

## 1.25Cr-0.5Mo 강에서의 Electro Slag Strip 육성 용접부 특성 Characteristics of Electro Slag Strip overlaid weldments on the 1.25Cr-0.5Mo Steel

성 희준\*, 주 명수\*, 주 정권\*, 김영일\*

\* 현대중공업 산업기술연구소

### ABSTRACT

In order to evaluate disbonding properties caused by hydrogen on the Electro Slag Strip Welding for 1.25Cr-0.5Mo steel, two kinds of welding consumables were selected and tested under the disbonding condition of  $97.2\text{kgf/cm}^2$  at  $425^\circ\text{C}$ . Chemical composition of the welds showed that they have similar chemical compositions. The microstructure investigation, however, indicated that "A" weld has high ratio of coarse grain area, while B weld has low. Disbonding results showed that high ratio coarse grain welds showed unacceptable, while low ratio coarse grain welds showed acceptable.

## 1. 서 론

대기 환경 개선의 요구로 S함유량이 저감된 연료의 사용이 반드시 이루어져야 하는 측면에서 연료내의 S함량을 저감시킬 수 있는 탈황 설비가 증설되고 있다. 탈황 설비에 사용되는 재료는 그 탈황의 디자인 조건에 따라서 1.25Cr - 0.5Mo 또는 2.25Cr - 1Mo의 내열강이 사용된다. 아울러 탈황 과정에서의 부식을 방지하기 위하여 내부를 스테인리스강으로 육성 용접하는 방법이 적용되어 생산성 향상에 이 육성 용접의 시간이 크게 좌우된다. 따라서 육성 용접을 원활히 하기 위하여 사용된 기법은 스트립 용접재료를 사용하는 SAW 또는 ESW 용접 기법이 적용되었다. 이러한 용접 기법들은 높은 입열을 사용한다. 탈황설비의 내부 분위기는 고온 고압의 수소가 사용되며 또한 반응을 촉진시키기 위하여 촉매를 사용한다. 따라서 주기적인 촉매 교환을 위하여 설비가 정지시키는데, 이대 냉각되는 과정에서 수소의 확산 속도 및 용해도 차이로 인하여 수소에 의한 지연 균열이 생기는데 이를 디스본딩현상이라고 한다.

본 연구에서는 1.25Cr-0.5Mo 강재의 SS 347 스트립 육성 용접부에 대한 디스본딩관련하여 재료에 따른 특성을 평가하였다.

## 2. 실험 및 결과

### 2.1 모재 및 용접재

본 연구에 사용된 모재와 용접 재료는 표 1과 같다. 표 1에서 보여 주듯이 모재는 SA387 Gr.11 Class 2로서 인장 강도가 515~690MPa인 재료이다. 용접재료는 동일한 ESW 프로세스로서 두 개의 Maker에서 개발된 재료를 사용하였다. 각각의 폭은 용접 재료 A가 75mm이고 용접 재료 B의 경우 90mm이다. 본 용접재료로서 1층 용접을 실시하면 347의 화학성분이 만족되는 재료이다.

### 2.2 용접 조건

용접조건은 표2에 나타낸 바와 같이 재료 A, B, C에 대하여 용접조건을 나타내었다. 용접은 ESW를 사용하여 육성 용접을 1layer만 용접하였다. 용접조건은 75mm의 경우 용접전류를 1350A를 사용하였으며 입열은  $113\text{kJ/cm}$ 이었고, 용접재료 B의 경우는 최대전류 1450A를 사용하였으며 용접 입열은  $136\text{kJ/cm}$ 를 사용하였다. 두 용접조건 공히 각각의 용접재료 폭으로

나누어서 계산하면 1.51kJ/cm<sup>2</sup>로 같은 값을 보여 준다.

Table 2. Welding condition for Electro Slag Strip Cladding.

Welding consumable	Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Heat Input (kJ/cm)
A (width 75mm)	1350	25	18	113
B (width 90mm)	1450	25	16	136

### 2.3 화학 성분 분석 결과

각 용접부의 화학성분 분석 결과는 표 3에 나타내었다. 표에서 보여 주듯이 화학 성분은 큰 변화가 없음을 확인 할 수 있었다. 두 재료 공히 요구 값을 만족하였다.

Table 3. Chemical composition of electro slag strip cladding weldments.

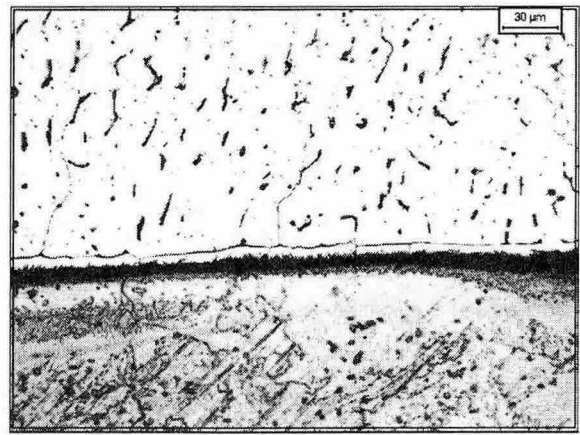
Welding consumable	Chemical composition			
	C	Cr	Ni	Nb
A	0.03	18.12	11.03	0.50
B	0.03	18.02	10.38	0.46

### 2.4 미세 조직 관찰

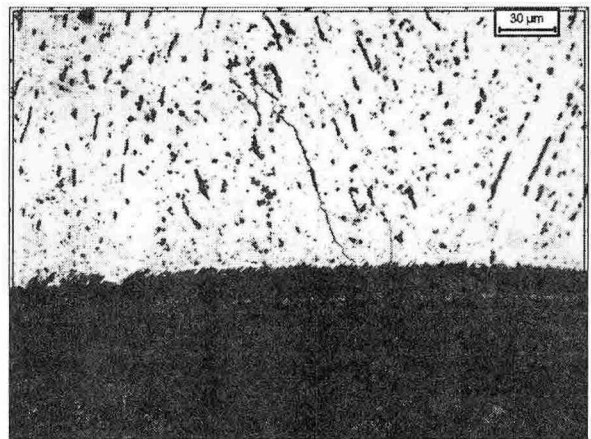
용접부의 미세 조직은 Fig. 1에서 보여 주듯이 용접재료 A의 경우에 Coarse grain 영역이 뚜렷이 관찰되는 반면 용접재료 B의 경우는 그러한 영역이 관찰되지 않는다.

### 2.5 디스본딩 시험

두 시험편에 대하여 표 4와 같은 시험 조건하에서 디스본딩 시험을 실시하였다. 그 결과는 표 4에서 보여 주듯이 용접 재료 A는 디스본딩 현상이 관찰되었다. 그리고 용접재료 B는 동일 조건에서 디스본딩 현상이 관찰되지 않았다.



(a) 용접재료 A



(b) 용접재료 B

Fig. 1 Microstructure on the ESW welds.

Table 4. Disbonding test result for welds.

Welding consumable	Temp. (°C)	Pressure (kgf/cm <sup>2</sup> )	Cooling Rate (°C/hr)	Result
A (width 75mm)	425	97.2	150	Disbonding
B (width 90mm)	425	97.2	150	Acceptable

## 3. 결 론

1.25Cr-0.5Mo 내열강에 대한 ESW 용접을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

유사한 화학 성분의 용접 재료라도 디스본딩에 대한 특성이 크게 차이 났으며, Coarse grain 영역이 디스본딩의 주요 원인으로 판단되었다.