

C-Mo계 와이어를 사용한 SAW 용접금속의 특성

Characteristics of SAW Weld Metal Deposited by C-Mo Type Wires

방 국수*, 안 영호**

*산업과학기술연구소, 경북 포항시

**포항종합제철, 경북 포항시

1. 서론

C-Mo계 와이어중 Mo는 SA용접중 용접금속으로 회수되어 고용경화, 석출경화등의 효과로 용접금속 강도를 확보하여 일반적으로 인장강도 490MPa급 이상 고장력강의 용접에 널리 사용된다. 반면 용접금속의 인성은 용접플락스의 조성에 크게 영향을 받는다고 알려져 있어 본 연구에서는 C-Mo계 와이어를 사용하여 SA용접시 플락스조성에 따른 용접금속의 기계적성질 및 용접작업성 변화에 대하여 살펴보았다.

2. 실험방법

Table 1에 실험에 사용한 용접와이어 및 플락스의 조성을 나타내었다. 플락스의 조성은 습식분석 및 XRF분석을 병용하여 분석하였는데 A는 calcium silicate계, B와 C는 alumina basic계의 플락스이며 특히 C는 Ni이 1.42% 첨가되어 있다. 용접금속의 기계적성질은 전용착금속의 인장 및 충격시험으로 평가하였다. 용접은 JIS SPV490강을 모판으로 사용하여 buttering 없이 용접입열량 15~55kJ/cm로 행하였다. 최종 비이드로부터 시편을 채취하여 용접금속 조직 및 개재물분석을 행하였다. 현미경조직은 image analyzer를 사용하여 최소 700번 이상의 점산법으로 각 조직비율을 측정하였으며 STEM을 사용하여 개재물의 분포상태 및 성분을 분석하였다. 용접작업성은 I-butt joint에 bead-on-plate용접을 행한후 비이드 깊이와 폭의 비 (d/w ratio)가 0.5전후를 나타내는 용접조건 영역의 대소로서 평가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

용접입열량 25kJ/cm로 용접한 경우 플락스 조성에 따른 전용착금속의 인장강도와 충격인성 시험 결과 인장특성은 큰 차이를 나타내지 않으나 (인장강도: 플락스A; 622, B; 629, C; 614MPa) 충격인성은 Fig. 1에 나타낸바와 같이 플락스C를 사용한 경우 대폭 향상되었다 (에너지천이온도 ($\sqrt{Tr_E}$): 플락스A; -32, B; -37, C; -62°C). 이러한 충격인성 차이가 용접금속중 비금속개재물 조성에 따른 침상페라이트 (AF) 형성의 차이에 기인하는지를 살펴보기 위하여 플락스별 개재물 성분분석을 행한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. Calcium silicate계를 사용한 경우에는 $2MnO \cdot SiO_2$ (tephroite)와 유사한 조성을 가지는 구형의 MnO-SiO₂-TiO 복합산화물을, alumina basic계 플락스를 사용한 경우에는 5~10% Al₂O₃가 첨가된 MnO-SiO₂-Al₂O₃-TiO 복합산화물에 (Mn,Cu)S가 함께 석출된 복합개재물을 형성하고 있으나 STEM 관찰 결과 두 개재물 모두 침상페라이트 핵으로 작용하여 개재물조성에 따른 AF 형성의 차이는 확인할 수 없었다. 한편 각 용접금속의 냉각변태특성을 조사한 결과 플락스 A,B,C의 순으로 페라이트변태 nose가 장시간측으로 이행되었다 (C_T 가 각각 38, 20, 10°C/s). Figure 3은 전용접입열범위에 있어서 $\sqrt{Tr_E}$ 를 AF분율로 나타낸 것으로 AF분율이 증가할수록 $\sqrt{Tr_E}$ 이 저하하고 있으나 플락스C의 경우 동일 AF분율 (약 80%)에서 약 20°C 정도 낮은 값을 나타내고 있다. 따라서 플락스C의 인성개선 효과는 Ni첨가에 의한 고온변태조직 억제

효과와 함께 기지 자체의 인성증대 효과가 중첩한 때문으로 생각된다.

Figure 4에는 용접전압을 35V로 고정하고 용접전류와 속도에 따른 플락스A와 C의 용접작업성을 평가한 결과를 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 d/w ratio가 0.5를 실현시키는 용접조건범위는 플락스A가 600~760A, 40~80cpm을 나타내는데 비하여 플락스C는 700~800A, 60~80cpm을 나타내어 플락스C가 A보다 용접작업성이 열악함을 나타내고 있다.

Table 1 Chemical compositions of fluxes and wire used (wt.%)

Flux	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	FeO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	B ₂ O ₃	CaF ₂	Ni	BI
A	39.59	0.20	0.48	1.68	23.18	3.51	2.36	2.90	19.78	0.07	7.49	-	1.08
B	15.21	3.04	0.14	3.84	10.61	23.30	25.02	10.17	0.09	0.45	3.37	-	1.29
C	12.71	2.59	0.11	8.89	14.63	28.49	22.15	2.01	0.12	0.61	4.36	1.42	2.20

Wire	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al
A	0.15	0.01	1.83	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.54	0.002

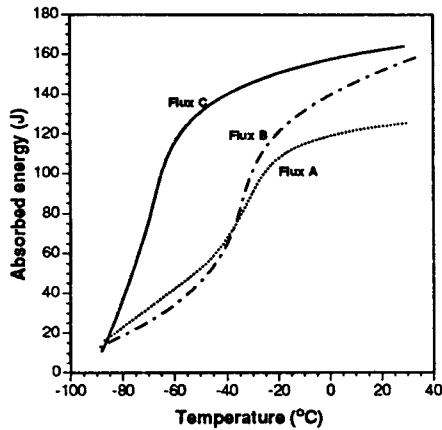


Fig. 1 Variation of impact absorbed energy with flux composition

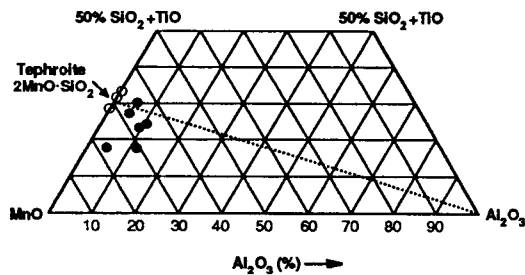


Fig. 2 Chemical composition of inclusions shown in weld metal (○: flux A; ●: flux B and C)

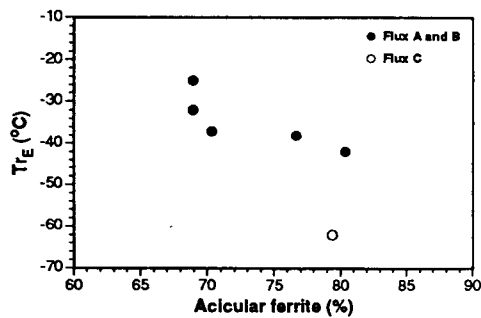


Fig. 3 Variation of energy transition temperature with acicular ferrite of weld metal

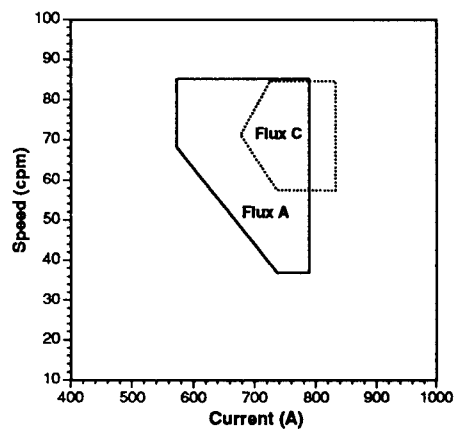


Fig. 4 Comparison of welding conditions showing d/w ratio of 0.5