

## SAW에 의한 3Cr-1Mo-V강 용접부의 미세조직 및 기계적성질

### Microstructures and Mechanical Properties in Welds of 3Cr-1Mo-V Steels Using SAW

김 동진\*, 김 병훈\*, 지 병하\*, 김 정태\*, 강 정윤\*\*, ○권 용형\*\*\*, 박 화순\*\*\*

\* 한국중공업(주) 기술연구원, 경남 창원    \*\* 부산대학교 금속공학과, 부산

\*\*\* 부경대학교 재료공학과, 부산

#### 1. 서 론

석유정제 등에 사용되는 반응용기 등은 대형화와 함께, 그 대부분이 용접구조화 되어 있다. 또 이들 프로세스는 대부분의 경우에 고온·고압상태의 수소분위기하에 있으며, 따라서 이러한 화학장치 및 그 구성재료에 요구되는 가장 중요한 것은 구조물의 신뢰성, 즉 안전성이라고 할 수 있다. 그리고 이들 장치의 안전성에 관한 것으로는, 수소 등이 관여하여 발생하는 용접부의 손상사고가 많은 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 3Cr-1Mo-V강 용접부에 대하여, 모재에 대한 용접성의 확보와 더불어 용접부의 수소침식현상에 대한 계통적인 연구의 일부로써, 먼저 모재와 용접부의 금속학적 및 기계적 제성질에 대한 것을 검토하였다.

#### 2. 사용재료 및 실험방법

본 연구에서 모재는 3Cr-1Mo-V강을 사용하였다. 용접은 주로 tandem SAW를 사용하였으며, 용접재료는 모재와 동종계를 사용하였다. 용접부의 용접성을 평가하기 위한 시험편은 두께 225mm의 것을 사용하였으며, 시험블록은 mock-up shell로부터 채취하였다. 시험블록의 채취방법, 용접시험편의 형상 및 그루브내의 용접비드의 형성순서 등을 Fig. 1에 나타내었다. 용접은 1~3 pass는 single electrode에 의한 SAW, 그 이상의 pass에는 tandem SAW로 실시하였다. 시험편에 대한 예열 및 pass간 온도는 일정온도로 하였으며, 용접후의 PWHT는 일부 조건을 변화시켰다.

용접부의 경도분포는 Hv로 측정하였으며, 측정위치는 시험편 두께방향의 상부, 중심부 및 하부의 3개소로 하였다. 모재 및 용접부의 충격성질은 Charpy 충격시험을 사용하여, 0 및 -29℃에서의 충격흡수에너지, vTr<sub>40</sub> 및 FATT<sub>50</sub>으로 평가하였다. 그리고 모재 및 용접부의 인장성질은 상온 및 고온인장시험에 의하여 평가하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

Q-T처리한 모재의 인장강도는 상온에서 700MPa이상을 나타내었으며, 시험온도의 증가와 함께 점차 감소하여 650℃에서는 300MPa 이상의 값을 나타내었다. 그리고 상온에서의 인장강도는 PWHT에 의하여 약간 감소하는 경향을 나타내었으나, R.A. 및 충격흡수에너지는 약간 증가하였다. 그리고 이들 인장 및 충격성질에 대한 시험재의 위치에 따른 변화는 거의 없었다.

As welded상태와 PWHT를 실시한 경우의 시험편의 상부에서 측정한 용접부의 경도분포를 Fig. 2에 나타내었다. PWHT를 실시하지 않은 경우의 용접금속 및 열영향부의 경도는 Hv350~430정도의 범위를 나타내고 있으나, 모재는 Hv300전후를 나타내고 있다. 이들 경도값은 PWHT온도의 증가와 함께 점차 감소하여, 690 및 700℃ PWHT에서는 용접금속, 열영향부 및 모재가 거의 동등한 값을 나타내었다. 그리고 시험편의 위치에 따른 경도값 및 그 분포는 대체로 유사한 경향을 보였다.

Fig. 3은 as welded 상태와 PWHT후의 용접금속의 상온 인장성질을 나타낸 것이다.

PWHT에 의하여 인장강도와 항복강도는 약간 감소하였으며, 신률과 R.A.는 상대적으로 증가하는 경향을 보였다. PWHT에 의한 이들 경향은 모재의 경우와 대체로 유사하였으며, 또한 시험편의 위치에 따른 차이도 거의 나타나지 않았다.

Fig. 4는 용접금속, 열영향부 및 모재의 충격시험에 의한  $vTr_{40}$ 의 측정결과를 시험편의 각위치별로 나타낸 것이다. 먼저 모재의 경우는 시험편의 위치에 관계없이 약  $-50^{\circ}\text{C}$ 전후의 유사한 값들을 나타내었으며, 용접금속의 경우는 모재와 대체로 동등하거나 약간 낮은 온도를 나타내었다. 한편 열영향부의 경우는 모재에 비하여  $40^{\circ}\text{C}$  정도 또는 그 보다 낮은 온도를 나타내었다. 한편 FATT<sub>50</sub>의 결과도  $vTr_{40}$ 의 결과와 유사한 경향을 보였다.

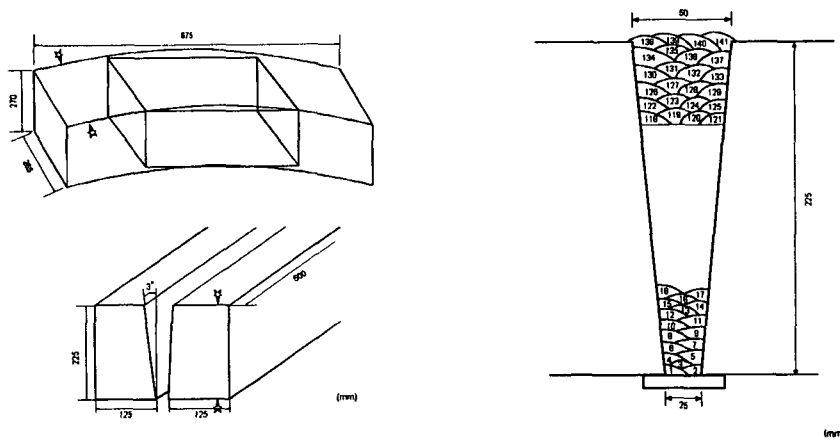


Fig. 1 Configurations of the welding specimen and pass sequence in tandem SAW for 225mm thick plate

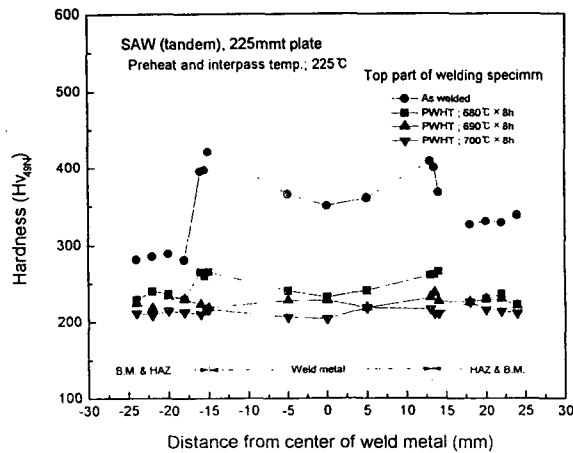


Fig. 2 Hardness distribution of welds before and after PWHT

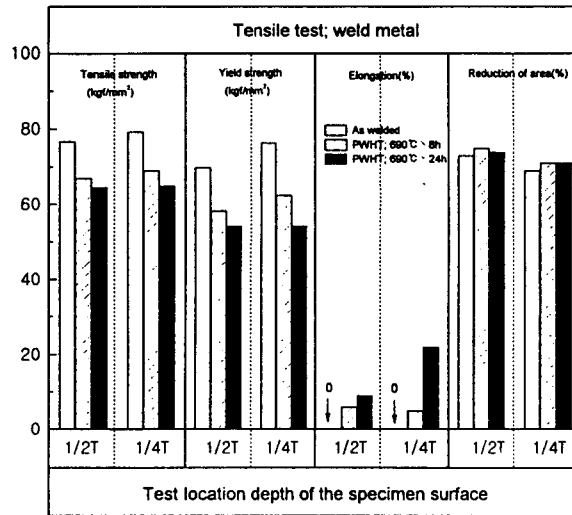


Fig. 3 Tensile properties of weld metal at the location of 1/2 and 1/4T from outer surface of the weld metal before and after PWHT at 600°C

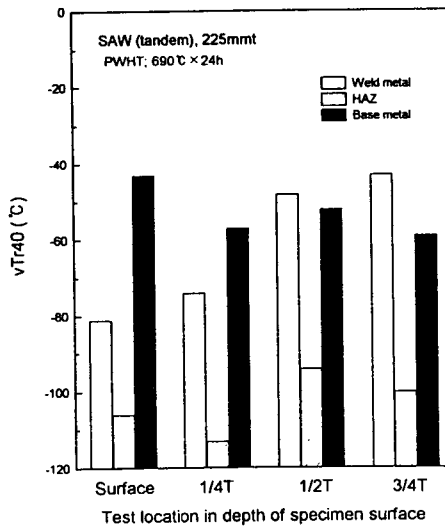


Fig. 4  $vTr_{40}$  at the location of the surface, 1/2 and 1/4T from outer surface of welds