

SAW 용착금속의 고온균열 발생에 미치는 Ni의 영향

An Effect of Ni on Hot Crack Sensitivity of SAW Weld Metal

김 광 수, 김 대 순, 최 기 영
현대중공업(주) 산업기술연구소, 울산시 동구 전하동 1

1. 서 론

SAW 용착금속의 고온균열 민감성을 평가하는 지수로서는 BS 5135 Appendix F에서 제시하고 있는 UCS 지수($UCS = 230C + 190S + 75P + 45Nb - 5.4Mn - 12.3Si$)와 Wilkinson이 제시한 HCS 지수($HCS = (C \times (S + P + 0.04Si + 0.01Ni) / (3Mn + Cr + Mo + V))$)가 널리 사용되어 지고 있다. 이 두 지수를 비교해보면 C, S, P, Mn의 영향은 유사하지만, Ni, Cr, Mo, V의 효과는 서로 다르게 평가되어 있다. UCS지수는 최대 1% Ni, 0.5% Cr, 0.4% Mo, 0.07% V은 고온균열 민감성 지수에 영향이 없다고 제시하였다. 반면, HCS의 경우, 고온균열 민감성을 증가시키는 원소로 평가된 Ni의 경우, 1%의 Ni 함유량 변화는 S 또는 P의 0.01%의 함유량 변화와 동일한 효과를 가지는 것으로 평가되어 있다. S와 P의 경우 보통 소수점 셋째 자리 즉, 0.01x의 변화가 일반적이고 둘째 자리의 변화는 아주 큰 변화인 것을 고려하면, Ni 함유량 1%의 영향은 아주 큰 것으로 볼 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 저온인성 향상을 위하여 가끔 사용되고 있는 Ni 첨가 강재 또는 용접재료의 고온균열 민감성을 평가하고, 아울러 UCS지수와 HCS지수에서 서로 다르게 평가된 Ni의 고온균열 민감성을 정량적으로 평가하고자 Ni 함유량 변화에 따른 고온균열 발생 경향을 평가하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 시험 방법

시험에 사용된 강재는 0.17%C-0.34%Si-1.42%Mn-0.018%P-0.003%S의 화학조성을 가지는 SWS520 Grade이었고, SAW 용접와이어는 AWS Class. EH-14 4.8 ϕ 를 사용하였고, 용착금속의 Ni 함유량을 0%에서 0.8%까지 변화시키기 위하여 Fe-Ni 첨가량을 변화시킨 플럭스를 사용하였다. 용접 시편의 형상은 그림 1과 같이 펠릿 시편을 사용하였다. 시편을 구속시키기 위하여 용접 끝단부에 20mm 두께의 작은 판재로 6mm의 용접 각장으로 구속용접을 하였다. 용접 조건은 AC 용접 전원을 이용하여 800A/35V/40cm/min.의 조건으로 용접을 실시하였다. 용접자세는 1F 자세로 먼저 한쪽면(표면)을 용접한후 반대로 뒤집어 반대면(이면)을 용접하였다. 용접후에는 용접부의 표면을 액체침투 탐상법으로 균열 발생여부를 관찰하였고, 용접부의 단면 마크로를 이용하여 단면에서의 균열 발생경향을 평가하였다.

2.2 시험 결과

용접후에 비드표면을 액체침투탐상법으로 관찰한 결과, Ni의 함유량이 0.03%인 용착

금속의 비드표면에서는 균열이 관찰되지 않았고, 0.56%와 0.77%의 Ni이 함유된 용착금속은 표면과 이면의 용접부 모두에서 균열이 관찰되었다. 용접부의 단면 마크로를 예칭하여 관찰한 결과, 그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이 0.56%와 0.77%의 Ni을 함유한 용착금속에서는 균열이 크게 발달해 있음을 볼 수 있었고, 그 균열 길이의 차이는 크지 않았다. 0.03%의 Ni을 함유한 용착금속에서는 균열이 대부분의 용접길이에서 관찰되지 않았지만, 용접길이의 2/3지점에서 용접 이면부에 작은 길이의 균열이 관찰되었다.

3. 결 론

SAW 용착금속에 0.02%, 0.56%와 0.77%의 Ni을 첨가하여 필렛 용접을 실시한 결과, 0.02%의 Ni을 함유한 용착금속에서는 균열이 발생되지 않았지만, 0.56%와 0.77%의 Ni을 함유한 용착금속에서는 고온균열이 발생하였다. 따라서, Ni은 고온균열 발생에 큰 영향을 미치는 원소로서 UCS 지수를 재정립할 필요가 있다.

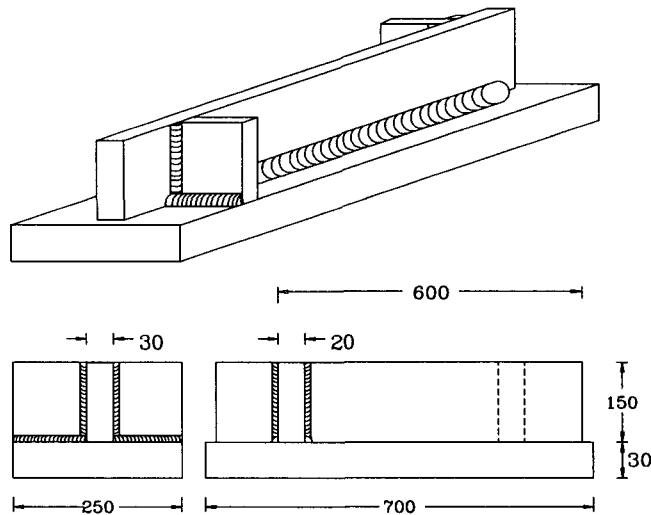
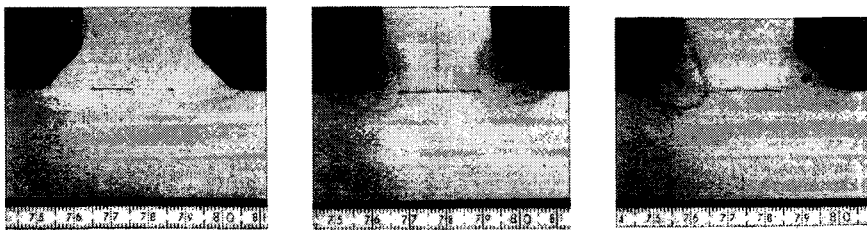


그림 1 시편 형태



a) 0.02% Ni

b) 0.56% Ni

c) 0.77% Ni

그림 2 용착금속의 Ni 함유량별 균열 발생 형태