

스테인레스강 용접부에 미치는 후열처리의 영향

대우조선공업(주)	한기형*
대우조선공업(주)	허만주
대우조선공업(주)	한종만
대우조선공업(주)	한용섭

1. 서론

최근 국내 산업계에서는 해상자원의 이용을 위한 해상구조물의 제작이 활발하며 해상 석유시추시설의 압력용기는 내해수성 및 내부식성을 목적으로 하는 오스테나이트계 스테인레스강이 보편적으로 사용되고 있다. 내부식성을 목적으로 하는 Cr-Ni계 스테인레스강은 일반적으로 후열처리를 시행하지 않으나, 실구조물 제작시 이중금속 용접의 경우 후열처리를 시행하는 경우가 있다.

용착금속은 고온균열을 방지하기 위해 수 %의 δ -Ferrite가 존재하도록 설계되며, 일정온도 이상에서 용접부의 δ -Ferrite는 여러가지 상으로 변태하여 용착금속의 기계적성질 및 미세조직의 변화를 일으켜 급격히 취화되는 경향을 보이고 있다.

이에 당사에서는 연구결과 및 시공경험을 바탕으로 실 용접구조물의 오스테나이트계 스테인레스강의 후열처리 온도 기준을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

실험에 사용된 강재는 A516 Gr.60강과 A240 TP316L의 강종이며 용접은 당사에서 실 용접구조물 제작에 적용하는 용접조건으로 A516 Gr.60강과 A240 TP316L 강의 이중금속용접과 A240 TP316L 강재에 대해 수동용접과 반자동용접을 실시하였다.

후열처리는 A516 Gr.60강을 기준으로 한 ASME 규정에 따라 시행하였으며 σ 상의 존재 확인 및 후열처리 온도 가능구간을 정의하기 위해 추가로 700℃, 800℃에 대해 1시간의 후열처리를 시행하여 각각의 기계적 성질의 변화를 조사하였고 미세조직의 변화를 광학 현미경과 주사 전자현미경을 통해 관찰하였다.

특히 후열처리한 용접부내에서 석출한 σ 상의 확인을 위해 X선 회절장치를 이용하였으며, σ 상의 석출이 용이한 것으로 알려진 2상계 스테인레스강(Duplex stainless steel)의 용접부도 후열처리를 하여 오스테나이트계 스테인레스강과 비교를 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 316L 용접부의 후열처리 영향에 따른 연신율의 변화를 나타내었고, Fig.2는 Ferrite의 함량 변화를 나타내었다. 620℃ 이상의 온도에서 후열처리를 할 경우 현저한 연신율의 감소를 가져왔으며, 이는 As-weld상태에서 용접부내에 포함되어 있는 δ -Ferrite가 σ 상으로 변태석출하였기 때문이다. 이러한 σ 상의 석출은 800℃에서 1시간 동안 후열처리를 한 경우에는 후열처리전 용접부내에 포함된 11% 정도의 δ -Ferrite가 후열처리후에는 거의 관찰되지 않았음을 통해서 알 수 있다.

오스테나이트계 스테인레스강 용접부의 후열처리에 의한 δ -Ferrite의 σ 상으로의 변태 석출은 소량이지만 X선 회절장치를 이용하여 관찰할 수 있었다. 특히 2상계 스테인레스강에서는 후열처리후 쉽게 광학현미경이나 주사 전자현미경을 이용하여 σ 상의 존재를 확인할 수 있었다.

따라서 오스테나이트계 스테인레스강의 용접부의 후열처리는 600℃ 이하의 온도에서 하는 것이 σ 상의 석출을 억제할 수 있어 용접부의 열화를 방지할 수 있다.

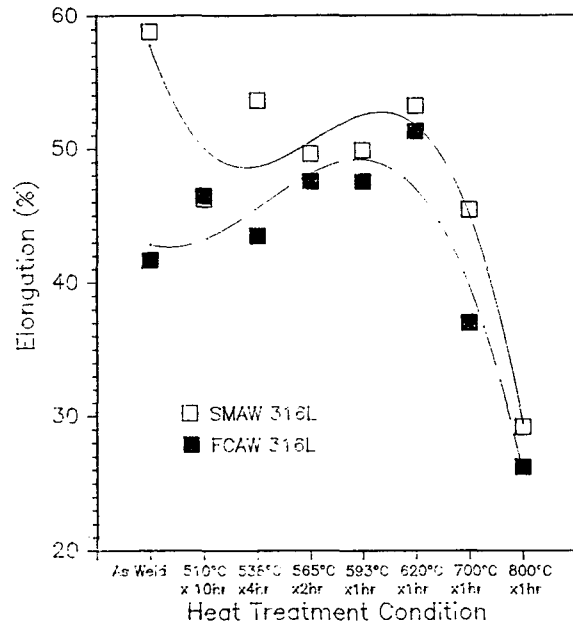


Fig.1 Effect of P.W.H.T on Elongation in 316L Weld Meta

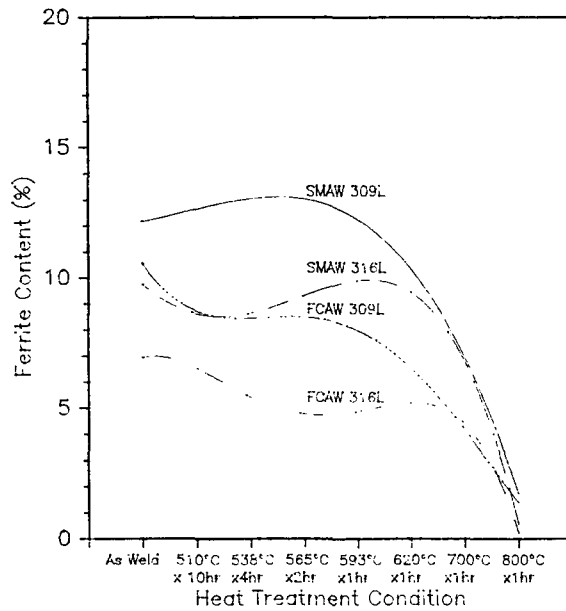


Fig.2 Effect of P.W.H.T on Ferrite Content