

# Portable Carriage를 이용한 Twin-wire 용접조건의 연구(II)

## A Study on the Welding Condition of Twin-wire FCAW with Portable Carriage

\* 박금기, 김종삼, 최우현  
(주)한진중공업, 기술지원팀

### 1. 연구 목적

최근의 용접기술은 고생산성을 위한 고능률기법의 개발쪽으로 빠르게 진행되고 있다. 이러한 고생산성을 위해서는 단위 시간당의 용착량 및 효율을 증가시켜야 하는데 본 연구는 선박용 중후판의 V-그루브 맞대기 이음에 대한 편면 Flux Cored Twin-wire 용접법을 개발하였는데 고능률의 안정된 품질을 얻기 위한 적정조건과 현장 적용성에 중점을 두었다.

### 2. 개요

본 장치의 기본개념은 TIG용접에서와 같이 FCAW에서도 filler wire를 보충해 줌으로써 단위시간당 용착량을 증대시키는 것이다. 선행 토치에서 플럭스 코어드 와이어(flux cored wire)로 아크를 일으키고 filler wire를 송급시켜 용접을 수행하였다. 용융풀에 보충되는 filler wire의 안정된 송급상태 유지를 위해 하나의 contact tip에서 두 개의 와이어가 송급되도록 하였는데 이것은 하나의 전원으로 단일 용융풀에서 twin 아크에 의한 용접이 가능하도록 시도한 것이다.

### 3. 용접 실험

#### 3.1 SYSTEM 구성

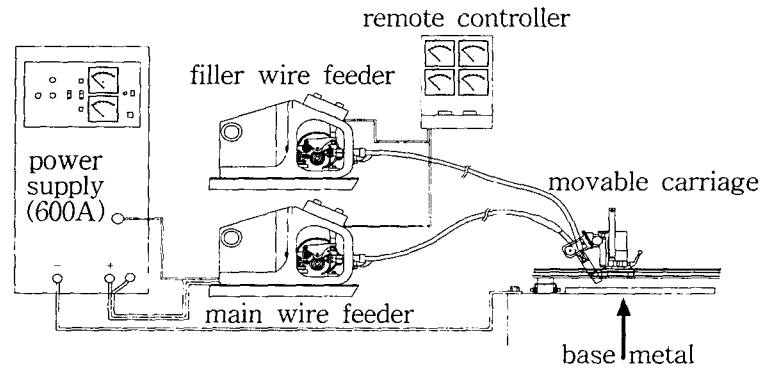


Fig. 1 Arrangement of welding machine(1)

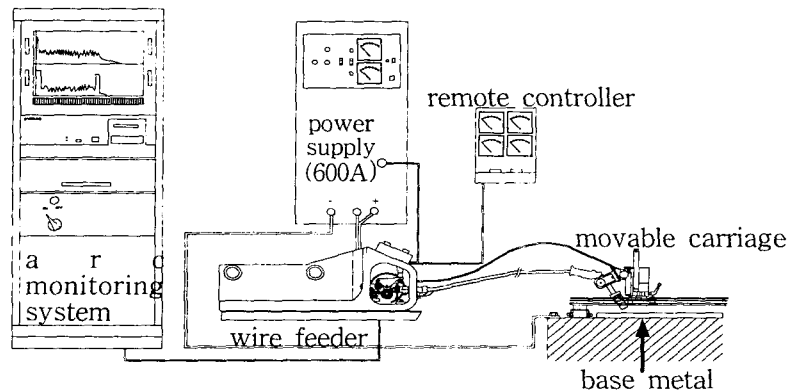


Fig. 2 Arrangement of welding system with Arc Monitoring equipment

본 실험에 있어서 1차 시스템은 Fig. 1과 같이 용접전원, 와이어 송급장치 2대, portable carriage 1

대 및 remote controller로 구성하였고, 2차 시스템은 Fig. 2와 같이 용접전원, 2개의 스펀 와이어를 장착할 수 있는 와이어 송급장치 1대, portable carriage 1대 및 remote controller로 구성하였다. 그리고 arc monitoring system을 설치하여 용접 진행 중 전류, 전압, 와이어 송급속도, 등을 계측 하였다.

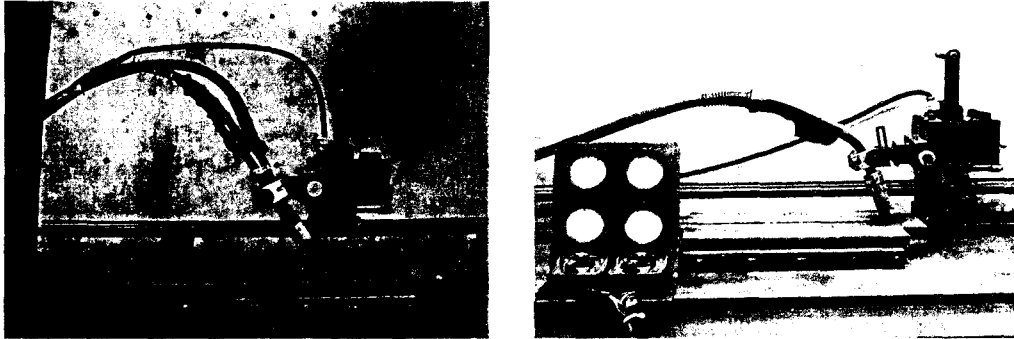


Photo 1 Appearance of Twin-wire welding torch and carriage

### 3.2 시험편 및 용접조건

Fig 3과 같이 루트 간격을 4, 6, 8, 10mm로 하였고 토치는 진행각 30°, 작업각 0°로 설정하였다. 와이어 돌출길이는 20~25mm로 하였는데, 초층용접에서는 와이어 돌출길이를 20mm로 하여 아크안정 및 이면 비드 형성에 중점을 두었다. 2~5 Pass는 와이어 돌출길이를 25mm로 일정하게 하여 시험을 수행하였다.

Table 1 Welding condition for 24mm thick base metal

No. of pass	Travel speed (cm/min)	Electrode wire	Ampere (A)	Volts (V)
1	16~23	AWS E81T-1 (1.4Ø)	330~400	30~34
2	20~30		340~440	30~34
3	20~30		400~480	30~34
4	20~30		430~500	30~34
5	20~30		430~500	30~34

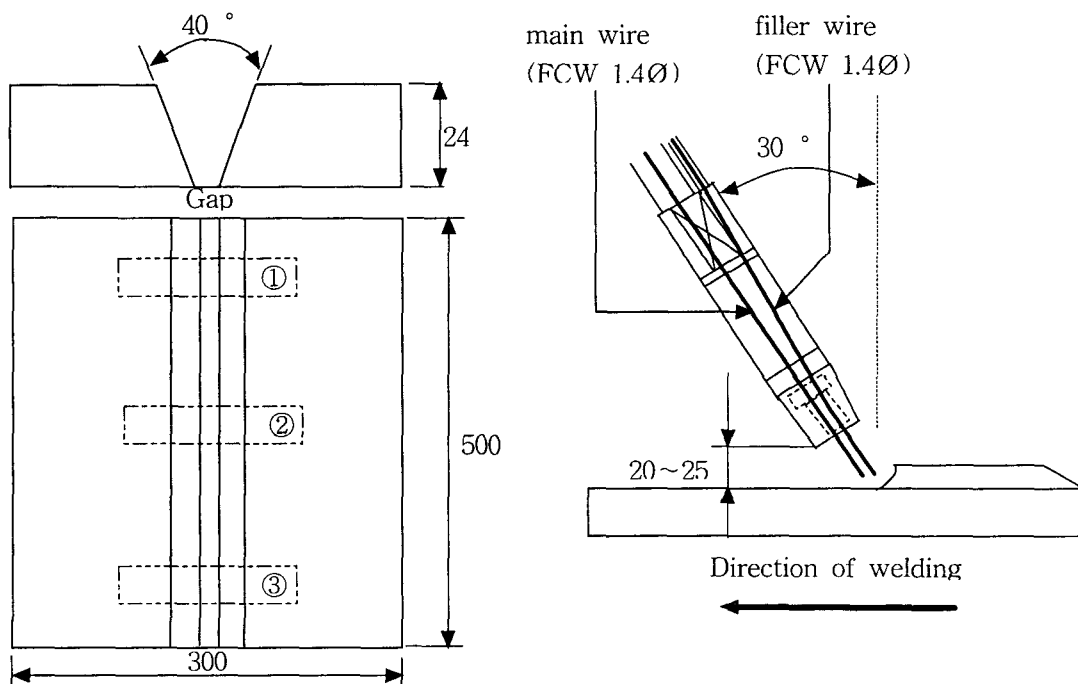


Fig. 3 Fit-up condition of test assembly and arrangement of wire electrodes

#### 4. 기계적 시험

##### 4.1 경도시험

경도시험은 Fig. 3와 같이 ①, ②, ③에서 각각 시편을 채취하여 root side/ face side의 용접부 (B/M, F/C, W/M)에 대한 경도를 확인하였다.

##### 4.2 충격시험

6mm충격시험편은 용접금속 중앙부, fusion line 및 fusion line+2mm(HAZ), 그리고 4, 8, 10mm충격시험편은 용접금속 중앙부를 각각 3pc씩 제작하여 0 °C에서 시험하였다.

#### 5. 결과 및 고찰

##### 5.1 용접성

24mm 두께의 편면 V-그루브를 5패스로 용접하는 동안 스패터량은 적지 않은 편이었는데 전체적으로는 비교적 안정된 용접이 이루어졌다. main wire의 아크에 의해 만들어진 용융풀에 filling wire의 아크가 합해지면서 용융풀이 크게 형성되었다. 아크 이행의 형태는 각 용접조건에서 IIW에서 정의하는 자유이행(free flight transfer)을 보였다. 1차 실험에서 contact tip의 main wire와 filling wire 사이의 거리가 상호 아크의 영향권에 있어서 다소 불안정했는데, 2차 실험에서는 main wire와 filling wire의 거리가 상호 아크의 영향이 다소 줄어들게 되어서 아크가 안정되었다.

##### 5.2 기계적 성질

###### 5.2.1 경도시험

모재부, 융합선(bond line) 및 열영향부에서 측정된 비커스 경도 값이 Table 2 나타나 있는데 170~230의 분포를 보이고 있으며, 최고경도값이 250을 넘지 않은 것으로 보아 용접 균열의 위험도가 비교적 낮은 편임을 알 수 있다.

Table 2 Results of hardness test(Hv)

Part	FACE SIDE					ROOT SIDE				
	B/M	F/L	W/M	F/L	B/M	B/M	F/L	W/M	F/L	B/M
4mm	172	208	205	216	170	170	181	203	186	174
6mm	171	229	207	212	170	178	204	208	188	173
8mm	172	223	215	222	174	178	188	187	192	178
10mm	171	217	213	221	170	173	196	190	186	171

◎ Remark : B/M: base metal, W/M: weld metal, F/L: fusion line

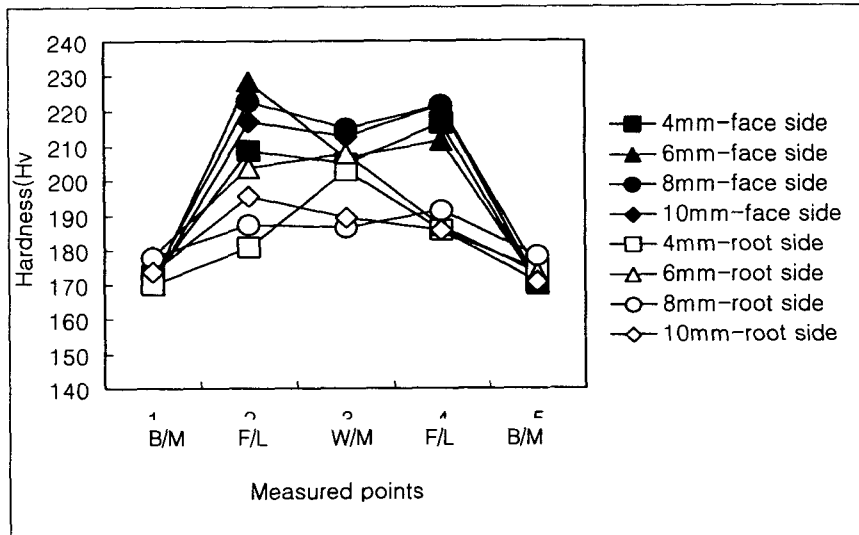


Fig. 4 Result of hardness test

Fig. 4는 모재 - fusion line - 용접금속 - fusion line - 모재부로 나누어 경도분포를 나타낸 것이다.

### 5.2.2 충격시험

Table 3과 4는 충격시험의 결과를 보여주고 있다. 1차 시험에서는 AWS E71T-1을 사용하여 용접을 했을 때 용착금속에서의 충격값이 선급규정에서의 요구치 34J에 아주 미치지 못하였으나 2차 시험에서는 AWS E81T-1에 상당하는 와이어를 사용하므로써 전체적으로 양호한 충격값을 얻었다.

Table 3 Results of impact test for gap 6mm

Impact test (J) [ 0 °C]				Requirement
Part of area	Center	Fusion	F+2mm	
①-upper	110	147	127	34(J)
②-upper	64	147	113	
③-upper	65	147	137	
①-low	97	97	66	
②-low	80	125	147	
③-low	66	144	136	
<b>Average</b>	80.3	134.5	121	

Table 4 Results of impact test for gap 4, 8, 10mm

Impact test (J) [ 0 °C]					Requirement
Part	Center(1)	Center(2)	Center(3)	Average	
4mm	147	147	147	147	34(J)
8mm	144	147	147	146	
10mm	141	147	137	142	

## 6. 결론-II

FCAW에서 하나의 용접전원을 이용한 twin-wire 고능률 용접법의 적용 가능성을 확인할 수 있었다. 또한 보다 안정적인 용접품질을 확보하기 위해서는 다음과 같은 사항의 개선이 필요한 것으로 판단된다.

- 1) 아크의 안정성을 확보하기 위하여 main wire와 filling wire의 거리를 각 와이어의 아크 발생범위보다 크게 해야 한다.
- 2) AWS E71T-1 상당의 와이어를 사용하는 경우, 양호한 기계적성질을 확보하기 위해서는 용접 전류의 하향조정 등 입열량의 조정이 필요하다.
- 3) Gap 4~10mm 범위까지는 충분한 기계적 성질을 갖는 건전한 용접이 가능하였다.

### 참고문헌

1. 김영식: 최신용접공학, 2장, 형설출판사, 1992.2
2. 최우현: 고속 편면 탄뎀 CO<sub>2</sub>용접법의 개발에 관한 연구, 2000.8
3. 최우현, 양종수, 조상명, 김윤수: CO<sub>2</sub>용접에 의한 고속 편면 맞대기용접의 적용성 연구, 한진중공업, 1998