

[별표 1] 신재생에너지 설비 원별 시공기준 (제7조제1항 관련) <개정 2021.5.12.>

## 신·재생에너지 설비 원별 시공기준 (제7조제1항 관련)

### 1. 총칙

#### 가. 목 적

신재생에너지 설비 원별 시공기준(지열이용검토서 작성 및 평가기준 포함) 및 현장 점검표 내용은 신재생에너지 설비를 설치하고자 하는 소유자(신청자, 발주자 등, “이하 소유자”)와 설계자(시공자) 등이 설계·시공·설치·관리 및 기타, 설치 확인 등을 하는 데 있어 필요한 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

#### 나. 공통 적용 기준

- 1) 신재생에너지 설비 중, 보급 정책에 수반되는 태양광(집광태광), 태양열, 지열, 풍력, 수력, 연료전지 및 목재펠릿보일러 설비 등에 대해 규정한다.
- 2) KS인증(이하 “인증”이라 한다)받은 설비를 우선 설치하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 경우에는 지침 제12조 및 원별 시공기준에서 세부적으로 정한 기준에 따라 설치할 수 있다.
  - 가) 인증표준이 없거나 설비용량이 인증표준을 초과하는 등 인증대상설비가 아닌 경우
  - 나) 인증대상설비임에도 불구하고 해당용량에 인증받은 설비가 없는 경우
- 3) 시공기준을 도입하여 신재생에너지 설비를 중·장기적으로 보급·주관하고자 하는 공공기관은 해당 보급 수요처의 특성에 맞게 이 시공기준을 보완·보강하여 준용·적용할 수 있다.
- 4) 신재생에너지 설비의 응용제품 개발·보급 및 설치 등으로 인해 시공기준을 적용하기 어려운 경우에는 사업계획 검토승인 당시 주관 부서의 처리방침 또는 설계시방서에 준하여 적용한다.
- 5) 소유자 또는 시공자(설계자)가 현장조건 등으로 인하여 설계 또는 시공시 시공기준을 이행하기 곤란할 경우에는 적용 예외사항에 대하여 사전에 센터의 사업계획 변경승인을 득하여야 한다.

## 다. 책무 사항

### 1) 소유자 및 시공자(설계자)

가) 소유자 및 시공자(설계자)는 시공기준(지열이용검토서 기준 포함)이 설계·시공·설치 등에 반영되도록 해야 한다.

나) 소유자 또는 시공자(설계자)가 시공기준에 규정된 재료(재질) 및 시공방법 등 외에 다른 방안을 제시하는 경우, 동등 이상의 방안을 제시하여야 하며, 그 입증의 책임은 소유자 또는 시공자(설계자)에 있다.

다) 기타, 소유자 또는 시공자(설계자)는 설치확인자가 사전 서류검토 또는 현장확인을 수행하는 데 있어 필요한 추가자료 요청에 대해 성실히 제공해야 한다.

## 라. 해석에 관한 사항

1) 이 시공기준은 소유자 또는 시공자(설계자)가 신재생에너지 설비를 설계, 시공을 하는 데 있어 필요한 일반사항만을 규정한 것으로 관련 기술기준 비교·판단·감정·해석 등을 하는 자료로 이용할 수 없다.

2) 신재생에너지 원별 설비의 설계·시공기술이 날로 개발·발전되어가는 과정을 감안할 때 시공기준의 규정·해석과 다른 의견이 있을 수 있다. 다만, 이견이 있을 경우에는 이 규정을 우선 적용한다.

## 2. 태양광설비 시공기준

### 가. 설치유형에 대한 정의

#### 1) 지상형 : 지표면에 태양광설비를 설치하는 형태

가) 일반지상형 : 지표면에 고정하여 설치하는 것으로서 산지관리법 및 농지법의 적용을 받지 않는 태양광설비의 유형

나) 산지형 : 산지전용허가(신고) 또는 산지일시사용허가 등 산지관리법에 따른 인·허가 등을 받아 설치하는 태양광 설비의 유형

다) 농지형 : 농지전용허가(신고) 또는 농지의 타용도 일시사용허가 등 농지법에 따른 인·허가 등을 받아 설치하는 태양광설비의 유형

#### 2) 건물형 : 건축물에 태양광설비를 설치하는 형태

가) 건물설치형 : 건축물 옥상 등에 설치하는 태양광설비의 유형

나) 건물부착형(이하 “BAPV형 : Building Attached PhotoVoltaic”) : 건축물 경사 지붕 또는 외벽 등에 밀착하여 설치하는 태양광설비의 유형

다) 건물일체형(이하 “BIPV형 : Building Integrated PhotoVoltaic”) : 태양광모듈을 건축물에 설치하여 건축 부자재의 역할 및 기능과 전력생산을 동시에 할 수 있는 태양광설비로 창호, 스펀드럴, 커튼월, 이중파사드, 외벽, 지붕재 등 건축물을 일부 또는 완전히 둘러싸는 벽, 창, 지붕 형태로 모듈이 제거될 경우 건물 외피의 핵심기능이 상실 또는 훼손될 수 있어 다른 건축자재로 대체되어야 하는 구조

#### 3) 수상형 : 댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률 제2조에 따른 댐, 전원개발촉진법 제5조에 따라 전원개발사업구역으로 지정된 지역의 발전용 댐, 농어촌정비법 제2조의 농업생산기반 정비사업에 따른 저수지 및 담수호와 농업생산기반시설로서의 방조제 내측, 산업입지 및 개발에 관한 법률 제6조 내지 제8조에 따른 산업단지 내의 유수지, 공유수면 관리 및 매립에 관한 법률 제2조에 따른 공유수면 중 방조제 내측 위에 부유식으로 설치하는 태양광설비 유형

### 나. 공통 준수사항

1) 태양광 설비를 설치할 경우 전기사업법, 전기공사업법, 전기설비기술기준, 전기설비기술기준의 판단기준 및 건축구조기준 등 관련규정을 따라야 한다.

#### 2) 태양광발전 모듈

##### 가) 제품

① 태양광발전 모듈(이하 “모듈”)은 한국산업표준(이하 “KS”)에 따른 인증제품(수상형 태양광 모듈의 경우에는 고내구성·친환경 제품)을 설치하여야 한다. 다만, 신제품·용

합제품 활성화 등을 위해 신재생에너지센터의 장(이하 “센터장”)이 인정하는 경우에는 예외로 할 수 있다.

- ② BIPV형 모듈은 센터장이 별도로 정하는 품질기준(KS C 8561 또는 8562 일부준용)에 따라 ‘발전성능’ 및 ‘내구성’ 등을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 설비(설치)확인 신청시 신재생에너지센터(이하 “센터”)에 제출할 경우에는 사용할 수 있다.

#### 나) 모듈 설치용량

신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침에 따른 설비의 경우 모듈의 설치용량은 사업계획서 상의 모듈 설계용량과 동일하여야 한다. 다만, 단위 모듈당 용량에 따라 설계용량과 동일하게 설치할 수 없는 경우에는 설계용량의 110% 범위 내에서 설치할 수 있다.

#### 다) 설치상태

- ① 모듈의 일조면은 원칙적으로 정남향 방향으로 설치하여야 한다. 정남향으로 설치가 불가능할 경우에 한하여 정남향을 기준으로 동쪽 또는 서쪽 방향으로 45도 이내(공급인증서 발급대상 설비의 경우 60도 이내)로 설치하여야 한다. 다만, 기존 건축물의 지붕, 벽체 등과 평행하게 태양광 설비(BAPV형 또는 BIPV형)를 설치하는 경우에는 정남향을 기준으로 동쪽 또는 서쪽으로 90도 이내에 설치할 수 있다.
- ② 지붕 등 경사가 있는 건축물(공작물 포함)에 건물설치형 태양광 설비를 설치할 경우에는 모듈의 경사 및 방향이 건축물의 경사 및 방향과 최대한 일치되도록 설치하는 것을 권장한다.
- ③ 모듈의 일조시간은 장애물로 인한 음영에도 불구하고 1일 5시간[춘계(3~5월)·추계(9~11월)기준] 이상이어야 하며 전선, 피뢰침, 안테나 등 경미한 음영은 장애물로 보지 않는다.
- ④ 모듈 설치 열이 2열 이상일 경우 앞 열은 뒷 열에 음영이 지지 않도록 설치하여야 한다.

### 3) 태양광 발전용 인버터

#### 가) 제품

- ① 태양광 발전용 인버터(이하 “인버터”)는 KS 인증제품을 설치하여야 한다. 다만, 신제품·융합제품 활성화 등을 위해 센터장이 인정하는 경우에는 예외로 할 수 있다.
- ② 인버터의 용량이 250kW를 초과하는 경우에는 품질기준(KS C 8565)에 따라 「절연성능」, 「보호기능」, 「정상특성」 등을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 설비(설치)확인 신청시 센터에 제출할 경우에는 사용할 수 있다.

#### 나) 설치용량

- ① 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침에 따른 설비의 경우 인버터의 설치용량은 사업계획서 상의 인버터 설계용량 이상이어야 한다.

- ② 인버터에 연결된 모듈의 설치용량은 인버터 설치용량의 105% 이내이어야 하며 각 직렬군의 태양전지 개방전압은 인버터 입력전압 범위 안에 있어야 한다.

다) 설치상태

인버터는 실내 및 실외용을 구분하여 설치하여야 한다. 다만, 실외용은 실내에 설치할 수 있다.

라) 표시사항

입력단(모듈출력)의 전압, 전류, 전력과 출력단(인버터출력)의 전압, 전류, 전력, 주파수, 누적발전량, 최대출력량(peak)이 표시되어야 한다.

4) 태양광 발전용 접속함(이하 “접속함”)

가) 제품

- ① 접속함 및 접속함 일체형 인버터는 KS 인증제품을 설치하여야 한다. 다만, 신제품·융합제품 활성화 등을 위해 센터장이 인정하는 경우에는 예외로 할 수 있다.
- ② 접속함 일체형 인버터 중 인버터의 용량이 250kW를 초과하는 경우에는 접속함은 품질기준(KS C 8567)을 만족하고, 인버터는 품질기준(KS C 8565)에 따라 「절연성능」, 「보호기능」, 「정상특성」 등을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 설비(설치)확인 신청시 센터에 제출할 경우에는 사용할 수 있다.

나) 접속함은 지락, 낙뢰, 단락 등으로 인해 태양광설비가 이상(異常)현상이 발생한 경우 정보등이 켜지거나 정보장치가 작동하여 즉시 외부에서 육안확인이 가능하여야 한다. 다만, 실내에서 확인 가능한 경우에는 예외로 한다.

다) 직사광선 노출이 적고, 소유자의 접근 및 육안확인이 용이한 장소에 설치하여야 한다.

5) 지지대, 부속자재 등

가) 설치상태

- ① 태양광설비 지지대(이하 “지지대”)는 건축구조기준 등의 관련기준에 맞게 자중, 적재하중, 적설하중, 풍하중 등을 포함한 구조하중 및 기타의 진동과 충격에 대하여 안전한 구조이어야 한다.
- ② 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 조립하여야 하며 모듈과 지지대의 고정 볼트는 모듈 제조사에서 권장하는 규격을 적용하고, 스프링 와셔 및 풀림방지너트 등으로 체결해야 한다.
- ③ 풍하중에 의한 모듈 이탈을 방지하기 위하여 모듈과 모듈을 체결하거나 모듈을 블록화하는 등 추가적인 시공을 실시하는 것을 권장한다.
- ④ 풍하중 등에 취약한 켄틸레버보(한쪽 끝은 고정되고 다른쪽 끝이 자유로운 보) 구간의 경우 안전성을 추가적으로 확보하기 위해 가새 등을 설치할 수 있다.

나) 지지대, 연결부, 기초(용접부위 포함)

- ① 지지대는 다음 각 호의 재질로 제작하여야 한다. 지지대간 연결 및 모듈-지지대 연결은 가능한 볼트로 체결하되, 절단가공 및 용접부위(도금처리제품 한정)는 용융아연도금처리를 하거나 에폭시-아연페인트를 2회이상 도포하여야 한다.
- ㉠ 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강(단, 수상형의 경우 별도 규정 준수)
- ㉡ 스테인리스 스틸(이하 “STS”)
- ㉢ 알루미늄합금
- ㉣ ㉠호 내지 ㉢호와 동등이상의 성능(인장강도, 항복강도, 압축강도, 내구성 등)을 가지는 재질로서 KS 인증대상 제품인 경우에는 KS인증서 및 시험성적서를 설비(설치)확인 신청시 센터에 제출하여야 하며 KS 인증대상 제품이 아닌 경우에는 동등 이상의 성능임을 명시한 국가 공인시험기관의 시험성적서(KOLAS 인정마크 표시)와 건축법 제67조에 따른 관계전문기술자(이하 “관계전문기술자”)로부터 연결부위를 포함하여 풍하중, 적설하중 등 구조하중에 견딜 수 있는 구조임을 확인받은 서류를 설비(설치)확인 신청시 센터에 제출하여야 한다.
- ② 지지대는 주위 구조물과의 조화 및 안전을 고려하여 적정 높이로 설치하고 건축물 또는 구조물 등에 고정하여야 한다. 앵커볼트 또는 케미컬 앵커볼트로 고정할 경우에는 볼트캡을 부착하여야 한다.

다) 체결용 볼트, 너트, 와셔(볼트캡 포함)

용융아연도금(단, 수상형은 제외), STS, 알루미늄합금 재질(볼트캡은 플라스틱 재질도 가능)로 하고 볼트규격에 맞는 스프링와셔 또는 폴림방지너트로 체결하여야 한다.

6) 전기배선

가) 전기배선

- ① 수상형을 제외한 모든 유형의 경우 모듈에서 인버터에 이르는 배선에 사용되는 케이블은 모듈 전용선 또는 단심(IC) 난연성 케이블(TFR-CV, F-CV, FR-CV 등)을 사용하여야 하며 케이블이 지면 위에 설치되거나 포설되는 경우에는 피복에 손상이 발생되지 않게 가요전선관, 금속 덕트 또는 몰드 등을 시설하여야 한다.
- ② 모듈 간 배선은 바람에 흔들림이 없도록 코팅된 와이어 또는 동등이상(내구성) 재질의 타이(Tie)로 단단히 고정하여야 하며 가공 전선로를 시설하는 경우에는 목주, 철주, 콘크리트주 등 지지물을 설치하여 케이블의 장력 등을 분산시켜야 한다. 모듈의 출력배선은 군별 및 극성별로 확인할 수 있도록 표시하여야 한다.

나) 모듈의 직렬 또는 병렬 상태

모듈 간 직렬군은 동일한 단락전류를 가진 모듈로 구성하여야 하며 1대의 인버터(멀티스트링의 경우 1대의 최대 출력점 추종제어기(MPPT))에 연결된 태양광모듈 직렬군이 2개 병렬 이상일 경우에는 각 직렬군의 출력전압 및 출력전류가 동일하게 형성되도록 배

열하여야 한다.

#### 다) 역류 방지 다이오드

- ① 그림자 영향 등의 원인으로 태양광발전 어레이의 출력 불균형이 심각하게 발생할 우려가 있을 경우 또는 2차전지를 사용하는 독립형 시스템의 경우에는 모듈의 보호를 위해 접속함 개별 스트링 회로의 음극 또는 양극에 역류 방지용 다이오드를 선택적으로 시설할 수 있다.
- ② 접속함 내에 역류 방지 다이오드가 설치되는 경우 역류 방지 다이오드 용량은 접속함 회로의 정격전류보다 1.4배 이상의 전류정격과 정격전압보다 1.2배 이상의 전압정격을 가져야 한다.

#### 라) 전압강하

모듈에서 인버터 입력단 간 및 인버터 출력단과 계통연계점 간의 전압강하는 「내선규정」(대한전기협회)에 따라 각 3%를 초과하여서는 아니된다. 다만, 전선길이가 60m를 초과할 경우에는 아래 표에 따라 시공할 수 있다. 이 경우 전압강하 계산서(또는 측정치)를 설비(설치)확인 신청시 센터에 제출하여야 한다.

전선길이	120m 이하	200m 이하	200m 초과
전압강하	5%	6%	7%

#### 마) 케이블

- ① 케이블은 가능한 음영지역에 설치하고 빗물이 고이지 않도록 설치한다.
- ② 케이블은 가능한 피뢰 도체와 떨어진 상태로 포설하며 피뢰 도체와 교차시공하지 않도록 한다.
- ③ 케이블이 바닥에 노출되는 경우에는 사람이 밟고 지나다니거나 날카로운 모서리에 직접 닿지 않도록 몰딩 등의 처리를 하여야 한다.

### 7) 기 타

#### 가) 명판

- ① 모든 기기는 원제조사 및 원제조국, 제조일자, 모델명, 일련번호, 제품사양 등 주요사항 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항이 명시된 명판(KS인증 명판 등)을 부착하여야 한다.
- ② 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침에 따른 설비의 경우 [별표 5]『신·재생에너지 설비 명판 설치기준』에 따른 명판을 제작하여 인버터 전면에 부착하여야 한다.

#### 나) 가동상태

인버터, 전력량계, 모니터링 설비 등 모든 설비가 정상작동을 하여야 한다.

#### 다) 모니터링 설비

신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침에 따른 설비의 경우 [별표 2]『모니터링시스템 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

라) 운전교육

시공업체는 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전매뉴얼을 제공하여야 하며 운전교육을 실시하여야 한다.

마) 안전사고 방지시설

- ① 설비시공 및 설치확인, 유지보수시 안전사고 예방을 위한 작업공간(이동통로, 발판, 안전난간 등의 포함) 및 접근장치(계단, 사다리, 사다리차 등)를 확보하여야 한다.
- ② 설치시에는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제45조를 준수하여 지붕위에서 작업하는 근로자의 안전에 항상 유의해야한다.

다. 설치 유형별 준수 사항

1) 지상형(일반지상, 산지, 농지) 공통 준수사항

가) 용어정의

- ① 스파이럴(Spiral) 공법 : 콘크리트 기초와 다르게 토지에 직접 스파이럴 파일(나선형 구조물)을 삽입하는 공법
- ② 스크류(Screw) 공법 : 토지에 직접 스크류 파일을 삽입하는 공법
- ③ 레이밍 파일(Ramming pile) 공법 : 토지에 직접 U형, C형, H형 단면 등의 파일 기초를 삽입하는 공법
- ④ 보링그라우팅 공법 : 지반이 연약하여 흙과 흙 사이에 시멘트풀을 넣어서 지반을 튼튼하게 하는 공법(보링(Boring)이란 땅에 기계로 구멍을 내면서 땅의 지질 상태를 조사하는 것이며, 그라우팅(Grouting)은 자갈과 자갈 사이 또는 흙의 공극을 시멘트풀로 채워주는 것을 말함)
- ⑤ 굴착심도 : 땅속 깊게 파 들어가는 정도

나) 일반사항

- ① 배수는 용이하여야 하며 태양광설비의 구조물과 기초, 지반 및 절·성토 사면 등은 안전성을 확보하여야 한다.
- ② 발전실 등의 전기설비는 집중호우 시 침수 피해방지를 위해 지상보다 높게 위치하도록 시공하고 주변에 배수시설을 설치하여야 한다.
- ③ 설치 지역 및 장소, 형상 등에 따라 상정되는 하중이 다르므로 현장상황을 고려하여 상세설계를 시행하여야 하며 설계도면과 일치하도록 시공하여야 한다.

다) 기초 공사



- ① 토질상태와 지반여건 등을 고려하여 현장에 적합한 기초 공법을 선정하여야 한다.
- ② 지지대 기초는 기본적으로 콘크리트 기초로 시공하여야 하며, 이 경우 베이스판, 볼트류, 볼트캡 등 자재는 부식을 방지하기 위하여 지표면 이상 높이에 위치하여야 한다. 다만, 주차장 등 입지 여건에 따라 지표면에 노출이 곤란할 경우에는 매립할 수 있으며, 이 경우 매립을 확인할 수 있는 사진을 설비(설치)확인 신청시 센터에 제출하여야 한다.
- ③ 콘크리트 기초로 시공이 곤란한 경우에는 스파이럴, 스크류, 레이밍 파일, 보링그라우팅 공법 등으로 할 수 있으며 기초의 깊이는 설계 굴착심도 이상으로 계획하고 시공하여야 한다. 이 경우 안전성 및 적정성이 확보되었음을 관계전문기술자로부터 확인을 받아야 하며 확인받은 바에 따라 시공하여야 한다.

라) 배수로 공사

배수관로를 포함한 배수시설은 유량, 유속, 도달 시간 등을 고려하여 규모를 산정하고 배수에 문제가 없도록 계획하고 설치하여야 한다.

마) 기타

기타 설계 및 시공 시 각호의 법령 및 기준을 준수하여야 한다.

- ① 행정안전부 ‘자연재해대책법’
- ② 환경부 ‘환경영향평가법’
- ③ 국토교통부 ‘국토의 계획 및 이용에 관한 법률’
- ④ 산림청 ‘산지관리법’
- ⑤ 농림축산식품부 ‘농지법’
- ⑥ 국토교통부 ‘건축법(건축구조기준 포함)’
- ⑦ 국토교통부 ‘토목공사표준시방서’ 등

2) 산지 및 농지형 준수사항

가) 유속 완화 및 토사유출 방지

- ① 급경사지에 배수로를 설치하는 경우에는 유속 완화 시설과 낙차에 의한 세굴 및 침식 방지 시설을 설치하여야 한다.
- ② 우천시 우수의 유출과 토사유출에 의한 태양광 발전설비 주변 수로 및 하류에 위치한 소하천 등의 범람, 퇴적 등을 방지하기 위해 임시 또는 영구 우수 저류조 등 저감시설을 설치하여야 한다. 이 경우 설치 및 유지관리는 자연재해대책법 및 우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준 등을 따른다.

나) 지반과 사면의 안전성 확보

- ① 절토와 성토를 통해 부지를 조성할 경우에는 단계별로 충분히 다짐하여 지지력과 안

전성을 확보하여야 한다.

- ② 절토 및 성토 비탈면의 경우 완만하게 시공하여야 하며 침식방지 및 비탈면 보호를 위한 녹화 등을 통해 비탈면의 안전을 도모하고 산사태를 방지할 수 있도록 하여야 한다. 비탈면에 구조물(콘크리트 옹벽, 보강토 옹벽, 석축 등)을 설치할 경우에는 설계기준에 맞춰 계획하고 시공되도록 하여야 한다.

다) 기타

농지법에 따른 농지전용허가(신고) 또는 농지의 타용도 일시사용허가, 산지관리법에 따른 산지전용허가(신고) 또는 산지일시사용허가 기준에 부합하도록 계획하고 시공하여야 한다.

### 3) 건물설치형 준수사항

가) 평지붕에 지지대를 설치하기 위하여 앵커를 타공 할 경우에는 옥상 방수층이 깨지지 않도록 해야 한다.

나) 건물 옥상 난간대 등으로 인하여 모듈에 음영이 발생하지 않도록 충분한 이격거리를 두는 등의 방법으로 설비를 설치하여야 한다.

### 4) BAPV형 준수사항

가) 모듈 배면의 배선이 배수 또는 이물질에 노출될 수 있으므로 경사지붕 및 외벽 표면에 전선이 닿지 않도록 견고하게 고정하여야 하며 태양광설비 부착 시 경사지붕 및 외벽 표면에 크랙이 생기지 않도록 하고 방수 등에 문제가 없도록 설치하여야 한다.

나) 배면환기를 위해 모듈의 프레임 밀면(프레임 없는 방식은 모듈의 가장 밀면)부터 가장 가까운 지붕면 및 외벽의 이격거리는 10cm이상이어야 하며 배선처리는 바닥에 닿지 않도록 단단하게 고정해야 한다.

### 5) BIPV형 준수사항

신청자(소유자, 발주처 등을 포함), 설계자 및 시공자는 모듈 온도 상승에 따른 건축물 부자재 파괴방지, 발전량 저감 최소화 방안 및 방수계획을 수립하여 설계하고 시공하여야 하며 감리원은 이를 확인하여야 한다.

### 6) 건물설치형 및 BAPV형 준수사항

가) 3.3kW를 초과하는 태양광설비의 경우 건축구조기준에 따른 안전성과 적정성이 확보되었음을 관계전문기술자로부터 확인 받아야 하며 확인받은 바에 따라 시공하여야 한다. 다만, 공급인증서 발급대상 설비의 경우 공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙을 적용한다.

나) 태양광설비를 주택 및 건물 등 구조물에 설치하고자 할 경우에는 태양광설비의 하중을 지지할 수 있는 콘크리트 또는 철제 구조물 등에 직접 고정하여야 한다. 태양광설비의 하중을 지지할 수 있는 구조물에 직접 고정이 불가능한 경우에는 해당 태양광

설비(건축물 등에 고정되는 지지대 등을 포함한 전체 설비)가 현행 건축구조기준에 따라 안전성과 적정성이 확보되었음을 관계전문기술자로부터 확인 받아야 하며 확인 받은 바에 따라 시공하여야 한다.

다) 태양광설비를 주택 및 건물 등의 상부에 설치할 경우 태양광설비의 눈·얼음이 보행자에게 낙하하는 것을 방지하기 위하여 모든 모듈 끝선이 건물의 마감선(건축법에 따라 적법하게 설치된 부분)을 벗어나지 않도록 설치하여야 한다.

## 7) 수상형 준수사항

### 가) 용어정의

- ① 수상형 태양광 설비 : 수상 환경에 부유식으로 설치된 태양광 발전 설비
- ② 수상형 태양광 지지대 : 수상 태양광 모듈을 지지하기 위하여 부력설비를 수상에 설치하고 그 위에 수상 태양광 모듈을 설치할 수 있도록 구성된 구조물

### 나) 일반사항

#### ① 태양광 모듈 설치상태

태양광 모듈은 파랑, 파고 등의 영향을 고려하여 물에 접촉되지 않도록 수면으로부터 충분한 높이를 확보하여야 한다.

#### ② 지지대, 부력체 등 부속자재

㉠ 지지대, 이동통로, 부력체(충진재 포함), 계류장치, 체결용 볼트(볼트캡 포함), 너트, 와셔, 수상케이블 등 수상형 태양광설비에 사용되는 모든 기자재는 수도법 제14조 및 같은 법 시행령 제24조에 따른 위생안전기준에 적합한 자재를 사용(해수에 설치되는 경우 제외)하여야 한다.

㉡ 지지대는 STS, 전기 산화피막 처리된 알루미늄 합금 또는 UV 방지 처리된 FRP 등 내식성이 높은 재질(해수의 경우 STS 제외)로 제작·설치하여야 하며 각종 하중 및 기타 진동과 충격에 대하여 안전한 구조이어야 한다.

㉢ 유지관리용 이동통로는 음영 발생 여부 등을 고려하여 계획하고 설치하여야 한다. 이동통로는 PE, 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금 강, STS, 알루미늄 합금 또는 FRP 등 내식성이 높은 재질로 제작·설치되어야 하며 각종 하중 및 기타 진동과 충격에 대하여 안전한 구조이어야 한다.

#### ③ 전기배선 및 접속함

㉠ 접속함과 인버터 간 수중 포설 방식을 사용하는 경우에는 수중케이블을 사용하고 외부에 전선관을 설치하여 케이블을 보호하여야 하며 수위변동, 풍속에 의해 구조물이 이동하는 등 외부적인 요인으로 가해지는 힘이 수중케이블에 직접 영향을 주지 않도록 설치하여야 한다.

㉡ 전기배선은 부력체 면에 선이 닿지 않도록 전선관, 배관, 덕트 등으로 보호하고 구조물 등에 단단하게 고정하여야 하며 모듈 간 배선은 내후성, 내식성 등이 확보된 자재로 단단히 고정하여야 한다.

㉔ 접속함의 최하단은 수면 위로부터 파고, 파랑 등을 고려하여 물이 접촉되지 않도록 충분한 높이를 확보하도록 설치하여야 하며 접속함의 배선 처리는 부력체에 닿지 않도록 단단하게 고정하여야 한다.

㉕ 모듈에서 접속함에 사용되는 모든 케이블은 난연 차수 케이블(FW)을 사용하여야 한다.

#### 다) 설비 시공사항

##### ① 일반사항

㉔ 부력체, 지지대를 포함한 태양광설비 및 계류장치 등에 대해서는 안전성 및 적정성이 확보되었음을 관계전문기술자로부터 확인을 받아야 하며 확인받은 바에 따라 시공하여야 한다.

㉕ 수상형 태양광 발전설비(지지대, 부력체, 계류장치, 앵커시설, 송변전설비 등)를 설치할 때는 건축구조기준, 항만 및 어항 설계기준, 선박안전법 등 해당법령에 따라 풍하중, 적설하중, 자중, 균중하중, 파랑, 조류 등을 포함한 외력 등을 고려하여 안전성이 확보되도록 하여야 한다.

##### ② 부력체

㉔ 전체 부력체는 부분 파손의 경우에도 부력 손실을 최소화 할 수 있는 구조이어야 하며 부력체 외피 및 충전재는 수질 환경에 유해한 물질을 사용하지 않아야 한다.

㉕ 부력체는 부력의 불균형이 발생하지 않도록 균일하고 적절하게 배치되어야 하며 온도차, 수면의 결빙, 유속 및 부유물 등의 외부환경 변화에 대해 충분한 강도를 유지할 수 있는 재질과 충분한 내구성을 확보해야 한다.

##### ③ 지지대(부력체, 계류장치 및 모듈을 제외한 부재)

지지대는 계류별 유닛 단위로 설계 검토되어야 하고 외부 하중을 포함하여 전체 지지대에 작용하는 하중을 고려하여 안전하게 설치되어야 한다.

##### ④ 계류장치

㉔ 계류장치 연결 접속부의 연결 철물은 STS304(해수는 STS316) 재질 이상의 내식성이 확보되어야 한다.

㉕ 바람, 유수 및 파랑 등의 외력에 대해 설치 방위각이 평수위 기준 10도 이내로 유지될 수 있는 구조로 설치되어야 하고 수심변화에 따른 계류장치의 느슨함으로 인해 타 시설물과 부딪치지 않도록 설계하고 시공하여야 한다.

㉖ 계류선은 자외선(UV), 빙압이 영향을 미치는 환경에서는 이에 대한 저항성을 가지는 재질로 설치하여야 한다.

##### ⑤ 연결철물(힌지 등) 및 부속장치

지지대 및 이동통로간 연결철물은 STS304(해수는 STS316) 재질 이상의 내식성과 내구성이 확보 가능한 재질로 설치하여야 하고 부재간 상대 운동이 발생하는 유동부위는

마모에 대한 내구성이 확보 가능한 구조로 설치되어야 한다.

⑥ 야간에 수상태양광 구조물을 인지할 수 있도록 시인성 확보 시설을 설치하여야 한다.

### 3. 집광·채광설비 시공기준

#### 가. 집광채광시스템

1) 설치용량

사업계획서 상에 제시된 설계용량이상이어야 한다.

2) 방위각

그림자의 영향을 받지 않는 곳에 정남향 설치를 원칙으로 하되, 건축물의 디자인 등에 부합되도록 현장여건에 따라 설치할 수 있다.

3) 경사각

현장여건에 따라 조정하여 설치할 수 있다.

4) 일사량

장애물로 인한 음영에도 불구하고 일사시간은 1일 5시간(춘분(3~5월)·추분(9~11월)기준) 이상이어야 한다. 다만, 전기줄, 피뢰침, 안테나 등 경미한 음영은 장애물로 보지 아니한다.

#### 나. 광전달부

광닥트 등 광전달 설비가 도면상 내용과 같이, 집광채광기를 기준으로 적합하게 시공되었는지 확인한다.

#### 다. 산광부

1) 광이 집광부로부터 광전달장치를 통해 최종적으로 도달되는 산광기에 대하여 실내 설치 도면에 도시된 사각 원형 등 모양, 치수 및 재료와 비교하여 현장 설치품이 확인되어야 한다.

2) 산광기는 조도기준을 우선으로 적합하게 설치되었는지 확인한다.

3) 실내 산광기 위치 및 높이, 건물 벽 천정 마감재, 채광비, 설치면적, 조명면적 및 측정방법 등을 고려하여 산광기 설치 도면에 예상 조도 값을 표시하되 춘, 추분기(3월과 9월), 주간시간 (오전 11시~오후 3시) 맑은 날 상태를 기준으로 다음과 같이 정하고 이를 확인한다.(다만, 춘·추분기(3·9월) 외의 계절에는 본 조도기준에 비례하여 조도를 확인한다.)

①조도값 기준치는 KS A 3011(조도기준)를 참조하되 옥외 집광기 주변 조도 50,000 lx 기준 시, 산광기 실내 조도값은 최저 100 lx로 한다.

②옥외 조도측정은 집광기 부근 2m 이내 3 개소 이상 측정하여 산술평균치로 한다.

③산광기 실내 조도 측정은 산광기 중심 직하 2m 지점 또는 중심 바닥위 지상 0.7m 지점 중 측정이 쉬운곳 1개소를 중심으로 사방 1m 거리 4개소, 총 5개소를 측정하여 KS C 7612(조도 측정방법)에 따라 다음과 같이 5점 조도 평균치 계산식에 따른다.

$$\text{조도 평균치} = 1/6 (2 \times E0 + E1 + E2 + E3 + E4)$$

다만, E0 : 중심부 조도값 / E1, E2, E3, E4 : 4개소 각 조도값

## 라. 기초 및 시설

- 1) 건축물의 지붕 또는 지표면으로부터 노출(돌출)되어 설치 될 경우 바람, 강우, 태풍, 폭설 등 자연재해를 대비하여 설치 시공되어야 한다.
- 2) 설치상태는 바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있도록 설치하여야 한다. 건축물의 방수·방습 등에 문제가 없도록 설치하여야 하며 모든 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 조립하여야 한다.
- 3) 지지대, 연결부, 기초(용접부위 포함) 등 집광 채광기(투과체포함) 설치시 구조를 이루며, 대기에 노출되는 철재류, 기초지지대에 포함된 철판부위는 용융아연도금처리 또는 동등이상의 녹방지 처리를 하여야 하며 용접부위는 방식처리를 하여야 한다.
- 4) 집광채광기를 20m 이상 건축물에 설치시 인접피뢰기의 보호여부 및 접지여부에 이상이 없도록 시공하여야 한다.

## 마. 실내 루버(Louver)형 집광채광시스템

- 1) 실내 루버형 집광채광시스템  
 ‘실내 루버형 집광채광시스템’(이하 ‘루버’라 한다.)은 알루미늄 소재의 슬랫(Slat), 상부 레일, 하부 레일, 리프팅 테이프, 틸팅 테이프, 크랭크(수동 작동 시) 또는 모터(전동 작동 시) 등으로 구성되며, 태양광을 집광하여 실내조명으로 이용할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.
- 2) 설치용량  
 사업계획서에 제시된 설치면적 이상이어야 한다. 채광과 일사차단 효과를 고려하여 북동(+45°)~정북(0°) 그리고 정북(0°)~북서(-45°) 사이의 방위에 설치된 면적은 용량산정에서 제외한다.
- 3) 슬랫
  - ① 슬랫은 빛을 집광하고 반사하는 얇은 박판으로서, 육안 또는 촉감으로 확인 시 한 쪽 면이 거울과 같은 재질의 표면을 가지는 알루미늄 소재이어야 한다. 슬랫 현휘 방지면은 현휘를 방지하기 위하여 빛을 흡수하는 성질을 가져야 한다.
  - ② 슬랫 폭은 50 mm 이상이어야 하며, 자연광의 집광효율을 높이기 위하여 곡면 형태로 제작되어야 한다.
  - ③ 슬랫 개수는 슬랫의 폭을 고려하여 아래 표의 개수 이상이 되도록 설치한다.

구분			슬랫 폭		
			80 mm	60 mm	50 mm
슬랫 간격			72 mm	54 mm	42 mm
슬랫 개수 (매)	루 버 높 이	500 mm	9	12	14
		1,000 mm	20	27	32
		1,500 mm	31	42	49
		2,000 mm	42	58	66
		2,500 mm	52	73	83
		3,000 mm	63	88	101

#### 4) 경사각

태양빛을 실내 깊숙한 곳으로 보내거나 또는 차단하기 위하여, 유리면과 슬랫이 이루는 각도는 수평(180°)으로부터 직각(90°) 범위 내에서 자유자재로 조절이 가능하여야 한다.

#### 5) 집광부

일사가 유입되어 반사되는 부위를 집광부라 한다.

#### 6) 산광부

전달된 빛이 확산되는 곳을 산광부(천장 표면)라 한다. 산광부는 빛의 반사율이 높고, 조명이 필요한 시각작업 부위에 빛을 골고루 균질하게 확산시키는 표면 특성을 가져야 한다.

#### 7) 전달부

슬랫에서 반사된 빛이 산광부까지 전달되는 경로를 광전달부라 한다. 빛이 전달되는 경로에는 빛의 전달을 차단하는 방해물이 없어야 한다.

#### 8) 고정철물(Bracket) 설치

- ① 고정철물은 창호 위쪽의 구조물 또는 천정에 견고하게 설치한다.
- ② 고정철물은 아래 개수 이상으로 설치한다.

슬랫 길이 (mm)	≤1,300	≤2,500	≤3,500	≤4,500	≤5,500	≤6,000
고정철물 개수	2	3	4	5	6	7

- ③ 고정철물은 양쪽 끝단으로부터 각각 최소 100 mm씩 이격시켜 설치하며, 나머지 고정철물은 구동부에 간섭되지 않는 범위에서 가능한 동일한 간격으로 설치한다.

#### 9) 루버 설치

- ① 벽면 또는 창호와 접하는 루버의 끝단은 벽면 또는 창호 프레임에서 15 mm 이상 이격되도록 설치한다.
- ② 루버가 일렬로 연속 설치될 경우, 각 루버와 루버 사이의 간격은 작동 시 서로 부



딛힘이 없도록 최소 20 mm 이상의 이격거리가 확보되도록 설치한다.

- ③ 창호가 개폐되는 부위에 루버가 설치되는 경우에 루버가 크게 흔들리지 않도록 케이블 가이드를 설치하여야 한다. 여기서 케이블 가이드란 상부레일, 슬랫, 하부레일 등의 모서리에서 약 10 mm 정도의 위치에 뚫려 있는 구멍을 관통하여 루버가 바람 또는 외부 충격에 크게 흔들리지 않도록 고정시켜주는 역할을 하는 견고한 줄을 나타낸다. 케이블 가이드를 고정시키는 철물은 바닥이나 벽면에 단단히 고정되어야 하며, 케이블 가이드의 장력이 충분하도록 조임 나사를 이용하여 조절한다.
- ④ 케이블 가이드의 설치 수량은 아래의 개수 이상이어야 한다.

슬랫 길이 (mm)	≤ 3,000	≤ 4,000	> 4,000
가이드 개수	2	3	4

#### 10) 전동부

- ① 설비가 모터 등으로 구동하는 경우 전기배선은 전기사업법의 사용 전 점검 또는 준공검사에 하자가 없도록 시공한다.
- ② 모터는 국내 전기안전인증(KC)과 전자파(EMC)인증을 득한 제품을 사용한다.

#### 11) 제어장치

수동, 유·무선 스위치 및 리모컨으로 제어 가능하며, 필요에 따라서 외부 일사량, 풍량, 내·외부 조도에 따라 자동으로 제어되는 통합시스템 구성도 가능하다.

#### 12) 평균 조도비 등에 대한 기준

루버는 다음 각 항의 기준에 모두 만족하도록 설치되어야 하며, 1항부터 4항의 시험결과가 포함된 시험성적서를 센터로 제출하여야 한다.

- ① 루버의 평균 조도비는 1.1% 이상이어야 한다. 평균 조도비의 측정은 아래의 시험실 조건에 따른다.
  1. 아주 쾌청한 날( $\geq 60,000$  lux) 오전 11시에서 오후 1시 사이에 매 시간 실내 및 실외 조도를 총 3회 측정한다.
  2. 평균 조도비는 매 시간 산출되며, 3회(11시, 12시, 1시) 모두 1.1% 이상이어야 한다.
  3. 시험실의 실내 크기는 폭 4 m, 깊이 6 m, 높이 2.5 m로 한다.
  4. 시험실 실내 표면의 반사율은 천장 0.8, 벽 0.5, 바닥 0.2로 한다.
  5. 창 크기는 폭 3 m, 높이 2 m로 한다.
  6. 실외 조도계는 시험실 지붕의 음영 방해를 받지 않는 위치의 1 곳에 설치한다.
  7. 실내 조도계는 모두 바닥에서 0.85 m 높이에 설치한다.
  8. 실내 조도의 측정위치는 다점법(KS C 7612 평균조도 산출법)에 따른다.
  9. 평균 조도비는 실외 조도 대비 실내 평균조도로 나타낸다.
  10. 루버의 집광 부위는 시험실 개구부의 상부 끝단으로부터 아래로 80 cm 높이로 설치한다.
- ② 슬랫 반사면의 경면반사율 측정방법은 KS D ISO 7668에 따르며 60°에서의 경면반사율은 90% 이상이어야 한다.

- ③ 슬랫의 인장강도는 220~260 N/mm<sup>2</sup>, 항복강도는 200~240 N/mm<sup>2</sup>, 그리고 연신률은 5 ± 3%를 만족하여야 한다.
- ④ 슬랫의 촉진내후성 시험은 KS C 8568 6.5의 퇴색성시험의 시험방법을 따르며, 색상변화에 대한 육안검사에 적합하여야 한다.
- ⑤ 루버는 전기용품 및 생활용품 안전관리법 제23조제3항 및 같은 법 시행규칙 제3조 제6항에서 정하고 있는 공급자적합성확인대상 생활용품 창문블라인드안전기준의 (부속서 35) 안전요건에 적합하게 설치되어야 한다.

#### 바. 기타 필요사항

##### 1) 명판

- ① 집광채광기는 용량, 제작자, 연락처 및 그 외 제품종류 별로 표시에 필요한 사항이 명시되어야 한다.
- ② [별표 5]의 신·재생에너지 설비 명판 설치기준에서 요구한 규격 명판을 제작하여 집광채광기 전면 또는 쉽게 확인할 수 있는 곳에 부착되어야 한다. 루버는 루버의 하부 레일에 쉽게 확인할 수 있도록 명판을 부착하여야 한다.

##### 2) 가동상태

현장확인 경우, 가동상태에서는 집광기, 산광기, 채광기 및 광전달설비가 정상작동을 하고 있어야 한다. 루버는 슬랫의 가동상태를 확인하기 위하여 다음 사항에 대하여 확인되어야 한다.

- ① 슬랫의 오르내림 및 각도 조정 시 이상 소음이 발생하지 않고 매끄럽게 구동되어야 한다. 또한 창호와 부딪히는 등 슬랫의 작동에 간섭이 없도록 한다.
- ② 슬랫의 양 끝단의 높이가 수평상태가 유지되는지 확인한다.

##### 3) 운전교육

설치업체는 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전 교육을 실시하여야 한다.

### < 집광채광설비 설계·설치·시공 등 참고 자료 >

#### 가. 집광채광 일반

- 1) 집광채광시스템의 설치시 제품의 방위각 표시는 건축물 외부에 노출되는 집광기 투과체의 정면을 기준 방향으로 정하여 정남 기준 동·서향 등을 각도로 표기하여야 한다.
- 2) 설계·시공도서 (평면도)에는 남쪽벽, 북쪽벽, 지붕, 독립 등 설치위치를 구체적으로 표기되어야 한다.
- 3) 설치 형식은 매입형, 부착형, 노출형 등 제품의 설치모양을 구체적으로 구분 표기해야 한다.
- 4) 시공법은 신축, 개축(Remodeling) 및 별도 개축 시공 등으로 표기하여야 하며 별도 개

축시공은 기존 건축물에 집광채광기만 독립 시공되는 경우이다.

- 5) 지하주차장, 사무실, 정밀작업장, 체육시설 등 산광기가 설치되는 각 건축 실내시설의 경우 용도에 따른 KSA 3011 권장조도기준을 설치 도면에 표시하여야 한다.
- 6) 집광투과체가 경사를 가질 경우 경사각을 표기 하여야 하며 경사각은 집광 투과체의 면과 대지 수평면이 이루는 사이각을 기준으로 도면에 표기한다.
- 7) 건축물의 지붕 또는 지표면으로부터 고공의 위치에 노출(돌출)되어 설치 될 경우 바람, 강우, 태풍, 폭설 등 자연재해를 대비하여 설치 시공되어야 하며, 제품과 각 재료의 내구성은 그러한 최악의 조건에 대비하여 설계 제작되어야 한다.

#### 나. 산광부

- 1) 제조자는 산광기의 실내 설치 상세도에 해당 실내에서 요구되는 조도기준치를 표시하여 설치기준 적합여부를 확인할 수 있어야 한다.
- 2) 지하주차장, 사무실, 정밀작업장, 체육시설 등 산광기가 설치되는 각 건축 실내시설의 경우 용도에 따른 KS A 3011(조도기준)을 설치 도면에 표시하여야 한다.

#### 다. 기초 및 시설

- 1) 집광부 투과체, 산광부 투과체 등은 사용자 및 주변 보행자 등과의 안전성을 고려하여 유리재(저철분 강화유리), 합성수지재, PC(폴리카보네이트)재 등의 재료를 사용한다
- 2) 투과체 외부마감재료 및 내부 실내마감 부분 등 시공 후 외부로 노출되는 부분의 최종 마감재료에 대해 도면상 명칭과 재료사양 표기를 확인한다.
- 3) 제조자 또는 시공자는 집광기 투과체면에 음영이 발생하지 않도록 설치 전 주위 건축 돌출물이나, 부착 장애물 등의 유무와 영향을 확인하여야 하며, 시공 전후 주변을 촬영하여 준공이력에 기록이 보존되도록 한다.
- 4) 마감재 등은 국가산업표준제품(KS) 또는 동등이상의 제품을 사용하며 비바람, 햇빛 등에 변형, 변색되지 않는 자재를 사용한다.
- 5) 외부에 노출되는 집광 설비의 도장색은 관련 건축물 외부 도장색과의 조화를 고려한다.

#### 라. 도면 표기 사항

- 1) 투과체 외부마감재료 및 내부 실내마감 부분 등 시설 후 외부로 노출되는 부분의 최종 마감재료에 대해 도면상 명칭과 재료사양 표기를 확인한다.
- 2) 해안도서등 해풍지구, 호수 강 연변 안개지역, 고산지역 등 지역특성을 고려하여 내부 식성 자재와 시공법의 상세 기술사양을 확인한다.

- 3) 마감자재의 외부 색상 표기사항과 비바람, 햇빛 등에 변색되지 않는 자재 적합성을 확인한다.(모든 자재는 건축법 제19조의 2항에 의거 도면 및 기술기준서에 명기된 것을 사용하였는지 확인)
- 4) 기타 돌출높이 무게 지지방법 등을 협의하여 태풍 눈·비등 자연재해에 충분히 견딜 수 있는 구조로 제작 설치하고 그 적합성여부를 확인한다.(적합성 확인요건은 계약시 협의된 조건 또는 검사기관 전문가 검토결과에 따른다)
- 5) 제작, 설치된 집광채광기 시스템은 하자보수, 부품교체, 향후 리모델링 작업 등을 고려하여 부품 교환 및 교체가 용이하도록 설치되었는지 확인한다.
- 6) 집광기 투과체, 산광기 투과체 등은 사용자 및 주변 보행자 등과의 안전성을 고려하여 유리재(저철분 강화유리), 합성수지재, PC(폴리카보네이트)재 등의 사용 재료명이 도면에 표기 되어야하고, 실내에 설치되는 산광기 투과체는 내열성, 내구성, 내화(또는 난연)성 등의 안전성능이 확인된 합성수지재의 사용, 유리 사용 시는 파괴나 추락시의 인체 안전성이 확인된 재료 사용 등이 승인 된 도면과 부합하는지 확인한다.
- 7) 제조·시공업체는 신축, 개축 또는 별도 개축 시공을 막론하고 납품 설치에 필요한 설계도서는 물론 설치 현장을 미리 방문 조사하여 최종 현장조건이 설계조건과 부합되는지를 미리 확인해야하고, 현장 시공 조건이 설계조건과 상이하거나 변경해야 할 경우, 발주처와 변경내용을 확인하고 변경한다. 검사기관은 변경사항이 적합하게 변경 적용되었는지 확인한다.
- 8) 제조·시공업체는 건물 준공일, 계약기간, 납기일 등을 감안하여 검사기관에 검사를 요청해야 하며 검사기간을 이유로 발주처에 납기를 지연시킬 수 없다. 또한 검사 부적합으로 납기가 지연된 경우에도 모든 책임은 제조자(혹은 시공자)에 있다. 다만, 발주처와 합의된 납기 변경 사항은 이에 따르지 않는다.
- 9) 도장 등 최종 마감 작업 내용은 도면 또는 설치 승인사양에 표기되어야 한다. 이때 외부에 노출되는 집광 설비의 도장색에 대하여는, 관련 건축물 외부 도장색과의 조화를 고려하며, 타 공정과 간섭이 우려되는 경우에는 사전 발주자와 협의하여 표시한다.  
검사기관은 도장을 비롯한 마감작업이 적합한지 확인한다.
- 10) 마감재 등은 국가산업표준제품(KS) 또는 동등이상의 제품을 사용하여야 한다.
- 11) 제조자 또는 시공자는 집광기 투과체면에 음영이 발생하지 않도록 설치전 주위 건축 돌출물이나, 부착 장애물 등의 유무와 영향을 확인하여야 하며, 시공 전후 주변을 촬영하여 준공이력에 기록이 보존되도록 한다.

#### 마. 기타

상기이외에 공조설비 등 설치가 요구된 기타설비가 있을 경우에는 부품목록과 조립도면에 표시된 내용과 동일하게 확인되어야 한다.

## 4.1. 태양열설비(액체식) 시공기준

### 가. 집열기

#### 1) 집열기

인증받은 설비를 설치하여야 한다. 다만, 인증대상설비가 아닌 경우에는 위원회의 심의를 거쳐 센터의 장이 인정할 경우 사용할 수 있다.

#### 2) 집열기의 연결(고정)부위

고정 및 해체를 할 수 있게 지지대에 설치하여야 하며, 연결부위 방식 및 지지대와의 체결 방법 등은 “나. 지지대 및 부속자재”를 따른다.

#### 3) 집열면적

사업계획서 상의 설계집열면적과 동일하여야 한다. 다만, 단위집열기당 면적에 따라 설계집열면적과 동일하게 설치할 수 없을 경우에 한하여 설계집열면적의 110% 이내 까지 가능하다.

#### 4) 내부상태

습기 및 결로현상, 집열기 내부 스모그현상(Outgassing)이 없어야 한다.

#### 5) 열매체

가) 집열기 또는 배관의 동파를 방지하기 위해 집열기순환 열매체(이하 “열매체”)는 부동액을 사용하고, 열매체는 집열기 상부가 항상 대기압 이상을 유지하도록 하여야 한다.

나) 열매체는 1년 이상 사용에 따른 변색 및 슬러지 발생이 없어야 하며, 해당지역의 최저온도 이하에서 동결되지 않아야 한다.

#### 6) 배열

가) 열매체배관은 각 집열기군간 유량이 동일하도록 역회수(Reverse Return) 방식으로 설치하여야 한다.

나) 집열기를 2병렬 이상으로 설치할 경우 각 직렬군의 집열기 매수 및 면적은 동일해야 한다. 다만, 소유자의 요구로 매수 등을 상이하게 설치할 경우에는 정유량밸브 또는 유량조절밸브를 설치하여야 한다.

다) 평판형 집열기는 1직렬당 8장 이내가 되도록 배치하되, 진공관형 집열기는 열팽창 및 순환을 고려하여 배열을 하여야 한다.

#### 7) 일조시간

가) 음영이 전혀 없는 일조시간이 1일 4시간(동계(12~2월) 기준)이상이어야 한다. 다만, 전기줄, 피뢰침, 안테나 등 경미한 음영은 장애물로 보지 아니한다.

나) 집열기 설치열이 2열 이상일 경우 앞열은 뒷열에 음영이 지지 않도록 설치하여야 한다.

#### 8) 연결배관 및 부속기기

- 가) 집열기 또는 열매체배관에 설치하는 밸브류는 고온전용으로 사용조건(150℃, 0.6 MPa(6kg/cm<sup>2</sup>))에 적합한 제품이어야 한다.
- 나) 집열기 또는 열매체배관 최상단에 자동 공기빼기밸브(Automatic Air vent Valve)를 설치하여야 한다. 다만, 개방형인 경우에는 제외할 수 있으며, 열매체배관내 기수분리기를 설치한 경우에는 최상단에 설치하지 않을 수 있다.
- 다) 열매체배관에는 최고사용압력 이하에서 작동하는 적정용량의 안전밸브(방출밸브 포함)를 설치하여야 하며, 안전밸브 배출구와 열매체 탱크를 연결하여 열매체의 외부 유출을 방지하여야 한다. 다만, 개방형인 경우에는 제외할 수 있다.

#### 9) 집열배관계통 누설시험

시공자는 집열기 및 배관 설치완료 후 배관 누수여부 확인을 위하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력(단, 최고 사용압력의 1.5배 압력이 0.45MPa(4.5kg/cm<sup>2</sup>)보다 낮은 경우에는 0.45MPa(4.5kg/cm<sup>2</sup>) 적용)으로 30분 이상 수압시험을 실시하여 ‘수압시험결과 자체기록서’를 작성하고, 설치확인 신청시 해당 기록서를 제출하여야 한다.

#### 10) 설치

- 가) 태양열 설비를 주택 지붕, 조립식패널·목조 구조물, 컨테이너 등에 설치하고자 할 경우에는 지붕 또는 구조물 하부의 콘크리트·철제구조물에 고정하여야 한다. 다만, 태양열 설비 및 태양열 설비가 설치되는 건축물 또는 구조물의 수직·적설·풍하중 등의 구조·안전 적정성에 대하여 건축구조기술사 또는 토목구조기술사로부터 확인을 받은 경우는 예외로 한다.
- 나) 태양열설비를 건물(주택 포함) 상부에 설치할 경우 태양열설비의 눈·얼음이 보행자에게 낙하하는 것을 방지하기 위하여 태양열 집열기 끝선이 건물의 마감선(건축법에 따라 적법하게 설치된 부분)을 벗어나지 않도록 설치하여야 한다.

#### 나. 지지대 및 부속자재

##### 1) 설치상태

바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있어야 하며, 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 설치하여야 한다.

##### 2) 지지대, 연결부, 기초(용접부위 포함)

- 가) 집열기 지지대는 다음 각 호의 재질로 제작하여야 한다. 지지대간 연결 및 집열기-지지대 연결은 가능한 볼트로 체결하되, 절단가공 및 용접부위(도금처리제품 한정)는 용융아연도금처리를 하거나 에폭시-아연페인트를 2회이상 도포하여야 한다.

- ① 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강
- ② 스테인리스 스틸(STS)
- ③ 알루미늄합금

- 나) 지지대는 콘크리트 기초위에 앵커볼트로 고정하고 볼트캡을 부착하여야 한다. 이 경우

베이스판, 볼트류, 볼트캡 등 자재는 부식을 방지하기 위하여 지표면 이상 높이에 위치하여야 한다. 다만, 주차장 등 입지 여건에 따라 지표면에 노출이 곤란할 경우에는 매립할 수 있으며, 이 경우 매립을 확인할 수 있는 사진을 설비(설치)확인 신청 시 센터에 제출하여야 한다.

### 3) 체결용 볼트, 너트, 와셔(볼트캡 포함)

용융아연도금 또는 STS, 알루미늄합금 재질(볼트캡은 플라스틱 재질도 가능)로 하고, 볼트규격에 맞는 스프링와셔 또는 풀림방지너트로 체결하여야 한다.

## 다. 축열조

### 1) 제작기준

가) 축열조의 두께는 설계압력에서 충분히 견딜 수 있는 안전한 강도를 유지토록 제작하여야 한다.

나) 축열조의 집열 매체가 접하는 부재 및 접수 부재는 충분한 내식성을 가지며, 위생상 해로운 물질을 용출하지 않아야 한다. 다만, 직접 급탕하지 않는 경우에는 제외할 수 있다.

다) 축열조 내장코일은 STS관(KS D 3595, 3576), 동관(KS D 5301) 또는 동등이상의 품질을 가진 재료를 사용하여야 한다.

### 2) 설치상태

가) 실내(또는 기계실)에 설치하여야 하며, 실외설치가 불가피할 경우 콘크리트 기초위에 조립식패널 구조물 등을 설치하여 빗물 침투 등을 방지할 수 있도록 하고, 공급수 배관에는 동파방지를 위하여 보온조치를 하여야 한다.

나) 개방형 축열조 사용시 축열조 최상단에 보충수탱크를 설치하여야 한다.

### 3) 수압시험

가) 시공자는 축열조의 누수 및 변형여부 확인을 위하여 물을 채워 24시간 경과후 밀폐형인 경우 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력(단, 최고 사용압력의 1.5배 압력이 0.45MPa(4.5kg/cm<sup>2</sup>)보다 낮은 경우에는 0.45MPa(4.5kg/cm<sup>2</sup>) 적용)으로, 개방형인 경우 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력으로 30분 이상 수압시험을 실시하여 ‘수압시험결과 자체기록서’를 작성하고, 설치확인 신청시 해당 기록서를 제출하여야 한다.

나) 축열조에 연결되는 배관의 출·입구에는 축열매체의 온도성충화를 위한 장치(예 : 디퓨저)가 있어야 한다.

### 4) 부속기기

가) 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등이상의 성능 확보) 및 압력계(부르

동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능 확보)를 설치하여야 한다. 다만, 개방형 축열조인 경우에 압력계 설치의 제외할 수 있다.

나) 축열조 상부에는 적정용량의 안전밸브 또는 방출밸브를 설치하여야 하며, 밸브의 분출압력은 최고사용압력 이하하여야 한다. 다만, 개방형 경우에는 안전밸브의 설치의 제외할 수 있다.

다) 압력계의 최고눈금은 최고사용압력의 1.5~3배 이내 이어야 하며, 사이즈는 60mm 이상이어야 한다.

라) 축열조 최하단에는 배수 및 청소가 가능하도록 배수밸브(25A이상)를 설치하여야 한다.

마) 축열조의 명판에는 부속기기 사양(디퓨저, 수압시험 압력 등), 용량, 최고사용압력 및 온도, 제조사, 제조번호, A/S연락처 등이 포함되어야 한다.

#### 라. 흡수식 냉동기(태양열 냉방설비를 함께 설치할 경우)

##### 1) 사양

「에너지이용 합리화법」에 따른 고효율에너지기자재로 인증받은 설비를 설치하여야 한다. 다만, 해당용량에 고효율에너지기자재로 인증받은 설비가 없는 경우에는 “중온수 흡수식냉동기 인증기술기준”의 성능기준(통합성능계수 등)을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 센터로 제출할 경우 사용할 수 있다.

##### 2) 설치

가) 실내(또는 기계실)에 설치하여야 하며, 설비시공 및 확인, 유지보수를 위한 작업공간을 확보하여야 한다.

나) 콘크리트 기초를 수평으로 포장하여야 하며, 냉동기를 기초에 견고하게 설치하여 가동중 이상진동 및 기초 갈라짐 등이 없이 충분히 지탱하여야 한다.

다) 냉동기와 기초를 연결하는 철제구조물은 방식처리를 하여야 한다.

##### 3) 축열조~냉동기 배관

가) 순환수 공급·환수관의 상태확인을 위한 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등이상의 성능 확보) 및 압력계(부르동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능 확보)를 각각 설치하여야 한다.

나) 순환펌프 흡입구 측에 적정용량의 팽창탱크를 설치하여야 한다.

다) 순환수의 온도를 감지하여 자동으로 전환하는 고온수전용 3방향밸브를 설치하여야 한다.

##### 4) 냉각탑 설치용량은 냉동기의 냉각부하 이상이어야 한다.

##### 5) 기타



가) 제어장치에 냉동기 및 순환수 공급·환수관의 상태가 표시되어야 하고, 자동(비례제어 포함) 및 수동운전이 가능하여야 한다.

나) 냉동기에는 부속기기 사양(냉각탑, 순환펌프, 자동밸브 등), 용량, 최고사용압력 및 온도, 제조자, 제조번호, A/S연락처 등이 포함된 명판을 육안확인이 가능한 곳에 부착하여야 한다.

## 마. 관련부품 및 기기

### 1) 밸브류

가) 밸브는 배관 구경이 50A 이하일 경우에는 나사접속형, 50A 초과할 경우에는 플랜지 접속형으로 설치하여야 하며 유지보수 등을 위하여 설비의 최하단에 배수밸브(drain valve)를 설치하여야 한다.

나) 모든 밸브는 연중 대기온도 및 사용온도에서 정상적인 기능을 해야 하며, 최고사용온도에서 견딜 수 있어야 한다. 전동밸브는 바이패스(By-pass) 배관을 병행 설치하여야 하나, 수동개폐장치가 설치되어 있으면 예외로 한다.

다) 태양열 설비(보조) 난방의 경우 태양열시스템과 보일러를 연결시 사용조건(90℃ 이내)을 만족하는 온수전용 3방향 모터구동밸브를 설치하거나, 축열조측과 보일러측의 2개 방향에 각각 밸브를 설치하여야 한다.

라) 모든 밸브류는 최고사용압력 및 최고사용온도에서 견딜 수 있는 충분한 강도를 가져야 한다.

### 2) 팽창탱크

가) 밀폐형 배관에는 구분된 배관회로마다 펌프 흡입구 측에 적정용량의 팽창탱크를 설치하여야 한다.

나) 개방형 열매체배관은 팽창탱크를 열매체 보충탱크로 대체할 수 있으며, 열매체배관과 팽창탱크의 연결관에는 밸브가 없어야 한다. 다만, 수리를 위해 밸브를 설치할 경우 밸브의 “열림/단힘”을 표시하고, 운전시에는 “열림”으로 고정되어야 한다.

### 3) 펌프

고효율인증제품 또는 KS인증제품을 사용하여야 하며, 해당 용량에 인증제품이 없는 경우에는 EM마크, KC인증 또는 CE마크를 득한 제품을 사용하여야 한다. 다만, 열매체배관에는 사용조건(110℃ 이내)을 만족하는 고온용펌프를 사용하여야 한다.

### 4) 열교환기

가) 열교환기의 용량은 축열량을 고려하여 집열기의 집열열량(W/h)을 충분히 열교환할 수 있는 설계용량 이상의 용량이어야 한다.

나) 열교환기의 운전상태를 나타내는 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등

이상의 성능 확보) 및 압력계(부르동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능 확보)를 설치하여야 한다.

다) 열교환기의 명판에는 재질, 용량, 최고사용압력 및 온도, 제조자, 제조번호, 제조일자, AS연락처 등이 포함되어야 한다.

## 바. 배관

### 1) 열매체배관

가) 외부에서 유체를 공급하는 공급배관은 최상부까지 상향으로 설치하고, 내부에서 유출하는 환수배관은 하향으로 설치하여야 한다.

나) 집열기 헤더와 접속관은 용접, 링유니온, 메탈레버 조인트, 메탈 대 메탈 조인트로 연결하여야 하며, 집열기군-집열기군 등과 같은 접속배관에는 신축이음을 설치하여야 한다.

다) 모든 배관에는 배관명과 흐름방향을 표시하여야 하며, 집열기를 2병렬 이상으로 설치할 경우에는 각 배관을 구분하여 표시하여야 한다.

라) 배관시공은 외부노출시공은 원칙으로 하되, 부득이한 경우로 지중배관 연결시에는 방수재질로 이중관 처리를 하고 방수재질 내에 물이 고이지 않도록 하여야 한다.

마) 열손실을 최소화하기 위해 보온을 해야 하며, 누수가 없어야 하고, 배관 최하단에는 배수밸브를 설치하여야 한다.

바) STS관, 동관을 사용하여야 하며, 연결에 꺾이는 부분이 있는 경우에는 엘보우(또는 벤딩)를 사용하여야 한다.

사) 집열기 상부의 상태확인을 위한 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등이상의 성능 확보) 및 압력계(부르동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능 확보)를 설치하여야 한다.

아) 수평배관 설치시 반드시 지지대를 설치해야 하며, 지지대 간격은 아래의 표에 따른다.

배관 지름(mm)	20 이하	25~40	50	65~100	125 이상
지지대 최대 간격(m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

### 2) 냉수, 온수, 시수배관

가) STS관, 동관, 복합관을 사용하여야 한다. 다만, 복합관은 95℃까지 사용가능한 제품이어야 하고, STS주름관은 열처리된 제품을 사용하되 1m 간격으로 지지대를 설치하고 고정하여야 한다.

나) 외기온도가 영하로 떨어질 때에 대비하여 실외 시수관, 온수관의 동파에 대한 보호장치는 다음의 전열선 방식으로 한다.

○ 전열선 방식

실외배관에 전열선을 설치하여 실외배관을 가열하는 방식으로 배관내 온도가 4℃ 근방에서 전기를 흘려보내 배관을 가열하고, 10℃ 근방에서 차단하여야 한다. 전열선은 자동조절방식(Self Regulating)으로 20 W/m 이하의 성능을 가진 제품을 사용하여야 한다. 또한 전열선은 이중피막 방식으로 하여야 하며, 온수전용 전열선을 사용하여야 한다.

다) 그 밖의 사항은 “1) 열매체배관” 가), 다~바), 아)항을 따른다.

#### 사. 보온공사

1) 보온재 및 두께 기준은 건축기계설비공사 표준시방서(국토교통부)에 따른다. 다만, 기준 열손실율은 배관 : 25W/m 이하, 열교환기 및 축열조 : 30.4W/m이하를 만족해야 한다.

○ 보온재 두께 및 적용 (예시)

구 분	기준열손실율	허용 온도	보온두께(mm)			적용 가능 보온재
옥외 배관	25 W/m	110	관지름 (A)	15~40	50~125	○유리면 보온통 ○가교발포 PE보온재 ○EDPM 고무발포 보온재
			보온 두께	40 이상	50 이상	
축열조	30.4 W/m	90	100mm 이상			○유리면 보온판
			50mm 이상			○발포PE보온재, 고무발포 보온재
판형 열교환기	“	110	50mm 이상			○유리면 보온판 ○발포PE보온재, 폴리우레탄

#### 2) 보온시공 마감

가) 실내배관에는 매직테이프 등으로 이음새 없이 겹쳐 감아야 한다. 다만, 고무발포단열재를 실내배관에 시공할 경우에는 제외할 수 있다.

나) 실외배관 및 축열조, 판형열교환기는 실내마감 처리 후에 알루미늄판, (칼라)합석으로 케이싱 한 후, 빗물유입 방지를 위해 실리콘 등으로 이음새를 마감하여야 하며, 케이싱 마감부 등에 의한 부상 방지를 위해 예리한 돌출부가 없도록 하여야 한다.

다) 실내, 실외배관은 배관 지지가 용이하고 유지보수가 가능하며, 보행자에게 방해되지 않도록 설치하여야 한다.

#### 아. 제어장치

1) 제어장치는 육안확인 및 조작이 가능한 장소에 설치하고, 자동 및 수동운전이 가능하여야 하며, 설정온도에서 정상 작동이 되어야 한다.

2) 제어장치는 집열기 출구 및 축열조 상·하부의 온도를 표시하여야 하며, 온도조정이 용이하도록 설정이 가능하여야 한다.

3) 온도감지기는 가능한 외부의 조건의 영향(외부 온도감지시 전선보호관 설치)을 받지 않도록 집열기 출구부위와 축열조 상·하단부위에 설치하여야 한다. (다만, 이중자켓형 및 동코일 내장형은 열매체가 유입되는 부위와 동일 레벨의 축열조 내부온도를 측정할 수 있어야 한다)

4) 집열시스템의 과열을 방지하기 위해 적합한 방식(구조)을 갖추거나 과열방지장치(방열기, 고온온수방출시스템, 드레인백시스템, 차광막 등)를 설치하여야 한다.

5) 보일러와 축열조의 온수 분리장치

보일러의 온수와 축열조의 온수가 서로 교차하지 않도록 차단해주는 온수온도 감지의 자동으로 작동하는 3-way밸브 또는 2개 이상의 차단밸브를 설치하여야 한다.

## 자. 기 타

1) 주택용 태양열설비

가) 축열조의 온수를 급탕 우선으로 사용토록 하고, 급탕 사용에 영향을 주지 않는 잉여 열원이 있을 경우에 보조난방 열원으로 사용토록 시스템을 구성하여야 한다

나) 태양열 설비를 보조난방열원으로 사용하기 위하여 개방형 보일러에 연결할 경우에는 보일러 수위의 overflow가 되지 않도록 시스템을 구성하여야 하며, 순간식 보일러에 연결할 경우 열교환기를 사용하여야 한다.

다) 태양열설비는 보조열원이므로 설치후에도 난방용 보일러가 가동될 수 있음을 소비자에게 반드시 안내하여야 한다.

라) 축열조의 온수가 부하측으로 직접 공급될 경우 부하측 배관에 온도조절이 가능한 온수전용 믹싱밸브를 설치하여야 한다.

2) 명판

가) 모든 기기는 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항을 [별표 5]에 용도(온수전용 또는 난방보조용)를 표시하고 신·재생에너지 설비 명판 설치기준에 따라 명판을 제작하여 축열조 전면 등 육안 확인이 용이한 곳에 부착하여야 한다.

나) 태양열 집열기는 인증제품을 확인할 수 있도록 인증마크 및 인증표기 사항을 포함하여 부착하여야 한다.

3) 모니터링 설비

[별표 2] 『모니터링시스템 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

4) 운전교육

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

5) 안전사고 방지시설

가) 설비시공 및 설치확인, 유지보수시 안전사고 예방을 위한 작업공간(발판, 안전난간 등의 포함) 및 접근장치(계단, 사다리, 사다리차 등)를 확보하여야 한다. 다만, 안전성이 확보된 설비인 경우에는 제외할 수 있다.

나) 설치시에는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제45조를 준수하여 지붕위에서 작업하는 근로자의 안전에 항상 유의해야 한다.

## 4.2. 태양열설비(공기식) 시공기준

### 가. 공기식 태양열 집열기의 정의 및 분류

본 시공기준은 공기식 태양열 집열기 중 아래 두가지 방식에 대해 기술하며 이에 대한 정의 및 분류는 다음과 같다.

#### 1) 유창형 (glazed) :

태양열 집열 효율을 높이기 위해 공기식 태양열 집열패널 전면부 또는 상부에 유리, 폴리카보네이트 등과 같은 투명 부재를 부착하는 공기식 태양열 집열기

#### 2) 무창형 (unglazed) :

태양열 집열패널 자체에 있는 타공 부분이나 집열 패널의 하단부 개구부를 통해 유입되는 외부공기를 태양열로 가열하여 따뜻한 공기를 확보하는 형태의 공기식 태양열 집열기

### 나. 공기식 태양열 집열기

#### 1) 공기식 태양열 집열기

인증 받은 설비가 있는 경우 인증 받은 설비로 설치하여야 하며, 없는 경우 공인된 기관의 시험성적서(KS B ISO 9806)를 센터에 제출하는 경우 집열기를 사용할 수 있다.

#### 2) 공기식 태양열 집열기의 연결(고정)부위

연결부위 방식 및 지지대와의 체결은 “나. 지지대 및 부속자재”를 따른다.

#### 3) 집열면적

가) 사업계획서 상의 설계집열면적과 동일하여야 한다. 다만, 단위집열기당 면적에 따라 설계집열면적과 동일하게 설치할 수 없을 경우에 한하여 설계집열면적의 110% 이내까지 가능하다.

나) 건물 및 난방이 요구되는 공간의 규모를 고려하여 적절한 집열면적을 산정해야 한다.

#### 4) 내부 상태

유창형의 경우 정상부하로 가동 시에는 습기 및 결로현상, 집열기 내에 스모그현상(Outgassing)이 없어야 한다.

#### 5) 재질

가) 외부에 직접 노출되는 금속집열판은 용융아연도금강판 또는 동등 이상 부식에 강한 재료를 사용하여야 하며, 용접 부위는 방식처리를 하여야 한다.

나) 건축외장재로 적용되는 금속패널의 최소 두께는 0.4mm 이어야 한다.

다) 모서리, 턱, 처마 등에 설치된 후레싱은 집열패널과 동일한 자재로 마감하여야 한다.

라) 유창형에 사용하는 투명재는 KS B ISO 9806의 양압 또는 음압에 의한 기계적 부하 및 내충격 시험 기준을 만족하여야 한다. 단, 투명재 중 폴리카보네이트의 경우 KS M 3056 및 ASTM D256의 샤르피 충격강도시험을 통해 기계적 강도를 입증할 수 있는 시험성적서를 보유한 제품을 사용하여야 한다.

마) 태양열 집열판의 도장은 열흡수율이 높고 방사율이 낮으며 내후성이 우수하여야 한다.

바) 집열기를 건물의 외피에 직접 부착하는 경우 사용되는 스크류볼트는 다음 각 호의 내식성 재료로 된 제품을 사용하여야 한다.

- ① 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강
- ② 스테인레스 스틸(STS)
- ③ 알루미늄합금

#### 6) 일조시간

음영이 전혀 없는 일조시간이 1일 4시간(동계(12~2월) 기준)이상이어야 한다. 다만, 전 기줄, 피뢰침, 안테나 등 경미한 음영은 장애물로 보지 아니한다.

#### 7) 설치

가) 공기식 태양열설비를 건물의 지붕, 외벽, 조립식패널·목조 구조물, 컨테이너 등에 설치하고자 할 경우에는 건물 구조체에 직접 고정하여야 한다. 다만, 건축물의 특성상 건물 구조체에 공기식 태양열설비를 직접 고정하기가 불가능한 경우에 한하여, 해당 설비(공기식 태양열 설비 지지대, 공기식 태양열설비 지지대가 건축물 등에 고정되는 부분 등을 포함한 전체 설비)가 현행 건축구조기준(국토교통부고시)에 따라 안전성 및 적정성을 확보하였음을 건축구조기술사 또는 토목구조기술사로 부터 확인을 받아 설치할 수 있다.

나) 공기식 태양열설비를 건물(주택 포함) 상부에 설치할 경우 공기식 태양열설비의 눈·얼음이 보행자에게 낙하하는 것을 방지하기 위하여 공기식 태양열설비의 수평 투영면적 전체가 건물의 외벽 마감선을 벗어나지 않도록 한다.

다) 공기식 태양열 집열기를 건물의 벽체나 지붕의 외장재로 일체화하여 적용하는 경우 입면에 가해지는 풍압 등 외력에 견딜 수 있도록 공기식 태양열 집열기를 건물에 결합할 때 지붕의 중도리, 벽체의 샅기둥 등과 같은 지지 구조재를 1,000mm 이하 간격으로 설치한다.

라) 공기식 태양열설비 중 유창형으로 유리를 적용할 때 안전성에 관련된 사항은 건축 공사표준시방서의 '21000. 유리공사' 기준에 따른다.

마) 건축물의 외벽에 공기식 태양열 집열기를 부착하는 경우 안전성에 관련된 사항은 건축공사표준시방서 '14000. 외벽공사' 기준에 따른다.

바) 공기식 태양열 집열기를 별도의 구조물을 이용하여 설치하는 경우 집열기 이외의 설치방법은 '다. 지지대 및 부속자재'내용을 기준으로 한다.

사) 공기식 태양열설비의 공기(외기) 유입구 이외 다른 곳에서 외기가 유입되지 않도록 건물과의 결합부분은 기밀하게 하여야 한다.

#### 다. 지지대 및 부속자재

##### 1) 설치상태

가) 공기식 태양열 집열기를 별도의 구조물에 설치하기 위해 사용하는 시설물인 지지대는 자중, 적재하중, 적설하중, 풍하중 등을 포함한 구조하중 및 기타의 진동과 충

격에 대하여 안전한 구조이어야 한다.

- 나) 공기식 태양열설비 지지대 설치 시에는 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 하여야 하며, 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 조립하여야 한다.

## 2) 지지대, 연결부, 기초(용접부위 포함)

- 가) 공기식 태양열 집열기 지지대는 다음 각 호의 재질로 제작하여야 한다. 지지대간 연결 및 집열기-지지대 연결은 가능한 볼트와 너트로 체결하되, 절단가공 및 용접 부위(도금처리제품 한정)는 용융아연도금처리를 하거나 에폭시-아연페인트를 2회이상 도포하여야 한다.

- ① 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강
- ② 스테인레스 스틸(STS)
- ③ 알루미늄합금
- ④ ①호부터 ③호까지 동등이상 성능(인장강도, 항복강도, 압축강도, 내구성 등)을 가지는 재질로서 KS인증 대상제품인 경우, KS인증서 및 시험성적서, KS인증 대상제품이 아닌 경우에는 동 성능 이상임을 명시한 국가 공인시험기관의 시험성적서(KOLAS 인정마크 표시)를 센터로 제출·담당자 확인을 거친 것. 단, 해당재질로 집열기 지지대를 설치하는 경우, 건축 또는 토목 구조기술사로부터 연결부위를 포함하여 풍하중, 적설하중 등 구조하중에 견딜 수 있는 구조임을 확인받아 설치확인 신청 시 센터에 제출하여야 한다.

- 나) 지지대는 '나'의 7)항 및 '다'의 1)항에 따라 건축물 또는 구조물에 고정하며, 앵커볼트로 고정할 경우에는 볼트 캡을 부착하여야 한다.

- 다) 응력 하에서 서로 상이한 열팽창 계수 또는 연신율을 갖는 재료를 사용하는 경우, 적절한 유연성 및 연신율을 고려해야 한다.

## 3) 체결용 볼트, 너트, 와셔(볼트캡 포함)

- 가) 용융아연도금 또는 STS, 알루미늄합금 재질(볼트캡은 플라스틱 재질도 가능)로 하고, 볼트규격에 맞는 스프링와셔 또는 풀림방지너트로 체결하여야 한다.

## 라. 관련부품 및 기기

### 1) 유창형 배기구 (vent)

- 가) 하절기 유창형 공기식 태양열 집열기 내부의 가열된 공기를 외부로 배출하기 위해 배기구를 설치하여야 한다.

- 나) 하절기용 배기구는 일정한 설정온도에서 개방되도록 하여야 한다.

- 다) 빗물이 유입되지 않는 구조로 하여야 한다.

- 라) 댐퍼 등을 이용하여 하절기 공기식 태양열설비에서 가열된 공기가 실내로 유입되지 않도록 하여야 한다.

### 2) 흡입팬

가) 집열기에서 생성된 가열 공기는 적정 용량의 팬으로 흡입하여야 한다.

나) 팬의 용량은 집열기 면적에 따라  $20 \text{ CMH/m}^2 \sim 128 \text{ CMH/m}^2$  범위에서 필요 풍량에 따라 설계하여 적용한다.

#### 마. 덕트

덕트에 대한 부분은 건축기계설비공사 표준시방서에 따른다.

#### 바. 제어장치

- 1) 제어장치는 육안확인 및 조작이 가능한 장소에 설치하고, 자동 및 수동운전이 가능하여야 하며, 설정온도에서 정상 작동이 되어야 한다.
- 2) 패널내부의 온도를 표시하여야 하며, 집열 시스템의 작동온도 설정이 가능하여야 한다.
- 3) 온도감지기는 가능한 외부 조건의 영향(외부 온도감지시 전선보호관 설치)을 받지 않도록 공기식 태양열 집열기 출구부위에 설치하여야 한다.
- 4) 하절기 공기식 태양열설비 내부의 과열을 방지하기 위한 배기장치는 온도에 의한 제어가 가능하여야 한다.

#### 사. 기 타

##### 1) 모니터링 설비

[별표 2] 『모니터링시스템 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

##### 2) 명판

모든 기기의 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항은 [별표 5] 신·재생에너지 설비 명판 설치기준에 따라 명판에 표시하고, 명판은 공기식 태양열 집열기 측면 등 육안 확인이 용이한 곳에 부착하여야 한다.

##### 3) 운전교육

가) 전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전매뉴얼을 제공하여야 하며 운전교육을 실시하여야 한다.

나) 공기식 태양열설비는 보조열원이므로 설치 후에도 난방장치가 가동될 수 있음을 소비자에게 안내하여야 한다.

##### 4) 안전사고 방지시설

가) 설비시공 및 설치확인, 유지보수시 안전사고 예방을 위한 작업공간(발판, 안전난간 등의 포함) 및 접근장치(계단, 사다리, 사다리차 등)를 확보하여야 한다.

나) 설치시에는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제45조를 준수하여 지붕위에서 작업하는 근로자의 안전에 항상 유의해야 한다.



## 5. 지열에너지설비 시공기준

### 가. 지중 열교환기의 정의 및 분류

본 시공기준에서는 여러 가지 방식의 지중 열교환기 중에서 네 가지 방식에 대해 기술하며 이에 대한 정의 및 분류는 다음과 같다.

- 1) 수직밀폐형은 지중에 수직으로 보어홀을 천공하고 지중열교환기를 설치하는 방식을 말한다.
- 2) 지중수평형은 지중에 수평으로 트렌치를 설치하고 지중열교환기를 설치하는 방식을 말한다.
- 3) 에너지파일형은 건축물의 기초말뚝에 지중열교환기를 설치하는 방식을 말한다.
- 4) 스탠딩컬럼웰형은 수직으로 지열우물공을 설치하고 지열우물공으로부터 지하수를 취수하여 열교환을 한 후 지하수를 다시 동일한 지열우물공으로 주입하는 방식을 말한다.

### 나. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 설치계획서 또는 지열이용검토서(이하 “설계도”라 한다)의 보어홀 깊이·직경·간격을 준수하여 천공하되, 보어홀 깊이는 트렌치 바닥부터 산정하여야 한다. 천공시, 보어홀 상단부의 붕괴를 방지하기 위해 지면에서 지하 암반층 출현 지점까지 케이싱을 삽입하여야 한다. 천공완료 후 케이싱을 제거하지 않을 경우 지표수가 유입되지 않도록 조치하여야 한다.
- 2) 보어홀 그라우팅 재료로 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 혼합물 등의 열전도도는 [첨부 1]에 따른다.

가) 현장 반입시 벤토나이트는 25kg 종이백(지대백), 열축진제 중 하나인 실리카 샌드는 톤백(ton bag)으로 포장하고, 벤토나이트 포장지에는 제품명과 혼합비 등을 표기하며, 열축진제 중 하나인 실리카 샌드는 산지, 모델명, 입도 등을 표기한다. 표기 방법은 [첨부 1]의 표기법을 따른다.

나) 이동중 충분리가 되지 않는 혼합제품으로, 분리 포장 등이 어려운 경우에는 위원회 심의를 통해 표기방법 등을 별도로 지정할 수 있다.

- 3) 그라우팅 재료 시험성적서는 발급일로부터 1년간 유효하며, 유효기간이 만료된 시험성적서는 유효기간 다음날 사전공고 없이 폐기되어야 한다.
- 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 작업

가) 이송펌프, 트레미 파이프(Tremie Pipe) 등은 전용장비를 이용하여야 한다.

나) 트레미 파이프는 보어홀 최하단부에 설치한 후 올리면서 그라우팅 재료를 주입하여야 하며, 침하되는 부분을 보충하여야 한다.

7) 공동대 등 지하수 다량유출 구간에서 주입재 유실로 정상적인 그라우팅이 어려운 경우 해당구간을 자갈 등의 채움재로 충전할 수 있으며, 지표면 1m 깊이까지 벤토나이트 그라우팅을 하여야 한다.

8) 지중열교환기

가) KS 품질기준 이상의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 파이프를 사용하고, 열융착법으로 연결하여야 한다.

나) 열간섭 최소화를 위해 유입·유출관 간격이 일정하게 유지되는 제품을 사용하거나, 적절한 간격으로 스페이서를 부착하여야 한다. 다만, 지열이용검토서의 열교환기 유입·유출관을 “붙임(‘Close Together’선택 또는 ‘간격 0m’입력)”간격으로 설계한 경우는 예외로 한다.

9) 시공자는 보어홀 내 삽입 후·되메우기 전·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 배관 누수여부 확인을 위하여 최고 사용압력의 1.5배(최소 0.6MPa(6kg/cm<sup>2</sup>)) 이상의 압력으로 30분 이상 수압시험을 실시하여 ‘수압시험결과 자체기록서’를 작성하고, 설치확인 신청시 해당 기록서를 제출하여야 한다.

10) 지중순환수로 물과 에틸알코올 또는 프로필렌글리콜을 혼합하여 사용해야 하며, 혼합 비율은 동결점이 -6℃ 이하가 되도록 하여야 한다. 지중순환수의 종류·특성·혼합비 등을 설계도서에서 명시해야 하며, 시공 시 지중순환수의 설계 비율을 준수하여 주입하여야 한다.

11) 트렌치 배관은 지중매설물 및 조경수 등을 고려하여 해당지역의 동결심도 이하의 깊이 매설하여야 한다.

12) 균일 유량 분배를 위해 지중열교환기를 역환수배관(Reverse return) 방식으로 설치하거나 또는 정유량 밸브를 설치하여야 한다.

**다. 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 ‘도로법 제2조 제1항’에서 정의하는 도로를 칭한다.

- 2) 지중열교환기 및 트렌치 배관은 지중매설물 및 조정수 등을 고려하여 해당지역의 동결심도 이하의 깊이에 매설하여야 하며, 주변 구조물의 변형, 주변 지반 침하 등 지중열교환기 설치에 따른 주변 영향을 검토하여야 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) 시공자는 되메우기 전·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력에서 30분 이상 수압시험을 실시하여 이상이 없음을 확인하여야 하며, 설치확인 신청 시, '수압시험결과 자체기록서'를 제출하여야 한다.
- 6) 지중순환수로 물과 에틸알코올 또는 프로필렌글리콜을 혼합하여 사용해야 하며, 혼합비율은 동결점이  $-6^{\circ}\text{C}$  이하가 되도록 하여야 한다. 지중순환수의 종류·특성·혼합비 등을 설계도서에 명시해야 하며, 시공 시 지중순환수의 설계 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 7) 균일 유량 분배를 위해 지중수평형 지중열교환기를 역회수 배관방식으로 설치하거나 또는 정유량 밸브를 설치하여야 한다.

#### 라. 에너지파일형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 설계 도면을 준수하여 시공하되, 파일 두부(선단) 정리가 완료된 지점부터 지중열교환기 파이프 끝단까지를 지열파일의 깊이로 한다.
- 2) 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.
- 3) 지열파일 그라우트로 시멘트와 혼화제 혼합물 등을 사용하여야 하며, 방수성, 건조수축성, 열전도도 등 물성치 자료를 제출하여야 한다. 시공 시 설계 혼합 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 4) 그라우팅 작업은 이송펌프, 트레미 파이프 등 전용장비를 이용하여 지열파일 최하단부터 올라오면서 채워야 하며, 침하되는 부분을 필히 보충하여야 한다.
- 5) 지중열교환기는 고밀도 폴리에틸렌 파이프를 사용하여야 하며, 지중순환수의 누수 방지를 위해 열융착법으로 연결하여야 한다.
- 6) 시공자는 지열파일 내 삽입 후·콘크리트 타설 전·기계실 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 최고 사용압력의 1.5배 이상의 압력에서 30분 이상 수압시험을 실시하여

이상이 없음을 확인하여야 하며, 설치확인 신청 시, '수압시험결과 자체기록서'를 제출하여야 한다.

- 7) 지중순환수로 물과 에틸알코올 또는 프로필렌글리콜을 혼합하여 사용해야 하며, 혼합 비율은 동결점이  $-6^{\circ}\text{C}$  이하가 되도록 하여야 한다. 지중순환수의 종류·특성·혼합비 등을 설계도서에 명시해야 하며, 시공 시 지중순환수의 설계 비율을 준수하여 주입하여야 한다.
- 8) 균일 유량 분배를 위해 역환수배관 방식으로 설치하거나 또는 정유량 밸브를 설치하여야 한다.

#### 마. 스탠딩컬럼웰형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 지하수법 제27조에 따른 지하수 영향조사 기관에서 '지하수 영향조사'를 실시하여야 한다.
- 2) 스탠딩컬럼웰형 지중 열전도도 시험 수행 전 「지하수법 시행령」 제30조(수질검사전 문기관 등)의 지하수 수질검사전문기관이 수질을 검사하여야 하며, 「지하수법」 제20조(수질검사 등), 「지하수법 시행령」 제31조(수질검사의 항목 등) 제2항 환경분야 시험·검사 등에 관한 법률 제6조 제1항 제5호 생활용수 기준을 만족하여야 한다.
- 3) 지열우물공 오염방지시설(밀폐식 상부보호시설, 수위측정공 등) 및 지중시설(직경 등) 설치시 「지하수법 시행규칙」 별표2(지하수개발·이용시설의 표준도), 별표5(지하수 냉난방에너지원 시설의 설치기준) 및 「지하수의 수질보전 등에 관한 규칙」 별표1(지하수 오염방지시설의 설치기준) 등을 준수하고, 보호시설의 상단부에 식별이 용이하고 지워지지 않는 방법으로 “지열우물공” 표식을 하여야 한다.
- 4) 설계도의 지열우물공 깊이 및 간격을 준수하여 시공하되, 지열우물공의 깊이는 시스템 정상 운전시 유지되는 지하수 자연수위부터 지하 유공관 최하단부, 내부케이싱 미설치시 자연수위부터 환수관 최하단부 까지로 한다.
- 5) 지열우물공 시공 시 표토층부터 암반도달층 1m 이하로 케이싱을 설치하여야 한다. 이때 케이싱 외벽에서 50 mm 이상의 두께로 그라우팅을 실시하여야 한다.
- 6) 그라우팅 재료로 체적분율 3%의 벤토나이트를 함유한 시멘트 혼합물을 기준으로 하고 급결재도 사용할 수 있다. 다만, 물과 시멘트 혼합물의 중량 비를 1:2(물:혼합물)로 하여 최대한 수축을 방지하여야 한다. 시공자는 설계 시 혼합비율을 준수하여 케이싱 하부부터 채워야 한다.
- 7) 지하수위를 측정하기 위해 지열우물공 또는 관측공(지열우물공으로부터 50m 이내) 내에 수동 또는 자동으로 수위를 측정할 수 있는 관측장치를 설치하여야 한다.
- 8) 내부케이싱 삽입 전, 에어서징(Air Surging) 방법 등으로 지열우물공 내부를 청소한다.

- 9) 지열우물공내에 지하수 공급·환수공간을 분리시키는 배관은 STS관, 수도용 PVC파이프, PE관 등 지하수 수질을 오염시키지 않는 재료의 제품을 사용하여야하며, 공급·환수공간 내에 지중순환수의 흐름을 방해할 수 있는 충전재 등을 채워서는 안 된다.
- 10) 9)항의 분리배관은 지열우물공 최하단으로부터 지열우물공 깊이의 3% 이내까지 설치하여야 한다.
- 11) 지열우물공의 지하수 수질항목 및 검사의 주기 등은 지하수법 제20조를 따른다.
- 12) 두 개 이상의 지열우물공 설치 시, 지질특성, 용량 등을 고려하여 우물공 사이의 거리를 두어야 한다.
- 13) 지하수 공급·환수관은 KS 품질기준 이상의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 파이프를 사용하여야 하며, 지열우물공 내에 삽입되는 파이프는 기밀성이 유지되는 연결방법을 적용하여야 한다. 또한 환수관 끝단은 안정수위 보다 아래에 있어야 한다.
- 14) 스탠딩컬럼웰형의 경우, 지하수 온도가 설계온도보다 증가하거나 하락할 경우, 배관 내 지하수 블리딩을 위한 시스템을(배관 및 밸브 등) 설치하여야 하며, 블리딩량은 순환지하수량 또는 지하수영향조사의 1일 적정 취수량 중 작은량의 20% 이내로 한다. 또한 공급관과 환수관의 적정 위치에 순환유량과 블리딩량 확인을 위한 유량계와 온도계를 각각 설치하여야 한다.
- 15) 심정펌프에 이물질 여과망을 구비하고, 지하수 안정수위보다 10m 이상 깊은 지점에 설치하여야 한다.
- 16) 중간 열교환기 전에 모래 등 이물질을 여과하는 장치를 설치하여야 하며, 지하수 수질검사 결과 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg) 등 스케일을 형성하는 성분이 KS I 3003:2008 "냉동·공조용 냉각수 수질 기준"을 초과할 경우 수처리장치를 설치하여야 한다.
- 17) 지열우물공 내부에 파쇄대 또는 연약지반 등 공 붕괴 가능성이 있는 경우 이를 방지하기 위한 보강 공사를 사전에 수행해야 한다.
- 18) 시공자는 지중 배관을 되메우기 전에 열융착 및 기계식 열원부 배관 작업 완료 후 각각에 대하여 배관 누수여부 확인을 위하여 최고 사용압력의 1.5배(최소 0.6MPa(6kg/cm<sup>2</sup>)) 이상의 압력으로 30분 이상 수압시험을 실시하여 '수압시험결과 자체기록서'를 작성하고, 설치확인 신청시 해당 기록서를 제출하여야 한다.
- 19) 트렌치 배관은 지중매설물 및 조경수 등을 고려하여 해당지역의 동결심도 이하의 깊이 매설하여야 한다.

#### 바. 배제시설

지중열교환기 공사 중 빗물이나 지상 오염물질이 지하로 침투하지 않도록 다음의 배

제시설을 설치하여야 한다.

- 1) 수직밀폐형 : 보어홀 덮개 및 빗물 배수로
- 2) 지중수평형 : 빗물 배수로
- 3) 에너지과일형 : 두부 덮개 및 빗물 배수로
- 4) 스탠딩컬럼웰형 : 지열우물공 밀폐장치 및 빗물 배수로

#### 사. 지열열펌프 유닛

##### 1) 사양

인증받은 설비를 설치하여야 한다. 다만, 인증대상설비가 아닌 경우에는 “KS B 8292~8294”에 따라 최소성능기준(COP) 등을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 센터로 제출하고, 위원회 심의를 거쳐 센터의 장이 인정할 경우 사용할 수 있다.

##### 2) 지열열펌프 유닛 감쇄 장치

지열열펌프는 압축기의 진동을 감쇄시키기 위해 콘크리트 기초위에 앵커볼트 고정 및 방진설비(10mm 이상의 방진고무 또는 방진스프링)을 설치하여야 한다. 바닥설치형이 아닌 경우 철제구조물(앵커볼트·방진설비 포함)에 설치하여야 한다.

##### 3) 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.

##### 4) 압축기 오일히터

압축기에는 오일히터나 오일포밍 방지장치를 장착하여야 한다.

##### 5) 지열열펌프 유닛의 냉매 배관 길이

지열열펌프 유닛의 냉매 배관 길이는 신재생에너지 설비 인증서(인증을 위한 시험성적서)에 기재된 냉매배관 길이 이하로 설치하여야 한다.

##### 6) 안전장치

###### 가) 냉매압력 이상 시

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

###### 나) 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.

다) 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.

라) 압축기 토출 냉매온도 이상 시

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

마) 투입전원 역상 및 결상 시

투입전원이 역상 및 결상으로 설치될 경우 자동으로 전원을 차단하여 압축기를 보호할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

바) 과전류 발생 시

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

사) 육안확인 및 경고장치

‘가)~바) 항’의 이상 발생시 육안확인이 가능한 조명등 또는 경보장치가 설치되어야 한다.

아. 관련부품 및 기기

1) 설치상태

지열열펌프 유닛 및 탱크류 등은 실내(또는 기계실)에 설치하여야 한다. 실외설치가 불가피할 경우 조립식패널 구조물 등을 설치하여 빗물침투를 막아야 하며, 열원측 배관의 동파 및 열교환기 열손실 방지를 위해 보온하여야 한다.

2) 팽창탱크

배관 내부의 지중순환수 온도변화의 체적변화에 따른 배관 파손을 방지를 위해 열원측 및 부하측 배관의 순환펌프 흡입측에 적정한 용량의 팽창탱크를 설치하여야 하며, 순환펌프 기동 시 대기압 이상을 유지할 수 있어야 한다.

3) 순환펌프

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

나) 열원측 및 부하측 순환펌프의 흡입측에 스트레이너를 설치하여야 한다.

다) 순환펌프는 볼트/너트로 지지대 또는 바닥에 흔들림없이 고정하여야 한다.

라) 고효율인증 또는 KS 품질기준 이상의 제품을 사용하여야 하며, 해당 용량에 인증제품이 없는 경우에는 EM마크 또는 KC인증 제품을 사용하여야 한다. 단, 설비용량이 17.5kW 이하인 경우에는 CE마크를 득한 제품을 사용할 수 있다.

4) 밸브류

가) 밸브는 배관 구경이 50A 이하일 경우 나사접속형 또는 플랜지 접속형으로, 50A 이상일 경우 플랜지 접속형으로 설치하여야 한다. 동파방지를 위해 전체 배관에서 가

장 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. 다만, 전동밸브에 수동개폐장치가 설치되어 있을 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 설치하여야 한다.

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

#### 5) 온도계, 압력계

부하측 및 열원측 공급·환수관에 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등이상의 성능 확보) 및 압력계(부르동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능 확보)를 설치하여야 한다.

#### 자. 배관

1) 고정철물, 지지철물, 인서트 등은 워터해머, 신축 응력관의 자중 등에 대해 충분히 견딜 수 있어야 하며, 단단히 고정하고, STS주름관 이외의 주름관은 사용할 수 없다.

2) STS관, 동관을 사용하여야 하며, 꺾이는 부분이 있는 경우에는 엘보(또는 벤딩)를 사용하여야 한다. 다만, STS주름관은 열처리된 제품을 실내 전용으로 사용하되 1m 간격으로 지지대를 설치하고 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 흡입 배관에는 스트레이너를 설치하여야 한다.

6) 기계실 배관은 탱크(버퍼탱크, 축열탱크 등) 또는 헤더(분배기 등)가 있는 경우 지열열펌프 유닛으로부터 유닛에서 가까운 탱크나 헤더까지의 연결부위를 적용범위로 한다.

7) 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.

8) 동등이상의 시방서가 존재하는 경우 해당 시방서를 준용하여 시공할 수 있다.



## 차. 보온공사

### 1) 보온재 및 두께 기준

배관·탱크의 보온재 및 두께 기준은 “4. 태양열설비 시공기준” 바항을 따른다.

### 2) 배관 마감

가) 실내 배관에는 매직테이프 등으로 이음새 없이 겹쳐 감아야 한다. 다만, 고무발포단열재를 실내배관에 시공할 경우에는 제외할 수 있다.

나) 실외배관 및 축열조, 판형열교환기는 실내 마감 처리 후에 알루미늄판, (칼라)합석으로 케이싱 한 후, 빗물유입 방지를 위해 실리콘 등으로 이음새를 마감하여야 하며, 케이싱 마감부 등에 의한 부상 방지를 위해 예리한 돌출부가 없도록 하여야 한다.

3) 동등이상의 시방서가 존재하는 경우 해당 시방서를 준용하여 시공할 수 있다.

## 카. 기타

### 1) 명판

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

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

### 2) 설치용량

지열열펌프 시스템의 설치용량은 설치되는 지열열펌프 유닛의 총 정미능력(신재생에너지 설비 인증서)을 기준으로 한다.

### 3) 가동상태

#### 가) 시운전

설치확인 시 시스템의 난방운전 또는 냉방운전에 대한 운전이 정상적으로 작동하는지 확인하며, 최초 난방기 또는 냉방기의 실제 작동에 대한 각각 12시간의 운전자료(열량, 시스템 전력, 열원측 및 부하측 EWT(Entering Water Temperature), 유량 등)를 설치확인 신청 시 제출한다. 다만, 모니터링 대상이 아닌 설비(175kW미만)는 시스템 전력, 열원측 및 부하측 EWT를 제출한다.

#### 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

모니터링 설비는 [별표 2] 『모니터링 설비 설치기준』에 따른다.

5) 운전교육

전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전 교육을 실시하여야 한다.

6) 보조(Back-Up)설비 여부

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

7) 지중열교환기 깊이 및 길이 확인

가) 보어홀 천공(수직밀폐형), 트렌치 굴착(지중수평형), 지열파일 설치(에너지파일형), 지열우물공 굴착(스탠딩컬럼웰형)이 완료된 직후 센터의 장에게 깊이 및 길이에 대한 측정(이하 “천공확인”)을 신청하여야 한다. 다만, [별표 4] 신·재생에너지 설비 설치 확인기준에 따라 자체지열천공확인보고서를 센터로 제출할 경우 천공확인을 생략할 수 있다.

나) 신청자는 센터로부터 천공확인에 대해 적합 판정을 받은 후 설비설치를 시작하여야 하며, 설비설치 완료 후 설치확인 신청을 하여야 한다. 다만, 센터로부터 설계도를 재검토 받을 경우 재검토 승인 후 천공확인을 신청하여야 한다.

다) 자체지열 천공확인 하는 경우

다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 자체지열 천공확인이 가능하며, 이 경우 천공확인 신청시 [별지 제26호 서식]의 「자체지열 천공확인 보고서」를 제출하여야 한다. 천공확인시 라)항의 기준을 적용할 수 있다.

- ① 책임감리기관 또는 상주 시공감리기관
- ② 소유자 및 참여기업(주택지원사업)
- ③ 지방자치단체장(지역지원사업)

라) 센터가 천공확인 하는 경우

① 수직밀폐형 보어홀 및 에너지파일형 지열파일 확인 기준

- 모든 천공(파일 설치)의 완료 후 센터를 통해 다음 표와 같이 샘플 확인을 실시한다.

보어홀(지열파일) 개수	샘플 수	비고
100개 이상	총 보어홀(지열파일)수의 10%	소수점 이하는 반올림 (최소 20개 이상 최대 50 확인)
100개 미만 ~ 30개 이상	총 보어홀(지열파일)수의 20%	소수점 이하는 반올림 (최소 10개 이상 확인)
30개 미만 ~ 10개 이상	총 보어홀(지열파일)수의 30%	소수점 이하는 반올림 (최소 5개 이상 확인)
10개 미만	총 보어홀(지열파일)수의 50%	소수점 이하는 반올림 (최소 2개 이상 확인)

- 샘플 확인 홀 중, 1개 이상의 홀이 부적합할 경우, 설계 깊이 이상으로 천공하거나 분리 천공 시공 후 전체 홀에 대해 천공확인을 재실시하여 이상이 없어야 한다.

- 분리 천공은 불가피한 경우에 한하여 총 천공수의 10%이내, 다만, 20홀 이하는 2홀 이내로 허용하며, 분리 천공한 홀의 천공 깊이 합은 당초 설계깊이 이상이 되어야 하며, 각 홀의 천공깊이는 설계치의 40%이상으로 분리공수 2개 이내로 천공한다.

② 지중수평형 트렌치 확인 기준

- 각 트렌치 별로 지중열교환기 설치 완료 후 설치 사진을 찍어 지중 공사 완료 후 센터에 제출한다. 센터는 서류 확인 후 이상이 없을 경우 천공확인을 생략한다.
- 사진에는 설치 깊이 및 트렌치 길이 등을 알 수 있도록 줄자 등을 설치하여 사진을 찍어야 하며, 슬린키형의 경우 피치 및 반경 등을 확인할 수 있도록 해야 한다.

③ 스탠딩컬럼웰형 지열우물공 확인 기준

- 모든 우물공의 천공 완료 후 센터를 통해 모든 공에 대한 확인을 실시한다.
- 분리 천공은 불가피한 경우에 한하여 총 천공수의 20%이내, 다만, 10홀 이하는 2홀 이내로 허용하며, 분리 천공한 홀의 천공 깊이 합은 당초 설계깊이 이상이 되어야 하며, 각 홀의 천공깊이는 설계치의 40%이상으로 분리공수 2개 이내로 천공한다.

마) 지중열교환기 깊이 및 길이 확인 등, 천공확인 적용 시점은 지열 설비현장의 특수성 등을 감안하여 예외적으로 적용할 수 있다.

바) 유량불균일 분포 및 흐름을 방지하기 위해, 분리 천공한 홀은 서로 직렬연결을 하여 각 천공홀의 길이가 동일하게 설치되도록 하여야 한다.

8) 지열시스템 철거시 사후조치

수직밀폐형, 지중수평형 및 에너지파일형 지열시스템을 철거할 때에는 지중열교환기 파이프 내부의 지중순환수를 전량 회수한 후 청소하여야 한다.

[첨부 1] 순수 벤토나이트 및 벤토나이트 열축진제 혼합물 등의 열전도도

**순수 벤토나이트 및 벤토나이트-열축진제 혼합물 등의 열전도도**

---

1) 순수 벤토나이트 및 벤토나이트-열축진제 혼합물 등의 열전도도

가) 열전도도 시험은 ASTM D 5334-14 규격에서 정한 기준에 따라 국내시험기관에서 발급한 시험성적서를 센터의 장에게 제출하여야 한다.

## 순수 벤토나이트 및 벤토나이트-열촉진제 혼합물의 포장 표기법

---

- 1) 실리카 샌드는 KS D 2120 ‘주형용 산사 및 규사’에 의거 입도 및 성분을 분석하여야 하며, 제품별 표기법은 다음과 같다.

가) 벤토나이트 표기방법

제조사(판매사)	
제품명	
혼합비	

나) 실리카 샌드 표기방법

제조사(판매사)	
산지	도. 군. 면
모델명	
호별(종별)	

## 6. 풍력설비 시공기준

### 가. 설치위치

- 1) 돌풍성의 풍력을 제외한 양질의 충분한 풍력자원이 있는 곳에 설치하여야 한다.
- 2) 주변에 풍속에 방해가 되는 풍력설비보다 높은 건물 및 나무 등이 없는 곳에 설치하여야 한다.
- 3) 주변의 시설이나 도로, 민가, 축사 등이 풍력타워의 넘어짐에 의해 영향을 받지 않도록 충분한 이격거리를 확보하여야 한다.

### 4) 소형풍력설비

가) 풍력발전기 설치장소 주변 이격거리를 확보하여, 소음, 진동 등의 민원발생 방지

1) 이격거리는 풍력설비가 설치된 지점으로부터 시스템 높이의 2배이상으로 한다.

2) 시스템의 높이는 아래와 같다

- ① 수직형 : 허브높이 + 블레이드 높이
- ② 수평형 : 허브높이 + 1/2 회전자직경

나) 가)항에 따른 이격거리 내에 있는 모든 주택 일반건물 등에 대하여 주민동의서를 받음

다) 설치예정지역의 기상탑 데이터 또는 풍력자원 전산모사 등 기타 데이터를 근거로 하여 연평균 4.5m/s이상의 풍속이 확인되는 지역으로 전문위원회(현장평가 포함)에서 적합여부가 확인된 지역에만 설치함.

#### 기상탑 설치관련 가이드라인

- ① 설치대수(2km이내) : 기상탑 1대 설치
- ② 실측조사 기간 : 계절적인 변동성을 고려하여 최소 1년이상
- ③ 실측높이 설정 : 기상탑 1대로 3개(10m, 15m, 20m) 대표지점에서 실측

#### 풍력자원 전산모사 예시

- 전문기관이 지형 및 장애물의 영향을 고려하여 검증된 전산프로그램(CFD 유동해석)으로 분석한 결과

#### 기타 데이터 예시

- 인근지역 소형풍력 연간발전량 등을 통한 데이터
- 업체에서 제시한 데이터

## 나. 기초 및 타워 시설

### 1) 설치상태

- 가) 바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있도록 설치하여야 한다. 타워는 발전기의 운전 중에 과도한 떨림이나 진동이 없도록 충분한 구조적 강도를 가져야 한다.
- 나) 모든 볼트조립은 규정된 토크로 체결하고, 조립 후에 접합부 등에 빈틈이나 휨 등의 손상이 없어야 하며, 최상단부의 수평레벨을 맞추어야 한다.
- 다) 풍력발전기의 요잉장치 등에 영향이 없도록 수평을 맞추어야 하며 양생된 콘크리트 기초에는 크랙(crack) 등의 구조적 결함이 없어야 한다.
- 라) 기초는 충분한 지내력을 갖는 지질구조위에 설치되어야 하며, 장기간의 운전에도 지반침하가 발생하지 않아야 한다.
- 마) 타워의 높이는 회전하는 날개에 의해 지상의 사람이나 시설 등에 손상을 입히지 않도록 충분히 높아야 한다.

### 2) 타워 연결부, 기초부(용접부위 포함)

- 가) 기초 및 타워 시설 제작 시 형강류 및 기초지지대에 포함된 철판부위는 용융아연도금 처리 또는 동등이상의 녹방지 처리를 하여야 하며, 용접부위는 방식처리를 하여야 한다.
- 나) 소형풍력설비  
나셀과 타워 연결부에는 날개와 같은 회전구조물에 의해 타워로의 소음이나 진동의 전달을 방지할 수 있도록 충분한 방진재질로 보호되어야 한다.

### 3) 체결용 볼트, 너트, 와셔(볼트캡 포함)

체결에 이용되는 모든 볼트 및 너트 와셔등은 용융아연도금처리 또는 동등이상의 녹방지 처리를 하여야 한다.

## 다. 발전기

- 1) 회전자는 허브에 정상적인 조립순서로 조립하고, 정해진 토크로 체결하여야 한다.
- 2) 허브와 주축간 연결은 설계도면에 정해진 토크로 체결해야 하며, 나셀 내·외부의 각종 센서 및 낙뢰장치는 적절한 위치에 설치하여야 한다.
- 3) 발전기 회전부는 작업자의 안전을 고려하여 덮개로 보호해야 한다.

## 라. 나셀

- 1) 주요 구성기기와 제어반·변압기 등은 정상위치에 안정적으로 고정하여야 한다.

2) 각종 유압장치나 냉각장치 등에서 누유나 누수 등이 발생하지 않아야 하며, 유압매체나 냉각수의 수위 및 윤활유 등이 적정하여야 한다.

3) 나셀 내부의 회전부는 작업자의 안전을 고려하여 차폐하여야 한다.

#### 마. 전기배선

##### 1) 연결전선

풍력발전기에서 옥내에 이르는 배선에 쓰이는 전선은 CV선 또는 TFR-CV 선을 사용하여 하며, 전선이 지면을 통과하는 경우에는 피복에 손상이 발생되지 않게 별도의 조치를 취해야 한다.

##### 2) 접지공사

전기설비기술기준에 따라 접지공사 및 피뢰설비를 설치하여야 한다.

3) 전기사업법의 사용전점검 또는 사용전검사에 하자가 없도록 시설을 준공하여야 한다.

#### 바. 인버터

1) 센터에서 인증한 인증제품을 설치하여야 하며 해당용량이 없어 인증을 받지 않은 제품을 설치할 경우에는 신·재생에너지 설비 인증에 관한 규정 상의 효율시험 및 보호기능시험이 포함된 시험성적서를 제출하여야 한다. 기타 인증대상설비가 아닌 경우에는 제55조의 분야별위원회의 심의를 거쳐 신재생에너지센터소장이 인정하는 경우 사용할 수 있다.

##### 2) 설치용량

정격용량은 인버터에 연결된 발전기 정격출력이상이어야 하며 발전기 출력전압이 인버터 입력전압 범위안에 있도록 시스템을 구성하여야 한다.

#### 사. 기타

##### 1) 명판

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

나) [별표 5] 신·재생에너지 설비 명판 설치기준의 명판을 제작하여 풍력발전기 전면에 부착하여야 한다.

##### 2) 가동상태

현장확인인 경우, 가동상태에서는 인버터, 전력량계, 모니터링 설비가 정상작동을 하고 있어야 한다.



3) 모니터링 설비

[별표 2] 『모니터링시스템 기술기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

4) 운전교육

설치업체는 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전매뉴얼을 제공하여야 하며 운전 교육을 실시하여야 한다.

## 7. 수력설비 시공기준

### 가. 설치위치

충분한 수량이 확보될 수 있는 곳에 설치하여야 하며 주변 환경에 영향을 최소화 시킬 수 있는 곳에 설치해야 한다.

### 나. 기초 콘크리트

콘크리트는 강도·내구성·수밀성을 가져야 하며 시멘트는 품질이 균일한 것으로서 포틀랜드 시멘트 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

### 다. 수차

- 1) 최대 유효낙차에서 발전기의 무부하 상태로 운전할 때의 최대속도를 제시하고 보증하여야 한다.
- 2) 모든 회전부는 최대속도에서 1분 동안 안전하게 견디어야 한다.
- 3) 효율은 현장인수시험을 기준으로 정격유량, 정격낙차에서 75%이상이어야 하며, 변동낙차 범위에서도 적정하게 유지하여야 한다. 다만, 정격 출력이 10kW이하인 경우에는 50%이상이어야 하며, 유량측정이 불가능한 곳에서는 정격낙차에서의 출력 확인으로 대신한다.
- 4) 수차, 주축 등 회전부와 고정부 사이의 마찰이 발생하지 않아야 한다.
- 5) 수차 측 베어링의 온도를 검출할 수 있는 온도검출기가 설치되어 있어야 한다.
- 6) 헤드커버 위로 누수되는 물이 안전하게 배수될 수 있는 배관이 설치되어야 한다.

### 라. 발전기(發電機)

- 1) 최대 무구속 속도에 견딜 수 있어야 한다.
- 2) 효율은 모든 부하영역에서 적정하게 유지하여야 하며 발전기의 제작사가 제시하고 보증하여야 한다.
- 3) 회전자는 수차의 최대 무구속 속도에 의해 가해지는 모든 기계적 응력에 견딜 수 있어야 하며, 정밀하게 평형이 유지하여야 한다.
- 4) 발전기 고정자와 회전자 사이의 마찰이 발생하지 않아야 한다.
- 5) 발전기 측 베어링의 온도를 검출할 수 있는 온도검출기가 설치되어 있어야 한다.
- 6) 고정자 온도를 감시할 수 있는 저항형 온도검출기가 각 상별로 설치되어야 한다.

**마. 부대설비**

- 1) 입구밸브는 최대낙차에서 어떠한 유량에 대하여도 폐쇄할 수 있어야 하며, 최대 압력 상승에 대하여 안전하여야 한다.
- 2) 입구밸브는 전원공급 상실 등 비상시 자동으로 닫힐 수 있도록 설치되어야 한다.
- 3) 작동유, 윤활유 등 오일온도의 과열발생시 경보를 울릴 수 있는 온도감지센서가 설치되어야 한다.
- 4) 수압철관, 수차, 스파이럴케이싱 등 주요부위의 표고가 설계도면과 일치하여야 한다.

**바. 기타**

- 1) 수차발전기의 제어설비에는 계기용 변류기, 계기용 변성기 및 기타 지시계기 등을 포함하여야 하며, 제어설비에 포함되는 전력량계 및 변성비 등은 전기설비기술기준에 따라야 한다.
- 2) 전기사업법의 사용전점검 또는 사용전검사에 하자가 없도록 시설을 준공하여야 한다.
- 3) 명판
  - 가) 모든 기기는 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항이 명시된 명판을 부착하여야 한다.
  - 나) [별표 5] 신·재생에너지 설비 명판 설치기준의 명판을 제작하여 발전기 주변에 부착하여야 한다.
- 4) 가동상태
  - 현장확인 경우, 가동상태에서는 수차, 발전기, 모니터링 설비가 정상가동을 하고 있어야 한다.
- 5) 모니터링 설비
  - [별표 2] 모니터링 설비 설치기준에 적합하게 설치하여야 한다.
- 6) 운전교육
  - 전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전 교육을 실시하여야 한다.
- 7) 기타
  - 추가적으로 서류로 제출하여야 될 내용에 대하여 설치확인 신청시 제출하여야 한다.

## < 수력설비 설치·시공·검사 등 참고 자료 >

본 자료는 한국수자원공사에서 일반적인 수차발전설비에 대한 설치, 시공 및 검사 등에 관한 기준을 제시한 자료이며, 대상설비의 종류 및 구성요소에 따라 선택적으로 적용할 수 있다.

### 1. 수압 철탐

#### 1-1 설치 전 준비사항

- (1) 기준선(Datum Line), Center Line 및 Elevation을 확인한다.
- (2) 사용 중장비의 접근로 및 작업 위치를 확인한다.
- (3) 전원 공급원을 사전에 확인하고 필요한 조치를 한다.
- (4) 설치될 설비 품목의 상태 및 수량을 확인한다.

#### 1-2 설치절차

##### (1) 측량 및 Marking

승인된 수압철탐 도면의 설치위치를 최종점검하기 위하여 수압철탐 Center, Elevation 및 좌표 등을 Check한다.

##### (2) 수압철탐 운반 및 설치

- 가) 수압철탐은 도면을 참조하여 각 설치위치에 장비를 이용하여 최대한 가까운 거리에 다른 작업에 방해되지 않는 위치에 적치한다.
- 나) 수압철탐 설치 시 현지여건에 따라 상부 또는 하부를 기준으로 설치작업을 실시할 수 있지만 가급적이면 순차적으로 시공한다.

##### (3) 수압철탐 조립 및 용접

- 가) 수압철탐 설치위치의 레벨 및 직진도를 측정하여 정확한 위치에 설치한다.
- 나) "Y" Branch의 레벨과 직진도를 측정 후 태그용접을 실시한다.
- 다) 필요시 용접사에 대하여 작업 전에 기량시험을 실시하여 용접 불량율을 최소화 한다.
- 라) 용접부의 개선상태 및 이물질 부착, Painting부는 없는지 확인 후 용접을 실시한다.
- 마) 현장 용접시 변형방지를 위하여 반드시 태그용접을 실시하고 150℃ 이상 예열(넓이 150mm 이상) 후 본 용접을 실시한다.
- 바) 용접부는 전 길이에 대해 일정한 용접폭과 각장을 유지해야 하며, 최종 용접층은 거친 파상, 그루브, 오우버랩 등이 없어야 하고 비파괴검사를 실시할 수 있을 정도로 평탄해야 한다.

사) 각 용접층이나 패스간에 외관상 슬래그, 혼합물, 크랙 가공 및 용융부족 등이 없어야 한다.

아) Under Cut은 재료 벽두께의 10% 혹은 0.8mm 중 적은 값이어야 하며 요구된 최소두께 이상 이어야 한다.

자) 용접봉은 반드시 건조한 상태로 보관되어야 한다.

차) 용접시 슬래그 및 Spatter를 필히 제거한다.

#### (4) 수압철관 Centering 검사

가) Block과 Block을 조립하고 용접 후 도면상의 Elevation 및 좌표를 Check하여 도면 치수를 확인한 다음 Block을 조립하여 용접한다.

나) 수압철관 전체부품의 조립이 완료될 때까지 상기 작업을 반복하여 Check 한다.

다) 최종 조립이 완료되고 검사가 끝나면 매설부의 콘크리트를 타설한다.

#### (5) 용접부 비파괴 검사

가) Block과 Block간의 용접이 완료되면 슬래그 및 Spatter를 제거하고 비파괴검사를 실시한다.

나) 수압철관 내부 점검시 용접부위 녹 발생, 손상 여부 및 두께측정 등을 실시한다.

#### (6) 콘크리트 타설

가) 콘크리트 타설은 2회로 나누어서 실시한다.

나) Block 조립 및 용접이 완료되면 치수검사를 실시하고 이상이 없으면 매설부에 한하여 콘크리트를 타설한다.

다) 수압철관 전체 조립 및 용접이 완료되면 변곡점 및 Forebay 슬리브 부분 콘크리트를 타설한다.

#### (7) 수압시험

수압철관의 설치작업이 완료되면 설계압력의 1.5배를 적용하여 수압시험을 실시하여 용접부 및 모재부, 밸브의 플랜지부, 각종 연결부의 용접부에서 Leak가 없는지 확인한다. 이때의 검사압력에서의 Holding Time은 최소 30분이다.

#### (8) 시운전

수압시험이 완료되면 시운전절차서에 따라서 시운전을 실시하고 각 설비의 이상 유무를 확인한 다음 최종 운전을 실시한다.

## 2. 입구밸브 (바이패스밸브 포함)

### 2.1 설치절차

#### (1) 설치

- 가) 수압철관 및 Spiral Casing의 Center 및 Elevation을 측정한다.
- 나) 수압철관 및 Spiral Casing의 Elevation에 맞추어 입구밸브 가조립 후 Pipe Coupling을 설치하고 Spiral Casing 설치 위치를 결정한다.
- 다) 수압철관 및 Spiral Casing의 Embedded Foundation Bolt의 설치 위치를 체크한다.
- 라) 수압철관, Spiral Casing 및 Pipe Coupling간의 Elevation 및 Center를 체크하고 이상이 없을 시에는 규정된 토크로 Foundation Bolt 및 각종 체결 Bolt를 조인다.
- 마) 밸브본체를 콘크리트 가대에 고정하는데 필요한 숄프레이트, 매설강재 및 Anchor Bolt 등을 공급하여야 한다.
- 바) 주 밸브의 개도를 표시하는 지침이 부착된 적당한 스케일을 각 주 밸브 본체 또는 서보모터에 설치하고 주밸브가 개방 또는 폐쇄위치에 있음을 제어반에서 확인 가능하도록 마이크로 스위치를 설치하여야 한다.
- 사) 바이패스 밸브는 Spiral Casing의 충수시에 사용하는 밸브로서 고압에서도 견딜 수 있는 밸브를 설치하여야 한다.
- 아) 바이패스 배관은 수압철관측 단관과 Sprial Casing 사이에 설치하여야 한다.
- 자) 바이패스 밸브의 플랜지 접속관은 감독원의 승인을 받아 단관편의 적당한 곳에 설치하여야 한다.
- 차) 밸브 부 스테인리스강 탭을 단관편의 원주상에 균등한 간격으로 설치하여 수압철관 압력과 인덱스측정을 위해 사용토록 하고 이들 접속부의 크기, 수량 및 위치는 감독원의 승인을 받아야 한다.

#### (2) 현장시험 및 검사

- 가) 주밸브 및 바이패스 밸브의 개폐시간 조정
- 나) 누수량 측정시험
- 다) 자동운전시험
- 라) 리미트 스위치 조정시험
- 마) 입구밸브 서보모터의 개폐력 측정시험
- 바) 수압관로의 충수상태에서 밸브 본체의 변형 시험
- 사) 제어 및 지시상태 시험
- 아) 동작시험

### 3. 수차설비

#### 3-1 일반사항

##### (1) 사전 확인사항

가) 터빈과 보조설비의 설치시 다음의 항목을 사전에 확인하여야 한다.

- ① 작업기간과 공정
- ② 설치방법
- ③ 작업범위
- ④ 작업자의 능력과 인원수
- ⑤ 작업시 필요한 기기와 도구
- ⑥ 납품된 물품의 저장과 유지보수
- ⑦ 관련된 장치의 설치
  - 기초 작업방법
  - 배관 연결
  - 발전기 연결
  - 기타
- ⑧ 작업위치
- ⑨ 운송과 하역장비 등
- ⑩ 설치된 설비의 보호
- ⑪ 안전장치
- ⑫ 기타

##### (2) 설비들의 취급 및 주의사항

가) 설비들은 조심스럽게 취급되어야 한다. 운송시 기기의 상·하를 반드시 확인 후 운송하여야 하며, 과다한 충격의 손상이 없도록 보호되어 있는지 확인해야 한다.

나) 포장된 물품을 들어 올릴 때에는 와이어로프가 표시된 위치에만 사용되는지를 확인해야 한다.

##### (3) 물품인도와 저장

가) 설치순서와 제품의 크기를 고려하여 설비를 분류, 저장한다.

나) 설비는 Outdoor 형태, Outdoor protected 형태, Indoor 형태 및 Indoor heated 형태 등 저장 요구조건에 따라서 분류되어야 한다.

다) Indoor 형태의 물품을 Outdoor에 저장하게 될 경우는 물로부터 적절히 보호되어야 한다. 오랜기간 동안 외부에 저장하게 될 때는 정기적인 점검을 하여야 하며, 손상으로부터 제품을 보호하기 위한 적절한 방안을 강구하여야 한다.

##### (4) 개봉과 저장

가) 개봉 후 Bill of Material List(BM List)에 있는 모든 부품들에 대해 누락분이나 손상이 있는지를 전량 체크해야 한다. 누락분이나 손상이 있는 부품이 발견되면 즉시 설비제작자에게 연락한다.

- 나) 소형물품은 BM List의 항목번호와 점검번호에 따라서 같은 종류별로 보관해야 한다.
- 다) 모든 물품은 부식과 손상으로부터 완전히 보호되어야 한다.
- 라) 모든 물품은 혼돈을 막기 위하여 꼬리표를 부착하여 보관해야 한다.
- 마) 전기물품은 절연저항의 악화를 막기 위하여 습기로부터 보호되어야 한다.
- 바) 저장물품에 대해 적재와 하역의 적절한 관리를 위하여 담당자를 지정하여 관리해야 한다.

#### (5) 설치와 조립시 주의사항

- 가) 기계 가공된 표면은 녹 방지용 방청제가 도포되어 있으므로 설치 시, 휘발성 크리닝 오일로 방청제를 제거한다.
- 나) 녹방지 방청제를 제거한 후, 세척용 오일을 닦아내고 공사감독의 지시에 따라서 오일 또는 그리스를 가공된 표면에 도포한다.
- 다) 기계 가공된 구멍, 나사산 구멍 및 홈은 이물질이 없도록 해야 한다. 필요하다면 나사구멍을 가볍게 두드리거나 와이어브러쉬로 깨끗이 세척한다.
- 라) 보강 및 보호 또는 조정용 부품은 용접 또는 볼트로 일부 part에 고정되어 있다. 필요하다면 이것들은 공사감독의 지시에 따라서 제거 또는 수정되어야 한다.
- 마) 일부 부품들은 어떤 part의 누락을 막기 위하여 임시 조립된 상태로 운송되어진다. 이러한 부분은 먼저 분해한 후 최종적으로 조립해야 한다.
- 바) 설치용 보강재, 보호재 및 조정 piece는 요구와 날씨조건에 따라서 현장에서 조립되어야 한다.
- 사) 중요한 부분은 손상을 방지하기 위해 방수천 또는 유사한 재료로 보호되어야 한다.
- 아) 분실 또는 손상으로부터 부품을 보호하기 위하여 적절한 조치를 취해야 한다.
- 자) 현장에서 부품의 정확한 조립을 확인하기 위한 결합마크가 있는지 체크해야 한다.

#### (6) 터빈 Center 및 Level 정렬

- 가) Level Scope 등 측정기기를 사용하여 터빈의 수평(leveling)을 확인·조정하여야 한다.
- 나) 측량기기(Theodolite, Transit, Total Station 등)와 Scale를 사용하여 터빈의 설치 높이를 체크한다.
- 다) 터빈 참조 설치선을 따라서 피아노선을 부설하고, 터빈의 설치 위치를 체크한다.
- 라) 설치 위치가 어긋나거나, Flange 결합면의 틈새가 일정하지 않을 때에는 입구벨브를 재조정하여 수정을 해야 한다.
- 마) 설치 위치 및 Level 조정이 완료되었을 때, Taper Liner의 느슨함(looseness)과 단차(Off Set)를 체크한 다음, 규정된 토크로 Foundation Bolt를 조인다.



## (7) 설치

- 가) 베이스프레임의 수차 지지면, 본체 외관검사 및 주요치수를 확인한 후 설치평면도에 따라 설치하되 수차축의 중심이 방수로 기준 레벨에서 정확한 위치에 있도록 하여 프레임에 정착하고 고정하여야 한다.
- 나) 흡출관을 설치하기전 외관검사 및 치수를 확인한 후 베이스프레임 기초위에 설치하고 필요한 경우 베이스 프레임과 H빔 기초사이에 작은 금속판재를 삽입하여 견고하게 설치하여야 한다.
- 다) 각 수차에서 현장조작반까지의 전원 및 제어에 필요한 전기배관 및 배선공사는 본공사로 하며 각 부하에 필요한 배선 및 배관규격은 전기공사와 연관하여 선정, 시공하여야 한다.

### 3-2 Spiral Casing

- 가) 발전기 설치시 최종 기준점이 될 수압철관과 일직선상으로 연결될 Spiral Case의 Flange설치 지점을 Check한다.
- 나) Spiral Casing & Draft Tube를 설치할 기준점의 Elevation을 Check한다.

구 분	공차	설계값	측정값	비 고
수압철관 Center Level				단위 : EL.m
Spiral Casing Center Level				
바닥 Elevation				
TBN-Gen. Center				

- 다) 확인된 Level에 기준하여 Spiral Casing의 높이를 H-Beam이나 철판으로 고정 한 위치가 조정되면 규정된 Torque로 Foundation Bolt를 고정한다.

### 3-3 Draft Tube

- 가) Draft Tube 안착위치를 정한 후 Anchor Bolt를 설치한다.
- 나) 준비된 H-Beam Piece와 철판 등을 사용하여 Draft Tube를 고정한다.
- 다) Draft Tube의 위치를 잡은 후 Anchor Bolt에 용접하여 고정한다.

### 3-4 Runner

- 가) 발전기 측에 Runner 조립 후 Head Cover Wearing, Bottom Ring, Wearing Ring 과 Runner간의 Gap을 측정하고 허용 값 내에 있는지 확인한다.
- 나) Runner cone을 부착하고, 규정된 Torque로 체결 Bolt를 조인다.
- 다) Runner cone에 볼트용 lock chip을 용접한다. 용접동안 runner cone에 접촉되는지 틈새(Clearance) Check한다.

### 3-5 Guide Vane(Wicket Gate)

- 가) Guide Vane이 완전히 닫혀 있는 상태에서 Guide Vane과 Head Cover, Guide Vane과 Bottom Ring 사이의 Gap(Ao)를 측정하여 허용 값 내에 있는지 Check한다.
- 나) Guide Vane Full Close/Full Open 상태에서 상호간의 Shutter Gap을 Check하고 Servomotor Stroke를 측정하여 허용 값 내에 있는지 확인한다.
- 다) Guide Vane Full Open때의 Guide Vane Gap 측정은 작업자들이 Guide Vane 사이에서 작업하므로 유압차단 등 안전조치를 취한 후 작업에 임하여야 한다.

### 3-6 Piping 및 Wiring

- 가) 장비에 과도한 힘이 미치지 않도록 파이프 작업은 조심스럽게 시행되어야 한다.
- 나) Pipe 내부에 이물질이 들어가지 않도록 비닐 또는 냅마로 Pipe 입구 및 출구부위를 처리한다.
- 다) 배관 및 설비 설치 후 윤활유 및 작동유에 대하여 Oil Flushing을 실시하여 이물질이 설비내에 남지 않도록 한다.
- 라) 배선 작업시 Cable의 손상 예방을 위하여 세심한 주의를 기울여야 하며 Marking 및 번호표를 부착하여야 한다.

### 3-7 현장검사

시험 및 검사계획서에 따라 기자재 설치 후 다음 항목에 대한 현장시험 및 검사를 실시하여야 한다.

#### (1) 수차

- 가) Draft Tube의 중심, 표고, 용접 및 치수검사
- 나) Spiral Casing및 Stay Ring의 중심, 표고, 용접 및 치수검사
- 다) 용접 후 Draft Tube 및 Spiral Casing의 변형검사
- 라) Head Cover의 센터링 체크
- 마) 수차 및 발전기의 센터링 체크
- 바) 베어링의 간격 체크
- 사) 다이알형 온도계의 검정
- 아) 배관의 압력시험

#### (2) 수차제어장치

- 가) 압유계통의 유압조정시험
- 나) 유압펌프시험
- 다) 조속기 및 제어기기의 동작시험
- 라) 리미트 스위치의 조정
- 마) 정격속도의 조정
- 바) 유량제어기 성능시험
- 사) 출력제한기 성능시험
- 아) 기타 시험

### (3) 충수

#### 가) 충수작업

- ① Draft Tube내 충수용 Valve를 개방하여 충수시킨 후 방수로 수문을 개방한다.
- ② Intake Gate By-Pass Valve를 개방하여 Penstock 내부 충수하여야 하며 Air Vent 용 Valve를 조작하여 Air를 빼준다.
- ③ Penstock내 압력을 확인한 후 충수가 완료되면 Intake Gate를 개방시킨다.
- ④ Spiral Casing 및 Draft Tube Manhole에서 누수가 없는지를 점검한다.

## 4. 발전기

### 4-1 참조규격

#### (1) 산업규격

- 가) KSC 4002 : 회전 전기기계 통칙
- 나) KSC 4004 : 전기 기기 절연의 종류

#### (2) 국내·외 규정

- 가) NEMA MG-1 : 회전기의 크기, 용도 및 전기적 형태에 따른 분류
- 나) ANSI C 50 : 사용상태에 대한 종류 규정 및 특성
- 다) IEEE 112 : 적용범위, 시험특성, 특수시험
- 라) JEC-37 : 회전기 각 부분의 온도 측정방법
- 마) IEC 34 : 회전기의 온도 측정방법 등

### 4-2 Generator 설치

#### (1) Generator Shaft (Thrust Runner 포함)

- 가) Lifting Device에 Wire Rope를 매달고 수평을 확인한 후 크레인을 상승시켜 Generator Shaft(Thrust Runner 포함)를 안치시킨다.
- 나) Generator Shaft 안치시 Lower Oil Well Tube 등 Thrust Bearing Tank 내부 각종 부품들과 함께 조립되므로 수평을 유지하며 Coupling Bolt Hole을 맞추어 안치한다.
- 다) Thrust Bearing과 Lower Oil Well Tube Base의 고정 볼트를 체결한다.
- 라) Thrust Bearing Pad를 청소한 후 조립하고 Thrust Bearing Temperature Sensor 등 각종 배선을 결선한다.

#### (2) Main Coupling Bolt

- 가) 조립용 예비볼트를 대칭형으로 체결한 후, Plate 중앙에 수동 Jack을 설치하고 Jack Up하여 Flange면을 밀착시킨다.

- 나) Main Coupling Bolt Washer를 Flange에 올려놓고 대각선 방향으로 Coupling Bolt를 삽입, 체결한다.
- 다) 예비볼트 4개를 철거하고 나머지의 Coupling Bolt & Nut를 체결한 후 Coupling Bolt 길이를 측정한다.
- 라) 2쪽으로 분할되어 있는 Coupling Bolt 상부 Cover의 Joint Bolt를 체결한 후 체인 블록으로 들어올려 놓고 고정볼트를 체결한다.

### (3) 회전체 Run-Out Check(Shaft Alignment)

- 가) Thrust Bearing에 대한 직각도 및 Shaft 자체의 축방향 구부러짐, 편심, 조임불량 등을 확인하기 위하여 실시한다. 축동심의 직진도가 불량하면 베어링 온도 상승, 축진동에 따른 발전기 운전에 지장을 초래 할 수 있으므로 허용치 이내로 조정하여야 한다.
- 나) 축진의 허용범위는 대형, 소형, 고속, 저속에 따라 다르지만 일반적으로 아래와 같다.
  - ① 발전기 축에서 : 0.04mm
  - ② 수차 축에서 : 0.07mm

### (4) 축진동 측정

- 가) Rotor Turning에 따른 안전상태 점검 및 Oil Jack을 사용하여 Rotor를 Lifting 한다.
- 나) Jack 유압을 개방하여 Rotor를 하강과 동시에 회전속도가 2~3rpm으로 안정될 때까지 Rotor를 회전시킨다.
- 다) 회전속도가 안정되면 신호수는 각 측정원에게 신호하여 측정원 전원이 동시에 Dial Gauge의 지시 수치를 읽어 소정의 기록용지에 기록하며 측정은 4~5회씩 실시한다.

### (5) Lower Oil Guard

- 가) Thrust Bearing Tank를 청소하고 Lower Oil Guard를 삽입한다.
- 나) Generator Guide Bearing
- 다) Bearing 상부에 아이볼트를 체결하여 Bearing을 조립하고 Adjusting Bolt로 Gap을 조정한다.
- 라) Guide Bearing Cover를 체결한다.

### (6) Thrust Oil Cover

- 가) Thrust Oil Cover의 Air Pipe Flange 방향을 확인하고 Oil Cover를 조립한다.
- 나) Air Supply 및 Exhaust Pipe를 설치하고 Generator Guide Bearing R.T.D를 조립한다.
- 다) Thrust Oil Cover 조립후 Labyrinth Gap를 측정한다.

### (7) Thrust Runner

가) Thrust Runner 조립후 Level을 측정한다.

### (8) Thrust Bearing Tank 오일 및 발전기실 배관

가) Bearing Oil Tank 점검용 Manhole을 체결한다.

나) Thrust Bearing Tank를 충유하고 각종 전선관 및 배선을 연결한다.

### (9) Generator Rotor

가) Rotor Lifting Device에 Rotor를 체결한 상태에서 Crane을 상승시켜 수평을 유지하면서 Rotor를 안치시킨다.

나) Rotor Pole과 Stator의 Core, Coil간의 접촉을 피하기 위해 목판을 Rotor와 Stator 사이에 상·하·좌·우로 삽입하여 Rotor 안치시 손상을 방지한다.

다) Rotor 고정 볼트를 대각 방향으로 체결하여야 하며 유압펌프를 사용하여 조임압력을 측정하면서 체결한다.

라) 조립 후 Rotor와 Stator Air Gap 및 Rotor와 Brake 사이의 Gap을 측정한다.

① Stator와 Rotor 간 Air Gap 측정 :  $\frac{\text{최대값} - \text{최소값}}{\text{평균값}} < 10\%$

② Stator 및 Rotor 절연저항 측정 : E(Kv)+1MΩ이상(1분 후의 값, 습도 기록, At 40℃)

### (10) Upper Bracket

가) Wire Rope를 균등 배분하여 매단 후 수평을 유지하면서 Upper Bracket를 설치한다.

나) Upper Bracket(Upper Coil Cover 포함)를 Pin Hole에 맞춰 안치한다.

다) Upper Coil Cover 고정 볼트를 체결하고 Upper Bracket의 Level을 측정한다.

### (11) Stub Shaft 및 Excitation 전원공급용 Bus Bar

가) Shaft Flange에 아이볼트를 체결하고 크레인에 Wire Rope를 걸어 Stub Shaft를 Bolt Hole에 맞추어 안치시키고 Level을 측정한다.

나) P.M.G Coupling 고정 볼트를 체결하여 조립한다.

다) Bus Bar에 Solder 처리할 곳은 볼트를 조금 느슨하게 조이고 Solder 처리한 후 볼트를 완전히 체결하여야 하며 Varnish 등 절연보강을 한다.

### (12) Collector Ring

가) Collector Ring Face의 손상 방지를 위하여 Gasket Sheet로 보호한 후 크레인으로 안치한다.

나) Collector Ring Cover 고정 볼트를 체결한 후 Brush용 전선을 연결한다.

### (13) P.M.G(S.S.G)

가) P.M.G 조립 시에는 연결 면의 청소 및 점검을 시행하여야 하고 Coupling Bolt 또는 Pin의 이상유무 확인 후 볼트를 균일한 Torque로 체결하여야 한다.

나) P.M.G 고정 볼트를 체결한 후 Megger(500V, 1000V)로 절연저항을 측정한다.

① 절연저항 측정(권선↔Core) :  $0.2M\Omega$  이상(Megger 500V, 1000V)

② P.M.G 권선저항 측정

다) P.M.G(S.S.G) 사이의 Air Gap을 측정한 후 분해 전 Data와 비교한다.

① Air Gap 측정 :  $\frac{\text{최대값} - \text{최소값}}{\text{평균값}} < 10\%$

라) Signal Lamp 인입선 및 P.M.G 인출선을 결선한다.

### (14) 최종점검

가) Generator Housing(Rotor 상부, Fan Cover 하부 등) 및 Spiral Casing내에 각종 Bolt, Nut 및 공기구 등의 방치여부를 점검한다.

나) 수차발전기 초회전 시험(Trial Running Test)전 모든 Bearing Tank내 윤활유 Level을 점검하여 적정량이 있어야 하며 Upper Guide Bearing, Thrust Bearing 및 P.M.G는 누설전류로부터 손상방지를 위하여 절연처리되어야 한다.

다) Generator 및 Bearing Cooler의 냉각수 유량 및 압력 등을 점검하여야 한다.

라) 고정체 및 회전체간의 적정 Clearance를 점검하여야 하며 각 배관의 누유 및 누수 발생여부를 점검하여야 한다.

### (15) 온도상승한도(Heat Runs)

가) 발전기는 주위온도 40℃, 냉각수 온도 25℃에서 정격 주파수, 정격 전압, 정격 출력으로 연속 운전할 때 각부의 온도상승한도는 다음조건을 만족하여야 한다.

① 고정자 코일 : 온도계법 85℃, 저항법 100℃

② 고정자 철심 : 온도계법 85℃, 저항법 100℃

③ 베어링

- 온도계법 : 55℃

- 저항법 (금속에 매입) : 65℃

나) 아래와 같은 위치에 매입형 온도검출기를 설치하여야 한다.

① 고정자 : 3개(ABC각상)

② 발전기 베어링 : 2개(부하/반부하)

다) 0℃에서 100 Ω의 저항을 가진 저항형 온도소자를 설치하고 제어반에서 감시할 수 있어야 한다.

#### (16) 발전기 속도 검출기 (Taco-Generator)

충분한 용량을 가진 발전기 속도검출기를 발전기 축에 설치하고 속도검출기를 필요한 곳에 설치하여야 한다.

#### (17) 발전기의 냉각설비

발전기에 적합한 냉각방법을 제시하여야 하며, 회전자의 공극 및 고정자를 통해 효과적으로 순환되어 발전기의 손실로 발생하는 모든 열을 냉각할 수 있어야 한다.

#### (18) 제동장치

발전기는 입구밸브 폐쇄 후 스스로 정지할 수 있어야 하며, 발전기의 제동장치가 필요하다고 판단될 경우 상세 설명서를 제출하여 제안할 수 있다.

### 4.3 시험 및 검사

#### (1) 일반시험

가) KS 제품이 아닌 것에 대하여는 사용 재료의 모양, 치수 구조 등을 확인하고, 공인 기관의 시험성적서 또는 검사증으로 성능을 확인 받는다.

나) 유도발전기

유도발전기는 다음사항을 추가 제출하여야 한다.

- ① 유도발전기 과도특성
  - 과도 %임피던스
  - 자기용량 %임피던스
- ② 유도발전기 제특성
  - 등가회로
  - Negative Slip 출력 곡선도
  - Negative 효율 곡선도
  - Negative 역률 곡선도

#### (2) 현장시험

가) 다음 항목에 대한 현장시험을 실시한다.

- ① 조립중 고정자 코일 도체간의 절연시험
- ② 고정자 각 권선간의 저항측정
- ③ 상회전 시험
- ④ 부하시험
- ⑤ 발전기 각부 Air Gap 측정시험

나) 발전기와 모든 부속장치에 대해 완전조립 후 다음시험을 실시한다.

- ① 무부하 시험
- ② 과속도 차단동작
- ③ 제어계통의 동작

## 5. 수변전설비

### 5-1 일반사항

#### (1) 참조규격

가) 표준규격

- ① KS : 한국산업규격
- ② KWWA : 한국수도협회규격

#### (2) 국외규격

- 가) JIS : 일본공업규격(Japan Industrial Standard)
- 나) JEM : 일본전기제품 제조업협의회(Japan Electrical Manufactures)
- 다) IEEE : 전기전자공학규격(Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- 라) NEC : 국제전기 표준규격(National Electrical Code)
- 마) ANSI : 미국국립 공업규격(American National Standard Institute)
- 바) NEMA : 미국전기제품 제조업자협회(National Electrical Manufactures)
- 사) ISO : 국제표준기구(International Standard Organization)
- 아) IEC : 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Conference)

#### (3) 기 타

- 가) 전력기술관리법, 시행령, 시행규칙
- 나) 전기설비기술기준
- 다) 전기용품 안전관리법, 시행령, 시행규칙
- 라) 전기공사업법, 시행령, 시행규칙
- 마) 한국전기공업협회(KEMC : Korea Electrical Manufacture Conference)
- 바) 내선규정

### 5-2 시공 및 설치

#### (1) 판넬 및 기기설치

- 가) 전기기기가 옥외에 설치될 경우에는 침수에 주의하여야 한다.
- 나) 기기의 조작, 취급에 주의할 사항이 있는 경우에는 잘 보이는 위치에 취급 또는 조작주의 명판을 설치하여야 한다.
- 다) 고압 기기 및 전선은 사람이 쉽게 접촉할 염려가 없도록 시설하여야 한다.
- 라) 기초를 콘크리트로 할 경우에는 콘크리트 설계기준 강도는  $180\text{kgf/cm}^2$  이상이어야 한다.
- 마) 전기기기로부터 발열 등으로 실온이 상승될 염려가 있을 경우에는 환기구멍 또는 환기장치를 설치하여야 한다.
- 바) 기기 및 기초의 개산 중량을 구하여 부등침하가 일어나지 않도록 바닥강도를 확인하여야 한다.



사) 수배전반 등 각종 폐쇄배전반은 견고하게 설치하고, 수직수평이 되도록 하여야 하며, 제작하기 전에 장비의 진입경로와 진입로상의 개구부의 크기, 높이 및 계단 여부 등을 확인하여 자재 반입이 가능토록 하여야 한다. 또한 설치 후 임시전원을 이용하여 기기의 투입 및 트립 시험을 하여 이상유무를 확인하여야 한다.

아) 습기 또는 결로 등의 절연저하의 염려가 있는 경우에는 Space Heater를 설치하여야 하며, Space Heater는 습도감지기에 의하여 동작되어야 한다.

자) 대지전압이 150V를 넘는 회로에 콘센트를 설치하는 경우에는 접지극이 있는 것을 사용하여야 한다.

## (2) 케이블 시공

가) 케이블(고압, 저압, 제어케이블 등)이 판넬에서 외부로 인입 또는 인출되는 경우 모든 케이블은 판넬내 단자대를 통하여 연결되어야 한다.

나) 모든 케이블은 케이블 Tag를 부착하여 시작위치 및 도착위치(From/To)를 분명하게 명기하여 부착하여야 한다.

다) 케이블은 고압과 저압(또는 제어케이블) 케이블을 동일 피트내에 부설하지 않도록 하여야 한다.

라) 전열기의 과열부분에 부착하는 모든 기기는 내열구조이며, 배선은 내열전선을 사용하여야 한다.

## (3) 몰드변압기 설치

가) 일 반

① 변압기의 진동 방지를 위하여 방진고무(두께 12mm이상)를 설치하여야 한다.

② 변압기와 동대의 접속은 가요도체를 사용하여 변압기의 진동이 모선에 전달되지 아니하도록 하여야 한다.

③ 예비용 변압기는 먼지 또는 습기로 인한 손상이 없도록 보호시설을 하여야 한다.

나) 기 초

① 기기의 기초는 시공 도면과 같이 되어 있는지 확인하고 콘크리트 바닥면의 수평도를 조사하여 수평이 되도록 하고 돌기면이 없도록 하여야 한다.

② 기초(Base)의 제작

설치용 기초는 판넬 또는 앵글로 제작하고 기초 콘크리트에 매입되는 것은 녹막이 도장을 하지 않아야 한다.

③ 설치용 기초의 마감

기초 설정후의 마감은 판넬의 밑부분과 바닥면이 완전 밀착될 수 있도록 해서 판넬 구조에 악영향을 주지 않도록 하여야 한다.

④ 설 치

기기의 설치에 양카볼트의 설치 등 바닥과 고정되도록 하여 내진에 대비하여야 한다. 기기의 반입은 작업 능력을 높이기 위하여 시공도면을 검토하여 반입구측에서 먼쪽의 기기부터 반입설치를 하고, 기기는 운반중에 손상을 막기 위해 포장상태로 반입해서 실내에서 해체하여야 한다. 설치순서는 변압기 설치 후 변압기반 외함이 설치되어야 한다.

### 5-3 시험 및 검사

#### (1) 일반사항

- 가) 각 접속부분을 검사하고, 기타 손상된 곳이 없는가를 점검하여야 한다.
- 나) KS 제품이 아닌 것에 대하여는 사용 재료의 모양, 치수 구조 등을 확인하고, 기기의 설치 및 배선완료 후 관계 규격의 규정에 따라 품질시험을 실시하여야 하며, 필요한 경우에는 관련기관의 시험성적서 또는 검사증을 제출하고 승인을 받아야 한다.

#### (2) 입회검사 및 품질시험

##### 가) 입회검사

< 표 2-1. 수변전설비 입회검사 >

공 정 구 분	입 회 시 기
기초의 위치, 배근등	콘크리트 타설전
기초볼트의 위치 및 설치	볼트설치 작업과정
전기실내 매입배관의 부설	콘크리트 타설전
배전반류의 설치	설치작업과정
전선의 부설	부설작업과정
방화구획 관통부의 내화처리 및 외벽관통부의 방수처리	처리과정
전선과 기기접속	접속작업과정
접지극 매설	접지개소 매설전

##### 나) 품질시험 항목

기기의 설치 및 배치를 완료한 후에는 다음 표의 시험을 실시할 수 있으며, 변압기의 경우 저압회로의 누설전류를 측정한다.

< 표 2-2. 수변전설비 품질시험 항목 >

시험항목	시험종류	시 험 방 법
구조 시험	구조	제조자의 규격의 시험방법으로 설계도서에 표시된 구조로 시공되었는지 확인한다.
성능 시험	절연저항	특별고압 및 고압회로에서 1,000V, 저압회로에서 500V 절연저항계로 측정하여 다음조건에 맞아야 한다. - 특별고압과 대지간: 100 MΩ 이상 - 1차(고압측)과 2차(저압측) : 30MΩ 이상 - 1차(고압측)과 대지간 : 30MΩ 이상 - 2차(저압측)과 대지간 : 5MΩ 이상 - 제어회로 일체와 대지간 : 5MΩ 이상
	내전압	특별고압, 고압 충전부 각각의 상호간 및 대지간에 다음(다)항의 내전압시험을 실시한다.
	종합동작	제조자의 표준에 의하여 승인된 시퀀스도에 의하여 종합동작시험을 실시한다. 또한, 배전계통 전압의 종합 고조파 왜율은 50%이하가 되어야 한다.
	접지저항	접지공사의 조건에 의하여 실시한다.

## 다) 내전압시험

< 표 2-3. 수변전설비 내전압시험 >

전압인가개소		인가전압	인가시간	개 요
특별고압 주회로와 대지간	72/84kV (중성점 접지계)	1.1E	10분간	인가전압은 전선에 케이블을 사용하는 경우에는 DC로 하여도 된다. E : 최고사용전압
		2.2E(DC)	10분간	
	72/84kV(중성점 비접지계)	1.25E	10분간	
		2.5E(DC)	10분간	
	24/36kV	1.25E	10분간	
		2.5E(DC)	10분간	
고압충전부상호간 및 대지간		10,350V	10분간	인가전압은 전선에 케이블을 사용하는 경우에는 DC로 하여도 된다.
		20,700V(DC)	10분간	

## 6. 감시제어설비

### 6-1 일반사항

#### (1) 확장성 및 호환성

소수력설비의 확장성, 유동성 및 개량 보수 등에 대비하여 감시제어 시스템도 확장 및 변경이 용이하여야 하며, 여러 제작사의 각종 설비와도 H/W 및 S/W적으로 호환성이 확보되도록 Open 구조이어야 한다.

#### (2) 신뢰성 확보 및 안전대책

시설의 일부에 고장이 발생하더라도 전체시설이 작동불능 상태를 초래하지 않는 구조이어야 하며, 주요 설비는 고장 발생시 그 기능을 대체할 수 있는 이중화 기능을 가져야 한다. 모든 기기는 고신뢰도의 제품으로 선정하여야 하고, Surge, EMI, 전자기 및 정전유도등 각종 에러발생 요소로부터 보호될 수 있는 안정대책도 강구되어야 한다.

#### (3) 최신 기술의 도입 및 유지보수 대책

시스템 설계·제조사 가급적 최신 기술을 이용한 설비를 선정함으로써 장기간 안정된 상태로 성능보장은 물론 운영 및 유지보수가 용이하도록 하며, 제반 H/W 및 S/W 관련 자료 및 유지보수 기술의 충분한 습득과 예비자재 및 공기구 등에 대한 장기적인 수급대책이 강구되어 정상적인 운용관리에 문제가 없도록 하여야 한다.

#### (4) 인간공학적 배려

시스템은 운용 및 관리자에게 편리성 및 이용성을 제고시키고 주변환경에 조화된 환경친화적 개념 도입과 법적 규제에 대한 대응 그리고 공해방지 및 예방차원의 설계개념이 시스템의 제조·설치시 반영되어야 한다.

## 6-2 표준 및 참조규격

### (1) 표준규격

가) 공급되는 기자재의 표준규격은 부속품 또는 완제품을 막론하고 한국공업규격(KS)을 우선 적용한다. 다만, 해당 KS가 없거나 설비성능 보전 상 필요한 경우는 강화된 외국규격 또는 기타규격, 각종 기준을 적용할 수 있다.

나) 외국규격은 다음의 해당 규격에 따른다.

- ① ITU : International Telecommunication Union
- ② ANSI : American National Standards Institute
- ③ JIS : Japanese Industrial Standards
- ④ IEEE : Institute of Electrical & Electronics Engineers
- ⑤ ISO : International Standardization Organization
- ⑥ NEMA : National Electrical Manufacturers Association
- ⑦ IEC : International Electrotechnical Commission
- ⑧ ASTM : American Society for Testing & Materials
- ⑨ ISA : International Society of America
- ⑩ JEM : Japanese Electrical and Machinery Standards
- ⑪ UL : Underwriters Laboratories

### (2) 참조규격

가) 정보통신기본법 시행령 및 시행규칙

나) 정보통신공사업법 시행령 및 시행규칙

다) 정보통신설비 기술기준에 관한 규칙 및 관계법규

라) 전기설비 기술기준 기준령

마) 전기공업협회 표준규격

바) 한국 산업규격

사) 전기용품 안전관리법

## 6-3 시공 및 설치

### (1) 계기 및 회로용 전력

가) 모든 전원장치는 제어반내에 탑재하거나 운전지점 현장에 설치하여야 하며, 신호 전송기의 전력은 제어반 내 전원장치로부터 공급받게 하여야 한다.

나) 개별회로나 추가회로의 전력공급은 계기부하특성에 따라 충분한 전력을 공급하여야 한다.

## (2) 루프 분류기 및 변환기

- 가) 임피던스 정합과 루프의 신뢰성을 유지하기 위하여 feed back paths가 발생하는 인접 구성품과 각 루프의 필요한 곳에 신호 분류기를 설치하여야 한다.
- 나) 정밀 권선저항기를 모든 제어반의 현장 측 종단에 설치하여 회로 신뢰성을 확보하여야 한다.
- 다) 각 루프의 필요한 곳에 신호조정기와 변환기를 설치하여 신호 부적합성을 해소하거나 필요한 기능을 수행하도록 하여야 한다.

## (3) 환경 적격성

- 가) 모든 옥내·옥외반과 계기함은 주위 환경조건하에서 운전하는데 적합하여야 한다.
- 나) 가열, 냉각, 방습장치를 설치하여 모든 계기장치를 최소 최대 정격환경 운전범위 내  $\pm 20\%$ 로 유지하도록 하여야 하며, 이런 장치에 대한 모든 동력장치를 설치하여야 한다.
- 다) 위험 구역 내 모든 계기는 특정 위험장소에서 사용하기에 적합한 것이어야 한다.

## (4) 신호준위

- 가) 아날로그 측정과 제어신호는 별도의 지시가 없는 경우 측정변화에 직선 비례로 변하게 하여야 한다.
- 나) 제어반의 전기식 신호는 4~20mA DC로 하여야 하나, 1~5V DC로 할 수도 있다.
- 다) 모든 전기식 신호는 기타 신호로부터 전기적 또는 광학적으로 차단되어야 한다.

## (5) 제어반 동력공급

- 가) 모든 제어반에는 고장 내구성 방식의 예비동력 공급장치(UPS)를 배치하여 정전이나 고장시 서비스 중단을 방지하여야 한다.
- 나) 정전시 제어반에 경보음이 나도록 하여야 한다.

## (6) 피뢰기 및 서지보호기

- 가) 아날로그와 디지털 신호계통에 파급되는 유도서지로부터 감시제어설비를 보호하기 위하여 아날로그 선로가 옥외구간인 경우와 전송신호 선로에 피뢰기와 서지 보호기(LSA-Lighting & Surge Arrestor)를 설치하여야 한다.
- 나) 보호준위가 정상운전을 간섭하지 않아야 하고, 계기의 서지 내구 준위보다 낮아야 하며, 무정비 및 자기복귀식 이어야 한다.
- 다) 피뢰기 및 서지보호기가 설치된 폐쇄함 내부의 적합한 곳에 적절한 접지를 하여야 한다.
- 라) 모든 서지보호기의 접지선은 양질토에 접지하고 가능하면 접지선로를 개별로 각기 절연시켜야 한다.

마) 신호선이 제어실, 건물 등의 인터페이스 캐비닛을 통해 입출하는 경우, 이 캐비닛에도 보호장치를 설치하여야 한다.

바) 아날로그·디지털 I/O 및 전송신호(Telemeter Signal) 선로에도 보호기를 설치하여야 한다.

사) 서지보호기는 가급적 계기에 근접하게 설치하여야 한다.

## (7) 배관 및 배선

가) 신호 및 제어 선로(Process Sensing Line)는 배관에 따라 설치하여야 한다.

나) 각 배관은 평형으로 지지표면과 가깝게 설치하여야 하며, 지지대는 90cm~100cm 간격으로 설치하여야 한다.

다) 곡부는 변형이나 배관 두께가 얇아지지 않도록 적절한 공구를 사용하여 형성하여야 하며, 플라스틱배관은 플라스틱 클립 등을 사용하여 평행이 유지되도록 하여야 한다.

라) 배관 선단은 직각으로 절단하고 이형관에 삽입하기 전에 청소를 하여야 한다.

마) 모든 신축케이블(Flexible cable)과 모세관 배관(Capillary Tubing)은 신축 덕트(Flexible Conduct)내에 설치하여야 하며, 기기정비 시 각 소자를 인출하기에 충분하여야 한다.

바) 모든 동력과 신호배선은 클램프 형 LUG로 종단 시켜야 한다.

사) 모든 이음은 수밀(Water Tight)로 하여야 한다.

아) 모든 배선에는 영구적으로 식별이 가능한 꼬리표를 부착시켜야 한다.

자) 모든 배선과 케이블은 보기 좋게 배치하고 그룹(Cable Group)으로 견고히 지지시켜야 한다.

## 7. 성능시험

시험 및 검사계획서에 따라 기자재 설치 후 다음 항목에 대한 성능시험 및 검사를 실시하여야 한다.

### (1) 효율시험

가) 수차의 효율시험은 IEC60041 또는 JEC4002에 준하여 현장 측정시험을 시행하는 것을 원칙으로 한다.

나) 수차의 효율은 정격낙차에서 최고효율 80%이상이어야 하고, 가중평균효율 또는 전체 운전범위에서 양호한 효율을 유지하여야 한다. 다만, 사이편을 이용한 수력 등 국내외 수차설계 기술이 개발되지 않은 소수력은 발주자와 계약상대자가 별도 합의한 설비의 계약사항에 대하여 예외로 한다.

**(2) 베어링 온도포화 시험 (Bearing heat run test)**

수차발전기를 무부하상태에서 수동으로 연속 운전하여, 베어링의 조립상태, 베어링의 온도, 진동 및 소음에 이상이 없는가를 확인하여야 한다.

**(3) 자동 기동·정지 시험(Automatic start & stop test)**

가) 수차 발전기의 자동 기동 및 정지 동작이 Sequence Diagram에 따라 단계별로 정확히 이루어지고 또한 단계별 소요 시간이 적정한가를 확인하는 시험으로서,

나) 자동 기동은 수차발전기 정지상태로 부터 계통병입(Parallel "ON")까지, 자동 정지는 계통병입 상태(Load상태)로 부터 수차 완전 정지까지의 각 단계별 시간을 측정하여야 한다.

**(4) 부하차단 시험 (Load rejection test)**

가) 수차발전기가 정상운전중에 전력계통의 사고 등으로 부하를 차단한 때 각 제어장치가 정상으로 동작하여 수압철관 압력, 회전속도 및 발전기전압에 이상이 없고 안전하게 무부하 운전으로 이행될 수 있는가를 확인하는 시험으로

나) 이때의 전압, 회전속도, 역률 등을 정격으로 유지한 상태에서 차단한 결과 수압, 회전속도, 발전기 전압 등이 보증치 내에 드는지 확인하고, 양호하지 않은 경우, 가이드베인 폐쇄시간 등을 조정하여 정상적으로 보증치를 만족시켜야 한다.

다) 일반적인 소수력의 계기용변성기(PT)는 주차단기 이후(라인 측)에 설치되어 있기 때문에 부하차단시험에서 발전기전압의 변동여부 측정은 무의미하다.

**(5) 비상정지 시험**

수차발전기가 정상 운전중에 전기적, 기계적인 고장이 발생할 때 각 제어장치가 정상으로 동작하여 안전하게 비상정지 될 수 있어야 한다.

**(6) 출력 시험 (Output test)**

수차 발전기를 단위 출력별로 운전하여 출력별 진동 및 소음 등을 측정하여 발전기 안전운전 영역, 출력 제한 범위를 확인하여야 한다.

**(7) 부하 시험 (Load test)**

정격부하에서 연속 운전하여 Stator Winding 온도와 변압기의 온도 및 각부 베어링 온도에 대한 이상 상승여부와 수차 자체에 대한 누유, 누수, 이음 등과 보조기기에 대한 이상 유무를 확인하여야 한다.

**(8) 보호계전기 시험**

계통 또는 발전설비 이상현상이나 고장발생시 설비를 보호하고 사고파급을 방지하기 위해 각각의 보호계전기가 갖는 보호목적과 특성에 따라 정상적으로 동작하는지 여부를 판단하는 개체특성시험을 하여야 한다.

## 8. 바이오(혐기성 소화)설비 시공기준

### 가. 설치위치

- 1) 모든 설비는 눈, 비 및 바람 등에 보호될 수 있는 구조를 가져야 한다.
- 2) 발생가스등의 안전유지를 위해 주변에 인화성 물질을 취급하는 곳이 없어야 하며, 항상 통풍이 잘되는 지역에 설치하여야 한다. 소화조 및 가스저장조 상부에는 가스 누출 여부를 감시할 수 있는 계기를 설치하여야 한다.

### 나. 시스템설비

#### 1) 전처리조

- 가) 모든 반응조는 내식성 및 내약품성 재질을 사용하여야 하며 외부충격에 견딜 수 있는 구조이어야 한다.
- 나) 지지대는 철근 콘크리트등과 같이 구조물을 충분히 지지할 수 있는 형태의 패드로 구성하여야 하며 빗물 등이 배수될 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
- 다) 약품의 종류에 따라 기온강하 시에 내용물이 얼지 않도록 설치하여야 하며 약품의 양을 외부에서 확인할 수 있는 장치(Level Gauge 등)를 부착하여야 한다.
- 라) 외부에는 약품 공급 및 점검에 필요한 설비(사다리, 핸드레일 등)를 설치하여야 한다.
- 마) 교반 시 내용물이 외부로 유출되지 않는 설비(상부 뚜껑 등)를 갖추어야 한다.

#### 2) 혐기성 소화조

- 가) 토목구조물, 플랫폼, 폐수혼합장치, 슬러지 투입구 및 유출수 배출웨어 장치, 점검구, 안전장치, 스프레이 노즐 등으로 구성하여야 한다.
- 나) 구조물의 재질은 내식성 재질을 사용하고, 지지대는 철근 콘크리트등과 같이 구조물을 충분히 지지할 수 있는 형태의 패드로 구성해야 하며, 빗물 등이 배수될 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
- 다) 구조 및 부속물은 바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있도록 설치하여야 하며 모든 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 고정하여야 한다.
- 라) 가연성 가스(주성분:CH<sub>4</sub>)가 발생되므로 가스나 폐수의 누설이 발생하지 않도록 완전한 기밀을 유지하여야 하며 가스 누출을 탐지할 수 장비를 설치하여야 한다.
- 마) 보온을 하여야 하며, 내부 온도는 중간지점에서 중온방식은 35±2℃, 고온방식은 55±2℃를 유지하여야 한다.

#### 3) 탈황장치

- 가) 소화조에서 발생하는 소화가스를 탈황제와 접촉시켜 소화가스 중의 유화수소를 제거하여야 한다.



나) 소화가스 중에 유화수소가 100ppm 이하일 경우에는 90%이상, 100ppm 이상일 경우에는 10ppm 이하로 제거하여야 한다.

다) 구조 및 부속물은 내식성, 내후성, 내산성 및 내알칼리성에 견딜 수 있도록 설치하여야 한다.

라) 탈황제는 1,000kg의 약품에 100kg 이상의 유화수소를 흡착하여야 한다.

#### 4) 가스저장장치

가) 구조 및 부속물은 내연성, 내풍성, 내산성에 견딜 수 있도록 설치해야 하며 용접부 SEAL 막 등에서는 가스 누출이 없어야 한다.

나) 적설 및 동결 등의 사고가 발생할 경우에는 사고를 방지할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

다) 내부에서 발생된 응축수는 자동 배수될 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

#### 5) 발전시설

가) 혼소형 엔진을 사용할 경우에는 바이오가스의 함유율이 전체 연료의 70% 이상이어야 한다.

나) 과온 및 과속 등에 대비한 안전장치를 설치해야 하며, 가스배관에는 역화방지기를 설치해야 한다.

#### 6) 배관

보온하여야 하며, 반응조에 연결되는 배관은 유량이 역류하지 않도록 구성해야 한다.

#### 7) 밸브류(Valve)

가) 모든 밸브는 연중 대기온도 및 사용온도 정상적인 기능을 해야 하며, 전동밸브는 By-pass 배관을 병행 설치하여야 한다. 다만, 전동밸브에 수동개폐장치가 설치되어 있을 경우에는 By-pass 배관을 설치하지 않아도 된다.

나) 모든 밸브는 적정압력 및 온도(필요시 온도안전밸브)에 견디도록 설치하여야 하며, 압력 안전밸브는 자동 복귀되는 기능이 구비되어야 하고, 조절압력은 시스템 작동 허용압력을 초과해서는 안된다.

#### 8) 전기사업법의 사용전점검 또는 사용전검사에 하자가 없도록 시설을 준공하여야 한다.

### 다. 기타

#### 1) 명판

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

나) [별표 5] 신·재생에너지 설비 명판 설치기준의 명판을 제작하여 협기성 소화조 전면  
에 부착하여야 한다.

2) 가동상태

설비제어장치는 자동 및 수동운전이 가능하여야 하며 온도감지기는 외부의 조건의 영  
향이 없도록 소화조의 중심지점에 설치해야 한다.

3) 모니터링 설비

[별표 2] 『모니터링 설비 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

4) 운전교육

전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전  
교육을 실시하여야 한다.

## 9. 목재펠릿보일러 시공기준

### 가. 보일러의 성능·구조 기준

#### 1) 적용범위

최고사용압력 0.35 Mpa (3.5 kg/cm<sup>2</sup>) 이하의 목재펠릿을 연료로 사용하는 온수보일러에 적용한다.

#### 2) 보일러의 운전성능, 안전장치 성능 및 구조 기준

가) 정격 열출력 58.14kW (50,000kcal/h) 이하, 최고사용압력 0.35Mpa (3.5kg/cm<sup>2</sup>) 이하인 목재펠릿 온수 보일러 : 법 제13조에 따른 인증심사기준을 적용

나) 에너지이용합리화법 제39조 및 동법 시행규칙 제31조의6의 검사대상기기 : “열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준”(산업통상자원부 고시)을 적용

다) 가) 및 나) 이외의 보일러 : [별표 1-2]에서 정한 시험항목, 방법 및 기준을 적용

### 나. 보일러의 설치 기준

#### 1) 설치 확인 대상 보일러

가) 정격 열출력 58.14kW (50,000kcal/h) 이하, 최고사용압력 0.35Mpa (3.5kg/cm<sup>2</sup>) 이하인 목재펠릿 온수 보일러는 센터에서 법 제13조에 따라 인증한 인증제품을 설치하여야 하며, 인증대상이외의 보일러는 [별표 1-2]에서 정한 시험을 국가공인시험기관에서 실시하여 기준을 만족한 것이어야 한다. 다만, 에너지이용합리화법 제39조 및 동법 시행규칙 제31조의7 관련 [별표 3의4] 「검사의 종류 및 적용대상」에 따라 제조관련 검사 적용을 받는 보일러는 검사기준을 만족하여야 한다.

나) 공인시험기관은 성능 및 구조 기준 만족여부를 [별지 제9호]의 서식에 준하여 성적서를 발급하여야 한다.

다) 에너지이용합리화법 제39조 및 동법 시행규칙 제31조의7 관련 [별표 3의4] 「검사의 종류 및 적용대상」에 따라 관련 검사를 받아야 하는 보일러는 설치확인 신청시 검사증사본을 제출하여야 한다.

#### 2) 사용 연료 및 저장시설

가) 펠릿보일러에 사용하는 목재펠릿은 국가공인시험기관에서 보일러 성능시험시에 사용한 펠릿등급 이상의 품질을 가진 목재펠릿을 사용하여야 한다.

나) 저장시설은 정격소비량(kg/h)의 20배 이상을 저장할 수 있는 용량을 확보하여야 하며, 저장시설에는 수분 및 이물질 유입을 방지하기 위해 뚜껑과 필요시 스크린망을 설치하여야 하고 결로 현상이 발생하지 않도록 유의하여야 한다. 다만, 보일러에 설치된 연료저장조로 별도의 자동공급시스템이 설치된 경우에는 별도의 자동공급시스템까지를 저장 시설로 간주한다.

### 3) 보일러의 설치

보일러는 다음 조건을 만족시킬 수 있도록 설치하여야 한다. 다만, 에너지이용합리화법 제39조 및 동법 시행규칙 제31조의6의 검사대상기기는 “열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준”(산업통상자원부 고시)에 따라 제조하고 설치해야 한다.

- 가) 보일러 조작 및 점검, 수리를 위해 필요한 충분한 공간을 확보하여야 한다.
- 나) 보일러의 바닥은 물이 스며들지 않는 불연성 재료(시멘트, 콘크리트 등)로 수평으로 포장하여야 하며, 기초가 약하여 내려앉거나 갈라지지 않아야 한다.
- 다) 보일러는 반드시 바닥 지지물에 견고하게 설치하여 가동 중 이상진동이 없어야 하며, 자체의 하중을 충분히 지탱하여야 한다. 단, 정격 열출력 58kW 이하 제품의 경우, 바닥 지지물 없이 바닥에 직접 설치할 수 있다.
- 라) 강구조물은 접지되어야 하고 빗물이나 습기에 의하여 부식되지 않도록 적절한 보호장치를 하여야 한다.
- 마) 보일러 보온재와 케이싱 등의 외관 상태는 부식 등이 없이 양호한 상태이어야 한다.
- 바) 보일러의 사용압력이 어떠한 경우에도 최고사용압력을 초과할 수 없도록 설치하여야 한다.

### 4) 설치장소

- 가) 설치장소 주위는 가연성 및 인화성 물질을 저장 및 취급하는 장소가 아니어야 한다.
- 나) 보일러를 옥내에 설치하는 경우에는 다음 조건을 만족하여야 한다.
  - 보일러 및 보일러에 부설된 금속제의 굴뚝 또는 연도의 외측으로부터 0.3 m 이내에 있는 가연성 물체에 대하여는 금속 이외의 불연성 재료로 피복하여야 한다.
  - 보일러에 설치된 계기들을 육안으로 관찰하는데 지장이 없도록 충분한 조명시설이 있어야 한다.
  - 보일러실은 원활한 연소 및 환경을 유지하기 위하여 급기구 및 환기구가 있어야 하며, 급기구는 보일러 배기가스 덕트의 유효단면적 이상이어야 한다.
- 다) 보일러를 옥외에 설치하는 경우에는 다음 조건을 만족하여야 한다.
  - 보일러에 빗물이 스며들지 않도록 케이싱 등의 방지설비를 하여야 한다.
  - 노출된 절연재 또는 피복부위 등에는 방수처리(금속커버 또는 페인트 포함)를 하여야 한다.
  - 보일러 외부에 있는 난방배관 및 급수관 등이 얼지 않도록 보호조치(보온 등)를 하여야 한다.

### 5) 연도의 설치

#### 가) 연도의구조

- ① 연도는 연소가스가 원활히 배출될 수 있도록 통풍력과 배기가스의 대기 확산을 고려한 충분한 높이와 구조를 갖추어야 한다.
  - 연도의 상당지름은 125mm 이상이어야 한다.

- 연도의 가로길이는 짧아야(5m 이하) 한다.
- 연도의 굴곡 수는 적어야(4개 이하) 한다.

다만, 연도의 가로길이가 5m 이상이고, 굴곡 수가 4개 이상 많아 자연통풍으로 배기가 어려운 경우에는 통풍장치를 설치해야 한다.

- ② 연도의 모양은 모든 방향의 바람에 관계없이 배기가스를 잘 배출시키는 구조로, 연도의 끝은 옥외로 뿜아내어야 한다.
- ③ 연도가 높아 연소에 장애를 주는 경우 양호한 연소유지를 위하여 연도에 정압 조절기를 설치하여야 한다.
- ④ 연도는 벽속에 매립하거나 천정속 등의 은폐부에 설치하여서는 안된다.
- ⑤ 연도는 점검 및 수리가 용이한 구조로 내부청소를 위한 청소구와 수리나 교체에 필요한 점검구 등을 설치하여야 한다.
- ⑥ 불씨나 연도의 과열의 화재발생이 없도록 예방조치를 하여야 하며, 잔류가스의 폭발을 방지할 수 있도록 설치하여야 한다.

#### 나) 연도의 재질

연도의 재질은 스테인레스(두께 0.3mm 이상), 용융아연도금강판(두께 0.6mm 이상) 및 동등 이상의 재질을 사용하여야 하며, 평판 또는 스파이럴판을 사용하여야 한다. 다만, 주름판을 사용하여서는 안된다.

#### 다) 연도의 설치

- ① 보일러 상부에서 3m 이상 높게 설치하여야 한다. 다만, 연도 주위에 높은 건물이나 장애물이 있을 때는 높은 건물의 지붕보다 1m 이상 높게 설치해야 한다
- ② 연도내에 물고임이나 연통에서 발생하는 결로(응축)수가 보일러 내부로 유입되지 않는 구조로 배출구를 설치하여야 한다.
- ③ 연도는 운전 및 휴지 시 진동이나 소음이 발생하지 않도록 충분히 보강하고 연도의 자중으로 인한 처짐 등을 방지할 수 있도록 적절한 개소에 받침 및 행거를 설치하여야 한다.
- ④ 보일러와 굴뚝 사이의 연도는 결로가 발생하는 경우에는 결로 방지를 위해 보온재로 보온하거나, 이중관으로 설치하여야 한다.
- ⑤ 연도 부착부 등에서 연소가스가 새지 않도록 기밀조치를 하여야 하며, 연소가스가 창문을 통하여 실내로 유입되지 않아야 한다.
- ⑥ 급기구는 옥외 등 통기성이 좋은 위치에 설치하고 배기통으로부터 배출된 배기가스가 유입되지 않는 위치에 설치하여야 한다.

#### 6) 압력방출장치

가) 온수보일러에 개방식 팽창탱크 설치시 다음 기준에 따른다.

- ① 팽창탱크의 용량은 관수용량의 5 % 이상일 것
- ② Overflow는 반드시 설치할 것
- ③ 순환펌프는 환수쪽에 설치할 것
- ④ 팽창탱크의 Drain관을 개방하여 연결할 것
- ⑤ 팽창탱크의 하부 연결배관에는 밸브를 설치하지 말 것

⑥ 에어벤트는 필요시 보일러 본체 및 팽창관에 설치할 것

⑦ 팽창탱크는 보일러 상부(지하실 설치시는 방바닥 배관)보다 높이 설치할 것

나) 온수보일러에 밀폐식(압력식) 팽창탱크 설치시 다음 기준에 따른다.

① 팽창탱크(질소탱크)의 용량은 관수용량의 10 % 이상일 것

② 에어벤트, 안전변은 반드시 보일러 본체 및 팽창관에 설치하여야 하며, 안전변은 산업안전보건법의 규정의 검사품으로 분출압력이 최고사용압력 이하인 것을 설치할 것

③ 팽창탱크의 하부 연결배관에는 밸브를 설치하지 말 것

다) 증기보일러에는 2개 이상의 스프링 안전밸브(KSB 6216)를 설치하여야 한다.

다만, 전열면적 50㎡이하의 증기보일러에서는 1개 이상으로 한다.

안전밸브의 부착방법 및 용량, 크기는 “열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준”(산업통상자원부 고시)에 따른다.

## 7) 펌프 및 배관 설치

### 가) 펌프

순환펌프는 용량에 맞는 고효율인증펌프 또는 KS기준 동등 이상의 펌프를 설치하여야 한다.

### 나) 배관

#### ① 배관의 설치

- 난방배관의 난방출구와 방출관에는 Tee이음매를 사용하여 분리된 관에 15A 이상의 팽창관을 꺾임이 없도록 설치하여야 한다.
- 모든 배관의 노출부는 얼지 않도록 두께 25 mm 이상의 보온재로 보온하여야 한다.
- 모든 배관계통의 관 및 이음쇠 부분에는 누수가 없어야 한다.
- 배관재는 KS 기준 또는 동등이상의 것을 사용하여야 한다.
- 밀폐식의 경우, 급수공급배관에 체크밸브를 설치하여야 하며, 크기는 호칭 15A 이상이어야 한다.
- 주름배관은 사용할 수 없다.

#### ② 배관의 접합

- 배관을 나사접합으로 하는 경우에는 KSB 0222(관용테이퍼나사)에 의하여 하여야 한다.

#### ③ 배관의 지지대 설치

- 지지물은 안전뿐만 아니라 해로운 처짐, 외부의 기계적 손상 및 비정상적인 사용 조건의 노출에 대해 배관을 보호하기 위하여 설치하여야 한다.
- 각 배관은 0.7~1.2m 마다 지지대를 설치하여야 하며, 열의 팽창과 수축을 자유롭게 할 수 있도록 하여 보일러에 과중한 응력이 전달되지 않도록 하며, 보일러의 진동과 유체의 충격의 진동 등이 최소가 될 수 있도록 배관을 시공하여야 한다.

#### ④ 배관의 표시

- 급수, 온수, 난방공급, 난방환수, 드레인을 정확하게 구분되게 유체명, 흐름방향

등을 표시하여야 한다.

#### 8) 계측기

가) 온수보일러에는 KS B 5320(공업용 바이메탈식 온도계) 및 KS B 5305(부르동관압력계) 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 온도계 및 압력계를 설치할 원칙으로 한다.  
(다만, 권장사항은 전열면적이 4m<sup>2</sup>이하인 경우에 적용한다.)

- ① 보일러 본체 온도계(제어장치 포함)
- ② 보일러 입·출구 온수온도계 (권장사항)
- ③ 보일러 연도의 배기가스온도계 (권장사항)
- ④ 보일러 압력계 (권장사항)

나) 증기보일러에는 “열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준”(산업통상자원부 고시)에 따라 압력계, 온도계, 유량계등을 설치해야 한다.

다) 동체의 과열을 방지하기 위하여 배기가스 온도를 감지하여 송풍기의 가동을 멈추는 과열 방지장치가 설치되어야 한다.

#### 9) 명판 및 교육

가) 명판

- 보일러에는 설비사양(용도, 형식, 정격출력, 관수용량, 정격연료소비량, 최고사용압력, 전열면적), 연료규격, 연소방식, 연료공급방식 및 장치, 제조사, 제조번호, 제조년월, 판매, 시공업체명, AS 연락처 등을 표시한 명판을 부착하여야 한다.
- \* 본 보일러의 사용연료는 ( )급 펠릿 이상만 사용할 수 있다.

나) 교육

- 펠릿보일러 시공 전문기업은 반드시 시공종사자, 소유자(소비자에게) 운전 및 보수, 유지관리에 관한 교육을 실시하여야 하며, 운전매뉴얼을 제공하여야 한다.

#### 10) 운전매뉴얼

운전매뉴얼에는 다음과 같은 사항이 기재되어야 한다.

- 가) 보일러작동법, 연소방법, 안전하게 개구문 여는법
- 나) 청소 및 청소주기, 청소를 위해 필요한 조치사항
- 다) 오작동인 경우 대처법
- 라) 충분한 관리유지 서비스 권유 및 관리유지 간격
- 마) 연료종류와 관수용량과 연료크기
- 바) 연료통에 채울 수 있는 최대높이

신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침



## 10. 폐기물에너지 회수설비 시공기준

### 가. 설치조건

- 1) 폐기물의 연소에 의해 발생한 열을 회수하여 이용할 수 있는 곳에 설치하여야 한다.
- 2) 폐기물 에너지회수시설은 자체중량, 적재하중 및 기타 하중에 견딜 수 있어야 하고 폐기물 처리과정에서 발생하는 열·습기·배기가스·배출수 및 충격 등에 견딜 수 있는 재질을 사용하여야 한다.
- 3) 폐기물이 흘날리거나 흘러나오는 것을 방지하는 데 필요한 설비를 설치하여야 한다.
- 4) 폐기물 처리과정에서 발생하는 대기오염물질·수질오염물질 등을 처리할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.
- 5) 굴뚝을 설치하는 경우 통풍력과 배기가스의 대기확산을 고려한 높이와 구조이어야 한다.
- 6) 폐기물 관리법, 대기환경보호법, 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 등의 법률과 관련고시에 적합하게 설치하여야 한다.
- 7) 설치확인신청전에 관련 법률 등에서 정한 필요한 검사 및 시험을 완료하여야 한다.

### 나. 투입설비

- 1) 폐기물을 보관할 수 있는 저장설비 및 소각용량 이상을 투입할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
- 2) 폐기물 투입구 및 청소구는 고온에 견딜 수 있는 재질로 만들어야 하며 외부 공기의 유입이나 연소가스의 누출을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

### 다. 연소설비

- 1) 적정한 소각기능 및 용량을 가져야 하고 시간당 소각능력은 설계기준 이상이어야 한다.
- 2) 연소실의 예열 및 온도를 조절할 수 있도록 충분한 보조버너 등 충분한 용량의 보조 연소장치를 설치하여야 한다.
- 3) 연소실의 공기공급량을 조절할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.
- 4) 통풍설비설치 등으로 연소실의 압력이 일정하게 유지되고, 연소가스 또는 화염의 역류 현상이 발생하지 않도록 설치하여야 한다.
- 5) 연소실내의 온도와 압력을 계측할 수 있는 기기를 설치하여야 하며 폭발에 대비할 수 있는 안전장치를 설치하여야 한다.
- 6) 연소실 내부의 연소상태를 볼 수 있는 구조이어야 하며, 소각재의 제거시 재의 흘날림을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

**라. 폐열회수 및 공급설비**

- 1) 안전밸브, 저수위 차단장치, 전기적 안전장치 등의 안전장치를 설치하여야 한다.
- 2) 온도, 압력, 유량 등의 관련 계측기기 및 조절기를 설치하여야 한다.

**마. 기타**

1) 명판

- 가) 모든 기기는 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항이 명시된 명판을 부착하여야 한다.
- 나) [별표 5] 신·재생에너지 설비 명판 설치기준의 명판을 제작하여 소각로 전면에 부착하여야 한다.

2) 가동상태

설비제어장치는 자동 및 수동운전이 가능하여야 한다.

3) 모니터링 설비

[별표 2] 『모니터링 설비 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

4) 운전교육

전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전 교육을 실시하여야 한다.

5) 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.

## 11. 연료전지설비 시공기준

### 가. 설치위치

- 1) 통풍이 잘 되는 장소에 설치하여야 하며 실내에 설치할 경우에는 환풍기를 설치하여야 한다. 다만, 연료전지설을 설치하는 경우에는 한국가스안전공사의 검사기준(KGS FU551)을 따른다.
- 2) 설치할 주위의 벽 등이 화재에 안전한 장소인지, 가연성물질 존재여부를 확인해야 하며 안전거리를 충분히 확보할 수 있는 곳에 설치하여야 한다.

### 나. 재료 및 구조

- 1) 구조물은 내연성, 내풍성, 내산성에 견딜 수 있도록 설치하여야 하며 사람이 접할 우려가 있고 감전, 상해 등의 우려가 있는 가동부분은 안전장치(보호망 등)를 설치하여야 한다.
- 2) 구조물의 재질은 내식성 또는 코팅재를 사용하여야 한다. 다만, 석면이 포함된 재료를 사용해서는 안된다.
- 3) 전기 절연물 및 단열재는 최대사용온도에 충분히 견디고 흡습성이 적은 것을 사용하여야 한다.
- 4) 도전재료는 동, 동합금, 스테인리스강 또는 동등이상의 것을 사용하여야 한다. 다만, 탄성이 필요한 부분 및 적용이 불가능한 부분은 제한하지 않는다.
- 5) 연소 배기가스가 통과하는 부분은 불연 재료를 사용하여야 한다. 다만, 패킹류, 씰 등의 기밀유지가 필요한 부분은 제한하지 않는다.

### 다. 연료전지시스템

- 1) 내식성과 전기 안정성을 갖고 있어야 하며 압력, 진동, 열 등에 의해 생기는 응력에 충분히 견디는 구조이어야 한다.
- 2) 연료가스 및 개질가스가 통과하는 부분은 불연재를 사용하여야 한다. 다만, 패킹류와 씰 등의 기밀유지가 필요한 부분은 제한하지 않는다.
- 3) 배기관은 옥외로 연결되어야 하며, 길이는 제조사의 제품인증서에 명기된 배관길이 범위 이내이어야 하며, 관경은 제조사의 설계치 이상이어야 하고, 설비(설치)확인 신청 시 한국가스안전공사 검사성적서를 신재생에너지센터에 제출하여야 한다.
- 4) 인증받은 설비를 설치하여야 한다. 다만, 인증대상설비가 아닌 경우에는 “KS C 8569”에 따라 품질기준(기본성능·안정성 등)을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 센터로 제출하고, 위원회 심의를 거쳐 센터의 장이 인정할 경우 사용할 수 있다.

### 라. 관련부품 및 기기

- 1) 배관의 지지 및 고정 철물은 설계도면과 같이 제작하여 설치하고, 관의 자유로운 신축

을 방해하는 구조로 하여서는 안되며, 기울기에 변화가 오지 않도록 시공한다.

- 2) 고정철물, 지지철물, 인서트 등은 워터해머, 신축 응력관의 자중 등에 대해 충분히 견딜 수 있는 구조로 하며, 주름관은 사용할 수 없다.
- 3) 물배관, 온수배관은 기밀성이 손상되지 않는 구조이어야 하며 썰부는 열화를 충분히 견딜 수 있는 구조 및 재료이어야 한다.
- 4) 배수배관은 고온의 물이 흐를 수가 있으므로 내열성 재료를 사용하여야 하며, 물이 원활히 흐를 수 있도록 설치하여야 한다.
- 5) 연료 배관공사는 전문자격자에 의해 시공하여야 하며 가스배관 접속 후에는 가스의 누설이 없는지 확인하며 기기를 사용하는 장소에 가스누설경보기를 설치하여야 한다.
- 6) 전기장치와 배선은 열적 영향이 적은 위치에 있어야 한다.
- 7) 기구간을 접속하는 전선이 단락, 과전류 등의 이상이 발생했을때 작동하는 퓨즈, 과전류보호장치 등을 구비하여야 한다.
- 8) 연료전지 발전시스템은 연계운전 및 독립운전시의 부하 단락시에 안전하게 정지할 수 있는 안전장치 또는 보호하는 기능을 갖추어야 한다.
- 9) 연료전지 스택은 외부 기기로부터 전류가 유입되지 않아야 한다.

#### 마. 기타

##### 1) 명판

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

나) [별표 5] 신·재생에너지 설비 명판 설치기준의 명판을 제작하여 연료전지시스템기기 전면에 부착하여야 한다.

##### 2) 전기공사 및 가스시설공사

전기사업법의 사용전 점검(또는 사용전 검사) 및 도시가스 사용시설의 시설·기술·검사기준(KGS FU551)에 하자가 없도록 시설을 준공하여야 한다.

##### 3) 가동상태

설비제어장치는 자동 및 수동운전이 가능하여야 한다.

##### 4) 모니터링 설비

[별표 2] 『모니터링 설비 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

##### 5) 운전교육

전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전교육을 실시하여야 한다.

6) 시공기준의 적용 예외

현장조건 등으로 인하여 위의 시공기준을 적용하기 곤란할 경우에는 적용 예외사항에 대하여 사전에 신·재생에너지센터의 승인을 득하여야 한다.

## 12. 수열에너지설비 시공기준

### 가. 설비의 적용범위

#### 1) 적용범위

본 기준은 수열에너지를 이용한 단위사업별 설비용량 17.5kW 초과 해수 표층 및 하천수(정수처리 수 제외)의 열을 이용하는 히트펌프 설비에 적용하며 하천수 직접 열교환 방식은 제외한다.

### 나. 해수 및 하천수 취수시설

#### 1) 취수·배수관

가) 수중생물, 수중 퇴적물 및 고형물질 등이 펌프에 흡입되지 않도록 취수구에 차단망(여과망) 또는 생물부착 방지장치를 설치하여야 한다. 다만, 여과해수를 취수하는 경우에는 해수열교환기 입구에 차단망 또는 생물부착 방지장치를 설치할 수 있다.

나) 부식되지 않도록 다음 각 호의 재질의 파이프를 사용하되, KS품질기준 이상이어야 한다.

- ① 스테인레스 스틸(STS)
- ② 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)
- ③ 유리섬유 강화 열경화성 플라스틱(GRP)

#### 다) 보호장치

해양 및 하천 외력환경 및 닛 등의 외부충격으로부터 취수·배수관 보호를 위하여 그 영향지역에는 매설 또는 매트 등의 보호설비 및 부표를 설치해야 하며, 설치된 부표에는 야간에도 식별이 가능한 설비(반사판 또는 야광설비)를 갖추어야 한다. 다만, 취수구 설치수심이 수면기준 30m 이상인 경우에는 생략할 수 있다.

라) 수중 플랜지 접합시 볼트 접합작업 이전에 패킹표면을 깨끗이 청소하여 이물질을 완전히 제거하여야 하며, 패킹 또는 플랜지판이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

마) 취수·배수관을 플랜지로 연결할 경우 플랜지 등급에 따른 규정된 힘을 적용하여 볼트를 조이고, 조이는 순서는 대칭으로 순차적으로 실시한다.

바) 취수·배수관을 부설하기 전에 관체의 외관을 검사하여 균열이나 기타 결함 여부를

확인하여야 한다.

사) 비상시 취수·배수관을 회수하는 절차서를 구비하고 있어야 한다.

아) 취수·배수관의 해양 및 하천 설치공법은 사전에 발주처 및 감독관의 승인을 받아야 한다.

자) 취수·배수관의 보호 매립단면에 사석을 투입하기 전에 사석 투입유무, 취·배수배관의 보호단면 내 위치 등을 설계하여 감독관 확인을 받은 후 시행해야 한다.

## 2) 해수 및 하천수 펌프

가) 열펌프 설계용량을 고려하여 펌프용량을 선정하되, 해양 및 하천 생태환경 보호를 위하여 취수관 입구온도와 배수관 출구온도의 차이가 원칙적으로 5℃ 이하가 되도록 용량을 설정하되 배수관 출구온도를 생태계에 문제가 없도록 조정하여야 한다.

나) 고효율 또는 KS품질기준 이상의 제품을 사용하여야 한다.

다) 임펠러 및 케이싱은 해수 및 하천수에 강한 재질을 사용하여야 한다.

## 3) 해수 및 하천수의 안정된 공급을 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 설비를 설치하여야 한다.

가) 해수 및 하천수 저장탱크 또는 진공탱크 설치

나) 자흡식 취수펌프 설치

다) 취수펌프의 취수구를 수면보다 0.5m 이상 낮게 설치

## 4) 해수 및 하천수 간접열교환 방식일 경우 취수의 중간열교환기는 STS 또는 동등이상(방식능력) 재질의 열교환기를 설치하여야 한다.

## 다. 수열열펌프 유닛

### 1) 사양

인증받은 설비(KS B 8292~8294)를 설치하여야 한다. 다만, 인증대상설비가 아닌 경우에는 “KS B 8292~8294”에 따라 최소성능기준(COP) 등을 만족하는 시험결과가 포함된 시험성적서를 센터로 제출하고, 위원회 심의를 거쳐 센터의 장이 인정할 경우 사용할 수 있다.

### 2) 진동감쇄

열펌프는 압축기의 진동감쇄를 위하여 콘크리트 기초위에 앵커볼트 고정 및 방진설비(10mm 이상의 방진고무 또는 방진스프링)를 설치하여야 한다. 바닥설치형이 아닌 경우 철제구조물(앵커볼트·방진설비 포함)에 설치하여야 한다.

### 3) 유닛 구성요소

가) 열교환기 및 외부노출 배관은 반드시 단열하여야 한다. 가급적 냉매배관에 응축수가

발생하지 않도록 해야 하며, 응축수 발생시 열펌프 유닛이 손상되지 않도록 드레인 관 설치등 안전대책이 있어야 한다.

나) 열교환기의 재질은 다음 각 호의 경우에 따라 시공하여야 한다.

- ① 해수 직접 열교환 방식 : 티타늄 또는 동등이상의 재질
- ② 해수 및 하천수 간접열교환 방식 : STS 또는 동등이상의 재질

#### 4) 안전장치

안전장치 관련 사항은 “5. 지열에너지설비 시공기준” 사.항을 준용한다.

### 라. 관련 부품 및 기기

1) 열펌프 유닛 및 탱크류 등은 기계실에 설치하여야 한다.

#### 2) 팽창탱크

가) 배관내 순환수 온도변화에 따른 체적변화로 배관이 파손되는 것을 방지하기 위해 열원(열교환기~열펌프) 및 부하측 배관의 순환펌프 흡입측에 적정용량의 팽창탱크를 설치하여야 한다.

나) 순환펌프 가동시 대기압 이상을 유지할 수 있어야 한다.

3) 순환펌프 관련 사항은 “5. 지열에너지설비 시공기준” 아.항을 준용한다.

#### 4) 밸브류

가) 동파방지를 위하여 열원 및 부하측 배관의 가장 낮은 위치에 배수밸브(drain valve)를 설치하여야 한다.

나) 순환펌프, 스트레이너 등의 교체작업을 위해 가까운 위치에 개폐밸브를 설치하여야 한다.

다) 모든 밸브는 연중 외기온도(수온 포함) 및 사용온도에서 정상적인 기능을 해야 하며, 전동밸브는 바이패스(By-pass) 배관을 병행설치 하여야 한다. 다만, 전동밸브에 수동개폐장치가 설치되어 있는 경우에는 바이패스 배관을 설치하지 않을 수 있다.

라) 모든 밸브류는 최고사용압력에서 건딜 수 있는 충분한 강도를 가져야 한다.

5) 상태확인용 계측기를 아래의 위치에 모두 설치하여야 한다.

가) 유량계 : 취수관·배수관·순환배관(중간열교환기~열펌프) 중 1개소

나) 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등이상의 성능확보) : 취수·배수관, 열원·부하측 공급·환수관

라) 압력계(부르동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능확보) : 열원·부하측 공급·환수관

### 마. 배 관

- 1) 기계실 배관의 배관지지대 및 볼트, U볼트 등 부속자재는 STS재질 또는 부식방지를 위한 절연재가 부착된 재질을 사용하여야 한다.
- 2) 배관은 보온하여야 하며, 관 및 이음쇠 부분에 누수가 없어야 한다.
- 3) 취수·배수관 및 열원·부하측 공급·환수관에는 배관명과 유체의 흐름방향을 표시하여야 한다.
- 4) 기계실 배관은 탱크(버퍼탱크, 축열조 등) 또는 헤더가 있는 경우 열펌프 유닛으로부터 유닛에서 가까운 탱크나 헤더까지의 연결부위를 적용범위로 한다.

#### 바. 보온공사

- 1) 배관의 보온재 및 두께 기준, 배관마감 관련 사항은 “5. 지열에너지설비 시공기준” 차.항을 준용한다.

#### 사. 전기설비

- 1) 규격  
전력케이블시공 및 전등전열 재료는 전기용품안전관리법, 한국산업규격(KS), 공산품품질관리법, 그 밖의 준용기준에 적합한 표준품 이상의 것으로 설치를 하여야 한다.
- 2) 전기설비 시설  
열펌프가 설치된 기계실에는 STS재질의 분전함을 설치하고 내부에는 메인차단기, 전등 및 전열용 누전차단기, 예비 누전차단기 등 시설을 갖추어야 한다.

#### 아. 수산양식의 경우 준수사항

- 1) 수열에너지를 이용하여 양식 및 이와 관련된 설비를 설치하는 경우에는 상기 나)~바) 사항 외에 아래사항을 추가로 설계에 반영하여야 한다.
- 2) 열펌프용량은 현장조건, 설치면적, 설치장소를 고려하여 열펌프 2대 이상으로 설치하는 것을 원칙으로 하되, 사업자(어가)의 의견, 현장여건 및 사업비에 따라 히트펌프 대수를 결정할 수 있다.
- 3) 열펌프시스템 구성 시 열펌프가 가동될 수 있는 최저해수온도에서 사업자(어가)가 요구하는 온도까지 가온하여 사육수조에 공급할 수 있어야 한다. (별도의 흐름도를 반영한다)
- 4) 열펌프시스템 구성 시 해수원수가 열펌프를 거치는 동안 온도가 단계적으로 상승하므로 열펌프 각각의 중간에 분지배관을 설치하여 필요한 온도의 해수를 공급할 수 있어야 한다.
- 5) 열펌프가 직렬운전 시(해수온도가 최저일 때)와 병렬운전 시(해수온도 상승 시)를 고려하여 시간당 필요 유량 및 가온해수를 공급할 수 있도록 적정한 배관 및 펌프를 사용하여야 한다



- 6) 필요시에는 24시간 타이머에 의해 작동되는 기능이 있으며, 냉각 또는 가온, 해수온도 설정 등이 스위치에 의해 선택이 가능하여야 한다.

## 자. 기타

### 1) 명판

모든 기기는 [별표 5]의 「신·재생에너지 설비 명판 설치기준」에 따라 용량, 제작자 및 그 외 기기별로 나타내어야 할 사항이 명시된 명판을 열펌프 유닛의 전면 등 확인이 용이한 곳에 부착하여야 한다.

### 2) 가동상태

#### 가) 시운전

설치확인시 난방 또는 냉방운전의 정상가동 여부를 확인하고, 최초 난방기 또는 냉방기의 실제 작동에 대한 각각 12시간의 운전자료(열량, 시스템 전력, 열원측 및 부하측 EWT(Entering Water Temperature), 유량 등)를 설치확인 신청 시 제출한다. 다만, 모니터링 대상이 아닌 설비(175kW미만)는 시스템 전력, 열원측 및 부하측 EWT를 제출한다.

#### 나) 가동상태

설비제어장치는 자동 및 수동운전이 가능하여야 하며, 열펌프 설비가 무인 운전될 수 있도록 자기진단 기능을 보유하여야 하고, 이상 징후시 알람신호가 전달될 수 있도록 구성하여야 한다.

### 3) 모니터링

모니터링 설비는 [별표 2] 『모니터링 설비 설치기준』에 적합하게 설치하여야 한다.

### 4) 운전교육

전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전교육을 실시하여야 한다.

### 13. 자연순환형 태양열온수기 시공기준

#### 가. 적용범위

본 기준은 집열기와 축열조 사이의 열 수송에 자연순환 작용을 이용하여 순환펌프를 사용하지 않는 자연순환형 태양열온수기에 적용한다.

#### 나. 태양열온수기

##### 1) 태양열온수기

인증받은 설비를 설치하여야 한다. 다만, 인증대상설비가 아닌 경우에는 위원회의 심의를 거쳐 센터의 장이 인정할 경우 사용할 수 있다.

##### 2) 일조시간

음영이 전혀 없는 일조시간이 1일 4시간(동계(12~2월)기준) 이상이어야 한다. 다만, 전기줄, 피뢰침, 안테나 등 경미한 음영은 장애물로 보지 아니한다.

##### 3) 집열기 내부상태

습기 및 결로현상, 집열기 내부 스모그현상(Outgassing)이 없어야 한다.

##### 4) 부속기기

가) 집열기 또는 열매체배관에 설치하는 밸브류는 고온전용으로 사용조건(150℃, 0.6 MPa(6kg/cm<sup>2</sup>))에 적합한 제품이어야 한다.

나) 열매체배관에는 최고사용압력 이하에서 작동하는 적정용량의 안전밸브(방출밸브 포함)를 설치하여야 한다.

다) 집열기 또는 열매체배관 최상단에 자동 공기빼기밸브(Automatic Airvent Valve)를 설치하여야 한다. 다만, 공기빼기밸브 없이 인증을 받은 설비의 경우에는 제외할 수 있다.

##### 5) 집열배관계통 누수

시공자는 집열배관계통에 누설이 없도록 시공하여야 한다.

#### 다. 설치조건

1) 건물상부 또는 지면에 설치할 때는 지지대를 세우고 설치하여야 한다. 이 경우 베이스판, 볼트류, 볼트캡 등 자재는 부식을 방지하기 위하여 지표면 이상 높이에 위치하여야 한다. 다만, 주차장 등 입지 여건에 따라 지표면에 노출이 곤란할 경우에는 매립할 수 있으며, 이 경우 매립을 확인할 수 있는 사진을 설비(설치)확인 신청 시 센터에 제출하여야 한다.

2) 태양열온수기를 주택 지붕, 조립식패널·목조 구조물, 컨테이너 등에 설치하고자 할 경우에는 지붕 또는 구조물 하부의 콘크리트·철제구조물에 고정하여야 한다. 다만, 태양열온수기 및 태양열온수기가 설치되는 건축물 또는 구조물의 수직·적설·풍하중 등의 구조·안전 적정성에 대하여 건축구조기술사 또는 토목구조기술사로부터 확인을

받은 경우는 예외로 한다.

- 3) 태양열온수기를 건물(주택 포함) 상부에 설치할 경우 태양열온수기의 눈·얼음이 보행자에게 낙하하는 것을 방지하기 위하여 태양열온수기의 집열기 끝선이 건물의 마감선(건축법에 따라 적법하게 설치된 부분)을 벗어나지 않도록 설치하여야 한다.

## 라. 지지대

### 1) 설치상태

바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있어야 하며, 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 설치하여야 한다.

### 2) 지지대, 연결부, 기초(용접부위 포함)

가) 온수기 지지대는 다음 각 호의 재질로 제작하여야 한다. 지지대간 연결 및 온수기-지지대 연결은 가능한 볼트로 체결하되, 절단가공 및 용접부위(도금처리제품 한정)는 용융아연도금처리를 하거나 에폭시-아연페인트를 2회이상 도포하여야 한다.

- ① 용융아연 또는 용융아연-알루미늄-마그네슘합금 도금된 형강
- ② 스테인리스 스틸(STS)
- ③ 알루미늄합금

나) 지지대는 콘크리트 기초위에 앵커볼트로 고정하고 볼트캡을 부착하여야 한다. 이 경우 베이스판, 볼트류, 볼트캡 등 자재는 부식을 방지하기 위하여 지표면 이상 높이에 위치하여야 한다. 다만, 주차장 등 입지 여건에 따라 지표면에 노출이 곤란할 경우에는 매립할 수 있으며, 이 경우 매립을 확인할 수 있는 사진을 설비(설치)확인 신청 시 센터에 제출하여야 한다.

### 3) 체결용 볼트, 너트, 와셔(볼트캡 포함)

용융아연도금 또는 STS, 알루미늄합금 재질(볼트캡은 플라스틱 재질도 가능)로 하고, 볼트규격에 맞는 스프링와셔 또는 폴림방지너트로 체결하여야 한다.

## 마. 축열조

### 1) 제작

축열조는 인증표준에 따라 제작하여야 한다.

### 2) 설치상태

옥외에 설치하는 경우 빗물 침투 등의 방지조치를 하고, 공급수 배관에는 동파방지를 위하여 보온조치를 하여야 한다.

### 3) 부속기기

가) 축열조에는 내부의 이상압력을 해소하기 위하여 적정 용량의 안전밸브 또는 방출밸브를 설치하여야 한다.

나) 안전밸브의 분출압력은 최고사용압력이하 이어야 한다.

다) 온도계(공업용 바이메탈식(KS B 5320) 또는 동등이상의 성능 확보) 및 압력계(부르동관 압력계(KS B 5305) 또는 동등이상의 성능 확보)를 축열조 인접배관에 설치하여야 한다.

#### 바. 배 관

##### 1) 온수, 시수배관

STS관, 동관, 복합관을 사용하여야 하며, 꺾이는 부분이 있는 경우에는 엘보(또는 벤딩)를 사용하여야 한다. 다만, 복합관은 95℃까지 사용가능한 제품이어야 하고, STS주름관은 열처리된 제품을 사용하되 1m 간격으로 지지대를 설치하고 고정하여야 한다.

##### 2) 열매체 순환배관의 재질은 동 또는 STS직관만을 사용하여야 한다.

##### 3) 고정철물, 지지철물, 인서트 등은 워터해머, 신축 응력관의 자중 등에 대해 충분히 견딜 수 있는 구조로 하여야 한다.

##### 4) 배관은 보온하여야 하며, 관 및 이음쇠 부분에 누수가 없어야 하고, 배관 최하단에는 배수밸브를 설치해야 한다.

##### 5) 배관에는 온수, 시수관의 배관명과 유체의 흐름방향을 표시하여야 한다.

##### 6) 밀폐형 팽창탱크

축열조 흡입구 측의 열매체배관에 적정용량의 팽창탱크를 설치하여야 하며, 수리를 위해 밸브를 설치할 경우 밸브의 “열림/닫힘”을 표시하고, 운전시에는 “열림”으로 고정되어야 한다. 다만, 팽창탱크없이 인증을 받은 설비의 경우에는 제외할 수 있다.

#### 사. 보온공사

##### 1) 옥외 배관의 보온은 수도관과 온수관을 따로따로 혹은 묶어서 보온할 수 있다.

##### 2) 보온재 및 두께 기준은 “4. 태양열설비 시공기준” 바항을 따른다.

##### 3) 보온시공 마감

가) 실내 배관에는 매직테이프로 이음새 없이 겹쳐 감아야 한다. 다만, 고무발포단열재를 실내 배관에 시공할 경우에는 제외할 수 있다.

나) 실외배관 및 축열조, 판형열교환기는 실내 마감 처리 후에 알루미늄판, (칼라)합석으로 케이싱 한 후, 빗물유입 방지를 위해 실리콘 등으로 이음새를 마감하여야 하며, 케이싱 마감부 등에 의한 부상 방지를 위해 예리한 돌출부가 없도록 하여야 한다.

다) 실내, 실외배관은 배관 지지가 용이하고 유지보수가 가능하며, 보행자에게 방해되지 않도록 설치하여야 한다.

#### 아. 배관 동결방지

##### 1) 외기온도가 영하로 떨어질 때에 대비하여 외부에 노출된 시수관, 온수관의 동파에 대한 보호장치는 아래의 전열선 방식으로 한다.

- 전열선 방식

옥외배관에 전열선을 설치하여 옥외배관을 가열하는 방식으로 배관내 온도가 4℃ 근방에서 전기를 흘려보내 배관을 가열하고, 10℃ 근방에서 차단하여야 한다. 전열선은 자동조절방식(Self Regulating)으로 20W/m 이하의 성능을 가진 제품을 사용하여야 한다. 또한 전열선은 이중피막 방식으로 하여야 하며, 온수전용 전열선을 사용하여야 한다.

- 2) 열매체에는 반드시 부동액을 넣어야 한다(PG20 이상으로 독성이 없어야 하고 인체에 무해해야 한다).

**자. 과열방지**

- 1) 하절기에 축열조의 과열을 방지하기 위해 적합한 방식(구조)을 갖추거나 과열방지장치를 설치하여야 한다.
- 2) 축열조 내부 온도를 감지하여 설정상한값 이상이 되면 축열조의 온수를 배출하고 수돗물을 축열조에 채워넣어 설정하한값 이하가 되도록 온수측에 안전밸브를 설치하거나 온도-압력 감지 안전밸브를 설치하여야 한다.
- 3) 축열조의 온수가 부하측으로 직접 공급될 경우 부하측 배관에 온도조절이 가능한 온수전용 믹싱밸브를 설치하여야 한다.

**차. 보조보일러와 연계**

- 1) 보조보일러와 연계하는 경우 축열조의 온수가 일정 온도 이하가 되면 보조보일러가 작동될 수 있도록 시스템을 구성하여야 한다.
- 2) 심야전기 이용시에는 심야전기용 보조 온수탱크를 별도로 설치하여야 하며, 자연순환형 태양열온수기의 축열조에는 전기히터 또는 심야전기히터를 연결하여서는 안 된다.

**카. 기 타**

1) 명 판

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

나) [별표5] 『신·재생에너지 설비 명판 설치기준』의 명판을 제작하여 축열조 전면 등 육안 확인이 가능한 곳에 부착하여야 한다.

2) 운전교육

전문기업은 설비 소유자에게 소비자 주의사항 및 운전메뉴얼을 제공하여야 하며 운전교육을 실시하여야 한다.

3) 안전사고 방지시설

설비시공 및 설치확인, 유지보수시 안전사고 예방을 위한 작업공간(발판, 안전난간 등

의 포함) 및 접근장치(계단, 사다리, 사다리차 등)를 확보하여야 한다. 다만, 안전성이 확보된 설비의 경우에는 제외할 수 있다.

# [별표 1-1] 신재생에너지 설비 원별 시공 가이드라인 (제7조제2항 관련)

## 신재생에너지 설비 원별 시공 가이드라인 (제7조제2항 관련)

### 1. 태양광설비 시공 가이드라인

#### 가. 지지대

태양광설비 지지대(태양광모듈의 고정부위 및 지면, 건물 등과 고정되는 부분 포함)는 현행 건축구조기준(국토교통부고시)에 따른 자중, 적재하중, 적설하중, 풍하중 등을 포함한 구조하중 및 그 밖의 진동과 충격에 대한 안전성이 확보되도록 설계 및 설치해야 한다.

#### 나. 태양광발전 모듈

##### 1) 방위각

그림자의 영향을 받지 않는 곳에 정남향 설치를 원칙으로 하여 가능한 정남향 방향으로 설치하도록 한다. 설치장소의 여건상 불가피할 경우 정남향 기준 동쪽 또는 서쪽 방향으로 45도 이내에 설치할 수 있다.

##### 2) 경사각

현장여건에 따라 조정하여 설치하되 일반적 최적 경사각인 그 지방의 위도에 가능한 근접토록 하고 [별표1] 2.태양광설비 시공기준의 ‘나, 다’ 항의 일조시간을 고려해야 한다.

##### 3) 태양광설비 설치

태양광모듈을 설치할 때는 태양광모듈이 지지대에서 이탈하지 않도록 스프링 와셔와 평와셔를 끼워 단단하게 고정해야 한다.

#### 다. 인버터

##### 1) 설치 환경 및 장소

가) 인버터는 실내용과 실외용으로 구분하여 설치하여야 하고, 직사광선에 노출되지 않고 환기가 잘 되는 장소에 설치해야 한다.

나) 인버터는 사람과 지속적으로 접촉되지 않고, 이동에 방해되지 않는 장소에 설치해야 한다.

#### 라. 접속함

##### 1) 커넥터(접속 배선함)

가) 태양전지판의 프레임은 냉간압연 강판 또는 알루미늄 재질을 사용하고 밀봉 처리하여 빗물 침입을 방지하는 구조이어야 하며, 이를 부착할 경우에는 흔들림이 없도록 고정하도록 한다.

나) 태양전지판 결선 시에 접속 배선함 구멍에 맞추어 압착단자를 사용하여 견고하게 전선을 연결해야 하며, 접속 배선함 연결부위는 일체형의 방수용 커넥터를 사용하도록 한다.

2) 케이스

접속함의 케이스는 냉간압연 강판, 알루미늄 재질 또는 PC(폴리카보네이트) 또는 동등이상(내열성)의 재질로 된 것을 사용하고 밀봉 처리하여 빗물 침입을 방지하는 구조로 한다.

3) 화재예방조치

가) 실외에 설치할 경우에는 방진방수등급 IP54 이상의 접속함을 설치하도록 한다.

나) 인버터 발산열로 인한 접속함 내부온도 상승방지를 위해 접속함과 인버터는 다른 선상에 설치하도록 하며, 필요시에는 방열장치를 적용하여 안전성을 높인다.

4) 낙뢰 방지

잦은 낙뢰가 예상되는 지역에 설비를 설치하는 경우에는 SPD(Surge Protection Device)를 접속함 내부에 설치하여 낙뢰로부터 시스템을 보호한다.

마. 기타

1) BIPV

신청자(소유자, 발주처 등을 포함), 설계자 및 시공자는 다음에 따라 설계·시공하도록 한다.

가) 「건축물의 에너지절약설계기준」(국토교통부고시)에 따라 BIPV와 연결된 건축물 부위에는 단열을 위한 열손실 방지 대책을 설계·시공시 반영하도록 한다.

나) 모듈 배면으로의 태양 일사 유입을 최소화하거나 모듈 배면에 통풍이 가능한 방안을 설계·시공시 반영하도록 한다. 특히 내부 공기량이 적은 스펠드럴 등의 부위에 설치되는 경우, 백시트 방식을 적용하거나 G to G(Glass to Glass) 방식의 경우 모듈의 셀 대비 유리 면적 비율 축소, 일사획득계수가 낮은 BIPV 창호 적용 등 실내로의 태양 일사 유입을 최소화하기 위한 적절한 방안을 설계시 반영하도록 한다.

다) 방수 기능은 외부의 비 또는 눈을 차단하는 것으로 모듈은 물론 모듈외의 건축외피와 모듈 사이의 접합부위 및 모듈간의 접합부위를 밀실하게 하여야 한다.

2) 태양광설비 설치시 관계법령(지자체 조례 포함)을 준수하도록 한다.

바. 운반, 보관, 취급

가) 주요 설비 및 자재 운반시 충격이 가해지지 않도록 기구 단위별로 포장하여 반입하여야 한다.

나) 설비는 현장 반입 후 우수 등에 젖지 않도록 보관하여야 한다.



## 2. 태양열설비(액체식) 시공 가이드라인

### 가. 용어정의

태양열설비(액체식)에 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다

- 1) 집열기  
태양에너지를 직접 흡수하여 이용 가능한 열에너지로 전환하는 장비로 단일진공관형, 이중진공관형, 평판형으로 분류된다.
- 2) 축열조  
태양열 집열기에서 집열한 열이 온수 등의 형태로 저장하는 탱크를 말한다.
- 3) 제어장치  
태양열을 이용하는데 필요한 설비를 제어하는 장치를 말한다.
- 4) 순환펌프  
태양열시스템 운전시 열매체를 집열기로, 축열조 온수를 열교환기 또는 부하측으로 이송해 주는 펌프이다.  
(집열측, 축열 이용측 순환펌프(다만, 내장코일시 축열측 순환펌프 제외))
- 5) 팽창탱크  
태양열 집열시 시스템(배관)내 온도가 높아져 열매체의 체적 증가에 따른 시스템(배관)내 압력 상승분을 흡수하여 시스템(배관) 및 기기의 파손을 방지하는 탱크이다.
- 6) 열교환기  
집열부와 축열부를 분리하여 열교환하는 장치로 판형 열교환기, 내장코일 등이 있다.
- 7) 흡수식 냉동기  
축열조에 저장된 온수 등을 활용하여 냉방을 위한 냉수를 생산하는 중온수 흡수식 냉동기이다.

### 나. 집열기

- 1) 방위각  
그림자의 영향을 받지 않는 곳에 정남향 설치를 원칙으로 하여 가능한 정남향 방향으로 설치하도록 한다.
- 2) 경사각은 설비 사용목적 및 현장여건을 고려하여 설치하도록 한다.  
가) 냉방(하계) 위주로 동계 열부하가 적은 경우에는  $15\sim 30^\circ$   
나) 급탕(동계) 위주로 하계 열부하가 적은 경우에는  $70^\circ$  이상  
다) 사계절 열부하가 일정한 경우에는  $50^\circ$  내외
- 3) 일조시간  
집열효율 향상을 위하여 13시 전후로는 음영이 발생하지 않도록 한다.

#### 4) 연결배관

집열기와 축열조, 축열조와 보조열원의 연결 배관은 가급적 최단거리로 설치하도록 한다.

#### 5) 열매체는 주기적으로 교환 또는 보충한다.

#### 6) 배열

집열기 높이에 따른 적정간격은 아래의 표와 같다

(단위 : m)

지역 높이(H)	서울	대전	대구	광주	부산	제주
1	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5
2	3.6	3.4	3.4	3.3	3.3	3.1
3	5.4	5.1	5.0	4.9	4.9	4.6
4	7.2	6.8	6.7	6.5	6.5	6.1
5	9.0	8.6	8.4	8.2	8.2	7.7
6	10.8	10.3	10.1	9.8	9.8	9.2
7	12.6	12.0	11.7	11.4	11.4	10.7
8	14.4	13.7	13.4	13.1	13.1	12.3

### 다. 부속자재 및 제어장치

- 1) 배관의 지지 및 고정 철물은 설계도면과 같이 제작하여 설치하고, 관의 자유로운 신축을 방해하지 않는 구조로 하여야 하며, 기울기에 변화가 오지 않도록 설치한다.
- 2) 태양열시스템 및 보일러(보조난방시)의 제어장치는 제어용 온도설정 조정이 용이하고, 성능이 우수한 제품을 사용하도록 한다.

### 라. 기타

시공기준 및 시공가이드라인에서 정하지 않은 사항은 다음에 따른다.

#### 1) 건축

건축공사 표준시방서, 건축법규, 소방법규, KS규정집

#### 2) 설비

건축설비 표준시방서, 소방법규, 건설업 및 동시행령(냉·난방 배관공사는 설비공사 면허자만 시공, 환경보건 및 동시행령(소음 진동), 에너지이용 합리화법(에너지절약 시설)

#### 3) 전기

한국전기공사협회 내선규정, 한국전력공사 또는 전기안전공사의 기술규정, 전기설비기준, 전기용품안전관리법, 소방법규

### 3. 지열에너지설비 시공 가이드라인

#### 가. 설치 위치

- 1) 지중열교환기는 구조물 또는 각종 지중 매립 시설물과 간섭이 없는 곳에 설치하여야 하며, 가급적 기계실 등 관련 설비로부터 가까운 곳에 설치하도록 한다.
- 2) 지열설비는 지하수보전구역, 토양보전대책지역, 소규모수도시설 설치지역의 경우에 지하수 및 토양 환경영향을 감안하여 설치를 제한하도록 권고한다.

#### 나. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 지중열교환기의 유입·유출관 간격을 25mm이상으로 하거나, 스페이서를 1m 이내 등간격으로 설치하도록 한다.
- 2) 지중열교환기 내구성 확보를 위하여 재생품을 사용하지 않도록 한다.
- 3) 트렌치 배관 시공 시 배관이 수평을 유지할 수 있도록 평탄작업을 실시한 후 매설하도록 하며, 되메우기 전에 배관에 손상을 가하거나 하중을 가할 수 있는 날카로운 돌, 바위, 표석 등을 제거하도록 한다.
- 4) 양질의 토사를 이용하여 파이프 직경의 두 배 이상의 두께로 파이프 및 이음관 주위를 되메우되, 추후 지반침하가 일어나지 않도록 물다짐 또는 기계다짐을 하도록 한다.
- 5) 트렌치 되메움 시 지면으로부터 약 0.5 m 깊이에 파이프가 매설되어 있다는 경고표지를 전 구간에 설치하도록 한다.
- 6) 지중순환수의 누수시 확인할 수 있는 압력계(기존 압력계로 대응 가능)와 유출시 자동으로 운전이 정지되는 장치를 설치하여야 한다.
- 7) 보어홀을 건축물 기초 하부에 시공할 경우 건축물의 기초 안정성을 검토하도록 한다.

#### 다. 지중수평형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 지중 트렌치와 관련된 사항은 '나. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관'의 2)~4) 항을 따른다.
- 2) 되메우기 및 다짐 작업 후, 새로 다져진 층의 다짐도와 열전도도는 원지반 이상이어야 한다.

#### 라. 에너지파일형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관

- 1) 지열파일과 수평 배관 설치에 따른 기초 안정성을 검토하도록 한다.

- 2) 파일 두부를 정리할 때 발생하는 부스러기가 파일 내부로 들어가지 않도록 최대한 주의를 기울여 작업하도록 한다.
- 3) 수평 배관 주위에 날카로운 돌이나 이물질이 없도록 하며, 최대한 수평이 되도록 배관을 설치하되 건축물의 기둥 하부에는 설치하지 않도록 한다.
- 4) 철근 배근 작업과 콘크리트 타설 시 배관에 손상이 가지 않도록 주의를 기울여 시공하도록 한다.

**마. 스탠딩컬럼웰형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관**

- 1) 지열우물공 설치에 따른 건축물의 기초 안정성 등을 검토하도록 한다.
- 2) 두 개 이상의 지열우물공 설치 시, 공 사이의 거리는 최소 10 m 이상이 되도록 한다.
- 3) 지중 트렌치와 관련된 사항은 ‘나. 수직밀폐형 지중열교환기 및 지중 트렌치 배관’의 2)~4) 항을 따른다.

**바. 지열열펌프 유닛 및 관련부품**

- 1) 설치공간
  - 가) 부품 교환 및 이동, 배관 용접 등 지열열펌프 유닛의 유지·보수를 위한 작업 공간을 충분히 확보하도록 한다.
  - 나) 기계실 신축시 관계법령(지자체 조례 포함)을 준수하도록 한다.

**사. 배관 및 기타**

- 1) 배관의 지지 및 고정물은 설계도면과 같이 제작하여 설치하고, 기울기에 변화가 없도록 시공하도록 한다.
- 2) 지중열교환기 순환수 주입시 배관내부의 공기를 완전히 제거하도록 한다.
- 3) 지열시스템 철거시 사후조치는 지하수법 제15조 및 환경부 “지열설비의 설치·운영 등에 관한 환경관리요령” 등을 따른다.

## 4. 자연순환형 태양열온수기 시공 가이드라인

### 가. 태양열온수기

#### 1) 방위각

그림자의 영향을 받지 않는 곳에 정남향 설치를 원칙으로 하여 가능한 정남향 방향으로 설치하도록 한다.

#### 2) 경사각

현장여건에 따라 조정하여 설치하되, 하계 집열량에 비해 열부하가 적거나 없는 경우에는 경사각을 45°이상으로 한다.

#### 3) 일조시간

집열효율 향상을 위해 13시 전후로는 음영이 발생하지 않도록 한다.

### 나. 배관

1) 옥외에 노출되는 배관의 길이는 최소한이 될 수 있도록 구성하도록 한다.

2) 축열조에 연결된 배관은 한쪽 방향으로 모으고 지지대에 밀착하는 구조를 취하도록 한다.

### 다. 보조보일러와 연계

1) 입구온도 감지 기능이 있는 보일러는 유동이 감지되어도 입구온도가 설정값 이상이면 작동되지 않으므로, 이를 태양열 온수기와 직렬로 연결하여 사용할 수 있다.

## 5. 수열에너지설비 시공 가이드라인

### 가. 설계기준

#### 1) 해수 및 하천수 수온

가) 수온은 취수장소·심도의 수온을 말한다.

나) 수온은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 기관의 공식적인 데이터(최근 3년간 분기별 수온 데이터)를 근거로 하되, 공식데이터가 없는 경우에는 최근 1년간의 실측 데이터로 대체할 수 있다.

- ① 정부 또는 공공기관
- ② 정부 또는 공공기관 소속의 연구기관

다) 냉방설계시에는 외기온도가 가장 높은 분기의 3년 평균 수온을 적용하고, 난방설계시에는 외기온도가 가장 낮은 분기의 3년 평균 수온을 적용하도록 한다. 다만, 실측 데이터의 경우에는 해당 분기의 평균 수온으로 대체할 수 있다.

#### 2) 시스템COP

가) 최저 시스템COP는 다음 각 호를 모두 만족하도록 한다.

- COP<sub>c</sub> : 4.38, COP<sub>h</sub> : 3.29

나) 시스템COP 산출식은 아래와 같다.

$$\text{시스템COP} = \frac{\text{열펌프총 설계용량}}{\text{열펌프총 유효전력} + \text{취수·공급펌프총 소비전력} + \text{중간순환펌프총 소비전력}}$$

#### 3) 설계요약서

가) 설계자 및 시공자는 「수열열펌프 시스템 설계요약서」 및 첨부자료를 작성하여 신청자(소유자, 발주처 등을 포함)의 검토를 받도록 한다.

나) 설계요약서 및 다음 각 호의 첨부자료에 대한 검토방법은 [별표 3]의 「지열설비의 이용검토서 작성 및 평가기준」 3. 지열이용검토서 평가기준을 준용하도록 한다.

- ① 설계요약서 : 사업용량, 설치용량, 열펌프(설계자료), 중간순환수, 모니터링 계획 등
- ② 설계계산서 : 부하계산서, 열펌프 인증서, 시험성적서, 성능표, 취수·순환펌프 설계 계산서 등
- ③ 설계도면 : 장비일람표, 배관 계통도, 수온데이터 등

4) 이 기준에서 검토관련 용어는 [별표 3]의 「지열이용검토서 작성 및 평가」 용어정의를 준용한다.

### 나. 수열열펌프

1) 열펌프의 열교환기 및 취수측 열교환기는 막힘방지를 위해 교환 또는 세정이 용이한 구조로 설계하도록 한다.

#### 다. 전기설비

- 1) 전력케이블은 트레이를 통해서 설치하고, 트레이가 없는 구간은 전선관을 설치하도록 한다.
- 2) 기존 트레이에 전력케이블 설치시 기존에 시설된 케이블에는 영향을 주지 않고 설치하도록 한다.

#### 라. 취수·배수관(강관)

- 1) 해양에 사용되는 플랜지는 RTJ(Ring Type Joint) 및 매칭 개스킷을 적용하며, 볼트/너트는 해수에 적합한 사양과 규격을 갖춘 제품이어야 한다.
- 2) 취·배수배관을 용접으로 연결할 경우 용접은 WPS(Welding Procedure Specification)에 따라 실시하며 NDT(Non-Destructive Testing) 검사를 통해 균열이나 손상 여부를 확인 후 시공한다. NDT 검사에 불량으로 판정되면 승인된 절차에 의해 수리하고 NDT 검사를 재실시하여 불량 유무를 확인한다.
- 3) 취·배수배관은 설계도서에 표시된 모양과 치수의 것을 소정의 구배로 맞추어 설치해야 한다.
- 4) 관 바닥의 기초상태를 확인하고 중심선과 높낮이를 조정, 정확하게 설치한다.
- 5) 해상에서 플랜지관으로 연결 시 관 내부벽면이 어긋나지 않도록 하여야 한다.
- 6) 취·배수배관 시공 시 허용반경을 유지하여 설계 굽힘하중을 초과하지 않게 시공하며, 설계 노선을 중심으로 허용공차 이내에 설치되어야 한다.
- 7) 취·배수배관은 해양환경 및 앵커링에 보호되는 트렌치 안에 시공되어야 하며, 매트 또는 사석보호공이 사용될 경우에는 설계 단면보다 작게 시공되어서는 안 된다.

#### 마. 일반사항

- 1) 기계실 신축 및 취수배관 설치시 관계법령(지자체 조례 포함)을 준수하도록 한다.
- 2) 수질오염 방지대책을 마련하도록 한다.
- 3) 취수배관 내에 부착되는 어패류 등 생물을 제거하기 위하여 세정장치를 갖추도록 한다.