



## 축열식 전기보일러 및 온수기의 성능평가

지난호에 이어서...

### 6 시험

#### 9.1. 시험방법

##### 9.1.1 구조시험

구조시험은 4항, 5항, 6항 및 10항의 적합 여부를 조사한다.

##### 9.1.2 전압변동 특성시험

전압변동 특성시험은 다음과 같은 조건에서 전원 전압을 정격전압의 상하 10% 변화시켜서 전기를 통했을 때, 지장없이 동작될 수 있나를 조사한다.

- (1) 시료는 두께가 10mm 이상이며, 표면이 평탄한 나무받침대 위에 놓는다.
- (2) 소비전력을 가감할 수 있는 것은 소비 전력을 최

대의 상태로 한다.

- (3) 자동온도조절기(온도와과열방지장치로 사용하는 것은 제외한다)의 동작 온도를 조절할 수 있는 것은 그 동작 온도를 최고에 맞춘다.
- (4) 탱크의 물을 가득 채우상태로 한다.

##### 9.1.3 소비전력 시험

소비전력 시험은 9.1.2항의 (1)내지 (4)와 같은 조건에서 정격전압을 가하여 소비전력이 거의 일정하게 되었을 때의 값을 측정한다.

##### 9.1.4 절연저항 시험

절연저항 시험은 KS C 1301[절연저항계(발전기식)]에 규정된 500 V 절연저항계 또는 그 이상의 성능을 가진 500 V 절연저항계를 사용하여 충전부와 지락 또는 사람이 닿을 우려가 있는 비충전 금속부와의 사이의 절연저항을 측

정한다. 다만, 발열체가 사이즈식인 것은 충전부와 비충전 금속부사이에 500 V의 직류전압을 최대 1분간 가하여 측정한다. 이 때 온도제어기 등의 전자회로는 개폐로 상태에서 하여야 한다.

### 9.15 내전압 시험

내전압 시험은 충전부와 지락될 우려가 있는 비충부와 사이에 1,500 V의 교류전압을 연속적으로 1분간 가하여 이것을 견디어낼 수 있나를 조사한다. 다만, 대량생산시 관전에 이의가 발생하지 않는 경우에는 시험전압의 120%의 전압을 1초간 가하여 이를 대신한다.

### 9.16 누설전류 시험

누설 전류시험은 정격 주파수와 정격 전압을 가하여 물 또는 사람이 닿을 우려가 있는 비충전 금속부(본체의 외곽이 금속재 이외의 것은 본체의 외곽에 간격이 없도록 부착한 크기가 20mm x 10mm의 금속박)와의 대지사이에 1kV의 저항을 접속시켜 흐르는 전류를 측정한다.

### 9.17 주수절연 성능시험 (실외용 보일러에 실시한다.)

주수절연 성능시험은 시료를 보통 사용상태에 부착하여, 정격주파수와 정격 전압을 가하여 맑은 물을 매분 10~20 liter의 양으로 약 45°C 경사방향으로 부터 일제히 강우상태로 주수하여 1시간 경과 하였을 때 주수를 계속 하면서 9.1.4항 및 9.1.5항의 시험을 실시한다. 살수기구는

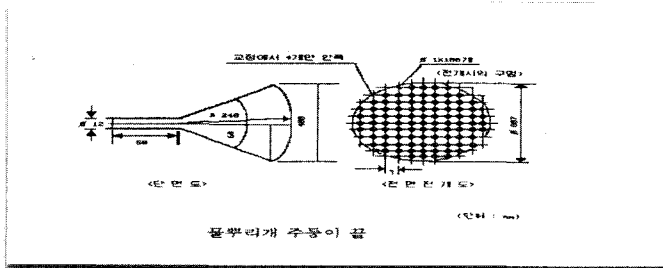


그림 9.1 물뿌리개

그림 9.1에 나타난 물뿌리개의 주동이 끝부분이며, 수압은 물 뿌리개의 주동이 끝을 물 위로 향하게 하였을 때 분류의 높이가 약 1m가 되도록 한다. 또한 시료와 물 뿌리개의 주동이 끝과의 거리를 약 1.3m로 한다.

### 9.18 평상온도 시험

평상온도 시험은 9.1.2항의 (1) 내지 (4)와 같은 시험 조건에서 정격전압과 같은 전압을 가하고 표 7.1의 측정위치의 온도를 측정하고, 그 직후에 7.3항 및 7.4항의 시험을 실시한다. 이 때 온도 측정은 권선에는 저항법, 기타는 열전온도계법을 사용하여 실시한다.

### 9.19 이상온도 시험

이상온도 시험은 다음 조건에서 정격전압을 각 부의 온도가 거의 일정하게 될 때까지(온도과열방지 장치로 사용하는 자동스위치가 동작되었을 때는 그때까지)연속적으로 가하면서 시료를 설치한 나무 받침대의 태를 조사하여, 그 직후에 9.1.4항의 시험을 실시한다. 이 때 온도측정은 열전 온도계법을 사용하여 실시한다.

- (1) 시료는 두께가 10mm이상이고 표면이 평탄한 나무 받침대 위에 놓는다.
- (2) 자동온도조절기(온도과열방지장치로 사용하는 것은 제외한다)의 접점은 단락한다.
- (3) 탱크에 물을 가득 채운 상태로 한다.

### 9.1.10 보일러 수압시험

(1) 방출밸브가 용접으로 부착된 경우를 제외하고는 방출밸브를 떼어 내든가 밸브의 밑에 친을 끼워 친 다음 공기를 빼고 물을 가득 채운 후 서서히 압력을 가하여 최고 사용압력의 2배(그 값이 3.0kPa/cm<sup>2</sup>로 한다)의 압력을 5분 동안 유지하는 시험을 5회 반복한 후, 변형 및 누수유무를 조사한다. 이 때의 시험수압은 규정압력의 6.0%를 넘지 않도록 한다.

(2) 열교환이용방식 보일러의 축열조 및 열교환기에 대해서도 (1)과 같은 시험을 실시한다.

### 9.1.11 축열조의 용량시험

- (1) 축열조 용량시험은 축열조 속에 물을 가득 채운 후 배수구로부터 배수된 배수량을 저울(칭량과 감량과의 비가 1/2,000 정도의 것)을 사용하여 측정하고, 그 질량을 비중 환산(20°C 기준)하여 용량(1)으로 한다. 이 때 배수구가 측면 하단부에 있는 것은 배수구가 있는 반대쪽을 약간 들어 4° 정도 경사지게 하여 배수시킨다.
- (2) 열교환이용방식 보일러는 열교환기 내부에 포함된 수량을 측정하여 포함시킨다.

### 9.1.12 발열체의 내식성시험

- (1) KS D 0225(스테인리스강의 10% 옥살산 부식 시험 방법)의 방법에 따라 실시한다. 다만, 예민화 열처리하는 하지 않는다.
- (2) KS D 0236(스테인리스강의 42% 염화마그네슘 부식 시험방식)의 U자 굽힘시험으로 1 사이클 8시간으로 하고, 이를 씻어내고 표면의 상태를 조사한다.

### 9.1.13 자동온도조절기 시험

자동온도조절기 시험은 자동온도조절기를 본체로부터 떼어내어 다음 방법으로 한다.

- (1) 자동온도조절기를 항온조 속에 넣고, 온도를 매분 1°C씩 상승시켜 자동온도조절기를 개로시킨 후 온도를 매분 1°C의 비율로 하강시켜서 자동온도 조절기를 폐로시키는 조작을 1회로 한다. 이 조작을 연속적으로 15회 반복 실시하고, 개로하였을 때와 폐로하였을 때에 자동온도조절기에 근접한 주변 대기온도(제1회로부터 제5회까지 조작시의 온도를 제외한다)를 열전온도계법을 사용하여 측정하고, 제6회부터 제15회까지 개로하였을 때와 폐로하였을 때의 온도를 평균하여 설정온도와의 차를 구한다.
- (2) (1)과 같은 시료를 사용하여 자동온도조절기가 접속되는 회로의 회로전압과 같은 전압을 가하고, 가여하여 자동온도조절기를 개로시킨 후 냉각시켜서 자동온도조절기를 폐로시키는(비자기 복귀형의 것은 그때마다 수동으로 폐로시킨다) 조작을 1회로 한다. 이 조작을 그 회로의 최대전류와 같은 전류를 흘리면서 5,000회 연속적으로(비자기 복귀형의 것은 1,000회) 실시하고, 각 부의 이상유무를 조사한 후 (1)과 같이 개로하였을 때의 온도를 평균하여(1)의 평균치와의 차를 구하든지 평균치와의 차를 (1)로 나누어 편차를 구한다.

서 자동온도조절기를 폐로시키는 조작을 1회로 한다. 이 조작을 그 회로의 최대전류와 같은 전류를 흐르게 하면서 5,000회 연속적으로 반복 실시 한다. 이상 유무를 조사한 후(1)과 같이 개로하였을 때와 폐로하였을 때의 온도를 평균하여 (1)의 평균치와의 차를 구한다.

### 9.1.14 온도과열방지 시험

온도과열방지 시험은 온도과열방지를 본체로부터 떼어내어 다음 방법으로 실시한다.

- (1) 온도과열방지를 항온조속에 넣고 온도를 매분 1°C씩 비율로 하강시켜서 온도과열방지를 폐로시키는 (비자기 복귀형의 것은 그때마다 수동으로 폐로시킨다) 조작을 1회로 한다. 이 조작을 연속적으로 15회 반복 실시하여 개로하였을 때 온도과열방지 가까이 주변대기의 온도(제1회부터 제5회까지 조작시의 온도는 제외한다)를 열전온도계법을 사용하여 측정하고, 제 6회 부터 제15회까지 개로하였을 때의 온도를 평균하여 설정 온도와의 차를 구한다.
- (2) (1)과 같은 시료를 사용하여 온도과열방지가 접속되는 회로의 회로 전압과 같은 전압을 가하고 가열하여 온도과열방지를 개로시킨 후 냉각시켜 온도과열방지를 폐로시키는(비자기 복귀형의 것은 그때마다 수동으로 폐로시킨다) 조작을 1회로 한다. 이 조작을 그 회로의 최대전류와 같은 전류를 흘리면서 5,000회 연속적으로(비자기 복귀형의 것은 1,000회) 실시하고, 각 부의 이상유무를 조사한 후 (1)과 같이 개로하였을 때의 온도를 평균하여(1)의 평균치와의 차를 구하든지 평균치와의 차를 (1)로 나누어 편차를 구한다.

### 9.1.15 잠열축열재의 수명주기시험(Life Cycle Test)

- (1) 시료는 보일러에 사요이는 것과 동일한 용기에 동일한 양의 잠열재를 넣은 것으로 한다. 다만, 별도의 포장용기를 사용하지 않는 구조의 것은 시험항

목의 측정이 가능한 범위 내에서 시료의 양을 조절할 수 있다.

- (2) 1주기(Cycle)는 상변화 온도보다 20°C이상 가열하여 잠열재가 상변화를 완료한 후 상변화 온도보다 20°C이하까지 냉각하여 결정이 완전히 석출될 때까지로 하며 주기반복 횟수는 1,500회 이상으로 한다.
- (3) 시험도중 매 100회마다 상변화 온도와 잠열량 측정 기록한다.

에서의 열손실을 최소화하도록 이 부분은 충분히 단열되어야 한다.

- (라) 유량계는 앞, 뒤 배관부가 적당한 직선 배관이 되어야 한다.
- (마) 보일러로 공급되는 물의 온도는 측정기간 동안 요구되는 온도에  $\pm 1^\circ\text{C}$  이내로 조절되어야 하며, 온도조절장치의 용량은 온도조절장치 입구로 들어가는 열매체의 온도를 열성능 측정방법에 부합되도록 올려주거나 내려줄 수 있도록 충분히 용량의 것이 선정되어야 한다.
- (바) 축열조 내부의 상단부 온수온도를 측정하기 위한 온도감지기 S4는 팽창관 또는 송수관 등을 이용하

## 9.2 열 성능 시험

### 9.2.1 보일러설치 및 시험기준

9.2.2항 내지 9.2.4항의 성능 시험을 위한 시험장치 설치 및 표준 시험조건은 다음과 같다. 다만, 잠열축열식 및 벽돌축열식 보일러의 경우는 아래 시험장치 및 방법에 준하여 실시하되 보일러 형태상 조정이 필요한 것은 시험목적에 맞도록 적절한 방법으로 변경 시행할 수 있다.

#### (1) 측정장치

(가) 보일러의 열성능 측정을 위해 필요한 온도측정 및 유량측정 부위와 보일러의 상대적인 위치는 그림 9.2에 표시하였으며, 보일러 형태에 따라 편리하도록 조정될 수 있다.

(나) 보일러로 들어가는 물의 온도와 출구로 배출되는 온수의 온도를 측정하기 위한 온도감지기 위치는 가능한 축열조 가까이 설치한다.

(다) 배관 및 기타의 기기 설치 부위

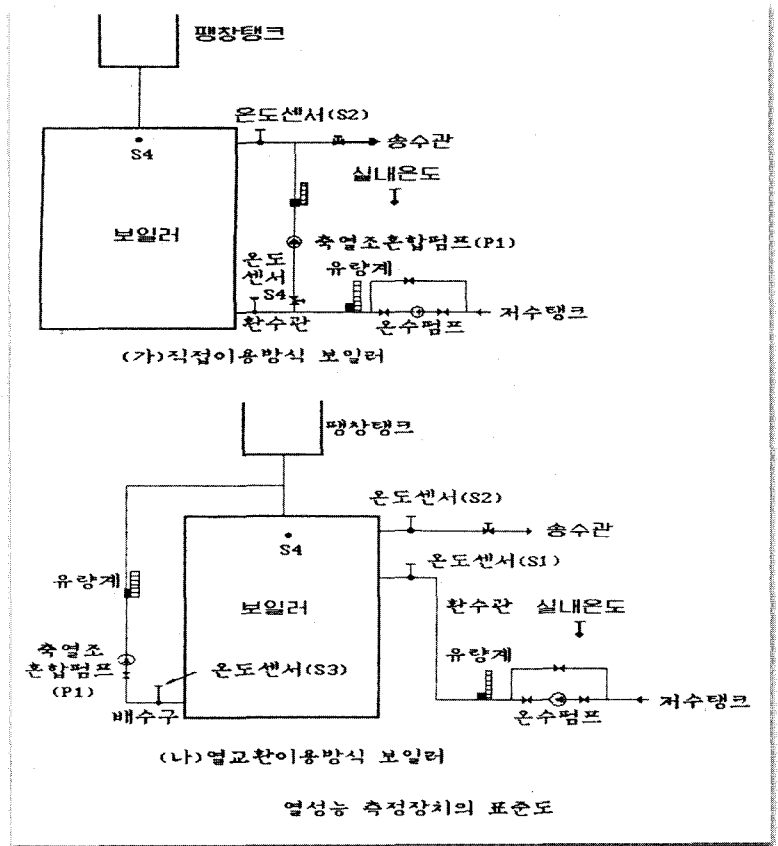


그림 9.2 열성능 측정장치 개념도

여 축열조 상단부에 설치하여, 축열 벽면으로부터 50mm이상 떨어져야 한다.

(2) 운전조건

- (가) 주위(실험실내)온도는 실내용은 20°C이하, 실외용은 10이하에서 실시한다. 이 온도는 축벽과의 2,000mm 간격에서 보일러의 중간 높이에서 측정한다.
- (나) 전원전압은 정격전압으로 한다.

(3) 측정사항

- (가) 주변(실험실)온도
- (나) 수반매체(물) 온도 및 유량
- (다) 축열조 상단부 내부온도
- (라) 전력소비량
- (마) 시간

(4) 계측기

- (가) 온도측정용 열전대, 저항온도계, 수은온도계 등으로 한다.
- (나) 온도측정장치 및 이와 관련된 지시계의 정확도는 측정치의 ±0.5°C이내 이어야 한다.
- (다) 유량측정장치 및 이와 관련된 지시계의 정확도는 측정치의 ±1.0%이내 이어야 한다.
- (라) 전기의 측정은 지시계로 되어야 하며 그 지시계의 정확도는 지시치의 ±1.0%미만이어야 한다.

## 922 사용성능 시험

자동온도조절기의 작동온도를 최대치에 설정하고 발열체에 통전하였을 때 자동온도조절기가 최대치 ±5°C에서 작동하는가 여부를 확인한다. 이때 온도확인은 축열조의 상단부 온도(감지기 S4)로 한다. 그후 과열방지기가 자동온도조절기 작동온도 보다 높은 온도(온도조절기 동작온도 ±5°C 전후)에서 작동하는가 여부를 확인한다.

## 923 축열성능 시험

축열성능 시험은 다음 방법에 따라 실시한다. 이 실험에

서 축열조 순환펌프에 의한 축열조 물의 순환은 그림 9.2와 같이 직접이용방식의 경우에는 축열조의 환순환과 송수관을 연결하여 실시하며, 열교환이용방식의 경우에는 축열조 하단부 배수구와 상단부 팽창관을 연결하여 실시한다.

### 9231 수축열식 보일러

- (1) 축열조(열교환이용방식의 경우 열교환기 내부)에 40°C의 물을 가득 채우거나 시수를 채워 발열체로 축열조의 온도가 40°C까지 가열하고 축열조 혼합펌프(P<sub>1</sub>)를 작동시켜 30분 동안 물을 순환시킨다. 이 때 축열조의 물의 온도가 40°C이하가 되면 발열체에 통전하여 물의 온도를 40°C로 맞춘다(온도감지기 S<sub>1</sub>). 이 과정에서 축열조안의 공기를 완전히 제거시킨다.
- (2) 펌프 P<sub>1</sub>을 멈추고 자동온도조절기를 단락시킨다.
- (3) 발열체에 연속적으로 통전하여 축열조상단부 온도(온도감지기 S<sub>2</sub>)가 90°C가 되면 전원을 끊고 이때까지 통전시간 및 전력량을 측정한다.
- (4) 30분 후 축열조 순환펌프 P1을 작동시켜 축열조안의 온수를 N<sub>2</sub>분(식(9.1)참조)이상 순환시켜 혼합하고, 이 후 10분 더 순환시키면서 1분 간격으로 순환되는 온수의 출구온도(S<sub>3</sub>)를 측정하여 평균값(T<sub>2</sub>)를 구하고, 다음의 식(9.2)에 의거 열효율을 산출한다. 이 때 펌프 P<sub>1</sub>의 순환유량은 0.1m<sup>3</sup>/min

$$N_2 = \frac{Q_s}{F_{pump}} + 1 \tag{9.1}$$

$$\eta = \frac{Q_h \times (T_2 - T_1)}{P \times 860.0} \times 100.0 \tag{9.2}$$

- T<sub>1</sub> : 가열 전 축열조의 물의 온도 (40°C)
- T<sub>2</sub> : 가열 후 축열조의 온수의 온도

- N<sub>2</sub> : 축열조의 온수 순환시간(분)
- Q<sub>s</sub> : 축열조의 용량 (litter)
- Q<sub>h</sub> : 축열매체 용량 (litter)
- [ Q<sub>h</sub> = Q<sub>s</sub> + 가열조 용량 + 급탕조 용량 + 열교환기 내부 용량 ]
- F<sub>pump</sub> : 펌프 P<sub>1</sub>의 순환유량(litter/분)
- η : 축열효율(%)
- p : 소비전력량(kWh)

이상으로 하고 순환방향은 축열조 상단부로 부터 하단부로 한다.

### 9.2.3.2 잠열 및 벽돌축열식 보일러

- (1) 축열조의 물(벽돌식인 경우 축열재)이 40°C가 된 후부터 발열체에 통전하기 시작하여 최고온도로 설정된 자동온도조절기가 동작할때까지의 시간(잠열식인 경우는 잠열재가 용융되는 시간이 있으므로 동작후 1시간 이내에 재동작하지 않을 때까지의 시간)을 축열시간으로 하고 이때까지 소요된 시간 및 전력량(kWh)을 측정한다.
- (2) (1)의 시험을 완료후 보일러 내부의 축열재(물, 잠열재, 벽돌 등)의 온도 변화(ΔT)와 각 축열열의 비열, 비중을 고려하여 합산한 현열량과 잠열식인 경우는 이른 잠열량을 합하여 이를 최대축열량(kcal)으로 하고 다음식의 의거 열효율을 계산한다.

$$\eta = \frac{\text{최대축열량(kcal)}}{P(\text{kWh}) \times 860.0} \times 100.0 \quad (9-3)$$

최대축열량(kcal) = 현열량 + 잠열량

### 9.2.4 보온성능 시험

방열성능 시험은 9.2.3항의 축열성능 시험이 완료된 후 다음 방법에 따라 실시 한다.

- (가) 축열조에 물(잠열재, 벽돌 등 포함)을 가득 채운다.
- (나) 축열조의 자동온도조절기를 최대치로 설정한다.
- (다) 발열체에 연속적으로 통전하여 축열조 상단부 온도(온도감지기<sub>s</sub>)가 최대치가 되면 전원을 끊는다.
- (라) 1시간 경과시 마다 축열조 용량의 1/10(잠열 및 벽돌식의 것은2/10)씩 온수를 송수관으로 배출하면서 배출되는 온수의 온도와 수량을 측정한다. 이때 온수의 온도측정은 매회 배출될 양의 1/2이 배출될 때 측정한다. 여기서 1시간이란 배출시간을 포함한 시간을 말한다. 이 과정에서 공급되는

물의 온도는 40°C로 일정하게 하고, 공급유량은 분당 축열조 용량의 1/100 (열교환 이용방식은 1/120)로 한다.

- (마) (라)항의 시험은 송수관 출수온도가 45°C가 될때 까지 매회 계속하여 측정결과를 표9.1과 같이 기록하고 방열성능을 구한다.

(9.4)

회 수	측정온도(°C) T <sub>o</sub>	배출량(l) Q <sub>o</sub>	방열량(kcal) (T <sub>o</sub> -40)×Q <sub>o</sub>	비 고

표 9.1 방열성능 측정결과

$$\eta_e = \frac{\sum \text{방열량(kcal)}}{\text{최대축열량(kcal)}} \times 100$$

- η<sub>e</sub> : 방열성능 (%)
- 최대축열량(kcal)
- 수 축 열 식 : Q<sub>h</sub> × (T<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>) [식9.2.에서 산출된 값]
- 잠열 및 벽돌식 : 현열량 [식 9.3에서 산출된 값]

