

저온 저장고 냉동 설비

기존의 저온창고에 설비된 저온창고 크기와 냉동기의 기계 마력을 비교해 보면 대략 **30평 기준 10마력 또는 15마력**으로 설비 되어 있으며 **50평 기준 15마력~20마력**으로 대부분 설비되어 있습니다. 그러나, 앞으로 최고 품질이 좋은 과일과 야채만이 경쟁력이 있기 때문에 저온창고의 개념을 버리고, 농산물의 초기 온도를 단 시간 내에 내릴 수 있는 **준 예냉 시스템**이란 생각으로 설비하여야 하고, 저온 저장고, 냉동창고 등을 안전하게 운전함에 있어서도 **기계의 마력을 늘려 설비 하는 것이 바람직**하다.

냉동, 냉장설비는 많이 늘어나지만, 이를 운전하고, 관리하는 기사의 수는 감소하고 있으므로, 기계의 크기가 작아서 운전 시간이 많으므로 고장율이 높은 것보다, 운전시간을 줄이고 A/S 경비도 줄일 수 있기 때문이다.

또한 얼마 전까지 냉동의 **국제적 유통온도는 -18°C**였으나, **현재는 -20°C**를 유지하고 있는 현실이다. 근래에 일본에서는 냉장(폴리우레탄 발포 기준)은 200mm, 냉동보관 -20°C는 400mm 정도로, 과거에 100 ~ 200mm로 설비할 때와 비교하면 2배가 늘어난 것이다.

1. 상기의 방법으로 다음의 효과가 있음.

- ① 보온성이 우수하다.
- ② 고냉의 온도 변화가 적어서 저장품의 품질 변화가 적다.
- ③ 기계 마력을 줄일 수 있어서 경제적이다(냉동의 경우)
- ④ 냉동기의 가동 시간을 줄일 수 있어서 기계의 수명이 연장되기 때문에, 상대적으로 유지 보수 비용이 적게 소요 되므로 매우 경제적이다. 그리고 초기투자 비용이 많이 들기는 하나, 5년이 경과되면, 설비, 관리 유지비가 같게 되며, 그 이후로는 관리 유지비가 적게 소요된다. 또한 저장품의 품질 변화가 적고, 양호한 보관이 되기 때문에 2차적인 경제적 효과가 있다

2. 철근 콘크리트 구조물

이와 같이 설비에도 변화가 있고, 먹거리를 찾는 기준이 다양해짐으로 이러한 요구들을 수용하고, 설비함에 있어 향후 10년을 예측하는 것이 매우 중요하다.

철근 콘크리트 슬라브 형태의 토목 건축물의 내부에 폴리우레탄폼을 발포하여, 보온을 하고 내부 마감으로 갈바(철판 골판지)를 부착한다. 그러나 보통 경비를 줄이기 위하여 갈바를 생략하는 경우가 많다. 지게차를 사용하는 경우에는 문의 크기를 2400 x 2500 mm 정도면 알맞고, 준비실이 없는 창고는 Air Curtain을 설비한다.

바닥은 1차 바닥 콘크리트를 하고, 그 위에 폴리우레탄폼을 발포, 보온을 마친 다음 그 위에 2차 콘크리트로 지면을 맞춘다.

냉동인 경우에는 출입구 바닥 밀면에 히터를 설치한다. 철근콘크리트 구조는 견고하고 수명은 길지만 설비 비용이 많이 드는 단점이 있다.

3. 조립식 패널

냉동용 폴리우레탄 패널, 건축용 폴리우레탄 패널, 건축용 샌드위치(스티로폼) 패널 등이 있는데, 보통은 100mm정도 두께의 것을 사용하기도 하고, 50mm 패널을 사용하여 ROOM을 만든 다음 내부에 폴리우레탄폼을 발포하여, 보온을 강화하고 갈바 룸으로 마감하거나 생략한다. 패널 식 저온창고, 냉동창고는 공기를 줄일 수가 있고, 설비 비용이 적게 소요되므로 경제적이기는 하나 수명이 길지 못하므로 녹습 방지 및 햇볕 차단에 유의 하여야 한다.

4. 현장 발포

철근 콘크리트 슬라브 건물이나, 조립식 패널에 폴리우레탄을 고속 발포 하므로 단 열성이 우수하고 내구력이 매우 우수 합니다.

현장 조건에 관계없이 보온 층을 유지 할 수 있어서 공간 활용이 용이 합니다.

냉동, 냉장, 저온 창고 등 용도에 맞게 두께를 조용하여 발포 할 수 가 있어서 경제적인.

5. 종류별 보관 온/습도

1) 과일

식품명	저장온도	상대습도	저장기간	함수량	동결점
사과	-1.1~0	85~90	2~7월	84.1	-1.5
살구	-0.6~0	85~90	2~7월	84.1	-1.5
악어 배	7.2~12.8	85~90	2~7월	65.4	1.1
바나나	13이상	85~95	수일	74.8	-0.8
검은 딸기	-0.6~0	85~90	7일	84.8	-0.8
월 귤	-0.6~0	85~90	3~6주	82.3	-1.3
벗 지	-0.6~0	85~90	10~14일	83	-1.8
코코넛	0~1.7	80~85	1~2월	46.9	-0.9
닝쿨 월 귤	24~4.4	85~90	1~4월	87.4	-0.9
듀베리	0.6~0	85~90	7~10일	85	-1.3
무화과	-2.2~0	85~90	5~7일	78	-2.4
여름밀감	10	85~90	4~8주	88.8	-1.1
포도(미국)	-0.6~0	85~90	3~8주	81.9	-1.3
포도(구주)	-1.1~0.6	85~90	3~6월	81.6	-2.2
망고	10	85~90	2~3주	81.4	-0.9
멜론 켈타로프	0~44	85~90	5~15일	92	-1.2
멜론 페르시아	7.2~10	85~90	1~2주	92.7	-0.8
멜론 하네유	7.2~10	85~90	2~4주	92.6	-0.9
멜론 가사파	7.2~10	85~90	4~6주	92.7	-1.1
멜론 마스다	0~1.1	75~78	7~10일	92.1	-0.4
수박	2.2~4.4	85~90	2~3주	92.1	-0.4
호두	0~10	65~75	8~12월	3~6	-
오렌지	0~1.1	85~90	8~12주	87.2	-0.8
밀감	1.1~16	85~90	2~4월	85	-1.2
파파야	7.2	85~90	2~3주	90.8	-0.9
복숭아	-0.6~0	85~90	2~4주	86.9	-0.9
양배추	-1.7~0.6	85~90	-	82.7	-1.6
단감	-1.1~0.5	85~90	2월	78.2	-2.2
파인애플	10~15	85~90	3~4주	80	-1
서양 추리	-0.6~0	80~85	3~4주	85.7	-0.8
나무딸기(흑)	-0.6~0	85~90	7일	80.6	-1.1
나무딸기(적)	0.6~0	85~90	7일	84.1	-0.6
냉동나무딸기	-23~-18	-	1년	-	-
신선딸기	0.6~0	85~90	7~10일	89.9	-0.8
냉동딸기	-23~-18	-	1년	-	-
자두	-0.6~0	85	3~8주	85.7	-2.2
건조과실	-	50~60	9~12월	14	-
냉동과실	-23~18	-	6~12월	-	-
밤	0~-1.5	85	4월	75	-2.2

2) 야채

식품명	저장온도	상대습도	저장기간	함수량	동결점
아스파라거스	0	90~95	2~3주	93	-0.6
푸른 콩	7.2	85~90	8~10일	88.9	-0.7
건조 푸른 콩	2.2~4.4	70	6월	12	-
무	0	90~95	10~14일	85	0.6
잎을 뺀 것	0	90~95	6월	12	-
양배추	0	90~95	3~4주	84.9	-1
만생양배추	0	90~95	3~4월	92.4	-0.9
인삼 포장 전	0	80~90	3~4주	88.2	-1.4
인삼 잎 뺀 것	0	90~95	4~5주	88.2	-1.4
커리 홀라와	0	90~95	2~3주	91.7	-0.8
새로니	-0.6~0	90~95	2~4월	93.7	-0.5
단 옥수수	-0.6~0	85~90	4~8일	73.9	-0.6
호과	7.2~10	80~85	10~14일	96.1	-0.8
수세미	0	90~95	2~3주	93.3	0
건조썩갓	0	70~75	6월~8월	74.2	-0.8
마늘	-0.2	85~90	1~3월	88.2	-1.6
양파	0.5~5	90~95	4~6월	90.1	-1.5
고구마	12~15	90~95	4~6월	68.5	-1.3
서양 개자	0	90~95	10~12주	73.4	-1.8
부추	0	90~95	1~3월	93	-0.6
버섯	0~1.7	85~90	3~5일	91.1	-0.9
올리브	7.2~10	85~90	4~6주	75.2	-1.4
옥수수	0	70~75	6~8월	87.5	-0.8
조생 감자	10~12.8	85~90	3~4월	81.2	-0.6
만생감자	3.3~10	85~90	3~4월	80.1	-0.6
호박	10~12.8	70~75	2~6월	90.5	-0.8
마르셀로	-0.6~0	85~90	2~3월	85.3	-2
열무우춘	0	90~95	10일	93.3	-0.7
열무우동	0	90~95	2~4월	93.6	-0.7
시금치	0	90~95	10~14일	92.7	-0.3
청속토마토	13~21	85~90	2~4주	94.7	-0.6
가지	-0.6~10	85~90	2주	-	-
당근	-0.5~0	80~85	2~3월	-	-1.1
이스트	0~10	50~65	-	7.0~15	-
쌀	1.7	65	6월	10	-1.1

3) 육류/해산물

식품명	저장온도	상대습도	저장기간	함수량	동결점
조미베이컨	15~18	85	4~6월	13~29	-
냉동베이컨	-23.3	90~95	4~6월	-	-
훈제베이컨	15~18	85	4~6월	13~29	-
포장베이컨	1.1~4.4	85	2~6주	-	-
신선쇠고기	0~1.1	85~92	5~12일	60~70	-2.2
신선 햄	0~1.1	85~90	7~12일	47~54	-2.2~-1.7
조미 햄	15~18	50~60	0~3년	40~45	(캔)
냉동 햄	-23~-18	90~95	6~8월	-	-
신선양고기	0~1.1	80~90	5~12일	60~70	-2.2
냉동양고기	-23~-18	90~95	8~10월	-	-
냉동간	-23~-18	90~95	3~4월	70	-
돈육신선	0~1.1	85~90	3~7일	32~44	-2.2
냉동돈육	-23~-18	90~95	4~6월	-	-
훈제 소시지	4.4~7.2	85~90	6월	60	-
포장 소시지	4.4~7.2	85~90	-	-	-
신선 닭	0	85~90	1주	74	-2.8
냉동 닭	-23~-18	90~95	9~10월	-	-
신선토끼	0~1.1	90~95	1~5일	68	-
냉동토끼	-23~-18	90~95	1~6월	-	-
냉동쇠고기	-23~-18	80~95	9~12월	-	-
선어	0.6~1.7	90~95	5~15일	62~85	-2.2
냉동어	-23~-18	90~95	8~10월	62~85	-
훈제 어	4.4~10	50~60	6~8월	-	-
염 어	4.4~10	90~95	10~12월	-	-
약간 조미	-2.2~2.7	75~90	4~8월	-	-
신선조개새우	0.6	90~95	3~7일	80~87	-2.2
냉동조개새우	-1.8~-29	90~95	8~10월	62~85	-
큰 새우	-4~-4.4	80	1월	76	-
굴	0~1.7	90	2월	80	-0.5
대구	-3.9	85	2주	83	-1.7

4) 낙농/일반식품

식품명	저장온도	상대습도	저장기간	함수량	동결점
치즈	-0.6~7.2	65~70	-	37~38	-
버터	-0.6~7.2	80~85	2월	15~16	-
가당크림	-26.1	-	수개월	72.5	-
아이스크림	-26.1	-	수개월	62	-
살균밀크	0.6	-	7일	87	-0.6
농축밀크	4.4	-	수개월	28	-
완전밀크	7.2~12	저	수개월	2~3	-
탈지밀크	7.2~	저	수개월	2~3	-
계란	-1.7~0.6	80~86	6~9월	66	-2.2
계란농장냉각	10~12	70~75	-	66	-2.2
냉동계란	-18이하	-	1년 이상	55	-
(고형 황란)	1.7~4.4	저	6~12월	3~5	-
맥주	1.7~4.4	-	3~10주	90.2	-2.2
초콜릿	7.2~10	75	6월	-	-
초코 캔디	20~21	50~55	6~10월	-	-
캔디	-18~1.1	40~65	-	-	-
잼	1.1	75	6월	36	-
꿀	-0.6~10	-	1년 이상	18	-
시럽	7.2	80	6주	36	-2.2
주스	-0.6~1.7	-	3~6주	89	-1.1
스카치(하)	0~4.4	85~95	10~14일	95	-0.5
스카치(동)	10~13	70~75	4~6월	88.6	-0.9
사이다	-1.1~1.7	85	3월	-	-1.7
주류	4.4~7.2	-	-	-	-
포도주	10	85	6월	-	-
커피	1.7~2.8	80~85	2~4월	10~15	-
사라다 유	12.8	-	6월	-	-
빵	-17.8	-	수주	32.37	-

6. 현장 관련 사진 (설치 예) - 축조식 현장 발포 스티로폼 설치 예



저온 저장고 -1



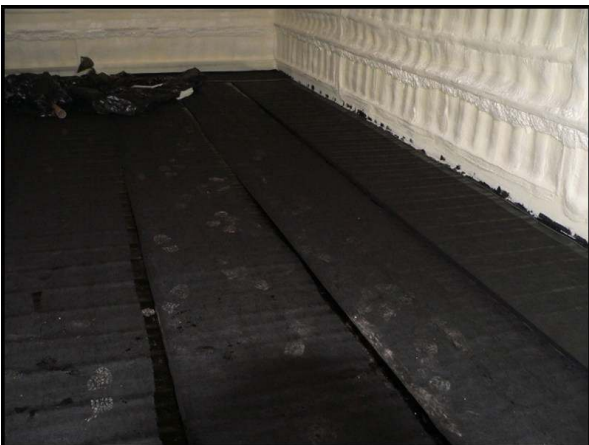
저온 저장고 -1 냉동 설비



저온 저장고 -2



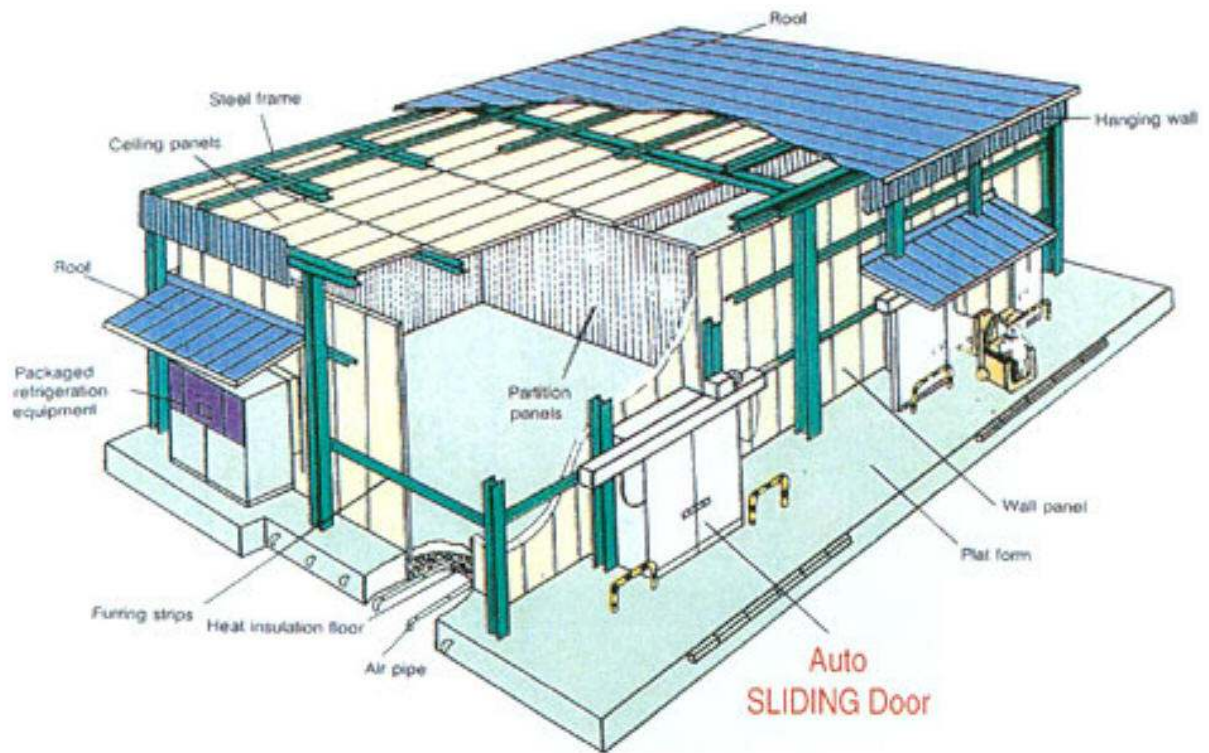
자동 방열 문



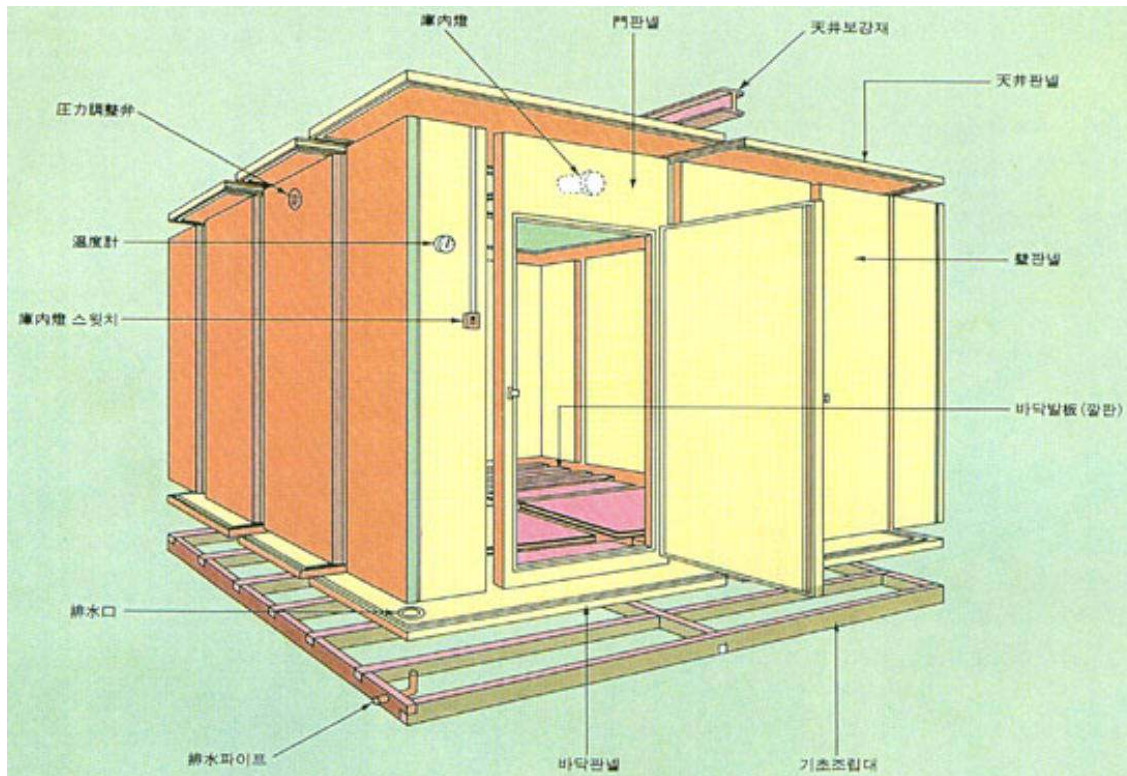
바닥 방습 공사

7. Pre-Fabrication 패널 설치

1) 대형 냉동, 냉장고



2) 소형 냉동, 냉장 창고



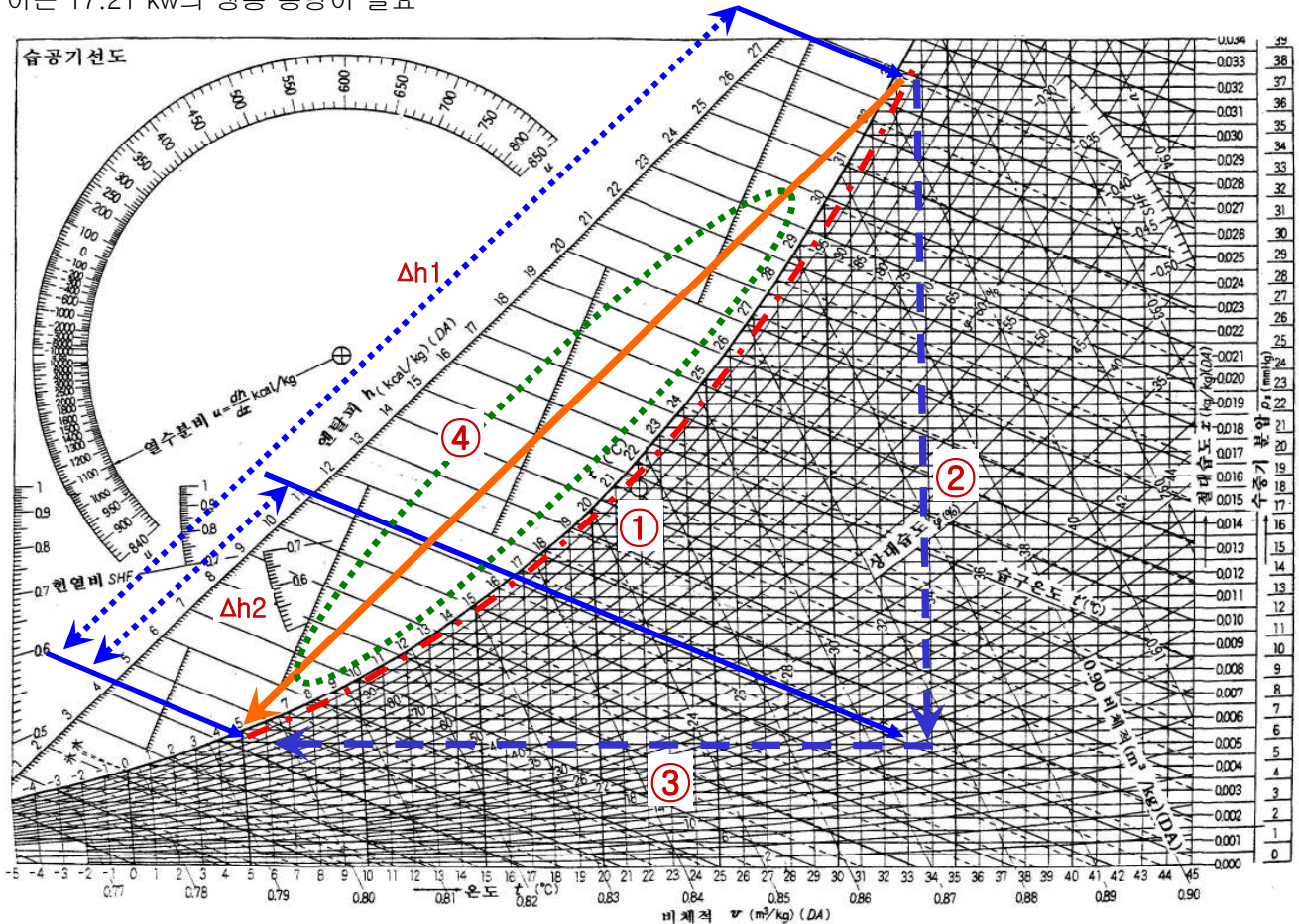
8. 냉동 용량 계산

냉장고의 치수 30평 (99㎡) 높이 5m의 495 ㎥ 체적으로 산정, 33℃, 95% 상대습도의 조건을 5℃, 95% 상대 습도로 냉장할 경우, kg 당 엔탈피 감소는 $\Delta h_1 = 28 - 4.3 = 23.7$ (kcal/kg)이 필요함.

비체적 $v = 0.195$ ㎥/kg 에서 0.793 ㎥/kg으로 감소 : $495 \text{ ㎥} \div 0.793 = 624.21$ kg으로 산정.

외부 열 수수가 없는 단열 조건 시, $\Delta h \times v = 624.21 \times 23.7 = 14,793.8$ kcal의 냉방 용량이 필요

이는 17.21 kw의 냉동 용량이 필요



9. 제습 냉방의 적용

일반적으로 저온 냉장 보관의 경우, 저장 제품의 종류에 따라 다르겠지만 농수산물, 육류 등의 식품 관련 저온 냉장은 습도의 유지가 중요한 관건이므로 제습의 기능이 없이 ①과 같이 현열 냉각으로만 이루어진 냉동 사이클을 적용하므로 온도 하강에 따른 응축수의 노출로 자연스럽게 포화 습 증기의 절대량이 줄게 된다. ②와 같이 습도에 따른 잠열 상대 습도 15%대로 제거 (습기 제거)하는 제습 과정을 거치고 제습액의 물성치로 인한 잠열 냉방 용량에 더하여, ③의 현열 냉방 시, 비체적 $v = 0.195$ ㎥/kg 에서 0.793 ㎥/kg으로 감소 : $495 \text{ ㎥} \div 0.793 = 624.21$ kg으로 산정, 외부 열 수수가 없는 단열 조건 시, $\Delta h_2 \times v = 624.21 \times 6.7 = 4,182.1$ kcal의 현열 냉방 용량이 추가로 필요하며 이는 4.87 kw의 냉동 용량이 필요함. 제습 과정에 필요한 동력은 열량에 대한 냉방력이 아닌 제습제의 화학적 물성치에 의한 반응이므로 소요 동력이 현저히 떨어지게 된다 (C.O.P의 증가). 이는 제습 냉방기의 초기 투자비는 추가 되어도 운전비의 감소로 투자 회수율이 빠르게 된다. 아울러 현열 냉방 시 ①의 영역 통과 시 실내에서 습기는 응축되고, ④의 점선 부분 영역을 지나면서 과냉 시, 습기는 안개의 형상으로 공기 중에 표출되면서 냉장고의 내 벽면 및 보관 제품의 표면에 응축되고 벽면의 단열 성능에 저하를 가져오며, 제품 표면을 타고 맺히게 되어 제품의 신선도도 떨어지게 된다. 이에 반해 제습을 거치게 되면 표출 응축수는 제습 사이클을 통해 실외 배출되므로 응축되는 응축수가 실내에서 배수되는 양이 적어져 깨끗한 실내의 유지 및 보관 제품의 신선도가 증가된다.

10. PCM의 적용

냉동고 벽체에 추가로 PCM (상변환 물질)을 적용한 축열 기능 패널을 부착할 경우, 운전 동력비의 추가 절감이 가능하며, 보다 확실한 냉동 온도 유지가 가능하다.

11. 냉동 용량 설계 조건

- ① 설계 조건 결정 : 33℃, 95% 상대습도의 조건을 5℃, 95% 상대 습도로 냉장
- ② 유리창에서의 복사열 (Radiation) : 냉장고의 경우 해당 없음.
- ③ 외벽이나 지붕으로부터의 전도 열량
 1) 일사로 데워진 벽 / 지붕에서의 열 유입
 2) 외기온 / 실온 차이로 실내 유입열
 열 부하 (ϵ) = A (외벽/지붕의 면적) x (상당 외기 온도 - 실온) x ζ (외벽 지붕재의 열 통과율)
- ④ 벽 / 지붕 이외의 전도열 :
 1) 열 부하 (ϵ') = A' (유리/칸막이의 면적) x (외기 온도 - 실온) x ζ' (유리/칸막이의 열 통과율)
- ⑤ 틈새 바람 (간극 공기 유입)의 부하 : 냉장고의 경우 고려치 않음.
- ⑥ 도입 외기량 : 환기 목적의 일정 비율 외기 도입 : 냉장고의 경우 고려치 않음
- ⑦ 내부 발생 열 : 실내 발열체에 대해 모두 계산
 ▶ 저온 저장고의 경우 저장 생체 에너지 모두 계산
 ▶ 인간 / 조면 기구 / 기계 기구 : 현열 부하에 대해서만 고려, 잠열 부하는 뒷부분에서
- ⑧ 2항부터 7항의 소계
- ⑨ 안전율 (Safety Factor) : 덕트 이송 시 유입되는 내외 온도 차에 대한 열 유동의 현상을 고려, 8항의 소계 값에 10% 전후의 여유를 계산에 고려.
- ⑩ By-Pass 외기의 현열 부하 : 냉방 코일에 실재 접촉하지 않고 공조기를 지나는 공기의 비율 (B.F. : Bypass Factor) 고려
 열 부하 ($\epsilon_{B.F.}$) = 6항의 외기 x B.F. x Δt (외기온 - 실온) x C (정수)
 여기서 C = 0.29 {0.24 kcal/kg.℃ (공기비열) ÷ 0.83 m³/kg (비용적)} 임.
 단, 송풍기의 온도가 30℃ 이상 5℃ 이하의 경우 5%이상의 오차 발생에 주의

계 : 유효 현열 부하 ①~⑨ : 실내 현열 부하, ①~⑩ : 유효 실내 현열 부하

- ⑪ 실내 잠열 부하
 a. 틈새 바람의 열 부하 : 5항처럼 생략
 b. 인간 열 부하 : 7항의 내부 발생량 사람수를 기준으로 계산
 c. 기계 부하 : 실내 기계 기구의 모든 잠열
- ⑫ 안전율 : 위 잠열 부하의 5~10%
- ⑬ By-Pass 외기의 잠열 부하 : 10항에서 외기 현열을 구했으므로
 잠열 부하 = By-Pass 외기량 x 절대 습도차 x 정수 C (10항과 같은 개념, 720 사용)
- ⑭ 유효 실내 전열 부하 = 유효 실내 현열 부하 + 유효 실내 잠열 부하

냉방 부하 전부가 구해짐.

- ⑮ 접촉 외기 부하를 구함 (By-Pass 외기 분 중 나머지 외기, 코일과 완전히 접촉한 외기를 냉각하기 위한 부하 = 실내의 열부하로 계산하지 않고 냉각 코일에 의해 처리되어야 하는 장치 부하)
 ▶ 현열 부하 = 외기량 x (1-B.F.) x Δt (실내/외 온도차) x 정수
 ▶ 잠열 부하 = 외기량 x (1-B.F.) x ΔH (실내/외 습도차) x 정수
 ▶ 기타 잡부하 : 15항의 냉방 부하 소계 x 5%

12. 결론

유리창에서의 복사열 (Radiation), 외벽이나 지붕으로부터의 전도 열량, 벽 / 지붕 이외의 전도열, 틈새 바람 (간극 공기 유입)의 부하, 내부 발생 열 등과 같이 저장고의 외형 구조로 인해 발생하는 열량 요소의 제거 및 발생 요인의 제거는 저장고의 구조, 단열 구조에 크게 지배를 받게 되므로 냉방 용량의 산정 시 아주 중요한 고려 사항이 된다.

현재 사용되는 냉장고의 시공 법은 패널 시공법과 콘크리트 구조물에 발포하는 시공법이 있으며 초기 투자비가 많이 드는 후자의 방법이 단열성 및 보관성이 우수한 편이다.

내부 냉동 기계 설비는 9절에서 설명한 제습 + 현열 냉동법이 운전비의 절감을 위해 유리한 방법이 될 수 있다. 추가적인 신선도의 유지 측면에서 유리한 방법으로 제습 냉동이 또한 월등히 유리한 방법이다.