

6) 설계 변경

현장 여건 등으로 인해 부득이 설계를 변경할 경우, 다음 항목에 대해서는 설계 변경 전에 설계변경 사유를 센터에 제출하고, 지열이용검토서의 재검토를 통해 센터의 승인을 득하여야 한다.

가) 지열열펌프 유닛 변경(총 설치용량의 감소, 냉방 및 난방 COP 감소, 열펌프의 시험 정격용량의 증가)

나) 지열열펌프 방식 변경(예 : 물-냉매 방식에서 물-물 방식으로 변경 등)

다) 지중열교환기의 방식 변경(예 : 지중수평형에서 수직밀폐형으로 변경 등)

라) 지중열교환기 사양 변경

(단, 수직밀폐형 및 에너지 파일형의 경우 전체 보어홀 및 지열파일 수의 10% 이내에서 변경할 경우, 총 길이만 만족하면 승인을 득하지 않아도 된다.)

마) 지중 순환 펌프 변경(총 용량의 감소, 수량 변경, 총 소비 전력 증가)

위 내용 외의 항목에 대해서는 설치확인 신청 시 '설계사항변경서'를 함께 제출하여 현장 설치확인 시 내용을 파악할 수 있도록 해야 한다.

7) 보조(Back-Up)설비 여부

지열열펌프 시스템은 보일러나 냉온수기 등 타 냉난방 설비의 보조설비로 사용할 수 없다.

8) 감리·검측보고서

시공 현장에 감리 또는 감독관이 있을 경우 시공자는 감리 또는 감독관으로부터 '지열열펌프 시스템 감리·검측 보고서', '지중열교환기 설치보고서' 그리고 '냉매 배관 길이 확인 보고서'(멀티형 지열열펌프 설치의 경우만 해당)를 확인 받아 설치확인 신청 시 센터에 제출해야 한다. 단, 현장에 감리 또는 감독관이 상주하지 않는 소용량(30RT) 이하인 경우에는 신청자(사업주)가 교육을 받아 지중공사에 대한 시공을 확인한다.

9) 지열시스템 철거시 사후조치

수직밀폐형 및 지중수평형 지열시스템을 철거할 때에는 지중열교환기 파이프 내부의 지중 순환수를 전면 회수한 후 청소하여야 한다.

10) 시공기준의 적용 예외

현장조건 등으로 인하여 위의 시공기준을 적용하기 곤란할 경우에는 적용 예외사항에 대하여 사전에 신·재생에너지센터의 승인을 득하여야 하며, 센터의 장은 승인된 기준에 준하여 설치확인을 할 수 있다.

경우에는 By-pass 배관을 설치하지 않아도 된다.

라) 배관 속의 공기를 제거할 수 있는 자동 공기빼기밸브(automatic air vent valve)를 전체 배관에서 가장 높은 위치에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

마) 모든 밸브류는 최고사용압력에서 견딜 수 있는 충분한 강도를 가져야 한다.

5) 온도계, 압력계

가) 냉·온수 공급 및 환수, 지중열교환기 공급 및 환수배관에 'KS B 5320 공업용 바이메탈식 온도계' 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 온도계를 설치해야 한다.

나) 냉·온수 공급 및 환수, 지중열교환기 공급 및 환수배관에 'KS B 5305 부르동관압력계 또는 이와 동등한 성능을 가진 압력계를 설치해야 한다.

다) 단, 물-공기 또는 멀티형 열펌프 유닛을 설치할 경우, 냉·온수 배관에 대한 온도계 및 압력계를 설치하지 않는다.

**타. 배관**

1) 배관의 지지 및 고정물은 설계도면과 같이 제작하여 설치하고, 기울기에 변화가 없도록 시공하여야 한다.

2) 고정철물, 지지철물, 인서트 등은 워터해머, 신축 응력관의 자중 등에 대해 충분히 견딜 수 있어야 하며, 단단히 고정하여야 한다.

3) 배관은 보온하여야 하며, 관 및 이음쇠 부분에 누수가 없어야 한다.

4) 배관에는 냉·온수 공급 및 환수배관, 지중순환수 공급 및 환수배관 등 배관명과 유체의 흐름방향을 표시하여야 한다.

5) 지중열교환기 배관, 트렌치 배관, 기계실 배관 및 부하측 배관 공사 완료 후, 깨끗한 물을 순환시켜 이물질 제거하는 플러싱 작업을 수행해야 한다. 또한 지열열펌프 유닛의 입·출구 배관에는 스트레이너를 설치하여야 한다.

6) 기계실 인입배관은 옥외 트렌치 배관보다 높은 위치에 상향 배관으로 설치하여야 하며, 기계실의 배관 인입 시 배관을 타고 기계실 내부로 물이 유입되지 않도록 조치를 취해야 한다.

7) 지중열교환기 순환수 주입 시 배관내부의 공기를 완전히 제거하여야 한다.

**파. 보온공사**

1) 보온재 두께 및 적용 기준

구분	보온두께(mm)			적용 보온재
	관지름	15A~40A	50A~125A	
배관	보온두께	25 이상	40 이상	○내열성 아트론, 고무발포재, 폴리우레탄, 유리섬유
	축열조 및 열교환기	50 이상		

주) 배관 보온두께는 아트론 보온재를 옥내에 설치하는 경우를 기준으로 한 두께임. 다른 보온재를 사용할 경우에는 동등 이상의 보온성능을 갖도록 설치할 것. 또한 옥외에 설치할 경우에는 옥내에 설치할 경우보다 120%이상의 두께를 가져야 함.

2) 배관 마감

옥내 배관에는 매직테이프 등으로 이음새 없이 겹쳐 감아야 하며, 옥외 노출 배관은 테이프 마감 후 알루미늄강관·칼라합석 또는 동등 이상의 재질로 케이싱 처리하여야 한다.

**하. 기타**

1) 명판

가) 모든 기기는 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항이 명시된 명판을 부착하여야 한다.

나) [별표 5] 신·재생에너지설비 명판 설치기준의 명판을 제작하여 지열열펌프 유닛의 전면 등 확인이 용이한 곳에 부착하여야 한다.

2) 사업용량

지열열펌프 시스템의 사업용량은 설치되는 지열열펌프 유닛의 총 정미능력(신재생에너지설비 인증서)을 기준으로 한다. 단, 실내(기계실 제외)에 설치되는 지열열펌프 유닛의 부하측 열교환기 용량이 지열열펌프 유닛의 정미능력과 다를 경우 두 값 중에서 작은 값을 사업용량으로 한다.

3) 가동상태

가) 시운전

설치완료 후에는 시스템의 가동상태를 확인하기 위하여 설치확인 시 시운전을 실시하여야 한다. 향후 건물 준공 후에는 최초 난방기 또는 냉방기의 실제 작동에 대한 각각 12시간의 운전자료(공급열량, 시스템 전력, 열원측 및 부하측 EWT, 유량 등) 수집을 통하여 성능을 분석한 보고서를 제출하는 것을 원칙으로 한다. 단, 설치 용량이 175 kW(50 USRT) 이하일 경우 센터와 협의하여 시운전 방법을 조정할 수 있다.

나) 가동상태

설비제어장치는 자동 및 수동운전이 가능하여야 하며 지열열펌프 설비가 무인 운전될 수 있도록 자기진단기능을 보유하여야 하며 이상 징후 시 알람신호가 전달될 수 있도록 구성하여야 한다.

4) 모니터링 설비

지열열펌프 시스템의 성능은 부하측을 측정하는 것을 원칙으로 하며, 부하측 측정이 어려운 경우 성능을 측정할 수 있는 방법을 센터와 협의하여 대체할 수 있다. 또한 [별표 2] 『모니터링시스템 설치기준』에 적합하게 설치하여야 하며, 설치확인 시 정상적으로 전송할 수 있는 상태여야 한다.

5) 운전교육

전문기업은 설비 소유주에게 소비자 주의사항 및 운전매뉴얼을 제공하여야 하며 운전교육을 실시하여야 한다.

### 3) 설치공간

부품 교환 및 이동, 배관 용접 등 지열열펌프 유닛의 유지·보수를 위한 작업 공간을 충분히 확보하여야 한다.

### 4) 지열열펌프 유닛 감쇄 장치

지열열펌프는 압축기의 진동을 감쇄시키기 위해 콘크리트 기초위에 방진시설물과 함께 설치하여야 한다. 방진고무를 사용할 경우 최소 10 mm 이상 설치하여야 하며 그 외에는 동등 이상의 방진성능을 갖도록 설치하여야 한다. 바닥설치형이 아닌 경우 건축물로 진동이 전파되는 것을 감쇄할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

### 5) 지열열펌프 내 압축기 진동감쇄

압축기의 진동전달을 감쇄시키기 위해 압축기와 압축기베이스 사이에 방진패드 등의 진동 감쇄장치를 설치하여야 한다.

### 6) 지열열펌프 유닛 구성요소 단열

열교환기 및 외부 노출 배관은 반드시 단열하여야 한다. 가급적 냉매배관에 응축수가 발생하지 않도록 해야 하며, 응축수 발생 시 지열열펌프 유닛에 손상이 가해지지 않도록 드레인관 설치 등 안전대책이 있어야 한다.

### 7) 압축기 오일히터

압축기에는 오일히터나 오일포밍 방지장치를 장착하여야 한다.

### 8) 지열열펌프 유닛의 냉매 배관 길이

지열열펌프 유닛의 냉매 배관 길이는 신재생에너지설비 인증서에 기재된 냉매배관 길이 이하로 설치하여야 한다.

## 차. 지열열펌프 유닛 안전장치

### 1) 냉매압력 이상 시

고압가스안전관리법에 따라 이상 고압이나 저압이 발생한 경우 지열열펌프 유닛을 자동으로 정지할 수 있는 안전장치를 설치하여야 한다.

### 2) 순환수유량 이상 시

열원측 순환 유량 및 부하측 순환 유량이 지열열펌프 유닛의 제조사에서 제시하는 최소 순환수 유량보다 작을 경우 자동으로 운전을 정지할 수 있는 안전장치를 설치하여야 한다.

### 3) 냉매액관 냉매온도 이상 시

고압가스안전관리법에 따라 냉매 액관 내 냉매온도의 이상 고온 시 회로내부의 냉매를 자동으로 외부로 방출할 수 있어야 한다. 냉매의 흐름이 양방향일 경우는 난방 운전 시 액관을 기준으로 한다.

### 4) 압축기 토출 냉매온도 이상 시

압축기 토출 냉매온도가 이상 고온일 경우 압축기를 자동 정지하는 안전장치를 설치하여야 한다.

### 5) 투입전원 역상 및 결상 시

투입전원이 역상 및 역상으로 설치될 경우 자동으로 전원을 차단하여 압축기를 보호 할

수 있는 장치를 설치하여야 한다.

### 6) 과전류 발생 시

과전류 발생 시 자동으로 전원을 차단할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

### 7) 육안확인 및 경고장치

‘차. 지열열펌프 유닛 안전장치의 1)~6) 항’의 이상 발생 요인을 확인하고 A/S에 필요한 정보를 제공할 수 있는 육안 확인장치 및 이상 발생을 알리는 경고장치가 설치되어야 한다.

## 카. 관련부품 및 기기

### 1) 설치상태

설의 설치 시 조립식 패널 등으로 빗물이 침투하는 것을 막아야 하며, 지중순환수 배관의 동파방지를 위한 보온설비를 설치하여야 한다.

### 2) 팽창탱크

배관 내부의 지중순환수 온도변화에 의한 체적변화에 따른 배관 파손을 방지위한 적절한 용량의 팽창탱크를 순환펌프 흡입 측에 설치하여야 하며, 순환펌프 기동 시 대기압 이상을 유지할 수 있어야 한다.

### 3) 순환펌프

가) 열원 및 부하측 순환펌프의 용량은 설치하고자 하는 지열열펌프의 인증시험에 적용된 유량 이상이어야 한다.

나) 열원 및 부하측 순환펌프의 흡입 및 토출 배관에 ‘KS B 5305 부르동관압력계’ 또는 이와 동등한 성능을 가진 압력계를 설치하여야 한다.

다) 열원측 및 부하측 순환펌프의 흡입측에 스트레이너를 설치하여야 한다.

라) 수직밀폐형·지중수평형·에너지파일형의 경우 지열 순환펌프의 총 소비전력은 설계 시 적용한 지열열펌프 총 설계용량의 4.3% 이하가 되어야 하며, 스텐딩컬럼웰형의 경우 심정펌프와 중간 순환펌프의 소비전력의 합은 설계 시 적용한 지열열펌프 총 설계용량의 5.0% 이하가 되어야 한다.

마) 모든 펌프는 고효율 인증제품이어야 한다. 단 인증제품이 없을 경우 KS 규격에 적합한 제품을 사용하여야 한다.

### 4) 밸브류

가) 밸브는 배관 구경이 50A 이하일 경우 나사접속형 또는 플랜지 접속형으로, 50A 이상일 경우 플랜지 접속형으로 설치하여야 한다. 동파방지를 위해 전체 배관에서 가장 낮은 위치에 배수밸브(drain valve)를 설치하여야 한다.

나) 순환펌프·스트레이너·체크밸브 등의 교체 작업을 위해 가까운 위치에 개폐밸브를 설치하여야 한다.

다) 모든 밸브는 연중 외기온도 및 사용온도에서 정상적인 기능을 해야 하며, 전동밸브는 By-pass 배관을 병행 설치하여야 한다. 단, 전동밸브에 수동개폐장치가 설치되어 있을

- 급결재도 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.
- 6) 지하수위를 측정하기 위해 지열우물공 또는 관측공(지열우물공으로부터 50 m 이내) 내에 자동관측 센서를 설치하여 1일 1회 이상 측정하여야 한다.
  - 7) 내부케이싱 삽입 전, 에어서징(Air Surging) 방법 등으로 지열우물공 내부를 깨끗하게 청소하여야 한다.
  - 8) 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.
  - 9) 내부케이싱은 지열우물공 바닥까지 설치해야 하며, 지하수 순환을 위해 하단부에 유공관을 설치하여야 한다.
  - 10) 지열우물공 내 퇴적물과 내부케이싱 안쪽의 오염물 침적으로 인한 열전달 성능 저하를 방지하기 위해, 2년에 1회 공 내부를 청소하는 것을 원칙으로 한다. 이때 지열우물공 청소방법을 지열이용검토서에 첨부하여 제출하여야 한다.
  - 11) 지열우물공의 지하수 수질은 지하수법 시행령 제31조에 규정된 생활용수 기준을 만족하여야 하며, 수질항목 및 검사의 주기 등은 지하수법을 따른다. 다만, 지하수영향조사 결과 영향권내에 먹는물수질기준에 적합한 음용수 이용의 지하수 관정이 위치하고 있고, 이 관정이 양수하는 대수층과 같은 대수층으로 지하수를 채주입하는 경우에는 먹는물수질기준에 적합하여야 한다.
  - 12) 두 개 이상의 지열우물공 설치 시, 공 사이의 거리는 최소 15 m 이상이어야 한다.
  - 13) 지하수 공급관과 환수관은 고밀도 폴리에틸렌 파이프를 사용하여야 하며, 지열우물공 내에 삽입되는 파이프는 이음부분이 없도록 연결하여야 한다. 또한 환수관 끝단은 안정수위 보다 아래에 있어야 하며, 블리딩 배관 및 밸브를 설치하여야 한다.
  - 14) 블리딩량은 순환지하수량의 20% 이내로 한다. 또한 공급관과 환수관의 적정 위치에 순환유량과 블리딩량 확인을 위한 유량계와 온도계를 각각 설치하여야 한다.
  - 15) 심정펌프는 지하수 안정수위보다 10 m 이상 깊은 지점에 설치하여야 한다.
  - 16) 중간 열교환기 전에 모래 등 이물질을 여과하는 장치를 설치하여야 한다. 수질검사 결과 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg) 등 스케일을 형성하는 성분이 기준 이상 검출되었을 경우 이를 제거하기 위한 수처리장치를 설치하여야 한다.
  - 17) 지표층으로부터 오염물질이 유입되는 것을 방지하기 위해 지열우물공의 상단부에 밀폐장치를 설치해야 하며, 근접한 거리에 지열열펌프 시스템을 위한 지열우물공이라는 표식을 해야 한다.
  - 18) 지열우물공 내부에 파쇄대 또는 연약지반 등 공 붕괴 가능성이 있는 경우 이를 방지하기 위한 보강 공사를 사전에 수행해야 한다.
  - 19) 지중 배관의 열용착 후·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력에서 1시간 이상 수압시험을 실시하여 이상이 없어야 하며, 시험 결과를 제출하여야 한다.
  - 20) 지중 트렌치와 관련된 사항은 '다. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관'의 11)

~14) 항을 따른다.

## 사. 배제시설

지중열교환기 공사 중 빗물이나 지상 오염물질이 지하로 침투하지 않도록 다음의 배제시설을 설치하여야 한다.

- 수직밀폐형: 보어홀 덮개 및 빗물 배수로
- 지중수평형: 빗물 배수로
- 에너지파일형: 두부 덮개 및 빗물 배수로
- 스텐딩컬럼웰형: 우물 덮개 및 빗물 배수로

## 아. 지중 유효 열전도도 측정 및 지중 열원부 설계

- 1) 수직밀폐형의 경우 현장에 시험용 지중열교환기를 시공한 후 현장 열용량 시험을 적용하여 지중 열전도도( $\lambda$ )를 측정한다.
- 2) 지중수평형의 경우 지중열교환기 설치 위치와 동일한 깊이에서 토양 시료를 채취하여 열전도도( $\lambda$ )를 측정한다.
- 3) 에너지파일형의 경우 파일 설치 위치에서 서로 다른 공학적 특성을 가진 모든 층에 대해 토양 시료를 채취하여 열전도도( $\lambda$ )를 측정한다.
- 4) 스텐딩컬럼웰형의 경우 양수시험, 수질시험 등 지하수영향조사를 실시하고, 현장에 시험용 지열우물공을 시공한 후 현장 열용량 시험을 적용하여 열전도도( $\lambda$ )를 측정한다.
- 5) 지중 유효 열전도도 측정을 위한 각 방식별 측정 항목 및 기준, 절차 등은 '지열이용검토서 세부수행지침'을 따른다.
- 6) 설치 용량이 175 kW(50 USRT) 이하일 경우 센터와 협의하여 지중 유효 열전도도 측정을 생략할 수 있다. 단, 이 경우 센터에 타당한 근거를 제시하여야 한다.
- 7) 각 지중열교환기 방식에 대해 지중열전도도와 같은 지중 열원부 성능에 영향을 미치는 설계 변수들을 명확히 산정하고, 이를 충분히 고려하여 지중 열원부를 설계하여야 한다.

## 자. 지열열펌프 유닛

- 1) 사양  
신·재생에너지센터에서 인증한 인증제품을 설치하여야 한다. 기타 인증대상설비가 아닌 경우에는 제39조의 분야별위원회의 심의를 거쳐 신재생에너지센터소장이 인정하는 경우 사용할 수 있다.
- 2) 냉동기검사필 각인 부착  
고압가스안전관리법에 따라, 냉동기검사필 각인을 지열열펌프 유닛의 케이싱 외부에 부착하여야 한다.

- 13) 양질의 토사를 이용하여 파이프 직경의 두 배 이상의 두께로 파이프 및 이음관 주위를 되메우기, 추후 지반침하가 일어나지 않도록 물다짐 또는 기계다짐을 하여야 한다.
- 14) 트렌치 되메우기 시 지면으로부터 약 0.5 m 깊이에 파이프가 매설되어 있다는 경고표지를 전 구간에 설치하여야 한다.
- 15) 균일 유량 분배를 위해 지중열교환기를 역환수배관(reverse return) 방식으로 설치하거나 또는 정유량 밸브를 설치하여야 한다.

#### 라. 지중수평형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 지중열교환기 매설 위치의 지상에는 지중열교환기의 변형을 일으킬 수 있는 구조물 및 도로의 설치, 나무 식재 등을 할 수 없다. 단 도로는 '도로할 제2조 제1항'에서 정의하는 도로를 칭한다.
- 2) 지중열교환기 및 트렌치 배관은 설치 지역의 동결심도보다 깊게 설치하여야 한다. 주변 구조물의 변형, 주변 지반 침하 등 지중열교환기 설치에 따른 영향을 검토하고 결과를 지열이용검토서에 첨부하여 제출하여야 한다.
- 3) 설계 도면의 트렌치 간격, 지중열교환기 파이프 길이 및 간격 등을 준수하여 시공하여야 한다.
- 4) 지중열교환기는 고밀도 폴리에틸렌 파이프를 사용하여야 하며, 지중순환수의 누수 방지를 위해 열융착법으로 연결하여야 한다.
- 5) 되메우기 전·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력에서 1시간 이상 수압시험을 실시하여 이상이 없어야 하며, 시험 결과를 제출하여야 한다.
- 6) 지중순환수로 물과 에틸알코올 또는 프로필렌글리콜을 혼합하여 사용해야 하며, 혼합 비율은 동결점이 -6℃ 이하가 되도록 하여야 한다. 지중순환수의 종류·특성·혼합비 등을 설계도서에 명시해야 하며, 시공 시 지중순환수의 설계 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 7) 지중 트렌치와 관련된 사항은 '다. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관'의 11)~14) 항을 따른다.
- 8) 되메우기 및 다짐 작업 후, 새로 다져진 층의 다짐도와 열전도도는 원 지반 이상이어야 한다.
- 9) 균일 유량 분배를 위해 지중수평형 지중열교환기를 역환수배관 방식으로 설치하거나 또는 정유량 밸브를 설치하여야 한다.

#### 마. 에너지파일형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 설계 도면을 준수하여 시공하되, 파일 두부(선단) 정리가 완료된 지점부터 지중열교환기 파이프 끝단까지를 지열파일의 깊이로 한다.
- 2) 지열파일과 수평 배관 설치에 따른 기초 안정성을 검토하고 그 결과를 지열이용검토서에 첨부하여 제출하여야 한다.

- 3) 지열파일 천공 과정에서 발생하는 암석파쇄물·시추용슬러리·자갈 등으로 파일 내부를 채워서는 안 된다. 또한 파일 두부를 정리할 때 발생하는 부스러기가 파일 내부로 들어가지 않도록 최대한 주의를 기울여 작업해야 한다.
- 4) 지열파일 그라우트로 시멘트와 혼화제 혼합물 등을 사용하여야 하며, 방수성, 건조수축성, 열전도도 등 물성치 자료를 제출하여야 한다. 시공 시 설계 혼합 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 5) 그라우팅 작업은 이송펌프, 트레미 파이프 등 전용장비를 이용하여 지열파일 최 하단부터 올라오면서 채워야 하며, 침하되는 부분을 필히 보충하여야 한다.
- 6) 지중열교환기는 고밀도 폴리에틸렌 파이프를 사용하여야 하며, 지중순환수의 누수 방지를 위해 열융착법으로 연결하여야 한다.
- 7) 지열파일 내 삽입 후·콘크리트 타설 전·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력에서 1시간 이상 수압시험을 실시하여 이상이 없어야 하며, 시험 결과를 제출하여야 한다.
- 8) 지중순환수로 물과 에틸알코올 또는 프로필렌글리콜을 혼합하여 사용해야 하며, 혼합 비율은 동결점이 -6℃ 이하가 되도록 하여야 한다. 지중순환수의 종류·특성·혼합비 등을 설계도서에 명시해야 하며, 시공 시 지중순환수의 설계 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 9) 수평 배관 주위에 날카로운 돌이나 이물질이 없어야 하며, 최대한 수평이 되도록 배관을 설치하되 건축물의 기둥 하부에는 설치할 수 없다.
- 10) 철근 배근 작업과 콘크리트 타설 시 배관에 손상이 가지 않도록 주의를 기울여 시공하여야 한다.
- 11) 균일 유량 분배를 위해 역환수배관 방식으로 설치하거나 또는 정유량 밸브를 설치하여야 한다.

#### 바. 스탠딩컬럼웰형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 설계에 앞서 전문 지하수 영향조사 기관에서 '지하수 영향조사'를 실시한 후, 결과 보고서를 지열이용검토서에 첨부하여야 한다. 또한 지열우물공 설치에 따른 건축물의 기초 안정성 등을 검토한 후 결과를 지열이용검토서에 첨부하여 제출하여야 한다.
- 2) 지열우물공 깊이는 실내 부하가 12시간/1일 미만일 경우 최소 1 kW당 4.7 m, 실내 부하가 12시간/1일 이상일 경우 최소 1 kW당 5.5 m 이상이어야 한다.
- 3) 설계도면의 지열우물공 직경과 깊이를 준수하여 시공하되, 지열우물공의 깊이는 시스템 정상 운전 시 유지되는 지하수 안정수위부터 유공관 최하단부까지로 한다.
- 4) 지열우물공 시공 시 표토층부터 풍화암층까지 흙막이 케이싱을 설치하여야 한다. 흙막이 케이싱과 별도로 지표하부보호벽용 케이싱을 암반(연암층)선 아래로 1 m 이상 깊이까지 설치하여야 하며, 이때 케이싱 외벽에서 50 mm 이상의 두께로 그라우팅을 실시하여야 한다.
- 5) 그라우팅 재료로 체적분율 3%의 벤토나이트를 함유한 시멘트 혼합물을 기준으로 하고

※ 지열설비 시공기준

가. 설치위치

- 1) 지중열교환기는 구조물 또는 각종 지중 매립 시설물과 간섭이 없는 곳에 설치하여야 하며, 가급적 기계실 등 관련 설비로부터 가까운 곳에 설치하여야 한다.
- 2) 지하수 이용 시 반경 500 m 안에 지열열펌프 시스템의 성능에 영향을 미치는 시설 및 지하수 이용으로 인한 오염영향 요인이 있는지 확인하여야 한다. 시설이 있을 경우, 설치하고자 하는 지열열펌프 시스템의 적용 가능 여부를 검토하고 결과를 '지하수 이용 조사서'에 첨부하여 제출하여야 한다.
- 3) 설계자는 지열열펌프 시스템 설치에 앞서 현장조사를 실시하여야 한다. 건축물의 소유자는 현장조사결과와 지열열펌프 시스템의 설계·설치와 관련된 각종 도서(지열이용검토서, 사업비내역서, 시방서 등)를 에너지관리공단 신·재생에너지센터(이하 '센터')에 제출하여야 한다.

나. 대상 건축물의 지중열교환기 설계

- 1) 본 설비지침서에서는 여러 가지 방식의 지열열펌프 시스템 중에서 네 가지 방식에 대해 기술하며 이에 대한 정의는 다음과 같다.
  - 가) 수직밀폐형은 지중에 수직으로 보어홀을 천공하고 지중열교환기를 설치하는 방식을 말한다.
  - 나) 지중수평형은 지중에 수평으로 트렌치를 설치하고 지중열교환기를 설치하는 방식을 말한다.
  - 다) 에너지파일형은 건축물의 기초말단에 지중열교환기를 설치하는 방식을 말한다.
  - 라) 스탠딩컬럼웰형은 수직으로 우물공을 설치하고 우물공으로부터 지하수를 취수하여 열교환을 한 후 지하수를 다시 동일한 우물공으로 주입하는 방식을 말한다.
- 2) 지중열교환기는 충분한 열용량을 확보할 수 있도록 설계되어야 하며, 설계에 이용되는 프로그램은 다음과 같은 특성이 있어야 한다.
  - 가) 열부하 특성, 지중 조건, 열전달 특성, 지열열펌프 특성 등 관련 특성을 반영할 수 있어야 한다.
  - 나) 장기간 운전에 따른 지중온열환경 변화를 예측할 수 있어야 한다.
  - 다) 형식별 지열교환기 특성을 반영할 수 있어야 한다.
- 3) 2)항의 특성을 센터가 인정하는 전문 설계프로그램으로 수직밀폐형은 GLD, GLHEPro, GchpCalc, EED 지중수평형과 에너지파일형은 GLD, 스탠딩컬럼웰형은 GLHEPro를 이용하여 지중열교환기를 설계해야 한다. 이 외의 설계방법 및 프로그램을 적용하는 경우에는 센터 전문위원회의 심의를 받아야 한다.

- 4) 수직밀폐형, 에너지파일형, 스탠딩컬럼웰형 설계시 기간을 20년 이상 EWT(Entering Water Temperature) 변화를 시뮬레이션(simulation)하여야 한다. 이때 시뮬레이션 결과는 설계 시 적용한 냉방 EWT와 난방 EWT의 범위에 있어야 한다.

다. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 보어홀을 건축물 기초 하부에 시공할 경우 건축물의 기초 안정성을 검토하고 그 결과를 지열이용검토서에 첨부하여 제출하여야 한다.
- 2) 설계도의 깊이와 직경을 준수하여 보어홀을 천공하되, 보어홀 깊이는 트렌치 바닥부터 산정하여야 한다. 천공 시, 보어홀 상단부의 붕괴를 방지하기 위해 지면에서 지하 암반층 출현 지점까지 케이싱을 삽입하여야 한다. 천공완료 후 케이싱을 제거하지 않을 경우 지하수가 유입되지 않도록 조치하여야 한다.
- 3) 보어홀 그라우트로 순수 벤토나이트, 순수 시멘트, 벤토나이트-열축진제 혼합물, 시멘트-열축진제 혼합물 등을 사용하여야 하며, 혼합물인 경우 설계 혼합비율을 준수하여 주입하여야 한다. 순수 벤토나이트 및 벤토나이트-열축진제 혼합물의 열전도도는 <첨부 1>의 자료를 이용한다.
- 4) 그라우트가 혼합물인 경우 설계 시 혼합비율을 준수 시공하여야 한다.
- 5) 보어홀 천공 시 발생하는 암석파쇄물·시추용 슬러리·자갈 등으로 보어홀을 채워서는 안 된다.
- 6) 그라우팅 작업은 이송펌프, 트레미 파이프 등 전용장비를 이용하여 보어홀 최 하단부터 올라오면서 채워야 하며, 침하되는 부분을 필히 보충하여야 한다.
- 7) 지하수 과다 배출 지역 또는 공법 특성상 보어홀 전체에 그라우팅이 불가한 경우, 대체 방법에 대해 센터와 협의하여야 한다. 이 경우에도 암반(연암층)선 아래로 1 m 이상 깊이 까지 반드시 그라우팅을 하여야 한다.
- 8) 지중열교환기는 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 파이프를 사용하여야 하며, 지중순환 열매체(이하 '지중순환수')의 누수 방지를 위해 열용착법으로 연결하여야 한다.
- 9) 보어홀 내 삽입 후·되메우기 전·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력에서 1시간 이상 수압시험을 실시하여 이상이 없어야 하며, 시험 결과를 제출하여야 한다.
- 10) 지중순환수로 물과 에틸알코올 또는 프로펠렌글리콜을 혼합하여 사용해야 하며, 혼합비율은 동결점이 -6℃ 이하가 되도록 하여야 한다. 지중순환수의 종류·특성·혼합비 등을 설계도서에 명시해야 하며, 시공 시 지중순환수의 설계 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 11) 트렌치 배관은 지중매설물 및 조경수 등을 고려하여 동결심도 이하의 깊이에 매설하여야 한다.
- 12) 트렌치 배관 시공 시 배관이 수평을 유지할 수 있도록 평탄작업을 실시한 후 매설하여야 하며, 되메우기 전에 배관에 손상을 가하거나 하중을 가할 수 있는 날카로운 돌, 바위, 표석 등을 제거하여야 한다.