2004년도 춘계 학술발표대회 발표논문, 2004년 5월, 제주

레일강의 아크 용접특성에 관한 실험적 연구

An experimental study on Arc weld characteristic for Railroad steel

이보영*, 김재성, 류덕희**, 김 용**, 권호진***, 정우현******

*한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부
**한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과 대학원
*** (주) 강원레일테크
**** (주) 고려용접봉 기술연구소

1. 서 론

용접성은 모재의 조직과 기계적 성질 및 Bond부와 열영향부의 조직과 기계적 성질의 관계로 평가된다. 탄소 함량이 높은 레일강의 경우 용접을 하고 나면 열영향부에 마르텐사이트와 같은 취약 조직을 형성하여 경도 값이 높아지고 인성이 저하되어 균열발생 가능성이 높아진다.

본 연구는 예열을 한 레일강에 SMAW 용접법으로 육성용접을 실시한 후 레일강 용접부의 비드형상, 조직, 경도 및 화학조성 등을 비교·검토하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 피복아크용접(SMAW : Shield Metal Arc Welding)으로 레일강 위에 BOP(bead on plate)용접을 실시하였다. 용접봉은 라임티나니아계 용접봉인 AWS E309Mo-16을 사용하였으며, 예열 온도 변화에 따른 용접부의 특성을 조사하기 위해 전류 120A, 전압 22V의 동일조건 하에서 Table 2과 같이 예열을 진행한 후 수동 용접을 실시하였다.

Table 1 Chemical composition of base metal (KS R9106 : UIC60)

성분	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
%	0.74	0.26	0.95	0.01	0.014	0.007	0.022	0.009

Table 2 Experimental conditions

실험번호	1	2	3	4
예열조건(℃)	350	400	450	500

3. 실험 결과

3.1 비드외관과 마크로 사진

마크로 사진을 통해 용입 깊이, 비드 폭, 덧살 높이를 분석한 결과, 용입 깊이와 덧살 높이 모두 450℃ 예열을 한 시편의 경우가 가장 높은 수치를 나타냈다.

Table 3 Result of penetration, bead width and bead height

번호	용입 깊이 (mm)	비드 폭 (mm)	덧살 높이 (mm)
1	1.6	12.3	2
2	1	12.7	2.4
3	2.1	11.6	2.9
4	1.9	14	2.4

3.2 화학 조성

예열 조건에 따른 각 용접부의 화학조성을 Table 5에 나타내었다. 용접후 C의 함량은 감소하였으며 Cr, Ni, Mo의 함량이 현저히 높아진 것을 확인 할 수가 있었다. 용접 금속(weld metal)부의 경도 값이 낮아진 것도 탄소 함량이 줄어든 것에 기인한다.

Table 4 Chemical composition of weld metal

예열온도(℃)	350	400	450	500
조성	W/M	W/M	W/M	W/M
C	0.25	0.25	0.26	0.28
Si	0.52	0.55	0.5	0.46
Mn	0.84	0.86	0.87	0.83
P	0.025	0.025	0.025	0.025
S	0.014	0.014	0.014	0.015
Ni	6.8	7.1	6.3	5.86
Cr	14.7	14.9	14.07	13.5
Mo	1.13	1.16	1.02	0.95
Cu	0.04	0.04	0.034	0.029
Nb	0.013	0.014	0.01	0.009
Co	0.04	0.042	0.036	0.032

3.3 경도 시험

경도 시험은 마이크로 비커스 경도기(Micro V -ickers Hardness)를 사용하였으며, 시험편을 정마한 후 하중 1kgf로 0.5mm 간격으로 측정하였다. Fig. 1과 Fig. 2는 예열조건에 따른 경도분포 곡선으로 열영향부의 경도 값이 가장 높게 분포하고 있음을 보였으며, 용접금속의 경도는 모재부나 열영향부 보다 낮게 나타나는 경향을 보였다.

압연 레일의 경우 보통 펄라이트 또는 베이나이트로 구성된다. 열영향부의 경우 예열 500℃를 하였을 때의 경도 값이 가장 낮게 분포하였다. 이는 예열온도가 높을수록 냉각속도가 느려져 마르텐사이트 조직이 감소하였다고 판단된다.

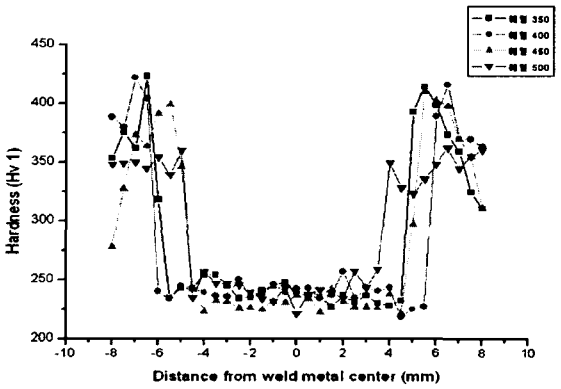

Fig. 1 Result of hardness test(Weld metal)

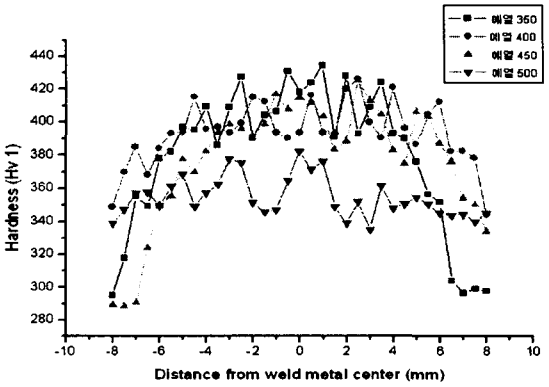

Fig. 2 Result of hardness test(HAZ)

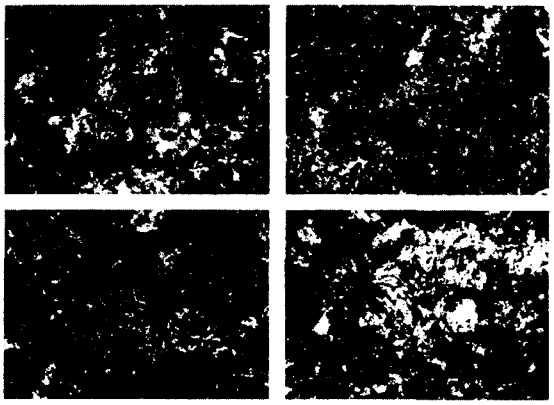

Fig. 3 Microstructure of base metal
a) 350℃, b) 400℃, c) 450℃, d) 500℃

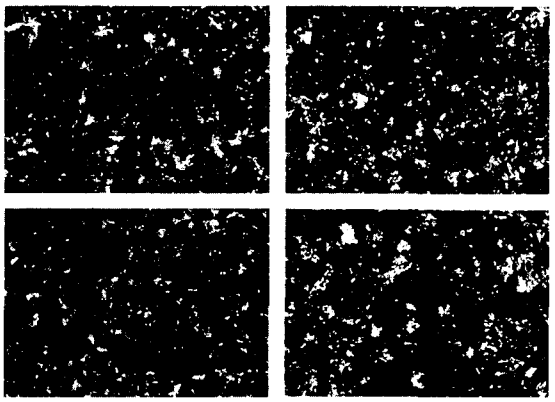

Fig. 4 Microstructure of HAZ
a) 350℃, b) 400℃, c) 450℃, d) 500℃

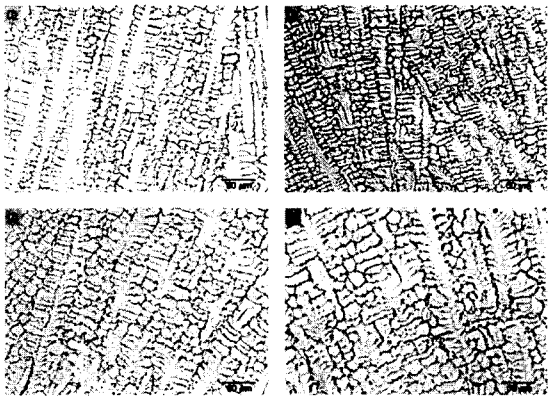

Fig. 5 Microstructure of weld metal
a) 350℃, b) 400℃, c) 450℃, d) 500℃

4. 결 론

레일강에 대하여 피복아크용접(SMAW)시 예열 온도변화에 따른 비드외관, 경도, 미세조직 등에 대한 실험적 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 레일강의 육성 용접시 400℃로 예열을 하였을 경우 용입이 가장 좋게 나타났다.

2) 용접후 용접부의 탄소함량이 현저하게 감소되었으며, 예열의 온도가 높을수록 조직이 미세화되고 경도 값이 낮아졌다.

후 기

본 연구는 한국항공대학교 용접공학연구실에서 이루어졌으며, 함께한 연구원들에게 감사드립니다.

참고문헌

1. 이해우, 신용택, 1998, "예열온도 변화에 따른 레일용접부의 충격인성 및 균열특성", 열처리공학회지, 제 11권 제 1호, pp.62~72.

2. American Society for Metals : Metals Handbook, Vol. 9, Metallography and Microstructures, ASM 9th (1985), 222

3. 대한용접학회, 용접·접합 편람(2002)