

Duplex 스테인레스 강의 pitting 부식에 미치는 화학성분의 영향

Effect of Chemical Composition on the Pitting Corrosion of Duplex Stainless Steel Weldments

성희준*, 배도기, 백광기
현대중공업(주) 종합연구소

1. 서론

천연가스등을 취급하는 해양구조물의 piping system 중 내식성과 강도가 동시에 요구되는 경우에는 2상 스테인레스 강(이하 duplex)을 많이 사용하고 있다. 일반적인 duplex는 그 화학 성분이 Cr 22%, Ni 5% 그리고 Mo 3% (UNS S31803)로써 상온에서 γ 상과 δ 상이 약 50대 50으로 존재한다.

Duplex에 대한 내식성 평가는 여러가지 시험 방법을 통하여 실시하게 되는데, 각 사용 환경에 따라서 다르게 요구되고 있는바, 특히 Cl^- 이온이 존재하는 분위기 하에서의 pitting 저항성을 주로 평가 기준으로 하고 있다. Pitting에 대한 강재의 저항성은 재료의 화학성분을 고려한 PRE_N 값 ($=\%Cr + 3.3x\%Mo + 16x\%N$)에 크게 의존한다. 그러나 용접부에서는 용접 열영향으로 비평형 조직이 생성됨으로써, 모재와 동일한 PRE_N 값을 가지더라도 pitting에 대한 저항성이 감소하게 된다.

본 연구에서는 모재 및 용접재의 PRE_N 값에 따른 duplex 용접부의 pitting 저항성을 ASTM G48에 따라서 평가하였으며, 그 결과를 검토하였다. 그리고 시험 전 시편의 표면조건에 따라서 pitting 저항성도 검토하여 보았다.

2. 실험 방법 및 결과

2.1 모재 및 용접재의 PRE_N 값에 따른 용접부 표준 pitting 시험

본 실험에 사용된 모재 및 용접재들은 표 1과 2에 나타낸 화학 조성을 가지며, 용접은 GTAW 기법을 사용하였다. 부식 시험용 시편은 Back bead를 그대로 둔 형태로 길이 20mm, 폭 50mm, 두께 10mm로 가공하였다. Pitting 시험은 시편을 먼저 약 15분가량 Pickling한 후 ASTM G48 방법 A에 따라서 24시간 동안 실시 하였으며, 그 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3에서 보여 주듯이 B1인 모재에 용접재가 F1인 경우는 모재의 열영향부와 용착금속에서 모두 pitting이 발생하나, 용접재 F2의 경우는 모재의 열영향부에서만 pitting이 발생하였다. 모재 B2의 경우는 용접재가 F1일 경우는 용착부에서 pitting이 발생하였지만, F2의 경우는 모재나 용접재 모두 pitting이 발생하지 않았다.

이상의 pitting 발생여부를 각 모재와 용접재의 PRE_N 값과 비교해보면, 모재나 용접재의 PRE_N값이 증가함에 따라 그 pitting 저항성이 증가함을 알 수 있었다. 따라서 모재의 PRE_N 값은 적어도 30.9보다는 커야 함을 알 수 있었다.

2.2 표면조건에 따른 pitting시험

모재 B2와 용접재 F2의 조합으로 구성된 용접부를 대상으로 하여 pitting 저항성에 미치는 시편의 표면조건의 영향을 평가하였다. 즉 표면 조건 As-welded, ground, pickled(15분), pickled(1시간), pickled(3시간)로 변화시켜 32℃에서 pitting 저항성 실험을 24시간 동안 실시하였다.

그림 1, 2에서 보여 주듯이 As-welded 보다는 grinding이나, pickling할 경우가 pitting에 대한 저항성이 향상되었다. 그리고 pickling의 경우 pickling 시간이 증가됨에 따라서 pitting에 대한 저항성이 증가하였다.

3. 결론

1. Duplex 모재의 PRE_N 값은 적어도 30.9보다는 커야만 23℃에서 용접부에 대한 pitting에 대한 저항성을 확보할 수 있었다.
2. 용접재의 PRE_N 값이 높은 재료가 더 우수한 pitting 저항성을 갖는다.
3. 용접부 표면의 처리, 즉, 일정시간 이상의 pickling등은 용접부의 내식성을 향상시킨다.

표 1. Duplex 모재의 화학 성분 비교(wt%).

모재	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	PRE _N *
B1	0.03	0.43	1.91	0.022	0.001	20.70	5.12	2.63	0.098	30.9
B2	0.02	0.43	1.51	0.022	0.002	22.44	5.42	2.89	0.16	34.5
B3	0.017	0.57	1.60	0.022	0.001	22.63	5.53	2.90	0.15	34.6

* PRE_N = %Cr + 3.3 %Mo + 16 %N

표 2. 용접재의 화학 성분 비교(wt%).

용접재	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	PRE _N
F1	0.014	0.47	1.58	0.017	0.001	22.32	8.86	3.10	0.14	34.8
F2	0.014	0.33	0.50	0.015	0.001	24.73	10.48	3.99	0.25	41.9

표 3. Pitting 시험 결과 (ASTM G48 'A', 23℃)

모재	용접재	Pitting 발생 부위	시험온도(℃)
B1	F1	HAZ(root),WM(root)	23(24시간)
	F2	HAZ(root)	
B2	F2	None	
B3	F1	WM(root)	
B2	F2	HAZ(root),WM(root)	32(24시간)

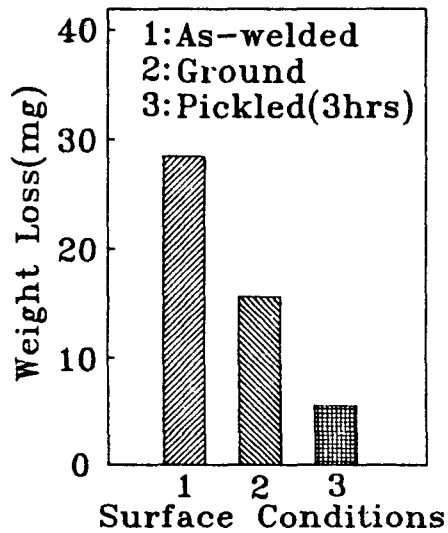


Fig. 1 Pitting test results with various surface conditions.

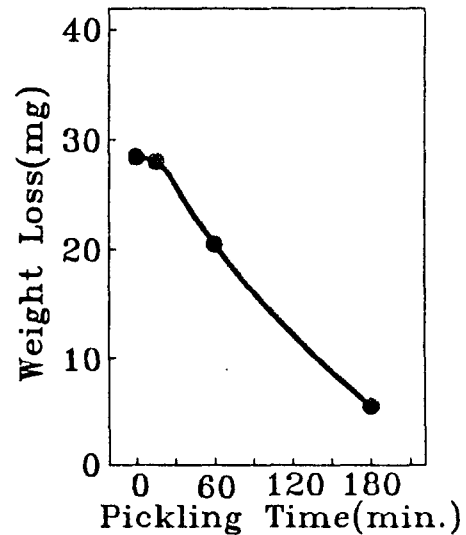


Fig. 2 Pitting test results with various surface pickling time.