

서울대공원 유인원관 지열냉난방 설치공사 시방서

2009. 3. 2.

기술사사무소지맥(주)



|주|조은에너지

목 차

I. 총 칙		
1. 일반사항	-----	2
2. 공사현장 관리	-----	2
3. 시공	-----	3
4. 시운전	-----	3
5. 인수인계	-----	5
II. 특기 사항		
1. 일반사항	-----	6
2. 지열열교환기 설치공사	-----	6
3. 히트펌프설치공사	-----	14
4. 펌프류 설치공사	-----	14
5. 압력용기 설치공사	-----	15
6. 배관 및 보온공사	-----	16
7. 계장제어 설비공사	-----	16
III. 히트펌프제작시방	-----	19

I. 총칙

1. 일반사항

1.1. 공사 개요

- 1) 공 사 명 : 서울대공원 유인원관 지열냉난방공사
- 2) 위 치 : 경기도 과천시 광명길 42 (막계동 159-1)

1.2. 공사 범위

설계도면, 시방서 및 현장 설명서 (이하 설계도서라 한다.)에 표시된 범위

1.3. 적용 범위

- 1) 본 시방서는 지열원 열펌프시스템 설비 시공에 관한 사항으로 수직 지중 루프열교환기를 이용하는 토양 열원 열펌프 설비에 적용된다.
- 2) 본 시방서에 명기되지 않는 일부 기계설비 공사 및 전기공사 등은 건설교통부 제정 ‘건축 기계설비 공사 표준시방서’와 ‘건축전기설비 표준시방서’ 그리고 한국산업규격(KS) 및 국제 표준규격(ISO)등에 따른다.

1.4. 적용 순서

- 1) 설계도서 간에 상호모순이 있을 경우에는 아래 순서에 따라 적용한다.
 - ① 시방서
 - ② 설계도면
 - ③ 내역서
- 2) 시방서의 총칙과 총칙 이외의 시방 내용 간에 상호 모순이 있을 경우 총칙 이외의 시방에 명기된 내용을 우선 적용한다.

1.5. 이의(異議)

설계도서의 내용이 서로 상이하거나 누락, 오기 되었을 경우 또는 관련공사와 부합되지 않거나 이의가 있을 경우에는 공사 감독자와 협의하여 결정한다.

1.6. 협의

설계도서만으로 판정이 곤란한 경우에는 공사 감독자와 협의하여 결정한다.

1.7. 설계도서

설계도서라 함은 시방서, 설계도, 설계계산서 및 내역서 등을 포함한 일체의 서류를 칭한다.

2. 공사 현장 관리

2.1. 관계 법규 준수

- 가. 시공자는 제반 관련법규를 철저히 준수하여 시공해야 한다.
- 나. 시공에 필요한 인,허가 서류가 필요한 경우 이들 서류의 작성 및 수속은 시공자가

부담하여 처리하는 것을 원칙으로 하며 만약 이의가 있을 경우 공사 감독자와 협의하여 처리한다.

2.2. 정리,정돈

공사현장은 항상 깨끗하게 청소를 하고 모든 기자재 및 공사용 가설재 등에 대한 정리,보관을 철저히 하여야 한다.

2.3. 사고재해 및 공해방지

가. 도급자는 작업자 및 기타인의 현장출입을 통제하고 작업자의 풍기단속, 위생관리, 화재, 도난, 소음, 인명피해 및 위험물취급에 대한 책임을 지며 특히 안전사고 방지에 유의한다.

나. 시공 중 소음, 진동, 기타 일체의 공해로 인한 인접건물 또는 제3자에게 피해가 미치지 않도록 공해방지에 유의하여야 한다.

2.4. 자재관리 및 품질관리

가. 지열원 열펌프 설비시공에 사용되는 모든 기기 및 재료(부속품 포함)는 KS규격의 신품을 사용하여야 하며 KS규격 생산품이 없는 경우에는 공공기관에 의해 인증된 제품을 사용할 수 있으며 이때 공사 감독자와 협의하여 처리해야 한다.

나. 검사에 불합격한 기자재는 즉시 현장 외로 반출하여야 하며 부득이한 경우에는 그 사유서 및 반출계획서(반출예정일 및 반출방법 등 포함)를 제출하여 승인을 받아야 한다.

3. 시 공

3.1. 시공 전 제출서류

- 가. 시공계획서
- 나. 시공 공정표

3.2. 시공 전 협의

가. 시공자는 수직 루프형 지중열교환기 매설에 필요한 부지확보 및 타 공정과의 간섭여부 등을 충분히 검토한 후 이에 대한 내용을 공사 감독자와 협의한다.

3.3. 공 정 표

시공자는 공사착수 전에 공정별 세부 공정표를 작성 공사 감독자 승인을 받아야 한다.

3.4. 시공 계획서

가. 시공자는 착공에 앞서 자재운반, 장비사용 기타 필요한 시공계획서를 상세하게 작성하여 공사 감독자의 승인을 받아야 한다.

나. 시공 계획서 중 특히, 중량물의 반입, 설치 등 위험을 수반하는 공사에 대하여는 그 공사 방법과 사용장비 및 안전대책을 명시하여야 한다.

3.5. 소공도 및 제작도

가. 시공자는 지열원 열펌프 설비시공과 관련된 일체의 실시 시공도면을 작성하여 공

사 감독자의 승인을 받아야 한다.

나. 필요한 경우 기기 및 제품의 카탈로그 등의 복사본을 제출하여 공사 감독자의 승인을 받아야 한다.

3.6. 시 험

시공자는 공사 감독자가 요구하는 품목에 대하여 국가공인 기관에서 시행하는 시험을 필한 후 시험 성적서를 제출하여야 하며 이에 수반되는 제반 비용은 시공자 부담으로 한다.

3.7. 공사의 기록사진 및 검사

가. 지하매설 또는 은폐되는 곳, 기능상 특수하게 사용되는 기자재의 조립설치 또는 공사완료 후 외부로부터 검사할 수 없는 공작물 및 감독원이 필요하다고 인정하는 부분 등은 공사 감독자의 입회 하에 시공하고, 천연색 기록사진 (3"x 4")을 촬영하여 공사명, 일시, 장소 등을 기록한 사진첩을 제출하여야 한다.

나. 각종시험(수압시험, 성능시험 등) 및 시운전 (분야별, 종합별)은 공사 감독자의 입회 하에 실시하여야 한다.

다. 시공검사는 각 공정별로 중간검사를 받아야 하며 검사에 필요한 준비사항은 공사 감독자오 사전에 협의하고 이에 따른 제반 경비는 도급자 부담으로 한다.

라. 검사방법 및 검사기준은 각각 공사의 해당사항에 따른다.

3.8. 타 공사와의 관련

가. 본 공사 중 토목, 건축, 전기공사 등 타 공사와 관련이 있는 공사는 해당 공사 감독자와 사전 협의 후에 시공하여야 하며 본 공사로 인하여 타 공사의 공정에 차질이 있거나 하자가 발생하지 않도록 시공자는 모든 책임을 다하여야 한다.

나. 바닥, 벽, 보 등 건축구조물에 구멍을 뚫거나 중량물을 설치할 때에는 관계 공사 감독자와 협의하여 건축 구조물에 영향이 없음을 확인하 후가 아니면 공사를 진행할 수 없다.

3.9. 공사 보고

시공자는 공사의 진도, 인력의 취업상태, 자재반입 및 반출, 각종검사, 기타 필요한 사항을 기재한 공사일일보고서를 작성 제출하여 공사 감독자의 승인을 받아야 하며 기타 공사 감독자가 필요하다고 인정하는 서류를 지체 없이 제출하여야 한다.

3.10. 설계 변경

설계변경은 원칙적으로 계약조건에 준하여 공사 감독자의 승인을 받아 아래와 같은 경우에 실시한다. 이경우 도급자는 공사 감독자가 요구하는 구비서류를 제출하여야 한다.

가. 설계변경을 하므로 인하여 경제적이고 효율적인 경우.

나. 현장조건이 설계 내용과 판이하게 상이한 경우.

다. 제반 법규의 제정으로 인하여 시공방법이 변경된 경우.

라. 사용자재 및 공사방법이 변경된 경우.

마. 토목, 건축 등 현장여건의 변동으로 인한 설계변경의 경우.

4. 시 운 전

4.1. 시운전 및 조정

- 가. 시공자는 사업계획상의 일정에 따라 시운전을 실시해야 한다. 시운전 수행 일정을 부득이하게 변경해야 하는 경우, 공사 감독자와 협의한 후 일정을 조정한다.
- 나. 시험운전 중 시공자의 잘못으로 인한 장비류의 파손 등 손해에 대하여는 시공자 부담으로 즉시 원상복구 하여야 한다.
- 라. 시공자는 준공 전후에 운전자 측이 요구할 경우 전문기술자를 파견하여 관련 운전 및 유진관리 교육을 실시하여야 한다.

5. 인수인계

5.1 준공

- 가. 시공자는 종합시운전결과 이상이 없을 경우 준공서류를 제출하여 승인을 받은 후 준공할 수 있다.
- 나. 공사 감독자는 준공검사결과 공사가 설계도서에 의하여 성실하게 수행되었다고 인정될 때에는 지체 없이 공사를 준공하여야 한다.

5.2 준공도서

시공자는 아래의 공사의 준공도서를 작성하여 5부를 제출하여 한다.

- 가. 인.허가증
- 나. CD_ROM(준공도서 보관용)
- 다. 공사 사진첩
- 라. 제본된도면(A3)
- 마. 시험성적서 및 각종 서류

5.3 공사하자 기간

도급자는 준공일로부터 2년간 하자의 책임을 지며 하자 발생시 지체 없이 보수하여 원상회복 시켜야 한다.

II. 특기 시방서

1. 일반사항

1-1 적용범위

본 시방은 지열을 이용하여 건축물에 냉/난방 및 급탕을 제공하는 지열시스템 설비공사에 적용하며, 지열시스템 설비공사의 범위는 지열열교환용 PE파이프의 매설 및 배관, 히트펌프의 설치 및 배관, 각종 탱크류와 펌프류의 설치 및 배관, 계장제어기기의 설치, 각종 배선설치, 현장시험, 시운전 등을 포함한 지열시스템에 필요한 모든 사항에 적용한다.

1-2 특이사항

히트펌프 발주시점에서 기존의 히트펌트펌프보다 효율이 우수한 제품이 있을시 감독 및 감리자와 상의하여 효율이 우수한 제품을 선정함.

1-3 열전도도 테스트후 지열설계검토서 작성 제출

시험천공 후 열전도도 테스트를 실시하고 그 결과에 의거 지중열교환기 설계를 포함하는 지열설계검토서를 작성 제출토록 한다.

2 . 지열열교환기 설치공사

2-1 운반과 자재반입

- 가. PE PIPE를 안전하게 운송하기 위하여 트럭베드에 자갈과 같이 배관을 마모시키질 수 있는 물질이 없는지 확인하고, 깨끗이 청소하여야 한다.
- 나. 운송 시 PE PIPE의 움직임으로 인한 손상을 막기 위하여 나일론 끈이나 바인더를 사용하여 고정한다. 사슬을 사용하지 말며 PE PIPE에 규정되지 않은 하중을 가하여 관에 흠집이나 침하가 발생하지 않도록 한다. 날카로운 물체에 의하여 가해질 수 있는 손상을 막기 위하여 관과의 접촉부위나 상단부에 기구나 장치물 등을 놓지 않는다. 운반이나 보관중 PE PIPE에 지나친 열이 가해지지 않도록 한다.
- 다. PE PIPE 하역시 포크형 기중기나 지게차를 사용하여 안전하게 하역하여야 하고, 로프를 이용할 때에는 파이프의 중앙부분에 직물로 된 폭이 넓은 로프를 사용하여야 한다.
- 라. 소구경의 지관이나 가벼운 ROLL관은 손으로 하역할 수 있다.
- 마. 파이프 운반 및 보관은 관에 이물질이 들어가지 않도록 관말 보호 캡을 씌워야 한다.
- 바. 관을 지면에 적재할 때에는 지면을 평탄하게 정리하고 돌이나 날카로운 물체를 제거하여야 한다.

2-2 굴착 행위 신고 및 원상복구 계획

천공 착수 이전에 굴착 행위 신고를 필하여야 하고 원상복구계획서를 제출토록 하며, 천공 완료 후에는 지형 여건에 맞게 원상복구토록 한다.

2-3 천공작업

- 가. 지질조사(건축공사 시 기초지질조사)를 토대로 준비 작업을 수행 후 천공작업을 시작한다.
- 나. 천공기를 사용하며, 함마드릴과 고압컴프레샤를 이용하여 천공한다.
- 다. 함마드릴로 토사층까지 착암후 미함몰영역이 나오면 함마드릴을 인발후 케이싱을 설치하고 그이후 로드를 계속 연결하여 착암하고 고압컴프레샤를 이용해 슬러지를 배출시킨다.
- 라. 천공이 끝나는 대로 가능한 한 신속하게 열교환기를 매설하여 함몰의 경우를 대비한다.

2-4 지중열교환기 설치

- 가. 시추공간의 최소한의 이격거리는 4.5m로 한다.
- 나. 설치 전 열교환기 U-Bend 부분의 누설여부를 확인하기 위하여 열교환기에 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 공압을 채운 후 U-Bend 부분에 비눗물을 칠하거나 물속에 담가 거품발생여부를 확인한다.
- 다. 설치 전 열교환기의 외부에 상처나 부식 및 열교환기 길이를 확인한다.
- 라. 설치 전 U-Bend부분에 천공면과의 마찰로 인한 상처가 나지 않도록 보양조치를 하고, U-Bend 보다 길게 철근을 매어 열교환기 끝을 곧게 펴고 홀과의 마찰로 인한 상처도 보호한다.
- 마. 설치 전 케이싱과의 마찰로 인해 상처가 나지 않도록 케이싱에 충분한 보호조치를 취한다.
- 바. 설치 시 부력의 영향으로 매설이 안 될 때에는 관에 물을 충분히 채운 후 다시 매설한다.
- 사. 설계 깊이 까지 열교환기가 매설되었는지를 확인한다.(1~2M이내의 메워짐은 여유율을 감안하였으므로 시공상 큰 무리를 주지 않는 한 후속작업을 진행한다)
- 아. 열교환기를 설계깊이까지 매설 후 부력으로 인한 열교환기의 상승을 막기 위하여 천공 시 반출된 슬러지를 열교환기가 부력에 견딜 수 있게끔 적당량 되메움 한다.
- 자. 열교환기를 매설하는 동안 파이프의 손상여부를 확인하기 위해 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 공압 테스트를 실시한다. 이때 일정시간동안 압력을 유지하여야 한다.
- 차. 노출된 열교환기의 끝부분은 불순물이 들어가지 않도록 마감처리 한다.

2-5 그라우팅 절차

- 가. PE 파이프를 지하에 매설 후 그라우팅(TREMIE)파이프를 매설하되 그라우팅 혼합물의 원활한 침투를 위하여 지하바닥으로부터 20 ~ 30M 정도 간격을 유지하게 매설한다.
- 나. 그라우팅(TREMIE)파이프를 통하여 그라우팅 혼합물을 신속히 펌핑하여 채우고 물이 아닌 혼합물이 넘치기 시작하면 지반에 따른 유출 여부 등을 확인하여 시공자의 판단에 따라 그라우팅 혼합물을 멈춘다.
- 다. 물 : 실리카샌드 : 벤토나이트는 벤토나이트의 종류와 팽윤도등 현장의 상황에 따라 적절한 비율로 혼합한다.(발주자 혹은 감독관이 제시하는 비율로 조절할 수 있다.)
- 라. 그라우팅 기계의 팬은 그라우팅 혼합물을 혼합시에는 반드시 회전을 멈추지 않고 계속하여 그라우팅 혼합물의 펌핑을 용이하게 한다.
- 마. 물을 우선 집어넣고 실리카 샌드를 집어넣는다.

- 바. 물과 실리카샌드를 섞고 물과 실리카샌드가 적절히 혼합된 후에 벤토나이트를 혼합한다.(벤토나이트의 종류에 따라 필요한 율활제품등을 동반하여 사용할 수 있다.)
- 사. 벤토나이트의 역할은 보링 홀에서 팽창되어 지하에 천공된 공간을 강한 팽창력으로 보링 홀을 지지하며, 실리카샌드는 열전도율을 좋게 하여 시스템의 효율을 증가시킨다.
- 아. 상기 성분이 골고루 섞인 즉시 그라우팅(TREMIE)파이프를 통해 그라우팅을 시작한다.
- 자. 그라우팅을 시행하는 동시에 투입되는 그라우팅 혼합물의 양만큼 TREMIE PIPE를 지상으로 끌어올리면서 상향식으로 그라우팅을 한다.
- 차. 1차 그라우팅 종료후 침하된 깊이만큼 추가 TREMIE PIPE를 지상에서 적정깊이만큼 집어 넣어 2차 그라우팅을 실시한다.

2-6 지 중 작업

2.6.1 터파기

- 가. PE PIPE는 지상에서 긴 길이로 소켓융착 (SOCKET FUSION)할 수 있으므로 굴토폭을 줄여 설치비용을 절감할 수 있다.
- 나. 터파기시 현장여건 및 토질의 상태를 고려한 후 굴토폭을 최소한 좁게 한다.
- 다. 굴토폭은 파이프 주위에 적절히 흙을 채울 수 있어야 하며, 1~1.5m로 작업하되 지상의 조경물이나 시설물에 따라 더 깊이 설치할 수 있다.
- 라. 굴토바닥은 단단하지 않으며, 암석이 없어야 하며 파이프에 하중을 가할 수 있는 바위, 표석이나 커다란 돌들은 제거하고 굴토시 열교환기에 상처가 나거나 꺾이지 않도록 한다.
- 마. 시추공에서 PIPE가 수평관에 결합될 때, 관의 구부러짐을 방지하기 위한 곡률반경을 고려하여 굴토작업을 하여야 한다.
- 라. 이때 자갈이나 큰 돌을 걸러내야 한다.(이는 파이프의 외피손상 및 수명유지를 방해하기 때문이다.)

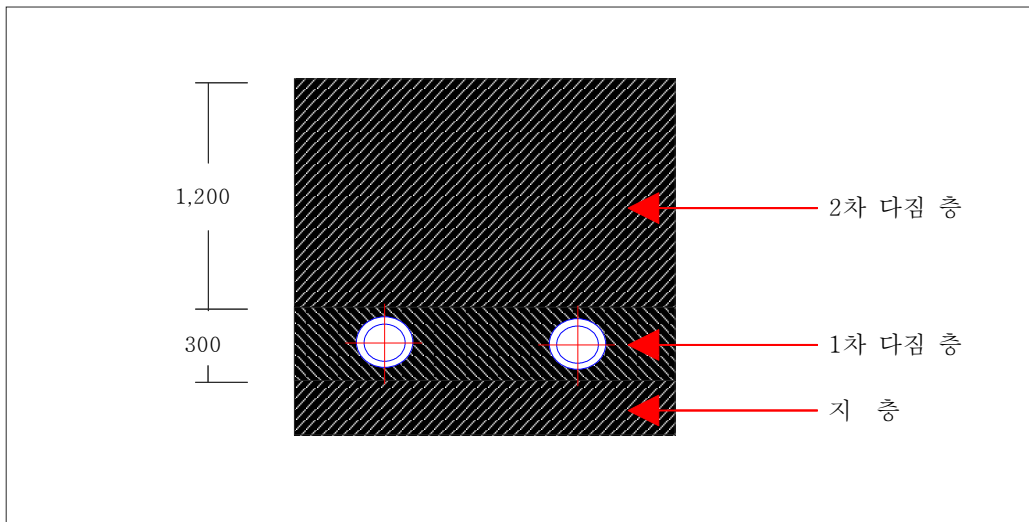
2.6.2 트랜치 작업

- 가. 설치 전, 잘린 파이프와 파진 흙, 깊은 흠집등 기타 손상부위를 점검한다.
- 나. 관은 설치동안 꼬이거나 흠이 파지면 안된다.
- 다. 코일의 내부 직경보다 더 작은 반경의 밴드를 만들기 위해서는 반드시 소켓을 사용하여야 한다.
- 라. 시추공에 매설된 PE 파이프는 터파기 후 수평관에 결합하여야 하며 터파기의 굴토폭은 파이프의 외경에서 30cm이상으로 하고, supply 와 return배관은 최소 30cm 의 이격 거리를 유지, 겹치는 부분이 최소화 되도록 한다.
- 마. 천공 홀에 직접 연결 되지 않는 리턴배관의 경우 융착 개소가 적은 Roll관을 사용하되, 작업여건상 Roll관사용이 불가능 때에는 직관을 사용하여 융착한다.
- 바. 설치 시 도랑에 관을 누일 때에는 관의 온도에 대한 수축을 고려하여 충분한 느슨함을 줘야 한다.
- 사. 모든 융착이 파이프에 응력이 가해지기 전 기존 파이프의 온도에 맞게 식혀지도록 한다.

- 아. PE 파이프의 용착 작업 시 비가 올 때는 용착 작업을 삼가하고, 충분한 안전장치 후 실행한다.
- 자. 되메우기 전 트랜치 주관에 7kg/cm²의 공압을 채운 후 각 소켓의 연결 부위에 비눗물을 칠하여 관의 누설여부를 확인한다.

2.6.3 되메움과 다짐

- 가. 검사되어야 할 모든 부분이 끝나기 전까지는 되메움 작업을 해서는 안된다.
- 나. 기본적으로 되메움 재료는 굴착부에서 생성된 흙이나 공사 감독관에 의해 승인된 흙을 사용하되, 지름 15cm 이상의 돌은 선별해 낸다.
- 다. 1차 되메우기 재료로는 가능한 돌이 없는 고운 흙이나 모래를 사용하도록 하고, 파이프 높이 혹은 그보다 약간 높게한 후 충분히 다진다.
- 라. 2차 되메움 구간은 깨끗한 상태에서 인근 지면 높이보다 약 15cm정도 높게 실시한다.
- 마. 다짐 기계나 기타 승인된 방법으로 다짐 작업을 시행한다.
- 사. 날씨 상태나 굴착된 부분의 상태, 혹은 되메움 재료가 적합하지 않을 경우 다짐 작업을 중지한다. 동결된 되메움 재료는 절대 사용하면 안된다.
- 아. 보통의 경우 관 기초는 다음 그림과 같이 한다.



(TRENCH PE 파이프의 매설)

2.6.5 부동액

부동액은 에틸알콜(에탄올), 혹은 메틸알콜(메탄올)을 사용하되 동절기 장기간 운전정지에 따른 노출배관부의 동결현상을 방지할 수 있는 동결방지 시스템을 적용할 경우 부동액을 사용하지 않아도 된다.

2-7 PE PIPE 용착

2.7.1 일반지침

- 가. 파이프의 연결부위의 이물질 제거하여 청결상태를 유지한다.

- 나. 히터를 장착한다. 이때 히터의 온도는 용착 종류에 따라 결정한다.
- 다. 클램프를 전지시켜 일정한 압력으로 히터에 관을 밀착시켜 용융시킨다.
- 라. 일정한 비드가 형성되기 시작하면 압력이 없는 상태에서 가열을 유지한다.
- 마. 비드가 균일하게 나오는지 확인을 하여야 한다.
- 바. 가열유지가 끝난 후 클램프를 후진시켜 신속히 히터를 제거한다.
- 사. 즉시 적당한 압력으로 클램프를 전진시켜 용융면을 압착시킨다.
- 아. 가열유지 또는 압착공정에서 유압을 반복적으로 가해서는 안된다.
- 자. 압착 후 일정시간 지연상태에서 냉각시키고 용착기에서 탈착시킨다.
- 카. 균일한 비드형성 여부를 육안으로 확인한다.

2.7.2 용착 종류

- 가. 버트용착(BUTT FUSION) : 관의 단면과 단면을 직접 접합하는 공법으로, 보통 75A 이상의 관경에 적용한다.
- 나. 소켓용착(SOCKET FUSION) : 소켓부의 내면과 관말단의 외면을 일정기간 용융시켜 삽입하는 공법으로 75A이하 관경에 적용한다.
- 다. 새들용착(SADDLE FUSION) : 관의 외면과 새들인장 부분을 용융시켜 접합하는 공법.

2.7.3 용착 방법

가. 버트용착(BUTT FUSION)

항 목	작 업 순 서	유 의 사 항	비 고
준 비	가. 히터에 전원을 넣는다. 나. 관의 손상 유무를 검사한다. 다. 클램프를 열고 용착하고자 하는 관경에 맞도록 라이너를 장착한다.	- 전압확인(정격±10%) - 손상깊이가 두께의 10% 이상인 경우 절단하여 제거한다	
관 의 용착면 가 공	가. 클램프를 후진시킨다. 나. 면취기를 고정시킨다. 다. 클램프에 파이프를 넣은 다음 견고하게 조인다. 라. 면취기를 작동시킨다. 마. 유압기로 클램프를 가압하여 관 양면을 깎아낸다. 바. 균일한 지스러기가 나오면 가압된 힘을 빼고 2~3회 공회전 시키면서 클램프를 후진시킨다. 사. 면취기를 제거한다. 아. 절삭된 지스러기를 제거한다.	- 클램프 양쪽에 같은 힘을 가한다. - 균일한 면이 될 때 까지 계속 한다	
관 의 수 명	가. 클램프를 전진시켜 관 양면이 밀착되고 오차가 없는지 확인한다. 나. 관 접합부의 오차가 없는지 확인한다.	- 관의 수평, 수직 상태 - 수평이 안될 경우 클램프 조정 또는 재절삭한다	
용 착	가. 파이프 연결부위를 알콜로 닦아낸다. 나. 히터를 장착한다. 다. 클램프를 전진시켜 일정한 압력으로 히터에 관을 밀착시켜 용융시킨다. 라. 일정한 비드가 형성되기 시작하면 압력이 없는 상태에서 가열 유지한다. 마. 가열유지가 끝난 후 클램프를 후진시켜 히터를 신속히 제거한다. 바. 즉시 적절한 압력으로 클램프를 전진시켜 용융면을 압착시킨다.	- 히터온도 확인 (240℃ ± 10℃) - 비드가 균일하게 나오는지 확인 - 가열유지 시간 (도표 참조)	
냉 각	가. 압착 후 일정시간 자연 상태에서 냉각시키고 용착기에서 탈착시킨다.	- 냉각시간 (도표 참조)	
검 사	가. 관의 연결이 양호한가 육안으로 확인한다.	- 균일한 비드형성 여부를 확인한다	

「도표」

구분	가압용융	가열유지	히터제거	압착(초)	냉각
D75	관둘레에 비드가 발생될 때까지	1분	5초이내	60	10분이상
D100		1분30초		60	"
D125		1분50초		60	15분이상
D150		2분10초		60	"
D200		2분30초		60	20분이상
D250		3분		60	"
D300	D300이하 (2~3mm)	3분30초	10초	60	30분이상
D350		4분10초		60	"
D400		4분50초		60	40분이상
D450	D350이상 (3~4mm)	5분40초	"	60	45분이상
D500		6분20초	15초	60	50분이상
D550		7분10초	"	60	55분이상
D600		8분10초	"	60	60분이상
가압력(kg/cm ²)	1.0~1.5	0.1~0.15		1.0~1.5	

나. 소켓용착(SOCKET FUSION)

항목	작업순서	유의사항	비고
준비	<p>가. 히터에 용착하려는 치수의 소켓용 히터판을 설치한 후 전원을 넣는다.</p> <p>나. 이음관의 내면과 관말단의 외면의 이물질 제거하고 손상유무를 확인한다. 용융될 부위를 SCRAPING한 후 세척 후 재로 깨끗이 닦는다.</p> <p>다. 이음관의 삽입길이 만큼 HOLDRING으로 관을 잡아준다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 히터판 청결 유지 - 전압 확인(정격±10%) - 관의 허용손상범위 두께의 10% 이내 - 이음관 손상시 폐기처분 한다. 	
용착	<p>가. 히터판을 관 및 이음관에 규정깊이까지 밀어넣는다.</p> <p>나. 히터에 관과 이음관을 일정 시간동안 유지시킨다.</p> <p>다. 관 및 이음관에서 히터를 제거한다.</p> <p>라. 관을 이음관에 삽입하여 용착한다.</p> <p>마. 일정한 힘으로 가압하여 적당한 시간을 유지한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 히터 온도 (240℃±10℃) - 가열유지 시간 (도표참조) 	
냉각	<p>가. 일정시간 동안 자연상태에서 냉각한다.</p> <p>나. 히터판을 깨끗하게 닦아준다</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각중 외부 충격 으로부터 보호한다. - 냉각시간 준수(도표참조) 	
검사	<p>가. 육안으로 용착부 상태를 확인한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 균일한 비드형성 여부 확인 	

「도표」

구분	가압용용	가열유지 (초)	히터제거 (초)	압착 (초)	냉각 (분)
D20~25	규정된 삼입길이 까지	10	5초이내	30초이내	3분이상
D30		15			
D40		20			
D50		25			
D75		30			

다. 새들용착(SADDLE FUSION)

항목	작업순서	유의사항	비고
준비	<p>가. 히터에 용착하려는 치수의 새들용 히터판을 설치한 후 전원을 넣는다.</p> <p>나. 파이프는 깨끗이 닦고 파이프 주위에 클램프를 설치.</p> <p>다. 새들 안장부위와 원관의 용착부분을 SCRAPING한다.</p> <p>라. 새들과 관의 규격이 일치하는지 확인.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 히터판 청결 유지 - 전압 확인(정격±10%) - 원관의 축방향으로 SCRAPING한다. 	
용착	<p>가. 원관에 히터를 올려 놓고 그 위에 새들을 올린후 동시에 가열한다.</p> <p>나. 일정한 압력을 가하면서 용융양상이 균일한가를 점검한다.</p> <p>다. 적정한 시간이 경과 한 후 새들을 우선 분리하고 히터를 제거한다.</p> <p>라. 신속하게 용융상태를 확인한다.</p> <p>마. 용융상태가 양호하면 새들을 올바른 위치에 놓고 일정한 시간까지 강하게 누른다.</p> <p>바. 새들과 함께 기구를 관으로부터 제거, 짧은 시간내에 관의 용융부위에 새들을 조심스럽게 위치시킨다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 히터 온도(240℃±10℃) - 가벼운 충격을 주어 분리 한다. - 용융상태가 불량할 경우 재 실시한다. - 균일한 힘으로 관축에 직각으로 누른다. 	
냉각	<p>가. 일정시간 동안 자연상태에서 냉각한다.</p> <p>나. 히터판을 깨끗하게 닦아준다</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각중 외부 충격 으로부터 보호한다. 	
검사	<p>가. 육안으로 용착부 상태를 확인한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 균일한 비드형성 여부 	
천공	<p>가. 천공기를 이용하여 천공한다</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 천공된 칩을 완전히 제거 	

3. 히트펌프 설치공사

가. 히트펌프는 장비의 정숙한 운전과 유지관리가 용이하도록 기초콘크리트 100mm로 타설하고, 수평상태를 유지한다.

4. 펌프류 설치공사

4-1 재료

5.1.1 적용범위

본 시방서는 인라인 펌프 제작에 필요한 부속류 및 제작 설치에 관하여 적용한다.

5.1.2 구조 및 재질

가. 펌프는 하우징, 회전차, 축, 축봉 장치, 전동기로 구성된다.

나. 하우징은 회주철(GC250)로써 펌프의 설치 분해 및 배관작업이 용이하고, 흡입 및 토출구가 동일 선상에 있는 인라인형으로 제작되어야 한다.

펌프하부는 벽면 또는 지상에 지지 가능한 베이스 플레이트를 장착 할 수 있는 구조로 제작되어야 한다.

다. 회전차는 회주철제(GC200)로서 키를 이용하여 축동력을 전달할 수 있는 구조이어야 한다

라. 주축은 펌프와 전동기 축을 일체형으로 하여 축이음 불량으로 인한 고장을 방지하고 정숙운전이 되도록 한다. 회전차 체결용 나사는 펌프 운전 중에 풀리지 않는 방향으로 하고, 와샤를 끼워 너트를 견고하게 체결한다.

마. 전동기는 IEC 및 KS 규격에 따른 FAN 냉각식 전폐형 농형 유도전동기로 절연 등급 F중, 보호등급 IP44 이상이어야 한다.

바. 샤프트 씰링은 메카니칼씰을 장착한다.

4-2 펌프류 설치

가. 벌루트 및 원심펌프 설치

① 펌프를 설치할 장소의 작업조건을 면밀히 검토하고 부적당한 작업조건이 있을 때에는 즉시 시정하여 요구조건에 부합되도록 하고 제조업자의 설치지침서에 따라 지시된 곳에 펌프를 설치한다.

② 펌프의 운전 및 보수를 위한 작업공간이 확보되어야 하되, 제조업자가 권장하는 공간보다 적어서는 안된다.

③ 수평형 또는 수직형은 기초대가 휘거나 처지지 않도록 주의하여 기초 윗면에 수평 또는 수직으로 고정하고, 기초볼트는 균등하게 조인다.

④ 펌프와 모터의 연결주축은 정확하게 직선이 되도록 조정한다.

⑤ 펌프에 밸브 및 관을 부착할 시에는 그 하중이 직접 펌프에 걸리지 않도록 충분히 지지된 상태에서 작업하여야 한다.

⑥ 펌프의 공급 횡주관에는 진동을 흡수할 수 있는 방진행거를 설치하여야 한다.

⑦ 펌프의 토출측에 충격완화용 체크밸브를 설치하여야 한다.

⑧ 펌프의 흡.토출구에 플렉시블 조인트 또는 플렉시블 커넥터를 설치하여 배관의 진동

전달을 막아야 한다.

⑨ 펌프축 중심 조절은 제조업자의 기술자 입회하에 실시하고, 시동하기 전에 윤활유를 급유한다. 나. 인라인 난방 순환펌프 설치

- ① 펌프 설치는 배관의 직선구간에 펌프의 기초나 가대 없이도 설치가 가능하나, 유지관리가 용이하도록 콘크리트 기초 또는 앵글가대에 설치한다.
- ② 모터는 고속회전에 따른 소음, 부품마모 등을 고려 4극(1,750rpm)모터를 사용한다.
- ③ 배관은 펌프에 하중이 전달되지 않도록 견고하게 지지하여야 하며, 펌프설치 부위에는 진동이나 흔들림이 없도록 고정하여야 한다.
- ④ 펌프설치 최하단부에는 배관 내 물이 퇴수할 수 있도록 퇴수 밸브를 설치하여야 한다.

5. 압력용기 설치공사

5-1 압력용기의 선정

압력용기 제작시 에너지이용 합리화법에 의거 열사용 기자재 허가를 득한 제조업체에서 제작된 제품으로 제품의 재질 및 구조는 KS B 6231(압력용기의 구조), 압력용기 제조 검사기준 및 압력용기 설치 검사기준(통상산업부 고시 제96-57호)을 준수하여 제작하여야 하며, 탱크내부는 설계도서에 의거 부식이 발생치 않도록 한 제품이어야 한다.

5-2 압력용기의 설치

완전 밀폐형 난방 시스템의 경우 압력의 과다상승에 대비하여 안전밸브가 부착되어야 하며 히트펌프 입/출구측 또는 탱크류 또는 헤더류 근처의 적정지점에 설치한다.

5-3. 헤더 설치공사

가. 사용압력에 따라 에너지 이용 합리화법에 적합하도록 하여야 한다.

나. 헤더는 KS D 3562 스케줄 40이상의 규격에 적합환 것으로서 관경은 주분기관 관경의 2사이즈 이상의 호칭경을 원칙으로 한다.

다. 밸브 중심은 모두 동일 평면상에 놓고 인접밸브 핸들과의 외주 관격은 100mm 이상으로 하고, 헤더 끝과 인접밸브 외면 또는 압력계 중심과의 간격은 150mm 이상으로 하며, 필요에 따라 배수관을 설치한다.

라. 양단 경관은 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상의 강판재 막힘 플랜지로 한다.

마. 헤더 주위에 설치되는 가대발판은 익스펜디드 강판 (SWM × LWM : 35 × 101.5, T×W : 4.5 × 7.0)으로 제작한다.

5-4 필터류 설치공사

가. 폐열회수가 필요할 경우 폐수탱크 인입 직전 혹은 적당한 장소에 이물질 제거용 헤어케차를 설치하며, 재질은 STS304로 하고 헤어케차의 용량은 여건에 맞도록 제작한다.

나. 폐열회수가 필요할 경우 헤어케차에서 분리시키지 못한 이물질을 분리하기 위해 폐수탱크 후단에 폐열히트펌프의 용량에 적합한 STS304재질의 필터를 설치하며, 역수를

통하여 내부청소가 용이한 구조로 제작한다.

6. 배관 및 보온공사

6-1 배관

가. 배관의 재질 및 접속방법은 건축기계설비 표준시방에 준한다.

나. 배관 접속시 밸브류는 다음의 사항을 따른다.

- ① 65A이하 - 볼밸브
- ② 65A이상 100A이하 - 버트플라이 밸브(레바식) 또는 게이트 밸브
- ③ 125A이상 - 버트플라이 밸브(기어식) 또는 게이트 밸브

6-2 보온

급수배관의 동파방지와 온/냉수 배관의 열손실을 방지하기 위하여 EPDM(발포고무) 25T로 배관보온을 시공하며 그 방법은 건축기계설비 표준시방에 준한다.

7. 계장제어 설비공사

7-1 계기반 설치

8.1.1 일반사항

- 가. 계기반의 운반과 설치시에는 계기반의 전도, 낙하, 충돌 등의 사고가 일어 나지 않도록 신중을 기한다.
- 나. 계기반을 야적하는 장소는 운반에 지장이 없으며, 낙하물체에 의한 파손, 빗물 기타 원인에 의한 절연저하, 부식 등이 발생하지 않는 곳이어야 한다.
- 다. 반출장소로부터 설치장소까지 운반하기에 앞서 통로상태, 지반상태, 장애물의 유무 등을 검토하여 지장이 없도록 한다.
- 라. 계기반의 기초는 제작자가 제공하는 기초 도면에 따르며 제어반의 방향 등은 관련도면에 준하여 설치한다.
- 마. 제어반의 기초볼트를 설치할 지점에는 구멍을 뚫어야 한다.
- 바. 계기반을 설치 후 이상 여부를 확인하고, 이상이 있다면 즉시 감리원에게 상세히 알리고 필요한 조치를 하도록 한다.
- 사. 계기반을 설치할 때에는 계기반의 각종 기기에 손상을 주지 않도록 주의한다.
- 아. 계기반끼리의 접속부에 틈새가 생기지 않도록 유의한다.
- 자. 계기반 설치에 있어서 절대로 화기를 사용해서는 안된다.
- 차. 계기반에 케이블을 인입한 후에 반하부의 공간을 최대한 밀폐하여 계기반 등에 먼지의 침입을 방지 할 수 있도록 조치한다.

7.1.2 기초볼트 맞춤

- 가. 기초볼트 구멍이 뚫어지면 임시로 찬넬베이스를 맞추어 놓고 구멍에 볼트를 끼워 모

르타르로 고정시킨다.

나. 기초볼트 구멍내에 모르타르가 응고되었을 때 너트로 찬넬베이스를 조인다. 제어반을 수평으로 설치하기 위하여 찬넬베이스와 기초콘크리트 사이에 라이너를 안치시킨다.

다. 라이너는 찬넬베이스 바깥쪽으로 튀어나오지 않아야 한다.

라. 기초볼트 라이너와 찬넬베이스가 고정되었을 때 제어반을 설치한다.

7-2 계장기기 설치

7.2.1 일반사항

가. 설치장소는 고온, 고습, 부식, 가스와 먼지 등이 없는 곳, 진공과 충격을 받지 않는 곳으로 한다. 만약 설치장소가 진동의 영향을 받는다면 적절한 방법을 강구한다.

나. 기기는 통로에 위치하지 않아야 하며 점검, 보수가 용이한 곳으로 한다.

다. 계기의 자립을 위한 바닥공간이 확보되어야 하며, 분해와 철거에 적합한 공간도 고려한다.

7.2.2 압력계

가. 압력지시용으로 계기를 설치하는 경우 눈에 띄기 쉽도록 설치한다.

나. 기체압력 측정용의 경우 배관내의 드레인이 계기 도입배관에 들어가지 않도록 탭을 내는 방향과 설치위치에 주의한다.

다. 유체에 맥동이 있는 경우에는 맥동충격장치(Pulsation Dampener)를 설치하여 압력계에 맥동이 전파되지 않게 한다.

7.2.3 온도계

가. 온도계를 배관의 직관부근에 부착시키기 위해서는 배관의 최소구경을 4B로 하고 원칙적으로 배관에 대해 직각이 되도록 설치한다.

나. 배관의 곡관부에 부착시킬 경우에는 그 배관의 최소구경은 3B로 하고 내부유체의 흐름에 대항하도록 설치한다.

다. 현장지시 온도계의 설치높이는 최대 1.5m로 한다. 단, 현장지시 기능을 갖지 않는 온도계는 떼어내기가 가능한 장소라면 다소 높은 곳이나 불편한 장소도 가능하다.

라. 공정내 배관에 적당한 엘보우 부분이 없는 경우는 배관을 4B로 넓혀 직관부에 직각 또는 경사지게 설치한다.

마. 보호관의 삽입길이는 보호관 외경의 15배로 하되 소구경 배관에서는 10배 이상으로 한다.

7.2.4 차압식 유량계

가. 배출(Blow down)밸브는 매니폴드와 분리(Isolating)밸브 사이에 위치하도록 한다.

나. 파이프 나사 끝은 누설방지를 위해 실(Seal)테이프로 감은 후에 연결한다.

다. 플랜지 접속을 하는 곳에는 반드시 개스킷을 사용한다.

7-3 배선 및 접속

7.3.1 배선

가. 모든 배선작업은 방폭지역 분류기준에 맞추어 시공한다.

나. 전력선에 의한 간섭현상을 줄이기 위해서는 다음사항에 따라 시공한다.

- ① 신호선과 전력선과의 병행배선은 피한다.
- ② 병행배선이 불가피할 시에는 최소 300mm의 이격거리를 둔다.
- ③ 실드선일 경우에는 실드를 계기반 측에서 완전히 접지시킨다.

다. 터미널 및 배선의 접속시에는 접속 저항이 최소가 되도록 하고 터미널 접속시에는 터미널 러그, 스프링 와셔 등을 사용하여 조인다.

라. 전선끼리의 중간접속은 피해야 하며, 접속이 불가피할 경우에는 열수축형 튜브를 사용한다.

마. 전선관에 전선을 입선할 시에는 전선에 너무 큰 인장력이 가해지지 않도록 한다.

바. 통선에 사용하는 강선의 길이는 30m를 한도로 한다. 강선을 이용하여 통선할 때 너무 무리하게 잡아 당겨서는 안된다.

7.3.2 접속함과의 연결

가. 함과의 연결은 밑으로 인입하여 밑으로 인출되도록 시공한다.

나. 전자밸브 등 리드선이 부속되어 있는 경우의 접속은 접속 기구내에서 적합한 압착공구를 사용하여 시행한다.

7.3.3 각 계기의 접속

각 계기의 접속은 케이블 심선의 색깔을 청색은 부극, 적색은 정극으로 통일하며 다심의 경우에도 각 접속함의 접속을 통일한다.

III. 히트펌프제작 시방

1. 적용범위

본 제작 시방서는 **물대물 지열용 히트펌프 기종**에 적용한다.

2. 구조일반

본 시방서에 명기된 부품 및 재료는 KS 규격품 또는 동등 이상의 물품을 사용하여 제작하며 제작 후 제작사 완성검사를 필하여야 한다.

3. 구성부품

히트펌프의 주요부품 명칭은 다음과 같다.

- 가. 압축기
- 나. 응축기
- 다. 증발기
- 라. 팽창밸브
- 마. 4-WAY밸브 및 액관체크밸브
- 바. 냉매배관
- 사. 자동제어반
- 아. 방진 및 성능

4. 구성부품의 재질 및 성능

가. 압축기

- 1) 증발기에서 증발한 저온저압의 냉매가스를 압축시켜 고온고압의 가스상태로 만들어 응축기에서 쉽게 응축될 수 있도록 만드는 역할을 하며 형식은 전동기 스크롤 압축기로 구성되어 있다.
- 2) OIL 가열히터를 부착하여 포밍 현상을 방지한다.
- 3) 과전류 보호 회로가 내장되어야 한다.

나. 응축기

- 1) 압축기로부터 토출된 고온고압의 냉매가스를 냉각수(온수)에 의하여 응축시켜 상태변화를 일으키게 하는 역할을 하며 형식은 셸 앤드 튜브 또는 판형식으로 **응축기 전용**으로 사용한다.
- 2) 셸 앤드 튜브식은 압력배관용 탄소강관(SPPS)의 동체에 TUBE SHEET를 용접하고, 양측에 주철제로 가공한 SIDE COVER을 체결하며 간단히 분리될 수 있는 구조로 한다.
- 3) TUBE와 TUBE SHEET의 접합부는 확관 처리하여 누설이 없도록 처리하고, 전열관은 순도99.9% 이상의 인탈산 동관으로 가공된 THERMOEXCEL TUBE CK1를 사용한다.
- 4) 응축기 내의 온도 및 압력이 과도하게 높아질 경우에 압력보호 기능이 있어야 한다.
- 5) 기밀 및 내압시험을 아래와 같이 실시하여 누설, 변형 등의 이상이 없어야 한다.

가) 기밀시험압력 : 2.2 Mpa

나) 내압시험압력 : 3.3 Mpa

6) 응축기의 전열성능을 높이기 위해 응축액 역류를 고려한 기능이 있어야 한다.

다. 증발기

1) 저온저압의 냉매와 냉수가 서로 열교환을 하여 요구하는 냉수의 온도까지 냉각시키는 역할을 하며 형식은 횡형 셸 앤드 튜브 및 관형식으로 증발기 전용으로 사용한다.

2) 셸 앤드 튜브식은 일반구조용압연 강재(SS400)철관을 롤링하여 동체로 사용하며 동체와 TUBE SHEET를 용접하고 양측에 주철체로 가공한 SIDE COVER를 체결하며 간단히 분리될 수 있는 구조로 한다.

3) TUBE 와 TUBE SHEET의 접합부는 확관 처리하여 누설이 없도록 하며 동체 내부에는 적당한 간격으로 방해판(B/F)을 설치하여 냉수의 유동을 좋게 하고 전열관을 지지하며 전열관은 순도99.9% 이상의 인탈산 동관으로 가공된 CORRUGATED TUBE S1를 사용한다.

4) 냉수 출구는 동파를 방지할 수 있도록 동결방지 THERMOSTAT를 설치하며, 입구에는 TEMPERATURE CONTROLLER를 설치하여 용량제어가 가능해야 한다.

5) 기밀 및 내압시험을 아래와 같이 실시하여 누설, 변형 등의 이상이 없도록 한다.

가) 기밀시험압력 : 1.3 Mpa

나) 내압시험압력 : 2.0 Mpa

라. 팽창 밸브

응축기에서 나온 고온고압의 액화냉매를 증발시키고자 하는 온도와 압력까지 감온 감압시켜 저온저압의 냉매로 변화시키는 역할을 하며 형식은 온도식 자동 팽창 밸브로 배관 내의 PRESSURE DROP을 감안하여 냉매의 흐름을 제어하는 외부 균압형을 사용한다.

마. 4-WAY밸브

1) 4-way 밸브는 열효율의 증가와 CYCLE의 안정화를 기할 수 있는 것으로 한다.

2) 한국냉동공조인증센터 (KRAAC) 검증 및 제작사 검증을 필한다.

바. 냉매배관

1) 순도 99.9%의 이음매 없는 인탈산 동관을 사용하며 압축기와 응축기, 응축기와 증발기, 증발기와 압축기 사이의 냉매흐름을 원활하게 한다.

2) 응축기와 증발기 사이의 배관에는 휠타 드라이어, 팽창변 및 전자변을 설치하며 증발기와 압축기 사이의 배관에는 팽창변의 감온구와 균압관을 부착한다.

3) 응축기와 압축기 토출측 사이의 배관에는 역지변(CHECK VALVE)을 사용하여 냉매가스의 역류를 방지한다.

4) 기타의 각 제어기기 및 압력계의 연결배관은 FLARE NUT 또는 브레이징으로 견고하게 접속하여 냉매의 누설이나 제어기기에 이상이 없도록 한다.

사. 자동제어반

1) 박스 내에는 스위치, 표시등, 압력계, 자동제어 기기 및 보호장치 등이 포함되어 있으며, 운전상태를 쉽게 파악할 수 있어야 한다.

- 2) 외부 케이싱은 냉간압연강관으로 제작한 후 소부도장 하여야 한다.
- 3) 운전 중 이상 유무를 확인하기 위하여 GAGE를 부착시켜야 한다.
 - 가) 저압압력계 : - 0.1 - 2.0 Mpa
 - 나) 고압압력계 : 0 - 4.0 Mpa
- 4) 이상 운전으로부터 냉동기를 보호하기 위하여 다음과 같은 보호장치를 설치한다.
 - 가) 고저압 압력스위치 : 압력이 과다 상승 및 저하시 냉동기 정지
 - 나) 동결방지 THERMOSTAT : 증발기 동파방지
 - 다) OVER CURRENT RELAY : 과전류 발생시 냉동기 정지
 - 라) CRANKCASE HEATER : 기동시 오일 포오밍 방지
- 5) 냉동기 기동은 파트기동방식을 채택하여야 한다.
- 6) 여러 대의 압축기를 조합 사용하는 경우에는 운전 및 정지가 컨트롤에 의하여 진행되어 부하에 맞추어 대수 제어를 하여 에너지절감 운전이 가능해야 한다.
- 7) 여러 대의 압축기를 조합한 경우에는 기동순서를 바꿔 압축기의 수명을 연장시킬 수 있어야 한다.
- 8) 컨트롤러 내에서 냉수 및 온수온도를 감지 할 수 있어야 하며, 온도에 따라 지열히트펌프를 구동할 수 있는 시스템이어야 한다.

바. 방진 및 보온

- 1) 냉동기 운전중 진동을 방지하기 위하여 압축기와 압축기 베이스 및 냉동기 본체와 기초 사이에는 방진체를 사용한다.
- 2) 방진체는 진동을 잘 흡수하는 방진패드와 이를 고정하여 주는 강판으로 이루어져야 한다.
- 3) 냉동기 설치시 ANCHOR BOLT에 의하여 진동이 기초에 전달되지 않도록 BUSH를 사용하여야 한다.
- 4) 저압측 냉매 배관과 증발기는 고밀도 폴리에틸렌 폼 20T로 세심하게 보냉하여 열손실을 최소로 하여야 한다.
- 5) 운전시 진동을 감소시키기 위하여 냉동기 후레임 하단부에 방진패드를 설치하여야 한다.