

열처리시 압력용기의 변형방지를 위한 Bracing의 설계

Bracing design for preventing distortion of the vessel
during heat treatment

임동준*, 김명호
현대중공업(주)

1. 서론

대형 압력용기의 제작과정에는 용접부의 잔류응력 제거를 위한 후열처리 공정이 포함된다. 후열처리 온도에서는 일반적으로 재료의 항복강도가 현저히 떨어져 shell의 자중에 의한 변형이 발생되는데 후열처리후 최종적으로 상온에서 발생된 변형량에 대하여 ASME(Section VIII Div. 1, UG-80)에서는 shell의 최소, 최대직경간의 차이가 nominal 직경의 1% 이하로 규정하고 있다. 이를 만족하기 위해서 즉, shell에서의 과대처짐을 방지하기 위하여 I형, 4각형, 6각형, 8각형등 여러가지 형태의 bracing을 부착해서 후열처리를 실시하고 있다.

그러나 bracing 부착에 대한 구체적인 기준 예컨대, bracing재의 크기 및 bracing 간격등에 대한 기준이 정립되지 않아 shell의 변형제어에 어려움이 발생되고 있을 뿐만 아니라 경우에 따라서는 필요이상의 안전률을 적용하고 있기 때문에 자재 및 공수의 낭비가 많은 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 후열처리후 shell의 변형제어를 위한 bracing 설계 특히 자재 및 공수가 가장 적게 드는 I형 bracing pipe의 크기와 간격에 대한 최적화를 검토하였다. 이를 위하여 shell 및 bracing pipe의 형상을 치수별로 분류하여 각 경우마다 유한요소법으로 응력 및 처짐해석을 수행한후 그 결과를 분석하여 최적의 bracing pipe의 크기와 간격을 설정하고자 하였다.

2. 해석 및 결과

Shell과 bracing의 형태는 Fig. 1에 나타낸 바와 같으며 해석을 위하여 shell의 직경, 판재의 두께 및 bracing pipe의 직경등의 변화에 대하여 bracing 간격 및 후열처리 온도가 shell의 변형에 미치는 영향을 평가하였다. 유한요소해석을 위한 모델은 적절한 bracing 간격을 설정하기 위해 전체 shell을 supporting saddle 및

bracing point를 중심으로 길이 방향으로 대칭이고, shell 반경방향의 수직축을 중심으로 좌우대칭이라고 가정하여 1/4모델로 해석을 수행하였다. 응력해석 및 처짐 해석은 SASI의 ANSYS를 사용하였다.

Table 1에서는 상온과 후열처리 온도에서 shell의 직경이 5000mm, shell의 길이가 5000mm일때 shell의 두께가 변화하는 경우에 shell에서의 최대 변형량을 나타냈으며, Table 2는 후열처리온도에서 shell 직경이 변화하는 경우에 변형량을 나타낸 것이다. 이들 결과에서 나타난 것과 같이 상온보다 후열처리 온도에서 변형량이 급격히 증가되고 있음을 알 수 있다. 또한, shell의 직경이 증가되거나 shell의 두께가 감소함에 따라 즉, shell의 직경과 두께의 비(D/t)가 증가됨에 따라 변형량이 급격히 증가된다. 따라서, shell의 두께가 얇은 경우 특히, 후열처리 온도에서 재료의 항복강도 감소로 인한 shell의 영구변형이 초래될 수 있기 때문에 shell의 변형을 감소시킬 수 있도록 bracing 간격을 줄이거나 4각, 6각 또는 그 이상의 bracing방법을 선정해야 할 것으로 판단된다.

3. 결론

Shell 제작시 최적 bracing pipe의 크기와 간격을 얻기 위하여 유한요소법을 이용한 해석결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Bracing 설치간격은 재료의 항복강도가 후열처리 온도에서 낮아 저서 변형량이 상온보다 커지므로 후열처리 온도를 기준으로 결정해야 한다.
- 2) Shell의 직경과 두께, bracing pipe의 size, 후열처리온도중에서 Bracing 설치간격 산출시 shell의 직경과 두께의 비를 주요factor로 고려해야 한다.

4. 참고문헌

- 1) Dennis R. Moss, "Pressure Vessel Design Manual", Gulf Publishing, 1987.
- 2) ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII Division 1, 1992, American Society of Mechanical Engineers.

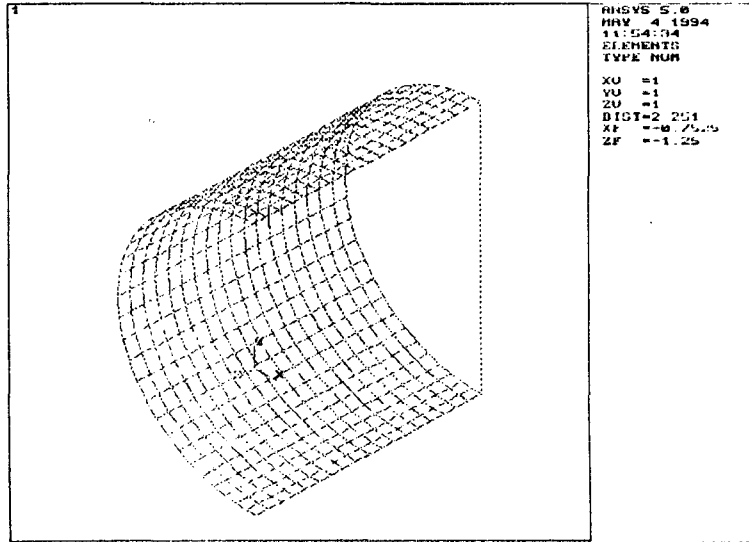


Figure 1. Shell 과 Bracing의 유한요소모델

Table 1. 온도변화에 대한 변형량(mm)의 비교(Dp=8")

t	Temp = 30 °C	Temp = 625 °C
10	115.1	160.9
20	31.4	43.8
30	15.2	21.3
40	9.4	13.2

Table 2. Shell의 직경변화에 대한 변형량(Dp=8", t=10mm)

Shell의 직경(mm)	변형량(mm)
3000	24.7
5000	160.9
7000	574.6