대한설비공학회 2008 하계학술발표대회 논문집 pp. 0546 ~ 0551

08-S-091

서울우유 거창공장의 HACCP 적용 설계 사례

김 광 호 , 김 원 호
(주) 기 성 이 앤 씨

1. 머 릿 말

본 프로젝트는 전 국민에게 가장 친숙하고 가장 완전한 영양식품인 우유 등 유가공제품을 생산하는 서울우유 거창공장 신축공사의 기계설비 설계에 있어 원활하고 효과적인 생산 공정, 위생적인 생산 환경 및 쾌적한 작업 환경을 위하여 최적의 생산 시스템을 구축할 수 있도록 기계설비의 효율성, 경제성, 안전성, 환경성 등을 도모하고 초기투자비 및 운전비용 절감 방안 등을 도출하며 생산설비에서 일반기계설비, 물류설비에 이르기 까지 공장자동화 및 자동제어의 첨단화 등 신기술을 적용하여 기술력 및 경쟁력을 확보할 뿐만 아니라 식품공장으로 필수적인 위생성을 감안하여 가장 완벽한 위생성을 보장하는 HACCP 기준 (Hazard Analysis Critical Control Point-식품위해요소 중점관리기준)을 적용하여 거창공장 생산 전제품에 대하여 HACCP 인증을 받은 설계 사례를 소개하려 한다.

Fig. 1 서울우유 거창공장 조감도

2. 건물 개요

· 건물명 : 서울우유 거창공장
· 위 치 : 경상남도 거창군 거창읍 정장리 500번지 일원
· 연면적 : 24,989 ㎡ (7,559 평)
· 규 모 : 지상3층 공장동 외 5개 부속동
· 구 조 : 철근콘크리트조 + 철골철근콘크리트조 + 철골트러스(지붕)
· 용 도 : 공장 (원유 살균처리, 유제품 가공생산, 냉장보관시설)
· 원유처리량 : 500 톤/일
· 설계자 : 건축/한조건축(주), 기계/(주)기성이앤씨 ,전기/미가엔지니어링(주)

3. 설계 기준

3-1.외기 온습도

구분	건구 온도	습구 온도	상대 습도	절대 습도	엔탈피
	℃ DB	℃ WB	% RH	kg/kg′	kcal/kg
하계	33.7	25.5	52.2	1.1773	18.65
동계	-10.4	-11.9	58.0	0.0008	-1.97

3-2. 실내 온습도

구 분	냉 방		난 방		공기청정도
	℃DB	%RH	℃DB	%RH	class
우유충진실	25	60	18	40	50,000
전처리실	25	60	18	40	100,000
원부자재실	25	60	18	40	100,000
콘트롤룸	24	50	22	40	-
MCC 룸	26	55	-	-	-
냉장창고	4	-	-	-	-

3-3. 기타 기준

① HACCP 인증 기준에 적합한 건축 포함 전설비의 위생적인 설계

② 초기투자비 및 운전비용을 고려한 경제적인 설계
③ 환경 친화적이며 에너지절약형 설비 설계

4. 공조 설비

4-1. 공조 설비 개요

① 냉열원 : 생산용 냉열원인 냉동시스템 이용 (아이스빌더 냉각수)
② 온열원 : 생산용 온열원인 스팀보일러 이용
③ 운전개요 : 비공조시간대이며 생산부하가 적은 야간시간대에 냉동시스템을 가동,
아이스빌더에 축냉하여 주간시간대에 공조용 냉각수공급
④ 냉방부하 : 최대 1,704,620 ㎉/hr (513 RT)
⑤ 난방부하 : 최대 1,519,750 ㎉/hr (2,939 ㎏/hr at 2㎏/㎠)

4-2. 공조 설비 설계

① HACCP 기준에 따라 전 생산 공장을 청정구역, 준청정구역, 오염구역으로 구분하여 실간 공기 이동에 의한 교차오염 방지를 위하여 실별 양압 구성
② 청정도별, 온습도별, 사용시간대별로 6개 AHU 존과 12개 기타 존으로 조닝
③ 실별 공조 조닝 방식

실 명	공조 조닝	구 분
전처리실	AHU 1	준청정구역
카톤공급실	AHU 2	준청정구역
혼합실,계량실	AHU 3	오염구역
우유충진실	AHU 4	청정구역
치즈충진실	AHU 5	청정구역
서지탱크실	AHU 6	청정구역
공상자세척실	HCU 1	오염구역
우유포장실	HCU 2	준청정구역
원부자재실	HCU 3	준청정구역
콘트롤룸	PAC	준청정구역
MCC 룸	PAC	준청정구역
CIP 룸	1종 환기	오염구역

4-3. 우유충진실 공조 방식

① 공조기 HEPA 휠터 설치
- 공기청정도 50,000 class 유지
② 실내 Air Balance 양압 유지
- 인접실의 오염공기 유입 방지

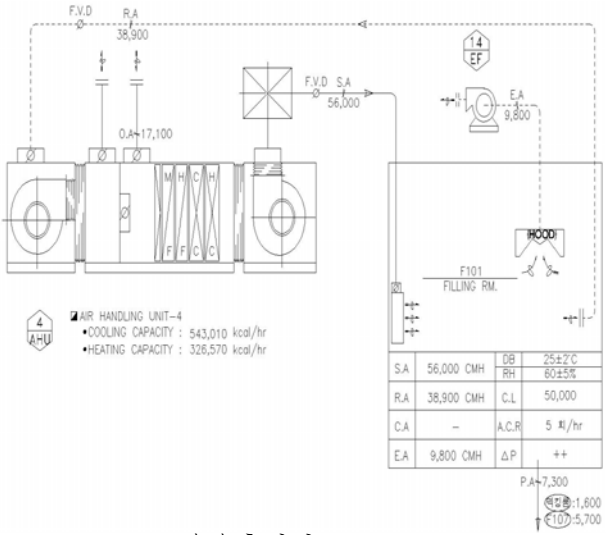

Fig. 2 우유충진실 Air Flow Sheet

③ 하부 저속치환유니트 급기, 상부 그릴 배기
- 실작업공간인 하부로 쾌적 공조공기 공급
④ 우유충진기 발열부 후드 및 덕트 설치
- 오염된 고열의 공기 외부 방출, 냉방부하 감소

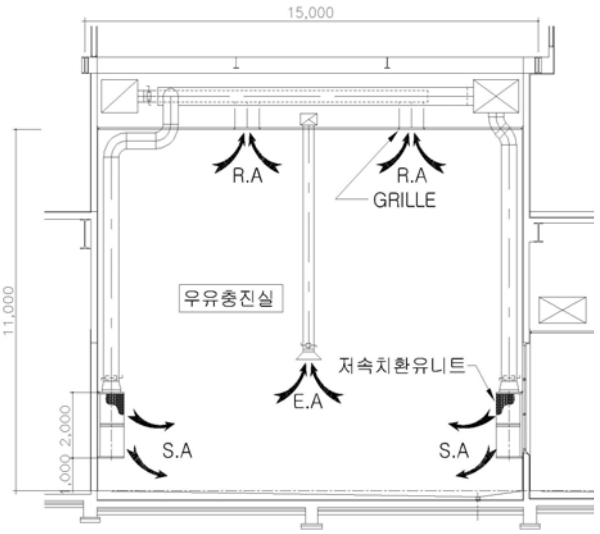

Fig. 3 우유충진실 공조 개요도

5. 냉동 설비

5-1. 냉동 설계 개요

① 냉동 시스템

냉매 NH_3 , 중앙공급식 냉동시스템 (ET -10℃ / CT +35℃), 개방형스크류콤프레써 및 증발식응축기 선정

- 설비투자비 최소화, 소요동력 감소, 냉동효과 우수성 도모

Fig. 4 NH_3 스크류콤프레써

② 냉각수 시스템

생산공정용 냉각수 (538 RT) 및 공조용 냉각수 (513 RT) 통합 사용 (In/Out +8/+1℃)

- 저부하시간대인 야간에 축냉하여 고부하시간대인 주간에 공조용으로 사용

리버스리턴 (Reverse Return) 배관으로 설계하여 설비별로 균압 공급

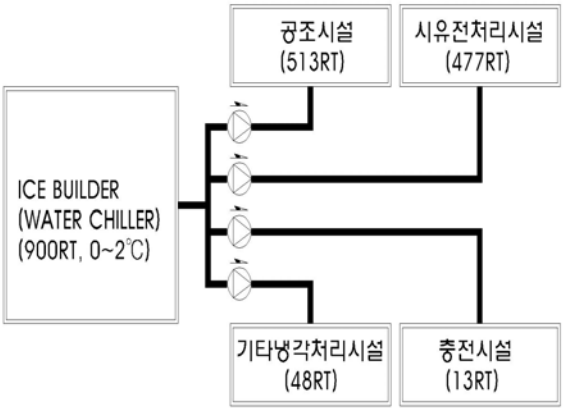

Fig. 5 냉각수시스템 개요도

Fig. 6 아이스빌더 및 코일 축냉 상태

③ 냉장창고 시스템

냉매는 간접냉매로 브라인 사용

(프로필렌글리콜 40% Wt, In/Out -1/-5℃)

- 냉매 누설시 작업자의 안전사고 및 제품의 오염 방지

리버스리턴 배관 설계 및 유니트쿨러 길이 방향 양면 배치, 무닥트 시스템 적용

- 설비별 브라인 균압 공급으로 온도편차 최소화 및 덕트 설치로 인한 오염 및 관리요인 제거

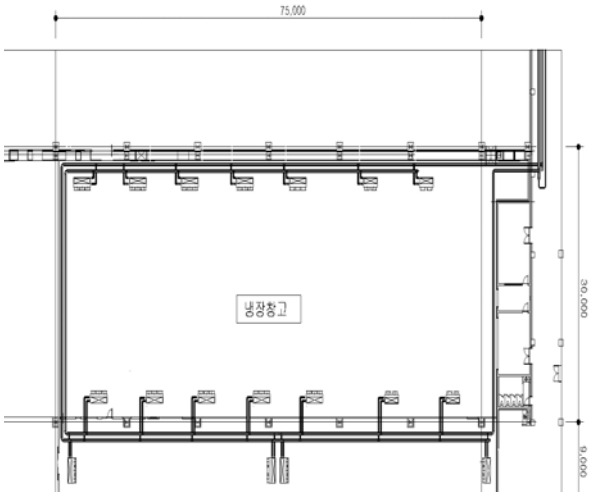

Fig. 7 냉장창고 장비배치도

5-2. 냉동설비 구성

① NH_3 스크류콤프레서
: 273RT×4대, 314RT×1대
② 증발식응축기 (Evaporative Condenser)
: 380RT×5대
③ 아이스빌더 (Ice On Coil Type)
: 900RT×1대
④ 칠드워터판형열교환기 (Chilled Water PHE)
: 300RT×1대
⑤ 유니트쿨러 (천정현수형)
: 10RT×16대, 7.5RT×4대
⑥ 브라인판형열교환기 : 80RT×3대
⑦ NH_3 액펌프 : 2.2kw×4대
⑧ 브라인펌프 : 45kw×2대, 11kw×4대
⑨ 칠드워터펌프 : 18.5kw×9대 등

6. 보일러 설비

6-1. 보일러 설계 개요

① 연료 : LNG 사용 (60 ㎥ 탱크 2대, 7일분 보관, 탱크로리 공급)
- 청정연료로 환경성 우수, 발열량 대비 경제성 우수

Fig. 8 LNG 저장 설비

② 형식 : 수관식패키지보일러
- 부하변동에 따른 응답성 및 열효율 우수
③ 기타 : 공기예열기, 에코너마이저, 후래시베셀, 폐열회수 PHE, 응축수 회수펌프 설치
- 회수 가능 폐열 전량 회수, 연료비 절감

6-2. 보일러 설비 구성

① LNG 설비 (저장탱크, 거버너, 가스히터 등) 1세트
② 수관식패키지보일러 (10톤, 10kg/㎠) 3세트
③ 폐열회수설비 (브로우다운 & 후래시베셀, 폐열회수 PHE 등) 1세트
④ 연수처리설비 (카본휠터, 연수기, 마이크로휠터, UV 살균기 등) 1세트
⑤ 응축수탱크 (30㎥) 1대
⑥ 스팀해더 (고,저압 및 현장 분기용) 4대 등

Fig. 9 수관식패키지스팀보일러

7. 압축공기 설비

7-1. 압축공기 설계 개요

① 형식 : 수냉식 무급유식 스크류 공기압축기
- 압축공기의 유분 오염 방지
② 구성 : 고정부하용 1대, 변동부하용 1대, 스탠드바이 1대로 구성
- 변동부하용은 인버터 장착 동력비 절감
③ 기타 : 루프(Loop)형 배관, 주요 중간지점에 세퍼레이터 및 자동트랩 설치
- 말단부 압력 저하 방지, 배관중 발생 수분 자동 제거

7-2. 압축공기 설비 구성

① 스크류 공기압축기 (200 HP, 24 Nm³/min) 3대
② 냉동식 에어드라이어 (80 Nm³/min, 8 kg/㎠, DP 4℃) 2대

③ 에어레시버탱크 (STS304, 5 ㎥) 1대
④ 프리휘터 (5 micron) 1대
⑤ 라인휠터 (1 micron) 1대
⑥ 쿨링타워 (대향류 유입통풍식 밀폐형, 80 RT) 2대
⑦ 냉각수 순환펌프 (36 ㎥/hr, 11 kw) 3대 등

8. 새니타리탱크 (Sanitary Tank) 설비

① 형식 : 원형, 횡형 또는 종형, 3중 보온 자켓 타입 (Jacket Type)
② 용도 : 원료유, 가공유, 당류, 소독용 세제류 (CIP) 등의 용도별 보관, 냉각, 가열 등의 기능 구비
③ 재질 : 내,외조 및 자켓 등 주요 자재는 STS 304 또는 STS 316으로 제작, 우레탄 발포제 보온
④ 수량 : 원유사일로탱크 150,000리터 2대, 100,000리터 3대, 서어지탱크 40,000리터 2대, 25,000리터 8대, CIP 세제탱크 10,000리터 6대, 6,000리터 6대, 설탕사일로 20,000리터 1대 등 총 50대

Fig. 10 원유사일로, 설탕사일로, 서어지탱크

⑤ 양압설비 : 생산 공정중 제조 완료된 유제품을 포장 전에 보관하는 서어지탱크의 살균 청소(CIP)후 탱크 내 오염된 공기의 침입을 방지하기 위하여 멸균공기를 탱크 내에 공급하여 양압을 유지한다. 멸균공기는 스팀용 마이크로휠터와 압축공기용 마이크로휠터를 이용, 제조한다.

9. 기타 설비

9-1. 주방설비

각종 주방설비, 후드 및 덕트, 위생배관, LNG 배관 설계

9-2. 공작기계설비

공작용 범용선반, 밀링머신, 레이디얼드릴링 머신의 규격 설계

10. Utility 및 위생 배관 설계

구 분	배 관 재	보 온 재
용수 (상수,지하수,중수)	STS304 #10	발포폴리스티렌(스티로폼)
스팀 (4kg/㎠이상)	SPPS38 #40	수퍼라이트 보온재
스팀(2kg이하), 응축수	STS304 #10	수퍼라이트 보온재
압축공기	STS304 #10	-
배 수	STS304 #10	발포폴리에티렌 (아티론)
냉각수 (Chilled Water)	SPP 백관	발포폴리스티렌
브라인 (P.G.40%)	SPP 백관	발포폴리스티렌
냉매 (NH_3)	SPPS38 #40	발포폴리스티렌

* 각 배관 공히 은폐부는 보온테이프, 노출부는 STS Cover 0.3t 마감

Fig 11 전처리실 UTILITY 배관

11. HACCP 관련 설비

11-1. 청소세척설비

각 현장 사정에 적합한 청소세척설비로 거품세척기, 고압세척기, 바닥세척기, 진공청소기 등을 선정, 배치

11-2. 실별 오염방지시설

각 실별 용도에 적합한 에어샤워 (7개소), 에어커텐 (42개소) 등을 선정, 설치하고 외기에 접하는 환기구에는 방충용 메시스크린 (Mesh Screen) 설치

11-3. 소독세면설비

생산 현장 에어샤워 입구, 생산 현장내 주요 요소, 화장실 등에 전자감응식 손세면대, 에어타올, 손소독기, 신발세척조 등 설치

Fig. 12 에어샤워 및 소독세면설비, 거품세척기

11-4. 청정여과설비

제품의 원료로 사용되거나 제품에 직접 접촉하는 유틸리티는 적절한 여과설비 설계, 설치.

① 용수 : 메인라인에 마이크로휠터 및 UV 살균기 설치

② 스팀 : 치즈분쇄실에 마이크로 청정 휠터 설치

③ 압축공기 : 우유충진실에 마이크로 항균 휠터 설치

12. 맺 음 말

본 서울우유 거창공장을 설계하면서 설비 및 시스템 선정에 있어서 품질 측면과 경제성 측면을 모두 만족할 수 있는 최적의 시스템 설계 결과물을 도출하는데 가장 애로사항이 많았으나 생산을 시작한지 2년이 지난 현재 청정화, 자동화한 첨단 공장으로 그 명성을 나타내며 유가공공장의 표준모델공장으로 인정받고 있음을 만족스럽게 생각한다.

특히 내측고가 높은 생산현장에 저속치환유니트를 설치하여 쾌적한 작업환경을 조성할 수 있었고 실별 청정도에 적합한 양압 구성으로 교차 오염을 방지함으로 큰 효과를 얻었다.

현재 식품의 안전성 문제는 식품공장에서는 절대적인 사항으로 HACCP 인증은 필수적인 선결 조건이므로 향후 식품공장 설계에 있어서는 기계설비 뿐만 아니라 건축, 전기설비 등 전 부문에 걸쳐 HACCP 기준을 우선하는 철저한 설계가 이루어져야 할 것이다.