

오스테나이트계 스테인리스강 용접부의 공식저항성을 위한 합금설계에 관한 연구

Study on Alloy Design for Improving Pitting Resistance of Austenitic Stainless Steel Weld in Ocean Water

변경일(Kyung-II Byun)*, 정호신(Ho-Shin Jeong)**, 성상철(Sang-Cheul Seong)*

* 부경대학교 대학원 재료공학과 ** 부경대학교 재료공학부

1. 서론

오스테나이트계 스테인리스강은 내식성이 우수하여 각종 부식 환경하에서 널리 사용되고 있지만 해수분위기에서 사용될 경우 여러 가지 형태의 국부부식이 발생할 수 있다. 본 연구는 해수 중에서의 오스테나이트계 스테인리스강 용접부의 공식 저항성을 향상시키기 위한 합금설계를 통하여 용접부의 공식저항력의 향상을 위하여 실시한 일련의 연구결과이다.

오스테나이트계 스테인리스강중의 유황의 함유량을 변화시킴과 동시에 주합금원소인 Cr과 Ni 함유량을 조절하여 공식전위에 미치는 합금원소의 영향을 평가하고자 하여 최적의 합금 조성 범위를 설정하고자 하였다. 또한 모재와 용접재 상호간의 공식특성의 변화와 아울러 용접부의 공식특성에 미치는 냉각속도의 영향을 고찰하였다.

2. 실험방법

2.1 실험재료

본 실험에 사용된 스테인리스강은 Cr과 Ni 함유량을 단계적으로 변화시켜 Cr_{eq} 와 Ni_{eq} 을 단계적으로 변화시켰고 C, Si, Mn은 각각 0.6%, 0.5%, 1.0%를 목표로 진공용해하였고, 열간 압연 종료후 1050℃에서 고용화 열처리하였다. 시험편 No.1~No.7은 유황 함유량 약 0.009%의 저유황재로서 Cr의 함량은 단계적으로 증가시키고 Ni의 함량을 단계적으로 감소시켰고, No.A~No.B 시험편의 경우는 유황 함유량 약 0.026%의 고유황재로서 이 경우에도 Cr과 Ni의 함유량을 단계적으로 변화시켰다.

2.2 TIG 용접 및 전기화학실험

용해제조후 열간압연하여 제조한 스테인리스강판을 용접전류 170A, 용접속도 25 cm/min의 용접조건으로 TIG 용접하였다. 냉각속도는 두 가지로 변화시켰으며 용접용 강판의 두께의 약 2/3 정도가 수중에 침지되도록 하여 냉각속도를 빠르게 하여 용접한 경우와 용접중 및 용접후에 공랭시키는 방법을 채용하였다. 용접된 시험편과 모재 시험편을 두께 5mm와 직경 15mm의 disc형상으로 가공한 후, 사포로써 #1500까지 연마하였다.

시험편의 해수중에서의 공식 저항성을 평가하기 위하여 Potentiostatical Polarization Tester를 이용해 공식전위와 부식전류를 측정하였다. 전지화학실험에서 기준전극(Reference Electrode)은 포화 칼로멜 전극을 사용하였고, 보조전극은 고밀도 탄소전극을 사용하였다. 시험용액은 ASTM D1141의 규정에 따라서 제조한 인공해수를 사용하였고, 실험중의 용액의 온도는 $29 \pm 1^\circ C$ 로 일정하게 유지하였다.

3. 실험결과 및 고찰

용접재와 모재의 공식 실험 결과, 용접재의 경우가 모재보다도 공식전위가 높고 보다 넓은 부동태 영역을 나타냈으며, 용접재중에서도 수냉한 경우가 공랭한 경우보다 높은 공식저항을 나타내었다. 이것은 공식저항에 유해한 압연 방향으로 길쭉하게 생성된 모재에 존재하는 MnS가 용접에 의해 고용화처리되거나 구상화되므로써 공식저항이 향상되는 것으로 사료된다.

Fig.1에서는 시험편 No.1의 용접재와 모재의 분극곡선을 비교하여 나타내었다.

Fig.2는 용접재(수냉)의 분극실험 후의 공식전위를 Schaeffler 당량비인 $(Cr_{eq}/Ni_{eq})^s$ 에 따라 내었다. 대부분의 시험편에서 Cr의 함량이 증가함에 따라서 대체적으로 공식전위는 증가한다는 것을 알 수 있다.

저유황재와 고유황재의 경우를 비교해 보면 황의 함량이 많은 경우 훨씬 낮은 공식 전위값을 나타내었다. 이것은 공식 site가 되는 MnS가 저유황재 보다 고유황재에 더 많이 존재하여 공식저항이 감소되는 것으로 사료된다.

Fig.3은 시험편 No.1(저유황재)과 시험편 No.A(고유황재)의 분극곡선이다.

Fig.4는 모재에 존재하는 MnS의 형상을 나타내는 SEM 사진이다. MnS가 압연방향으로 연신되어 있음을 알 수 있다.

4. 결론

합금설계한 오스테나이트계 스테인리스강의 용접부의 공식저항을 평가하였을 때, 용접한 시험편이 모재보다도 공식저항이 뛰어났고, 수냉한 경우가 공랭한 경우보다 공식저항이 조금 더 우수했다. 또한 Cr함량의 증가에 따라 부식저항이 향상되었고, Ni함량은 별 영향을 미치지 않았고, 고유황재 보다 저유황재의 경우가 부식저항이 월등히 뛰어났다.

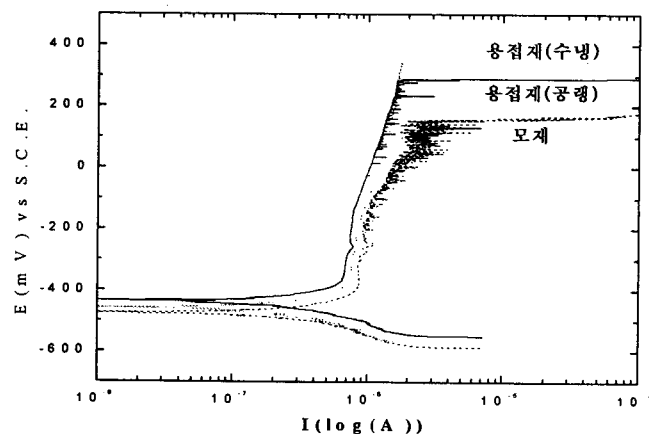


Fig.1 Polarization Curves of Specimen 1 in Artificial Water

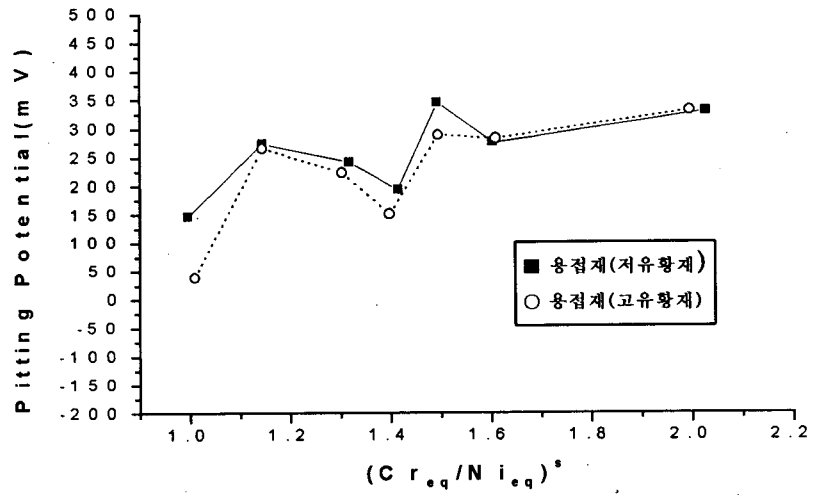


Fig.2 Variations of Pitting Potential(mV) with $(Cr_{eq}/Ni_{eq})^S$

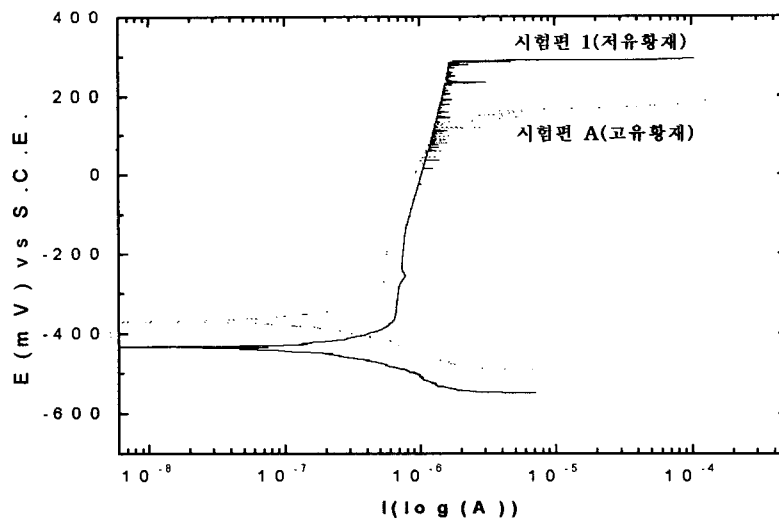


Fig.3 Polarization Curves of Specimen 1 and A in Artificial Water



Fig.4 Manganese Sulfide in Base Metal

참고문헌

1. E.H. Phelps et al. : J. Electrochem. Soc., 116, No. 6(1969), 213C
2. H.P. Leckie, H.H. Uhlig : J. Electrochem. Soc., 113, No.12(1966), 1262.
3. E. H. Phelps et al. : J. Electrochem. Soc., 116, No. 6(1969), 213C.
4. V. Hospadaruk, J.V. Petrocelli : J. Electrochem. Soc., 113, No.9 (1966), 878.
5. H. H. Uhlig : Corrosion Handbook, New-York · John Wiley & Sons(1948), 413.
6. N. Pessall et al. : OSW Research & Develop. Prog. Rept., No. 478(1969).
7. W.O. Binder, C. M. Brown : Proc. ASTM, 46 (1946), 593.
8. N. Pessall et al. : OSW Research & Develop. Prog. Rept., No. 478 (1969).
9. H.H. Uhlig : Corrosion Handbook, New-York · John Wiley & Sons (1948), 413.
10. ASTM, Wear and Erosion : Metal Corrosion , Section3, (1988) 98
11. E. McCafferty et al., in Corrosion of metals Processed by Directed Energy Beams, Metallurgical Society of AIME, Warendale, PA, p.1-21, 1982
12. M. Henthorne and R. J. Yinger, in Cleaning Stainless Steels, ASTM STP 538, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, p. 90, 1973.
13. M. Henthorne, in Sulfide Inclusions in Steels, American Society for Metals, Metals Park, OH, p.445, 1975.
14. M. Henthorne, Corrosion, Vol. 26, p.511, 1970