

LHCS 31 50 15 05

지열원열펌프 설비공사

공사시방서 개정 이력

구분	주요내용	개정(년.월)	비고
LHCS 31 50 15 05	• 국가건설기준 코드체계화에 따른 통합 정비 제정	제정 (2020.12.00)	
LHCS 31 50 15 05	• 2018~2020년 내부 개정사항 반영	개정 (2020.12.00)	
LHCS 31 50 15 05	• LH(기계설비) 설계 및 시공기준 개정	개정 (2021.12.01)	
LHCS 31 50 15 05	• 공동주택 지열시스템 표준화 방안수립	개정 (2023.10.13)	

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	2
1.5 품질보증	2
2. 자재	3
2.1 열펌프	3
2.2 탈기장치	3
2.3 온도조절기 및 검출기	3
2.4 순환펌프	4
2.5 심정펌프	5
2.6 지중열교환기	5
2.7 관 보온재	5
2.8 관련설비	5
3. 시공	4
3.1 공사 일반	4
3.2 옥외공사	5
3.3 옥내공사	9
3.4 품질관리 및 사후관리	9
3.5 시운전	9
3.6 운전관리자 교육	10
3.7 인수인계	10
3.8 커미셔닝	10

1. 일반사항

1.1 적용 범위

(1) 이 기준은 한국토지주택공사(이하 LH라 한다)에서 발주하는 공사로서, 지열을 열원으로 하는 열펌프를 이용한 냉·난방(급탕)시스템 설치공사에 관하여 적용한다.

- ① 수직밀폐형
- ② 지중수평형
- ③ 에너지파일형
- ④ 스탠딩컬럼웰형

(2) 시공한계는 다음과 같다.

- ① 제어반까지의 전원공급을 위한 배관 배선공사 및 지열 히트펌프 전력량계 공사는 전기 공사로 하고, 결선 및 제어부 공사는 본 공사로 한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법
- 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정

1.2.2 관련 기준

(1) 관련기준은 KCS 31 50 15 05 (1.2.1)를 따르며, 추가사항은 다음과 같다.

- LHCS 11 20 15 터파기
- LHCS 11 20 25 되메우기 및 뒤채움
- LHCS 31 20 15 05 배관설비공사 공통사항
- LHCS 31 20 05 05 일반 보온공사
- LHCS 31 30 15 10 급수용 펌프 설치공사
- LHCS 31 30 20 10 급탕용 펌프 설치공사
- LHCS 31 25 15 25 난방설비 시스템공사
- LHCS 31 25 10 25 열교환기 및 콤팩트설비 유니트 설치공사
- LHCS 31 35 25 공동주택 자동제어설비공사
- KSB 8291-1 지열 열펌프 시스템-지중 열전도율 측정 시험방법-제1부 : 수직 밀폐형과 에너지 파일형
- KSB 8292 물-물 지열원 열펌프 유니트
- KSB 8293 물-공기 지열원 열펌프 유니트
- KSB 8294 물-공기 지열원 멀티형 열펌프 유니트
- KSC 9306 에어컨디셔너

1.3 용어의 정의

(1) KCS 31 50 15 05 (1.3)를 따른다.

1.4 제출물

(1) 다음 사항은 LHCS 10 10 10 및 LHCS 10 10 05 45의 해당 항목에 따라 제출한다.

1.4.1 제품자료

(1) 자재승인 또는 신고제품은 아래와 같다.

- ① 승인 제품
 - 가. 열펌프
 - 나. 펌프 및 탱크류
- ② 신고 제품
 - 가. 지중열교환기
 - 나. 그라우팅재

1.4.2 시험보고서

- (1) 해당 천공 예정지에 시험천공을 실시하여 지질특성, 열전도도 등의 자료를 측정하여 보고하여야 한다.
- (2) 토양 열원 히트펌프 시스템의 지중 열교환기 시공에 앞서, 설계가 정확하게 수행되었는지 확인할 수 있는 현장 열응답시험을 실시 후 보고하여야 한다.

1.4.3 지열이용검토서 제출서류

(1) 수직밀폐형

- ① 설계요약서
- ② 설계계산서(부하계산서, 지중 열교환기 설계계산서, 시스템COP 계산서, 지열열펌프 인증서 및 시험성적서, 지열열펌프 성능표(해당시), 지중 순환펌프 설계계산서, 탱크류 설계계산서, 하자보수 계획서)
- ③ 설계도면(장비 일람표, 트렌치 배관도, 지중열교환기 설치상세도, 시스템 계통도, 배관 계통도)
- ④ 지중 열전도도 시험성적서, 벤토나이트 열전도도 시험성적서(해당시)

(2) 스탠딩컬럼웰형(개방형)

- ① 조사지점의 지형도 및 지질도
- ② 설계요약서
- ③ 설계계산서(부하계산서, 지열우물공 열용량 설계계산서, 시스템COP 계산서, 지열열펌프의 인증서 및 시험성적서, 지열열펌프 성능표(해당시), 중간열교환기 설계계산서, 심정펌프 설계계산서, 중간 순환펌프 설계계산서, 탱크류 설계계산서, 하자보수 계획서, 블리딩 계획서)
- ④ 설계도면(장비 일람표, 지열우물공 배치도, 트렌치 배관도, 지열우물공 설치상세도, 시스템 계통도, 배관 계통도, 블리딩 계통도)
- ⑤ 지하수법에 의거한 지하수 영향조사서 및 지하수 개발·이용 허가서
- ⑥ 지하수의 수질 조성 및 지하수채취가 주변에 미치는 영향분석

- ⑦ 지열우물공 공내영상촬영 자료와 지열 우물공 청소방법
- ⑧ 지중 열전도도 시험성적서
- ⑨ 스탠딩컬럼웰형 설치확인서

1.4.4 시공계획서

- (1) 시공업체는 각 부문별 공사착공 7일전까지 LHCS 10 10 10에 따라 시공계획서를 작성하여 타 공정 및 관계기관과 충분한 검토와 협의를 거친 후 공사를 시행하여야 한다.

1.4.5 시운전데이터

- (1) 설치완료 후 실제사용과 동일한 조건으로 7일 이상의 시운전기간을 거친 운전자료와 자료를 분석한 보고서를 제출하여야 한다.

1.4.6 운전 및 유지관리자료

- (1) 시스템의 가동, 운전, 정지에 필요한 단계별 운전절차가 포함된 설명서를 제출하되, 이 설명서에는 생산업체명과 연락처, 보수 운전교범, 부품리스트, 일상적인 정비절차, 예상되는 고장 및 수리방법 등에 관한 내용을 수록하여 입주후 관리주체에게 인계하여야 한다.

1.5 품질보증

- (1) 지열원 열펌프 냉난방 시스템의 품질보증에 대하여는 신재생에너지 설비의 지원등에 관한 규정에 따른다.

1.5.1 자격

- (1) 기계설비공사업면허를 보유한 업체로서 신에너지 및 재생에너지 개발이용보급 촉진법에 의거 신재생에너지전문기업으로 등록된 자이어야 한다.

1.5.2 공사전 협의

- (1) 공사 전 시험보고서 결과 및 공사 중 타공종에 의한 변경 또는 관계법규, 관련기관 지시·지침에 의해 공사를 변경하고자 할 때에는 변경도면을 작성하여 관련기관과 협의한 후에 기술검토를 거쳐 설계변경 조치하여야 한다.
- (2) 본 공사를 시행함에 있어 관련공사에 지장을 줄 경우 시공업체 책임 하에 민원이 발생치 않도록 조치하여야 한다.

2. 자재

2.1 열펌프

- (1) 한국에너지공단 신재생에너지센터에서 인증한 제품을 사용하여야 한다. 인증제품 사용이 어려운 경우에는 KS표준(KS B 8292, KS B 8293, KS B 8294), 한국에너지공단 신재생에너지

설비심사기준 ~~GT 101 GT 102 GT 103~~에 만족하는 제품을 사용하여야 한다.

- (1) KS B 8292, 8293, 8294를 만족하는 제품을 사용하여야 하며 인증제품 사용이 어려운 경우에는 관련 기준에서 요구하는 최소성능기준(COP)를 만족하는 시험성적서를 제출하여야 한다. 작동 냉매는 R-410a 등과 같은 친환경 냉매를 사용하여야 한다.
- (2) 외부 케이싱 : 컬러 아연도금 강판 또는 동등이상의 재질로 한다.
- (3) 압축기
 - ① 열펌프에 사용되는 압축기는 친환경 대체냉매를 사용하여야 하며, 오일히터나 오일포밍 방지장치를 장착하여야 한다. 또한 압축기 구동에 의해 발생하는 진동을 감쇄시키기 위한 진동감쇄장치가 설치되어 있어야 한다.
- (4) 압축기 케이싱
 - ① 압축기에서 발생하는 소음을 줄이기 위하여 열펌프 외부 케이싱과는 별도로 압축기 케이싱이 설치되어 있어야 한다.
- (5) 열교환기
 - ① 판형 열교환기 형식(type) 및 부하대응이 용이한 이중관식 열교환기 형식(type) 중 하나를 사용한다.
- (6) 열펌프에 사용되는 주요장비인 압축기, 응축기, 증발기, 팽창밸브, 사방변은 모두가 하나의 유니트안에 내장되어 있어야 한다.
- (7) 열펌프는 냉매가 적정량 충전 되어 공장 내에서 운전시험이 완료된 후 출하 된 제품을 사용하여야 한다.
- (8) 소음은 최소 45 dB 이하를 유지할 수 있어야 하며, 소음기준·소음제어·소음측정 등과 관련된 세부 사항은 KS C 9306 에어컨디셔너의 기준에 따른다.
- (9) 열펌프 시스템은 단지내 자동제어 시스템과 호환이 가능하여야 하며, 외부에서도 제어될 수 있어야 한다.
- (10) 열펌프는 고압가스안전관리법에 따라 냉동기검사필 각인을 열펌프의 케이싱 외부에 부착하여야 한다

2.2 탈기장치

- (1) 탈기장치는 LHCS 31 25 15 25의 해당 항목에 따른다.

2.3 온도조절기 및 검출기

- (1) KCS 31 50 15 05 (2.3)를 따른다.

2.4 순환펌프

- (1) 모든 펌프는 고효율 인증제품을 사용하여야 한다.
- (2) 펌프의 설치 및 배관 작업이 용이하고, 흡입 및 토출구가 동일 선상에 있는 인-라인형으로 구성 되어야 한다.
- (3) 펌프모터의 수리 및 교체가 필요할 경우 배관으로부터 펌프 하우징의 분리 없이 수리 및 교체가 용이 하여야 한다.
- (4) 기타 사항은 설비공사 LHCS 31 30 15 10 및 LHCS 31 30 20 10의 해당 항목에 따른다.

(5) 전동기는 LHCS 31 30 15 10 및 LHCS 31 30 20 10의 해당 항목에 따른다.

2.5 심정펌프

(1) 심정펌프는 LHCS 57 20 20의 해당 항목에 따른다.

2.6 지중열교환기

(1) KCS 31 50 15 05 (2.5)를 따른다.

2.7 관 보온재

(1) KCS 31 50 15 05 (2.6)를 따른다.

2.8 관련설비

2.8.1 축열조

- (1) 축열조는 온도성층 방식으로 하며 그 유효수심은 2m 이상으로 한다.
- (2) 축열조용 점검 맨홀은 각 탱크마다 설치하는 것으로 한다.
- (3) 축열조 내부에는 타용도의 설비배관은 부설하지 않는다.
- (4) 축열조 내부 바닥, 벽, 천정은 전면을 단열 및 방수처리 하여 결로 및 열손실을 방지하도록 한다.

2.8.2 팽창탱크

- (1) 밀폐형 팽창탱크는 냉수, 온수, 냉각수 등이 온도 상승에 따라 팽창되는 것을 균등하게 수용할 수 있도록 설계 제작한다.
- (2) 탱크는 사용압력에 견딜 수 있는 충분한 강도를 가지고 있어야 한다.
- (3) 탱크는 강판재 용접 구조로서 탱크 내의 격막에 의해 팽창수를 수용할 수 있는 수실과 압축공기를 봉입하는 공기실이 완전히 분리되어 있는 구조로 한다.

2.8.3 버퍼탱크(축열조 미설치 시)

- (1) 지열시스템의 전력비용 저감 및 부분부하 대응을 위해 10분간 순환유량에 대응하는 용량을 설치한다.
- (2) 탱크는 사용압력에 견딜 수 있는 충분한 강도를 가지고 있어야 한다.

3. 시공

3.1 공사 일반

3.1.1 일반사항

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.1)를 따른다.

3.1.2 시공 전 협의

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.2)를 따른다.

3.1.3 시공공정표

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.3)를 따른다.

3.1.4 시공 계획서

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.4)를 따른다.

3.1.5 시공도 및 제작도

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.5)를 따른다.

3.1.6 시험

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.6)를 따른다.

3.1.7 공사의 기록사진 및 검사

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.7)를 따른다.

3.1.8 타 공사와의 관련

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.8)를 따른다.

3.1.9 공사 보고

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.9)를 따른다.

3.1.10 설계변경

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.10)를 따른다.

3.1.11 경미한 변경

(1) KCS 31 50 15 05 (3.1.11)를 따른다.

3.2 옥외공사

3.2.1 지중열교환기(수직밀폐형)

(1) 천공

- ① 천공작업 시작 전에 작업에 대한 계획서를 작성하고 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.
- ② 천공작업에 앞서 공사감독자(건설사업관리자)가 지시하는 기준점으로부터 기준점 측량을 행하여 보링, 표고 및 좌표를 정하고 위치를 평면도 상에 명기한다.
- ③ 천공심도는 지열설계 도서에 준하며, 변경사항은 공사감독자(건설사업관리자)와 상의 하여야 한다.
- ④ 지면에서 지하암반층 출현지점까지 케이싱을 삽입하여 보어홀 붕괴를 사전에 방지하여야 한다.
- ⑤ 예정깊이 이상을 천공 할 수 있는 장비를 투입 하여야 하며 본 공사를 수행 할 수 있는 능력의 장비를 투입한다.

- ⑥ 설계도의 깊이와 직경을 준수하여 보어홀을 천공하되, 보어홀의 깊이는 트렌치 바닥부터 산정하여야 하며, 경지반의 수직 변동이 발생 될 시에는 공사감독자(건설사업관리자)의 지시에 의해 심도를 조정하여야 한다.
 - ⑦ 천공 작업 전에 지하 매설물을 상세히 조사하여 시공에 지장이 없도록 하여야 한다.
 - ⑧ 작업 시 소음, 진동 등 공공의 피해를 최소화 시킬 수 있는 조치를 취하여야 한다.
 - ⑨ 작업 시 지상 또는 지하의 기존구조물이 손상 되지 않도록 적절한 조치를 취하여야 한다.
 - ⑩ 그라우팅 후 지열 천공을 위하여 사용된 케이싱은 제거하여야 하나, 지중 여건에 따라 케이싱을 제거하지 않을 경우 지표수가 유입되지 않도록 조치하여야 한다.
 - ⑪ 보어홀 천공시 발생하는 암석, 파쇄물, 슬러리, 자갈 등으로 보어홀을 채워서는 안 된다.
- (2) 지중열교환기 설치
- ① 지중열교환기는 구조물 또는 각종 지중매립 시설물과 간섭이 없는 곳에 설치하여야 하며 기계실 등 관련설비로부터 가능한 가까운 곳에 설치하여야 한다.
 - ② 지중열교환기는 수도용 고밀도 폴리에틸렌 파이프를 사용하여야 하며, 지중순환 열매체의 누수 방지를 위해 열융착법으로 연결하여야 한다.
 - ③ 지열 파이프를 삽입하기 전 표면의 흙이나 손상부위를 점검하여야 하며, 잘린 부위나 파진 흠이 관의 두께의 10%보다 깊을 경우 그 부위를 제거하거나 파기시킨다.
 - ④ 열 융착이 끝난 지중열교환기는 상온 상태에서 삽입하여야 한다.
 - ⑤ 지중열교환기를 보어홀에 삽입하는 동안 꼬이거나 흠이 파지면 안 된다.
 - ⑥ 지중열교환기를 삽입 시에는 부력상쇄 효과를 위해 물(음용수 수준)을 채우도록 하며 도면에 명시된 천공 깊이까지 삽입한다.
 - ⑦ 최종 연결이 될 때까지 지중열교환기의 열려있는 끝부분은 이물질이 들어가지 않도록 밀봉해야 한다.
 - ⑧ 지중열교환기는 파이프 융착작업, 보어홀 삽입, 그라우팅작업, 트렌치 헤더연결 완료 후에 각각 압력시험을 수행하여야 한다.
 - ⑨ 지열파이프의 천공위치를 지상에서 식별 가능하도록 표식을 설치하여야 한다.
 - ⑩ 균일유량 분배를 위해 지중열교환기를 역환수방식으로 설치하거나 정유량 밸브를 설치하여야 한다.
- (3) 트렌치 및 관련배관
- ① 지열 수평 트렌치 배관은 지중매설물 및 조정수 등을 고려하여 동결심도 이하의 깊이에 매설하여야 한다.
 - ② 수평 트렌치에 놓이는 공급배관과 환수배관의 이격거리는 최소 60 cm 이상이어야 하고 겹쳐지는 부분을 최소화 해야 한다.
 - ③ 지열파이프가 트렌치 배관에 결합될 때 구부러짐(folding)을 방지하기 위해 성토작업에 주의하여야 한다.
 - ④ 트렌치 되메움에 앞서 지표면으로부터 약 50 cm 깊이에 수평트렌치 파이프가 매설되어 있다는 경고표지를 전 구간에 설치하여야 한다.

- ⑤ 트렌치 배관 시공시 배관이 수평을 유지할 수 있도록 평탄작업을 실시한 후 매설하여야 한다.
- (4) 터파기 및 되메우기
 - ① 터파기 폭은 배관작업에 지장을 주지 않는 선에서 최대한 좁게 한다.
 - ② 터파기 바닥은 딱딱하지 않으며, 암석이 없어야 한다.
 - ③ 초기 되메우기 재료는 부드러운 흙이나 모래를 사용한다.
 - ④ 트렌치 내부에 자갈이나 큰 돌들을 제거하여야 하며, 되메우기 흙으로는 석재 · 벽돌 · 목재 · 자갈 · 유기물 등이 섞이지 않은 양질의 흙을 사용하여야 한다.
 - ⑤ 기타 사항은 토목공사 LHCS 11 20 15 및 LHCS 11 20 25를 따른다.

3.2.2 지중열교환기(스탠딩컬럼웰형)

(1) 천공

- ① 천공작업 시작 전에 작업에 대한 계획서를 작성하고 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.
- ② 천공작업에 앞서 공사감독자(건설사업관리자)가 지시하는 기준점으로부터 기준점 측량을 행하여 보링, 표고 및 좌표를 정하고 위치를 평면도 상에 명기한다.
- ③ 천공심도는 지열설계 도서에 준하며, 변경사항은 공사감독자(건설사업관리자)와 상의 하여야 한다.
- ④ 전문 지하수 영향조사 기관에서 '지하수 영향조사'를 실시하여야 한다.
- ⑤ 설계도면의 지열우물공 직경과 깊이를 준수하여 시공하되, 지열우물공의 깊이는 시스템 정상 운전 시 유지되는 지하수 안정수위부터 유공관 최하단부까지로 한다.
- ⑥ 지열우물공 시공 시 표토층부터 풍화암층까지 흙막이 케이싱을 설치하여야 한다. 흙막이 케이싱과 별도로 지표하부보호벽용 케이싱을 암반(연암층)선 아래로 1 m 이상 깊이 까지 설치하여야 하며, 이때 케이싱 외벽에서 50 mm 이상의 두께로 그라우팅을 실시하여야 한다.
- ⑦ 그라우팅 재료로 체적분율 3%의 벤토나이트를 함유한 시멘트 혼합물을 기준으로 하고 급결제도 사용할 수 있다. 단, 물과 시멘트 혼합물의 중량 비를 1:2(물:혼합물)로 하여 최대한 수축을 방지하여야 한다. 시공자는 설계 시 혼합비율을 준수하여 케이싱 하부부터 채워야 한다.
- ⑧ 내부케이싱 삽입 전, 에어서징 방법 등으로 지열우물공 내부를 깨끗하게 청소하여야 한다.
- ⑨ 두 개 이상의 지열우물공 설치 시, 공 사이의 거리는 최소 15 m 이상이어야 한다.
- ⑩ 지열우물공 내부에 파쇄대 또는 연약지반 등 공 붕괴 가능성이 있는 경우 이를 방지하기 위한 보강 공사를 사전에 수행해야 한다. 천공작업 시작 전에 작업에 대한 계획서를 작성하고 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 한다.

(2) 지중열교환기 설치

- ① 지중열교환기는 구조물 또는 각종 지중매립 시설물과 간섭이 없는 곳에 설치하여야 하며 기계실 등 관련설비로부터 가능한 가까운 곳에 설치하여야 한다.

- ② 지중열교환기는 수도용 고밀도 폴리에틸렌 파이프를 사용하여야 하며, 지중순환 열매체의 누수 방지를 위해 열융착법으로 연결하여야 한다.
- ③ 지열 파이프를 삽입하기 전 표면의 흠이나 손상부위를 점검하여야 하며, 잘린 부위나 파진 흠이 관의 두께의 10%보다 깊을 경우 그 부위를 제거하거나 파기시킨다.
- ④ 내부케이싱으로 스테인리스 강관, 수도용 PVC 파이프, PE 관 등 지하수 수질을 오염시키지 않는 재질의 제품을 사용하여야 하며, 내부케이싱과 지열우물공벽 사이에 지중순환수의 흐름을 방해할 수 있는 충전재 등을 채워서는 안 된다.
- ⑤ 내부케이싱은 지열우물공 바닥까지 설치해야 하며, 지하수 순환을 위해 하단부에 유공관을 설치하여야 한다.
- ⑥ 지표층으로부터 오염물질이 유입되는 것을 방지하기 위해 지열우물공의 상단부에 밀폐장치를 설치해야 하며, 근접한 거리에 지열열펌프 시스템을 위한 지열우물공이라는 표식을 해야 한다.

(3) 트렌치 및 관련배관

- ① 이 기준 3.2.1(3)를 따른다.

3.2.3 그라우팅

- (1) 일관되게 그라우팅이 진행될 수 있도록 전문 인력이나 장비가 준비되어 있어야 한다.
- (2) 그라우팅의 재료는 순수 벤토나이트 또는 벤토나이트/첨가제 혼합물 등을 사용하여야 하며, 벤토나이트는 공사의 적정성여부를 판단할 수 있는 물성치에 대한 시험공인성적서를 제출하여 공사감독자(건설사업관리자)의 확인을 받아야 한다.
- (3) 보어홀 천공시 발생하는 암석파쇄물·시추용슬러리·자갈 등으로 보어홀을 채워서는 안 된다.
- (4) 벤토나이트/실리카샌드 혼합물인 경우에는 혼합비율을 준수해야 하며, 시공자는 재료 자체의 열전도도 값을 사전에 확보하여야 한다.
- (5) 그라우트는 전용 이송펌프와 그라우트 파이프(트레미관)를 사용하여 수직 보어홀 최하단부터 올라오면서 채워야 한다.
- (6) 그라우트 펌프를 이용하여 그라우트 슬러리를 혼합할 수 있다. 이 때 그라우트 펌프의 운전 정지 없이 그라우트 슬러리를 혼합하기 위해 방향 전환 밸브를 설치한다.
- (7) 그라우팅 파이프는 보어홀 하부와 접촉하여 파이프의 토출부가 막히는 것을 방지하기 위해 끝단부 90 cm 이내에 여러 토출홀을 가공하여 파이프의 끝단이 막히더라도 그라우팅 작업이 원활히 될 수 있도록 하여야 한다.
- (8) 그라우트 펌프의 배출라인에 압력계를 부착하여 그라우팅 중 압력변화를 확인한다.
- (9) 그라우팅에 사용되는 물은 음용수 수준으로 하고, 항상 충분한 수량이 공급될 수 있도록 한다.
- (10) 보어홀 중간에 그라우팅이 비는 공간이 발생하지 않아야 한다.

3.2.4 용착

- (1) 수도용 고밀도 폴리에틸렌파이프를 연결시키는 것은 열융착 기술을 적절히 훈련받고 자격

을 갖춘 작업자가 시행하여야 한다.

- (2) 열융착 작업 전반에 걸쳐 단상, 220 V, 60 Hz의 적절한 전력공급이 유지되어야 한다.
- (3) 폴리에틸렌파이프에 절개부분과 파인 홈, 깊은 홈집이 있는지를 점검하여 융착전 제거하여야 한다.
- (4) 융착전 연결부위는 청결하고 건조하게 유지하여야 한다.
- (5) 융착방법은 $\varnothing 75$ 이상의 관에서는 버트 융착을 하고, 미만에서는 소켓융착을 하되 현장여건에 따라 조정 가능하다.
- (6) 융착의 방법에 따라 온도, 압력, 냉각시간, 비드 등을 정확히 알고 그에 맞게 시행하여야 한다.
- (7) 비가 올때는 시공을 피하고, 부득이 시공을 해야만 할 때는 천막이나 기타 보호 장비를 갖춘 후, 수분을 제거하고 융착 조건에 맞게 시공하여야 한다.

3.2.5 부동액

- (1) 지중열교환기 순환수는 물을 원칙으로 하되 한랭지 등의 동결방지 대책으로서 부동액을 사용하는 경우 물과 프로필렌글리콜을 혼합하여 사용하여야 하며, 시공 시 지중 순환수의 설계비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- (2) 지중순환수의 혼합비율은 동결점이 -6°C 이하가 되도록 한다.

3.3 옥내공사

3.3.1 열펌프

- (1) 열펌프의 유지보수(필터교체, 베어링 윤활유 교체, 응축수 팬 세척 등)를 위한 공간을 확보하여야 한다.
- (2) 열펌프 전용 콘크리트 기초를 설치한 후에 진동을 감쇄시키기 위해 진동감쇄장치(방진고무 10 mm 이상 등)를 설치하여야 한다.
- (3) 냉매 저온부, 증발기, 응축기는 보온하여야 한다.
- (4) 드레인 연결부를 배수구에 적절하게 연결하여 응축수를 원활하게 배출할 수 있어야 한다.

3.3.2 기계실 배관공사

- (1) 배관, 밸브는 LHCS 31 20 15 05, LHCS 31 20 15 25, LHCS 31 20 15 55 및 LHCS 31 25 15 15를 따른다.
- (2) 옥외배관은 알루미늄 강관 또는 동등 이상 재질로 케이싱 처리하여야 한다. 기타 보온공사는 LHCS 31 20 05 05를 따른다.
- (3) 시스템의 운전상태, 에너지절약효과, 시스템 성능분석에 필요한 자료 수집 및 유량측정 가능토록 온도계·압력계, 유량계, 밸런싱밸브 등을 냉·온수의 공급 및 환수, 지열 열교환기의 공급 및 환수, 열펌프의 공급 및 환수배관에 설치하여야 한다.
- (4) 모든 기기는 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항이 명시된 명판을 부착하여야 한다.

3.3.3 지열원 열펌프 시스템 자동제어 공사

(1) KCS 31 50 15 05 (3.2)를 따른다.

3.4 품질관리 및 사후관리

3.4.1 기밀시험

(1) KCS 31 50 15 05 (3.3.1)를 따른다.

3.4.2 플러싱 및 퍼징

(1) KCS 31 50 15 05 (3.3.2)를 따른다.

3.5 시운전

(1) KCS 31 50 15 05 (3.3.3)를 따른다.

3.6 운전관리자 교육

(1) KCS 31 50 15 05 (3.3.4)를 따른다.

3.7 인수인계

3.7.1 준공

(1) KCS 31 50 15 05 (3.4.1)를 따른다.

3.7.2 준공도

(1) KCS 31 50 15 05 (3.4.2)를 따른다.

3.7.3 공사하자 기간

(1) KCS 31 50 15 05 (3.4.3)를 따른다.

3.7.4 공사의 구분

(1) KCS 31 50 15 05 (3.4.4)를 따른다.

3.8 커미셔닝

(1) KCS 31 50 15 05 (3.5)를 따른다.