

용접 입열량에 따른 고질소 TiN 강재의 용접부 충격인성 및 미세조직 변화에 관한 연구

A Study on the Impact Toughness and Microstructure change for High Nitrogen
TiN Steel Alloy with Welding Heat Input.

권순두*, 이광학**, 박동환***

*현대중공업(주) 기능교육원 대리

**울산대학교 첨단소재공학부 교수

***현대중공업(주) 산업기술연구 소장

ABSTRACT This study was investigated on the impact toughness and microstructure of welded metal and heat affected zone for Hi Nitrogen TiN Steel. With welding procedures, welding heat input applied were 30, 79 and 264 kJ/cm. TiN steel has shown very small prior austenite grain size for all the welding heat input applied, which was considered to result from the effect of TiN particles. In case of single SAW and EGW welding, the dilution rate of base metal into the weld was not high, resulting that there were no significant effects of base metal chemical composition on the mechanical properties of welds. However, TSAW with double Y preparation carried very high dilution rate so that TiN steel has impaired the toughness of weld metal because N content in the weld was increased through the dilution of base metal.

1. 서 론

최근 연근해 지역의 자원 개발이 거의 완료됨에 따라 점차 심해 및 가혹한 환경하에서의 용접 구조물 조업이 확대되고 있어 용접구조물의 물성 요구치가 점점 강화되고 있다. 탄소강의 용접부는 일반적으로 사용온도가 내려감에 따라, 용접입열이 증가함에 따라 용접부의 충격인성이 저해되기 때문에 용접입열의 제한이 항상 있게 된다. 용접부의 품질확보를 위해서는 용접부중 가장 취약하다고 알려진 용융선 근처의 입자 조대화 영역의 미세조직 제어가 필수적이다. 한편, TiN 강재의 가장 큰 문제점은 용접입열이 아주 높은 경우 용융선 근처에 석출물이 용해되어 강도 확보를 상실하는 것이다. 따라서 강재 제조사에서는 이러한 문제를 방지하기 위해 N 첨가량을 기존의 약 40ppm로 증가시켜 고온에서의 열적 안정성을 부여한 고질소 TiN 강재를 소개하고 있다.

TiN 강재의 용접열영향부 결정입조대화 영역의 미세조직 제어는 고온에서 안정한 TiN과 같은 미세 석출물을 다수 분산시켜 용접시 용접열

영향부에서 Austenite결정립 성장을 근본적으로 억제시켜 냉각과정에서 Polygonal Ferrite 변태를 촉진시켜 모재조직과 유사한 Ferrite 및 Pearlite로 용접열영향부의 미세조직을 구성하는 것이다. 따라서, 본 연구에서는 대입열용 고질소 TiN 강재를 이용하여 용접입열이 서로 다른 3가지 용접기법을 이용하여 용접을 실시하고 여기서 얻어진 용접부에 대한 충격인성 및 조직변화를 관찰하여 용접입열량에 따른 용접열영향부의 특성을 평가하고자 하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 시편은 대입열 용접시 열영향부의 충격인성을 향상시키기 위하여 Ti와 N를 첨가한 탄소당량 0.37인 TiN 강재를 사용 하였다.

적용된 용접기법은 용접입열이 30kJ/cm인 1전극의 SAW, 79kJ/cm인 2전극을 동시에 사용한 Tandem SAW 및 246kJ/cm 1 전극의 EGW 기법을 적용하였으며 각 용접부에 대한 충격인성시

험은 샤피충격기를 이용하여 10×10×55mm 크기의 샤피 V노치 ASTM 표준규격시편을 사용하였다. 또, 비교적 용접입열이 낮게 적용된 SSAW 용접부에 대해서는 -20, -40 및 -60℃에서, TSAW 및 EGW 기법에서는 0, -20 및 -40℃에서 시험을 실시하였으며 시험편의 V 노치 위치는 표면에서 2mm 깊이에서 용착금속, 용융선, 용융선 +1mm, +3 및 용융선 +5mm 모재등 6개소 각각 3세트를 실시하여 서로 비교하였다. 한편, 용접부의 미세조직 관찰은 SEM, EDS, XRD 및 광학현미경을 이용하여 거시 및 미세조직을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

용착금속은 SSAW에서 용접입열이 높을수록 충격치가 낮고 EGW는 충간값을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 용융선 +1mm 부터는 용접입열에 따라 큰 차이가 나지 않았으며 모재쪽으로 가면서 TiN 강재의 충격치에 접근 하였다. 또, 용접입열에 따른 용착금속의 미세조직은 SSAW에서는 용접입열이 높을수록 조직이 조대화되는 경향을 보이고 있으며 특히 TSAW의 경우 SSAW에 비해 용착금속의 충격치가 매우 낮게 나타나는데 이는 조대한 조직의 영향뿐만 아니라 TSAW의 저 열기성 플럭스에 의한 산소량 증가와 높은 모재 희석률에 의한 질소량 증가 때문인 것으로 판단된다. 용접입열에 따른 용융선의 미세조직은 용접입열이 높을수록 조직이 조대해 지지만 용융선에서 다각형의 Ferrite 존재하며, 결정입 크기도 비교적 작은 것으로 나타났다. 이는 고질소 TiN 강재 특유의 열영향부 조직으로써 Ti질화물에 의한 Austenite 결정립의 미세화 효과에 의한 것으로 판단된다. 용융선 +1, 3 및 +5mm의 열영향부의 미세조직은 용접입열에 따라 조직의 조대화 정도가 달라지나 전체적으로 볼 때 용융선 +5mm까지 조직형성의 차이는 크지 않고 다만 조직의 크기 차이가 조금씩 있을 뿐이며 이것이 TiN 강재의 충격치가 용융선으로부터 모재끼리 비교적 일정한 값을 갖게 되는 이유 중의 하나일 것으로 판단된다.

4. 결 론

(1) TiN 강재는 입열이 증가하여도 입자 조대화 영역이 아주 적었고 30kJ/cm의 저입열에서는 관찰되지 않던 다각형의 Ferrite가 입열이 79kJ/cm와 264kJ/cm로 증가함에 따라 입계와 입내에 잘 발달하였다.

(2) TiN 강재는 입열이 79kJ/cm 조건에서 용융선의 충격인성이 가장 낮았는데 이는 산소와 질소 함유량이 증가하여 용착금속의 충격인성이 저하되었기 때문이다.

(3) TiN 강재는 질소함유량이 53ppm에서 99ppm로 증가하여 용착금속의 충격인성이 -20℃에서 172J에서 23J로 감소하였다.

참고문헌

- 1.G. Ferguson: The Effect of TiN Particles on the HAZ Properties of Microalloyed Steels, TWI Ref. 7219. 02/96/878.3
- 2.G. M. Evans: The Effect of Heat Input on the Microstructure and Propertise of C-Mn All-Weld-Metal Deposits, Welding Journal, Apr.(1982),125-132.
- 3.D. R. G. Achar, M. Kocak and G, M, Evans : Effect of Nitrogen on Toughness and Strain Age Embrittlement of Ferritic Steel Weld Metal, Science and Technology of Welding and Joining, 3(5)(1998). 233-243
- 4.N. Eroglu and M. Aksoy : Effect of Initial Grain Size on Microstructure and Toughness of Intercritical Heat-Affecteal Zone of a Low Carbon Steel, Materials Science and Engineering A, 286(2), July(2000). 289-297