

## 500 MPa급 해변용 내후성강의 용접부 내식성 및 용접 특성

### Corrosion resistance of weld metal and weldability of 500 MPa grade coastal weathering steel

박영환\*, 이종봉\*

\* POSCO 기술연구소 집합연구그룹

#### 1. 서 론

해변용 내후성강은 해안지대의 혹독한 부식환경에서 무도장으로 장기간 사용 가능하기 때문에 해안지대 infra structure 증가 및 경제적 건설 요구에 따라 일본을 중심으로 실용화되고 있는 단계로, 국내에서도 해변용 내후성강 개발에 성공하여 상업화를 추진 하고 있다.

이러한 내식성이 우수한 해변용 내후성 강재를 실 교량에 적용함에 있어서 용접금속부의 내식성은 모재와 용접재료의 성분에 의해 결정되므로, 강재에 따라 내식성 향상 원소의 함량을 적절히 조절한 용접금속을 형성하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 최근 개발된 500MPa급 해변용 내후성강재에 대한 용접성 및 용접금속부의 내식성을 조사하여 강재의 현장 적용성을 평가하였다.

#### 2. 시험재 및 실험방법

본 연구에서 사용한 시험재는 500MPa급 해변용 내후성강으로 현장 시험 생산된 40mmt 강재의 기본 화학조성 및 기계적 성질을 Table 1에 나타내었다.


Table 1 Chemical composition and mechanical properties of the base metal

Thickness (mm)	Chemical composition (wt%)	Ceq	YS (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	vE <sub>0°C</sub> (J)
40	0.08C-0.45Si-1.00Mn-0.017P-0.011S-Ni-Cu-Ca	0.38	455	534	28	235

강재의 FCA 용접부 특성 평가를 위한 용접재료는 현재 시판되고 있는 내후성강용 및 해변용

내후성강용 용접재료를 사용하였다. 용접부는 X 개선으로 기계가공 하였으며, 개선 각도는 60°, 루트간격은 1mm로 하였다. 용접조건은 입열량이 18kJ/cm로 판 두께 40mm를 17~18층 용접으로 완료토록 하였으며, 상세한 용접조건은 Table 2에 나타내었다. 용접부의 미세조직, 인장특성, 충격인성 및 경도분포를 조사하였으며, y-groove 균열 시험을 실시하여 강재의 용접성을 평가하였다.

Table 2 Conditions of FCA welding

Welding Process	Groove	Shielding Gas	Welding Current-Voltage-Speed	Heat Input
FCAW		100%CO <sub>2</sub> 25 l/min	260A - 30V - 26cm/min	18kJ/cm

용접금속부 표면에서 용접선을 따라서 채취한 30w × 120l × 5t 의 시험편을 이용하여 용접금속의 내식성을 평가하였다. 용접부의 내식성은 시험편의 한쪽 면(30w×120l)만을 노출 시킨 상태에서 약 2년 간의 대기 폭로시험을 모사한 촉진부식시험(480cycle)을 실시하고, 이때 측정된 총부식량을 전면부식 깊이로 환산하여 평가하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 18kJ/cm의 입열량으로 FCA 용접을 실시한 용접부의 미세조직 사진이다. fusion line 근방에서는 HAZ 조직 전체가 다량의 bainite를 형성하면서 경화 조직을 보이고 있다. FL + 3mm 정도에서는 국부적으로 bainite 가 관찰되며 bainite 가 관찰되는 부위는 용접 전 pearlite 부분인 것으로

로 판단된다. FL + 5 mm 이상에서는 모재와 거의 동일한 ferrite + pearlite 의 조직을 보이면서 경도 분포도 모재와 동등수준으로 유지된다. FL + 3mm 이내의 HAZ 경화부에 있어서도 최고 경도 값이 약 250 Hv 정도로 양호한 것으로 평가 되었다. 용접재료의 변화에 대해서는 미세조직 및 경도분포에 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다.

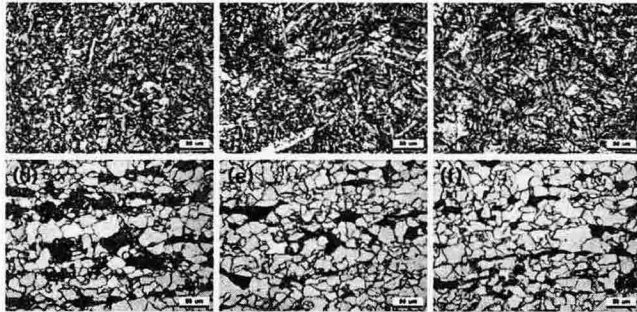


Fig. 1 Optical micrographs for (a) Weld Metal, (b) FL, (c) FL + 1mm, (d) FL + 3mm, (e) FL + 5mm (f) Base Metal of FCA welded joint(18kJ/cm, coastal weathering type welding consumable)

Table 3은 용접부의 인장시험 결과이다. 모든 인장 시험편에서 모재에서 파단이 일어났으며 항복강도 및 인장강도 모두 모재 동등 수준의 우수한 특성을 나타내고 있다.

Table 3 Tensile properties of FCA welded joint (18kJ/cm)

Welding Consumable	YS (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	Fractured Position
weathering type	389	567	20	Base Metal
coastal weathering type	390	570	17	Base Metal

용접열영향부의 충격인성은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 경화조직이 형성된 Fusion Line 근방에서는 100 J 이하의 값을 나타내고 있으나, 전반적으로 건축구조용 강재의 충격인성 기준인 47J 이상을 충분히 확보하는 것으로 조사되었다.

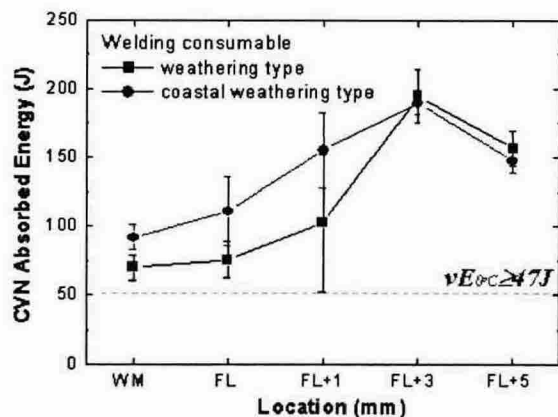


Fig. 2 Absorbed energy of FCA weld joints(18 kJ/cm)

저온 균열감수성을 평가하기 위해서 실시한 Oblique y-groove 시험 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 두 가지 용접재료 모두 상온에서 예열 없이 사용 가능한 우수한 용접성을 나타내는 것으로 평가되었다.

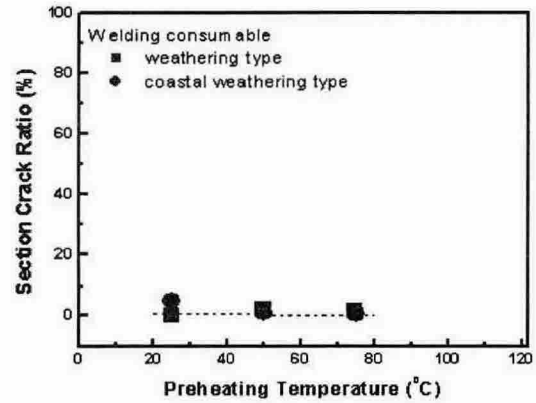


Fig. 3 Oblique y-groove cracking test results

본 연구에 사용된 해변용 내후성강 모재 및 용접금속부의 내식성을 평가하기 위해서 촉진부식 시험(480cycle)을 실시한 결과를 Table 3에 나타내었다. 모재의 부식 깊이는 54 μm, 용접재료에 따라 용접금속부의 부식 깊이는 74~51 μm로 다소 차이가 있는 것으로 평가 되었으나, 적절한 용접재료를 사용하는 경우 모재 동등 이상의 용접부 내 부식성을 확보할 수 있었다.

Table 3 Corrosion depth of base metal and weld metal by cyclic corrosion test(480cycle)

Welding Consumable	Corrosion Depth (μm)	WM/BM
base metal	54	-
weathering type	71	1.3
coastal weathering type I	74	1.4
coastal weathering type II	51	0.9

#### 4. 결 론

최근 개발된 500MPa급 해변용 내후성 강재에 대한 용접성 및 용접금속부의 내식성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) FCA 용접(18kJ/cm)한 용접열영향부는 미세조직, 충격인성, 인장특성 및 저온 균열감수성이 우수하여 건축구조용 강재의 기준에 적합하다.

2) 용접재료에 따라 용접금속부의 내식성은 다소 차이가 있었으나, 모재 동등 이상의 용접부 내 부식성을 확보할 수 있었다.