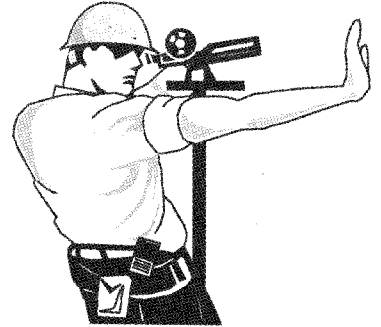


# 축열식 전기보일러 전기온수기 설계



(주)금화기전  
김연학

## 축열식 전기온수기

### 1. 범위

1.1 심야전력을 이용하여 온수를 축열조에 저장시켰다가 사용하는 전기온수기를 설계함에 있어서 구조, 강도 및 안전장치에 대해서 설명하고자 한다.

### 1.2 제품의 범위

항 목	규 격
사 용 전 원	심 야 전 력
축 열 재	물
사 용 용 도	급 량 ( 온 수 )
사 용 압 력	시험압력 : 3.0 kg/cm <sup>2</sup> , KS : 1.0 kg/cm <sup>2</sup>
소 비 전 력	50kW 이하

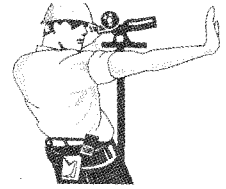
### 2. 온수기 분류 및 용어의 정의

NO.	분 류	내 용	비 고
1	설치장소에 따른 분류	실 내 용	
		실 외 용	
2	정격전압	단상, 교류 220V	KS : 단상교류 220V 또는 3상 380/440V 검용 가능
		25kW 초과 ~ 50kW 이하 중 특별한 곳은 3상 380V 가능	
3	정격소비전력	축열조 100ℓ 당 1kW	
4	저항식	보온이 되고, 동시에 물을 저장할 수 있는 탱크를 가진 구조	
5	압상식	탱크하부로 급수하여	원지식
		상부에서 배수하는 구조	선지식
6	탱크용량	물을 저장할 수 있는 탱크의 용적	입구측에 탈브조작 출구측에 탈브조작

### 3. 구조설계 예

(1) 최고사용압력 7kg/cm<sup>2</sup> 이하의 원통형 온수기

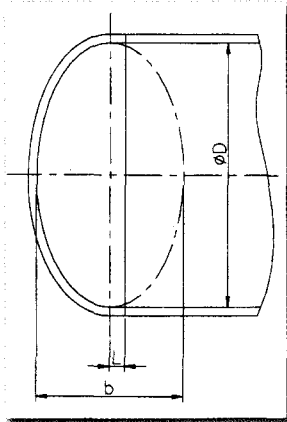
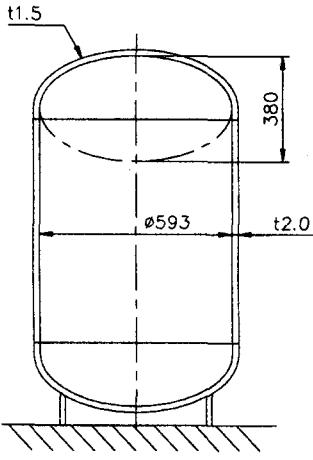
# 축열식 전기보일러 전기온수기 설계



- (2) 재질 : STS304L
- (3) 반타원형 경판으로 한다.
- (4) 스테이는 부착하지 않는다.

## 4.2 경판의 종류

- (1) 반타원형  
(보강할 구멍이 없고 중저면 가 압)



$$t = \frac{P \cdot D \cdot V}{200 \sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha$$

- $P$  : 최고사용압력 (kg/cm<sup>2</sup>)
- $D$  : 반타원형의 장경 (mm)
- $V$  : 경판 형상계수

$$= \frac{1}{6} \left\{ 2 + \left( \frac{D}{2h} \right)^2 \right\}$$

- $h$  : 단경의 1/2 (mm)
- $\sigma_a$  : 재료의 허용인장응력 (kg/mm<sup>2</sup>)
- $\eta$  : 용접이음매의 용접효율

<그림.1> 전기온수기 관체 개략도

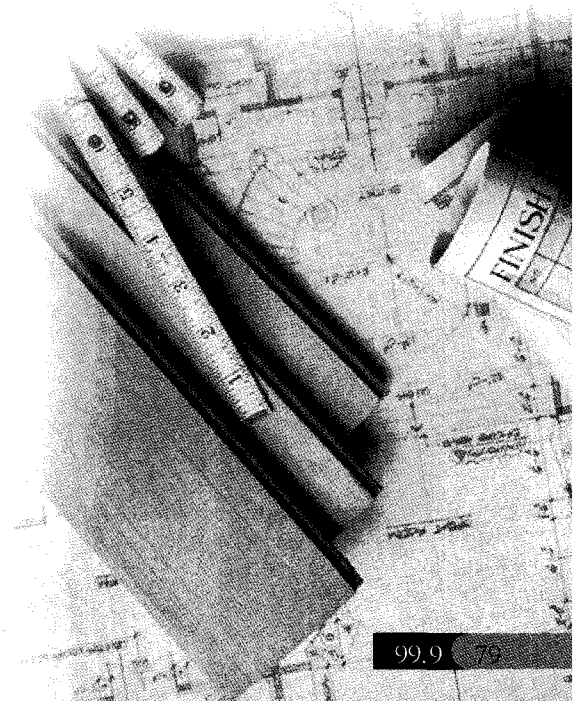
## 4. 강도설계

### 4.1 동체 두께 (t)

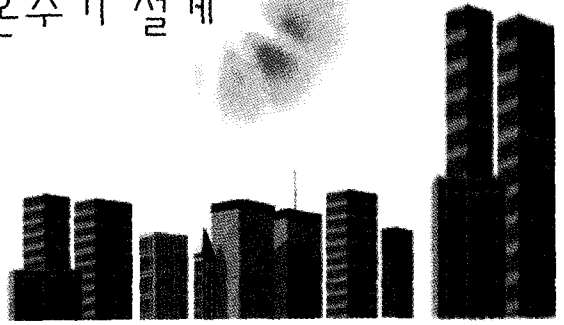
- (1) 안지름 기준

$$t = \frac{P \cdot D_i}{200 \sigma_a \eta - 2P(1-k)} + \alpha$$

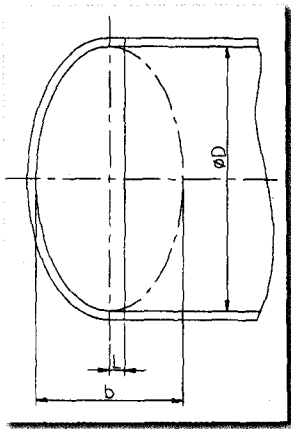
- $P$  = 최고 사용압력 (kg/cm<sup>2</sup>)
- $D_i$  = 동체의 내경 (mm)
- $\sigma_a$  = 재료의 허용인장응력 (kg/cm<sup>2</sup>)
- $\eta$  = 용접효율 (%)
- $\alpha$  = 부식아유 (mm)



# 축열식 전기보일러 전기온수기 설계



(2) 접시형, 온반구형  
(보강할구멍이 없고 중저면 가압)



$$t = \frac{PRW}{200\sigma_a\eta - 0.2P} + \alpha$$

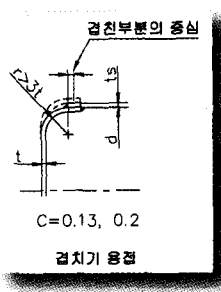
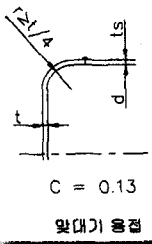
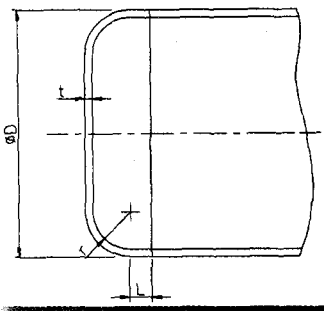
$P$  : 최고사용압력 (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $R$  : 경판의 곡면 반지름 (mm)  
 $W$  : 경판 형상계수

$$\text{접시형} = \frac{1}{4} \left\{ 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right\}$$

$\sigma_a$  : 재료의 허용인장응력 (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\eta$  : 용접이음매의 용접효율

$d$  : 내경 또는 최소스팬 (mm)  
 $Z$  : 평판 형상계수로 원형평판은 1로 한다.  
 $C$  : 맞대기 용접일 경우  
 $d$ 가 600mm 이하이고, 동체와 두께차이가 0.25t 이하,  $r \geq 1/4t$  일 때 0.13으로 한다.  
 겹 / 용접일 경우  
 $l$ 이 위 값 미만일 때는 0.20  
 $l$ 이 위 값 이상일 때는 0.13으로 한다.

(3) 평경판



$$t = d \sqrt{\frac{ZCP}{100\sigma_a}} + \alpha$$

## 4.6 계산예

(1) 동체의 최소두께 (안지름 기준)

$$t = \frac{P D_i}{200\sigma_a\eta - 2P(1-k)} + \alpha$$

$$= \frac{7 \times 593}{200 \times 11.3 \times 0.9 - 2 \times 7(1-0.4)}$$

$$\approx 2.0 \text{ (mm)}$$

∴ 동체두께는 2.0mm 이상으로 해야 한다.  
 ∴ 최종설계 동체두께 : 2.0mm

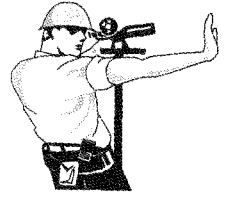
(2) 반타원형 경판의 최소두께

$$t = \frac{P D V}{200\sigma_a\eta - 0.2P} + \alpha$$

$$= \frac{7 \times 593 \times 0.74}{200 \times 11.3 \times 1.0 - 0.2 \times 7}$$

$$\approx 1.36 \text{ (mm)}$$

∴ 경판의 두께는 1.36mm 이상으로 해야 한다.  
 ∴ 최종설계 경판두께 : 1.5mm



## 5. 탱크의 누수시험

### 5.1 심야기기 시험기준

탱크에 3.0kg/cm<sup>2</sup>의 수압을 2분간 유지한 후 탱크의 변형 및 누수유무를 조사한다.

### 5.2 KS C9803 (저탄식 전기온수기)

● 원지식 : 탱크에 물을 가득채운 후 누수유무를 조사

● 선지식 : 탱크에 3.0kg/cm<sup>2</sup>의 수압을 2분간 유지한 후 누수유무를 조사

### 5.3 KS B6233 (육용강제 보일러의 구조)

● 최고사용압력이 4.3kg/cm<sup>2</sup>이하는 최고 사용압력의 2배의 압력. 다만, 그 값이 2kg/cm<sup>2</sup>미만일 때는 2kg/cm<sup>2</sup>로 한다.

● 최고사용압력이 4.3kg/cm<sup>2</sup>를 초과하고 15kg/cm<sup>2</sup>이하일때는 최고사용압력의 1.3배의 압력에 3kg/cm<sup>2</sup>을 더한 압력으로 한다.

● 최고사용압력이 15kg/cm<sup>2</sup>을 초과하는 것은 최고사용압력의 1.5배의 압력으로 한다.

### 5.4 시험방법

● 안전밸브가 있는 경우는 안전밸브를 떼어내든가 또는 밸브 아래에 안전판을 끼워서 조인다.

● 서서히 압력을 가하여 시험수압이 되었을 때 그 상태로 검사가 끝날 때까지 유지해야 한다.

● 시험수압은 규정압력 이상 6%를 초과하지 않도록 하여야 한다.

● 시험수압 예 : 최고사용압력 7kg/cm<sup>2</sup>일 경우  $7 \times 1.3 + 3 = 12.1\text{kg/cm}^2$ 이 된다.

## 6. 축열조 재료 및 용접

● SS41, SHP 등의 재료를 사용할 경우는 축열조 내부에는 글라스라이닝이나 법랑 처리등의 방식처리를 하여야 한다.

● 스테인레스강을 사용할 경우는 STS304L이나 STS316L 등의 저탄소 계열을 선정하는 것이 바람직하다.

### ● 스테인레스강의 부식

STS304나 STS316 모두 우수한 내식성을 갖는 재료이기는 하나 용접을 하게되면 다음과 같은 부식이 생성된다.

1. 간극부식(Crevice Corrosion) : 용접부 틈에 용존산소 침투로 인한 부식

2. 공식 (Pitting) : 공식축진 음이온(특히 Cl<sup>-</sup>)에 의하여 표면의 국부에 집중되어 내부로 깊고 빠르게 뚫고가는 부식

3. 입계부식(Intergranular Corrosion) : 용접의 고온으로 인하여 입계에 크롬카바이드가 석출되어 내식성이 급격히 떨어져 생성되는 부식.

● 이러한 변형 및 부식을 줄이기 위해서는 용접방법에 대한 많은 연구가 필요하다.

● 글라스라이닝이나 법랑, 스테인레스 용접부의 결함을 보완하는 방법으로 유전양극방식(희생 양극봉)은 스테인레스 강의 용접부에 부식이 생성되지 않았다.

