

고질소 TiN석출물을 이용한 용접열영향부 미세조직 개선

(Improvement of HAZ microstructure by using of high nitrogen TiN particles)

정 흥철, 안 영호, 주 웅용
포항제철(주) 기술연구소

1. 서 론

일반적으로 강종의 미세 TiN 석출물은 용접시 오스테나이트 결정립 성장을 억제하고 용접열영향부의 미세조직을 미세화 시킨다고 알려져 있다. 그러나 fusion boundary 근처의 coarse grain HAZ에서는 대부분의 TiN석출물이 용접열에 의하여 분해되거나 성장하여 TiN석출물의 본래의 기능이 상실되어 용접열영향부의 인성이 저하되는 문제점이 있어 이에 대한 근본적인 용접열영향부 미세조직의 개선이 요구되고 있다. TiN강의 용접열영향부에서 TiN석출물의 고온 안정성을 증가시키는 방법은 질소함유량을 증가시키는 것이다(Fig.1). 따라서 본 연구에서는 고온에서 안정한 고질소 TiN석출물을 이용하여 오스테나이트 결정립 크기 및 ferrite변태에 미치는 고질소 석출물의 영향을 조사하였으며 고질소 TiN강의 용접열영향부 미세조직 개선 가능성을 검토하였다.

2. 실험방법

시험재는 탄소당량이 유사한 일반 TiN강 및 질소함량을 증가시킨 고질소 TiN강을 사용하였다. 용접 열cycle simulator를 이용하여 재현 용접열영향부의 오스테나이트 결정립 크기, 석출물 및 미세조직 등을 검토하였고, 고질소 TiN강의 재현 용접열영향부의 soluble 질소함량 및 용접열영향부내 B석출물 분포 등을 조사하였다. 또한 SAW 실용접을 행하여 실용접부 미세조직 및 충격인성을 비교하였다.

3. 연구결과 및 고찰

Fig.2는 각 시험재의 재현 용접열영향부의 석출물을 TEM 및 FE-SEM을 이용하여 관찰한 것이다. 일반 TiN강에서는 TiN석출물의 크기가 크고 석출물의 개수가 적은 반면에 고질소 TiN강에서는 약 20nm크기의 미세한 석출물이 존재하고 있다. 따라서 1400℃로 가열한 재현 용접열영향부에서 일반 TiN강보다 고질소 TiN강에서 TiN석출물이 분해되지 않고 안정하게 존재하고 있음을 알 수 있다. Fig.3은 재현 용접열영향부의 최고가열온도를 변화시켜 가열후 급냉한 각 시험재의 오스테나이트 결정립 크기를 비교한 것이다. 일반 TiN강의 오스테나이트 결정립 크기는 최고가열온도가 증가함에 따라 급격히 증가하는 경향을 보이고 있는 반면에, 고질소 TiN강의 오스테나이트 결정립 크기는 완만히 증가하고 있으며 최고가열온도가 1400℃ 조건에서도 약 50μm수준의 값을 보이고 있다. 따라서 고질소 TiN강에서는 고온에서도 미세한 TiN석출물이 안정하게 존재하여 용접열영향부 오스테나이트 결정립 성장을 억제하고 있는 것으로 판단된다. Fig.4는 일반 TiN강 및 고질소 TiN강 시험재를 약 60kJ/cm의 입열량으로 SA 용접한 실용접부의 미세조직을 비교한 것이

다. 일반 TiN강의 경우 조대한 결정립에 취약한 미세조직으로 구성되어 있는 반면에 고 질소 TiN강의 경우는 조대한 결정립은 거의 관찰되지 않고 ferrite 및 pearlite 조직으로 구성되어 있음을 알 수 있어 용접열영향부 미세조직 개선에 있어 고질소 TiN석출물의 효과를 확인하였다.

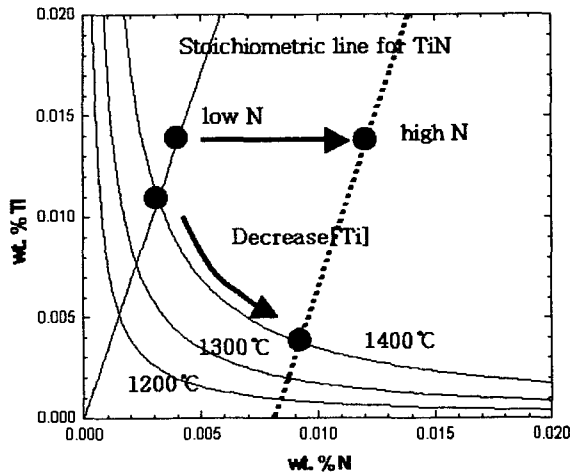


Fig. 1 Solubility product of TiN in austenite temperature range.

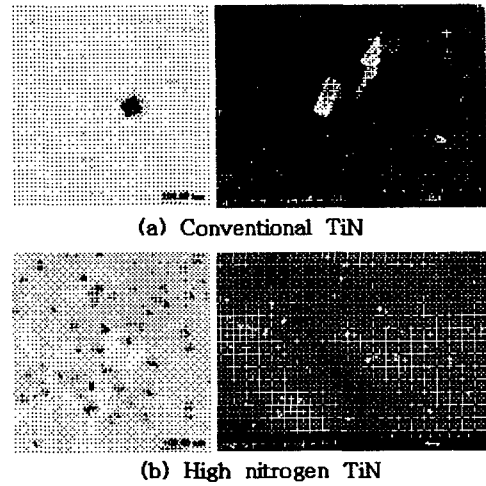


Fig. 2 TEM micrographs and FE-SEM micrographs of precipitate in simulated HAZ

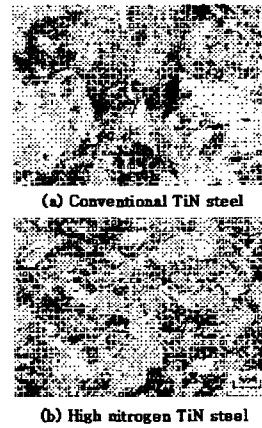
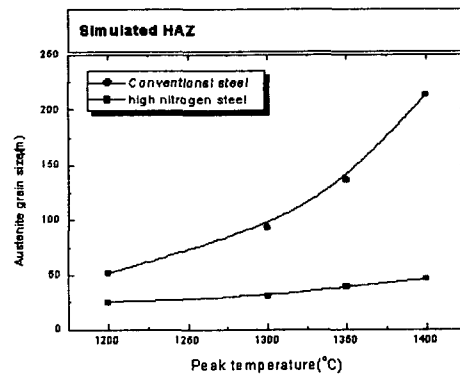


Fig. 3 Variation of austenite grain size with peak temperature and the microstructure of prior austenite grain boundary at 1400°C

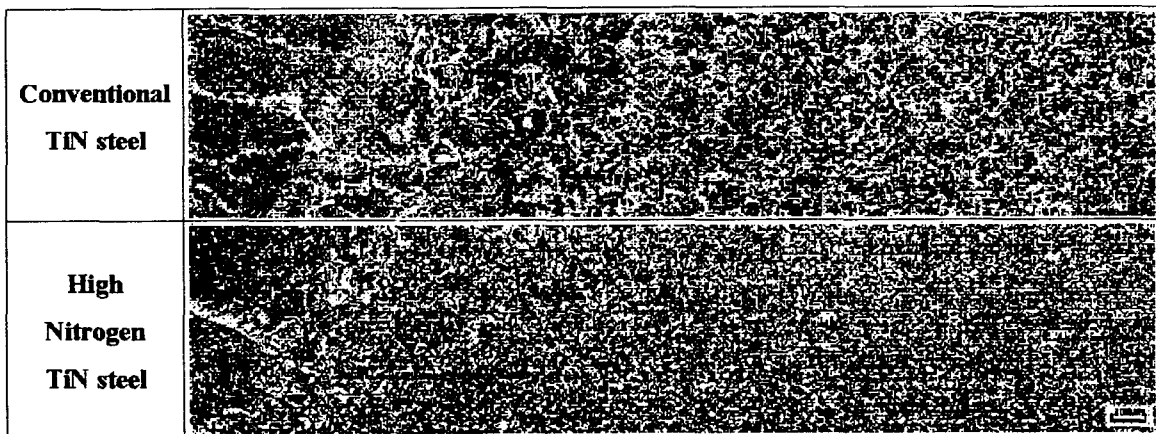


Fig. 4 Microstructure of weld metal/HAZ junction in SA welded joints of conventional TiN steel and high nitrogen TiN steel