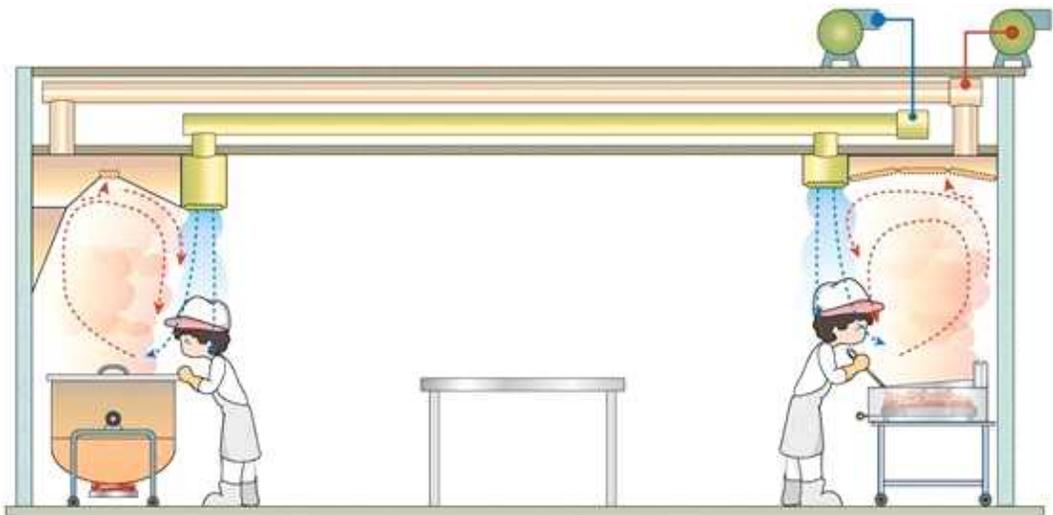
조리 현황	식단	사진
메뉴	<ul style="list-style-type: none"> • 현미수수밥 • 팥이버섯된장국 • 탕수육 • 숙주나물무침 • 새송이버섯보말볶음 • 배추김치 • 요구르트 	

<표 III-39> ○○중학교 조리실 환경 측정 결과

구분		조리흡 측정결과 (개/L)	CO측정결과 (ppm)	CO2 측정결과 (ppm)
외부	평균	79,510		
내부	MAX	134,453	0.1	467
	평균	73,547	0.1	422
	MIN	54,687	0.1	410
튀김 솔 상부		205,374		

<표 Ⅲ-39>는 ○○중학교 조리실 내부 환경 실태 조사 결과를 정리한 것이다. 가스상 물질은 농도가 크게 문제되지 않았지만, 조리흡의 외부 농도와 비교해서 높게 측정되었다. 특히 탕수육을 만들 때 튀김솥 내부 조리실무원 호흡기 높이의 조리흡 농도는 20만개로 외부 8만개보다 2.5배 이상 높게 측정되었다.

(3) 후드 주변 기류 흐름



[그림 Ⅲ-23] ○○중학교 조리실 모습 및 후드 기류 흐름

[그림 III-23]과 같이 후드 끝단에서 조리흡이 조리실무원 방향으로 확산되지 못하도록 급기 노즐이 설치되어 있지만, 현장 기류 평가 결과 후드 내부에서 조리흡이 정체 한 후 급기기류를 따라 오히려 조리실무원 호흡영역으로 하강하는 것을 볼 수 있었다.

후드에 급기 노즐을 설치할 경우 배기기류와 급기기류를 구분할 수 있어야 하는데 현재 조리실 높이가 낮아 후드 깊이가 충분하지 않아 배기기류와 급기기류가 충분하게 구분되지 않아 발생하는 문제인 것으로 판단된다. 하지만, 조리흡이 발생하지 않을 경우 급기 공기에 의해 쾌적한 환경이 조성되기 때문에 급기 기류를 공급하는 것도 효과적인 방법이라고 판단된다.

4. 실태 조사 결과 종합

1) 조리대 또는 렌지 작업

(1) 조리대 환기 문제점

조리 작업 중 조리실 환경 및 조리작업자의 건강상 영향을 가장 크게 미치는 작업은 조리대 또는 렌지에서 조리하는 작업으로서 오일을 사용한 튀김 작업 시 조리흠이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 하지만 대부분의 조리실에서 후드 설치 상태를 보면 <표 Ⅲ-40>와 같이 배기 유량이 부족하고 후드의 형태가 기본적인 설치 기준에 못 미치는 것으로 조사되었다.

<표 Ⅲ-40> 조리대 또는 렌지와 튀김 솥 작업 설치 평가

설계 기준	기준	현장 조사 결과
배기유량	• 후드면 풍속 0.5 m/s	• 조사 후드 10개 중 10개 불량
후드 형태	• 후드 높이 : 발생원 개구면에서 1.2m 이내 • 후드 깊이 : 최소 60cm 이상 • 후드 크기 : 발생원보다 최소 20cm 이상 크게	• 조사 후드 10개 중 10개 불량
필터 설치 방법	• 필터 통과 유속 1.5m/s 이내	• 조사 후드 10개 중 9개 불량
덕트 설치 개수	• 후드 1.8m 당 1 개	• 조사 후드 10개 중 10개 불량

[그림 Ⅲ-61]과 같이 후드 구조가 흠 배기가 어려운 구조로 되어 있거나 필터 설치 방법이 잘못되어 있어 환기 불량이 발생하였다. 표준 후드 방식으로 설치된 조리실은 일부 신설 조리실에만 적용되어 있었다.

(2) 조리대 기류 흐름 및 환경 평가 결과

조리대에서 발생된 조리흡이 가장 조리실무원 건강에 영향을 많이 주는 것으로 판단되는데 조리대에 설치된 후드 형태가 조리실무원 호흡영역을 적절하게 보호해 주지 못하고 있다.

조리대 상부에 설치된 후드 형태는 거의 대부분 동일하였고, 후드 배기유량은 큰 차이를 보이고 있다. 후드 배기유량에 따른 작업자 호흡영역 보호효과를 평가하기 위해 기류 가시화 실험을 실시하였다.

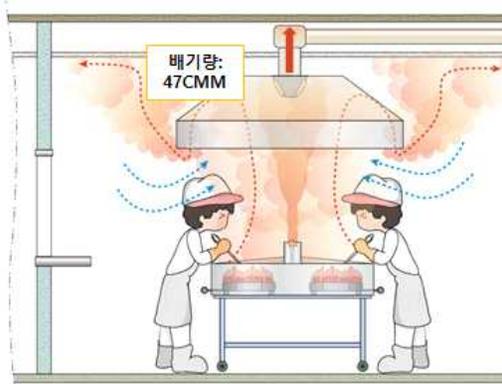
후드 배기량이 $33\text{m}^3/\text{min}$ 으로 적정 유량인 $171\text{m}^3/\text{min}$ 의 20%로 환기량이 부족한 후드와 후드 배기량 $126\text{m}^3/\text{min}$ 으로 적정 유량인 $154\text{m}^3/\text{min}$ 의 80%로 환기량이 비교적 양호한 후드를 대상으로 기류 실험을 실시하였다.

① 후드 환기량이 부족한 경우

[그림 III-24]와 같이 후드의 배기량은 $47\text{m}^3/\text{min}$ 인데 연기 실험 결과 기류가 원활하게 포집되지 못하고 후드 외부로 유출되었다. 특히 후드가 상부에 위치한 상태에서 조리작업자가 조리과정에서 조리대 상부에 허리를 굽힌 상태에서 작업하는 경우 호흡구에 조리흡이 직접적으로 노출되는 문제가 드러났다.



(a) 조리대 후드 설치 오류



(b) 조리대 후드 표준 방안

[그림 III-24] 조리대 환기 문제점 모식도

[그림 Ⅲ-25]는 배기유량이 부족한 후드의 조리대 상부에서 연기를 발생시킨 후 기류 흐름을 관찰한 모습을 시간대별로 정리한 것이다. 배기유량이 낮은 경우 조리대 상부의 기류가 후드로 상승하지 못하고 주변 방해기류의 영향으로 주변으로 확산되고 있는 것을 알 수 있다. 조리실무원에 직접 영향을 주지 않지만, 조리실 내부의 공기질을 악화시킬 수 있는 것으로 조사되었다.



[그림 Ⅲ-25] 후드 배기량 부족시 조리대 상부 기류 흐름

② 후드 환기량이 충분한 경우

후드 환기량이 충분한 후드가 설치된 조리대 상부에서 기류 가시화실험을 실시하였고, 시간대별 기류 흐름을 [그림 Ⅲ-26]에 정리하였다.

후드 배기량이 충분하여 조리대에서 발생된 연기가 후드로 상승한 후 유입되는데 캐노피 후드의 특성상 작업자 호흡영역을 보호해 주지 못하고 있는 것을 알 수 있다.

이 경우에 조리대에서 발생된 조리흠에 작업자 호흡영역이 직접 노출될 가능성이 매우 높아 효과적인 환기가 이루어지지 않는 것으로 판단된다.



[그림 Ⅲ-26] 후드 배기량 양호시 조리대 상부 기류 흐름

또한 [그림 III-27]은 작업자가 조리대 끝단에서 연기를 발생시킨 결과를 정리한 것으로, 작업자가 조리대에서 좀 떨어져 작업하여도 여전히 고농도 조리흠에 노출될 가능성이 높다는 것으로 보여주고 있다.



[그림 III-27] 후드 배기량 양호시 조리대 끝단의 기류 흐름

[그림 III-28]과 같이 조리대 주변의 조리흠 입자수와 CO₂ 농도를 측정하였는데 <표 III-41>과 같이 조리흠 입자수의 경우 조리실 외부가 115,712개/L일 때 조리대 상부의 작업자의 호흡영역에서는 376,658개/L로 나타났다. CO₂의 경우 조리실 외부가 475ppm일 때 1,200ppm으로 나타났다.



(a) 조리대 상부 조리흠 측정모습



(b) 조리대 상부 조리흠 측정위치

[그림 III-28] 조리대 상부 조리흠 측정 위치

<표 III-41> 조리대 상부 오염도 측정결과 비교

구분	흄 입자수(개/L)	CO ₂ (ppm)
외부	111,712	475
조리대	376,658	1,200
측정장비 사진		

<표 III-42>와 [그림 III-36]에 조리실 실태 조사 대상 학교별 조리흄 측정결과를 정리하였다. 환기 효과의 순위는 조리실의 환기량이 양호한 순대로 평가하였는데 조리흄 발생 농도 분포와 환기 효과는 크게 상관관계가 없고 더욱이 조리작업자의 호흡영역에서의 조리흄 농도와 환기 효과는 거의 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 즉, 후드의 환기량이 원활하더라도 후드의 구조상 조리흄이 작업자의 호흡영역을 거쳐 배기되기 때문에 작업자 호흡영역 개선 효과는 없는 것으로 평가되었다.

조리대에서 발생하는 조리흄을 효과적으로 포집하기 위해서는 후드 형태 및 배기량에 대한 재설계가 필요한 것으로 판단된다.

<표 III-42> 학교별 조리실 조리흙 발생 농도 현황

학교명		○고등학교	○중학교	○초등학교	○여자고등학교	○초등학교	○초등학교	○중학교	○고등학교	○중학교	○중학교	평균	
환기효과 순위		3	6	1	2	7	8	4	9	5	10		
조리흙 측정 결과 (개/L)	외부	115,712	87,254	63,625	272,347	22,608	125,754	71,084	64,605	130,607	28,333	101,442	
	내부	MAX	143,470	119,748	101,266	211,016	71,050	140,354	206,387	188,604	160,096	317,184	165,918
		평균	120,836	96,413	86,290	147,889	57,655	135,217	104,452	88,757	143,366	71,525	105,240
		MIN	107,348	87,254	72,015	67,123	37,465	131,581	71,284	39,092	131,943	22,242	76,735
	조리대 상부 (작업자 호흡영역)	376,658	341,059	397,205	-	157,417	-	225,813	-	893,595	80,820	353,224	



[그림 III-29] 학교별 조리실 환경평가 결과 그래프

2) 튀김 솔 작업

튀김 솔도 조리대와 마찬가지로 조리과정에서 많은 조리흙이 발생하는데 [그림 III-30]과 같이 조리대 옆에 붙어서 후드를 공유하여 사용하고 있는 경우가 많아 조리대 후드와 비슷한 문제점을 가지고 있다.

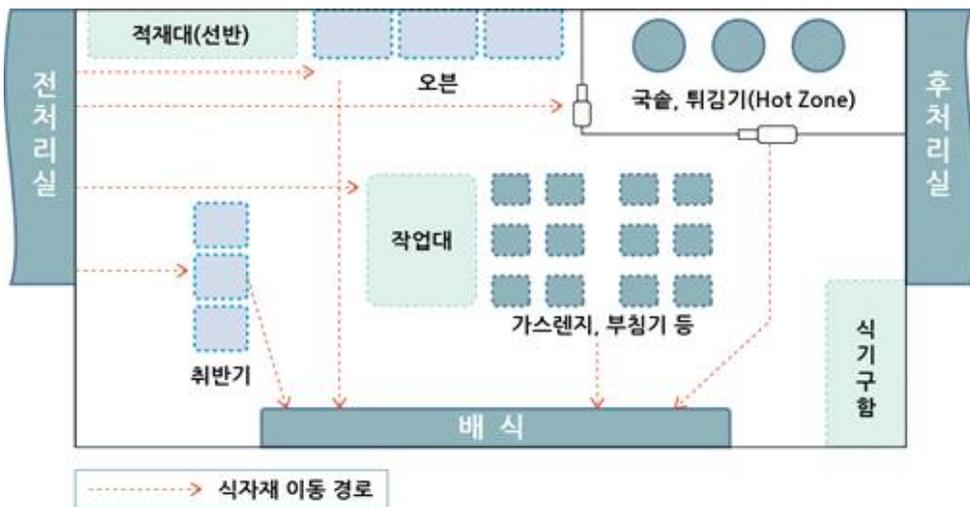


(a) 조리대 및 튀김 슴 후드 모습

(b) 튀김 슴 작업 모습

[그림 Ⅲ-30] 조리대 및 튀김 슴 후드 모습

[그림 Ⅲ-31]과 같이 안전보건공단에서 발간한 『안전한 조리실 조성을 위한 기준』에서 제시한 튀김 슴 배치는 벽면에 위치시키는 것으로 권장되어 있지만 대부분 조리대와 함께 아일랜드형으로 되어있다.



[그림 Ⅲ-31] 튀김 슴 배치방법(안전보건공단, 2012)

닭 튀김 등 조리흡이 가장 다량 발생하는 튀김기는 별로 후드를 설치하고

배출구에 기름 제거 등 주변 지역 환경 영향도 피해가 가지 않도록 개선할 필요가 있을 것으로 판단된다.

튀김기에 대한 후드 형태 및 환기량 재산정이 필요할 것으로 판단된다. 또, 조리실 중앙에 위치한 튀김기는 벽면 쪽에 설치할 수 있도록 조리실 배치에 대한 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

3) 국솥 작업

국솥은 주로 뚜껑 개방 시 수증기가 많이 발생하는데 조리실 내 온도 및 습도에 영향을 많이 줄 수 있다. <표 III-43>과 같이 조사 학교 중 상당수가 후드 설치 기준에 못 미치는 것으로 조사되었다.

<표 III-43> 국솥 작업 설치 평가

설계 기준	기준	현장 조사 결과	비고
배기유량	• 후드면 풍속 0.5 m/s	• 조사 후드 19개 중 16개 불량	• 유량 설계 기준 없음
후드 형태	• 후드 높이 발생원 개구면에서 1.2m 이내 • 후드 깊이 : 최소 60cm 이상 • 후드 크기 : 발생원 보다 최소 20cm 이상 크게	• 조사 후드 19개 중 17개 후드 후면 불량	
필터 설치 방법	• 필터 통과 유속 1.5m/s 이내	• 조사 후드 19개 중 16개 불량	
덕트 설치 개수	• 후드 1.8m 당 1 개	• 조사 후드 19개 중 10개 불량	

[그림 III-32]와 같이 국솥 위치는 벽면이나 창문에 위치하게 된다. 국솥은 뚜껑을 열 때 다량의 수증기와 열기가 조리실 내부로 배출되어 조리실 고열의 주원인이 되고 있다.



(a) 벽면에 설치된 국솥 모습



(b) 창문벽면에 설치된 국솥 모습

[그림 Ⅲ-32] 조리대 후드 환기 효율 평가 모습

[그림 Ⅲ-33]과 같이 순간적으로 발생된 다량의 수증기를 포집하기 위해 많은 환기량을 유지할 경우 두껍이 닫혀 있는 시간동안 환기 공기가 낭비되고, 조리실 전체 배기가스 유량이 과다하게 설계될 우려가 있다. 따라서 국솥의 경우 두껍을 열 때 발생하는 수증기를 100% 후드로 포집하기 보다는 평상시에 열기를 충분하게 배출할 정도로 유지하고, 두껍을 열 때 발생하는 다량의 수증기는 전체환기를 설치하여 배출하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.



[그림 Ⅲ-33] 국솥 두껍 개방시 수증기 발생 모습

또, 창문 벽면에 설치된 국솥 후드는 조리중에 창문을 반드시 닫아두어야

한다. [그림 III-34]은 동일한 후드에 창문 개폐시 기류 흐름을 정리한 것으로 창문을 닫아 둘 경우 후드로 기류가 원활하게 유입되지만, 창문을 개방할 경우 창문으로 유입된 빠른 기류에 의해 후드로 유입되지 않고 조리실 내부로 수증기와 고열이 확산되고 있다.

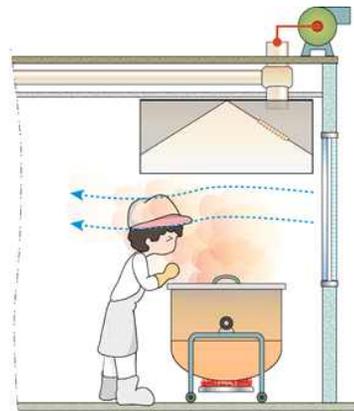
후드 설치도 중요하지만, 조리 작업시 창문 등 조리실 내부 횡기류(Cross Draft)를 최소화 할 수 있도록 자연환기구 관리도 매우 중요할 것으로 판단된다.



(a) 창문 닫은 상태 연기 실험 결과



(b) 창문 개방 상태 연기 실험 결과



(c) 창문 개방시 기류 흐름

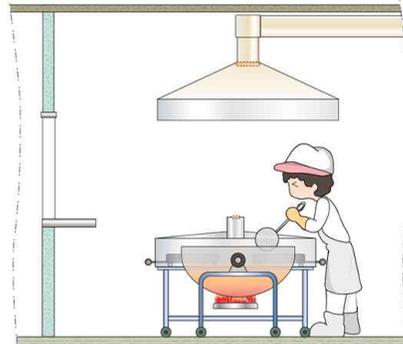
[그림 III-34] 국솥 후드 연기 실험 - 창문 개방 시

4) 필터 설치 방법

후드 배기구에 위치한 필터는 조리 과정에서 발생하는 오일을 걸러주기 위해 설치되어 있는데 [그림 Ⅲ-35]와 같이 후드 목부에 필터를 설치할 경우 좁은 면적에 기름이 유입되어 필터 유속이 커지고 필터망에서 기름의 저항이 커서 압력손실이 크게 발생한다. [그림 Ⅲ-35]의 경우 후드 배기구에 삼각 구조의 경사 필터가 부착되어 있어 [그림 Ⅲ-36] 보다는 양호하지만 후드 크기에 비해 덕트가 1개 설치되어 여전히 압력손실이 커서 배기가 원활하지가 않다.



(a) 목부 수평 필터 설치 모습

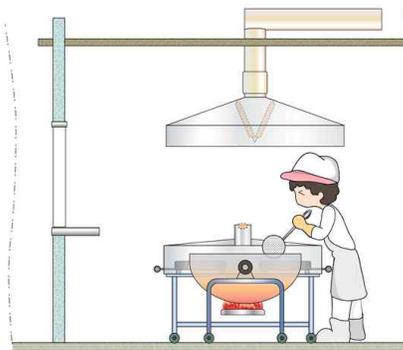


(b) 수평 필터 구조 모식도

[그림 Ⅲ-35] 목부 수평필터 설치 모습



(a) 1단 경사 필터 모습



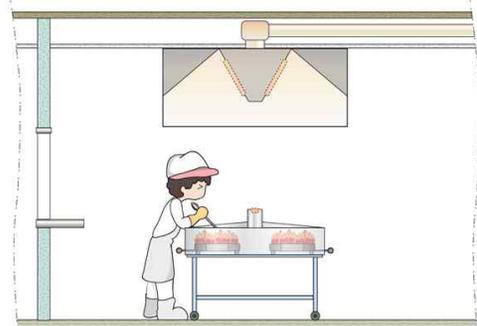
(b) 1단 경사 필터 모식도

[그림 Ⅲ-36] 1단 경사 필터 설치 모습

[그림 III-37]은 신설 조리실에 설치되어 있는 후드인데 [그림 III-37]과 같이 배기구에 삼각 구조의 경사 필터가 설치되어 있지만 후드 길이에 따라 전체적으로 설치되어 있다. 이렇게 설치할 경우 배기구 면적이 넓어 필터에서 유입 속도를 낮춤으로써 후드에서 압력손실을 낮출 수 있다.



(a) 다단 경사 필터 모습



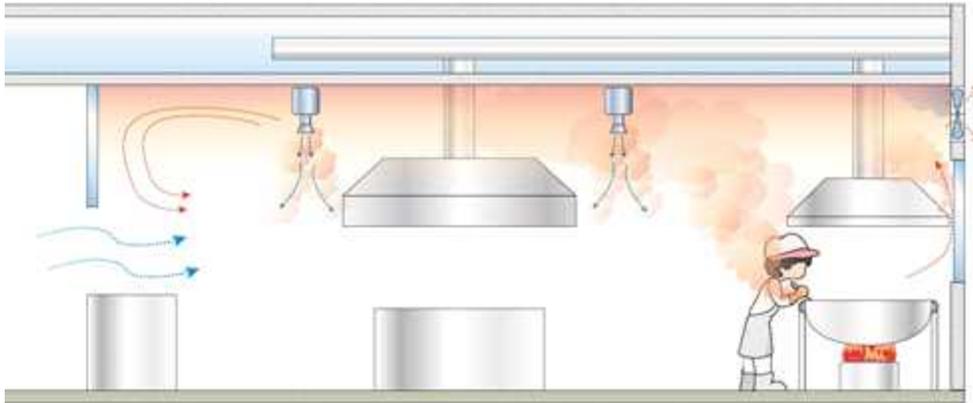
(b) 단단 경사 필터 구조 모식도

[그림 III-37] 다단 경사 필터 설치 모습

5) 전체환기 부족

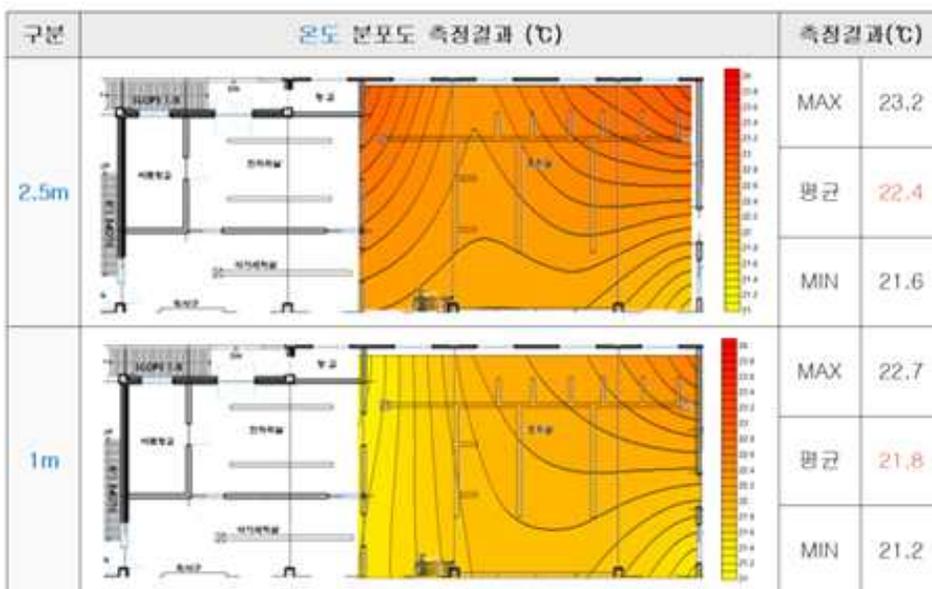
현재 대부분의 조리실 내부에는 전체환기 시스템이 설치되어 있지 않다.

보통 창문에서 월팬으로 전체환기를 하지만 월팬만으로는 전체환기가 원활이 이루어지지 못한다. [그림 III-38]와 같이 조리대 및 국솥 후드에서 배기유량이 부족하여 후드 외부로 유출되는 오염물질 및 열은 조리실 상부에 정체하다 배식대에서 유입되는 급기 기류에 의해 다시 조리실 내부로 유입된다.



[그림 III-38] 조리실 내부 전체환기 모식도

[그림 III-39]은 조리실 내부 1m, 2.5m 높이에서의 온도 분포를 측정한 결과이다. 평균 온도가 1m보다 2.5m에서 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 유출된 오염물질 및 열이 조리실 상부에 정체되어 있음을 보여준다.



[그림 III-39] 조리실 내부 높이별 온도분포

[그림 III-40]은 그릴을 이용하여 전체환기를 실시하고 있는 모습인데, 조리실 상부에 정체되는 고열을 환기하기 위해서는 반드시 전체환기 설치를 의무화해야 할 것으로 판단된다. 전체환기를 위한 덕트를 설치하기 위해서는 조리실 천정에 덕트 설치 공간이 있어야 하는데, 현재 조리실 높이(2.6~2.8m)가 낮아 덕트 설치에 어려움이 있다.

향후 원활한 전체환기를 위해서는 조리실의 건물 높이는 덕트 설치 공간을 확보할 수 있도록 최소 높이를 규정할 필요가 있을 것으로 판단된다.



[그림 III-40] ○○초등학교 조리실 전체환기 설치모습

6) 송풍기 및 배기가스 처리

조리대에서 발생되는 조리흡과 열기를 환기하기 위해서는 적절한 송풍기를 선정해야 하는데, 현재 송풍기 선정 기준이 없는 실정이다. 덕트 반송속도에 따른 송풍기 정압 설계 방법에 대한 기준 마련이 필요할 것으로 판단된다. 또,

건물 옥상에 송풍기를 설치하면 소음과 냄새 민원 때문에 조리실 내부에 송풍기를 설치하는 경우가 있는데, 조리실 내부에 송풍기가 위치하면 조리중 소음 문제 등으로 인해 환기장치 가동이 원활하지 않을 수 있다. 주변 민원을 고려한 송풍기 소음 저감 방안 및 적절한 배기가스 처리 시스템이 반드시 설치되어야 할 것으로 판단된다.

IV. 설문 조사 및 신설 조리실 설계 검토



IV. 설문 조사 및 신설 조리실 설계 검토

1. 경남 교육청 설문조사 결과

총 16개 항목 중 환기관련 2개 항목에 대한 내용을 정리하였다. 환기시스템에 대한 만족도는 매우 낮지만 중요도도 낮은 것으로 조사되었다. 즉, 현재 조리실무원은 환기에 대한 불만도 있지만, 근골격계 등 다양한 불만 요소도 있는 것으로 조사되었다.

5. 작업 중 환기가 적절하게 이루어지고 있다고 생각하십니까?

직무를 수행하는데 중요한 정도					현재 근무하는 직장에서 만족한 정도				
매우중요	중요	보통	중요하지 않음	전혀 중요하지 않음	매우만족	만족	보통	만족하지 않음	전혀 만족하지 않음
⑤	④	③	②	①	⑤	④	③	②	①

6. 스스로 환기장치, 창문 등을 적절하게 활용하여 환기하고 있다고 생각하십니까?

직무를 수행하는데 중요한 정도					현재 근무하는 직장에서 만족한 정도				
매우중요	중요	보통	중요하지 않음	전혀 중요하지 않음	매우만족	만족	보통	만족하지 않음	전혀 만족하지 않음
⑤	④	③	②	①	⑤	④	③	②	①

환기시스템에 대한 만족과는 3.49점으로 평균 이상이었고, 환기장치 가동 및 창문 개방 등 환기시스템 가동 여부도 3.66점으로 조리실에 설치된 환기장치는 잘 가동하는 것으로 조사되었다.

<표 IV-1> 환기장치 가동에 대한 설문조사 결과

구분	항목	중요도		만족도	
		점수	순위	점수	순위
5	환기의 적절성	4.41	10	3.49	7
6	환기 실천 여부	4.46	4	3.66	4

2. 신설 조리실 설계 검토

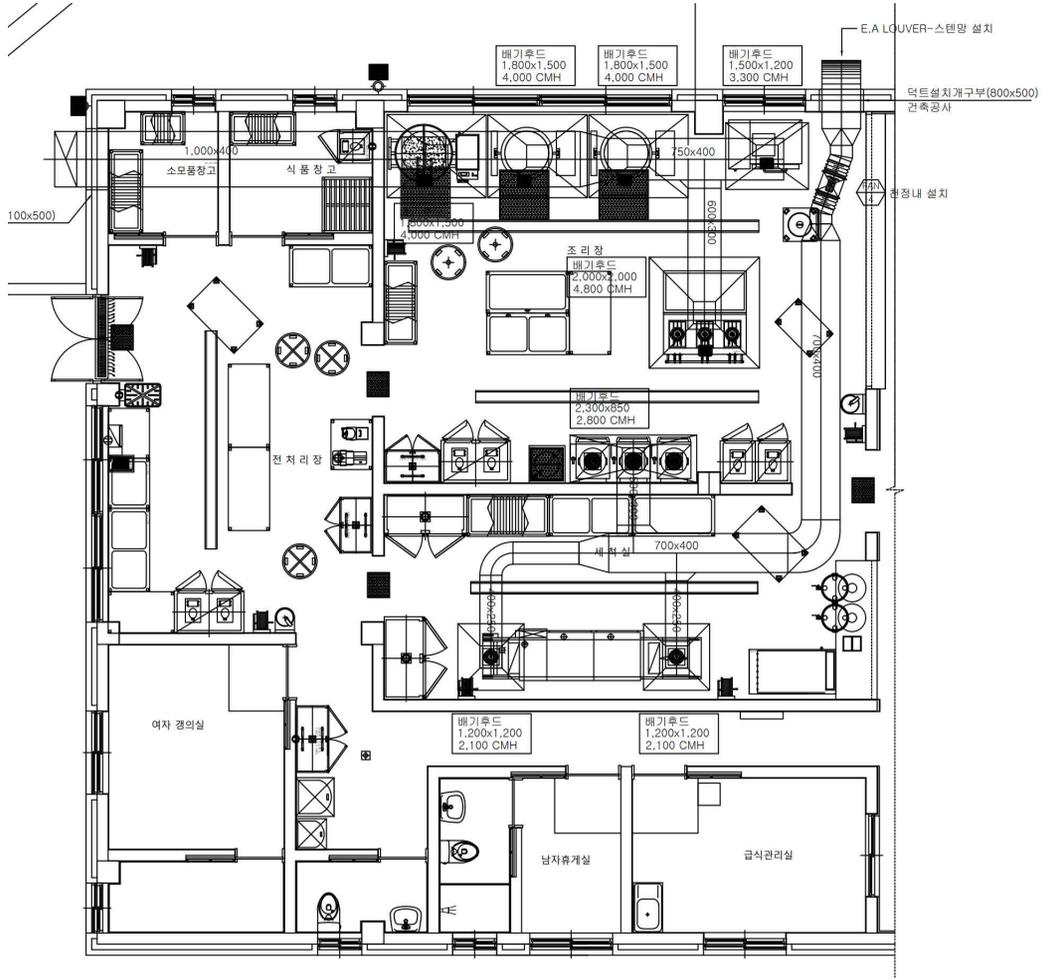
1) ○○ 중학교

○○중학교는 기존 조리실이 노후화되어 주차장을 식당으로 리모델링 공사 중인 곳이었다.

국솥 2개와 튀김기 및 가스렌지후드가 335 m³/min 송풍기에 연결되어 있고, 식기세척기와 오븐기가 110 m³/min에 연결되어 있다. 하지만 335 m³/min 송풍기에 연결된 후드의 필요유량은 국솥 및 튀김기에 306 m³/min(102 m³/min×3)대과 가스렌지에 80 m³/min으로 총 386 m³/min이 필요하고, 110 m³/min송풍기에 연결된 후드의 필요유량은 오븐기 60 m³/min과 식기 세척기 70 m³/min으로 총 130m³/min이 필요하다. 즉, 현재 후드 필요 유량보다 송풍기 배기유량이 작게 선정되어 있어 설치 후 충분한 환기 효율을 기대하기 어려울 것으로 판단된다.

또, 후드 유량은 제어유속 방법을 적용하였는데 제어유속을 0.2 m/s로 계산하여, 필요 환기량이 과소 평가된 것으로 판단된다. 송풍기 정압도 계산없이 두 송풍기 모두 40 mmAq로 선정되어 있지만, 송풍기 정압의 적정성 여부도 판단하기 위한 정압계산 결과가 누락되어 있다.

IV. 설문 조사 및 신설 조리실 설계 검토



[그림 IV-1] ○○ 중학교 신설 조리실 배치도

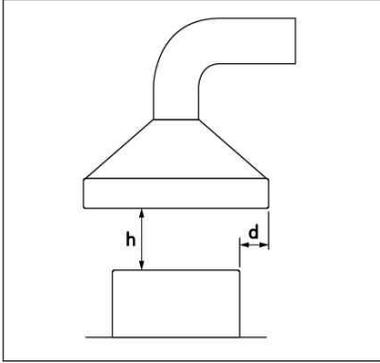
<표 IV-2> 기계장비 일람표

첨 류										
기호	수량	명칭	형식	풍량 (CMM)	정압 (mmAq)	첨번호	모타 (KW)	전원	설치장소	비고
FAN-1	5	배기첨	첨정형	3.5	-	-	0.03	1/220V/60 HZ	화장실, 샤워실, 식품창고, 소모품 창고	기타부속구비
FAN-2	6	배기첨	첨정형	12	-	-	0.07	1/220V/60 HZ	세척실, 전처리실	기타부속구비, MVD-200 또는 동등이상품
FAN-3	4	배기첨	벽부형	22	-	-	0.044	1/220V/60 HZ	조리실	기타부속구비, EKS-3000SAP 또는 동등이상품
FAN-4	1	배기첨	덕트인라인첨	110	40	400	1.5	1/220V/60 HZ	첨정내부(주방 배기후드용)	기타부속구비, DWF-600 또는 동등이상품
FAN-5	1	배기첨	시로코첨	335	40	#5	7.5	3/380V/60 HZ	옥상층(주방배기후드용)	기타부속구비, 방진가대구비, 고효율모터, 사양표(명판) 반드시 부착 할 것

<표 IV-3> 후드 유량 산정 결과

실 명	계 산 근 거 ($Q=5000 \times h \times U \times v$)	풍량 (CMH)	풍량 (m^3/min)	비 고
주방 후드1(가스렌지)	$5000 \times 0.6 \times 2 \times (2.5 + 1.5) \times 0.2$	4,800	80	캐노피형 이중후드
주방 후드2(국솨)	$5000 \times 0.6 \times 2 \times (3.6 + 1.5) \times 0.2$	6,120	102	캐노피형 이중후드
주방후드 3(오븐기)	$5000 \times 0.6 \times 2 \times (1.5 + 1.5) \times 0.2$	3,600	60	캐노피형 이중후드
소계		14,520	242	

▶ 천개식 후드



▶ 포집풍속, 면풍속의 추천치

면 풍 속 (m/s)	주 위 조 건
vx = 0.10 ~ 0.15	주위가 정지기류일 때
vx = 0.15 ~ 0.30	약간 기류일 때
vx = 0.20 ~ 0.40	강한 기류일 때
vf = 0.9 ~ 1.2	4번 개방
vf = 0.8 ~ 1.1	3번 개방
vf = 0.7 ~ 1.0	2번 개방
vf = 0.5 ~ 0.8	1번 개방

천개식 후드의 흡입풍량을 Q(m³/h)라고 하면 일 중(Single)후드의 경우,

$$Q = 7200 \cdot h \cdot U \cdot vx$$

$$\text{또는 } Q = 3600 \cdot F \cdot vf$$

여기서, h : 후드하면에서 오염원까지의 높이(m)

U : 후드의 주변길이(m),

F : 후드의 개방면적(m²)

vx : 포집 풍속(m/s),

vf : 면풍속(m/s)

[그림 IV-2] 후드 유량 산정 방법

2) ○○ 초등학교

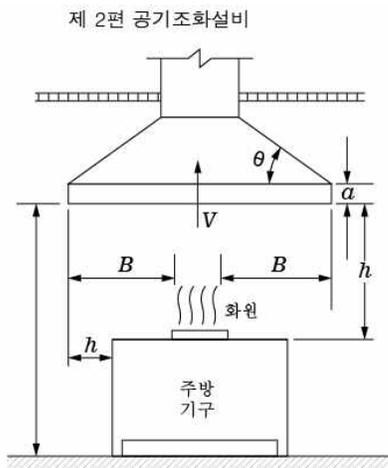
○○ 초등학교는 기존 조리실이 노후화되어 철거 후 리모델링 중이었는데, 덕트 삽입형 송풍기가 조리실 내에 설치되어 있다. 송풍기는 기존 설치된 것을 재사용하고, 후드와 송풍기 입구까지 덕트 교체가 진행 중이었다.

○○ 초등학교의 경우 기계설비기준에 따라 후드면 풍속으로 유량을 설계하였고, 개구면 유속은 0.3m/s로 계산하였다. 하지만, 현장 조사결과 0.3m/s로 후드면 풍속이 유지되어도 충분한 환기효과를 거두지 못하는 경우가 많고, 가스렌지 후드도 캐노피 후드가 설치되어 기존 조리실 문제점을 그대로 답습하고 있는 실정이다.

또, 송풍기가 조리실 내부에 위치하고 있어 조리실무원들이 소음에 그대로 노출될 우려가 높은 것으로 판단된다. 송풍기가 조리실 내부에 위치한 이유는 민가와 인접해 있어 송풍기를 조리실 외부에 설치할 경우 민원 발생 우려 때문인 것으로 조사되었다. 주변 민원이 발생할 정도의 소음이 있는 송풍기를

<표 IV-5> 후드 유량 산정 결과

실 명	계 산 근 거 ($Q=A \times V \times 3600$)	풍량 (CMH)	풍량 (m^3/min)	비 고
주방 후드1 (가스렌지)	$2.5 \times 1.5 \times 0.3 \times 3600$	4,050	68	
주방 후드2 (국솥)	$3.6 \times 1.5 \times 0.3 \times 3600$	5,832	97	
주방 후드 3 (오븐기)	$1.5 \times 1.5 \times 0.3 \times 3600$	2,430	41	
소계		12,312	205	



	규 제 값	실 용 값
a	5.0cm 이상	100~150mm
B	$h/2$ 이상	-
b	-	150mm~400mm
H	-	1800~2000mm
h	1.0m 이하	1000mm
V	-	0.25~0.5m/s
θ	10° 이상	$30^\circ \sim 40^\circ$

그림 10-4 후드 주변 상세도

오염원의 위치에 대하여 필요한 풍속을 말하며 기준이 되는 제어풍속은 표 10-11과 같다.

제어 풍속에 의한 환기계획은 공장과 작업장에 주로 채용한다. 후드에 대하여 오염원의 흡입풍량 계산식의 예는 그림 10-3에 나타났다.

그림 중 x 는 흡입구와의 거리(m), v 는 x 에 대한 풍속[m/s], A는 후드의 개구면적[m^2]을 나타냈다. 개구면 풍속은 오염물질을 포집하여 배기후드 내에 흡입하는데 필요한 풍속으로서 후드에서의 배기량 Q와 후드면적 A, 개구면 풍속 v 에 의해 구한다.

$$Q = A \times v \times 3600 \quad (10-3)$$

[그림 IV-4] 후드 유량 산정 방법

V.조리실 환기 개선 방향



V. 조리실 환기 개선 방향

1. 환기량 산정 기준

1) 국내외 조리기구 환기량 산정 기준

조리과정 중에 발생하는 조리흡은 조리기형태와 조리기 표면 온도에 따라 다르게 발생된다. <표 V-1>는 미국 산업환기매뉴얼에서 제안한 조리 기구별 환기량 산정 기준을 정리한 것이다. 이 표에서 보면 조리기구 온도와 조리흡 등 발생 유무에 따라 후드 형태 및 환기량을 다르게 제안하고 있다.

<표 V-1> 조리 기구별 구분(ACGIH)

구분	조리기구	대상 설비
Light duty (200°C)	Electric or gas	밥솥, 국솥, 식기 세척기
Medium duty (200°C)	Electric, Electric or gas	오븐 조리대, 튀김기
Heavy duty (315°C)	Gas, Electric or gas	
Extra-heavy duty (370°C)	직화구이	해당없음

조리기구 표면 온도에 따라 환기량을 다르게 하고 있는데, <표 V-2>는 국내의 2개 기준과 국외 3개 기관에서 제시한 후드 형태별 후드면 풍속을 정리한 것이다.

<표 V-2> 조리 기구 및 조건별 환기량 기준

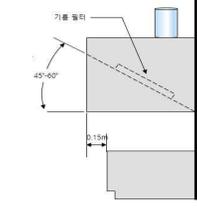
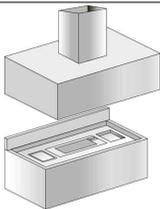
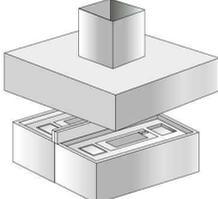
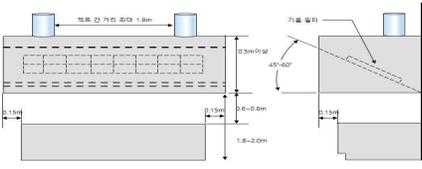
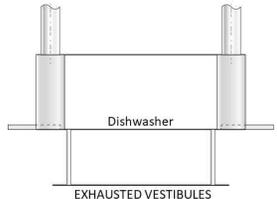
후드 형태	국내		국외 기준								
	안전보건 공단 2019년 “조리시 발생하는 공기 중 유해물질 과 호흡기 건강영향 ”	기계설비 기술기준 안 (기계설 비기술기 준고시 21. 6.7)	미국 ACGIH(산업위생전문가 협의회) INDUSTRIAL VENTILATION MANUAL	미국 냉동공조학회(ASHRAE) 조리 후드 설계 기준			Uniform Mechanical Code (UMC) 2021				
			후드면 풍속(m/s)-후드 폭 1.2m 기준								
			Light Duty	Mediu m Duty	Heavy Duty	Light Duty	Mediu m Duty	Heavy Duty		Medi um Duty	Heav y Duty
Wall-mounted canopy	제어유속 0.5m/sec 이상	후드 면 풍 속 0.3 ~0.5m/s 환기 회 수 40회 /h 이상	0.26	0.39	0.52	0.26	0.39	0.52		0.25	0.33
Single-island			0.52	0.65	0.78	0.52	0.65	0.78		0.42	0.50
Double-island (per side)			0.33	0.39	0.52	0.33	0.39	0.52		0.25	0.33
Eyebrow			0.33	0.33	Not allowed	0.33	0.33	Not allowe d		0.21	
Back shelf/proximity/p ass-over			0.39	0.39	0.52	0.39	0.39	0.52		0.25	0.33
Dishwashing Appliance			세척기 개구면 0.75								0.1
비고	제어유속 적용 불 가 후 드 면 풍 속 을 적용하는 것이 타 당함	조리조건 에 대한 고려 없 음	동일한 설계 기준 제시						미국 산업환기 매 뉴얼보다 낮게 산 정됨		

2) 조리 기구별 후드 형태와 적정 환기량 산정 기준

<표 V-2>에 제시된 5개 기관의 후드면 풍속범위를 후드 형태별로 <표 V-3>에 정리하였다. 아일랜드형 후드의 경우 제어유속이 0.78m/s로 가장 빠르고, 국솥이면서 벽면에 부착된 캐노피 후드는 0.39m/s로 가장 낮은 제어유속이 제시되었다.

특히 오븐과 밥솥에 제시된 Eyebrow 형태 후드는 고열의 조리기구에 사용하지 못하도록 하고 있다. 각 후드 형태별로 구분하여 최적의 개구면 유속을 제시할 필요가 있을 것으로 판단된다.

<표 V-3> 조리 기구별 환기 후드형태별 개구면 유속

후드 형태	적용 가능 조리기 구	후드면 풍속 범위 (m/s)	조리기구별 개구면 유속 기준(m/s)
 <p>Back shelf/proximity/pass-over</p>		0.39~0.52	
 <p>Single-island</p>	조리대 , 튀김솔	0.65~0.78	0.7m/s
 <p>Double-island (per side)</p>		0.39~0.52 (각 면당)	
 <p>Wall-mounted canopy</p>	국솔	0.26~0.39	0.5m/s
 <p>Eyebrow</p>	밥솔 오븐	0.33 0.39~0.52	0.5m/s
 <p>Dishwashing Appliance</p>	식기 세척기		0.7m/s (세척기 개구면)

2. 조리기구별 후드 형태 적정성 평가

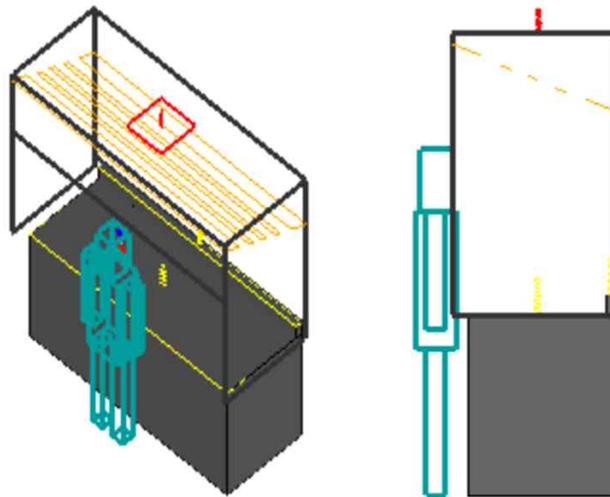
1) 조리대(렌지) 후드

(1) 단면 후드

가) 시뮬레이션 조건

[그림 V-1]와 같은 단면 구조로 구성되어 있는 조리대의 후드 형태 적정성 평가를 위한 시뮬레이션을 진행하였다.

배기량 및 후드 형태에 따른 컴퓨터 시뮬레이션 조건은 <표 V-4>에 정리하였다.



[그림 V-1] 단면 후드 모델링 개념도

<표 V-4> 단면 후드 시뮬레이션 조건

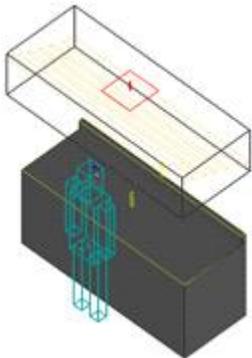
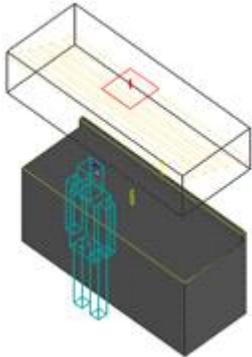
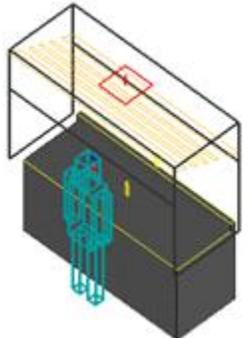
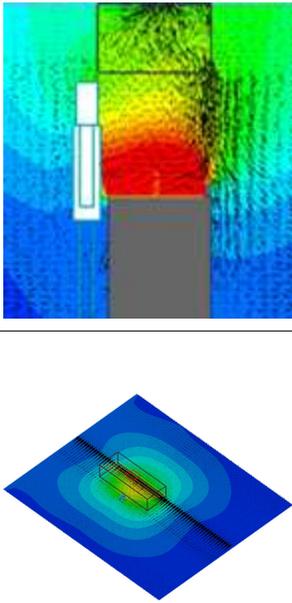
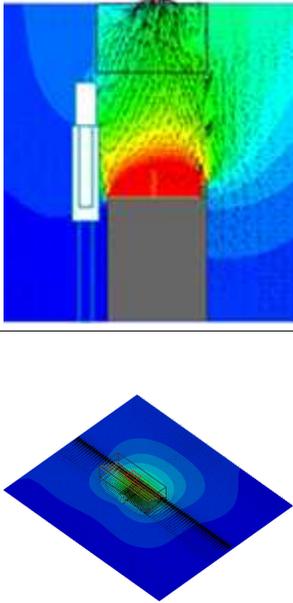
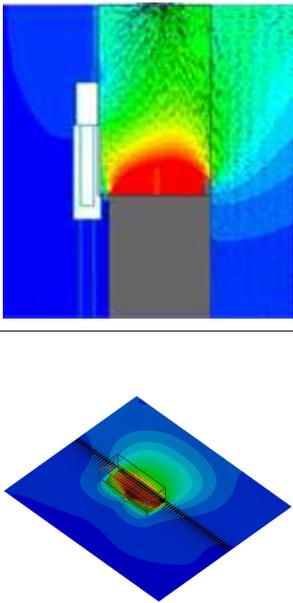
구분	시뮬레이션 조건	
	환기량 (m^3/min)	기타 조건
case 1	47 (현장 측정)	현재상태
case 2	72	
case 3	(*유량 산정 후드 크기 : 1.7m * 1m	측면 커튼 설치
case 4	제어유속 : 0.7m/s 유량 : 72 m^3/min)	후면 커튼 설치
case 5	개구면 유속 0.7m/s로 설계	측면 및 후면 커튼 설치

나) 시뮬레이션 결과 비교

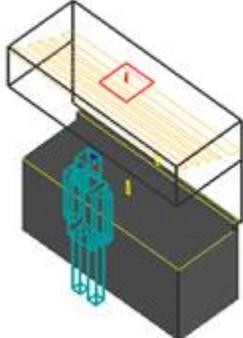
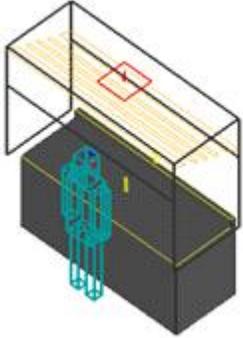
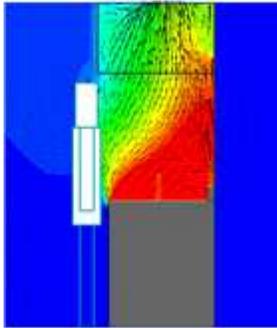
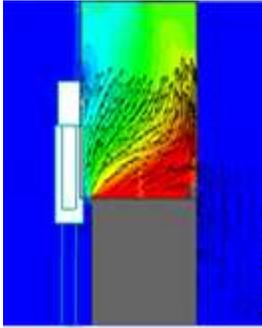
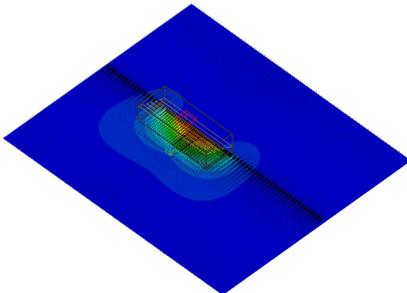
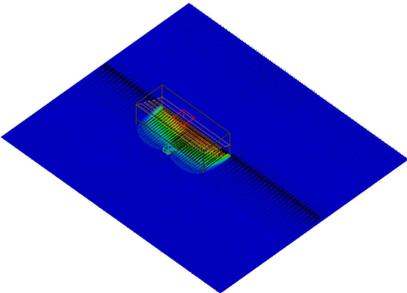
<표 V-6>은 CASE 1~CASE 3 조건에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이며 <표 V-7>는 CASE 4~ CASE 5 조건에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

<표 V-6>은 후면 커튼 설치 전으로 배기량을 증가하고 측면 커튼을 설치하여도 조리실무원 호흡영역 쪽으로 조리흠이 확산되는 것으로 예측되었다. 하지만,<표 V-7>에서는 후면에 커튼을 설치할 경우 조리실무원 호흡영역을 보호할 수 있는 것으로 예측되었다. 조리대에서 다량의 조리흠이 발생된다고 가정할 때 조리흠을 포집하기 위해서는 측방형 후드+ 후면과 측면 밀폐가 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

<표 V-5> 단면 후드 시뮬레이션 결과 1

구분	CASE 1 (현재상태+배기량 47)	CASE 2 (현재상태 + 배기량 72)	CASE 3 (배기량 72 + 측면 커튼)
해석 모델			
해석 결과			
결과	<p>-배기량 증가 시 작업자 호흡기 주변농도는 낮아지지만 큰 차이는 없을 것으로 판단됨</p> <p>-조리실무원 호흡영역 보호 안됨</p>		

<표 V-6> 단면 후드 시뮬레이션 결과 2

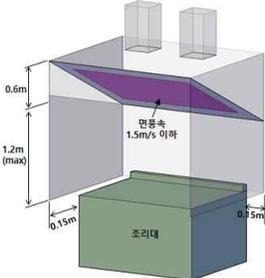
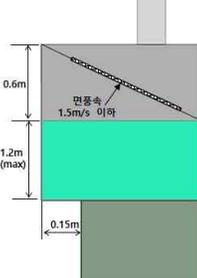
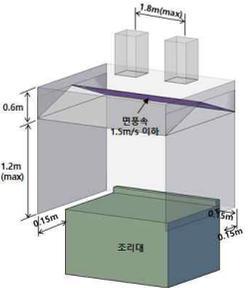
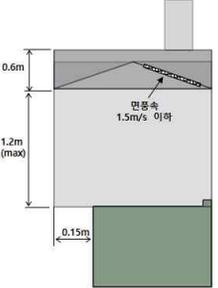
구분	CASE 4 (배기량 72 + 후면 커튼)	CASE 5 (배기량 72 + 측면 및 후면 커튼)
해석 모델		
해석 결과		
		
결과	<ul style="list-style-type: none"> - 후면 커튼 설치 시 작업자 호흡기 주변 농도 낮아지지만 측면을 통해 확산됨 - 후면 및 측면 커튼 설치 시 조리실무원 호흡영역 보호 가능함 - 표준 후드 형태 선정시 반드시 반영되어야 함 	

다) 단면 후드 설계 기준

<표 V-7>은 모델링 결과를 정리하여 최적의 단일 후드 형태를 정리한 것이다.

향후 기준 마련시 모델링 결과를 바탕으로 후드 설치 기준을 마련하면 될 것으로 판단된다.

<표 V-7> 단면 후드 설계 기준

설치 방법	후드면 풍속 (m/s)
 <p data-bbox="317 1049 575 1077">< 단면 조리대 후드1 ></p>	 <p data-bbox="666 1049 866 1077">< 후드1 단면도 ></p>
 <p data-bbox="298 1387 560 1415">< 단면 조리대 후드2 ></p>	 <p data-bbox="647 1387 851 1415">< 후드2 단면도 ></p>

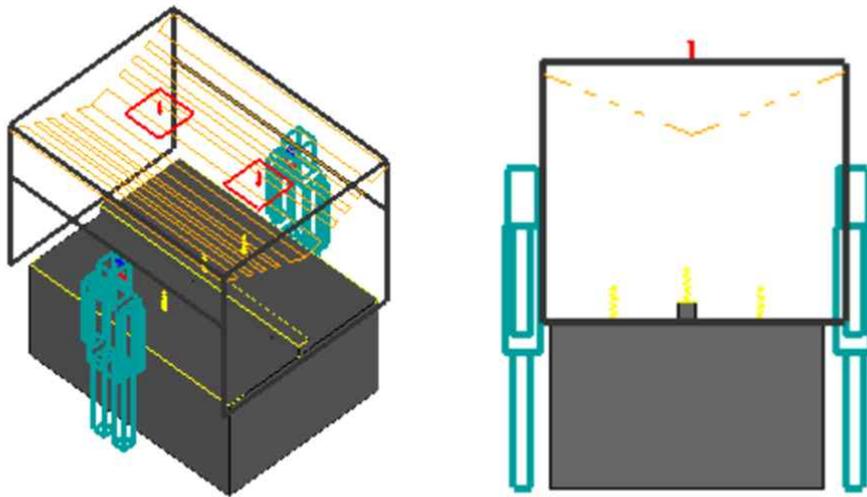
0.7이상

(2) 양면 후드

가) 시뮬레이션 조건

[그림 V-2]과 같은 양면 구조로 구성되어 있는 조리대의 후드 형태 적정성 평가를 위한 시뮬레이션을 진행하였다.

배기량 및 후드 형태에 따른 컴퓨터 시뮬레이션 조건은 <표 V-8>에 정리하였다.



[그림 V-2] 양면 후드 모델링 개념도

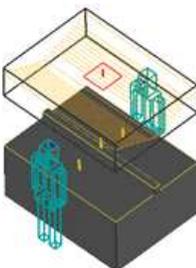
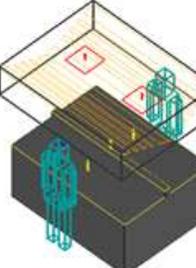
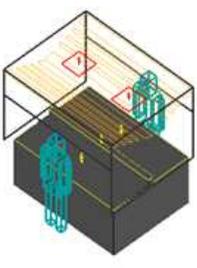
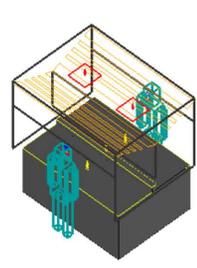
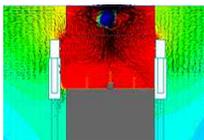
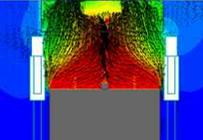
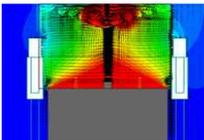
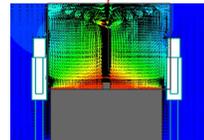
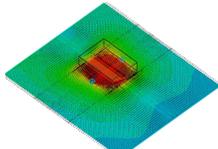
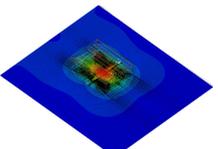
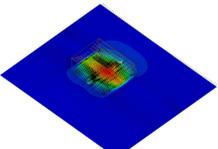
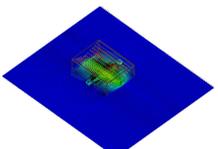
<표 V-8> 양면 후드 시뮬레이션 조건

구분	시뮬레이션 조건	
	환기량 (m ³ /min)	기타 조건
case 1	47 (현장 측정)	현재상태
case 2	143 (*유량 산정 후드 크기 : 1.7m * 2m 제어유속 : 0.7m/s 유량 : 143m ³ /min)	측면 커튼 설치
case 3		
case 4		측면 커튼 설치 + 기류 가름판 설치

나) 시뮬레이션 결과 비교

<표 V-9>는 CASE 1~CASE 4 조건에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 모델링 결과에서 알 수 있듯이, 배기량을 증가하여도 측면을 밀폐하지 않으면 조리실무원 호흡영역을 충분히 보호할 수 없는 것으로 예측되었다. 양면 후드인 경우 후드 가운데 기류 가름판을 설치하는 것이 바람직하다.

<표 V-9> 양면 후드 시뮬레이션 결과

구분	CASE 1 (현재 상태+배기 량 47)	CASE 2 (현재 상태 + 배기량 143)	CASE 3 (배기량 143 + 측면 커튼)	case 4 (case 3 + 기류 가름판 설치)
해석 모델				
해석 결과				
				
결과	<ul style="list-style-type: none"> - 배기량 증가시 작업자 호흡기 주변 농도 낮아지지만 주변 확산 일부 있음 - 배기량 증가 및 측면 커튼 설치 시 호흡기 주변 농도 개선 효과 나타남 			

다) 양면 후드 설계 기준

<표 V-10>는 모델링 결과를 정리하여 최적의 양면 후드 형태를 정리한 것이다.

향후 기준 마련시 모델링 결과를 바탕으로 후드 설치 기준을 마련하면 될 것으로 판단된다.

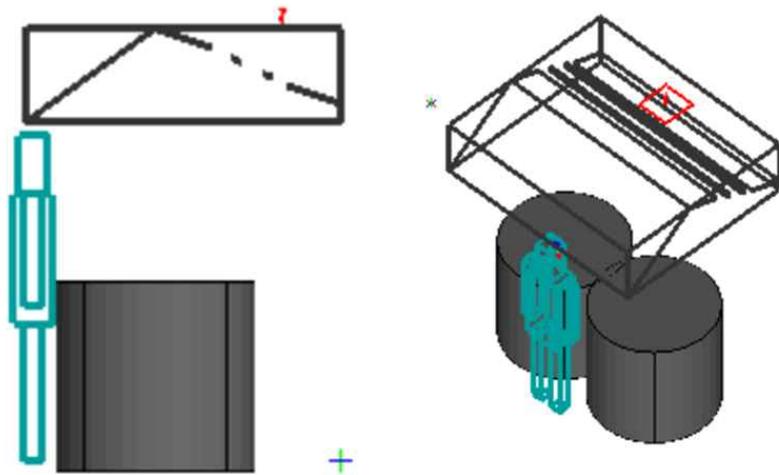
<표 V-10> 양면 후드 설계 기준

설치 방법	후드면 풍속 (m/s)
<p>< 양면 조리대 후드 > < 양면 조리대 후드 단면도 ></p>	<p>0.7이상</p>

2) 국솥 후드

가) 시뮬레이션 조건

[그림 V-3]와 같은 국솥의 후드 형태 적정성 평가를 위한 시뮬레이션을 진행하였다.



[그림 V-3] 국솥 후드 모델링 개면도

배기량 및 후드 형태에 따른 컴퓨터 시뮬레이션 조건은 <표 V-11>에 정리하였다. 국솥 후드는 보통 창문 옆에 설치되기 때문에 창문 개폐 여부에 따른 환기효율을 예측하였다.

<표 V-11> 국솥 후드 시뮬레이션 조건

구분	시뮬레이션 조건	
	환기량 (m^3/min)	기타 조건
case 1	47 (현장 측정)	현재상태, 창문 개방
case 2		현재상태, 창문 미개방
case 3	72 (*유량 산정 후드 크기 : 1.7m * 1m 제어유속 : 0.7m/s 유량 : 72 m^3/min) 개구면 유속 0.7m/s로 설계	배기량 증가, 창문 개방
case 4		배기량 증가, 창문 미개방

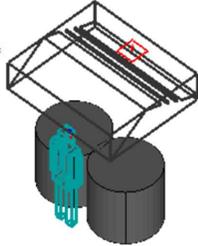
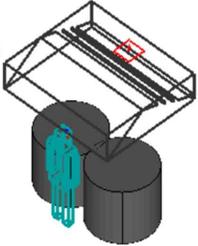
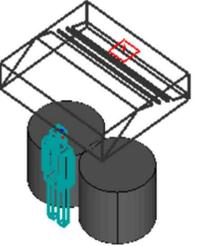
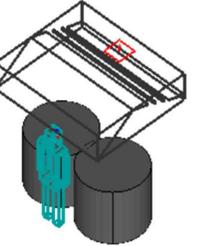
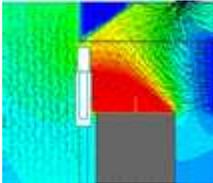
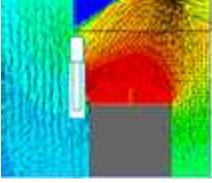
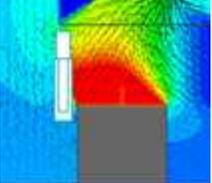
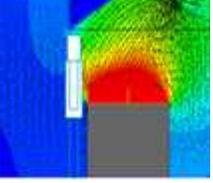
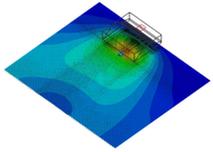
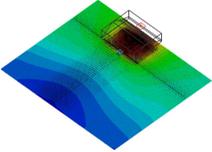
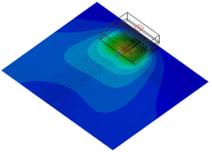
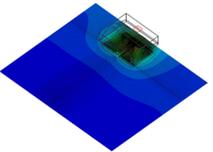
나) 시뮬레이션 결과 비교

<표 V-12>는 CASE 1~CASE 3 조건에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 창문 개방시에는 후드 흡입 기류에 의해 창문으로 외기가 유입되어 조리실무원 쪽으로 수증기가 확산되는 것을 알 수 있다. 또, 환기량이 부족한 경우 다량의 수증기가 조리실무원쪽으로 확산되고 있다.

case 4는 창문도 닫고 환기량은 후드면 풍속 0.5m/s로 설계하였음에도 일부 수증기가 조리실무원 방향으로 확산된다.

국솥의 경우 순간적으로 다량의 고온다습한 공기가 발생되지만, 조리실무원에게 유해도가 낮기 때문에 상시 배기량을 많게 유지하기 보다는 순간적으로 발생하는 고온다습한 공기는 전체환기로 보완하는 형태로 운영하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

<표 V-12> 시뮬레이션 결과 1

구분	CASE 1 (배기량 47 + 창문 개방)	CASE 2 (배기량 47 + 창문 미개방)	CASE 3 (배기량 72+ 창문 개방)	CASE 4 (배기량 72+ 창문 미개방)
해석 모델				
해석 결과				
				
결과	- 배기량 증가 하여도 창문 개방 시 외기로 인해 작업자 호흡기 주변 농도 높게 나타남 - 창문 미개방 시 작업자 호흡기 주변 농도 감소하지만 일부 확산됨			

다) 국술 후드 설계 기준

<표 V-13>은 모델링 결과를 정리하여 최적의 국술 후드 형태를 정리한 것이다.

향후 기준 마련시 모델링 결과를 바탕으로 후드 설치 기준을 마련하면 될 것으로 판단된다.

<표 V-13> 국솥 후드 설계 기준

설치 방법	후드면 풍속 (m/s)
<p>< 단일 국솥 후드 ></p> <p>< 후드 단면도 ></p> <p>< 여러 개의 국솥 후드 ></p>	<p>0.5이상</p>

3) 환기량 증가에 따른 송풍기 용량 재산정

각 개별 후드에 제시된 후드면 풍속을 만족하면 조리시 발생하는 조리흠을 효율적으로 포집할 수 있는 것으로 판단되었다. 후드면 풍속을 만족하면 송풍기 유량 증가가 필요하게 된다. 경남 지역 현장 실태조사 10개 학교 중 송풍기 정격 사양을 확보할 수 있는 8개 학교를 대상으로 후드면 풍속을 만족하기 위해 현재 설치된 송풍기 용량의 몇배 증가가 필요한지 계산한 결과를 <표 V-14>에 정리하였다

<표 V-14>에서 보면 OO고등학교의 경우 현재 설치된 송풍기는 $300\text{m}^3/\text{min} \times 2$ 대로 총 $600\text{m}^3/\text{min}$ 이고, 후드면 풍속으로 계산한 후드 설계유량은

총 $661\text{m}^3/\text{min}$ 으로 계산되었다. 현재 설치된 송풍기 정격 유량 대비 110%의 유량 증가가 필요하다는 것을 의미한다.

그리고 8개 학교의 송풍기 증가량 평균을 계산한 결과 148%인 것으로 조사되었다. 현재 설치된 송풍기가 100% 효율로 가동되어도 1.5배 정도 배기유량이 부족한 것을 의미한다.

현재 송풍기 효율이 70~80%정도라고 가정하면 약 2배 정도 배기량 증가가 필요한 것으로 판단된다. 즉, 학교 조리실 환경을 효과적으로 개선하기 위해서는 송풍기 용량을 재설계 한 후 교체가 반드시 필요할 것으로 평가되었다.

<표 V-14> 후드 설계유량 증가에 따른 송풍기 용량 증가 필요성

구분	후드종류	후드크기 (m)		렌지(솔)크기(m)		유량(㎥/min)			송풍기 증감(%) (후드설계유량/송풍기용량)*100
		가로	세로	가로	세로	송풍기 용량	후드측정 유량	후드설계유량	
OO고등학교	조리대	2	1.5	2	1.5	300× 2	47	149	110
	국술	3.8	1.5	1	2개		86	171	
	국술	3.8	1.5	1	2개		90	171	
	국술	3.8	1.5	1	2개		72	171	
	합계					600	295	661	
OO초등학교	조리대	2.7	1.9	2.7	1.5	253 / 179	126	215	144
	국술	2	1.7	1	1개		48	102	
	국술	2	1.7	1	1개		76	102	
	국술	2	1.7	1	1개		73	102	
	국술	2	1.7	1	1개	59	102		
합계					432	382	623		
OO여자고등학교	조리대	2.4	1.7	2.4	1.5	295	33	171	165
	국술	3.5	1.5	1	-		78	158	
	국술	3.5	1.5	1	-		53	158	
	합계					295	164	486	
OO초등학교	조리대	2.8	1.4	2.8	1.5	193×2	24	165	94
	국술	-	-	1	3개		29	197	
	합계					386	53	361	
OO중학교	조리대	4	1.8	1.5	1.5	296	126	302	212
	1			1개					
	국술	6.4	1.7	1	3개		126	326	
합계					296	252	629		
OO중학교	조리대	3.7	1.6	1.5	1.5	330	54	249	116
	1			1개					
	국술	3.2	1.4	1	2개		67	134	
합계					330	121	383		
OO중학교	조리대	1.8	1.5	1.5	0.8	250	17	113	197
	국술	2	1.5	1	1개		23	126	
	국술	2	1.5	1	1개		22	126	
	국술	2	1.5	1	1개		21	126	
	합계					250	83	491	
평균								148	

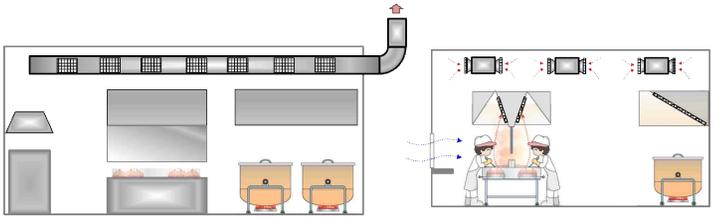
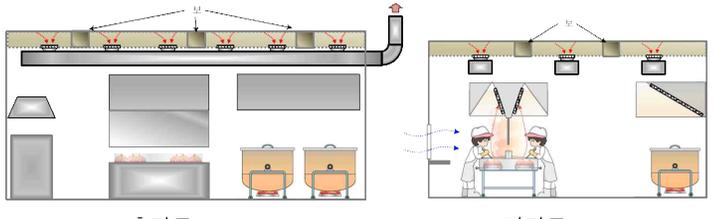
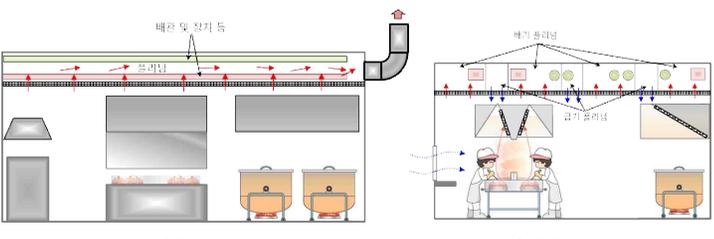
3. 전체환기 설치 방법

1) 전체환기용 덕트 설치 방법

조리실에 적용한 전체환기 방법은 [그림 V-4]와 같이 덕트 설치 조건에 따라 다르게 적용할 수 있다

천정면이 편평하고 전체환기용 덕트 설치가 용이한 경우와 건물에 보가 설치되어 덕트를 설치하여도 상부 공간에 고열이 정체될 우려가 있는 경우 배기구를 천정면으로 설치한 경우로 구분하였다. 또, 배기 덕트 등 간섭으로 인해 전체환기용 덕트를 설치할 수 없는 경우 천정면 전체를 다공판 형태로 설치하여 균일한 배기가 되도록 하고, 천장 한쪽에 덕트를 설치하여 배기하는 방법이다.

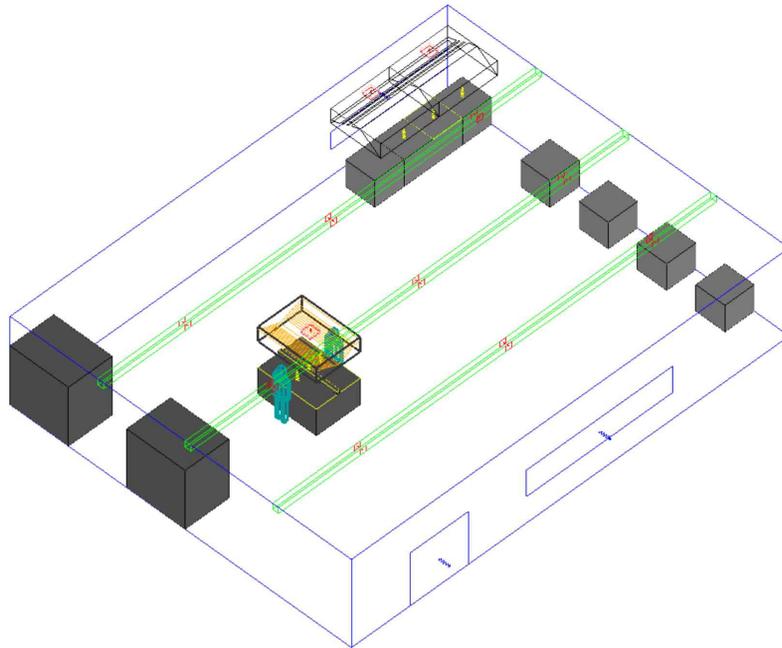
배기량 산정 기준은 바닥면적 1m^2 당 $0.2\text{m}^3/\text{min}$ 으로 하여 배기량을 산정하였다.

구분	설치 방법
<p>천장이 편평하고 덕트 설치 가능한 경우</p>	 <p>< 측면도 > < 단면도 ></p> <p>덕트 설치하여 측면 환기, 주로 국솥 주변에서</p>
<p>천장에 보가 설치된 경우</p>	 <p>< 측면도 > < 단면도 ></p> <p>후드가 위쪽에서 배기</p>
<p>간섭에 의해 덕트 설치가 불가능한 경우</p>	 <p>< 측면도 > < 단면도 ></p> <p>다공 판을 이용한 배기</p>

[그림 V-4] 전체환기용 덕트 설치 방법

2) 전체환기 효과 예측 시뮬레이션 조건

[그림 V-5]과 같이 바닥 면적 175.5㎡의 조리실을 가정하였고, 전체환기량은 바닥면적 1㎡당 0.2㎡/min으로 산정 하였다. <표 V-15> 전체환기 효과 예측을 위한 시뮬레이션 조건을 정리한 것이다.



[그림 V-5] 전체환기 모델링 개면도

<표 V-15> 전체환기 효과 예측 시뮬레이션 조건

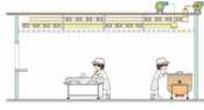
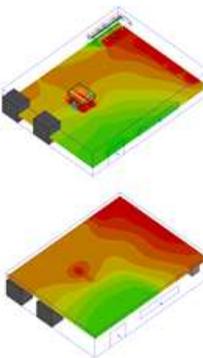
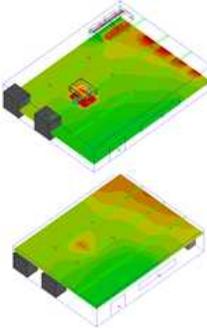
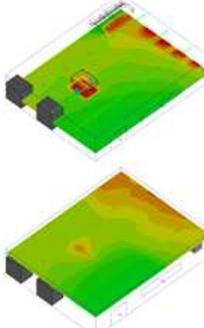
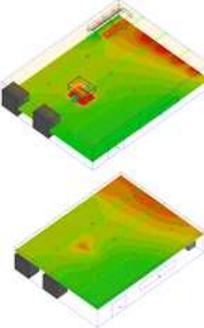
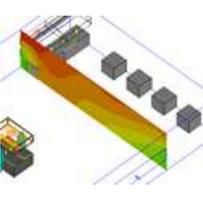
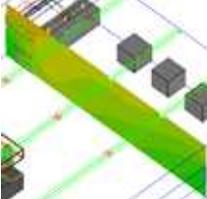
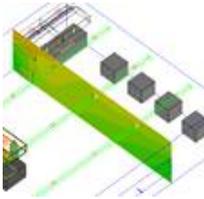
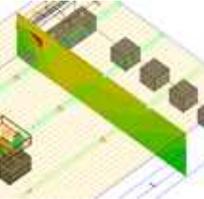
구분	시뮬레이션 조건	
	환기량(m ³ /min)	기타 조건
case 1	바닥 면적 1㎡당 0.2m ³ /min 바닥면적 : 11.7m * 15m 필요 배기량 : 35m ³ /min	현재상태(배기X)
case 2		최상부 덕트 설치 후 환기
case 3		후드 방향 상부
case 4		다공판 설치 후 배기

3) 시뮬레이션 결과 비교

<표 V-16>은 CASE 1~CASE 3 조건에 따른 시뮬레이션 결과를 나타
것이다. CASE 1과 같이 전체환기가 없는 경우에는 상부에 고열 정체대가
형성되지만, 전체환기를 실시하는 나머지 경우에는 고열 정체문제가 발생하지
않았다.

즉, 덕트설치 방법과 상관없이 조리실 상부에는 반드시 일정 수준 이상의
전체환기가 필요하다는 것을 알 수 있다.

<표 V-16> 시뮬레이션 결과

구분	CASE1 (현재상태)	CASE 2 (최상부 덕트 설치 후 환기)	CASE 3 (후드 방향 상부)	CASE 4 (다공판 설치 후 배기)
해석 모델	현재상태(배기X)			
해석 결과				
				
결과	<ul style="list-style-type: none"> - 현재상태의 경우 전체 환기용 후드가 없어 상부에 고열이 정체함 - 조리실 내부 구조 별 전체환기용 후드를 설치 할 경우 조리실 상부에 정체하던 고열이 일부 해소됨 			

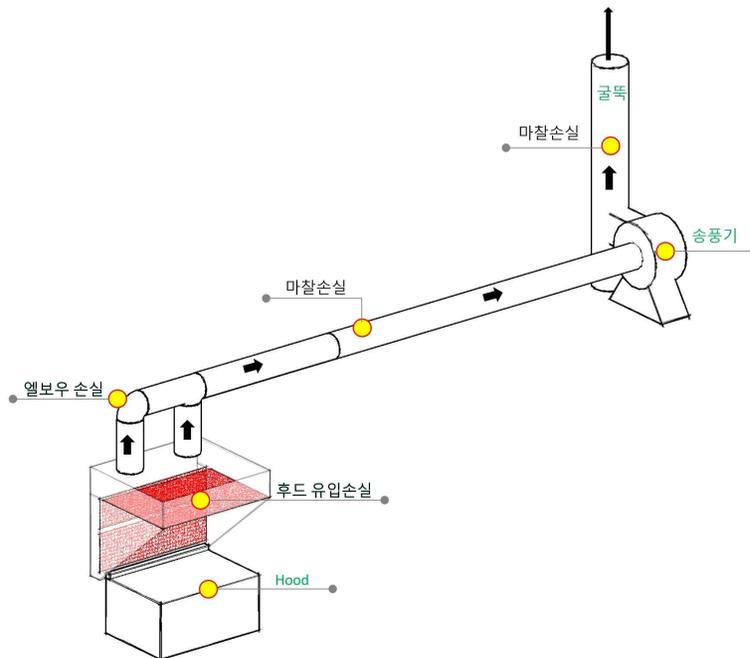
4. 송풍기 선정

1) 송풍기 정압 설계 방법

송풍기 정압은 후드에서 필요한 유량을 덕트를 지나 굴뚝(토출구)까지 도달하는데 필요한 압력을 말하는 것으로, 송풍기 정압이 낮을 경우 후드가 충분한 배기량을 확보하지 못해 환기효율이 낮아지게 된다.

환기시스템에서 발생하는 압력손실은 후드, 덕트, 필터 등인데 [그림 V-6]은 조리실 환기시스템에서 발생하는 압력손실 위치를 나타낸 것이고, <표 V-17>은 각 위치별 압력손실 계산 방법을 정리한 것이다.

학교 조리실의 경우 덕트 반송속도가 낮기 때문에 덕트 압력손실은 크게 발생하지 않을 것으로 판단된다.



[그림 V-6] 조리실 환기 덕트 압력 손실 발생 위치

<표 V-17> 각 위치별 정압 계산 방법

구분		계산 방법	비고								
후드 유량 계산		• 후드 풍량산정방법 참조									
최소 반송속도 결정		• 오염물질 특성에 따른 덕트반송속도표 참조									
덕트 크기 결정		$A = \frac{Q}{V}$ $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$									
후드 정압		$SP_h = VP(1 + F_h)$ ※ F_h : 후드 유입손실계수표 참조	• 덕트 내 속도압으로 속도 제곱에 비례함 $VP = V^2/19.6$								
덕트 압력 손실	마찰 손실	$H_f = \frac{f}{D} = a \frac{V^b}{Q^c}$ Q : 유량 (m ³ /s) D : 관 직경 V : 유속 (m/s)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>덕트재질</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>아연도강판</td> <td>0.0155</td> <td>0.533</td> <td>0.612</td> </tr> </tbody> </table>	덕트재질	a	b	c	아연도강판	0.0155	0.533	0.612
	덕트재질	a	b	c							
	아연도강판	0.0155	0.533	0.612							
곡관 손실	$\Delta p = K \cdot VP$ ※ 원형 및 사각 엘보우압력손실표 참조										
합류관 손실	$\Delta p = K \cdot VP$ ※ 합류관유입손실표 참조										

2) 송풍기 정압 설계 계산 시트

후드 및 필터에서 발생하는 정압을 15mmAq로 가정하고 덕트 반송속도 및 덕트 길이에 따른 송풍기 정압을 계산하여 <표 V-18>에 정리하였다. 덕트 반송속도가 5m/s이고 덕트 길이가 50m 인 경우 송풍기는 정압 30mmAq로 선정하여 설치하면 충분한 환기효과를 거둘 수 있다. 덕트 반송속도 15m/s 일

때, 덕트 길이가 50 m이면 송풍기 정압이 90mmAq로 선정되어, 옥상에 설치할 경우 소음 민원 발생 우려가 있을 것으로 판단된다.

덕트 반송속도는 후드 필요유량과 덕트 설치 공간 등을 고려하여 적절하게 선정해야 하고, 덕트 반송속도는 송풍기 정압에 영향을 주기 때문에 송풍기 설치시 주변 소음 등을 종합적으로 고려하여 덕트 직경을 선정하는 것이 무엇보다도 중요하다.

<표 V-18> 덕트 반송속도 및 덕트 길이에 따른 송풍기 정압 선정 표

(단위 : mmAq)

덕트 반송속도 (m/s)	덕트 길이(m)						비고
	30	40	50	60	70	80	
5	30						※ 공기정화장치 설치시 추가 압력손실 고려해야 함
10	45			60			
15	70	80	90	100	110	120	

3) 송풍기 설치 방법

가능한 송풍기는 실외에 설치하여야 하고, 송풍기에서 발생하는 소음에 의한 민원 발생 우려가 있을 경우 소음을 차단할 수 있도록 송풍기 룸을 설치하여야 한다.

5. 냄새 및 조리흙 저감 방안

냄새 저감 방안은 환경부의 음식점 냄새관리 가이드북의 내용을 정리하였다. 학교 조리실 주변에 아파트 등 민원 발생 우려가 있는 경우에는 적절한 냄새 저감 시설을 설치하는 것이 반드시 필요할 것으로 판단된다.

1) 전기집진기

전기집진기는 주로 먼지 등에 대한 처리효율이 매우 높아(97%~99%) 음식점 연기처리에 매우 적합한 시설이다. 전기집진기를 적용한 음식점에서 먼지제거 효율이 90%를 상회하여 악취물질(연기)제거에 효과가 있다.

2) 활성탄 흡착

활성탄은 주로 가스상물질 처리에 효과적이다. 음식점 적용의 경우 연기는 대부분 입자상물질로 전단에 Filter를 설치하여 입자상 물질을 제거할 경우 냄새저감에 효과적일 수 있다. 활성탄은 오래 사용하면 처리효율이 낮아지므로 주기적인 교체가 요구된다. 소규모 음식점(면적기준 100m²)의 배출 풍량은 약 50m³/min로, 2~3회/년 주기로 교체할 경우 냄새저감이 가능하다.

3) 기타 음식점 냄새 저감을 위한 방지시설

음식점에서 적용 가능한 냄새저감장치를 <표 V-19>에 나타내었다. 냄새로 인한 민원이 많을 경우 앞에서 설명한 음식 조리과정의 냄새 특징을 고려한 냄새저감시설 설치를 검토할 필요가 있다.

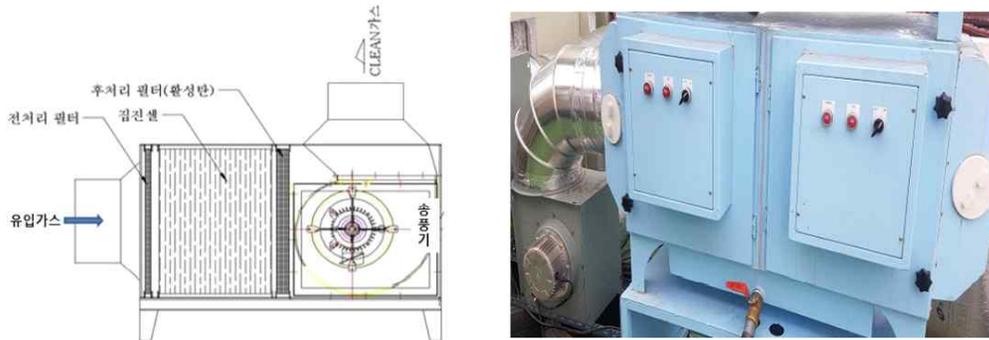
**<표 V-19>음식점에 적용 가능한 냄새저감시설
(음식점 냄새관리 가이드북, 환경부)**

저감장치	오염물질 처리 방법	장점	단점
전기집진기	오염물질을 전기적 하전으로 제거	- 입자상물질 제거에 효과적(약 95%이상)- 육류구이 과정의 연기(입자)제거 가능- 압력손실이 낮다- 대 풍량 처리에 적합하다- 운전비용이 저렴하다- 규모가 큰 음식점에서 적용 가능	- 가스상물질 처리가 어렵다- 방전극 및 집진판의 관리가 중요- (기름이 누적될 경우 하전이 어렵고 화재 발생 가능성)- 설치비가 고가이다- 포집된 기름은 가급적 매일 제거한다
활성탄흡착	오염물질을 활성탄에 흡착	- 가스상물질 처리에 효과적- 다양한 악취물질의 흡착이 가능- 설치비용이 비교적 저렴하다- 간헐운전에 효과적임 - 유지관리가 비교적 용이하다	육류구이 음식점은 반드시 전처리장치가 필요하다(기름성분에 의한 막힘 방지)- 수분 및 점착성물질 유입 시 효율 저하- 주기적으로 활성탄 교체필요(비용발생)
세정시설	물을 이용한 오염물질의 흡수	- 입자 및 가스 상 물질의 동시처리 가능- 운영비용이 다소 저렴하다- 설치비용이 비교적 저렴하다- 유지관리가 비교적 용이하다	- 폐수가 발생 된다(비용발생)- 오염물질 중 기름이 많으면 처리효율이 낮아질 수 있다.- 저온기 배출구에서 백연이 보일 수 있다.- 저온기 배관이 동파될 수 있다.
공기희석	배기구에 희석공기투입	설치 및 유지비용이 저렴하다- 소규모 음식점에 적합하다- 악취강도가 낮은 음식점에 적용가능 (탕류 등 식사전문 음식점)	악취저감 효과는 낮다- 풍량이 많은 음식점은 적용이 어렵다- 오염물질 중 기름이 많으면 처리효율이 낮아질 수 있다.
Filter	오염물질의 여과처리	장치가 매우 간단하다- 설치비용 및 운영비용이 저렴하다- 소형 음식점에 적용할 수 있다	악취저감 효율이 낮다- Filter는 거의 매일 교체하여야한다.
간이세정	물을 이용한 오염물질 흡수/처리	설치운영비용이 저렴하다- 굴뚝에 물 분사장치 설치로 운영이 간단- 소형 음식점에 적용할 수 있다	- 악취저감 효과는 낮다- 폐수를 하수도에 버리면 하수도에서 냄새가 발생할 수 있다.
[조합형 저감장치]전기집진기 + 활성탄 흡착		[장점]- 육류구이 음식점의 효과적인 악취저감 장치로 판단됨(대형음식점에 효과적)- 전기집진기 : 입자 및 타르(연기)제거- 활성탄 : 가스상물질 제거- 입자상 물질의 전 처리로 활성탄 교체주기 연장이 가능함[단점]- 설치비가 고가이고 유지관리가 비교적 어렵	
[조합형 저감장치]세정시설 + 활성탄 흡착		[장점]- 육류구이 음식점에서 적용 가능한 악취저감 장치로 판단됨(중대형 음식점에 효과적)- 세정시설 : 타르(연기) 및 가스상물질 제거- 활성탄 : 가스 상 물질 제거5. 음식점 냄새관리방안 • • 19저감장치 오염물질 처리방법 장점 단점[단점]- 세정시설의 수분이 활성탄층에 유입되는 것을 방지하여야한다(고 효율 데미스터 사용 시 수분 유입은 차단할 수 있으나, 동력비용이 상승된다)- 풍량이 비교적 많으므로 폐수처리 방안의 검토가 필요함- 주기적인 활성탄의 교체	
[조합형 저감장치]Filter + 활성탄 흡착		[장점]- 육류구이 음식점에서 적용 가능한 악취저감 장치로 판단됨(중소형 음식점에 효과적)- 전단의 Filter를 자주교체하면(매일) 악취저감 효율이 우수함[단점]- 미세한 액적(기름)이 활성탄에 유입될 경우 악취저감 효과가 낮아짐- 주기적인 활성탄 교체(교체주기가 짧음)	

4) 미세먼지 및 악취 저감 표준형 시스템

미세먼지와 악취물질의 동시 저감 효율이 좋고 운영관리 및 보수성이 용이한 전기집진장치(Electrostatic Precipitator)를 적용한 시스템(Oil Mist 제거장치 + 입자상 오염물질 제거를 위한 전기집진장치 +가스상 악취물질 제거를 위한 활성탄 흡착식 처리장치)을 제시하였으며, 전기집진기의 집진셀은 유지관리가 용이하고 방지시설 용량과 상관없이 상호 호환 가능한 구조로 제시하였다.

제시한 표준형 모델의 구조는 [그림 V-7]과 같다.



[그림 V-7] 냄새저감시설 표준형시스템(음식점 냄새관리 가이드북, 환경부)

6. 보충공기 급기 방법

1) 보충공기 급기 필요성

공간배기 배기량이 많은 조리실에서 급기구를 충분히 확보하지 않으면 급기구를 통해 유입된 횡기류(cross draft)에 의해 후드 포집효율이 매우 저하될 우려가 있다. 이 때문에 미국 냉동공조학회(ASHRAE) 조리 후드 설계 기준에서, 창문 등 급기구의 유입기류(방해기류) 유속이 2.54m/s를 초과하지 않도록 크기가 선정되어하도록 하고 있다.

즉, 조리실 후드 총 배기량(m^3/s)에 조리시 개방가능한 창문과 출입구 면적(m^2)을 나누었을 때 2.5m/s 이하가 되는지 평가를 하고, 2.5 m/s 이상일 경우 송풍기를 이용한 강제 급기가 필요하다.

2) 보충 공기 급기 방법

건축법시행령51조 및 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙17조에 따르면 채광창은 바닥면적의 1/10을 확보하고, 환기창은 바닥면적의 1/20 확보하도록 하고 있다. 즉, 조리실의 경우 바닥면적의 1/20의 환기창을 설치하도록 하고 있고, 식당과 연결된 배식구도 설치되어 있어 지상에 설치된 조리실의 경우 배기량에 따른 급기구를 확보할 수 있다. 하지만, 조리중에 후드 근처의 환기창을 개방할 경우 환기효율이 저하되기 때문에 후드 근처에 설치된 환기창은 급기구로 구분할 수 없는 실정이다.

<표 V-20>는 강제급기 여부를 판정하기 위한 계산 방법을 제시한 것이다. 총 배기량에서 환기창 및 배식구 등 조리중에 개방 가능한 자연 급기구 면적을 나누어서 자연 급기구 유입 속도가 2.5m/s이하인 경우에는 강제 급기가 필요없다. 하지만, 자연 급기구 유입 속도가 2.5m/s이상인 경우에는 강제 급기가 필요하다.

<표 V-20>에서 창문 면적은 조리시 개방 가능한 창문 면적만 계산하고,

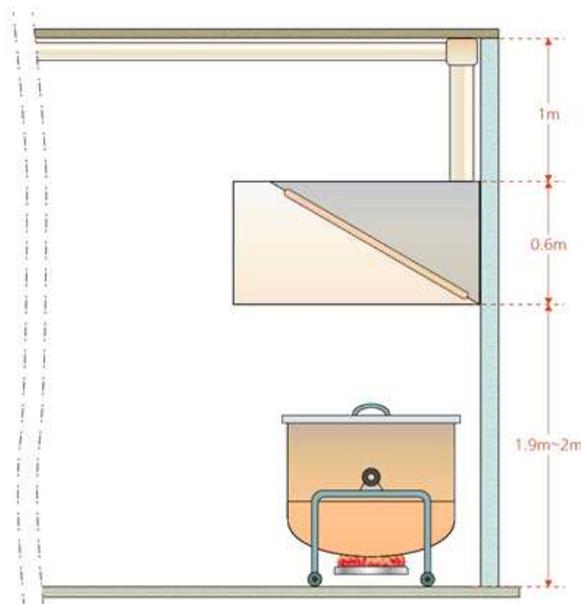
자연 급기구에서 2.5m/s이하로 유입되도록 급기량을 조정하도록 한다.

<표 V-20> 보충 공기 급기 여부 판정 표

구분		계산 결과		비고
조리실 총 배기유량 (m^3/s)				배기유량을 m^3/min 에서 m^3/s 로 환산
급기구 면적 (m^2)	창문 면적			면적 합산 창문은 조리시 개방 가능한 면적만 고려
	출입구 면적			
급기구 기류 유입속도(m/s)				= 조리실 총 배기유량(m^3/s)/(급기구 면적(m^2))
보충 공기 급기 여부 판정		<input type="checkbox"/> 보충 공기 급기 필요 <input type="checkbox"/> 보충 공기 급기 불필요		급기구 기류 유입속도가 2.5m/s 이상일 경우 송풍기를 이용한 급기 필요함
보충공기 유량 계산 (m^3/s)				=(총 배기유량(m^3/s))-(급기구 면적(m^2) \times 2.5(m/s))

7. 조리실 배치 및 높이

[그림 V-8]는 표준 환기 후드 모양의 단면을 제시한 것이다. 후드 입구까지 높이는 바닥으로부터 약 1.9~2m 정도이고, 후드 깊이는 최소 0.6m 인 경우 환기효율이 높은 것으로 연구결과에서 제시되어 있다. 즉, 후드까지 높이가 바닥에서 최소 2.6m가 필요하다. 하지만, 현재 각 교육청의 시설과에서는 법적 규정은 없지만, 조리실 층고를 대략 2.6~2.8m로 고려하고 있는 것으로 조사되었다. 하지만, 덕트 설치 및 보수 등에 필요한 높이를 약 1m로 가정하면 조리실 최소 높이는 3.6m이상으로 설계하는 것이 필요하다.



[그림 V-8] 조리실 층고 필요 높이

VI. 조리실 후드 환기 기준(안)



Ⅵ. 조리실 후드 환기 기준(안)

1. 조리 기구별 환기 기준

조리 기구별로 조리대(렌지 포함), 튀김 솥, 국솥, 오븐, 밥솥 및 식기 세척기 등 6가지로 구분하여 각 후드 형태 및 후드 설치방법을 제시하였다.

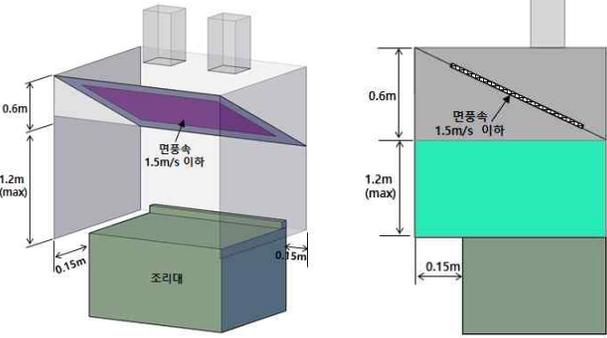
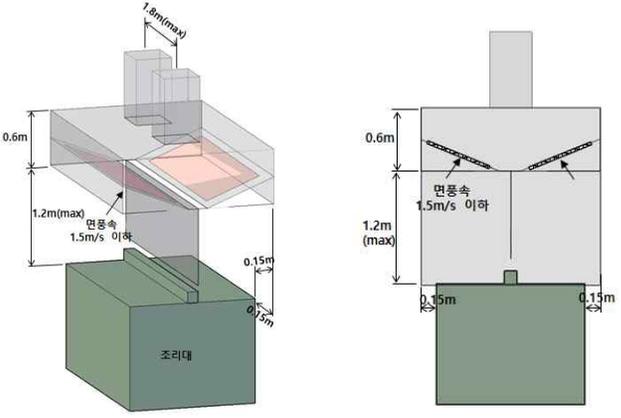
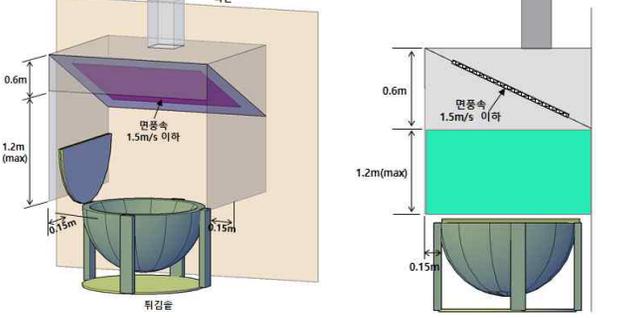
또, 환기량 계산은 후드면 풍속으로 설계하여 후드를 먼저 설계한 후 개구면 유속으로 환기량을 산정할 수 있도록 하였다.

조리기구별 환기기준 제안 : 조리대, 튀김기, 탕솥, 오븐, 밥솥, 식기세척기 등 6가지 조리기구별 환기기준 제안하였고, 환기량은 후드측 풍속에 후드 개구부 면적을 0.5m/s , 0.7m/s (조리대 및 프라이어)로 곱하여 계산한다. 전체 환기량은 구내식당 바닥면적당 $0.2\text{mm}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 로 산정한다.

자연형 급기장비의 기류 유입속도를 2.5m/s 이하로 유지하고 외부 취수구에 방충제와 방역시설을 설치해 위생해충과 쥐의 침입을 막아야 한다. 자연공기의 유입속도가 2.5 m/s 이상이면 강제공기가 필요하다. 송풍기는 조리실 밖에 설치하고 실내에 설치할 때는 충분한 소음 저감 장치를 설치하고 주변에 민원이 발생할 경우 조리냄새를 줄일 수 있도록 필터와 전기집진기를 설치해야 한다. 배출구는 지붕 표면으로부터 적어도 1m 이상 돌출되어야 한다.

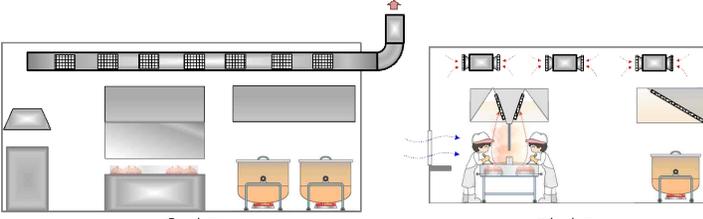
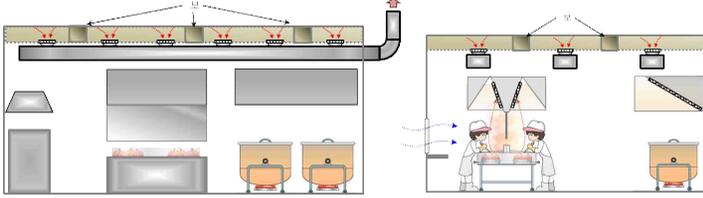
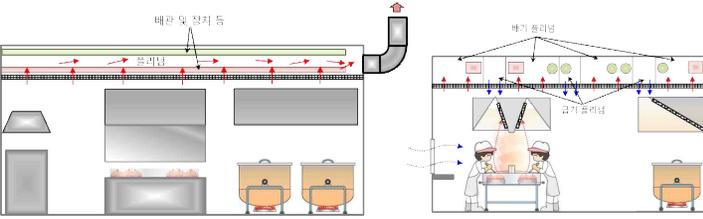
덕트 유속은 $5\text{ m/s} \sim 10\text{ m/s}$ 범위에서 설치되며 덕트는 스테인리스로 제작하고, 청소 및 배기수 관리를 철저히 하여야 한다. 또한 유량 조절을 위한 댐퍼가 분기 덕트에 설치되어 있어야 한다.

본 연구에서 제시된 환기기준과 환기시스템 체크리스트에 따른 설계/점검을 위해서는 적절한 교육 이수가 우선되어야 할 것으로 판단된다.

구분	설치 방법	후드면 풍속 (m/s)
조리대	 <p data-bbox="454 725 672 751">< 단면 조리대 후드 ></p> <p data-bbox="818 725 982 751">< 후드 단면도 ></p>	0.7이상
	 <p data-bbox="468 1282 687 1308">< 양면 조리대 후드 ></p> <p data-bbox="710 1282 1007 1308">< 양면 조리대 후드 단면도 ></p>	0.7이상
튀김솔	 <p data-bbox="468 1659 687 1685">< 단일 튀김솔 후드 ></p> <p data-bbox="870 1659 1041 1685">< 후드 단면도 ></p>	0.7이상

구분	설치 방법	후드면 풍속 (m/s)
국솨	<p>< 단일 국솨 후드 ></p> <p>< 후드 단면도 ></p> <p>< 여러 개의 국솨 후드 ></p>	0.5이상
오븐 및 밥솨		0.5 이상
식기 세척기		0.75 (세척기 개구면)

2. 전체환기 설치 기준

구분	설치 방법	환기량 산정 (m ³ /min)
<p>천장이 편평하고 덕트 설치 가능한 경우</p>	 <p>< 측면도 > < 단면도 > 덕트 설치하여 측면 환기, 주로 국솥 주변에서</p>	
<p>천장에 보가 설치된 경우</p>	 <p>< 측면도 > < 단면도 > 덕트 위쪽에서 배기</p>	<p>조리실 단면적당 0.2 m³/min·m²</p> <p>가능한 천장 부근 공기를 배기할 수 있도록 배기 후드를 위치 시킴</p>
<p>간섭에 의해 덕트 설치가 불가능한 경우</p>	 <p>< 측면도 > < 단면도 > 다공판을 이용한 배기</p>	

3. 환기시설 공통 기준

구분	설치 방법						
송풍기 정압 선정	덕트 반송속도 (m/s)	덕트 길이(m) 당 송풍기 정압(mmAq)					
		30m	40m	50m	60m	70m	80m
	5	30					
	10	45			60		
	15	70	80	90	100	110	120
	* 송풍기 정압은 덕트 반송속도 및 길이에 따라 표에서 선정함 * 별도 필터 및 공기정화장치 설치시 해당 설비에서 발생하는 압력손실 고려해야함						
송풍기 설치	송풍기는 조리실외부에 설치함						
토출구 위치	옥상돌출부 : 지붕면으로 부터 1m 이상돌출 되도록 할 것 * 건축법 시행령 54조/피난규칙 20조						
조리훅 및 소음 저감	- 주변 민원 발생시 조리훅을 저감할 수 있는 필터, 전기집진기 등 설치할 것 - 송풍기는 소음 저감 장치를 설치할 것						
후드 및 덕트	- 덕트 반송속도는 5m/s~10m/s 범위에서 설치 할 것 - 덕트 사이 간격은 1.8m 이하로 설치 할 것 - 후드 및 덕트는 스테인리스 스틸 등의 재질로 하되, 청소와 배기 배출수 관리를 철저히 해야 함 - 급기덕트는 필터를 통해 급기 되도록 하고, 결로 방지를 위해 보온을 유지하도록 함 - 가지덕트가 설치될 경우 유량 조정용 댐퍼를 설치하여야 함						
필터	- 필터 면풍속은 1.5m/s 이하로 유지 - 기름 제거 가능한 형태로 선정						
급기구 및 강제급 기	- 자연 급기구의 기류 유입속도는 2.5m/s 이하로 유지할 것 외부에 개방된 흡기구에는 위생 해충 및 쥐의 침입을 방지하기 위해 방충·방서 시설을 설치할 것 - 2.5m/s 이상일 경우 강제 급기 필요함 - 자연급기없이 강제 급기만 실시할 경우 총 배기유량의 90%를 상회하지 않도록 급기풍량으로 산정할 것						
조리실 층고	- 표준 형태의 후드 설치 및 덕트 설치/관리 높이를 고려하면 조리실 최소 층고는 3.6m이상이 필요함						

4. 환기시스템 체크리스트

I. 환기시설 구조 및 특성

국소배기장치 Lay-out					
학교명		조사일자		조사자	
급식실 위치	<input type="checkbox"/> 지상 <input type="checkbox"/> 지하	면적(m ²)		높이(m)	
배기 시설	구분	송풍기 1	송풍기 2	송풍기 3	전체환기 송풍기
	송풍기 용량 (m ³ /min)				
	연결후드 갯수				
급기시설 (에어컨 제외)	방식	<input type="checkbox"/> 급기설비(공조기 등) <input type="checkbox"/> 자연(창문 등)	급기 송풍기 용량 (m ³ /min)		
<p>< Lay-out ></p> <ul style="list-style-type: none"> * 급기 및 배기 라인이 포함됨, 출입문 및 창문 위치 표시, 후드 번호 표시 * 별도의 도면이 있는 경우 별첨 					

II. 후드 성능 평가

* 급식시설에 설치된 개별 후드별로 점검표 작성

후드 점검 결과서 (후드 번호 :)			
후드 현황 및 후드 효율 평가	후드 사진		후드 설치 위치
	(사진)		<input type="checkbox"/> 조리대, 부침대 <input type="checkbox"/> 튀김기 <input type="checkbox"/> 국솥 <input type="checkbox"/> 밥솥 <input type="checkbox"/> 오븐 <input type="checkbox"/> 세척기 <input type="checkbox"/> 기타 ()
	후드 측정 결과		설계기준
	후드 치수	사각(W-L-H) __m × __m × __m	* 조리대 크기보다 15cm이상 큼
	후드 치수 적정성	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 불량	* 후드 폭이 180cm를 초과하는 경우 덕트를 2개 연결하거나 후드를 2개로 분리
	후드 설계 유량(㎥/min)		* 후드 개구면(㎡)×(후드 개구면 유속)× 60s/min (후드 개구면 유속은 조리대, 국솥 등 작업대별 권고 유속을 말함)
	후드 개구면 유속	후드 개구면 유속 측정결과(㎥/s) (등간격 측정)	* 후드 개구면을 등간격으로 나누어 유속 측정
	실제 후드 유량(㎥/min)		* 후드개구면(㎡) × 실제 측정된 평균 유속(㎥/s) × 60s/min
	후드 개구면 유속 적정성	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 불량	기타 후드 문제점 및 개선 의견
	작업자 호흡영역 보호	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 불량	흡입성능 결과로 판단
후드 포집 성능	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 불량		
방해기류 영향	<input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 있음	에어컨, 선풍기, 기타 기류에 의해 영향을 받는지 여부	
표준 후드 설치 방법	<p style="text-align: center;"> < 벽면형 > < 아일랜드형 > </p>		

Ⅲ. 기타 점검 사항

기타 점검 항목				
구분	점검 항목	점검 결과	개선 의견	비고
덕트	유량 조정 댐퍼 설치 여부	<input type="checkbox"/> 설치 <input type="checkbox"/> 미설치		
	덕트 연결부위 누유 여부	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 불량		
세척기	세척기 연소기 상부 후드 설치 여부	<input type="checkbox"/> 설치 <input type="checkbox"/> 미설치 <input type="checkbox"/> 해당없음		※가스등 연소장치가 설치된 세척기에 환기설치 유무 확인
전체환기	보충공기 유입은 적절한가?	<input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 부족		※창문, 배식구 등을 통해 2.5m/s 이상의 기류가 유입될 경우, 별도의 급기설비 설치가 바람직
	급식실 상부 고열 환기장치 설치 유무	<input type="checkbox"/> 설치 <input type="checkbox"/> 미설치		※상부 고열, 유해가스 정체 여부 및 고열 환기를 위한 전체환기 설치 여부
기타 문제점				

참고문헌

- 기계설비기술기준고시, 2021, 국토부
- 근무환경 실태조사 결과 발표 및 개선방안 토론회, 2021, 전국학교 비
정규직 노동조합 경남지부
- 신설조리실 도면, 2021, 남 교육청,
- 안전한 조리실 조성을 위한 기준(물기 없는 조리실 중심으로), 2012,
안전보건공단
- 음식점 냄새관리 가이드북, 2017, 환경부
- 조달청 등록 상업용 주방 후드, 조달청 홈페이지
- 조리시 발생하는 공기 중 유해물질과 호흡기 건강영향, 2019,
산업안전보건연구원
- 학교급식 위생관리 지침서, 2021, 교육부
- ASHRAE handbook-HVAC applications, 2007, ASHRAE
INDUSTRIAL VENTILATION MANUAL
- Review of Effluents and Health Effects of Cooking and the
Performance of Kitchen Ventilation ; Aerosol and Air Quality
Research, 19: 1937-1959, 2019
- Uniform Mechanical Code (UMC), 2021, ACGIH(산업위생전문가협
의회)
- HALTON,
“<https://www.halton.com/solutions/food-processing-facilities/>”

Abstract

Recently, problems with the ventilation of the kitchen have been raised, such as being diagnosed with respiratory-related occupational cancer by a cook who has been working in cooking for a long time. Despite this situation, there are no ventilation criteria data for each cooking appliance and required exhaust flow rate applicable to school cafeterias, so hood types and ventilation rates are often different depending on the installer, and ventilation efficiency is very low.

This study investigates the occurrence characteristics of various harmful factors by type of cooking utensils, analyzes the wrong design of ventilation devices, and causes of deterioration in ventilation efficiency, and establishes standard ventilation standards for each type of cooking, such as follows.

- Prepare ventilation standards for each cooking appliance.

Proposal of ventilation standards for each cooking appliance:
Proposal of ventilation standards for each of the six cooking utensils, including a cooking table, a fryer, a soup pot, an oven, a rice cooker, and a dishwasher.

The ventilation amount is calculated by multiplying the wind speed of the hood side by 0.5 m/s and 0.7 m/s (cooking table and fryer) with the opening area of the hood.

The general ventilation volume is calculated as $0.2\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2$ per floor area of the cafeteria.

The airflow inflow rate of natural air supply equipment should be kept below 2.5m/s and insect repellent and quarantine facilities should be installed in external intake ports to prevent sanitary pests and rat invasion. If the inflow speed of natural air supply is 2.5 m/s or more, forced air supply is required.

The blower should be installed outside the cooking room, a sufficient noise reduction device should be installed when installing indoors, and filters and electric dust collectors should be installed to reduce cooking fume in the event of complaints around it.

The discharge port shall protrude at least 1m from the roof surface.

The duct flow speed is installed in the range of 5 m/s to 10 m/s , and the duct is made of stainless steel, but cleaning and exhaust water management must be thoroughly performed.

Furthermore, a damper for adjusting the flow rate must be installed in the branch duct.

key words : Ventilation in the cooking room, Kitchen Ventilation, Cooking fumes(aerosol)

연구진

연구기관 : 주식회사 벤틀

연구책임자 : 하현철 (대표이사, (주)벤틀)

연구원 : 박승욱 (부장, (주)벤틀)

연구원 : 김대운 (팀장, (주)벤틀)

연구원 : 김기연 (교수, 서울과학기술대학교)

연구보조원 : 이규연 (사원, (주)벤틀)

연구보조원 : 진상윤 (직위, 소속)

연구보조원 : 황주영 (대학원생, 서울과학기술대학교)

보조원 : 이동욱 (사원, (주)벤틀)

보조원 : 김미애 (사원, (주)벤틀)

연구기간

2021. 04. 19. ~ 2021. 11. 30.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2021년도 위탁연구 용역사업에 의한
것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을
알려드립니다.

산업안전보건연구원장

학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련 연구
(2021-산업안전보건연구원-750)

발행일 : 2021년 11월 30일

발행인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : (주)벤티크 대표이사 하현철

발행처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전화 : 052-703-0822

팩스 : 052-703-0332

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 978-89-93948-97-4