

태양열 온수기
(자연순환식, 강제순환식,진공관일체형)

제정 '03.11.21 제정 '05.05.23
 개정 '06.06.07 개정 '06.06.07 제정 '06.06.07
 개정 '07.07.09 개정 '07.07.09 개정 '07.07.09
 개정 '11.04.12 개정 '11.04.12 개정 '11.04.12

서 문 이 기준은 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 시행규칙 제7조1항[별표2]의 설비인증심사기준 제2항의 설비심사기준으로 KS B ISO 9459-1,2,3(태양열 온수기 규격 및 성능시험법)과 KS B 8202 "주택용 태양열이용 온수기"를 기반으로 작성한 것이다.

- 적용범위** 이 기준은 저탕용량 600 L 이하의 가정용 태양열온수기(이하 “온수기”라 한다)의 성능 및 내구성 평가를 위한 기술기준 및 시험방법에 대하여 규정한다. 이 기준의 적용대상은 평판형집열기, 진공관형 집열기(분리 혹은 일체), 고정집광형집열기를 사용한 자연순환식 및 강제순환식 온수기를 포함한다. 다만 추적형 집광형 집열기를 사용한 태양열온수기에 대해서는 적용할 수 없다.
- 인용기준** 다음에 나타내는 기준은 이 기준에 인용됨으로써 이 기준의 일부를 구성한다. 이러한 인용 기준은 그 최신판을 적용한다.

KS B 8204:2004 태양열 축열조

KS B ISO 9806-1:2003 태양열 집열기 시험방법 제1부 : 집열창이 부착된 압력강하가 발생하는 액체식 집열기의 열적성능

3. 정의

3.1 용어의 정의

- 집열부** 태양복사에너지를 열에너지로 변환시켜주는 집열기와 이에 연결된 배관으로 구성된 부분
- 집열회로** 집열매체가 순환되는 집열기 내부의 집열관과 이 관과 연결된 열매체 배관
- 축열조** 집열부에서 생산된 열을 저장하기 위해 필요한 열저장 탱크(열교환기가 탱크에 포함되어 있는 경우 열교환기를 포함함).
- 외기 축열부 및 집열부가 위치한 주위 공간의 대기**(실내 또는 외부)
- 입사각** 집열기 설치면의 법선에 대해 태양복사광선이 입사되는 각

- (6) 투과면적 집열기의 흡수체에 태양복사에너지가 투영되는 면적으로 투과체의 평면적
**주의 집광형 집열기의 경우, 총 투과면적은 반사체를 포함한다.*
- (7) 보조열원 태양에너지를 보충하기 위해 사용된 열원으로 전기히터, 가스 및 유류 보일러
 (화석연료 연소시스템) 등
- (8) 경사각 집열부의 설치각도
- (9) 집광형 집열기 태양 복사에너지를 직,간접으로 집광하는 반사기, 렌즈 혹은 기타의 집광
 장치가 부착된 집열기
- (10) 급탕온도 온수기로부터 방출되는 온수의 온도
- (11) 태양열의존도 전체 시스템 중 태양열 부분이 공급하는 에너지의 비
- (12) 태양 정오 주어진 조건에서 태양이 최대 고도에 있을 때의 시각
- (13) 시간정수 균일한 입력을 가하여 균일한 최종출력의 63.2 %의 출력변화가 일어나는데
 걸리는 시간
- (14) 집열온도 : 집열이 끝난 후의 축열조 평균 온수온도
- (15) 선택 흡수막 코팅 : 태양열 흡수관의 일사광선 흡수율을 높이고 방사율이 낮아지도록
 한 특수 코팅막
- (16) 가스 흡기제 : 진공 유지를 위해 진공관 내부에서 발생하는 가스 등을 흡수할 목적으로
 사용되는 흡기제.
- (17) 정체온도 : 규정된 일사조건 하에 노출되어 있을 때 정상상태 하에서 최고로 도달되는
 흡수관 온도(평판형) 또는 내부 공기온도(이중진공관형 집열관)
- (18) 전유리 진공관형 태양열 집열관의 노출 일사량 : 물을 가득 채운 진공관형 태양열 집
 열관이 정체상태에서 수온이 일정한 온도범위까지 상승하는데 필요한 일사량.
- (19) 전유리 진공관형 태양열 집열관의 평균 열손실 계수 : 태양투사가 없는 조건 하에, 진
 공관형 태양열 집열관에 뜨거운 물을 가득 채운 후, 계속 열을 발산시켜서 진공관형 태양열
 집열관 내의 평균수온과 평균주변온도의 차이가 1 °C일 때, 흡열체 단위 표면적 당 수분증
 발 공률
- (20) 난반사 평판 : 난반사를 할 수 있는 평판을 진공관형 태양열 집열관과 서로 일정한 거
 리를 둔 아래에 설치하여, 진공관형 태양열 집열관에 도달되는 태양복사에너지를 증가시키
 는데 사용하도록 설치된 반사판의 일종.
- (21) 유효집열면적 : 태양광이 집열기에 투사되는 최대 유효면적으로 일사광선이 법선으로
 조사될 때의 투과체 투영면적(aperture area)를 의미한다. 반사판이 있는 경우 반사판까지도
 포함된다.

3.2 기호

- $f(V)$ 표준 배수온도 분포, 무차원
- Cp_w 물의 정압비열, J/(kg · K)
- G 일사강도, W/m²
- $g(V)$ 표준 혼합 배수온도 분포, 무차원
- H 일일 총 일사량, MJ/m²

| | |
|-------------------|--|
| H_d | 일일 산란일사량, MJ/m^2 |
| H_h | 수평면상에서의 월 평균 일일 일사량, MJ/m^2 |
| H_{tilt} | 경사면상에서의 월평균 일일 일사량, MJ/m^2 |
| Q | 온수기로부터 방출된 유효 에너지, MJ |
| Q_c | 일일 온수사용량(V_c)에 포함된 열량, MJ |
| Q_{LOS} | 축열조로부터의 열손실량, MJ |
| Q_R | 축열조 잔유열량, MJ |
| t_a | 외기(주위 공기) 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| $t_{a,s}$ | 축열조 주위에 인접한 공기 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_d | 배수 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_f | 최종 수온, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_h | 요구되는 온수 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_i | 초기 수온, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_m | 축열조 저장량의 1/2 출탕시점에서 2/3까지 출탕했을 때의 평균온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_{main} | 냉수 공급 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_n | 야간 평균 외기 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_s | 축열조의 평균 수온, $^{\circ}\text{C}$ |
| u | 주위의 풍속, m/s |
| T_{wh} | 집열온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| U_s | 축열조 열손실 계수, W/K |
| V_c | 일일 온수 소비량, L |
| V_d | 배수량, m^3 |
| V_s | 축열조 용량, L |
| Δt | 시간 간격, s |
| ρ_w | 물의 밀도, kg/m^3 |

아래첨자

(av) 평균치, (max) 최대치, (day) 태양 정오 6시간 전부터 태양 정오 6시간 후까지의 인자들의 평균치

위첨자

* 표준조건

4. 태양열온수기 규격 및 분류

4.1 규격

온수기의 규격은 저장용량에 따르며, 그 대표적인 규격은 표 1과 같다.

표 1. 온수기의 호칭 및 규격

| 온수기 호칭 | 저탕용량(L) |
|--------|---------|
| 1 | 150 |
| 2 | 200 |
| 3 | 250 |
| 4 | 300 |
| 5 | 350 |
| 6 | 400 |
| 7 | 450 |
| 8 | 500 |
| 9 | 550 |
| 10 | 600 |

※ 규정된 치수 이외의 것은 신청자의 신청에 따른다.

4.2 온수기 호칭

온수기 제품의 호칭은 표 2와 같이 7부분으로 구성되며, 각 부분은 "-"로 구분한다.

표 2. 가정용 태양열 온수기 호칭

| 특성 | 구 분 | | |
|----|-----------------------------|----------------|---------------|
| | a | b | c |
| 1 | 평판형 집열기(PI) | 진공관 집열기(Ev) | 기타 집열기(Ot) |
| 2 | 태양열 전용방식(So) | 보조열원일체형(SoEux) | |
| 3 | 직접 가열방식(D) | 간접 가열방식(InD) | |
| 4 | 개방형(O) | 반밀폐형(Oc) | 밀폐형(C) |
| 5 | 일체형(I) | 분리형(S) | batch type(B) |
| 6 | 자연순환식(N) | 강제순환식(F) | |
| 7 | 저탕 용량(L) | | |
| 8 | 유효 집열면적(m ²) | | |
| 9 | 최대작동압력(kg/cm ²) | | |

4.2.1 특성 1 (집열부 종류에 따른 분류)

- a) 평판형 집열기 : 평판형 집열기를 사용한 온수기
- b) 진공관 집열기 : 이중진공관 집열기 또는 집열관을 사용한 온수기
- c) 기타 집열기 : 평판형 및 진공관 이외의 집열기를 사용한 온수기

4.2.2 특성 2 (보조열원장착 여부에 따른 분류)

- a) 태양열 전용 방식 : 온수기내에 보조열원이 전혀 사용되지 않는 온수기
- b) 보조열원 일체형 : 보조열원을 결합하여 태양에너지와 함께 사용하는 온수기

4.2.3 특성 3 (온수 가열 방식에 따른 분류)

- a) 직접가열방식 : 온수가 집열기(또는 집열관)를 통과하면서 가열되는 구조
- b) 간접가열방식 : 집열매체가 온수가 아닌 다른 매체를 사용하는 온수기, 이 온수기는 집열매체와 온수간은 열교환기가 있는 구조임

4.2.4 특성 4 (축열조, 열교환회로의 개폐에 따른 분류)

- a) 개방형 : 축열조가 외기에 개방된 것. 즉 축열조 내압이 대기압과 같게 설계된 구조
- b) 반밀폐형 : 열매체회로의 내압이 대기압에 따르고, 축열조는 밀폐된 구조
- c) 밀폐형 : 열매체회로 및 축열조가 완전히 밀폐된 구조

4.2.5 특성 5 (집열부와 축열조의 연결방식)

- a) 일체형 : 집열부와 축열조가 직접연결된 온수기
- b) 분리형 : 집열부와 축열부가 분리되어 배관으로 연결된 구조
- c) 혼합형(batch type) : 집열부가 축열조로 이용되는 온수기

4.2.6 특성 6 (열매체 순환 특성에 따른 분류)

- a) 자연순환식 - 집열부와 축열부의 열교환이 자연대류에 의해 이루어지는 구조
- b) 강제순환식 - 펌프 등의 장치를 이용해 열매체를 강제로 순환시켜 열교환이 이루어지는 구조

4.2.7 특성 7 (온수기 제원)

특성 7은 다음사항을 기입한다.

- 축열조 저장용량(L)
- 유효집열면적(m^2) : 반사판까지를 포함한 율곽 채광면적을 의미함
- 최대 작동압력(kg/cm^2)

4.2.8 온수기 호칭표시 예

예시 : PI-So-InD-C-S-N-200-6-5

PI : 평판형 집열기 사용

So : 태양열 전용방식

InD : 간접열교환 방식

C : 밀폐형

S : 분리형

N : 자연순환방식

200 : 축열조 용적 200 L

6 : 집열면적 $6 m^2$

5 : 최대 작동압력 $5 kg/cm^2$

5. 평가기준(요구조건)

5.1 일반사항

- (1) 온수기는 안전에 문제가 없어야 한다. 즉 온수기 외형상에 날카로운 돌출부와 같은 크게 주의를 요하는 것이 없어야 한다.
- (2) 외부다듬질이 양호하고 성능 및 외관을 해치는 균열, 변색, 더러움, 녹 등의 결점이 없어야 한다.
- (3) 부식 및 녹방지를 위해 방청처리를 하여야 한다.

5.1.1 식수오염

- (1) 온수기로 인해 시수 및 온수가 오염되어 음료용으로 사용이 부적합하지 않아야 한다.
- (2) 용수에 접하는 부분은 위생상 해로운 물질이 용출되는 재료를 사용하지 않아야 하며, 유독 물을 열매체로 사용하여서는 안된다.

5.1.2 구조

구조는 다음 각 항에 적합하여야 한다.

- (1) 사용 중 열매체가 누설되지 않는 구조이어야 한다.

- (2) 각 부분은 사용 상 충분한 강도를 가져야 한다.
 - (3) 열매체(작동매체)의 출입이 용이한 구조이어야 한다.
 - (4) 사용재료는 충분한 내구성을 가져야 한다.
 - (5) 배관 접속부는 외부배관과 용이하게 접속되는 구조이어야 한다.
 - (6) 동파가 방지될 수 있는 구조이어야 한다.
 - (7) 사용 중 뚜렷한 소음 및 진동을 내지 않는 구조이어야 한다.
 - (8) 축열부는 물 때 방지 및 청소를 할 수 있는 구조이어야 한다.
 - (9) 빗물의 침투가 없고 바람 등으로 이동되지 않으며 점검 및 보수가 용이한 구조이어야 한다.
 - (10) 온수기의 지지대는 하중 및 바람, 눈 등에 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다.
 - (11) 축열조에는 온수이외의 불필요한 배관연결구(예, 난방용 등)를 설치하지 않아야 한다.
- <<심야전기를 보조열원으로 하는 온수기>>
- (12) 축열부 내 보조열원의 발열부 최하단부가 축열부 중간(축열매체 용량기준)이상의 높이에 위치해야 한다.
 - (13) 온수기는 심야전기 히터에 의해 축열온도(최고 설정온도 70 ℃)를 조절할 수 있는 가변온도조절장치가 있는 구조이어야 한다.
 - (14) 온도조절장치가 고장 등에 의해서 이상이 있을 때, 90 ℃ 미만에서 작동하는 과열방지장치가 있어야 하며, 과열방지장치 작동시 전원공급이 자동 차단되는 구조이어야 한다.

※ 유독물이란 유해화학물질관리법(법률 제 2161호) 제2조의 유독물 및 특정유독물을 말한다.

5.1.3 내동결성

5.1.3.1 일반사항

- (1) 온수기의 최저 사용온도가 반드시 명시되어야 한다. 외기에 접하는 온수기 부품들은 적용 지역의 동절기 외기조건에 손상 없이 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 사용자를 위한 동파방지 방법에 대한 상세한 설명 자료가 명시되어야 한다.
- (3) 실내에 설치되는 부품이라 할지라도 0 ℃ 이하로 떨어지는 곳에 설치되는 것은 반드시 동파에 대한 보호 장치가 있어야 한다.

5.1.3.2 부동액 방식

- (1) 사용되는 부동액의 성분 및 농도, 첨가제 등이 제시되어야 한다.
- (2) 부동액은 고온의 작동범위(100 ℃)에서 변질되어 부동액의 성능이 저하되지 말아야 한다.
- (3) 6.2.1의 시험방법으로 시험해서 이상이 없어야 한다.

5.1.3.3 부동액 이외의 방식 6.2에 해당하는 온수기의 내동결 시험결과 이상이 없어야 한다.

5.1.3.4 온수 및 시수 공급배관

- (1) 온수기의 축열탱크에 연결되는 시수나 온수 공급배관은 반드시 동파대책방법이 있어야 하며, 설치 시 이 방법대로 설치가 되어야 하고 또한 설치 매뉴얼에 명시되어야 한다.
- (2) 동파방지 대책으로 전열선을 사용할 경우 전열선의 ON-OFF 제어가 적절한 방법으로 이루어

어져야 하며, 전열선은 전기용품 안전관리법에 정하는 제품 또는 동등이상의 제품을 사용하여야 한다.

(3) 온수관과 시수관은 같이 묶여서 단열되어서는 안된다. 만약 같이 묶어서 단열할 경우 최소한 10 mm 이상의 보온재로 온수배관을 보온한 후 묶어서 단열 할 수는 있다.

5.1.4 과열방지

(1) 온수기가 온수의 사용 없이 지속되는 강한 태양열에 장기간 방치된 후에도 사용자의 특별한 조치 없이도 정상적으로 작동되는데 문제가 없도록 설계/제작되어야 한다.

(2) 과열방지로 온수를 배수하는 시설이 되어 있다면 배수되는 온수에 의해 사람 및 다른 시설(재료)에 어떠한 손상도 없도록 제작되어야 한다.

(3) 과열방지가 전기적이나 시수공급에 의한 것이라면, 확실한 설명자료가 있어야 한다.

(4) 사용된 재료는 최대사용온도에 이상이 없는 재료이어야 한다.

5.1.5 역순환 방지

온수기는 어떠한 회로에서도 의도하지 않는 역순환(자연순환)으로 열손실이 발생되지 않는 구조이어야 한다.

5.1.6 내압 및 내누설

(1) 온수기 부품이나 회로는 다음 압력 중 낮은 값의 압력에 견디어야 한다.

- 제품의 최대 작동압력의 1.5배

- 최대 시험압력

(2) 상기의 시험압력으로 “6.4 내압시험”에 따라 시험했을 때 부품이나 회로 상에 눈에 보일만한 변형이나 누수가 없어야 한다. 이 시험기간 동안 압력은 초기 수압의 10 %이상 저하되지 말아야 한다.

(3) 온수기는 어떠한 경우도 작동압력이 사용재료의 최대 작동압력을 초과해서는 안된다.

(4) 모든 폐쇄회로에는 압력 안전밸브가 있어야 한다. 이 안전밸브는 작동 최대온도에 견디는 것 이어야한다.

5.1.7 외부 열충격(비 인증 진공관식 집열관을 사용하는 온수기) 6.5와 같이 시험해서 갈라짐, 변형, 결로 및 누수 등이 없어야 한다.

5.1.8 내열충격(비 인증 진공관식 집열관을 사용하는 온수기) 6.6과 같이 시험해서 진공관이 파손되지 않을 것

5.2 재료

(1) 외부에 설치되는 온수기의 모든 부위는 일정기간(최소 10년)동안 자외선이나 눈, 비 등에 손상되거나 결함이 생기지 않는 재료를 사용하여야 한다. 10년의 기간동안 온수기 유지관리를 위해 보수 및 부품교환이 필요할 경우, 이러한 사항은 매뉴얼에 분명히 언급되어야 한다.

(2) 모든 집열회로에 사용되는 재료는 임의 외부 부식을 피할 수 있는 재료를 사용하거나 조치가 있어야 한다.

5.3 부품 및 배관

5.3.1 집열기

- (1) 집열기는 인증제품을 사용해야 한다.
- (2) 단, 진공관 집열관과 같이 집열기 모듈이 아닌 집열관을 사용하는 온수기의 경우는 5.3.8의 요건을 충족하여야 한다.

5.3.2 지지대

- (1) 일반적으로 외부에 설치되는 온수기 또는 부품의 설치대는 풍압 및 설하중 등에 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다.
- (2) 설치대는 녹 발생이 없는 재료를 사용하거나, 녹 발생 재료의 경우는 내구성 있는 녹 방지용 피막을 피복(용융아연도금 등)하여야 한다.

5.3.3 배관

- (1) 배관은 성능에 현저한 영향을 주는 배관의 막힘 가능성이 없어야 한다.
- (2) 집열회로 및 온수회로의 단열은 배관에 접해있는 부분의 단열재는 95 °C에서 변형이 없는 내열성을 갖는 단열재로 단열되어야 하며, 단열재의 총 두께는 30±2 mm 정도가 되어야 한다.

5.3.4 펌프

- (1) 순환되는 열매체의 종류 및 작동온도영역에 적합한 펌프를 사용하여야 한다.
- (2) KS제품 또는 이와 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다. 예, KS B 8206....

5.3.5 열교환기

- (1) 열교환기는 스케일의 영향을 크게 받지 않거나 스케일을 제거할 수 있어야 한다.
- (2) 열교환기는 열매체와 친화성이 있어야 하며, 용수에 오염을 일으키면 안 된다.

5.3.6 축열조

- (1) 축열조는 KS B 8204(태양열 축열조)에 적합하거나 이와 동등 이상이어야 한다.
- (2) 6.8의 방법으로 측정된 축열조의 저장용량은 표시치와의 오차가 ±5 % 이내이어야 한다.
- (3) 개방식 온수기에 대해서는 축열조의 적당한 위치에 넘침관(overflow)을 설치해야 한다.
- (4) 압력을 받지 않는 개방형 온수기의 축열조의 재료는 STS316L이상, 두께는 0.6 mm 이상의 것으로 각각 동등이상을 사용하여야 한다.

5.3.7 제어장치

태양열 제어장치가 인증제품 일 경우 인증제품을 사용하여야 한다. 인증제품이 없을 경우 다음의 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 집열기 온도 센서의 정확도는 ±1 °C 이하이어야 하고, 정체조건을 포함한 작동 최고온도(약 130 °C)에서 견디어야 한다.
- (2) 온도센서의 위치와 설치는 측정될 부위의 온도를 측정할 수 있도록 설치되어야 하며, 외기로부터 보호되어야 한다.

5.3.8 진공관 집열관(시험방법 6.1 참조)

수입된 진공관 집열관을 집열부로 사용하는 경우 진공관에 대한 생산국의 인증기관에서 발급

한 인증서(시험성적서포함)를 제출하여야 한다.

5.3.8.1 재료

- (1) 유리관 위에 1 mm 이하의 결석이 밀집되어서는 안 된다. 즉, 10 mm × 10 mm 범위 내에 1개 이상이 있으면 안 되고, 유리관 하나에 1.0 mm ~ 1.5 mm 크기의 결석이 2개 이상 있으면 안 된다.
- (2) 유리관 위에 1 mm 이하의 덩어리가 밀집되어서는 안 된다. 즉, 10 mm × 10 mm 범위 내에 2개 이상이 있으면 안 되고, 유리관 하나에 2.5 mm보다 크지 않은 덩어리가 5개 이상 있으면 안 된다.

5.3.8.2 정체성능 계수

일사강도(G)가 800 W/m² 이상, 주변온도(t_a)는 8 °C ~ 30 °C 하에서 진공관형 태양열 집열관이 공기를 전열매체로 할 때, 정체온도가 t_s 일 때, 다음과 같이 정의되는 정체성능계수 Y는 175 m²°C/kW 이상 이어야 한다.

$$Y = (t_s - t_a) / G$$

5.3.8.3 노출 일사량

일사강도가 800 W/m² 이상이고, 주변온도는 8 °C ~ 30 °C, 진공관형 태양열 집열관이 물을 전열매체로 할 때, 처음 축열조 물의 온도가 주변온도보다 낮지 않고, 노출로 수온을 35 °C 올리는데 필요한 일사량 H는 3.8 MJ/m² 보다 작아야 함

5.3.8.4 평균 열손실 계수

진공관형 태양열 집열관의 평균 열손실 계수(U_{TL})는 0.90 W/(m²°C) 보다 작아야 함

5.3.8.5 내열충격

이중 진공관형 태양열 집열관은 25 °C 이하의 냉수와 90 °C 이상의 뜨거운 물을 교대로 반복해서 충격을 세 번 주어도 파손되어서는 안 된다.

5.3.8.6 내압

진공관형 태양열 집열관은 0.6 MPa 압력에 견뎌내야 한다.

5.3.8.7 우박충격

진공관형 태양열 집열관은 반경의 치수가 25 mm보다 크지 않은 우박의 충격에도 파손되어서는 안 된다.

5.4 안전장치

5.4.1 안전밸브

- (1) 안전밸브는 노출온도 조건에서 발생할 수 있는 고온의 열매체에 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 안전밸브는 발생할 수 있는 스팀 및 열매체의 최고 유속을 완화할 수 있는 규격이어야 한다.

다.

5.4.2 안전관 및 팽창관

온수기가 안전관이 구비된 것이라면

- (1) 안전관은 작동을 중단시키는 기능이 있어서는 안 된다.
- (2) 팽창관 및 안전관은 먼지, 스케일 및 이와 유사한 불순물 등으로 막히지 않도록 배관 재질을 스테인리스스틸 25A이상의 배관으로 연결 설치되어야 한다.
- (3) 압력안전밸브와 시스템에 연결관을 설치해야하며, 이 연결관은 잠가서는 안 된다.
- (4) 만일 가정용 온수기에 압력안전밸브와 팽창탱크의 연결관을 설치했다면, 압력안전밸브와 팽창탱크의 연결관의 치수는 최대온수유량이나 생길 수 있는 최대증기유량에 대해, 집열기 회로의 어느 곳의 압력도 이 배관의 압력이 낮아짐으로 인해 최대압력 허가치를 초과하지 않도록 해야 한다.
- (5) 압력안전밸브의 출구는 적당한 위치에 설치되어 있어야 하며, 압력안전밸브에서 뿜어 나오는 증기나 열매체가 사람이나 혹은 주위 환경에 어떤 위험을 초래해서도 안 된다.

5.4.3 팽창탱크

팽창탱크가 구비된 태양열온수기의 팽창탱크는 축열조 내부 축열매체의 체적팽창을 충분히 고려한 크기로 하여 이상온도(축열매체의 끓는 온도)이하에서는 축열매체가 넘치는 일이 없어야 한다.

5.5 정격전압 및 정격소비전력(전기히터를 보조열원으로 하는 온수기에 국한)

- (1) 정격전압은 단상교류 220 V 또는 삼상교류 380 V로 한다. 단, 삼상교류 380 V의 경우에도 각 단위 전기히터에 걸리는 전압은 단상 220 V로 한다.
- (2) 4.2의 c)에 분류되는 “태양열과 보조열원 일체형”으로 심야전기를 보조열원으로 하는 온수기의 경우 발열체의 정격 소비전력은 축열조 100 L당 0.5 kW로 한다.

5.6 전기부품 성능 (전기히터를 보조열원으로 하는 온수기 또는 전열선을 동파방지로 사용하는 온수기에 국한)

- (1) 절연성능, 정상온도상승, 이상온도상승 및 기계적 강도는 전기용품 안전인증(전기온수기)에 정하여진 사항을 만족하여야 한다. 즉, 안전인증서 사본 및 안전인증 취득시의 공인기관 취득시의 공인기관 시험성적서 사본을 제출한다.
- (2) 발열체 : 전기용품 안전관리법에 정하는 제품 또는 동등이상의 제품
- (3) 자동온도조절기 : 전기용품 안전관리법에 정하는 제품 또는 동등이상의 제품
- (4) 온도과열방지 : 전기용품 안전관리법에 정하는 제품 또는 동등이상의 제품

5.7 열성능

열성능은 시험 결과 다음 각 호에 이상이 없어야 한다.

5.7.1 집열성능

집열량 Q 는 8.4×10^6 J/m²(진공관형은 1.3×10^7 J/m²) 이상이고, 집열온도 T_{wh} 는 50 °C 이상이어야 한다.

5.7.2 보온성능

열손실계수 U_s 는 5.0(W/K) 이하이어야 한다.

5.7.3 온수사용성능

온수사용성능 η_t 는 80 %이상이어야 한다.

5.7.4 출탕성능

유효 출탕량은 10 L/min 이상이어야 한다.

* 개방형 구조의 온수기에 한하여 평가한다. (단, 이 경우 온수기와 이용부 사이의 연결 및 수 두 차는 제작자의 시방에 따른다)

5.8 해체검사

모든 시험이 종료된 상태에서 마지막 단계에서 이 시험을 실시한다.

- (1) 제출된 도면과 부품의 규격, 재질 및 사양을 비교 확인한다.
- (2) 청소, 보수 및 점검 등이 용이한 구조인가를 확인한다.
- (3) 배관 접속구, 용접 및 조립 등이 적합한가를 확인한다.
- (4) 축열부 내 보조열원의 발열부 최하단부가 축열부 중간 이상인가를 확인한다.
- (5) 사용 열매체의 유독성 및 용수에 접하는 부분의 위생 정도를 확인한다.
- (6) 기타 온수기의 구조나 작동 상에 중요한 결함이 있는 지를 확인한다.

6. 시험방법

6.1 진공관형 집열관 검사방법(집열기 모듈이 아닌 진공관형 집열관이나 기타 집열관을 사용한 온수기에 국한)

6.1.1 재료검사

- (1) 유리관 위의 결석은 눈으로 검사한다.
- (2) 유리관 위의 덩어리는 눈으로 검사한다.

6.1.2 정체성능 계수 측정

- (1) 측정조건 : 실외에서 측량한다. 일사량계가 놓여있는 평면은 난반사평판과 평행을 이루어야 하며, 일사강도 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$, 풍속은 4 m/s보다 크면 안 된다.
- (2) 시험장치 : 진공관형 태양열 집열관을 남북으로 평행하게 3개 놓는다. 중간에 있는 것은 시험용이고, 양쪽은 시험보조용이다. 그 중심 사이의 거리는 75 mm이고, 그 중심과 난반사평판의 사이 거리는 70 mm이다. 난반사평판은 난반사율이 0.60보다 작지 않은 조면알루미늄 평판이다. 진공관형 태양열 집열관 내는 공기를 전열매체로 하고, 온도 측정점은 진공관형 태양열 집열관의 중간에 놓는데, 온도 측정장치(센서)는 유리관 벽과 닿아서는 안 된다. 진공관형 태양열 집열관의 갈라진 부분(입구)에 보온캡을 씌운다. 캡 꼭대기 부분에는 두께 50 mm되는 경질

폴리우레탄으로 한다. 캡 벽의 깊이는 선택흡수막 코팅의 내유리관을 가릴 수 있는 정도로 한다. 수평면에서 진공관형 태양열 집열관의 채광면에 이르는 경사각은 KS B ISO 9806-1:1994의 요구에 따라야 하며, 현지 위도 $\pm 5^\circ$ 이어야 하나 30° 보다 작아서는 안 된다.

(3) 시험절차 : 일사강도 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$, 정상상태에서, 15분 내에 일사강도변화가 $\pm 30 \text{ W/m}^2$ 보다 크지 않은 조건 하에, 5분마다 일사강도를 기록한다. 모두 네 번을 기록하고, 네 번의 평균치를 시험기간의 일사강도로 삼는다. 동시에 네 차례의 정체온도도 기록하는데, 네 차례의 평균치가 진공관형 태양열 집열관의 정체온도 t_a 가 되고, 동시에 또 네 차례의 주변온도데이터를 측정하여 평균치가 시험 때의 주변온도 t_a 가 된다.

(4) 시험 계기: 전일사량계, 온도계(백금저항온도계 혹은 열전대), 풍속계

(5) 다음 식에 따라 진공관형 태양열 집열관의 정체성능 계수 Y ($\text{m}^2\text{C}/\text{kW}$)를 계산한다.

$$Y = (t_s - t_a) / G$$

6.2 내동결 시험

동결방지 방법에 따라 다음과 같이 시험한다.

6.2.1 부동액 방식

(1) 별도의 내동결 시험은 하지 않고 부동액에 대한 자료를 확인한다. 단지 부동액에 대한 충분한 자료가 없을 경우 부동액에 대한 동결시험을 해서 빙점이 최저 사용온도보다 낮은지 확인한다.

6.2.2 자동배수 방식

(1) 수평배관의 기울기(slope)가 최소 200 mm/m (배수되는 방향이 낮은 것)이상인지를 확인한다. 이 내용은 설치매뉴얼에 반드시 명기되어 있어야 한다.

(2) 온수기에 만수가 될 때까지 온도 $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 물을 넣어 주위온도 $-15 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (진공관식 일체형은 $-20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$)의 조건에서 물빠기의 작동상황을 조사한 후, 이 조건에서 15시간 방치한 후 해동하여 내누설 시험(5.4항)을 한다.

6.2.3 기타 배수하지 않아도 동결에 견디는 구조인 것

온수기에 만수가 될 때까지 온도 $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 물을 넣어 주위온도 $-15 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (진공관식 일체형은 $-20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$)의 조건하에서 15시간 방치한 후 해동한다. 이 사이클을 1사이클로 하여 10사이클한 후, 내누설 시험을 한다.

6.2.4 동결방지 히터 등으로 동파를 방지하는 구조인 것

(1) 온수기에 만수가 될 때까지 온도 $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 물을 넣어 동결방지 히터를 작동시켜 온도 $-15 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (진공관식 일체형은 $-20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$)의 조건으로 15시간 방치한 후 해동한다. 이 사이클을 1사이클로 하여 10사이클한 후, 11사이클 째는 동결방지 히터 등을 작동시키지 않고 앞의 조건으로 동결시키고 해동 후, 내누설 시험을 한다.

(2) 동결방지를 위해 히터(전열선)를 사용하는 경우 히터의 ON-OFF를 제어하는 자동제어장치가 반드시 있어야 한다. 히터의 제어는 비 동결조건인 경우 히터의 전원이 OFF 되어야 한다. 또한 히터(전열선)은 전기용품 안전관리법에 정하는 제품 또는 동등이상의 제품이어야 한다.

6.3 노출 및 과열방지 시험

6.3.1 과열방지 시험

- (1) 안전밸브가 적정한 위치에 올바르게 설치되었는지 확인한다.
- (2) 물이 아닌 기타 열매체(예, 부동액)를 열매체로 사용한 온수기는 열매체가 과열 최고온도에서 퇴화나 열화 현상이 없는지 확인한다.

6.3.2 노출시험

이 시험은 온수기의 과열방지 대책에 대한 검사를 위해 실시하는 시험이다.

- (1) 온수기는 정남방향으로 위치시키고 업체의 표준시공으로 설치하여 열매체와 용수를 채운 후 다음의 조건을 만족하는 날이 5일 이상 될 때까지 노출시킨다. 단, 이 기간 동안 온수사용은 하지 않는다.
 - 온수기의 집열면에서 측정한 1일 일사량은 최소한 $1.7 \times 10^7 \text{ J/m}^2$ 이상이어야 한다.
 - 1일 일사량 중 최소한 4시간 중의 일사량은 790 W/m^2 이상이어야 한다.
- (2) 시험기간 내내 온수기의 구조나 외형상의 이상상태에 대해 관찰한다. 특히 집열부에서의 집열매체 비등으로 인한 열매체의 손실이 없어야 한다.

6.4 내압 및 내누설 시험

- (1) 이 시험은 온수기가 작동압력에 충분히 견딜 수 있는지를 판단하는 시험이다.
- (2) 시험장치는 그림 1에 있는 바와 같이 가압장치, 안전밸브, 압력계로 구성된다.
- (2) 온수기에 물과 열매체를 가득채운 후 다음의 시험을 실시한다.

6.4.1 축열조 내압시험

다음의 축열조 종류에 해당하는 내압시험을 하고 누설 및 현저한 변형의 유무를 조사한다.

- (1) 수도직결식인 축열조에 대해서는 게이지압 $2.95 \times 10^5 \text{ Pa}$ 의 수압을 가하여 10분간 유지한 후, 누수 유무를 조사한다. 그 후 게이지압 $7.36 \times 10^5 \text{ Pa}$ 의 수압을 가하여 1분간 유지한 후, 변형이나 누수 유무를 조사한다.
- (2) 축열조 중 밀폐식인 것은 표시되어 있는 최고 사용압력의 2배의 수압을 가하여 5분간 유지한 후, 변형이나 누수 유무를 조사한다.
- (3) 축열조 중, 개방형인 것은 축열조 내를 만수상태로 한 채 표시된 최고 사용온도에서 5분간 유지한 후, 누수 및 현저한 변형의 유무를 조사한다.

6.4.2 기타부분

- (1) 사용된 부품 명세서의 최대작동압력이 온수기 최대 작동압력의 1.5배보다 높아야 한다.
- (2) 집열회로는 온수기에 표시된 최대 작동압력의 1.5배로 압력시험 후 내누설 시험결과 이상이 없어야 한다.



그림 1. 온수시스템 액체열매체 내압시험 원리도

6.5 외부 열충격 시험(집열기 모듈이 아닌 진공관을 집열관으로 사용하는 온수기)

이 시험은 온수기가 맑은 날 갑자기 쏟아지는 폭우로 인해 받는 열충격에 파손되지 않고 견딜 수 있는가를 평가하는 것이다.

6.5.1 시험장치와 방법

- (1) 온수기를 실외에 물을 채우지 않고 설치한다. 입구 하나를 남겨 흡열체 내의 공기가 자유롭게 팽창하도록 하는 것을 제외하고, 다른 나머지 입구를 막아 공기가 자유롭게 유동하여 냉각하는 것을 방지한다.
- (2) 흡열체 위에 온도 센서 하나를 고정시키고, 시험 시 흡열체의 온도를 측정한다. 온도센서는 흡열체 고도의 2/3와 너비의 1/2 위치에 고정시킨다. 센서는 최대한 흡열체에 밀착시킨다.
- (3) 물뿌리기 장치(사위장치)를 한 줄로 설치하고, 집열기에 고루 물을 뿌릴 수 있도록 한다. 물을 뿌리기 전, 온수기는 일사강도 $\geq 800 \text{ W/m}^2$ 의 안정된 조건 하에서 1시간을 유지한다. 그런 후, 물을 15분 간 뿌리고 온수기를 검사한다.
- (4) 온수기는 외부 열충격 시험을 두 번해야 한다.

그림 2. 외부 열충격 시험

6.5.2 시험조건

- a) 1일 일사량 $H \geq 17 \text{ MJ/m}^2$
- b) 주위온도 $\geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$
- c) 물 뿌리기 1시간, 뿌려지는 물의 온도는 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 이하이어야 하며, 집열기 부품과 축열조 위의 평방미터 당 분수 유량은 $180 \text{ L/h} \sim 216 \text{ L/h}$ 이어야 한다.

6.6 내열충격 시험(집열기 모듈이 아닌 진공관을 집열관으로 사용하는 온수기)

사용 중에 온수기는 일사량이 많은 날 진공관으로 찬물이 공급되는 경우 갑작스런 열충격을 받게 된다. 이 시험은 이런 열 충격을 받고도 진공관이 파손되지 않는 능력을 판정하는 것이다.

6.6.1 시험장치와 방법

온수기를 실외에 설치하나, 물을 채우지는 않는다. 그 중 입구관은 드로틀 밸브를 통해 수원과 상통하게 한다. 다른 한 쪽은 출구관으로 흡열체 내의 기체가 자유롭게 팽창하고 열매체가 집열기로부터 나오기 편리하도록 한다.

흡열체 위에 온도 센서 하나를 고정시켜, 과정 중 온도제어를 측정한다. 온도센서는 흡열체 높이의 $2/3$ 와 너비의 $1/2$ 위치에 고정시킨다. 센서와 흡열체 사이는 열 접촉이 있어야 한다. 센서는 태양복사를 피해야 한다.

온수기는 일사강도 $\geq 800 \text{ W/m}^2$ 의 안정된 조건 하에서 1시간을 유지한 뒤, 물로 최소한 5분 냉각해야 한다.

6.6.2 시험조건

- a) 1일 일사량 $\geq 17 \text{ MJ/m}^2$
- b) 주위온도 $\geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$
- c) 수온 $< 25 \text{ }^\circ\text{C}$

온수기의 윤곽채광면 위의 평방미터 당 액체 유량 $\geq 72 \text{ kg/h}$ (제조사에 의한 다른 요구가 있는 것을 제외)일 것을 건의한다.

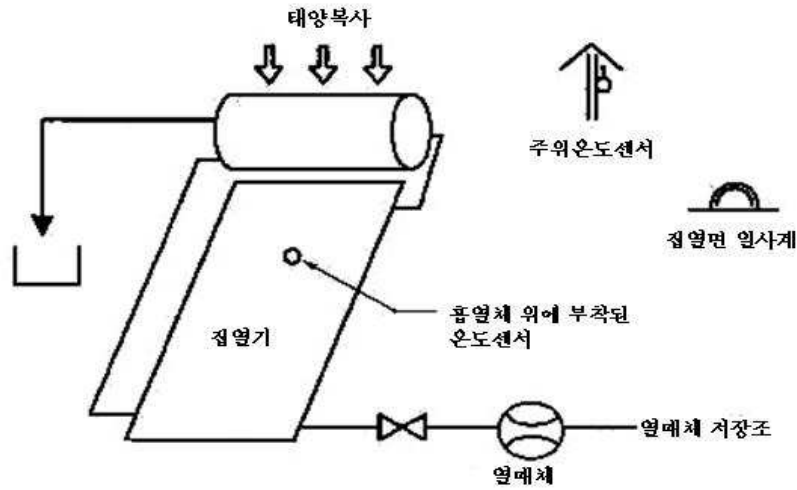


그림 3. 내열충격 시험도

6.7 내누설 시험

내누설 시험은 다음과 같이 한다.

6.7.1 개방형

집열회로와 축열조에 온수와 열매체를 채운 후 누설 유무를 조사한다.

6.7.2 밀폐형

집열회로와 축열조에 물을 가득 채워 게이지압 2.95×10^5 Pa의 압력을 가하여 10분간 유지하고 누설 유무를 조사한다. 다시 수압을 게이지압 7.36×10^5 Pa까지 상승시켜 1분간 유지하여 누설 유무를 조사한다.

6.7.3 반밀폐형

회로에 따라 밀폐구간은 밀폐형으로, 개방회로는 개방형에 해당하는 시험을 실시한다.

6.8 저장량 시험

축열조 용량시험은 다음 방법에 의하여 용수량을 측정하고, 그 질량을 밀도를 고려하여 축열조 용량(L)으로 환산한다.

- 1) 개방형인 축열조는 볼탭, 액면스위치 등의 급수제어 장치가 단힐 때까지 급수하고, 그 후 급수밸브를 잠그고 배수구로부터 배수한 물의 질량을 측정한다.
- 2) 밀폐형인 축열조는 20 ± 5 °C의 물을 게이지압 5.88×10^4 Pa의 급수 정수압하에서 만수상태까지 급수하고 그 후 급수밸브를 잠그고 용수의 질량을 측정한다.
- 3) 열매체 축열식인 경우는 축열조의 용량으로 한다. 단 용량의 측정은 2)의 방법으로 한다.

6.9 열성능 시험 환경

6.9.1 시험 온수기

온수기는 시험 전에 다음사항을 고려해야 한다.

6.9.1.1 보조열원

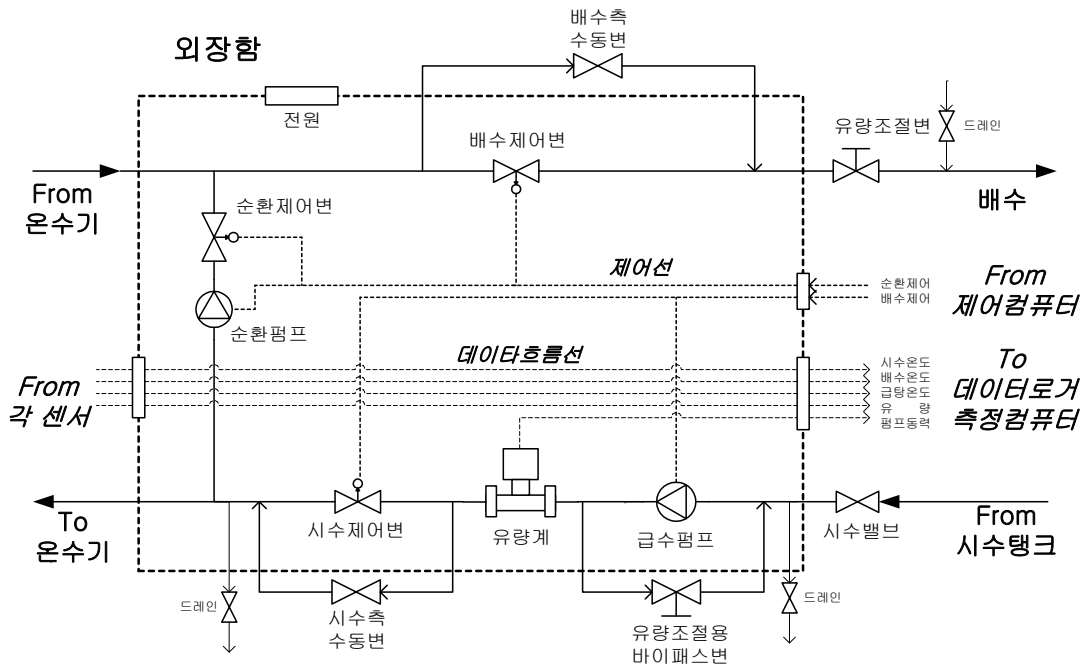
보조열원이 있는 온수기는 스위치를 끈 상태로 시험한다.

6.9.1.2 시험 온수기 설치

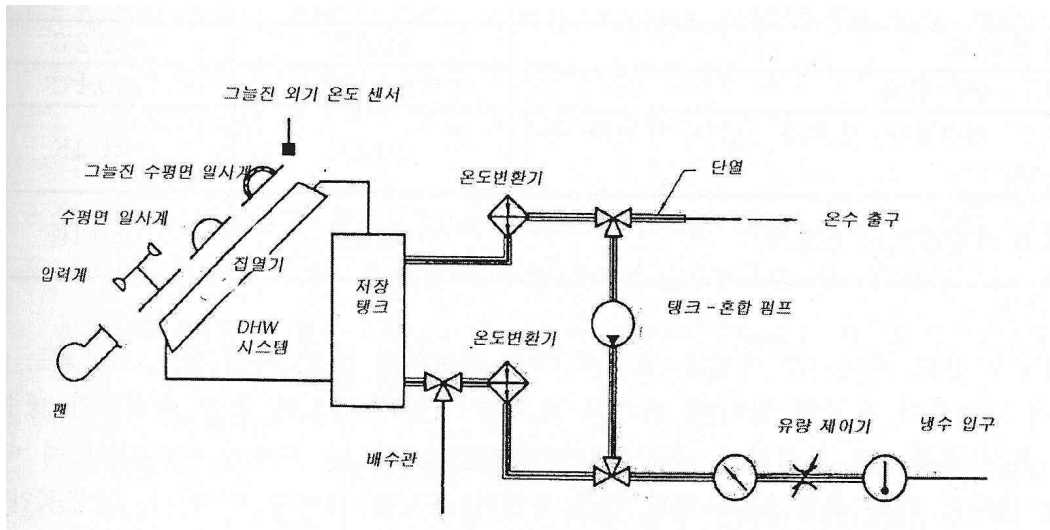
- (1) 제작자의 지시에 따라 온수기를 설치한다.
- (2) 온수기에 포함되어 있는 제어장치는 제작자의 지시대로 설치 및 설정하고, 제작자로부터 별도의 지시가 없을 때에는 시험기관의 규칙에 따른다.
- (3) 온수기는 시험자의 안전을 유지할 수 있도록 설치되어야 한다. 유리의 파손이나 뜨거운 유체 누출의 가능성을 염두에 두며, 돌풍 등에 대비해야 한다.
- (4) 축열조가 집열기와 분리된 온수기(예 : 강제순환식)의 경우, 집열부와 축열조의 연결배관의 총 길이는 15 m 정도(공급관 7.5 m, 회수관 7.5 m)로 한다. 관의 직경과 단열은 제작자의 지시에 따른다.
- (5) 집열기는 정남향을 기준으로 $\pm 10^\circ$ 이내(가능한 한 정남)에 설치하고, 전체 시험 기간동안 집열기 표면에 그림자가 생기지 않는 곳에 설치되어야 한다.
- (6) 집열기는 시험 기간 동안 지표면이나 주변 건물로부터 반사된 태양 복사에 영향을 받지 않아야 하며, 시야 범위 내에서 장애물의 영향이 무시될 수 있는 곳에 설치되어야 한다.
- (7) 일부 집열기는 작동 중 집열기 표면의 0~3 m/s 범위의 풍속에 민감한 영향을 받는다. 따라서 풍속에 민감한 집열기는 집열기의 전후면 및 양 측면에 대해서 3~5 m/s의 공기가 통풍되도록 설치해야 한다.
- (8) 상승기류와 같은 따뜻한 공기의 흐름이 온수기 위로 지나가게 해서는 안된다. 빌딩의 옥상에서 시험시 온수기는 옥상의 모서리로부터 적어도 2 m 떨어진 곳에 위치해야 한다.
- (9) 집열기의 설치 경사각은 제작자의 지시를 따르되, 별도의 지시가 없을 경우, 30° 로 한다.
- (10) 지붕과 통합되도록 설계된 집열기(예 : 지붕일체형)는 바람으로부터 집열기의 뒷면을 보호해야 한다.

6.9.1.3 시험회로

- (1) 시험회로는 [그림 4]의 A 또는 B와 같이 구성한다. 단, 이 시험회로로 시험을 할 수 없는 구조의 온수기는 최소한 이러한 기능 이상의 회로를 갖는 조건으로 변형이 있을 수 있다.
- (2) 회로에서 사용되어진 배관의 재료는 유체의 온도에 대해 95°C 까지 견딜 수 있는 재료를 선택한다. 특히, 급수온도 조절기와 축열조 입구측 배관은 수온이 주위의 영향을 받지 않도록 유의해야 한다. 배관의 단열은 열손실율이 0.2 W/K 보다 낮아야 한다.
- (3) 온도센서 설치 지점과 축열조 사이의 배관은 단열, 반사, 비바람에 견디는 덮개를 확장 설치하여 보호되어야 한다.
- (4) 유량 제어기와 유량계는 냉수입구 배관에 설치되어서 온도 변화에 의한 영향을 받지 않도록 한다. 또한, 배수관은 축열조 입구 바로 앞의 냉수관에 설치되어야 한다. 경사각은 시험 결과와 함께 기록된다. 시험기간 동안 사용할 열매체는 제작자에 의해 추천된다. 강제 순환 시스템을 시험할 경우 제작자가 추가하는 제어기에 의해 제어되는 유량이 사용되어야 한다.



(A) 장치 1



(B) 장치 2

그림 3. 태양열 온수기 시험장치

6.9.2 측정장치

6.9.2.1 일사량

- (1) 집열면에 입사되는 전일사량을 측정하여야 한다.
- (2) 수감부의 신호를 처리하는 계측기의 시간응답성의 변화에 대한 오차범위는 1 % 미만이어야 한다.
- (3) 0.3~2.5 μm 파장영역의 측정이 가능하고, 파장영역 내에서 측정오차는 2 % 이내이어야 한다.

다.

(4) 수감부의 복사에너지에 대한 시간정수는 1초 이내이어야 한다.

6.9.2.2 온도

6.9.2.2.1 정확도 및 응답시간의 정밀도

온도 측정을 위한 기기의 정확도와 정밀도는 표3을 만족해야 한다. 또한, 응답시간은 5초 이내이어야 한다.

6.9.2.2.2 외기온도

(1) 외기온도는 대략 지상 위 1 m 이상, 집열기로부터 1.5 m 이상 떨어져야 하고 온수기 설치 장소로부터 10 m 이내의 그늘진 곳에서 측정되어야 한다.

(2) 장치는 영향을 미칠 수 있는 높은 굴뚝, 냉각탑 또는 고온소각로의 등이 주위에 없어야 한다.

6.9.2.2.3 시수온도

(1) 시수온도(t_{main})는 “6.9.2 시험조건”에 제시된 값들로 조절되어야 한다.

(2) 시수온도를 균일하게 제어하기 위한 장치는, 온도제어장치가 포함된 축열조 또는 온수탱크와 냉수탱크의 물을 혼합하는 장치로 구성할 수 있다.

(3) 시수온도는 순간유량이 10 L/min일 때, 배수의 시작과 끝 사이 기간에 ± 0.25 °C 이내로 제어할 수 있도록 한다.

표 3. 온도 측정시 요구되는 정확도 및 정밀도

| 측정대상 | 측정기기 정확도 | 측정기기 정밀도 |
|----------------------|--------------|--------------|
| 외기 온도 | ± 0.5 °C | ± 0.2 °C |
| 냉수 및 온수온도와 기타 유체의 온도 | ± 0.1 °C | ± 0.1 °C |

6.9.2.3 유량

(1) 측정의 정확도는 ± 1 % 이내이어야 한다.

(2) 펌프에 의한 가압 순환으로 시험할 때, ± 5 %의 정확도를 지닌 유량계를 집열회로에 설치해야 한다.

6.9.2.4 질량

질량 측정은 ± 1 %의 정확도로 측정되어야 한다.

6.9.2.5 경과 시간

경과 시간 측정은 ± 0.20 %의 정확도로 측정되어야 한다.

6.9.2.6 풍속

풍속은 ± 0.5 m/s의 정확도를 유지하여야 하고, 측정기간 중 일정시간 누적치의 평균을 산정

한다.

6.9.2.7 전기소비량 측정

강제 순환인 경우 온수기의 순환펌프, 제어장치 등에 소비되는 전기에너지를 측정한다.

6.10 열성능 시험

6.10.1 시험종류 및 절차

- (1) 집열성능시험 : 온수기의 열성능 인자를 구하기 위한 시험으로 최소 6일 이상 독립적으로 수행한다(6.10.6참조).
- (2) 온수 사용성능시험 : 온수 사용 시 유입되는 냉수의 혼합에 의한 출탕온도의 변화성향을 알아보기 위한 시험으로 축열조의 온도성층화 성능과 직접적인 관련이 있다(6.10.7 참조).
- (3) 보온성능시험 : 축열조의 열손실율을 산출하기 위한 시험으로 일사가 없는 밤에 수행하거나, 일사를 차단한 상태에서 수행한다(6.10.8 참조).
- (4) 일일동안 온수기에 입력된 에너지(일사량)와 출력된 에너지(온수 배출량)는 각 시험일에 측정된 데이터를 이용하여 온수기 입출력 열성능 도표로 작성한다. 이것으로부터 온수기 열성능은 $(t_{a(day)} - t_{main})$ 와 일사량을 변수로 갖는 식으로 도출한다.

6.10.2 시험일수 충분조건

시험은 최소한 다음의 조건을 갖는 4일 이상의 상이한 날에 대해서 합당한 결과를 얻어야 한다.

- (1) $[t_{a(day)} - t_{main}]$ 값은 $-5 \sim 20$ °C 범위로 한다.
- (2) 일사량은 $8 \text{ MJ/m}^2 \sim 25 \text{ MJ/m}^2$ 범위로 하되 최소치와 최대치에 근사한 일사량 값에서 각각 한번 시험을 해야 한다. 이것은 7항의 열성능 식의 정확성을 위해서 필요하다.
- (3) $[t_{a(day)} - t_{main}]$ 값이 9 °C 이상 또는 이하의 조건을 갖는 시험일이 추가로 2일 이상 되도록 한다.
- (4) 각 시험일에서 산출된 열효율이 4점 이상이 되면, 1)과 2), 3)의 조건을 만족한다고 본다.

6.10.3 시험준비

- (1) 온수기를 면밀히 살펴서 이상이 없는지 확인하고, 집열기 투과체는 깨끗하게 한다.
- (2) 각 시험일의 시험 시작 전에 축열조에 물을 채운 후, 10 L/min의 유량으로 교반하여 온도 구배가 없도록 조치한다. 온수기 구조상 교반이 어려운 경우 교반이 될 수 있도록 적당한 장치를 설치하거나 해서 교반이 가능하도록 할 수 있다. 이 경우 온수기 성능에 영향을 주어서는 안 된다.
- (3) 강제순환식 온수기의 경우, 시험 개시 전에 2)의 조치와 동시에 집열회로 내의 열매체를 순환시켜 안정시킨다.
- (4) 자연순환식 온수기의 경우 출탕 개시 직전에 자연순환을 방지하기 위한 밸브를 이용하여 열매체 순환을 멈추도록 한다.
- (5) 출탕을 위한 배수 중, 시수는 "6.9.2.2.3의 2)"의 온도제어장치에 의해 t_{main} 이 일정하게 유지되어야 한다.

6.10.4 시험 온수기 주위의 풍속

- (1) 풍속은 집열기 표면 위 50 mm인 지점에서 3~5 m/s 사이에 있도록 한다.
- (2) 집열기 전 면적에 걸쳐 어느 한 지점에서든 평균 풍속의 $\pm 25\%$ 를 넘지 않도록 한다.
- (3) 송풍기를 사용할 경우, 송풍기의 바람의 온도는 집열기 전 면적에 걸쳐 대기 온도의 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 를 넘지 않도록 한다.

6.10.5 시험기간 중 측정데이터 기록

시험기간 중, 시험 온수기는 “6.10 열성능시험”에서 주어진 필요조건을 충족시키고, 시험이 종료된 후, 각 시험일마다 태양 정오를 기준으로 전 후 6시간의 노출 중, 다음 각 요소에 대하여 시간당 평균값을 기록한다.

- a) 집열면 전 일사량
- b) 집열면 산란 일사량(집광형 집열기를 사용할 경우)
- c) 외기 온도
- d) 풍속(송풍기를 사용할 경우, 일회 측정치를 일일평균풍속으로 규정한다)

6.10.6 집열성능 시험

- (1) 노출 전에 축열조에 물을 채우고, 축열조의 유체가 완전히 혼합되도록 교반하여 축열조 내부수온(t_{main})을 측정 기록한다. 그림 4의 시험장치로 혼합이 불가능한 온수기는 가능한 적당한 방법으로 교반시킬 수 있도록 시험장치를 변경시켜서 해야 한다. 단, 일정온도의 시수를 채워서 축열조에 채워진 물의 온도가 높이에 따라서 균일하다고 판단(온도 성층화가 없다고 판단)할 경우 교반은 생략할 수 있다.
- (2) 남중시 6시간 전부터 6시간 후까지 12시간동안 노출시킨다.
- (3) 남중시 6시간 후에 집열기를 차폐하고, 10 L/mm의 일정한 유량으로 시수를 공급하여 출탕한다.
- (4) 출탕을 위한 시수는, 6.9.2.2.3 2)에 기술한 장치를 사전에 조정하여 측정 중에 일정한 온도를 유지하도록 한다.
- (5) 출탕 개시 직전에 축열조 시수구(시수 공급관)를 막고, 인접한 배출구를 열어 시수온도가 일정하게 되도록 약 10분 정도 시수를 배출한다. 이는 시수온도 제어장치와 축열조 시수구 사이의 배관 내에 고인 물을 빼어내어 시수온도를 일정하게 하기 위한 조치이다.
- (6) 출탕되는 배수온도의 측정간격은 최소한 15초 이내로 한다.
- (7) 출탕량이 축열조 용량의 1/10이 될 때마다 그 출탕간격 중의 배수온도 평균을 기록한다.
- (8) 배수는 $[t_d - t_{main}] \leq 2\text{ }^\circ\text{C}$ 의 조건을 만족할 때까지 계속한다. 총 출탕량은 축열조 용량의 약 3배 정도가 될 것이다.
- (9) 배수온도의 변화는 그림 5 와 같이 배수온도 분포도로 작성한다.
- (10) 배수가 완료되면 축열조 내부의 물을 교반하여 축열조 내부수온을 측정 기록한다.

(11) 만일, t_{main} 을 노출 전의 축열조 내부수온과 일치시키는 제어가 어려울 경우, 유량, 시수온도, 배수온도는 10초 이내의 간격으로 동시에 측정 기록하여 열효율 산정을 위한 식에 적용시킬 수 있어야 한다.

비고 a) 출탕 중의 시수온도 t_{main} 은 노출 전 기록된 축열조온도를 기준으로 $\pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$ 이내로 하고, 변동폭은 $\pm 0.25 \text{ }^\circ\text{C}$ 이내로 한다.

b) 출탕을 위한 시수의 순간유량은 $10 \pm 1 \text{ L/min}$ 로 이내로 한다.

c) 축열조 온도 측정은 분(min)당 축열조 용량의 1/10이상의 유량으로 20분 이상 교반한 후, 축열조 입출구 온도를 측정하기 시작하여 온도변화율이 $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ 미만일 때의 온수 온도를 기록한다.

(12) "7. 성능시험 결과 및 분석"의 절차에 따라 "7.4.3 배수 온도 분포 계산"의 Q^* 값과 T_{wh} 값을 계산한다.

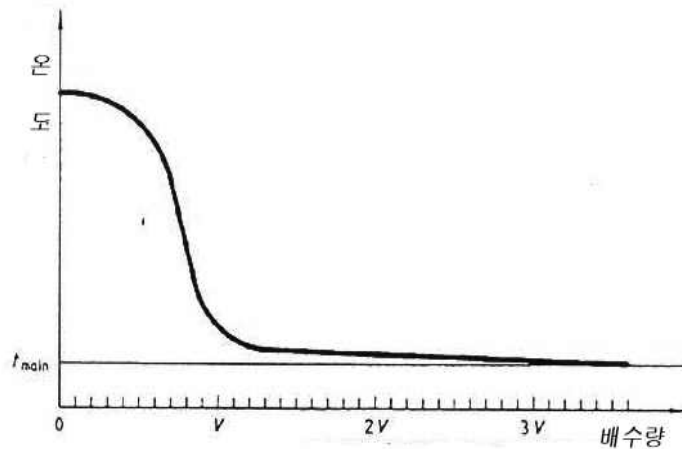


그림 4. 배수량에 따른 배수 온도 분포도 (V는 축열조 용적)

6.10.7 온수 사용성능 시험

6.10.7.1 개요

이 시험은 6.10.6의 집열성능 시험으로 작성되는 배수온도 분포도와는 별도로 추가되는 혼합 배수온도 분포도를 작성하여, 온수가 배출되는 동안 탱크 안의 온수와 탱크로 들어가는 냉수 사이의 혼합되는 성향을 알아보기 위해 수행한다.

6.10.7.2 시험 방법

- (1) 이 시험은 실내 또는 실외에서 수행할 수 있다.
- (2) 실외시험일 경우는, 집열기는 일사광선에 대하여 차폐되거나, 일조가 없는 야간에 수행되어야 한다. 부득이한 경우, 집열부와 축열조 사이에 열교환이 이루어지지 않도록 조치한 상태에서 시험하여야 한다.
- (3) 축열조 온도가 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 이상이 되도록 한다. 참고로 축열조에 채우는 물은 외부에서 가열해서 채우거나, 미리 물을 채운 후 가열하여도 무방하다.
- (4) 축열조 내부의 물을 교반한 후 내부수온을 측정 기록한다.(5.10.6의 주 c)의 요령 참조)

- (5) 온도 30±2 °C 이내의 물(시수)을 10±1 L/min의 유량으로 축열조에 공급하여 출탕을 개시한다.
- (6) 출탕 중, 시수온도의 변동 폭은 ±0.25 °C 이내이어야 한다.
- (7) 출탕량이 축열조 용량의 1/10이 될 때마다 그 출탕간격 중의 배수온도 평균을 기록한다.
- (8) 배수는 $[t_d - t_{main}] \leq 1$ °C 또는 출탕량이 축열조 용량의 약 3배 정도가 될 때까지 계속한다.
- (9) 배수온도의 변화는 그림 6과 같이 혼합 배수온도 분포도로 작성한다.

이 시험과정 중 온수사용성능 η_t 는 다음과 같이 구한다.

$$\eta_t = \frac{t_m - t_{main}}{t_i - t_{main}} 100(\%)$$

여기서

t_{main} : 시수온도

t_i : 축열조 내의 초기온도

t_m : 축열조 저탕량의 1/2 출탕시점에서 2/3까지 출탕했을 때의 평균온도

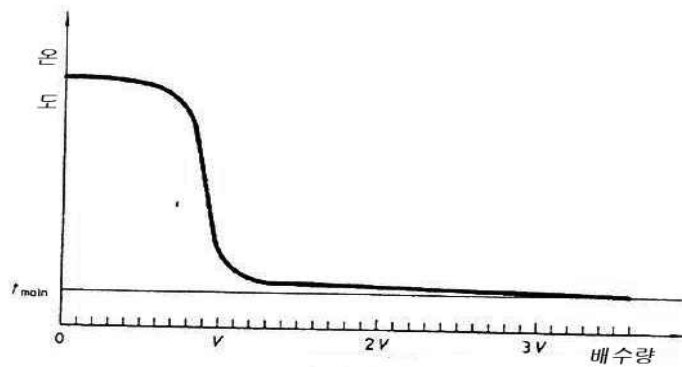


그림 5. 배수량에 따른 혼합 배수온도 분포도 (V는 축열조 용적)

6.10.8 보온성능 시험

6.10.8.1 개요

- (1) 이 시험은 열효율 인자와 더불어 온수기 장기성능 예측에 필수적으로 포함되는 축열조의 열손실계수를 산출하기 위해서 수행된다.
- (2) 실내시험일 경우, 온수기 주변의 벽체 및 기타 물체에서 방사되는 20 °C 이상의 복사열을 차단하기 위한 복사막을 집열기 전면에 설치하거나, 축열조 만 별도로 떼어내어 수행한다.
- (3) 실외시험일 경우, 일몰 후로부터 일출 전 사이의 야간에 수행한다.

6.10.8.2 시험 방법

- (1) 축열조의 온수가 60 °C 이상 또는 대기온도보다 35 °C 이상이 되도록 한다. 축열조에 채우는 물은 외부에서 가열하여 채우거나, 미리 물을 채운 후 가열하여도 무방하다.

- (2) 축열조의 물을 교반하여 온도를 측정 기록한다.(6.9.6의 주 c)의 요령 참조)
- (3) 집열기가 일사나 외부의 복사열에 영향을 받지 않은 상태로 축열조를 최소한 6시간 이상 방치한다.
- (4) 방치 중, 1시간 간격으로 외기온도를 측정 기록한다.
- (5) 6시간이 경과되면 축열조의 물을 교반하여, 온도를 측정 기록한다.(6.9.6의 주 c)의 요령 참조)
- (6) (식 1)에 따라 축열조 열손실을 U_S 를 구한다.

$$U_S = \frac{\rho_w C_{pw} V_s}{\Delta t} \ln \left[\frac{t_i - t_{as(av)}}{t_f - t_{as(av)}} \right] \quad (\text{식 1})$$

여기서

| | |
|---------------------------------------|---|
| ρ_w : 물의 밀도, kg/m^3 | C_{pw} : 물의 정압비열, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ |
| V_s : 축열조 용량, m^3 | Δt : 시간 간격, s |
| t_i : 초기 축열조 온도, $^{\circ}\text{C}$ | t_{main} : 시수 공급 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| t_f : 최종 축열조 온도, $^{\circ}\text{C}$ | $t_{as(av)}$: 축열조 주위에 인접한 공기 온도, $^{\circ}\text{C}$ |
| Δt : 축열조 방치시간(s) | |

6.11 구조검사

6.11.1 육안검사

- (1) 외부다듬질이 양호하고 성능 및 외관을 해치는 균열, 변색, 더러움, 녹 등의 결점이 없어야 한다.
- (2) 온수기 외형상에 날카로운 돌출부와 같은 크게 주의를 요하는 것이나 안전에 문제가 없는 지 확인한다.
- (3) 부식 및 녹방지를 위해 방청처리가 되었는지를 하여야 한다.
- (4) 온수기를 육안으로 검사하면서 “5.1 일반사항”에 언급된 것 중 곁에서 확인 가능한 것을 확인한다.

6.11.2 해체시험검사

- (1) “5.1 일반사항” 중 곁에서 확인되지 않는 사항은 온수기를 해체한 상태에서 검사하여 요구 조건을 만족하는지를 확인한다.
- (2) “5.8 해체검사”에 있는 사항을 만족하는지를 확인한다.

7. 성능시험 결과 및 분석

7.1 개요

시험 결과는 시험데이터를 이용하여 ($t_{a(day)} - t_{main}$)의 여러 가지 값에 대하여 H (일사량)값을

x축으로 하고, Q(일일 에너지 집열량)를 y축으로 한 시스템 열성능 도표로 나타낼 수 있으며, 이는 다음 방정식으로 나타낼 수 있다.

$$Q = a_1 H + a_2 (t_{a(day)} - t_{main}) + a_3 \quad (\text{식 2})$$

여기서 H 는 온수기 집열면에 떨어진 일일 총 일사량(MJ/m²)이며, Q 는 “10.9.6 집열성능시험”에서 정의된 시험절차에 따라 출탕되는 온수의 온도로부터 산출되는 열량(즉, 집열량)이다. 열성능 인자인 계수 a_1 , a_2 , a_3 은 측정데이터 인 H 와 Q 로부터 최소자승법(least-squares fitting method)을 사용하여 구하며, 각각 다음과 같은 단위를 갖는다.

$$a_1 = \text{_____ m}^2$$

$$a_2 = \text{_____ MJ/K}$$

$$a_3 = \text{_____ MJ}$$

또한, 시험 결과는 다음 식에 의해 나타내어진 H 와 $t_{a(day)} - t_{main}$ 의 다양한 값에 대한 온수의 온도증가 ($t_{a(day)} - t_{main}$)의 형태의 도표로 표현할 수 있다.

$$t_{d(max)} - t_{main} = b_1 H + b_2 (t_{a(day)} - t_{main}) + b_3 \quad (\text{식 3})$$

여기서 $t_{d(max)}$ 는 출탕개시 시, 최초의 배수온도로서 최고치를 나타내고, b_1 , b_2 , b_3 는 각각 다음과 같은 단위를 갖는다.

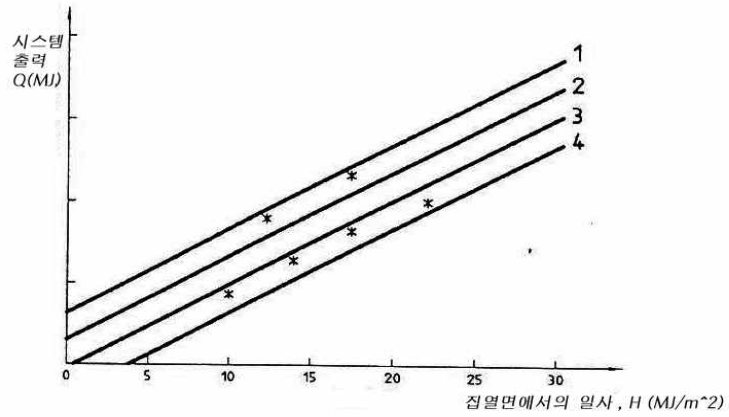
$$b_1 = \text{_____ m}^2 \text{ K/MJ}$$

$$b_2 = \text{_____}$$

$$b_3 = \text{_____ K}$$

7.2 시스템 열성능 도표

- (1) 시험 결과는 그림 6에 예시된 형태로 작성된다.
- (2) ($t_{a(day)} - t_{main}$) = -10 °C, 0 °C, 10 °C, 20 °C에 대한 4가지 조건은, 시험 전에 외기온도를 예측하고, 시수온도를 제어함으로서 시험 중에 근사치에 근접하도록 미리 계획한다.
- (3) 만일 ($t_{a(day)} - t_{main}$)의 시험 값이 제시된 조건의 범위를 충족하지 못한다면, 시험을 추가하여야 할 것이다.

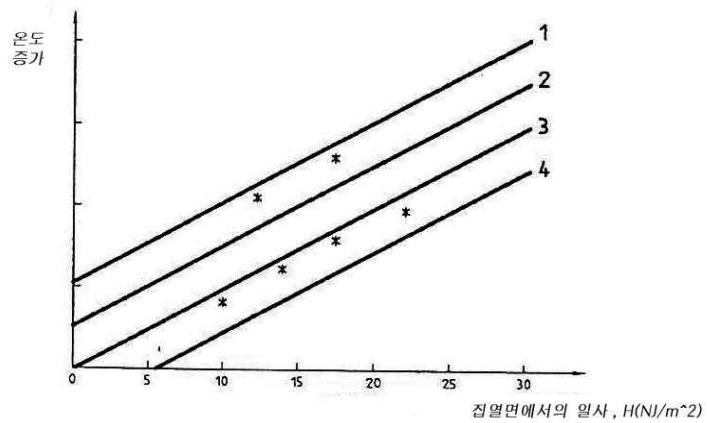


- 1 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = 20 \text{ K}$
- 2 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = 10 \text{ K}$
- 3 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = 0 \text{ K}$
- 4 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = -10 \text{ K}$

그림 7. 집열면 일사량에 따른 일 집열량

7.3 온도 증가 ($t_{d(\text{max})} - t_{\text{main}}$) 도표

(1) 시험 결과는 그림 8에 예시된 형태로 작성된다.



- 1 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = 20 \text{ K}$
- 2 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = 10 \text{ K}$
- 3 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = 0 \text{ K}$
- 4 $t_{p(\text{day})} - t_{\text{main}} = -10 \text{ K}$

그림 8. 일사량에 따른 온수온도 증가도

7.4 배수온도 분포

7.4.1 배수온도 분포 측정

(1) 모든 시험에 대하여 급탕의 배수온도 분포는 표 4의 시험일(1), (2)의 각 시험결과에 따라 작성된다.

(2) 시험 일(3)의 배수 온도분포는 정오에 개시되는 출탕으로 작성된다.

표 4. 온수의 배수 온도 분포

| 시험일 | 태양 일사 MJ/m ² | 온수 배수량 | 배수시간 |
|--------|----------------------------|--------------------|------------|
| 시험일(1) | 8 - 16 | 3.0 V _s | 태양 정오 + 6h |
| 시험일(2) | 16 - 25 | 3.0 V _s | 태양 정오 + 6h |
| 시험일(3) | 16 - 25 | 0.5 V _s | 태양 정오 |
| 시험일(4) | 16 - 25 | 2.5 V _s | 태양 정오 + 6h |

7.4.2 표준 배수온도 분포 $f(V)$

측정 기록된 값을 이용하여, 탱크 용량의 1/10에 해당하는 ΔV_i 에 포함된 열량 Q_i 는 다음 식으로 표현한다.

$$Q_i = \Delta V_i \cdot \rho_w \cdot c_{pw} \cdot [t_{di}(\Delta V_i) - t_{main}] \quad (\text{식 4})$$

이 때, $t_{di}(\Delta V_i)$ 는 물의 부피 ΔV_i 의 평균 배수온도이고, V_i 는 배수된 물의 총 부피이다. 축열조로부터 배출된 총 에너지는 1/10 출탕시의 배출에너지 Q_i 의 합으로 다음과 같이 계산된다.

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (\text{식 5})$$

각 ΔV_i 와 관련된, 표준화 된 배수 온도 분포 $f(V)$ 의 값 F_i 는 추출한 총 배수된 열량에 대한 I 번째 배수된 열량 Q_i 의 비율로 정의된다. 즉

$$F_i = \frac{Q_i}{Q} \quad (\text{식 6})$$

표준 배수온도 분포 $f(V)$ 는 시험일 (1), (2), (3)의 시험데이터로 계산하여 기록표에(값과 도표) 제시한다.

7.4.3 배수온도 분포 계산

배수온도 분포 $f(V)$ 는 다음과 같은 일련의 표준 조건(표5 참조)하에서 계산된다.

- a) 집열면 일일 전일사량 H^*
- b) 평균 외기온도 $t^*_{a(day)}$
- c) 시수 온도 t^*_{main}

표 5. 집열량 및 집열온도 계산 표준조건

| H^* MJ/m ² | $t_a^*(day)$ ℃ | t_{main}^* ℃ | $t_a^*(day) - t_{main}^*$ ℃ | 비 고 |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------|----------|
| 21.98 (2.1×10^7 J/m ²) | 15 | 15 | 0 | 봄, 가을 기준 |

표준조건하에서 하루 동안 얻어진 태양열 에너지는 (식 2)에 의해 다음과 같이 계산된다.

$$Q^* = a_1 H^* + a_2 (t_a^*(day) - t_{main}^*) + a_3 \quad (\text{식 7})$$

그리고 배수온도는 다음과 같이 계산된다.

$$t_{di}(V) = t_{main} + \frac{Q^* F_i}{0.1 V_s \rho_w c_{pw}} \quad (\text{식 8})$$

(식 7)의 계산결과로부터 집열온도, T_{wh} 는 다음과 같이 계산된다.

$$T_{wh} = t_{main} + \frac{Q^*}{V_s \rho_w c_{pw}} \quad (\text{식 9})$$

8. 표시사항

8.1 일반사항 내구성이 있어야 하며 소비자가 명확히 인식할 수 있도록 표시하여야 한다.

8.2 제조 및 사용 표시

8.2.1 인증설비에 대한 표시는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

- (a) 업체명 및 소재지
- (b) 설비명 및 모델명
- (c) 정격 및 적용조건
- (d) 제조연월일
- (e) 인증부여번호
- (f) 신재생에너지 설비인증표지
- (g) 기타사항

9. 취급설명서 제품에는 다음사항을 기재한 설치 매뉴얼 등을 첨부하여야 한다.

9.1 일반사항

- (1) 설치자를 위한 설치매뉴얼과 사용자를 위한 운전 매뉴얼이 구비되어 있어야 한다.
- (2) 이 매뉴얼에는 보수나 기타 기술적으로 필요한 사항 등도 포함되어야 한다.

9.2 설치매뉴얼 설치매뉴얼에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 다음과 같은 기술적인 자료
 - a) 온수기 몸체 및 부속품의 구성(layout)
 - b) 외부와 연결되는 배관의 공칭 관경과 위치
 - c) 공급되는 부품의 명세 : 집열기, 축열조, 지지대, 배관, 제어장치, 기타 부품 등
 - d) 최대작동압력
 - e) 작동한계 : 작동온도 등
 - f) 열매체 종류
- (2) 온수기 또는 부품의 포장, 운송에 관한 사항
- (3) 설치방법 및 다음과 같은 추천사항
 - a) 설치면적
 - b) 동결과 관련한 안전사항
 - c) 건물내부로 들어가는 배관의 시공방법 : 구조물의 방수, 구조적인 측면
 - d) 배관 단열방법
 - e) 집열기를 포함한 설치방법
- (4) 배관공사 방법
- (5) 안전장치의 형태나 규격, 설치방법, 과열에 대한 대책, 축열조 강제 배수방법 등
- (6) 제어 및 안정장치의 배선도 등
- (7) 시스템 열매체 충전 및 작동 시작 방법
- (8) 시스템 설치 후 점검방법
- (9) 설치자를 위한 점검리스트(check list)
- (10) 최저 작동온도
- (11) 과열조건 및 과열방지를 위해 필요한 사항

9.3 사용자를 위한 운전지침서 운전지침서에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 안전장치 및 조정방법
- (2) 특별히 다음과 같은 것에 관련한 사항
 - a) 운전에 앞서 운전지침서대로 온수기상의 각종 밸브들이 정상적으로 작동되고, 온수기 내에 부동액 및 물이 완전히 채워졌는지에 대한 점검
 - b) 문제 발생시 연락처
- (3) 안전밸브의 정상적인 작동
- (4) 과열이나 동파의 위험성에 대한 주의사항
- (5) 동파의 가능성이 있는 조건에서 동파를 피할 수 있는 방법
- (6) 온수기 작동 정지방법
- (7) 점검 및 보수 주기를 포함한 전문가에 의한 보수와 정기적으로 교체되어야 할 부품 명
- (8) 온수기에 대한 성능 데이터
 - a) 규정된 조건하에서 추천부하 범위(L/d)
 - b) 전기 사용량 : 심야전기 히터 및 동파방지로 전기히터를 사용할 경우
 - c) 열성능

- (9) 과열방지 작동방법과 조치사항 등
- (10) 시스템의 동결 최저온도
- (11) 열매체 종류
- (12) 기타 보조열원이 장치된 시스템의 경우 이 보조열원의 작동과 관련한 사항

부 칙<2011.07.01>

이 기준은 2011년 7월 1일부터 시행한다.