

Duplex SS 육성 용접부의 물성에 미치는 열처리된 페라이트 함량의 영향

The Effect of Ferrite Ratio on the Properties of PWHT Overlaid Welds

성 회준*, 김 영일*, 서 창교*

*현대중공업 산업기술연구소

ABSTRACT Several duplex overlaid-weldments which have different ferrite ratio were prepared by changing welding heat input and post weld heat treatment were carried out to understand the effect of the ferrite ratio on the precipitation during post weld heat treatment. High heat input weldment indicated low ferrite ratio, while low heat input weldment has high ferrite ratio. Low ferrite ratio weldment showed much and faster precipitation. But high ferrite ratio weldment showed less and slower precipitation.

1. 서 론

최근 환경 규제 강화와 이에 따른 해양 구조물의 성능 향상 및 효율성 증대를 위하여 상부 구조물 중에는 이형(Duplex) 스테인리스 크래드강의 압력용기가 탑재되는 추세이다. 이러한 이형 스테인리스 크래드강의 경우 그 특성상 이형 스테인리스강이 반드시 사용된다. 일반적으로 이형 스테인리스강의 경우는 후열처리를 하게 되면 불안정한 시그마상의 석출로 취화되는 현상이 알려져 있다. 그러나 크래드강은 그 특성상 모재로서 일반강이 사용되므로 용접부의 두께가 38mm를 넘게 되면 후열처리를 반드시 하여야 한다. 따라서 이형 스테인리스강도 동시에 열처리를 받게 되어 페라이트상이 오스테나이트와 시그마상으로 분리가 일어나는 것으로 알려져 있다. 따라서 시그마 상의 석출에 따라서 재료가 크게 취화되는 것으로 알려져 있다[1]. 그리고 이러한 시그마 상의 석출은 용접부의 페라이트 함량과 연관을 가지고 있다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 용접 입열 조절을 통하여 페라이트 함량을 변화시킨 다음 후열처리 시간을 변경하여 페라이트 함량과 시그마 상의 석출에 대하여 연구하였다.

2. 실험 및 결과

2.1 모재 및 용접재

본 연구에 사용된 모재는 두께 14mm의 UNS S31803 스테인리스강을 사용하였다. 용접 재료는 이형스테인리스강 FCAW 용접 재료를 사용하였다.

Table 1. Chemical composition of weld metal and base metal

	Cr	Ni	Mo	N
BM (UNS S31803)	22	5	2.88	0.12
WM (E2209T1-1)	22	9	2.81	0.14

2.2 용접 조건

용접은 Fig. 1과 같이 BOP 용접으로 1pass 용접과 2pass 용접을 실시하였고, 1pass 용접의 경우는 용접 입열에 따른 페라이트 함량을 변화시켜서 열처리 시간에 따른 시그마상의 변화를 관찰하였으며, 2pass 용접의 경우는 후속 용접에 따른 영향을 관찰하기 위하여 준비하였다. 각각의 용접 조건은 Table 2에 정리하였다. Table 2에서 보여 주듯이 용접 조건의 전류와 전압은 고정시킨 상태에서 용접 속도만을 변화시켜 용접하였다. 해당 용접 조건으로 UNS S31803 위에 BOP 용접을 실시한 조건은 결과는 Table 3과 같다.

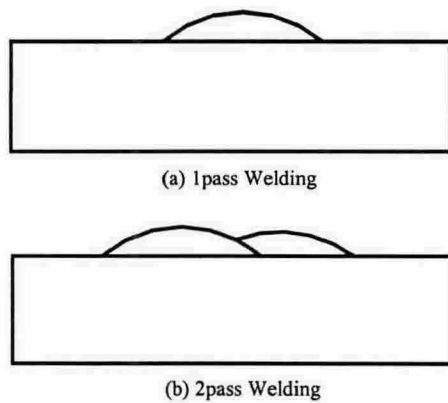


Fig. 1. BOP welding

Table 2. Welding conditions for BOP.

Cond.	Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Heat Input (kJ/cm)
1	200	28	30	11.2
2	200	28	17	19.8
3	200	28	11	30.5

Table 3. Welding sequence.

No	1Pass	2Pass
1	10kJ/cm	-
2	10kJ/cm	10kJ/cm
3	10kJ/cm	30kJ/cm
4	20kJ/cm	-
5	20kJ/cm	10kJ/cm
6	20kJ/cm	30kJ/cm
7	30kJ/cm	-
8	30kJ/cm	10kJ/cm
9	30kJ/cm	30kJ/cm

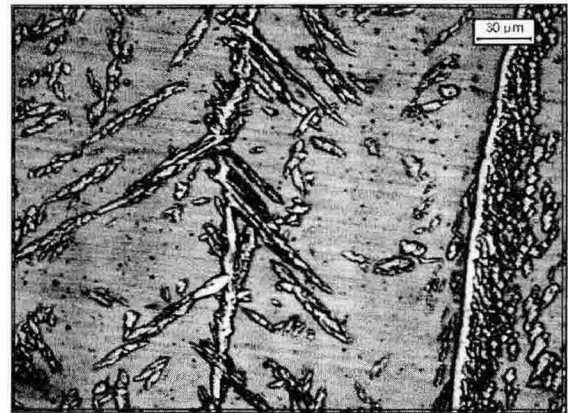
2.3 PWHT

용접 후열 처리는 625°C에서 강재의 두께를 고려하여 2.5, 5, 7.5시간 하였다. 그리고 상의 변화를 확인하기 위하여 37시간동안 열처리를 하였다.

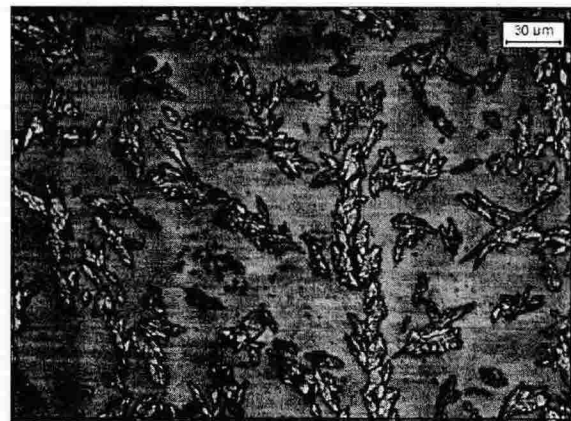
2.4 미세 조직 변화

용접 입열이 증가함에 따라서 이상 스테인리스 강의 용접부의 페라이트 함량은 감소하였다. 그리고 2pass 용접에서 후속 열에 의하여 열영향을 받은 부위는 페라이트 함량이 감소하였다. 각

조건에 대하여 후열처리 시간을 달리하였을 경우 후열처리 시간이 길어짐에 따라서 페라이트 상에서 석출상이 증가함이 확인되었다.



(a) 10kJ/cm



(b) 20kJ/cm



(c) 30kJ/cm

Fig. 2. Microstructure of as-welded weldments on the different welding heat input.

3. 결 론

이상 스테인리스강에 대한 육성 용접부에서 입열을 달리하여 페라이트 함량을 변화시킨 시험편에 대하여 625℃에서 2.5, 5, 7.5 그리고 37시간 열처리를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 10kJ/cm 입열에서 가장 높은 페라이트 함량을 보였으며, 30kJ/cm 입열에서 낮은 페라이트 함량에 보였다.
2. 2pass 용접에서 후속 용접열에 의하여 페라이트 함량이 열영향을 받은 부위에서 감소함을 확인할 수 있었다.
3. 페라이트 함량이 많을수록 주어진 후열처리 온도 및 시간에서 석출상의 석출량이 많음을 확인할 수 있었다.

4. 참고 문헌

- [1] Y. S. Sato and H. Kokawa, "Preferential precipitation site of sigma phase in duplex stainless steel weld metal", Scripta Materialia Vol. 40. No. 6 pp. 659~663, (1999)