오스테나이트계 스테인리스강 용접부의 내식성에 관한 연구

(A Study on the Corrosion Properties of Austenitic Stainless Steel Weldments in Synthesized Ocean Waters)

최 한 신*, 이 창 희
한양대학교 금속공학과

1. 서론

일반적으로 오스테나이트계 스테인리스강의 용접후의 특성은 다음과 같다. 응고후의 잔류 δ-페라이트는 초정 페라이트로 응고되기 시작하는 경우에는 응고후 상온에서 Dendrite Core에서 발견할 수 있고, 초정 오스테나이트로 응고가 시작되는 경우에는 Dendrite 계면에 위치한다. 응고모드에 영향을 미치는 인자로는 오스테나이트 조직을 안정화시키는 원소들의 니켈당량과 페라이트조직을 안정화하는 원소들의 크롬 당량이 있고, 페라이트 조직의 안정화 원소의 함량이 높을수록 잔류 δ-페라이트 함량은 높다. 오스테나이트계 스테인리스강의 대표적인 합금 원소인 크롬, 니켈, 몰리브덴은 일반적으로 용접후의 조직간에 함량의 차이를 나타내는 데, 페라이트 조직에서 크롬이 7-8%정도 많이 함유된 반면에, 니켈은 4-6%정도 적은 함량을 나타낸다. 몰리브덴은 페라이트 조직의 안정화 원소로써, 페라이트 내에 함유되는 량이 많다. 또한, 합금내의 유해한 합금 성분(S, P)의 거동 역시, 응고모드의 영향을 받는 데, 이는 페라이트조직내에서의 용해도와 오스테나이트조직내에서의 용해도의 차이에 기인한다. 본 연구에서는 304L, 316L 오스테나이트계 스테인리스강을 이용하여 GTA 용접을 행하고, 용접변수로 보호가스내에 오스테나이트조직의 안정화 원소인 질소의 Volume Fraction을 달리하여 첨가하므로써 나타나는 각각의 응고조직이 Cl^-와 같은 Aggressive한 Anion을 함유하는 부식 환경내에서의 어떠한 부식거동을 나타내는 지 살펴보고자 한다.

2. 실험 방법

304L, 316L 오스테나이트계 스테인리스강(Commercial Grade)을 1050℃에서 15분간 열처리한 후, 급냉하였다. 용접은 전류를 80A, Traver Speed는 350mm/min, 전압은 11-13V하에서 보호가스의 조성을 변화시켰다. 보호가스의 조성은 질소의 함량을 0, 5, 10%로 달리하였고, 용융 금속부의 잔류 δ-페라이트의 함량을 Magne-Gage를 이용하여 측정하였다. 용접된 시편은 에폭시를 이용하여 용융금속, HAZ+Substrate, 용융금속+HAZ+Substrate로 나누어 전기화학 실험을 행하였다. 전기화학 실험방법은 Potentiodynamic Polarization, Time-Current Transient, EIS(Electro-chmical Impedance Spectroscopy)가 있다. 전기화학 실험에 사용된 실험변수는 Potentiodynamic Polarization의 경우 0.5mV/sec의 Scanning Rate로 OCP에서 Anodic Polarization하였고, Time-Current Transient의 경우에 600, 650, 700, 800mV_{SCE}에서 10, 300, 1000sec동안의 전류변화를 측정하여, Meta-stable Pitting Phenomena와 Pit Initiation & Propagation 거동을 살펴 보았다. EIS는 Frequency를 10mHz에서 1MHz까지 변화시키면서, DC 전위를 650, 700, 750, 800mV_{SCE}, Pertubation을 10mV로 가해서 주파수에 따른 임피던스의 거동을 대략적으로 살펴보았다. 실험에 사용된 용액은 모두 1st Grade이고, DI Water를 사용하였고, 실험전에 1시간 질소를 이용하여 탈 가스처리를 행하였으며, 외부 전압을 가하지 않은 상태에서 15분간 두었다. 부식 환경은 ASTM에 제시된 인공해수로 정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

IC 분석 결과 인공 해수내에 함유된 Cl^-의 함량은 2.2%, SO_4^-의 함량은 0.28% 였다. 보호 가스내에 질소의 함량을 증가 시킬수록 잔류 δ-페라이트 함량은 낮아지고, Morpology의 변화도 동반 되었다. 전기화학 실험결과는 첨가된 질소의 함량과 관계없이 Potentiodynamic Polarization Curve 에서 Sharp Passivity를 나타내지 않고, 다소의 기울기를 가진 Psuedo-Passivity를 나타내고, 아래의 그림에서와 같이 공식 전위의 값은 잔류 페라이트의 함량이 높을수록 높은 것으로 나타났고, Crtical Current Density값과 Passive Region에서의 전류밀도값은 잔류 δ-페라이트의 함량이 낮을수록 낮은 값을 나타낸다.

4. 참고 문헌

1. G. C. Palit, V. Kain, & H. S. Gadiyar, "Electrochemical Investigation of Pitting Corrosion in N-Bearing Type 316LN Stainless Steel", Corrosion., 1993, 49(12), 977

2. J. Oudar, "Corrosion on the Atomic Scale", British Corrosion Journal, 1990, 25(1), 21

3. M. J. Cieslak, A. M. Ritter, W. F. Savage "Solidification Cracking and Analytical Electron Microscopy of Austenitic Stainless Steel Weld Metals", Welding Journal, 1982, 1-s

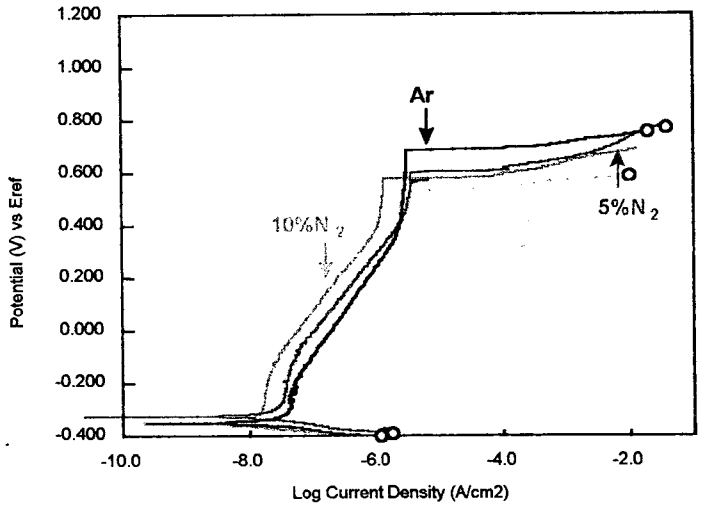

Fig. 1 Potentiodynamic Polarization Curve