

고질소 TiN강의 용접열영향부 미세조직 및 기계적 성질

(Microstructure and mechanical properties of HAZ in high nitrogen TiN steel)

정 홍철, 안 영호, 주 웅용
포항제철(주) 기술연구소

1. 서 론

최근 용접 작업 생산성을 위하여 대입열 용접을 통한 고능률화 용접의 적용이 활발히 추진되고 있다. 그러나 대입열 용접 적용시 용접열영향부 특히 fusion boundary 근처의 용접열영향부는 1400℃ 이상으로 가열되어 오스테나이트 결정립이 조대화되고 냉각과정에서 인성이 취약한 미세조직으로 변태되어 대입열 용접열영향부의 인성이 저하되는 문제점이 있어 이에 대한 근본적인 용접열영향부 미세조직의 개선이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 대입열 용접열영향부의 미세조직 개선을 위하여 고온에서 안정한 고질소 TiN 석출물을 이용하여 오스테나이트 결정립 크기 및 ferrite 변태에 미치는 고질소 석출물의 영향을 조사하였으며 고질소 TiN강의 대입열 용접열영향부 미세조직 개선 가능성을 검토하였다.

2. 실험방법

시험재는 0.1%C-0.1%Si-1.5%Mn-0.014~0.015%Ti-0.04~0.05%Al-3~8ppmB를 기본성분으로 하여 질소함량을 40ppm에서 170ppm까지 변화시킨 진공용해재 및 현장시험생산재인 고질소 TiN강을 사용하였다. 용접열영향부의 미세조직 및 충격인성 등을 검토하기 위하여 용접 열cycle simulator를 이용하였으며, 최고가열온도를 1350℃, 800℃에서 500℃까지의 냉각시간($\Delta t_{800-500}$)을 10~100초로 변화시켜 시험하였고 1400℃에서의 오스테나이트 결정립 크기를 측정하였다. 또한 SAW 실용접을 행하여 실용접부 미세조직 및 물성을 조사하였다.

3. 연구결과 및 고찰

Fig.1은 각 시험재의 재현 용접열영향부의 석출물을 TEM을 이용하여 관찰한 것이다. 동일 Ti 함량을 가진 시험재중 질소함량이 적은 40N강에서는 석출물의 크기가 크고 석출물의 개수가 적은 반면에 질소함량이 높은 고질소강에서는 약 10~20nm 크기의 미세한 석출물이 존재하고 있다. 따라서 1400℃로 가열한 재현 용접열영향부에서 질소함량이 높을수록 TiN 석출물이 분해되지 않고 안정하게 존재하고 있음을 알 수 있다. Fig.2는 각 시험재의 질소함량에 따른 1400℃로 가열후 급냉한 오스테나이트 결정립 크기를 비교한 것이다. 오스테나이트 결정립 크기는 질소함량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있으며, 질소가 100ppm 이상인 조건에서 오스테나이트 결정립 크기는 급격히 감소하여 약 50 μm 이하의 값을 보이고 있다. 또한 질소함량이 100ppm 이상으로 증가함에 따라 오스테나이트 결정립 크기는 거의 동일한 오스테나이트 결정립 크기를 보이고 있다. 따라서 Ti 함

량이 약 0.014%로 동일한 시험재에서 질소함량이 100ppm 이상으로 증가함에 따라 미세한 석출물이 안정하게 존재하여 용접열영향부 오스테나이트 결정립 성장을 억제하고 있는 것으로 사료된다. Fig.3은 일반강 및 고질소 TiN강의 약 60kJ/cm의 입열량으로 SA 용접한 실용접부의 미세조직을 비교한 것이다. 일반강의 경우 조대한 결정립에 취약한 미세조직으로 구성되어 있는 반면에 고질소 TiN강의 경우는 조대한 결정립은 거의 관찰되지 않고 ferrite 및 pearlite 조직으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 따라서 용접열영향부 미세조직 개선에 있어 고질소 첨가의 효과를 확인하였다.

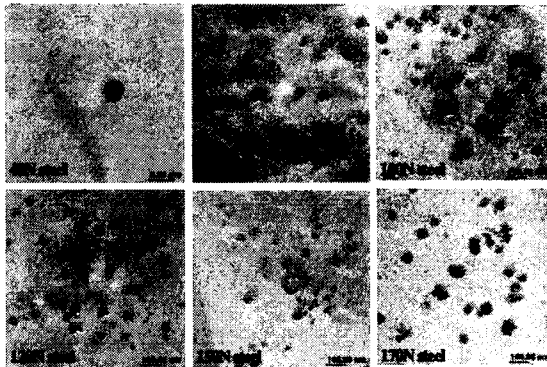


Fig.1 TEM micrographs showing precipitates in simulated HAZ

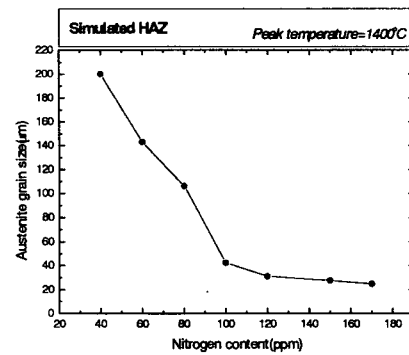


Fig. 2 Variation of austenite grain size with nitrogen content

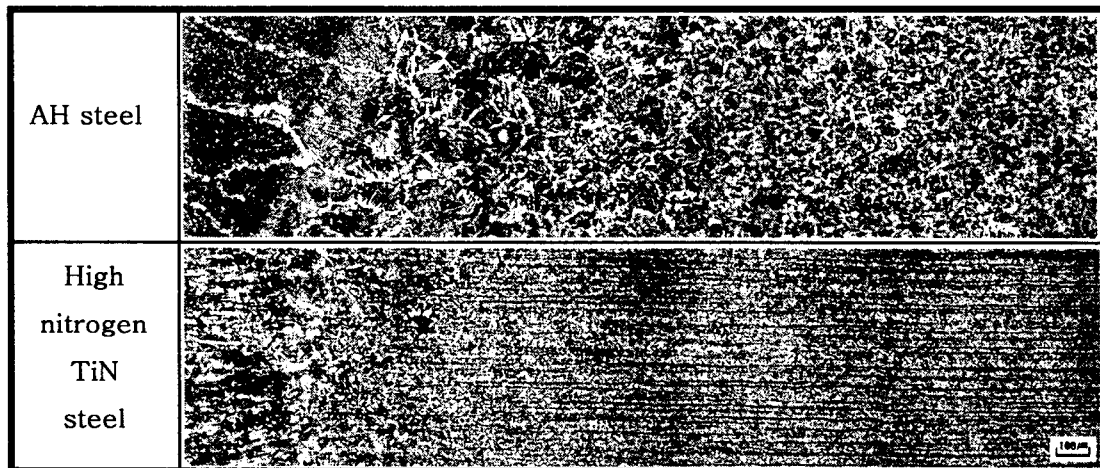


Fig. 3 Microstructure of SA weldment in conventional steel(AH steel) and high nitrogen TiN steel(Heat Input :60kJ/cm)