

용융효율과 각변형의 관계에 미치는 flux cored 및 solid wire의 영향 비교

Comparison between the effects of flux cored wire and solid wire on the relation of melting efficiency and angular distortion

윤승중*, 황규민*, 공현상**, 조상명***,

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** (주)동화엔텍 / 생산기술팀

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공, pnwcho@pknu.ac.kr

1. 서 론

용접구조물에서 발생하는 변형으로 인해 현장에서는 교정 작업의 추가공수가 요구되고 그로 인한 비용 또한 상당한 실정에 있다.

현재까지 용접변형 방지에 관한 연구가 지속적으로 진행되었지만, 변형에 미치는 process parameters에 대한 정확한 분석은 아직까지 많은 과제로 남겨져 있다.

본 연구에서는 용융효율과 각변형의 관계에 미치는 flux cored 및 solid wire의 영향을 비교하기 위해 CTWD, 용접속도, 아크길이를 변화시켰고, 그에 따른 전류, 전압, 길보기 입열량 및 용접금속단면적의 분석을 통해 flux cored wire와 solid wire 사용 시에 용융효율이 각변형에 미치는 영향을 검토하였다.

2. 사용 재료 및 실험 방법

2.1 사용 재료

본 실험에서는 폭 50mm × 길이 100mm × 두께 6mm의 Mild Steel을 사용하였고, 용접 와이어는 flux cored wire AWS-E71T-1와 solid wire AWS-ER70S-6을 사용하였다.

2.2 실험 방법

Table 1은 본 실험의 CTWD, 용접속도, 아크 길이에 따른 용접조건을 나타내었고, 시험편을

45° 회전시켜서 아래보기 필릿 용접으로 실험을 진행하였으며, 아크모니터링 시스템(WAM 3000N)으로 측정하였다.

Table 1 Welding condition for experiments

Fixed	Power source	Fronius TPS4000					
	Deposited metal area (Leg length)	17.5mm ² (5.9mm)					
	Shield gas flow rate	Ar 80% +CO ₂ 20%, 25L/min					
Exp. 1	Material	Flux cored wire		Solid wire			
	WFR (mm/sec)	153		138			
	Set current (A)	250		260			
	Welding speed (cm/min)	50					
Exp. 2	CTWD (mm)	10, 20, 30, 40, 50					
	WFR (mm/sec)	Flux cored wire	61	107	153	199	245
		Solid wire	55	97	138	179	221
	Set current (A)	Flux cored wire	124	195	250	313	360
		Solid wire	136	217	260	316	362
	Welding speed (cm/min)	20	35	50	65	80	
Exp. 3	WFR (mm/sec)	153		138			
	Set current (A)	250		260			
	Welding speed (cm/min)	50					
	Welding voltage (V)	24.5, 25.8, 27.2, 28.4, 29.5	26.9, 28.1, 29.4, 30.6, 32.1				

Fig. 1은 용접 시작부, 종료부, 변형량 측정부를 나타낸 것이다.

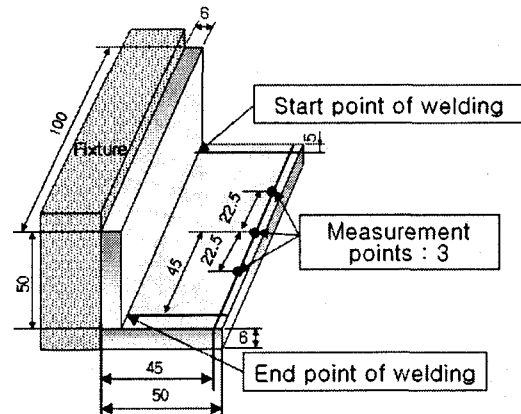


Fig. 1 Schematic of measurement point

용접부 길이는 90mm이며, 수직판을 고정한 상태에서 수평판 위의 y축방향 3점에서 변형량을 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 CTWD가 각변형에 미치는 영향

Table 2는 아크길이를 일정하게 하기 위해 단락시간 비를 flux cored wire 0.01%, solid wire 1%로 맞추었을 때의 파형을 나타낸 것이다.

Table 2 Waveforms and section areas of WM

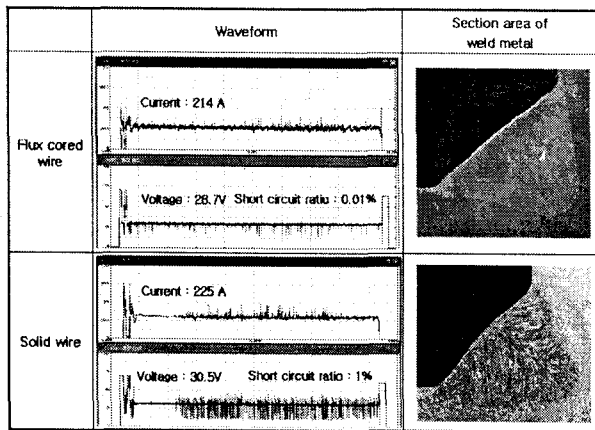


Fig. 3, 4, 5는 CTWD 변화에 따른 각변형량과 용융효율을 나타낸 것이다.

용융효율은 아래의 두 식을 사용하여 구하였으며, 이때, Q_m 은 상수이므로 제외시키고, 결보기 입열량과 용접금속단면적을 이용하여 용융효율을 ME의 형태로 나타내었다.

$$Z_m = \frac{Q_m(AW)v}{VI}$$

$$ME = \frac{Z_m}{Q_m} = \frac{AW}{(VI/v)}, \text{ mm}^3/\text{J}$$

Q_m : 용접금속을 녹이는데 필요한 에너지, J/mm^3

AW : 용접금속단면적, mm^2

VI/v : 결보기 입열량, J/mm

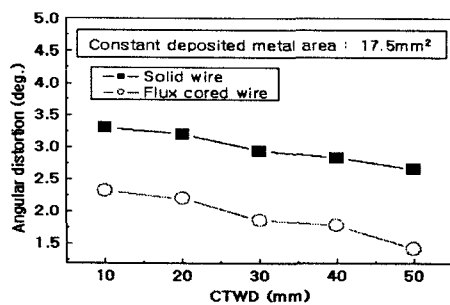


Fig. 3 The effects of CTWD on angular distortion with wire type

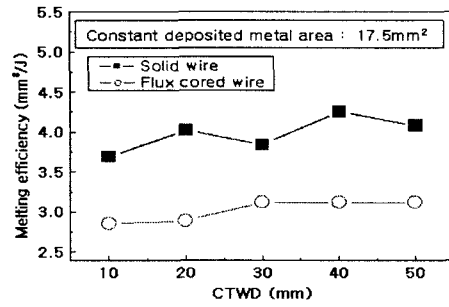


Fig. 4 The effects of CTWD on melting efficiency with wire type

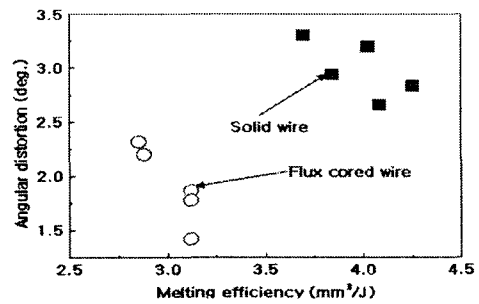


Fig. 5 The effects of melting efficiency on angular distortion with wire type

CTWD의 증가에 따라 flux cored wire와 solid wire 둘 다 각변형량이 감소하였고, 이때 용융효율은 약간의 증가 경향을 보였다.

3.2 용접속도가 각변형에 미치는 영향

Fig. 6, 7, 8은 필릿 용접부의 각장(5.9mm)을 일정하게 하기위해 용접속도에 따라 전류를 변화시키면서 용접속도에 따른 각변형량과 용융효율을 나타낸 것이다. 용접속도의 증가에 따라 flux cored wire와 solid wire 둘 다 각변형량이 감소하는 경향을 보였고, 용융효율은 크게 증가하는 경향이 나타났다.

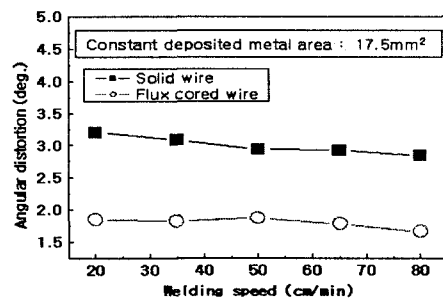


Fig. 6 The effects of welding speed on angular distortion with wire type

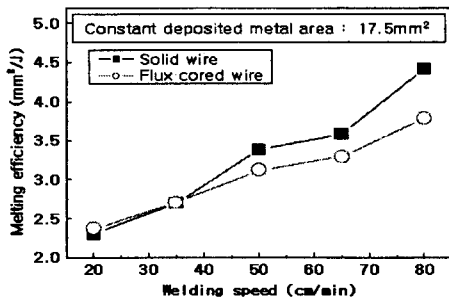


Fig. 7 The effects of welding speed on melting efficiency with wire type

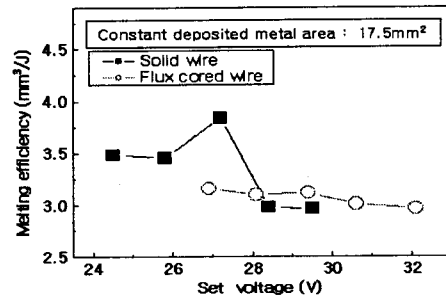


Fig. 10 The effects of arc length on melting efficiency with wire type

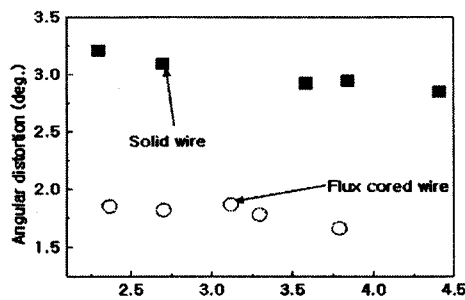


Fig. 8 The effects of melting efficiency on angular distortion with wire type

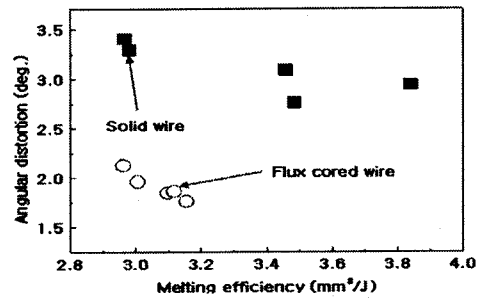


Fig. 11 The effects of melting efficiency on angular distortion with wire type

3.3 아크길이가 각변형에 미치는 영향

Fig. 9, 10, 11은 wire 송급속도와 용접속도를 일정하게 유지하면서 아크길이 변화에 따른 각변형량과 용융효율을 나타낸 것이다. 아크길이의 증가에 따라 flux cored wire와 solid wire 둘 다 각변형량이 증가하였고, 전압의 증가로 용융효율은 감소하는 경향을 보였다.

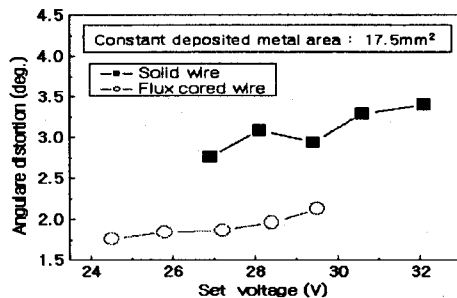


Fig. 9 The effects of arc length on angular distortion with wire type

4. 결 론

일정한 용착금속량을 가지도록 공정 설계한 필릿 용접부에서 용융효율과 각변형의 관계에 미치는 flux cored 및 solid wire의 영향을 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) CTWD의 증가에 따라 각변형량은 flux cored wire와 solid wire 둘 다 큰 폭으로 감소하였고, 용융효율은 약간 증가하는 경향을 보였다.
- 2) 용접속도의 증가에 따라 각변형량은 flux cored wire와 solid wire 둘 다 감소하였고, 용융효율은 큰 폭으로 증가하였다.
- 3) 아크길이를 증가시키면 각변형량은 flux cored wire와 solid wire 둘 다 거의 비례하여 증가하였고, 용융효율은 그와 반대로 감소하였다.
- 4) 용융효율이 증가하면 각변형량은 감소하는 경향을 보였고, 이러한 경향은 flux cored wire가 solid wire에 비해 컸다.