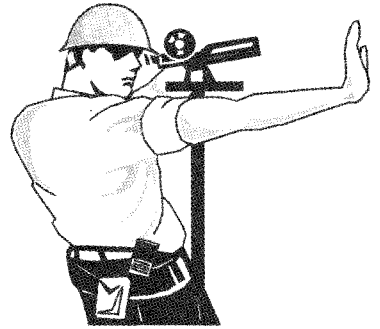


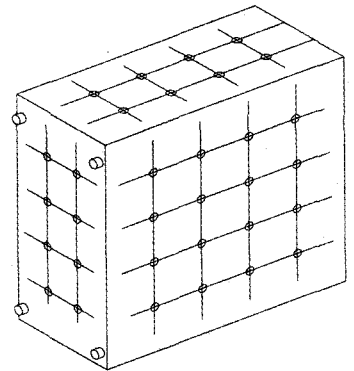
축열식 전기온돌 제품 및 시공기준



(주)금화기전
김현학

7. 구조설계

- (1) 최고사용압력 1kg/m^2 이하의 보일러
- (2) 압력을 받는 부분의 최소두께



(단위 : mm)

사 용 재 료	주요 재질 기호	원통형	각 형
KSD3503 및 3501	SS41, SHP1	3.0	4.0
KSD3698 및 3705	STS304, STS316	2.0	2.0

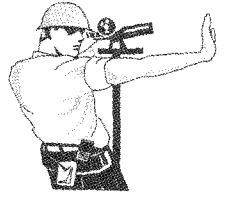
- (3) 최고사용압력에서 관체의 변형이 없도록 스테이를 부착해야 한다.

<그림.1> 스테이로 지지하는 각형보일러의 개략도

8. 강도설계

8.1 계산방법

- (1) 관체에서 스테이가 지지하는 면적(A)이 가장 큰 곳을 찾는다.
- (2) 스테이 단면이 받는 허용압력(Pstay)을 산출한다.
- (3) 스테이 용접부가 받는 허용압력(Pweld)을 산출한다.
- (4) 관체의 허용압력은 스테이 단면이 받는 허



용압력(Pstay)과 스테이 용접부가 받는 허용압력(Pweld) 중 최소값이며, 1kg/m² 이상이여야 한다.

(1) 스테이가 지지하는 가장 큰 곳의 면적계산

8.2 시험에 의한 검증

- (1) 스테이가 지지하는 면적이 가장 넓은 곳을 포함하는 스테이 간격이 가장 큰 곳의 중앙부에서 관체의 압력을 상승시킬 때 변형량을 다이알 게이지를 이용하여 측정한다.

$$A = 83,709 \text{ mm}^2 = 837 \text{ cm}^2$$

8.3 적합성 판정

- (1) 시험에서 측정한 변형량의 값이 5mm 이내 있으면 적합한 것으로 판정할 수 있다.
- (2) 여기에서 5mm를 기준으로 잡은 것은 육안으로 관찰했을 때 변형이라고 잘 느끼지 못하는 정도를 잡은 것이다.

(2) 스테이 단면이 받는 허용압력 (Pstay)

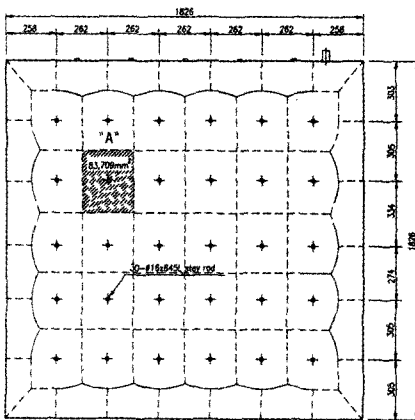
$$P_{stay} = \frac{A \times \sigma_a}{1.1 \times (A - A_{stay}) \times 100}$$

$$= \frac{2.01 \times 10.3 \times 100}{1.1 \times (837 - 2.01)}$$

$$= 2.24 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \gg 1 \text{ kg/cm}^2$$

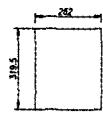
A_{stay} : 스테이의 단면적 (cm²)
 σ_a : 모재의 허용인장응력 (kg/mm²)
 별첨 1 참조
 A : 스테이가 지지하는 면적 (cm²)

8.4 계산 예



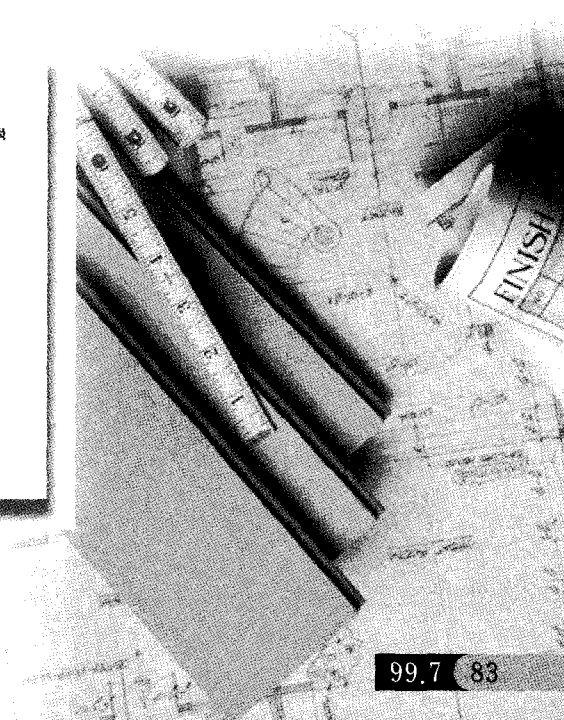
Stay가 지지하는 최대면적

"A"부의 면적

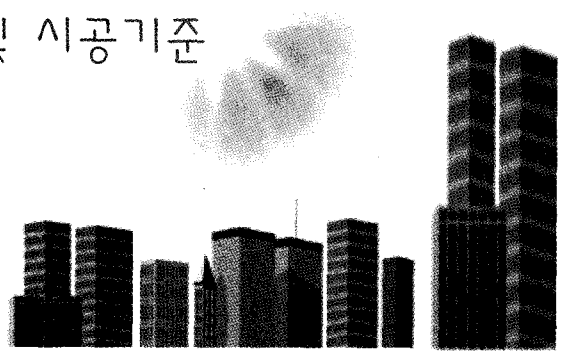


$$= 83,709 \text{ mm}^2$$

<그림 2> 스테이 배열 도면



축열식 전기온돌 제품 및 시공기준



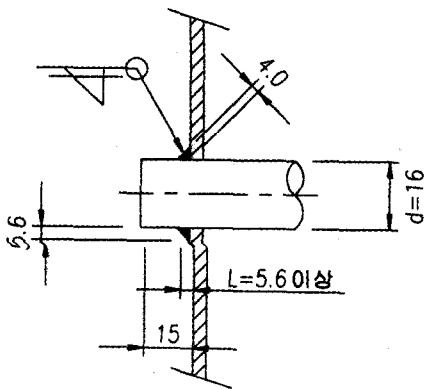
(3) 스테이 용접면이 받는 허용압력(P_{weld})

$$P_{weld} = \frac{a_1 \times \tau_w \times \eta}{A - A_{stay}}$$

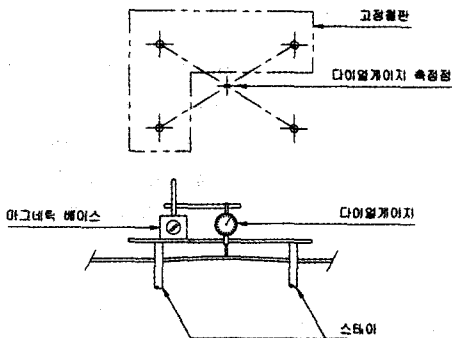
$$= \frac{236 \times 8.24 \times 0.58 \times 100}{837 - 2.01}$$

$$= 1.35 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \gg 1 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

a_1 : 용접 목두께 단면적 (mm²)
 τ_w : 모재의 전단응력 (kg/mm²)
 (허용인장응력의 80%)
 η : 용접 효율 = 0.58
 (필렛용접 후 열처리 하지않을 때)



<그림.3> 스테이의 용접방법



<그림.4> 변형량 시험장치 개략도

8.5 시험에 의한 검증

(1) 시험방법

스테이 간격이 가장 넓은 부분을 선정하고 넓은 부분을 구성하는 스테이의 철판을 고정하고, 중앙부에 다이알게이지를 설치한 후 관체에 수압을 가하면서 변형량을 측정한다.(별첨 4 “전기 보일러 관체변형량 측정시험 사진” 참조)

(2) 다이알게이지 부착방법

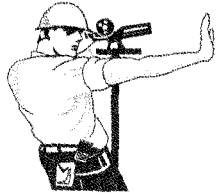
다이알게이지는 <그림. 4>와 같이 측정지점의 법선방향에 위치하도록 설치하고, 고정철판은 3개의 스테이에 3점 지지한다.

(3) 시험압력의 설정

0.5kg/cm² 간격으로 3.0kg/cm²까지 증가 시키면서 가압 변형량을 측정한다.

3kg/cm²에 도달한 후 0.5kg/cm² 간격으로 0kg/cm²까지 감소시키면서 감압 변형량을 측정한다.

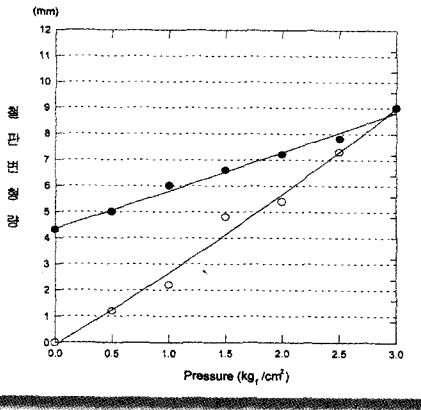
축열식 전기온돌 제품 및 시공기준



(4) 시험결과

시험압력(kg/cm ²)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
가압변형량(mm)	0	1.2	2.2	4.8	5.4	7.3	9.0
감압변형량(mm)	4.3	5.0	6.0	6.6	7.2	7.8	9.0

예) 히타의 소비전력 :
 10kW = 10,000W, 히타의 표면적 : 1,250 cm²



$$W \text{ 밀도 (W/cm}^2\text{)} = \frac{10,000(W)}{1,250(\text{cm}^2)} = 8.0$$

- Watt밀도는 작을수록 수명은 길어지나, 크기가 커지기 때문에 가격이 비싸진다.
- Watt밀도 설정기준은 발열선의 재질, 충전재의 종류 및 충전정도에 따라서 다르겠지만, 국내의 시즈히타는 9.0W/cm²이하로 잡는 것이

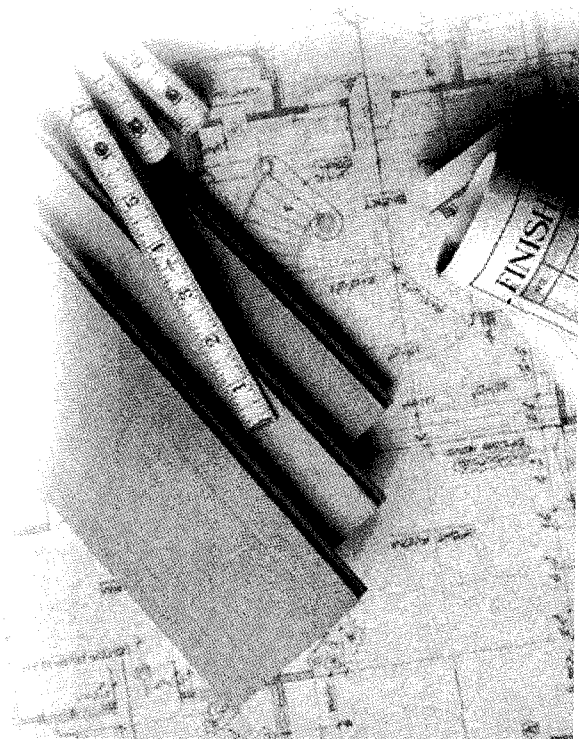
(5) 적합성 판정

계산에 의한 강도도 만족하고 시험에 의한 변형량도 5mm 이내에 있으므로, 강도설계는 적합하다고 본다.

9. 히타설계

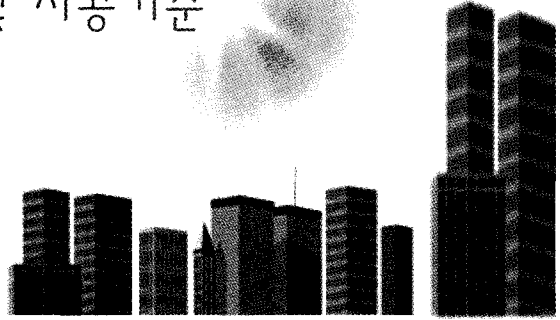
- 9.1 히타는 전기보일러에서 관체 다음으로 중요한 기능을 하는 부품이기 때문에 충분한 검토가 필요하다.
- 9.2 구조 : 나사식 220V 단상, 시즈히타로 한다.
- 9.3 Watt밀도 (히타표면적당 열부하, W/cm²)

$$Watt \text{ 밀도} = \frac{\text{히타의 소비전력(W)}}{\text{히타에서 발열되는 부분의 총표면적(cm}^2\text{)}}$$



축열식 전기온돌 제품 및 시공기준

적절하다고 본다. · 외국온수기의 경우는 4.24W/cm부터 15.23W/cm로 다양한 제품들이 수입되고 있다.



9.4 시이즈 히터의 신뢰성

시이즈히터 가속 수면시험을 통하여 평균수명(MTBF) 및 고장률(λ)을 구하며, 이를 토대로 수명향상을 위한 내구성에 대한 연구가 진행되어야 한다.

(별첨 5 “신뢰성 시험장치 사진” 참조)

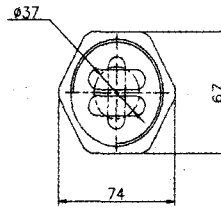
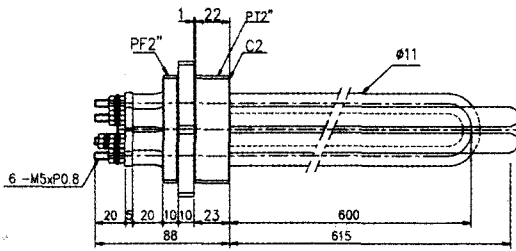
〈그림.5〉 수축열식 전기보일러용 시이즈 히터

$$V = \left(\frac{1}{0.96534} - \frac{1}{0.99224} \right) \times 2,040 \times 1.5$$

$$= 0.0359 \times 1,530 \times 1.5$$

$$\approx 86 \ell$$

10.3 개방형 팽창탱크 용량계산(2,000 l 예)



10.4 관수 팽창량 시험

· 시험을 통한 관수 팽창량은 이론 관수 팽창량보다 약 10~30% 작게 나타

난다.

· 그 원인으로 관수의 성분 및 이물질, 관체 및 배관의 열팽창 등이 있다.

10 팽창탱크 설계

10.1 팽창탱크의 설치목적

- 보일러운전중 온도상승에 따른 체적팽창으로 인하여 생성되는 팽창압력을 흡수.
- 부족한 보충수를 공급한다.

10.2 관수량 (Q = 보일러 + 배관)

- 보일러내의 용적(l) (예)2,000 l
- 배관내에 있는 물의 양(l) (예)XL Pipe 87m³ ≈ 40 l

$$V = \left(\frac{1}{A_1} - \frac{1}{A_2} \right) \times Q \times \alpha$$

10.5 팽창탱크 용량이 작을 경우 문제점

- 가열 될 때는 물이 넘치고, 방열 될 때는 새로운 물이 공급된다.
- 새로운 물은 용존산소 농도가 높기 때문에 철을 부식시키게 되어서 수명이 급격히 단축된다.
- 새로운 물이 들어가지 않을 경우는 공기 접촉부에서 일부는 산소가 침투되겠지만, 많은 양이 아니기 때문에 철 보일러라도 충분한 수명이 유지된다.