

에너지 절약형 저온 저장 건축 환경 설비 시스템 설계 지침



이 의 준

국내 농산물 저온저장고의 대부분이 건축 설비 설계 관리시스템의 체계적인 설계지침서의 미비로 말미암아 많은 에너지 손실을 초래하고 있다. 본 고에서는 보다 체계적인 전산 해석 simulation과 성능 측정 monitoring 및 현장 사례 연구를 통한 건축환경 설비 시스템 설계 운영 관리 지침서를 소개한다.

에너지절약형 저온저장시스템은 수확 후 농산물을 신선하게 저장하기 위하여 에너지 절약을 도모한 건축설비로 계획되어진 시스템이다. 이러한 농산물 저온저장고는 전국에 걸쳐 약 1,500개소 약 25만평에 달하고 있으며, 앞으로도 국제적인 농산물시장이 개방되어 그 수요는 더욱 증가될 상황이다. 그러나 기존에 설치된 많은 저온저장고의 건축단열 및 설비설계가 효과적이지 못하여 열에너지 손실이 크고, 저온저장고내의 온도분포가 고르지 못하여 농산물의 많은 양이 부패되거나 품질이 저하되는 문제점이 있었다.

본 고에서는 이러한 제반 문제점을 해결하기 위해 한국에너지기술연구소에서 수행한 “에너지 절약형 저온저장고 시스템 개발” 연구보고서를 근거로 에너지 절약형 저온저장시스템 최적 설계 및 운영을 위한 지침을 제시하고자 한다.

에너지절약 설계지침 개요

에너지절약을 위한 건축설계는 입지조건이나 건축주위 요구조건 및 기타 제약조건 등을 잘 조화하여 적절한 대안을 제시하여야 한다. 설계과정은 기본구상, 기본계획, 기본설계 및 실시설계의 단계로 나누어 생각할 수 있으며 각 단계에서 구체화된 내용들이 에너지절약 및 환경개선의 개

념에 부합되는지 각 단계별로 검토한 후 진행한다. 만약 각 단계에서 검토한 결과가 미흡할 경우에는 다시 저단계나 초기단계로 되돌아가서 재검토하고 피이드백 절차를 거쳐야만 한다.

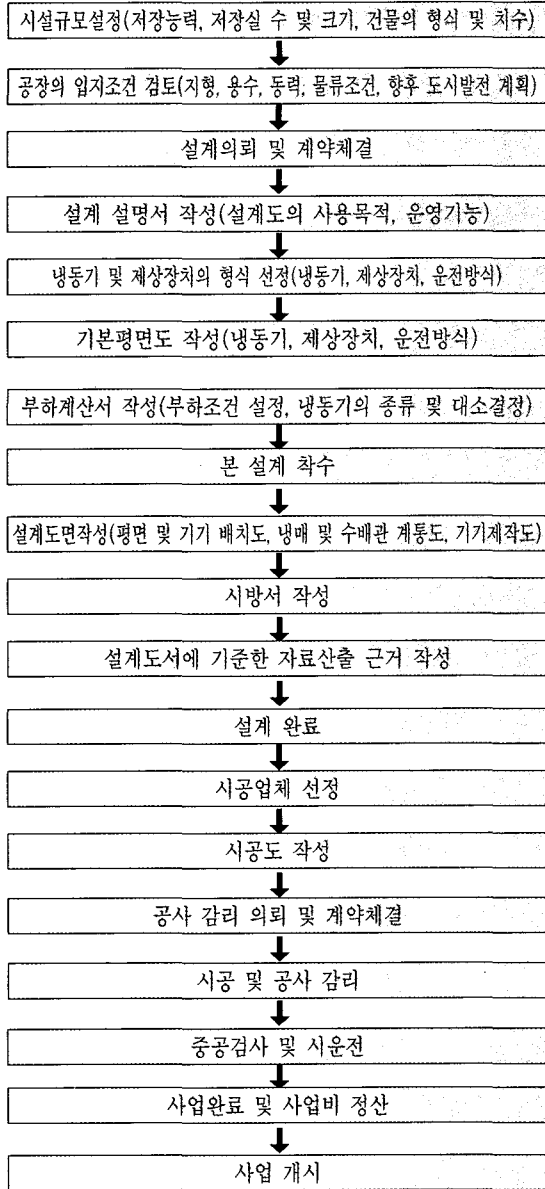
저온저장시설에서의 에너지 절약을 위한 방법은 크게 설계기법을 통하여 에너지 사용량을 감소시키는 건축적 방법과 에너지 사용기기 및 시스템의 효율을 개선하여 향상시키는 설비적 방법이 있으며 이와 같은 에너지 절약방법들은 쾌적한 환경을 유지할 수 있는 개선기술과 함께 이루어져야 한다.

저온저장시설 건물은 무엇보다도 저장물품의 신선도가 유지될 수 있는 시설내의 열환경 성능을 갖추어야 하며 이러한 관점에서 건물의 외형과 외피는 저장고 실내조건의 성능에 영향을 미친다. 예를 들어 외피의 단열성능이 우수하면 냉방부하가 감소되고 구조체내 결로가 방지되며 냉동설비의 용량이 감소되어 설비비와 운전비를 낮출 수 있다. 또한 각 벽체마다의 단열조건 및 두께나 일사에 대한 차단성능에 대한 고려가 적정하면 시공비용을 감소시킬 수 있고 냉동설비의 선택의 폭이 넓어질 수 있게되어 즉, 설계기법에 따른 환경조절의 성능은 상호 복합적이기 때문에 에너지절약에 있어서는 이에 대한 종합적인 검토가 필요한 것이다.

한편, 냉동설비계획은 저온저장고의 에너지사용에 거의 대부분을 차지하고 있다고 해도 과언

에너지 절약형 냉동 냉장설비

〈표 1〉 저온 저장 시설의 설계 순서



이 아닐 만큼 중요한 부분이므로 냉동설비에 있어서의 에너지절약은 적정규모 설비공간의 적절한 조닝을 통한 에너지의 합리적 배분, 환경의 그레이드에 적합한 고효율 기기의 선정, 고효율 운전 방법이 있으며 특히 공해방지를 위한 냉매의 선택 및 공해방지 시설의 도입과 수자원절약

에 관한 문제를 검토하여야 한다. 냉동설비 시스템은 건물의 유지 관리도와 직접 연관이 있으므로 설비계획에 있어서는 반드시 수명가비용분석을 통한 종합적인 경제성 분석이 뒤따라야 한다. 제어방식의 선택과 자동제어 시스템의 도입도 에너지 절약의 측면에서 적극 검토되어야 하며 방재에 관한 문제도 충분히 고려하여야 한다.

저온저장시스템 건물의 에너지절약 설계에 있어서 가장 중요한 고려사항은 건축적 방법과 설비적 방법이 상호 보완적으로 서로의 한계를 보완하면서 조화를 이루어야 한다는 점이다. 따라서 건축계획과 냉동 설비계획은 설계초기 단계에서부터 보조를 맞추어 진행되어야 하며 건축설계자와 설비관계자는 서로 긴밀한 협조아래 다음과 같은 설계순서로 협력 추진하는 것이 바람직하다.

건축시스템 설계지침

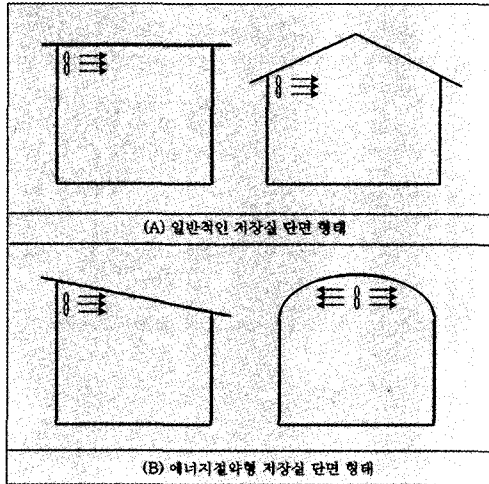
대지조건 고려 및 형태 계획

저온저장시설에 대한 에너지절약 설계의 기본 단계로서, 설계자는 세심한 대지분석 및 배치계획을 실시함으로써 주어진 대지조건에서 건물의 에너지소비를 극소화 할 수 있는 가장 유효한 위치에 건물을 배치하도록 하여야 한다.

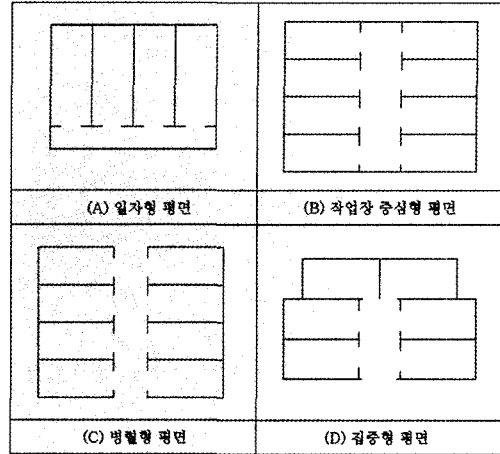
저온저장시설의 건축에서 적합한 대지조건으로는 먼저, 건축하고자 하는 저온저장시설의 규모, 기능, 및 이용 대상인의 현황과 주변 환경사이의 관계를 충분히 검토하여야 한다. 또한 건물이 위치할 지역의 자연조건 즉, 기상조건, 계절에 따른 풍향, 풍속, 외기온, 습도의 연간 변동 및 강우(적설)량, 지질, 지하수의 상황등에 대한 사전조사를 실시하여야 한다. 이와 함께 인접 대지의 상황도 포함하여 대지가 지닌 전체적인 특성을 충분히 분석하여야 한다.

건물의 방위는 대지조건이나 건물의 유형 및 형태에 따라 일률적으로 설정하기는 어렵지만 저온저장시설의 경우, 특히 정면 출입구쪽은 북

에너지 절약형 냉동 냉장설비



<그림 1> 저장실 단면형태와 에너지절감



<그림 2> 저온저장시설의 저장고 평면 유형

쪽을 향하도록 북향으로 하는 것이 유리하다. 이때 북향이라 함은 정북을 중심으로 동쪽으로 45°, 서쪽으로 15°의 범위를 말하게 되는데, 이 범위 내에서는 하계와 춘계의 일사효과에 의한 과열을 최소화 할 수 있게 되며, 이 중에서 최적의 방위는 정북에서 서쪽으로 17.5°정도 벗어난 방향이 된다.

건물의 형태는 대지의 방향, 일조계획, 평면 및 입면 등과 밀접한 관련이 있으며, 건물의 에너지소비 및 열성능에 중요한 변수가 된다. 에너지측면에서 저온저장시설의 형태계획은 먼저, 건물체적에 대한 외피면적의 비(SVR)가 가능한 최소화 되도록 건물형태를 계획하는 것이 바람직하다. 건물의 형태와 에너지에 대한 시뮬레이션결과 직사각형 형태의 저장고 보다 정사각형 형태의 저장고에서 많게는 30%이상 에너지를 절감할 수 있는 것으로 분석되었으며 이는 일사의 수열면적이 작아짐으로써 건물전체의 냉방부하를 최소화할 수 있었기 때문으로 분석되어졌다. 건물 체적에 대한 외피면적의 비를 최소화하기 위해서는 전체 건물의 배치 및 형태계획을 적절하게 실시하여 외피의 면적 비를 최소화시킬 수 있도록 건물형태를 설계하여야 한다. 또한 저장실과 업무용건물이 일체화되어 있는 건물의

경우에도 가능한 집중화된 형태로 계획함으로써 건물 전체의 외피면적을 감소시켜야 한다. 또한 저장실의 경우 실내의 송풍기의 위치 및 송풍방향에 따라 실내공간의 형태가 결정되고 이렇게 결정되어진 실내형태에 따라 건물의 외형이 결정되어지는 것이 저온저장시설 설계시의 좋은 방법이라고 할 수 있다.

공간구조계획

저온저장시설의 계획에 있어서 가장 먼저 고려되어야 할 사항은 저장고의 평면계획이다. 저장고의 면적은 보통 저온저장시설 전체면적의 약 80% 이상을 차지하고 있기 때문에 저장고의 평면계획을 얼마나 유효하게 하는가에 따라 저온저장시설에 있어서의 수익이 증가되고 저장품의 반, 출입에 대하여 직접적으로 연관이 되기 때문이다. 또한 저장고의 평면계획은 냉방부하의 증감여부를 결정하게 되고 저장품의 선별이라든지 적재작업 등의 용이성을 결정하게 된다.

저온저장시설의 저장고 평면은 크게 일자형, 집중형, 작업장 중심형, 병렬형 등으로 나눌 수 있는데, 저장고의 평면계획에 있어서 에너지 절약을 위해서는 냉방부하를 최소화 시킬수 있는 작업장 중심형을 채택하는 것이 가장 유리하며,



에너지 절약형 냉동 냉장설비

특별한 경우를 제외하고는 작업의 편의성이나 저장품의 반, 출입의 용이성을 위해 집중형 평면 계획은 피하는 것이 좋다.

저온저장시설의 경우 건물용도의 특수성으로 천장고가 상당히 높기 때문에 일체식 콘크리트 구조가 가장 많이 사용되고 실제로 국내 저온저장고의 50% 이상이 콘크리트로 구조를 완성하고 내부에 단열을 마감하는 공법을 채택하여 건립되어졌다. 그러나 이런 공법에 의해 건립되어진 저장시설의 경우 건물 자체의 중량이 상당히 커지게 되어 지반이 약한 지역에 건립된 저장시설의 경우 벽면에 균열이 발생하여 저온저장고의 성능에 치명적인 악영향으로 작용한다거나, 부동침하의 우려가 상존하고 있는 것도 사실이다.

그러나, 샌드위치 패널만을 이용한 저온저장시설이나, 철관보강에 의한 내단열 처리를 한 저장고, 일체식 콘크리트 구조를 갖고있는 저장고에서 연간 에너지 성능을 비교한 결과, 총 에너지 비용에는 세가지 사례 모두 커다란 영향을 미치지 않는 것으로 판명되었다. 이는 건물 구조에 의한 영향보다는 저온저장시설의 일반적인 특징인 내단열 공법에 의한 원인으로, 내부에 저장되는 저장품의 열용량이 워낙 크기 때문에 건물 구조에 의한 영향을 거의 받지 않는 것으로 분석되어졌다.

따라서 저온저장시설의 경우, 에너지 차원에서 해석을 본다면 경량구조든지 아니면 중량구조든지 저장고의 에너지 성능에는 거의 영향을 미치지 못하며 오히려 경제성 측면에서 본다면 공사비의 증가요인으로만 작용될 수도 있으므로, 건설될 저장시설의 규모나 면적 또는 예상 하중, 지역적 기상요건(강수량, 풍압, 적설하중 등)이 충분히 고려된 구조로 건설하는 것이 유리한 방법이겠다.

부위별 단열계획

저온저장시설 운영비용의 90%이상을 차지한다고 할 수 있는 전기비용의 대부분이 저장실의 냉동설비에 사용되는 만큼 각 벽체 및 지붕, 바

〈표 2〉 각 지역별 최적단열두께 및 경제성 평가분석

지역	최적 단열두께	에너지 소비량	경제성		
		에너지 절감량	에너지비용 (증감율)	초기투자 (증감율)	총비용 (증감율)
제주	외벽 : 160mm 천장 : 180mm	11%	90%	101%	99%
부산		13%	87%	101%	98%
광주	바닥 : 50mm	25%	76%	101%	96%
서울		27%	73%	101%	96%

(현행 단열구조 100mm(wall), 150mm(roof), 150mm(floor)에 대한 비교치)

닥의 단열재의 선택은 매우 신중히 선택해야 하는 부분이며, 각 단열재의 열성능에 따라 저온저장시설의 에너지절약에 직접적으로 관련되어지므로 각 지역별, 각 벽체의 위치별로 면밀히 검토, 결정해야 한다. 또한 단열재의 종류에 따라 건물자체가 가지는 열성능에 커다란 차이가 있으므로 신중히 선택해야 한다.

일반적으로 저온저장시설에 사용되는 단열재의 종류는 우레탄폼, 폴리우레탄, EPS, 암면, 유리섬유 등 5종류가 대부분이며 90년대 이전까지는 EPS나 유리섬유 등이 가장 널리 이용되던 단열재였으나, 최근에 들어서는 냉기의 유출을 최소화하고 내구성도 강한 저장고 내부의 우레탄폼 폼질 형태로 하는 것이 일반적이며 단열성능도 가장 우수한 것으로 판명되었다. 시뮬레이션을 통하여 얻어진 결과로는 초기 건설비용, 연간에너지 성능비용 등을 종합한 분석한 결과 기존의 일반적인 저장고 단열두께(벽체 100mm, 지붕 150mm, 바닥 150mm)에 대하여 최대 27%의 비용절감이 가능한 것으로 판명되었다.

부하계산

저장시설의 총 냉방부하는 일차적으로 저장설비용량선정의 기준이 되는 주요 설계 변수이다. 따라서 저장산물의 입고 운영계획서에 의한 건물 냉방부하를 편리하게 산정 할 수 있도록 본 연구에서는 CSL2.0 저온저장시설 냉방부하용 전산프로그램을 개발하였다. CSL2.0(Windows Interface)은 사용자 편의를 위하여 특정 저온저



〈그림 3〉 저온저장고 부하계산 프로그램 CSL ver 2.0

장시설에 대한 냉방부하 산정에 필요한 입력값만 넣으면 자동적으로 냉방부하가 산정될 수 있도록 프로그래밍 되어졌다. CSL ver 2.0은 Visual Basic ver 6.0 응용 전산프로그램으로써 프로그램의 주 내용으로는 냉장부하 설계조건, 외피를 통한 외기로의 열관류 손실, 저장실내 공기의 청정도를 위한 환기 손실, 저장산물의 호흡에 따른 호흡열, 입고후 저장설정온도 유지하기 위한 저장산물 냉각열, 기타 저장고내 입고, 적재 및 출하에 따른 필요 내부 발생열로 구성된다. 이러한 부하의 합산으로 총 냉방부하를 산정할 수 있도록 작성하였다

설비시스템 설계지침

저온저장시설의 냉동기계 설비 설계 계획으로는 일차적으로 저장고설비 운영 계획안(개별식

또는 집중식)이 우선 이루어져야하고 아울러서 냉동기 설계 및 코일 제상장치의 기본안을 설계한다. 일반적으로 냉동기의 선정은 냉매의 종류, 응축온도, 증발온도, 냉동능력 등을 기준으로 선정한다. 전력설비는 수변전 설비, 동력설비, 비상용 발전설비, 무정전 전원장치, 축전지 설비, 조명설비 등이 있으며 이 설비들은 각종기기의 전원설비로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 아울러 저온저장시설 내의 각종 설비들은 거의 전력의존도가 100%에 육박하고 있는 실정으로 전력설비에 대한 고도의 안정성과 신뢰성이 요구된다.

따라서 컴퓨터 제어시스템을 도입함으로써 일상 운전에서의 효율적인 운전관리를 할 수 있을 뿐 아니라, 긴급시의 신속정확한 사고 검출과 사후처리에 만전을 기할 수가 있다. 다시 말해서 저온저장 시설내의 전력사용 현황을 감시하면서 전력사용상태 운전상태 각종 기기의 유지보수 기록 및 표시 정보 등을 중앙

제어장치에서 처리함으로써 이상적인 전력관리를 할 수 있다. 저온저장시설에 있어서 수요되는 전력은 전력회사로부터 고전압에 의하여 전기를 받아들이므로 이에 사용될 수 있는 전력방식 및 전압변환을 해야되며, 이를 위한 설비를 변전설비 또는 수변전 설비라 한다. 변전설비는 자가발전설비 또는 축전지 설비를 함께 병설할 경우도 있다.

전력회사로부터 전기를 매입할 경우 전력회사의 변전소로부터 전기를 받는 방법으로서는 기본적으로 1회선수전, 2회선수전, 루프수전, Spot Network 수전방식 등이 있다.

맺음말

저온저장시스템은 수확 후 농산물을 신선하게



에너지 절약형 냉동 냉장설비

〈표 3〉 에너지 절약형 저온저장고 설계 지침-건축부문

주요 변수		기준 자료
건축부문	대지	<ul style="list-style-type: none"> 주변 식생이나 구조물에 의해 일사를 차단할 수 있는 곳 북측 전면으로 동서방향의 전면도로가 있는 곳 지반의 지내력이 5ton/m² 이상인 곳(모래, 사토층 유리) 북향으로 경사가 형성된 곳 저장품의 반, 출입이 용이하고 상, 하차 작업이 원활히 수행될 수 있는 여유가 있을 것 연평균 온도가 낮게 유지될 수 있는 곳 강우나 작업에 의한 배수가 용이한 곳
	구조	<ul style="list-style-type: none"> 경량, 중량에 상관없이 저장고운영에 큰 영향 없음 건물하중과 적하중을 분리하여 설계할 것 가능한 단순 구조형태로 공사비 절감가능 향후 작업증가에 의한 증축을 고려할 것 집중하중을 피하고 가능한 한 등분포 하중이 될 수 있도록 고려할 것 건물 모서리부분의 열응력에 의한 스트레스를 고려하여 경사처리
	형태	<ul style="list-style-type: none"> 건물에 요철이 없이 단순형태가 에너지 절약형 장방형으로 장, 단비가 1:1 비율이 가장 유리 작업장을 중심으로 평면형태가 냉방부하 감소에 유리 건물형상(지붕형상)을 이용한 저장고내 냉기를 순환할 수 있도록 하는 것이 에너지 절약형 다목적인 기능(예건, 예냉, 큐어링 등)을 수행할 수 있도록 저장실을 계획하는 것이 유리 각 공간(선과실, 포장실, 작업실 등)을 유기적으로 조합
	단열	<ul style="list-style-type: none"> 내단열, 외단열, 중간단열에 많은 영향은 받지 않으나 내단열방식이 가장 유리 단열성능은 현장발포 우레아폼이 가장 우수 일반적으로 단열재는 습기에 대한 내성이 약하므로 충분한 방습처리 요구 우레탄폼칠에 의한 단열의 경우 장시간에 걸쳐 유해가스의 발생이 염려되므로 마감 Film Coating 처리가 유리 하계 일사에 영향을 가장 많이 받는 지붕부분의 단열보강이 가장 유리(외벽 160mm, 지붕 180mm, 바닥 50mm) 건물의 모서리 및 꺾임부에 있어 단열이 가장 취약하므로 충분한 단열두께를 유지하는 것이 유리 저장고내 작물의 호흡발생 유해가스에 대한 충분한 고려가 요구(자연환기유도, 수동식 환기구 등)



에너지 절약형 냉동 냉장설비

<표 3> 에너지 절약형 저온저장고 설계 지침-설비부문(1/2)

주요 변수	기준 자료
중양식/ 개별식	<ul style="list-style-type: none"> 저장물 부분 입고에 따른 단위 시설 개별식 지향 저장실 규모가 작을수록 소용량의 집중식 시스템 유리
설비용량	<ul style="list-style-type: none"> 초기 설계 조건 및 정상 상태 조건 고려한 대수 설비 설계 고려(초기 냉각부하 60%, 정상 냉각부하40%) 실제 입고율, 냉각율에 따른 설비 시스템 설계 요망 PLC(Programmable Logic Controls) 시스템 등 설비시스템의 전자동화가 유리 Invertor 및 전자팽창변을 이용하여 Cooler 능력을 가변적으로 사용하는 것이 유리
설비 증발기	<ul style="list-style-type: none"> 설계 증발온도는 -10℃, (농산물 경우, TD=5℃ 추천) - 필요 풍량 : $rmQ(m^3/min) = \frac{\text{소요냉동용량}(Kcal/hr) \times \text{취출공기 비체적}(m^3/kg)}{0.24 \times \text{Unit cooler 입출구 온도차}(\Delta T)}$ - 코일 전면적 : $FA(m^2) = \frac{Q(\text{필요풍량 } m^3/min)}{\text{코일전면 풍속}(1.6 \sim 3.5m/sec) \times 60}$ - 필요 전열 면적 : $S(m^2) = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/hr)}{\Delta Tm(\text{대수평균온도차}) \times K(\text{열관류})}$ - 코일 유효장 : $l(m) = \frac{\text{필요전열면적}, S(m^2)}{\text{열수} \times \text{단수} \times \text{비열전면적}(m^2/m)}$
부	<ul style="list-style-type: none"> 증발기와 수액기의 높이차는 4m 이내가 되도록 설계 진동 및 약한 충격에 파손되지 않도록 설계 단위면적당 증발효율 향상을 위한 초기 및 후기 증발을 고려한 Fin Pitch 설계 산화피막(Anodizing) 피복에 의한 Fin 부식 방지 Drawing, Piercing, Curling 부위는 원칙적으로 압축관을 분리 제상시의 팽창과 냉장수축 등의 반복적인 Stress를 해소하기 위해 깊은 Corrugation 적용 각 작물의 특성에 따른 제상방식 선택(대체로 에너지 비용절감 차원의 살수 제상 유리)
문 송풍기	<ul style="list-style-type: none"> 코일내 공기저항, 송풍기 흡입 및 취출 시 저항 고려 정압 20mmAq를 기준으로 선정 대수 설비 설계에 따른 송풍기 대수 및 가변 풍량 설계 권장 모터 내,외부의 절대포화 증기압의 차이로 인한 결로발생과 처리에 대한 고려 응축수가 송풍기에 의해 고내로 유입되는 것을 방지할 수 있도록 설계 Fan이 가지는 내성의 보장을 위해 다익 축류팬이 유리 Invertor의 사용으로 가변풍량이 가능하도록 설계 냉해 및 부패 고려 풍속 1.6~3.5 m/sec 권장



에너지 절약형 냉동 냉장설비

〈표 3〉 에너지 절약형 저온저장고 설계 지침-설비부문(Ⅱ/2)

주요 변수		기준 자료
설비	응축기	<ul style="list-style-type: none"> 공냉식일 경우 설계 응축온도 54℃, 공기 입구온도 33℃, 출구온도 44℃, 대수 평균온도차 10℃ 기준 - 전열 면적 : $S(m^2) = \frac{\text{응축부하, } Q_c(Kcal/hr)}{\text{열관류, } K(Kcal/hr \cdot K \cdot m^2) \times \text{대수평균온도차, } \Delta T_m(K)}$ - 필요풍량 : $G = \frac{\text{응축부하, } Q_c(Kcal/hr)}{0.29 \times \text{대수평균온도차, } \Delta T_m(K) \times 60}$ <p style="text-align: center;">Qc가 1RT 인 경우 20CMM 풍량 권장</p> <ul style="list-style-type: none"> 압력, 오일 전기소모에 의한 안전회로를 고려한 설계 불량 냉매 Gas에 의한 불응축 Gas의 처리 및 제거 방법 고려
	압축기	<ul style="list-style-type: none"> 대규모(일반적으로 50RT이상) 저온저장 시설 스크류형식 권장 소규모에서는 소음 및 진동을 고려한 왕복동식 압축기 권장 R-22, 체적효율 74.2% 기준 환산 축동력비 1.25 kW/RT Booster system을 이용하여 용량의 확장 및 축소에 대비 Oil의 탄화를 막기위한 Head plate의 냉각방법을 고려 알루미늄 case를 사용하는 경우 TE(용체화 처리) 또는 T6 (Temperature) 열처리를 하여 내구성 증대 및 내압성능 확보
	액분리기	<ul style="list-style-type: none"> 압출량의 산정은 통내의 가스 유속을 0.8m/s를 기준으로 다음과 같이 산정한다. $V(m^3/hr) = \frac{3600 \times \pi \times D^2 \times v(\text{가스유속, } 0.8m/s)}{\eta(\text{체적효율}) \times 4}$
	제상	<ul style="list-style-type: none"> Hot gas보다 Heater에 의한 제상 권장 20~25분 제상, 10분 정지의 on-off 제상 스케줄 권장 코일 10열 당 Heater 1개, 코일 유효장 100mm당 0.75kW Heater 용량 권장
	조명설비	<ul style="list-style-type: none"> 저장실내 100W 방습형 백열등 권장 바닥면적 25m² 당 1등 설치 원칙 저장실외 야간작업 및 야간 반출입을 위한 100W 방습형 백열등 설치 원칙 저장고 외벽 250W 나트륨등 설치 권장 최근 외부 열원이용 광파이프에 의한 조명 권장
제어설비	<ul style="list-style-type: none"> 각종 제어반은 조작 및 유지관리가 용이한 위치에 설치 권장. 자동 제어반은 저장고 온도와 관련하여 배선 및 배관 경비가 절감되고 유지관리가 용이한 곳 PLC(Programmable Logic Controls)등 작물별 제어 및 프로그램화가 되도록 설계 	

저장하기 위하여 에너지 절약을 도모한 건축 환경설비로 계획되어야 한다. 그러나 현재 설계 운영되고 있는 대부분의 저장고는 저장물별로 체계적인 설계지침과 운영지침이 부족하여, 불필요한 많은 에너지가 소모되고 있는 실정이다.

따라서 본 고에서는 현재 국내 1,500개소 저온 저장 관리 연구 사업가가 참고하여 에너지 절약형 저온저장 시설을 설계 운영 할 수 있는 설계 지침서를 제시하고, 저장 품목과 시설의 조건에 따른 설계 지침서 적용을 가능하게 하여 신규 및 개수사업의 기술 지침서로 활용 가능하게 하였다. 그 효과로 건축부분 설계개선(건축형태, 단열보완, 대수제어 운전 등)으로 약 20% 정도의 전력부하절감이 가능한데, 이런 절감효과에 따른 국내 저장고에서의 연간 총 에너지 절감효과는 전력부하 37 MW, 그리고 전력에너지는 약 324,000 MWh에 이르게 된다. 또한 개발된 저온 저장고의 에너지성능 평가기술, 저온저장고 적정 Cooler, Fan 선정기술들은 국내의 저온저장시설 에너지 진단사업에도 효과적으로 활용될 수 있으며, 향후 저온저장시설 관련 농특사업에도 활

용하여 국가적 에너지절약 차원에 일조할 수 있을 것이라고 기대된다.

〈참 고 문 헌〉

1. 한국에너지기술연구소, 에너지 절약형 저온저장고 시스템 개발, 산업자원부, 1996
2. 오후규역, 1994, "냉동창고", 한국냉동공조기술협회간, pp.53~64.
3. Jan F. Kreider, Ari Rabl, Heating and Cooling of Buildings -Design for Efficiency-, M Graw-Hill, 1994.
4. Faye C. M Quiston, Jerald D. Parker, Heating, Ventilating, and Air Conditioning -Analysis and Design, Fourth Edition, John Wiley & Sons, 1994.
5. A. Rastovski, A. Van Es et al, Storage of Potatoes, Pudoc Wageningen Press, 1987.
6. Refrigeration Science and Technology Proceedings, New Applications of Refrigeration to Fruit and Vegetables Processing, 1994. ㉠