

농식품 작업장 청정화에 필요한 공조설비

○ 김 병 삼 | 한국식품연구원 유통연구단
 단장
 Email : bskim@kfri.re.kr

1. 농식품 작업장과 위생개념 도입

최근들어 식품안전사고, 소비자의 안전에 대한 의식 향상 등으로 식품 처리, 가공 공정에 대한 HACCP, GMP 등이 도입되면서 농장에서 식탁까지 (farm to table)의 위생관리체계 확보에 대한 대책이 수립되어지고 있다.

농산물의 경우 2004년도부터 GAP(Good Agricultural Practice)가 시범사업으로 도입되면서 생산에 있어서 생산이력제도(traceability)와 APC(Agricultural Product Processing Center)에 있어 위생시설의 개념이 도입되기 시작하였다. 2006년도부터는 우수농산물관리제도가 정책적으로 도입되었으며 우수농

산물 생산지침에 의해 생산된 농산물의 수확후처리를 담당하는 우수농산물관리시설에 대한 기준이 작성되었다. 따라서 APC 등 농산물 처리, 유통시설에 대한 시설 인증이 들어가면서 이러한 인증시설에서 처리한 농산물에 한해 GAP 인증 마크를 최종적으로 부여하도록 하고 있다.

* HACCP은 식품의 안전성 보장을 위한 예방 관리 체계로 기존의 적정제조기준(GMP)과 표준위생 운영절차(SSOP)의 기본적 여건 위에서만 효과적으로 작동한다. GMP(Good Manufacturing Practice)는 위생적인 제조 환경에서 식품을 제조하여야만 생산된 식품의 안전성과 품질이 보증된다는 전제하에 시설, 장비, 개인위생 및 공정관리의 기준을 설정한 것이고, SSOP(Sanitation Standard Operating Procedure)는 식품 취급중 외부로부터의 위해요소가 유입되는 것을 방지하기 위한 조치들을 규정한 것이며, HACCP은 특정 공정의 중요관리점에서 식품 자체에 존재하는 위해요소를 제거하거나 허용 기준 이하로 감소시키는 것이다.

따라서 HACCP이 효과적으로 작동하기 위해서는 반드시 GMP와 SSOP의 기초 위에서 시행되어야 한다.

표 1. 안전한 농식품의 공급을 위한 단계별 관리기준

유통·판매 단계	GHP(Good Hygenic Practices)
처리·가공 단계	HACCP(Hazard Analysis of Critical Control Point)
	SSOP(Sanitation Standard Operating Procedure)
	GMP(Good Manufacturing Practices)
생산·수확 후관리 단계	GAP(Good Agricultural Practices)

표 2. 우리나라의 HACCP 적용 현황

운영 주체	업 종	적용등록 업체수	기준
식품의약품 안전청	식품제조가공	74(5)	·2004.
	단체급식	45(13)	9.15
농림부 (국립수의과학 검역원)	식육가공장	138	2004.
	유가공장	32	11.1
해양수산부 (국립수산물 품질검사원)	수산물 가공	미국수출	7
		EU수출	43
			2004.
			11.11

* GAP(Good Agricultural Practices)는 소비자에게 안전하고 위생적인 농축산물을 공급할 수 있도록 생산자 및 관리자가 지켜야 하는 생산 및 취급 과정에서의 위해요소 차단 규범을 의미하는 것으로, 환경에 대한 위해요인을 최소화 하고, 소비자에게 안전한 농식품을 제공하기 위하여 농축산물의 재배, 수확, 수확후 처리, 저장 과정 중의 화학제·중금속 미생물에 대한 관리 및 그 관리사항을 소비자가 알 수 있게 하는 체계이다.

2. 농식품 작업장 설계의 기본 개념

가. 기본개념

1) 사회적 환경 요인에 대한 대응

- 안전한 농식품 공급에 대한 소비자 요구
- 지속가능한 농업을 추구하는 환경친화적 요구
- 국제 무역 관계 등을 고려한 요구

2) 관련 법규나 규정에 대응

- GAP, GMP, HACCP 등 위생관리 기준에 적합한 시설
- 관련 법규나 규정에 상응하는 시설

3) 시설의 효율성을 고려한 대응

- 물류 효율화, 작업 효율화에 대응
- 에너지 효율성,
- 처리, 가공에 적합한 시설

- 유연성 있는 시설

4) 위생안전성 확보

- 교차오염 방지
- 청결한 작업공간 확보
- 위해요소의 최소화를 위한 시설

나. 설계 고려사항

위생적인 시설설계시 기본적인 고려사항은 다음과 같다.

1. 어떻게 하면 먼지가 쌓이지 않거나 최소로 줄일 수 있을까?
2. 어떻게 하면 쉽게 청소하고 깨끗하게 유지할 수 있을까?
3. 어떻게 하면 교차오염(cross contamination)을 막을 수 있을까(공정흐름, 구획화)?
4. 어떻게 하면 쥐나 벌레들이 공장 내로 들어오지 못하게 하며, 들어와도 살아 번식하지 못하게 할까?
5. 어떻게 하면 작업자들이 쉽게 개인위생과 환경위생에 안전을 기할 수 있을까?
6. 어떻게 하면 위해요소의 원인을 제거할 수 있을까?

한편 세척농산물과 같은 전처리시설이나 신선편이농산물의 경우 HACCP을 도입하는 것이 최상의 위생관리이나 현실적으로 신선편이농산물을 제외하면 현재로서는 도입하는데 제약 요인이 많기 때문에 이전 단계로서 GMP(good manufacturing practice)의 기본 시설 개념을 가지고 접근하는 것이 적절하다.

GMP는 다음과 같은 요구사항을 전제로 하고 있으며, 이러한 사항들은 위에서 언급한 기본적인 고려사항과 서로 연계되어 있다.

1. 건물 및 설비 관리
2. 기계 및 기구 관리
3. 작업자의 위생관리
4. 쥐 및 해충 관리
5. 가공 용수 관리
6. 배수 및 폐기물 관리
7. 생산 및 공정 관리
8. 제품 및 시험 검사 기계·기구 관리
9. 창고 관리
10. 공장 주변 환경 관리

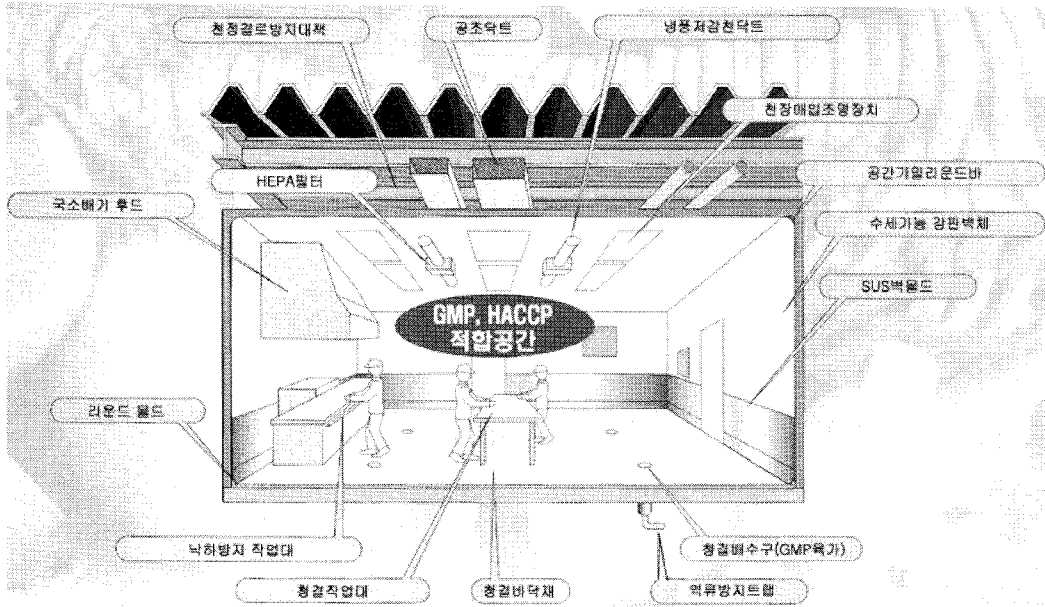


그림 1. GMP, HACCP을 적용한 작업 공간 구조 모델

3. 농식품 작업장의 공조시설 설계 및 시공

가. 공조시설 설계 및 시공 고려사항

농식품 작업장의 공조설비의 설계에 있어서 고려할 사항은 다음과 같다.

- ① 작업장의 구분, 구획 : 청정도, 온습도, 기압등을 고려하여 작업장을 구분, 구획(일반구역, 준청결구역, 청결구역, 위생관리구역, 기타 구역)한다.
- ② 교차오염 방지(공기흐름) : 공기흐름은 청정도가 낮은 지역의 공기가 청정도가 높은 지역으로 유입되지 않도록 독립성을 부여해줄 필요가 있다. 일반구역, 준청결구역, 청결구역 순으로 압력을 높여 보다 청정도가 높은 지역으로의 공기의 유입을 방지한다.
공기흐름은 청결구역 → 준청결구역 → 일반

작업구역 → 제조지역 이외로 흐르도록 한다.

- ③ 결로방지 : 여러 가지 복잡한 조건에 의해 형성되는 결로를 방지하기 위한 습도 제어시스템을 구축하는 것이 중요하다. 일반적으로 결로의 원인이 되는 과잉습도를 제거하기 위한 국소 배기 시스템 및 작업실간 온도차(단열재 증강등)를 관리하는 방법등을 사용한다.

- 기계적 공조시 필터 선정 포인트

- ① 청결구역에는 중고성능 필터 사용을 권장한다. 그러나, 프리필터도 사용할 수 있다. 필터는 청소 관리가 용이한 위치에 설치한다.
- ② HEFA 필터를 사용할 경우 덕트내 미생물을 제거하기 위해 가능한 급기구에 설치하는 것이 바람직하다. Prefilter는 외기 분진 제거용으로 Medium filter는 HEFA필터의 수명 연장용으로서 공조시스템에 활용된다.
- ③ HACCP이 적용될 수 있는 신선편이농산물가공공장의 경우는 HEFA필터를 사용하나 단순 세

표 3. 신선편이 농산물 가공공장의 공조 시스템 설계 예

설비명	공조 구역	청정도 구분	온습도	설치위치
유니트쿨러	예생실, 원료 및 완제품 보관 창고	일반구역	0±5℃	예생실, 보관 창고 내부 벽 또는 천정
공기조화기 (AHU)	전처리실, 주처리실, Box포장실	준청결구역	10±5℃	공조실
공기조화기 (AHU)	위생실, 내포장실, 내포장 창고	청정구역 Class 100,000	온도 10±5℃	공조실
급배기	탈의실, 세척실, 출고장	일반구역, 오염구역	상온(외기온도와 동일)	직접 급배기

적 작업장의 경우는 Medium filter를 사용한다.

- 공조기(온도, 습도, 환기 관리)의 설치

① 외기를 도입하여 실내 공기를 정화하고 온도 관리와 수증기 제거등을 위해 기계적 공조기를 설치하게 된다. 공조유니트(AHU)는 외기를 도입하여 프리필터를 통과하여 분진등을 제거하고 가열과 냉각 과정을 거쳐 최종적으로 medium filter나 HEFA 필터를 거쳐 청정한 공기를 공급하는 장치이다.

② 작업장 내부는 양압을 형성하여 공기흐름은 ‘청결구역 → 준청결구역 → 일반작업구역 → 제조지역 이외’로 흐르도록 한다(청결과 준청결 구역은 5Pa 정도의 양압, 일반작업구역은 대기압으로 조정).

* 배기팬과 급기팬의 연동과 차압 뎀퍼를 설치하여 제조실 내부가 항상 양압이 되도록 함.

③ 사례별 공조기 설치 예

- 전처리 및 준비실 : package형 공조기 Unit cooler + condensing unit
- Sock filter 공조시스템 : 0.1m/sec 이하의 풍속으로 공기를 공급하는 시스템

* 덕트전체에서 공기가 공급되어 균일하게 공급이 가능하고 소음이 적고 온도차이를 느끼지

않은 자연에 가까운 공조가 가능하다.

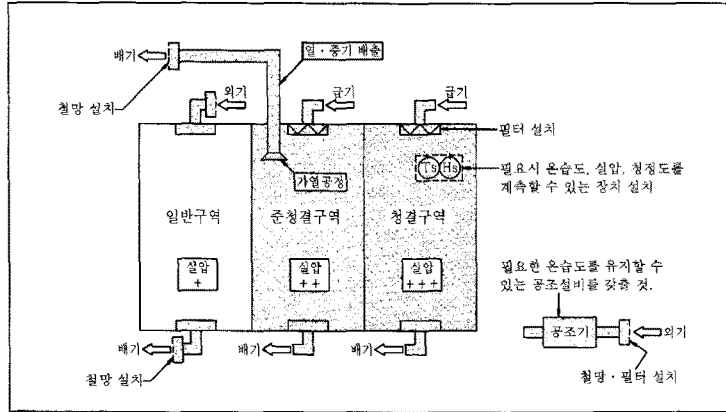
- 가열 조리실 : spot 공조 시스템, Push-pull 공조 시스템
- 냉각실 : 급속냉각시스템(차압식냉각기), 저온 공조시스템
- 충전, 포장실 : 중온 package + Sock duct 시스템
- * Sock duct 공조는 종업원의 체감 온도를 방지할 수 있고 sockduct의 필터는 잠균 포집에 유효함.

- 덕트 설치

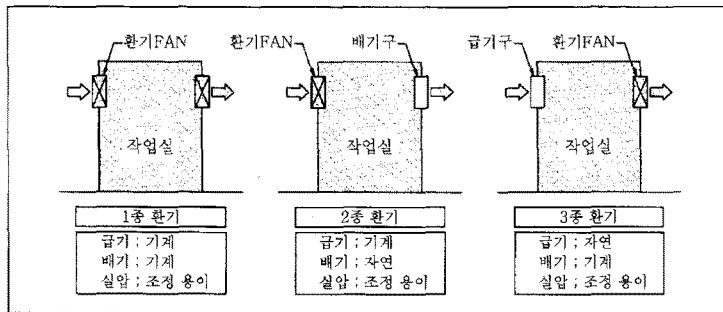
청정지역과 준청정 지역의 공기를 공급하기 위하여 덕트를 설치한다. 덕트의 구조는 완만한 곡선의 구조이어야하고 청결을 유지할 수 있도록 한다.

<HVAC(Heating, Ventilation and Air Conditioning) 덕트공사 >

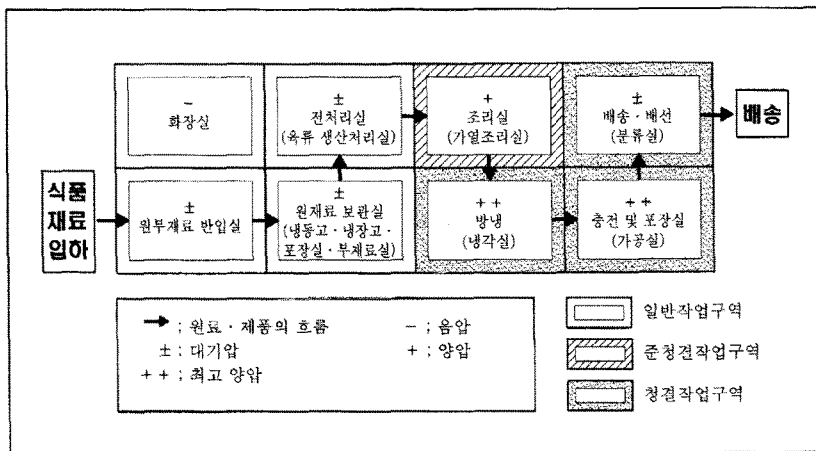
- 덕트재질 : 아연도강판
- 보온재질 : 아티론 난연성 보온재 급기 30T, 환기 25T
- 코킹재료 : 비초산성 실리콘/난연고무 패킹재
- 디퓨져 : 2, 3, 4- way



공기관리 계획의 요점



자연공조 방식



식품공장 급배기 균형의 개념

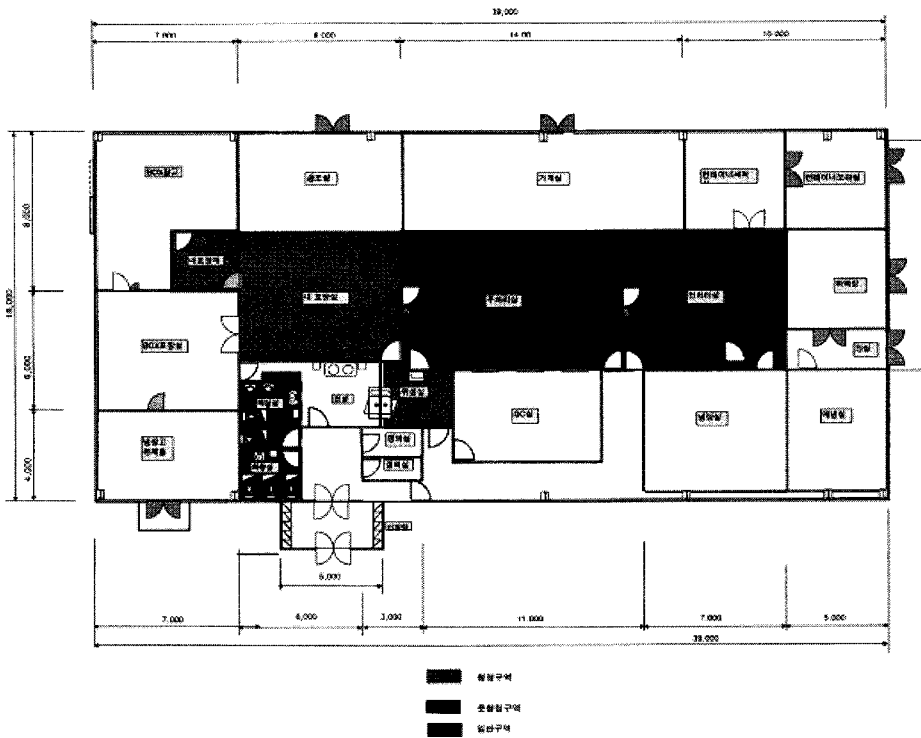
나. 세척농식품작업장에 적용가능한 공조유니트 기본 설계 모델(안)

1) 시설 개요

① 개요

실명	실면적 (㎡)	층고 (m)	고내온도 DB(℃)	공조방식	청정도 구분	Class기준 @0.5μm	비고
원료보관실	45.5	4	0-5	유니트쿨러	일반구역	-	
전처리실	50	4	10±5	유니트쿨러	일반구역	-	
가공작업실	71.5	4	10±5	공기조화기 (AHU)	준청결구역	100,000	세척농산물
탈수·포장실	52	4	10±5	공기조화기 (AHU)	청정구역	10,000	샐러드 수준
완제품보관실	35	4	0-5	유니트쿨러	일반구역	-	

* 음영부분이 공조 계획 대상 구역임



청 정 도

그림 2. 농식품 세척가공 작업장의 모델

② 공조설비 대상 작업장의 각 실별 냉동기 용량 설계

실 명	실면적	층고	고내 온도	실내 냉방부하 (kcal/hr)	장비 용량 (HP)	냉방 풍량 (m ³ /hr)	외기 풍량 (m ³ /hr)	외기 냉방부하 (kcal/hr)	총냉방부하 (kcal/hr)	총난방부하 (kcal/hr)
세척기공작업실	71.5	4	10±5	15,530	6.5	13,893	988	17,784	41,791	25,000
탈수 포장실	52	4	10±5	8,477	3.6					

③ 클린룸용량 설계

실 명	실면적	층 고	청정도 (class)	클린룸 환기횟수 (회/hr)	고내온도 (°C)	작업원수(인)	조명 (Lux)	양압유지풍량 (m ³ /hr)
세척기공작업실	71.5	4	100,000	20	10±5	4인	250	988
탈수.포장실	52	4	10,000	30	10±5	2인	540	

2) 설계계산서(부하계산) 및 기기선정

① 냉방 풍량계산

냉방 풍량계산 : $24,007 \text{kcal/hr} \div (0.288 \times (10 - 4 \text{°C})) = 13,893 \text{m}^3/\text{hr}$ (232CMM)

외기 풍량계산 : 실제적의 2회를 양압유지용 풍량으로 계산한다.

$494 \text{m}^3 \times 2 \text{회}/\text{HR} = 988 \text{m}^3/\text{hr}$ (16.5CMM)

② 외기 냉방 부하계산

$988 \text{m}^3/\text{hr} \times 18 \text{kcal/hr} = 17,784 \text{kcal/hr}$

③ 총 냉방 부하계산

실내 부하량 : 24,007kcal/hr

외기 부하량 : 17,784kcal/hr

총 합 계 : 41,791kcal/hr

④ 냉동기 장비용량

$41,791 / 2,400 \text{kcal/hr(HP 기준)} = 17.5 \text{HP} \approx 20 \text{HP}$ (냉동기 용량)

⑤ 난방 부하계산

실내 부하량 : 15,671kcal/hr

공조 급기량 : 13,893m³/hr

신선 외기량 : 988m³/hr

난방 열량계산

㉞ 공조기 혼합온도 T1 = ((환기량 × 실내온도) +

(외기량 × 외기온도) ÷ 급기량

$= [(12,905 \times 10) + (988 \times (-15))] \div 13,893 = 8.2 \text{°C}$

㉟ 공조기 토출온도 T2 = 실내온도 + (실내부하량 ÷ (0.288 × 급기량))

$= 10 + (15,671 \div 0.288 \times 13,893) = 13.9 \text{°C}$

㊱ 난방열량계산 T = 급기량 × 0.288 × (T2 - T1)

$= 13,893 \times 0.288 \times (13.9 - 8.2)$

$= 22,806 \times 1.1 \text{(S.F)} = 25,000 \text{KACL/HR}$

⑥ 공조 SYSTEM

PRE FILTER + PRE FILTER + MEDIUM FILTER + 냉동(cooling coil + Heating coil) + 급기 송풍기 ⇒ DUCT + HEPA FILTER ⇒ 실내 ⇒ DUCT RETURN ⇒ 공조기

⑦ 급기 온도 조절용 공조기

① 냉방열량 : 41,791kcal/hr

② 난방열량 : 25,000kcal/hr

③ 풍량 : 13,893m³/hr(232CMM)

④ 송풍기 : AIR FOIL FAN DS# 3.5

⑤ MOTOR : 11KW

⑥ 정압 : 140mmAq

⑦ 실외기 : 20HP(10HP + 10HP)

작업장 1: 세척가공작업실

■ 냉방 부하계산서

◆ 설계조건

- 실규격 : $(11 \times 6.5\text{m}) = 71.5\text{m}^2$ (22평)
- 실체적 : $71.5\text{m}^2 \times 4\text{m(H)} = 286\text{m}^3$
- MOTOR류 : 12KW
- 형광등 : 25W/m^2
- 작업인원 : 4인

◆ 온도조건

- 외기조건 : 33°C (하계) / -15°C (동계)
- 실내조건 : $10 \pm 5^\circ\text{C}$

◆ 부하기준

- 건물 전열 손실부하(냉방)
 - 벽체 : 8.3kcal/hr.m^2 (우레탄 PANEL 50t일때)
 - 천장 : 8.4kcal/hr.m^2 (우레탄 PANEL 50t일때)
 - 바닥 : 냉방시 열손실無
- 건물 전열 손실부하(난방)
 - 벽체 : 9.0kcal/hr.m^2 (우레탄 PANEL 50t일때)
 - 천장 : 9.4kcal/hr.m^2 (우레탄 PANEL 50t일때)
 - 바닥 : 94kcal/hr.m^2 (콘크리트 15cm 일때)
- MOTOR 발열부하 : $12\text{kw} \times 860\text{kcal/hr} = 10,320\text{kcal/hr.kw}$
- 전등 발열부하 : 25W/m^2 (300LUX)
- 인체 발열부하 : 현열 - 43kcal/hr인 / 잠열 - 127kcal/hr인 (공장의 경작업)
- 환기(양압) 열 손실부하 : 18kcal/hr.m^3 (실내 10°C 일때)
- 물품 냉각부하 : 8kcal/hr.kg

◆ 난방 부하 계산

구 분	산출근거	발열량(Kcal/hr)	
건물전열 손실부하	벽체	$11 \times 4 \times 2 \times 9.0\text{kcal/hr}$	792
	천장	$(11 \times 6.5) \times 9.4\text{kcal/hr}$	672
	바닥	$(11 \times 6.5) \times 94\text{kcal/hr}$	6,721
소계		8,185	
안전율 부하	10%	819	
합계		9,004	

* 난방 부하 : $9,004\text{kcal/hr}$

◆ 냉방 부하 계산

구 분	산출근거	발열량(Kcal/hr)	
건물전열 손실부하	벽체	$11 \times 4 \times 2 \times 8.3\text{kcal/hr}$	731
	천장	$(11 \times 6.5) \times 8.4\text{kcal/hr}$	600
	바닥	-	-
MOTOR 발열부하	$12\text{kw} \times 860\text{kcal/hr}$	10,320	
전등 발열부하	$71.5\text{m}^2 \times 25\text{W} \times 1.0\text{kcal/hr}$	1,788	
인체 발열부하	$4\text{인} \times 170\text{kcal/hr}$	680	
물품 냉각부하			
소계		14,119	
안전율 부하	10%	1,411	
합계		15,530	

* 냉방 부하 : $15,530\text{kcal/hr}$

■ 냉방장비 용량 계산

◆ 냉방 장비 용량 계산

공랭식 일때 = 발열량 ÷ $2,400\text{Kcal/hr}$ (공냉식 1HP 기준)

◆ 공조 장비용량

공조장비(HP) = $15,530\text{kcal/hr.} \div 2,400(\text{Kcal/hr}) \approx 6.5\text{HP}$

작업장 2: 탈수, 포장실

■ 냉방 부하계산서

◆ 설계조건

- 실규격 : $8\text{m} \times 6.5\text{m} = 52\text{m}^2$ (16평)
- 실체적 : $52\text{m}^2 \times 4\text{m(H)} = 208\text{m}^3$
- MOTOR류 : 4KW
- 형광등 : 55W/m^2 (540LUX)
- 작업인원 : 2인

◆ 온도조건

- 외기조건 : 33°C
- 실내조건 : $10 \pm 5^\circ\text{C}$

◆ 부하기준

- 건물 전열 손실 부하
 - 벽체 : 8.3kcal/hr.m^2 (우레탄 PANEL 50t일때)

- 천장 : 8.4kcal/hr.m²(우레탄 PANEL 50t일때)
- 바닥 : 냉방시 열손실無
- 건물 전열 손실부하(난방)
 - 벽체 : 9.0kcal/hr.m²(우레탄 PANEL 50t일때)
 - 천장 : 9.4kcal/hr.m²(우레탄 PANEL 50t일때)
 - 바닥 : 94kcal/hr.m²(콘크리트 15cm일때)
- MOTOR 발열부하 : 860kcal/hr.kw
- 전등 발열부하 : 55W/m² (540LUX)
- 인체 발열부하 : 현열-43kcal/hr인 / 잠열-127kcal/hr인 (공장의 경작업)
- 환기 열 손실부하 : 18kcal/hr.m³(실내 10°C일때)
- 물품 냉각부하 : 8kcal/hr.kg

◆ 난방 부하 계산

구분	산출근거	발열량 (Kcal/hr)	
건물전열 손실부하	벽체	((8×2)+3)×4×9.0kcal/hr	684
	천장	(8×6.5)×9.4kcal/hr	489
	바닥	(8×6.5)×94kcal/hr	4,888
소개		6,061	
안전율 부하	10%	606	
합계		6,667	

* 난방 부하 :6,667kcal/hr

◆ 냉방부하계산

구분	산출근거	발열량 (Kcal/hr)	
건물전열 손실부하	벽체	((8×2)+3)×4×8.3kcal/hr	630
	천장	(8×6.5)×8.4kcal/hr	437
	바닥	-	-
MOTOR 발열부하	4kw×860kcal/hr	3,440	
전등 발열부하	52m ² ×55W×1.0kcal/hr	2,860	
인체 발열	2인 ×170kcal/hr	340	
물품 냉각부하	-	-	
소개		7,707	
안전율 부하	10%	770	
합계		8,477	

* 냉방부하 : 8,477kcal/hr

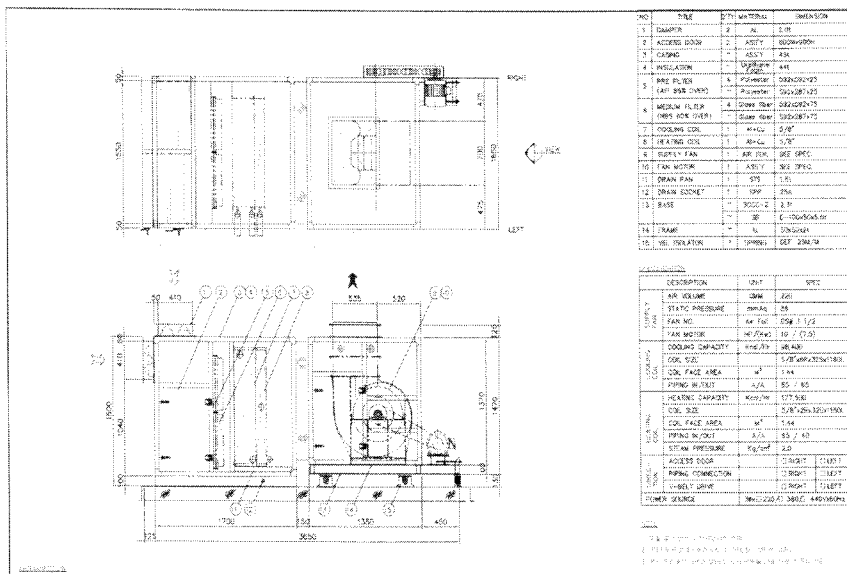
■ 냉방장비 용량 계산

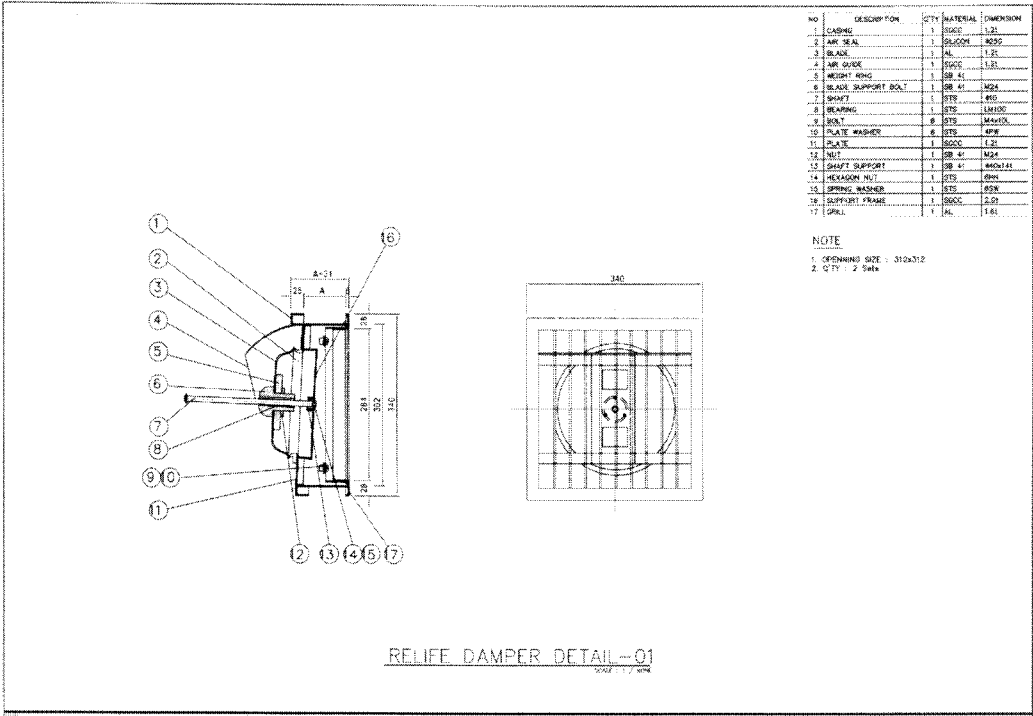
◆ 냉방 장비 용량 계산

공랭식 일때 = 발열량÷2,400kcal/hr(1HP기준)

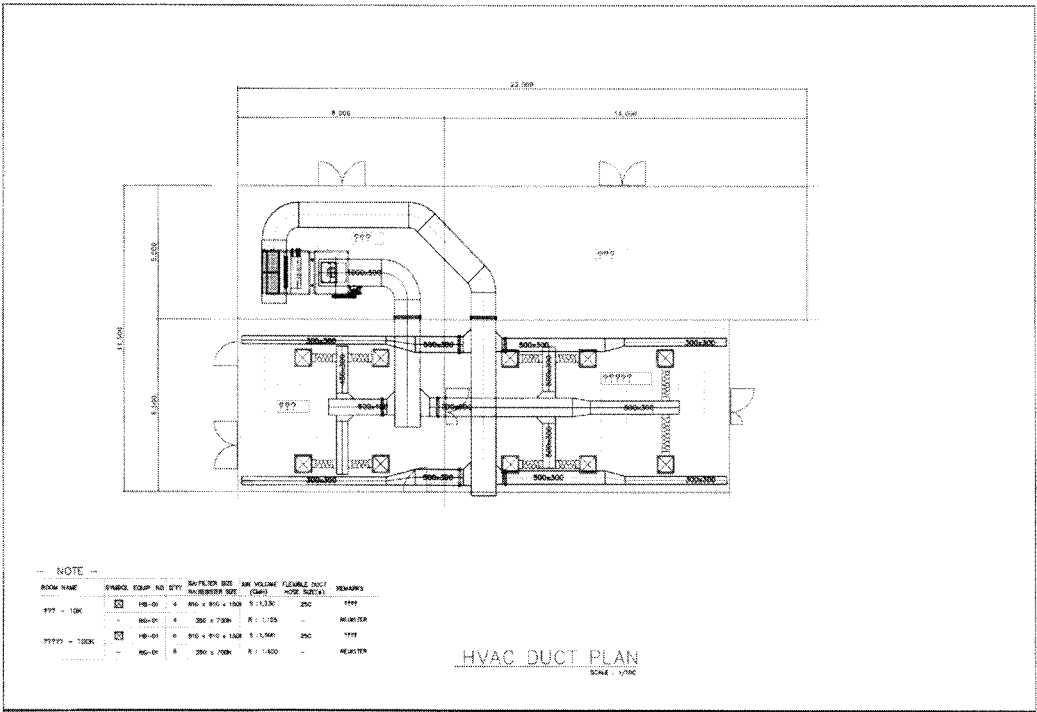
◆ 공조 장비용량

공조장비(HP) = 8,477kcal/hr÷2,400(Kcal/hr) ≙ 3.6HP

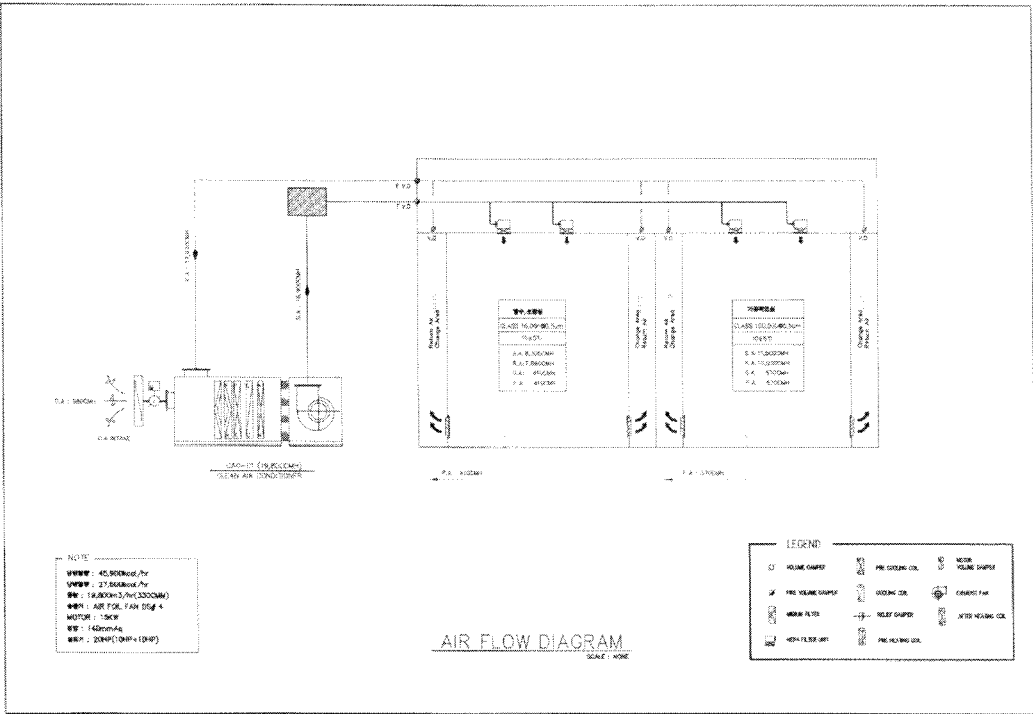
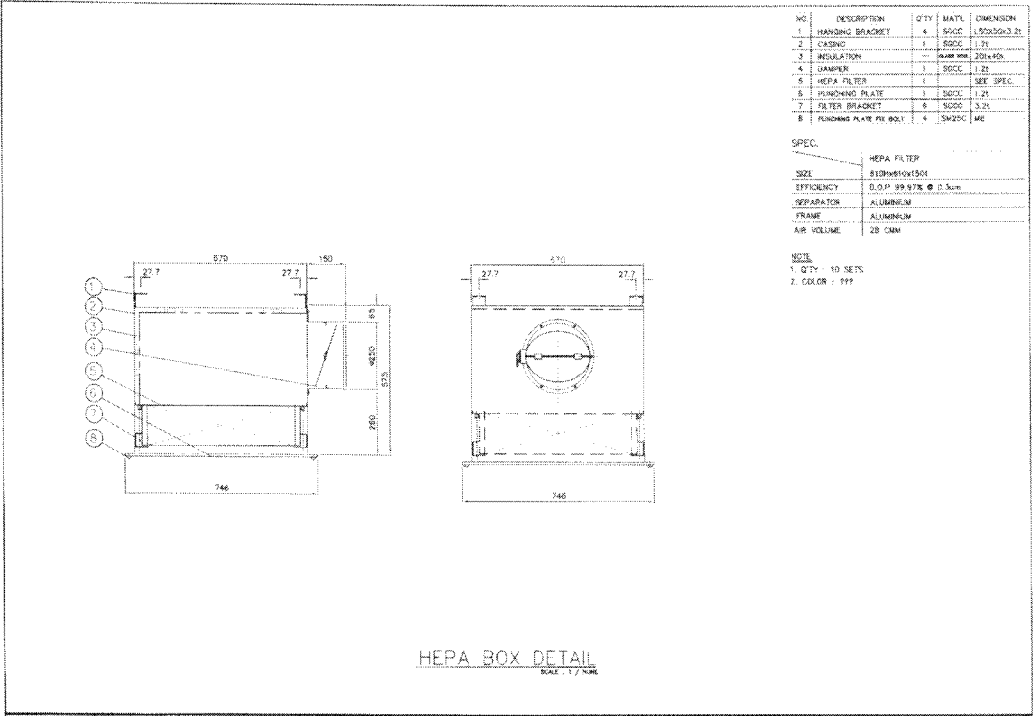




RELIEF DAMPER DETAIL-01
SCALE 1:1



농식품 작업장 청정화에 필요한 공조설비



- 참고문헌 -

1. HACCP의무적용에 따른 재정,기술지원 방안연구, 식품의약품안전청(2004).
2. 우수농산물관리시설 설계 및 시공 기준, 한국식품연구원(2008).
3. 牛田善和 冷凍機械工學 핸드ブック Heat-Pump, p459-469(1965).
4. 長谷川美典(2002), Cut-vegetables, Science forum.
5. 중국 향균소재 응용시장 확대추세 강병수 2002. 06. 27.
6. 恒溫恒濕の實際. 恒溫恒濕の自動制御. 日本冷凍協會, p21-30(1987).
7. 恒溫恒濕の實際. 恒溫恒濕のための基本設計, 日本冷凍協會, p6-20(1987).