

Cr-Mo강 육성용접부의 미세조직에 미치는 용접조건 및 PWHT의 영향 (Effect of welding conditions and PWHT on microstructures of overlay welding zone in Cr-Mo steel)

김성곤 강정운* 김동진 김정태 지병하 김병훈** 박화순***
부산대학교* 한국중공업** 부경대학교***

1. 서론

일반적으로 직타리액터는 운전온도가 높기 때문에 내열강중에서도 특히 고온강도가 높은 2.25%Cr-1%Mo강을 모재로 사용하고 있으며, 그 내면에 내식성을 고려하여 austenite계 stainless강을 라이닝하여 사용하고 있다. 그러나 최근 plant의 process가 한층 고온, 고압화 및 대형화됨에 따라 용기재료는 보다 가혹한 조건하에서 사용될수 있는 것이 요구되는 실정이다. 이와 같이 극한 조건에 부합되는 강재로 기존의 2.25%Cr-1%Mo강보다 고온강도 및 내수소침식성이 우수한 3Cr-1Mo강이 개발되었다. 그러나 본 강종의 해당 화학용기기에 대한 국내의 적용 경우는 거의 없으며 또한 계통적인 연구도 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건전한 덧살용접부를 얻기 위한 용접기술을 확립하는 것을 목적으로, 우선 stainless강 덧살용접부의 미세조직에 미치는 용접조건(용접속도 및 용접전류)의 영향을 검토하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 모재는 3Cr-1Mo강이고, 덧살 용접봉은 309L austenite계 stainless steel을 사용하였다. 용접방법은 정전압 특성의 직류전원(역극성)을 사용한 electroslag 용접법으로서, 용접전압은 27V, 예열온도는 373~423K(100~150℃)으로 하였으며 용접전류 및 용접속도는 변화를 주어 용접을 실시하였다. PWHT처리를 위해 용접된 시편을 용접면에 수직인 방향으로 절단한 후, 690℃에서 각각 15hr, 24hr, 48hr, 72hr, 96hr로 PWHT처리를 행하였다. 용접부 조직을 관찰하기 위하여 emery paper #1500까지 연마 후, 아세트 bath에서 초음파 세척을 하였다. 용접부 조직관찰은 왕수 + 알콜 부식액으로 부식하여 광학현미경(O.M)과 주사식 전자 현미경(SEM)으로 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig.1은 As welded 상태에서 용접속도에 따른 용접부의 미세조직 사진이다. 용접속도가 증가함에 따라 용접금속(309L austenite계 stainless강)에서 δ -ferrite형상은 점차 미세해짐을 알 수 있고, 용접부 부근에서 조대 오스테나이트 입경의 장축 길이가 감소하는 것을 알 수 있었다. 그리고 용접부에 존재하는 마르텐사이트층을 용접금속의 오스테나이트 조직과 구별하기 위해 각각의 경도를 측정하여 보았다. 측정 결과 Fig.1에서 A부분(오스테나이트)은 Hv200-250정도의 경도값을 나타내었고, B부분(마르텐사이트)은 Hv350-400정도의 경도값을 나타내었다. Fig.2는 As welded 상태에서 용접속도의 변화에 따른 마르텐사이트층의 폭을 정량화 한 것이다. 용접속도가 증가함에 따라 마르텐사이트층의 폭이 증가함을 알 수 있다. 이것은 dilution ratio가 감소하여 냉각속도가 빨라지기 때문인 것으로 판단된다. As welded 상태에서 용접속도의 증가에 따른 조대 오스테나이트 입경의 장축 길이의 변화를 Fig.3에 나타내었다. 조대 오스테나이트 입계의 장축 길이는 용접속도가 증가할수록 감소하

는 경향을 보여 주고 있다.

Fig.4는 PWHT 유지 시간에 따른 용접부의 미세조직 변화를 보여 주고 있다. 용접금속에 존재하는 δ -ferrite의 형상은 PWHT 유지 시간이 길어짐에 따라 미세해짐을 알 수 있다. 690°C에서 24시간동안 PWHT처리를 하면 침탄층이 형성되고, PWHT 유지시간이 길어지면 침탄층의 두께도 증가함을 알 수 있다. 이러한 현상은 모재 쪽의 탄소가 용접금속 쪽으로 확산되고, PWHT 유지 시간이 증가할수록 확산량도 증가하는 것으로 생각되어 진다. PWHT 유지시간의 변화에 따른 침탄층의 폭을 정량화 한 것이 Fig.5이다.

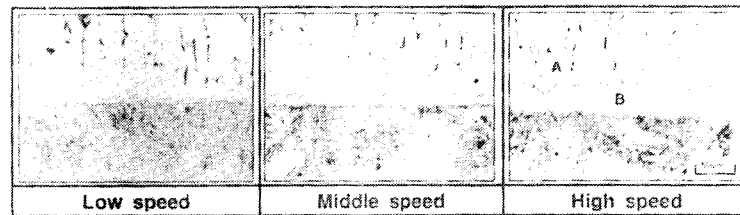


Fig.1 Microstructures of overlay welding zone with change of welding speed in as-welded state

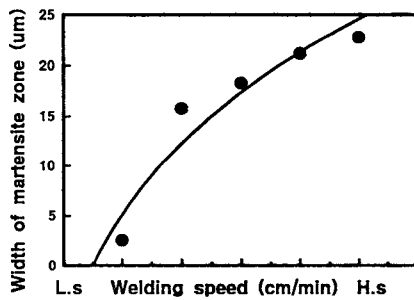


Fig.2 Effect of welding speed on the width of martensite zone. (L.s:Low speed, H.s:High speed)

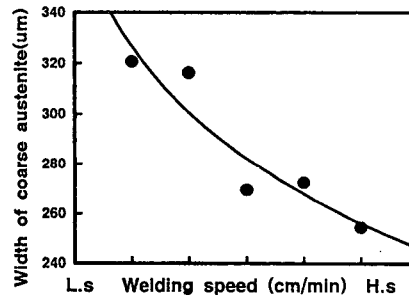


Fig.3 Effect of welding speed on the width of coarse austenite. (L.s:Low speed, H.s:High speed)

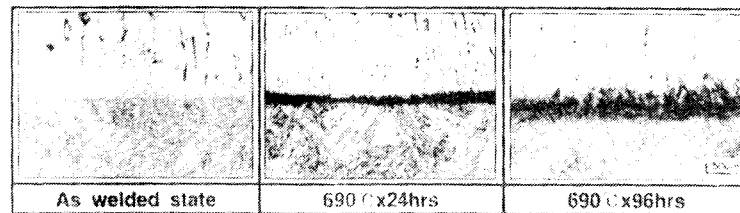


Fig.4 Microstructures of overlay welding zone with PWHT holding time.

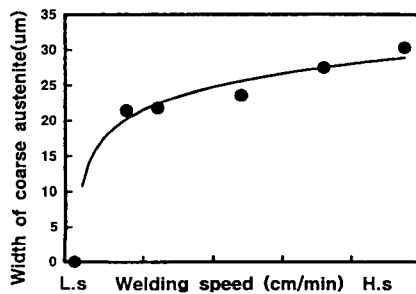


Fig.5 Effect of PWHT welding time on the width of carburized zone.