

TMCP 강 용접부의 SCC평가 및 AE거동

이 송인* 유 효선
(전북대학원)

임 재규 정 세희
(전북대학교)

1. 서론

우수한 용접성을 갖는 TMCP강재는 주로 해양환경에서 사용되는 구조용강재이기 때문에 부식성 해양 환경하에서 그의 기계적성질의 평가는 매우 중요하다.

본 연구에서는 낮은 C_{eq} 에 의해 대입열용접이 가능한 가속냉각형 TMCP AH36강재의 모재 및, 용융선 부위를 대상으로 용접입열량의 변화에 따른 SCC감수성을 평가하고, 시험과정에서 검출된 AE신호특성을 조사하였다. 그리고 그의 시험결과를 HT50강재와 비교 평가하였다.

2. 시험재료 및 실험방법

본 연구에 사용된 재료는 두께 20mm의 AH36급 가속냉각형 TMCP강재와 normalizing 강재인 HT50강재이며, TMCP강재의 입열량 조건은 80kJ, 120kJ 그리고 180kJ로 하였다.

SP-SSRT법에 의한 SCC평가지 SP시험편은 모재 및 용융선 부위에서 규격에 준하여 채취하였고, 부하속도는 3×10^{-4} mm/min, 부식환경은 pH8.2인 표준인공해수로 하였다. AE시험시 초기전압은 75dB(3.55mV)로 설정 하였고, 실험장치는 Fig.1과 같다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1 입열량의 변화에 따른 SCC거동

Fig.2는 TMCP강재의 모재 및 각 입열량에 따른 용융선 부위에 대하여 Air 및 인공해수 중에서 얻은 하중-변위선도들이다. Air상태에서 용융선 부위는 모재보다 낮은 하중-변위거동을 보이고 있으나 부식환경에서 그차이는 적으며, 입열량이 증가한 120kJ, 180kJ의 경우가 80kJ에 비해 낮은 하중-변위거동을 보이고 있다.

Fig.3에서 보인 HT50강재의 하중-변위거동과 이러한 TMCP강재의 하중-변위거동을 비교해 볼때 Air상태의 모재와 용융선조직에 있어 최대하중은 탄소당량이 높은 HT50강재가 더 높고, 변위는 탄소당량이 낮은 TMCP강재가 더 큰 변위거동을 보였다.

부식환경에서 모재의 경우, HT50강재가 TMCP강재보다 더 높은 P_{max} 와 큰 변위 거동을 보이고있다. 용융선 부위의 경우, P_{max} 는 HT50강재가 높은 탄소당량에 의해 TMCP강재보다 큰 거동을 보이고, 변위에 있어서는 HT50강재는 용접열에 의한 취화된 마르텐사이트 조직에 기인하여, TMCP강재는 용접열에 의한 조직의 조대화 및 가속냉각효과상실로 인하여 낮은 값을 보이고 있다.

Fig.4는 부식환경에서 입열량에 따른 SP에너지를 살펴본 결과이다. TMCP강재는 HT50강재보다 낮은 E_{sp} 를 나타내고 있으며, 80kJ에 비해 대입열량인 120, 180kJ인 경우에 E_{sp} 가 감소하고 있다. Fig.5는 SP에너지 거동에 대한 SCC민감도를 입열량에 따라 나타낸 그림이다. 여기서 TMCP강재의 모재조직은 HT50강재에 비해 높은 SCC민감도를 보이고 있

고, 용융선 부위는 HT50 및 TMCP강재 모두 높은 SCC민감도를 보이고 있다. 이때 Fig. 4와 Fig. 5에서 120kJ, 180kJ의 경우가 80kJ에 비해 낮은 E_{SP} 와 높은 SCC민감도를 보이고 있는데, 이는 대입열용접으로 인한 조대화된 연한 초석 페라이트조직이 큰 원인이라 생각된다.

3-2 입열량의 변화에 따른 AE 발생거동

Fig. 6은 TMCP강재의 모재 및 80kJ의 경우 용융선 부위에서 검출된 AE신호의 발생거동이다. 모재의 경우 Air와 pH8.2에서 AE 발생거동은 변형거동에 따라 큰 차이를 보이지 않는 반면, 용융선 부위에서는 소성급힘영역 전반부인 변위 0.27mm지점 부터 많은 AE발생거동을 관찰할 수 있어, 이 지점에서 미시균열이 발생되었을 것으로 예상된다.

Fig. 7은 부식환경에서 입열량에 따른 용융선부위의 AE발생거동을 나타낸 그림이다. 각 입열량의 경우 모두 소성급힘영역의 전반부에서 많은 AE가 발생되고, Fig. 6의 모재 조직의 AE발생거동과 비교해 볼때 상당량의 Hits 거동을 보여 용융선부위의 경우는 거시적인 부식균열이 전파되었음을 알수있다.

7-4. 결 론

SP-SSRT방법에 의해 가속냉각형 TMCP AH36강재와 HT50강재의 모재 와 용융선 부위를 대상으로 SCC 및 AE 시험을 행한 결과는 다음과 같다.

- 1) 모재의 경우, TMCP강은 부식환경에서 종래의 Normalizing 강재 인 HT50강 보다 더 민감한 SCC거동을 보였다.
- 2) 용접부의 경우, P_{max} 는 HT50강이 높은 탄소당량에 의해 TMCP강재보다 큰 거동을 보이고, 변위에 있어서는 HT50강은 용접열에 의한 취화된 마르텐사이트 조직에 기인하여, 그리고 TMCP강은 120kJ 이상의 대입열용접에 의한 조직의 조대화 및 가속냉각 효과의 소실에 기인하여 0.8~0.9mm의 낮은 값을 보였다.
- 3) TMCP강 용접부에 있어, 80kJ에 비하여 120kJ, 180kJ인 경우에 P_{max} 와 변위, $E_{SP, Corr}$ 의 감소를 보여 입열량 증가에 따른 SCC감수성의 증가를 알수있었다.
- 4) TMCP강 용접부는 80kJ 및 120kJ, 그리고 180kJ의 입열량의 경우 공히 소성 급힘영역의 전반부에서 상당량의 AE Hits 발생거동을 나타내었다.

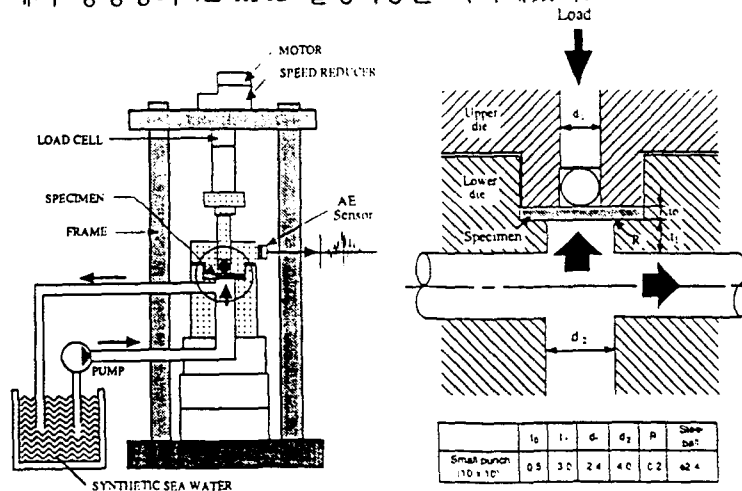


Fig.1 Schematic illustration of experimental equipments for SP-SSRT.

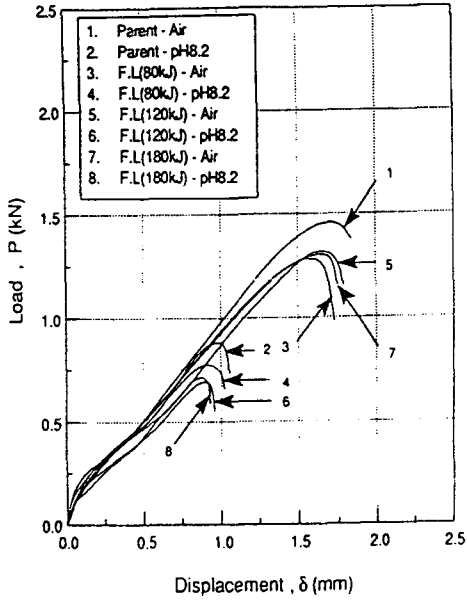


Fig. 2 Load versus displacement curves in weldments of TMCP AH36 steels.

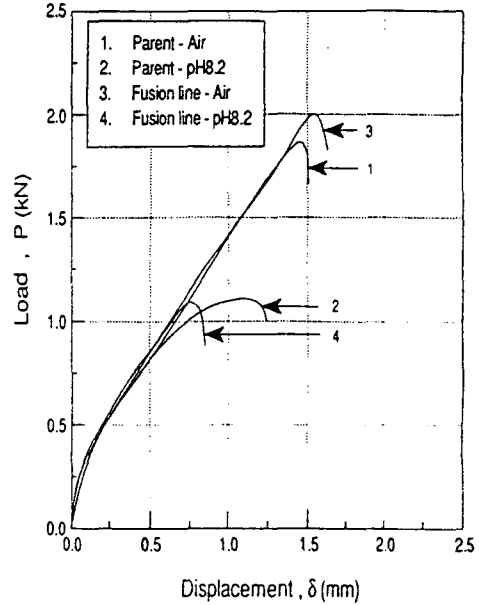


Fig. 3 Load versus displacement curves in weldments of HT50 steels.

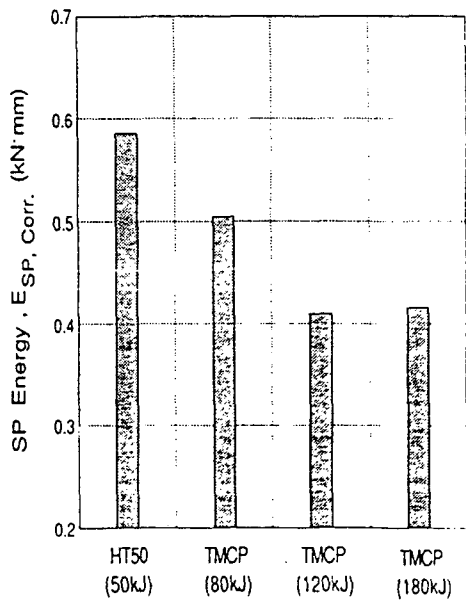


Fig. 4 SP Energy ($E_{SP, Corr}$) in fusion line of TMCP AH36 and HT50 steels. (Corr. Environment: SSW-pH8.2)

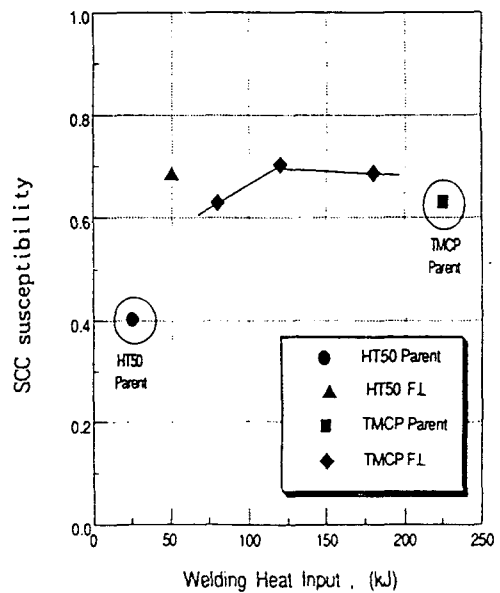


Fig. 5 Relationship between welding heat and SCC susceptibility in weldments of TMCP AH36 and HT50 steels. (Corr Environment: SSW-pH8.2)

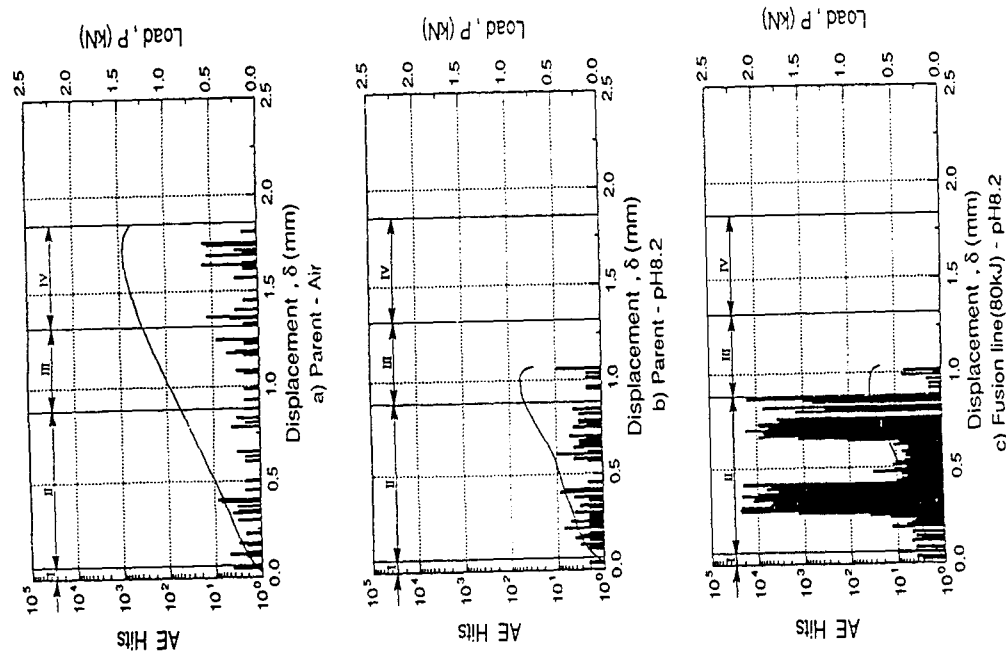


Fig.6 AE Hits plotted along with the load versus displacement in TMCP AII36 steels.

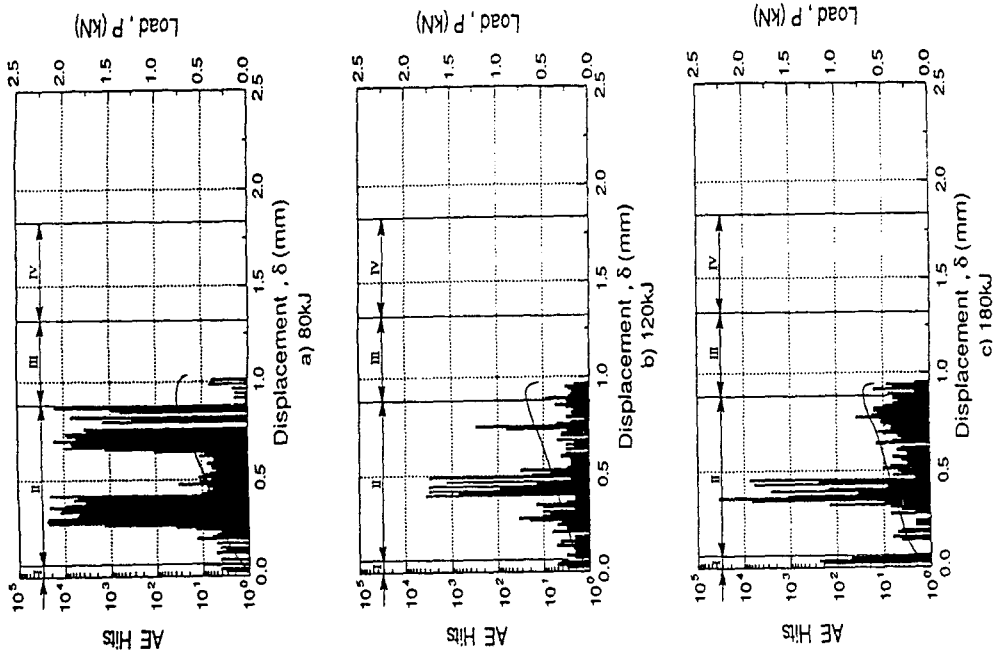


Fig.7 AE Hits plotted along with the load versus displacement for various heat input in fusion line of TMCP AII36 steels. (pH8.2)