

## 저온용 강제 단층 다층 용접부의 물성에 미치는 Mo의 영향

### Effect of Mo on the single/multiple pass SAW weld metal of low temperature material

성 희준\*, 구 연백\*\*, 김 경주\*\*\*, 최 기영\*\*\*

\*현대중공업 산업기술연구소 책임연구원

\*\*현대중공업 산업기술연구소 선임연구원

\*\*\*현대중공업 산업기술연구소 수석연구원

**ABSTRACT** To investigate mechanical property on the low temperature plate weld metal, the two different plates of the same steel grade were welded and evaluated on the multiple pass welds and both side one run welds with different Mo contents welding consumables. The results are summarized as follows;

- 1) Welds made by no Mo containing wire showed very low impact values for type of material company.
- 2) Welds made by 0.25%Mo containing wire showed good impact value regardless of both side one run welds and multiple pass welds.
- 3) Welds made by 0.5%Mo containing wire showed good impact value for both side one run welds ,while it was not acceptable value for multiple pass welds.

## 1. 서 론

최근 LPG 호선의 제작 요청이 쇄도하고 있는 가운데, 물량 소화를 위하여 합금설계 기준이 각기 다른 여러 회사의 강재가 사용되고 있다. 따라서 용접재료 또한 각 회사의 합금 설계에 준하여 개발할 필요가 있다. 희석량이 큰 용접 기법의 경우는 이러한 점이 크게 고려되어야 한다. 현재 희석율이 높은 용접 기법의 경우, 희석에 따른 저온 충격 인성의 확보를 위하여 경화능을 향상시키는 원소를 사용하고 있는데, 이러한 용접재료를 다층 용접에 적용할 경우 강도의 과도한 증가와 함께 충격인성의 저하 현상을 가져오고 있다.

따라서 용접재료의 경화능 향상 원소인 Mo의 함량을 적절히 조절하여 충격 인성 및 인장 강도 측면에서 양면 1층 및 다층 용접에 공히 적용 가능한 용접 재료의 개발이 필요하다

## 2. 실험 방법

2종류의 저온용 강재에 대하여 3종류의 SAW

용접재료를 사용하여 양면 1층과 다층 용접을 실시하여 용착 금속에서의 인장 특성 변화와 충격 인성의 변화를 각각 조사하였다.

### 2.1 모재

본 연구에 사용된 모재는 Table 1과 같은 화학 성분을 가지는 재료를 사용하였다. 강제 A, B는 각각 FH32(Mod)로서 두께는 19mmt이었다. 각각의 화학성분과 물성은 각각 Table 1과 2에 나타내었다.

Table 1 Chemical composition for Base Plate.

Base Metal	Chemical composition(wt.%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
A	0.05	0.23	1.45	0.011	0.003	0.18	0.01
B	0.07	0.26	1.43	0.008	0.003	0.01	0.01
	Cu	Mo	N	Nb	Ti	V	
A	0.02	0.01	0.0037	0.010	0.016	Tr	
B	0.007	Tr	0.0038	Tr	0.010	0.002	

Table 2 Mechanical properties for base plate.

Base Metal	Strength(MPa)			Impact(Joule), @(-60°C)
	Yield	Tensile	El.(%)	
A	392	454	33	351
B	404	482	31	260

## 2.2 용접

용접 재료는 Mo가 전혀 포함되지 않은 재료와 Mo가 0.5wt.% 함유된 용접 재료를 사용하여 용접을 Table 4와 같은 조건으로 전용착 용접과 판이음 용접을 실시하였다.

Table 4 Welding condition for both side one Run SAW.

Bead	Current (A)	Volt (V)	Speed (cm/min)	Heat Input (kJ/cm)
1	950	34	75	48.6
	750	38		
2	900	34	110	30.2
	650	38		

## 3. 실험 결과

### 3.1 전용착 시험

전용착 시험 결과는 Table 5에 나타내었다. Table에서 보여 주듯이 인장 및 항복 강도는 Mo 함량에 따라서 증가하는 현상을 보였으며, Mo 함량이 0.5% 이상의 경우에는 요구값을 만족시키지 못함을 확인할 수 있었다.

충격 인성의 경우는 Mo 함량이 과도하게 높으면 충격인성이 크게 저하됨을 확인할 수 있었다. 그러나 Mo 함량을 적절히 조절한 0.25%Mo의 경우 다층 용접에서도 강도의 과도한 증가 현상은 관찰되지 않았다. 또한, 충격인성의 경우도 가장 안정적인 값을 보여 주고 있다.

Table 5 All weld metal mechanical test.

Weld Metal	Y.S (MPa)	T.S (MPa)	El. (%)	Impact Value(J), @-55°C
A(0%Mo)	514	622	30.6	94
B(0.25%Mo)	628	647	21.8	116
C(0.5%Mo)	629	702	27.0	57

\* T.S requirement: 490~660MPa

### 3.2 판이음 용접

2종류의 모재에 대하여 SAW로 판이음 용접을 실시한 결과 충격인성 값은 Table 6에 나타내었다. Table에서 보여 주듯이 모재와 용접 재료에 따라서 용접부의 충격 인성이 크게 달라짐을 확인할 수 있었다. Mo를 포함하지 않은 재료의 경우, 재료에 따라서 충격 인성이 크게 차이남을 확인할 수 있었다. 반면, Mo를 포함한 2종류의 용접 재료의 경우는 재료에 무관하게 높은 값을 보여 주고 있다. 특히 전용착 시험에서 안정적인 값을 보였던 용접재료 B의 경우에 희석율이 높은 본 시험에서도 높은 충격 인성값을 유지하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 6 Impact properties on the two base metals and two welding consumables.

Welding Consumable	Impact value(Joule), @-55°C	
	Base Metal A	Base Metal B
A(0%Mo)	74	37
B(0.25%Mo)	250	134
C(0.5%Mo)	133	111

## 4. 결 론

제조사가 다른 두 종류의 모재와 화학 성분이 다른 3종류의 용접 재료를 사용하여 저온용 강재의 판이음 용접부 평가를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 양면 1회 용접에서 Mo를 포함하지 않은 재료의 경우 모재에 따라서 낮은 값을 보여주고 있음을 확인할 수 있었다.
- 2) 0.25%Mo의 경우 양면 1층과 다층 용접에서 모두 기계적 물성이 가장 우수함을 확인하였다.
- 3) 0.5%Mo의 경우 양면 1회 용접에서는 우수한 물성을 보였으나, 다층 용접에서는 인장 강도의 과도한 증가와 낮은 충격값을 보여 주었다.