

열연강판의 Flash butt 용접특성

Flash butt Weldability of Hot-rolled Steel

엄호섭, 김기철, 이창희, 김태원*

산업과학기술연구소

* 포항종합제철주식회사

1. 서언

Flash butt(F/B) 용접법은 용접부의 이음특성이 매우 우수하고, 비교적 넓은 단면적을 가진 재료의 용접도 단시간에 완료되는 고능률용접법이기때문에, 자동차 wheel rim의 용접 및 압연line에 있어서 열연coil의 접합 등에 널리 이용되고 있다. F/B 용접부는 성형공정 또는 압연시에 파단되는 경우가 발생하는데, 강종에 따라 그 정도의 차이가 있어 강제 화학성분의 영향을 크게 받는 것으로 알려지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 열연강판의 F/B용접성 검토를 목적으로 강종에 따른 F/B용접 이음강도를 평가하고, 야금학적 거동을 조사하였다.

2. 실험방법

실험에 이용된 용접소재는 Table 1 에 나타낸 것과 같이 동급의 인장강도를 갖으나 화학성분이 서로 다른 열연강판들이다.

Table 1 시험재의 화학성분, 인장강도 및 단면척수

Test Material	Size (mm)	Chemical compositions (wt%)							Tensile Strength (kgf/mm ²)
		C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	
Steel A	2.3t x 950W	0.021	0.004	0.173	0.013	0.02	0.032	0.004	38.4
Steel B	2.3t x 950W	0.005	0.378	0.262	0.056	0.006	0.001	0.005	36.8

용접은 두께 1.5~6.5mm 및 폭 600~1600mm의 강판을 용접할 수 있는 2500 kVA급 용접기로 하였으며, 주요용접조건을 Table 2 에 나타낸다.

용접 이음강도는 인장시험, 굽힘시험 및 Erichsen시험으로 평가하였으며, OLM 및 SEM관찰과 EPMA분석을 통하여 야금학적 거동을 조사하였다.

Table 2 주요 flash butt 용접조건

Condition	A	B
Initial extension	14 mm	18 mm
Final die opening	14.5 mm	18.5 mm
Flash length	11 mm	14.5 mm
Upset length	2.5 mm	3.0 mm
Open-circuit voltage	5.7 V	7.6 V

3. 실험결과 및 고찰

동일한 단면척수의 두 열연강판 steel A와 steel B를 F/B용접 조건A 로 용접한 후, 각종 강도시험방법으로 평가된 결과를 Table 3에 나타낸다. Steel A는 충분한 강도를 갖고, 용접부파단이 발생하지 않고 있는데 반하여, steel B는 성형강도 시험방법인 Erichsen 시험뿐만아니라 굽힘시험에서도 100% 용접부 파단이 발생하고 있다.

Table 3 F/B용접 조건 A에 의한 강도특성 비교

구 분	Erichsen test	Tensile test		Bend test	
	파단을	강도특성	파단을	강도특성	파단을
Steel A	0 %	115 %	0 %	101 %	0 %
Steel B	100 %	114 %	25 %	97 %	100 %

강도시험에 의한 Steel B의 파단면을 SEM관찰 및 EPMA분석한 결과, 강재 성분중 Si 성분이 flashing과정중에 산화되어 생긴 Si계 산화물이 upset과정중에 용융금속과 함께 완전배출되지 않고 잔류된 penetrator임을 알 수 있었다. 이 penetrator에 의한 균열발생을 강재성분 중 Mn과 Si의 비율로 나타낸 Mn/Si비로서 예측할 수 있다는 연구결과[1]로부터, steel B는 Mn/Si비가 약 0.7 이므로 steel B의 강재성분 중 Si가 용접부 파단에 크게 영향을 미침을 뒷받침하고 있다.

Steel B를 Table 2의 F/B용접 조건 B로 용접한 후 강도평가한 결과를 Table 4에 나타낸다. 인장시험에 의한 파단율은 개선되지 않았지만, Erichsen 시험 및 굽힘시험에 의한 파단율은 매우 크게 개선되었음을 알 수 있다. Steel B는 Steel A를 만족시키는 용접조건A 와 비교하여 약간 더 큰 입열량과 긴 flash length를 필요로 하는데, 이는 일반적으로 Si와 Mn이 증가하면 모재의 전기저항이 증가한다는 연구결과[2]를 고려하면, 전극과 용융단면간의 joule발열을 원활히 하기 위한 적절한 전기입력이 요구됨을 시사하며, 이와 아울러 upset length의 증가는 잔류산화물 배출의 효과를 향상시켰다고 사료된다.

Table 4 F/B용접 조건 B에 의한 steel B의 용접부 강도특성

구 분	Erichsen test	Tensile test		Bend test	
	파단을	강도특성	파단을	강도특성	파단을
Steel B	10 %	121 %	25 %	102 %	0 %

참고문헌

- [1] 橋本俊一 外: R&D神戸製鋼技報, Vol.33, No.4, p.49
- [2] 山内信幸, 高 隆夫: 日本溶接學會全國大會講演概要, 26集, p.210