

Cr-Mo강의 모재 및 육성용접부의 미세조직에 관한 연구

(A Study on microstructures of base metal and overlay welding zone in Cr-Mo Steel)

부산대학교 이경운 김동진 강정윤
부경대학교 박화순

1. 서론

최근 화학 plant process의 고온·고압·대형화 및 조업 조건이 더욱더 가혹화됨에 따라, 이와같은 극한 조건에 부합되는 강재로 기존의 2¼Cr-1Mo강보다 고온 강도 및 내수소침식성이 우수한 3Cr-1Mo압력용기강이 개발되었다. 그러나 본 강종의 해당 화학용기기에 대한 국내의 적용 경우는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Austenite화 처리온도에 따른 결정입경의 변화, 뜨임처리에 따른 미세조직의 변화 및 DSC 열분석에 의한 모재의 열처리 특성을 파악하였으며, 용접조건의 변화에 따른 stainless강 덧살 용접부의 미세조직 및 용접금속의 미세조직을 관찰 하였다.

2. 실험 방법

본 실험의 열처리는 3Cr-1Mo강을 사용하였으며, 열분석에 사용된 시험편은 925℃에 수냉한 것으로, 열분석은 승온속도 10℃/min의 속도로 Ar 분위기중에서 1350℃까지 가열하였다. 덧살용접에서 용접금속은 309L austenite계 stainless steel을 사용하였다. 용접은 정전압 특성의 적류전원(역극성)을 사용한 electroslag 용접법, 용접조건은 전류 1200A, 전압 27V, 용접속도 15cm/min, 예열온도는 100~150℃으로 하였다. PWHT는 690℃ × 24hr, 48hr, 72hr, 96hr의 조건으로 하였다. 용접부 조직은 왕수 + 알콜 부식액으로 부식하여 광학현미경(O.M)과 주사식 전자 현미경(SEM)으로 관찰하였다. EDX 분석을 통해 용접부에서 존재하는 생성상을 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 강재의 열처리 특성을 파악하기 위하여 Austenite처리 온도에 따른 prior austenite 결정립 크기 변화를 관찰하였다. Fig 1에 나타난 바와 같이 900~1000℃에서는 거의 일정한 결정립 크기를 나타내며, 1000℃이상에서는 결정립이 조대해 지고 있음을 알 수 있다. 이것은 미량원소로 첨가된 Ti, V, Nb, Al이 고온에서도 안정한 NbN, VN, TiN, AlN등의 질화물을 형성하여, 1000℃ 미만에서는 Austenite 입계 이동을 방해하며, 1000℃ 이상에서는 이와같은 질화물의 성장으로 입계 이동의 억제 작용이 감소하여 결정 성장이 일어나기 때문인 것으로 생각되어 진다.

표 1은 DSC열분석 곡선에 나타나는 피크점의 온도를 나타내고 있으며, 각 피크에서 상변화를 파악하기 위하여 피크온도 전후에서

각각 열처리를 행하여 조직 및 경도를 조사하여 보았다. Fig 2는 열처리에 따른 경도 변화를 나타내고 있다. 이것으로부터 피크점 480℃에서 경도값이 상승하여 540℃까지 거의 같은 수준으로 경도값을 유지하였다. 이것은 Cr-Mo강에서 나타나는 Cr 및 Mo탄화물의 생성에 의한 2차 강화 현상으로 생각된다. 한편 경도 및 SEM 조직등을 관찰한 결과, peak 2는 미세석출

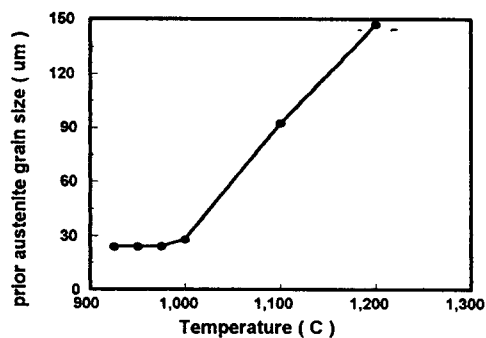


Fig. 1 Variation of prior austenite grain size with austenitizing temperature

불의 고용, peak 3는 2상 공존구역, peak 4 및 5는 각각 AlN, TiN의 고용온도인 것으로 생각된다.

Fig 3은 텃살 용접한 시료를 690°C에서 24hr, 96hr 동안 PWHT 처리한 경우의 모재/용접금속 및 309L 1st layer의 계면에서 1/2 지점에서 광학 현미경 조직을 나타낸다. 이것으로부터 PWHT 처리 시간이 증가함에 따라 침탄폭이 증가하며, 망상의 δ ferrite가 분해되어 불연속적인 형상으로 변화하고 있음을 알 수 있다.

Fig 4는 PWHT 처리 시간에 따른 평균 침탄층 폭의 변화를 정량화 한 것으로 PWHT 처리 시간이 길어짐에 따라 침탄폭이 증가하는 것은, 유지시간이 증가함에 따라 모재쪽의 탄소가 309 Stainless Steel 쪽으로 확산되고 시간이 길수록 확산량이 증가하기 때문인 것으로 생각되어진다.

Table 1 Peak temperature of DSC curve

	peak 1	peak 2	peak 3	peak 4	peak 5
Temperature	480°C	769°C	838°C	1094°C	1324°C

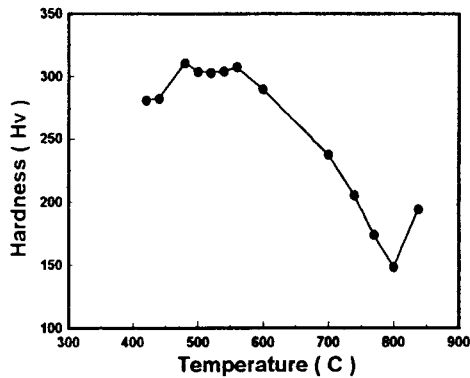


Fig. 2 Hardness variation with quenching temperature

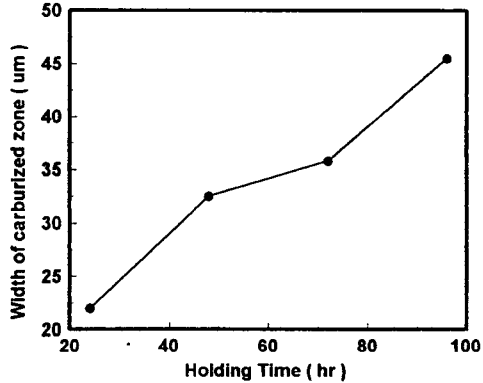


Fig. 4 Effect of holding time at 690°C on the width of the carburized zone

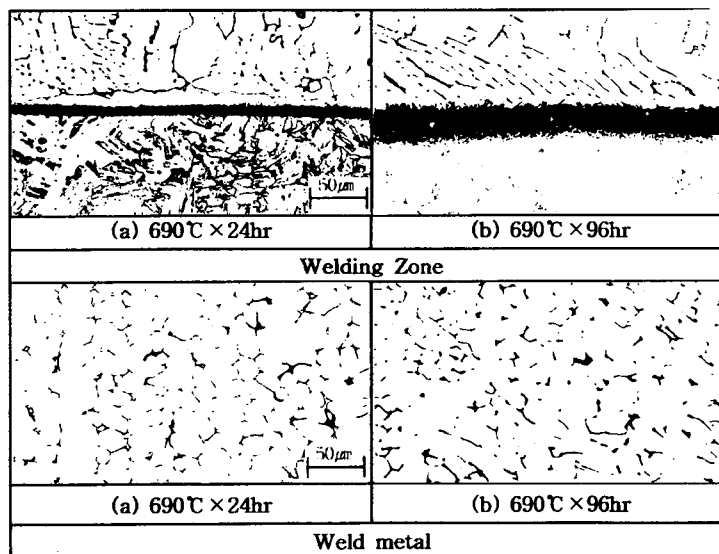


Fig. 3 Microstructure of the Welding zone and weld metal.