

대입열 용접용 EH36-TM 강재의 용접부 성능

Performance of Welded Joint using EH36-TM Steel for Large Heat Input Welding

안 영호*, 정 홍철*, 박 영환*, 이 중봉*

* POSCO 기술연구소 접합연구그룹

1. 서 론

최근 선박의 대형화로 사용강재의 고강도 화 및 후물화는 물론, 용접 생산성 향상을 위한 대입열 용접의 적용 필요성이 대두되고 있다. 용접 입열량이 500kJ/cm 이상인 대입열 용접에서 용접부 성능을 확보하기 위하여는 용접부 조직의 미세화가 우선적으로 요구된다. 이를 위하여 고온에서 안정한 미세 석출물을 활용하는 대입열 용접 열영향부 조직제어 기술을 확립하였다.

따라서 본 연구에서는 용접부 조직제어 기술을 활용함으로써 대입열 용접에서도 용접부 성능을 확보할 수 있는 대입열 용접용 EH36-TM 강재의 용접부 조직 및 기계적 성능을 소개하고자 하였다.

2. 시험재 및 실험방법

본 연구에서 사용한 시험재는 대입열 용접용으로 시험 생산한 EH36급 강재로서 판두께는 80mm였으며, TMCP(Thermo-Mechanical Control Process) 공정으로서 압연 생산되었으며, Table 1은 현장 시험 생산재의 화학성분을 나타낸 것이다. 대입열 용접은 Tandem EGW 용접법으로 실시하였으며, 용접재료는 현재 시판되고 있는 제품을 사용하였다. 용접부는 V 개선으로 기계가공하였으며, 개선 각도는 14°, 루트간격은 12mm로 하였다. 용접조건은 입열량이 570kJ/cm로 판두께 80mm를 1층 용접으로 완료토록 하였으며, 상세한 용접조건은 Table 2에 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig 1은 570kJ/cm 대입열 용접부의 연속 조직사진을 나타낸 것이다. 용접부는 대입열 용접을 적용했음에도 전반적으로 미세한 조직 분포를

보이고 있다. 특히 대입열 용접부에서 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 AGS(Austenite grain size)의 성장이 크게 억제되었음을 알 수 있고, 특히 대입열 용접부에서 조대하게 성장하는 입계 페라이트는 용접금속과 경계를 이루는 용융선(Fusion line) 부근에서만 일부 관찰될 뿐 용접부 전체는 미세한 페라이트와 펄라이트 주체의 조직으로 이루어졌음을 알 수 있다.

Table 3은 대입열 용접부의 인장성능을 평가한 결과를 나타낸 것이다. 용접부 인장시험은 판두께 80mm의 두께 1/4(Face부), 1/2(Center부), 3/4(Root부)에 대하여 각각 실시하였다. 용접부 항복강도는 Face, Center, Root부 각각 412.6, 411.3, 412.3MPa이며, 인장강도는 각각 539.7, 544.6, 540.1MPa로서 선급 규격의 요구조건을 충분히 만족하는 결과를 보이고 있다.

Fig.2는 -20 에서 대입열 용접열영향부의 충격인성을 나타낸 것이다. 용융선을 포함한 용접 열영향부 모두 선급 규격에서 요구하는 기준을 충분히 만족하고 있다. 즉, 용융선 부근과 용융선+1mm에서의 충격인성은 평균 100J, 120J 정도이며, 용융선+3mm, 5mm의 용접 열영향부는 200J 이상의 매우 우수한 충격인성을 나타내고 있다. 한편 두께 방향의 채취위치에 따른 충격인성은 Face, Center, Root에 따라서 다소 편차가 있음을 알 수 있으며, 전반적으로 판두께 중심부근의 충격인성이 가장 낮은 값을 보이고 있으며, 편차도 가장 크게 발생하고 있음을 알 수 있다. 특히 용융선+1mm에서는 43J 정도로 매우 낮은 충격인성을 갖는 경우도 발생하고 있으나, 규격의 개별치에서 요구하는 24J 이상을 충분히 상회하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 Center 부근에서 충격인성의 편차가 큰 것은 이는 판두께 중심부근에 존재하는 중심편석이 그 원인이라 판단된다.

이상과 같이 대입열 용접용 강재의 입열량

570kJ/cm 용접부의 기계적 성능이 양호하는 것은 고온에서 안정한 미세 석출물에 의하여 1400 부근의 용접부에서 오오스테나이트 성장이 억제됨에 따라, 오오스테나이트의 미세화가 실현되고 이로 인하여 용접부의 조직이 미세화되었기 때문이라 판단된다.

4. 결 론

1) 대입열 EH36-TM 강재의 대입열 용접부는 미세한 페라이트와 펄라이트 조직으로 이루어지며, 용접부의 강도는 규격의 요구치를 충분히 만족하였다.

2) 대입열 용접부의 충격인성은 100J 이상으로 양호하였으며, 이는 용접부 미세조직의 분포와 직접적인 상관성이 있는 것으로 판단된다.

Table 1 Chemical compositions of newly developed EH36-TM

C	Si	Mn	P	S	Al
0.07	0.15	1.55	0.007	0.002	0.035

Table 2 Welding conditions

Welding Position	Shielding Gas	Polarity	Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Heat Input (kJ/cm)
3G (Vertical Up)	100%CO ₂ 45 l/min	Face : DCEP	400	44	3.6	570
		Root : DCEN	380	44	3.6	

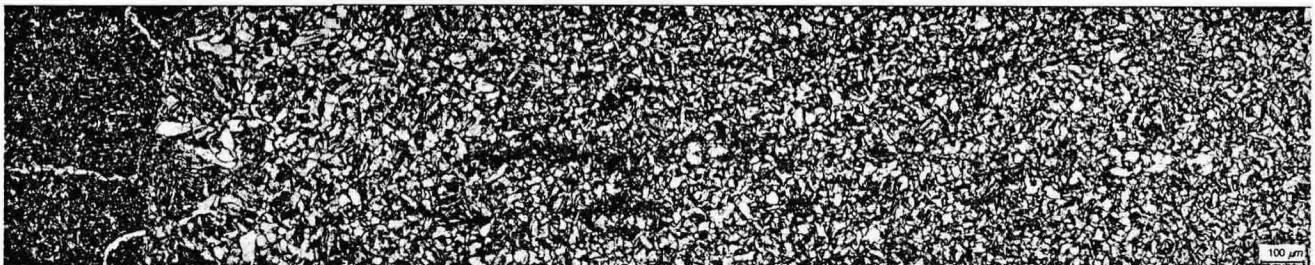


Fig.1 Microstructure of welded joint by tandem EGW (570 kJ/cm)

Table 3 Tensile properties of welded joint by tandem EGW (570kJ/cm)

	Y.P (MPa)	T.S (MPa)	El. (%)	비고
Face	412.6	539.7	24.8	Rule - Y.P : ≥ 355 MPa - T.S : ≥ 490 MPa - El. : ≥ 21%
Center	411.3	544.6	26.2	
Root	412.3	540.1	26.8	

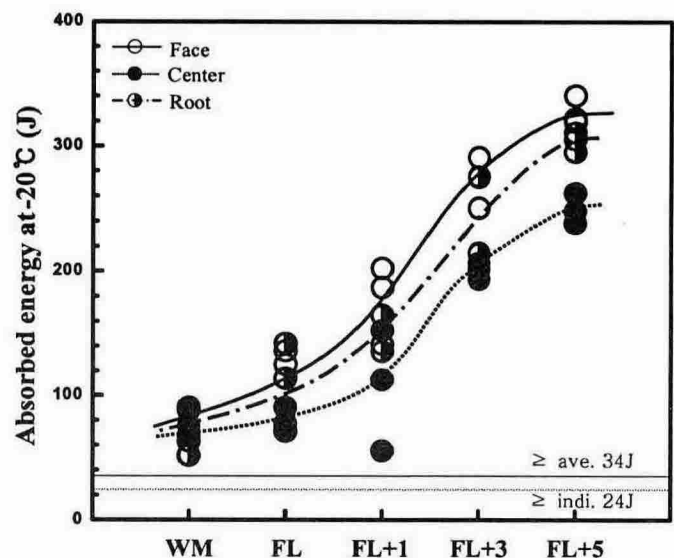


Fig.2 Absorbed energy of weld joints by tandem EGW (570 kJ/cm)