

Hi-Pro FCA용접에 있어서 적용 최대 비드폭 산정에 관한 연구

A study on the maximum applicable bead width of Hi-Pro FCA welding

* 박금기, 정준식, 최우현
(주)한진중공업, 기술연구소

1. 연구 목적

최근의 선박, 특히 컨테이너 운반선의 경우 점차 대형화 되어가고 있으며 최근에는 6,000TEU 이상의 대형선이 일반적으로 건조되고 있고, 경우에 따라서는 10,000TEU급의 선박도 건조될 가능성이 대두되고 있다. 이에 따라 현측후판(sheer strake)이나 종통격벽(longitudinal bulkhead)등은 두께가 55mm를 상회하여 많은 용착금속과 시공시간을 요구하고 있는 실정이다. 따라서 용접사의 편의와 작업능률 향상을 위하여 비드폭의 증가가 요구되고 있으며, 하나의 용접전원, 와이어 송급장치 하나에 두개의 와이어 스펴을 장착하여 하나의 용융지를 형성하는 용접기법인 Hi-Pro(high-productivity) 용접을 시공함에 있어 요구되는 사양에 만족하는 물성을 유지할 수 있는 범위 내에서 시공할 수 있는 최대 용접비드 폭에 대하여 실험적 연구를 통해 이를 도출하였다.

2. 현황

일반적으로 용접부에 대한 비드폭의 기준값은 각사의 품질표준으로 정해지고 있으며, 선급에 따라서 요구하는 기준값이 일부 다른 것으로 조사되었다.

Table 1. Quality standard for weld bead width with FCAW welding

AWS	A company	B company	Classification Society(LR)	C company
F,H,OH:16mm V-up : 25mm	23mm max. (weaving width)	20mm max. (bead width)	without oscillation + 20%	25mm max. (weaving width)

3. 용접 실험

3.1 SYSTEM 구성

본 실험에 있어서 시스템은 Fig. 1과 같이 용접전원, 와이어 송급장치, 간이 캐리지 및 실시간 용접조건을 모니터링하는 아크 모니터링 시스템으로 구성하였다.

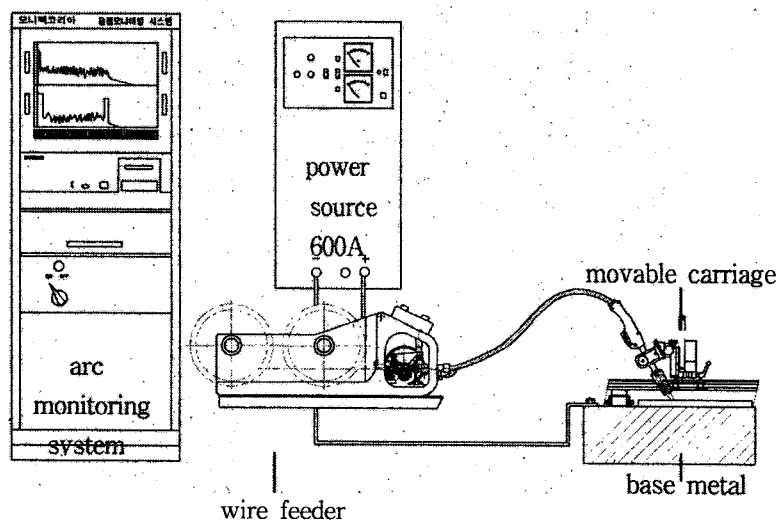


Fig. 1 Arrangement of welding system

3.2 용접조건

EH 45t × 300 × 500 V-개선 모재에 용접토치는 진행각 30°, 작업각 0°, CTWD 20mm로 하였다. 적층방법은 Fig. 2와 같이 1~3층은 전극배열을 용접선 방향과 종 방향으로 하였고 잔여 층수는 용접선 방향과 횡 방향으로 용접 시공하였다. 또한 용접조건은 용접비드를 25~45mm 크기로 용접 하기 위하여 표 2와 같이 용접속도, 용접전류, 용접전압, 좌우 멈춤시간을 변화시켰다.

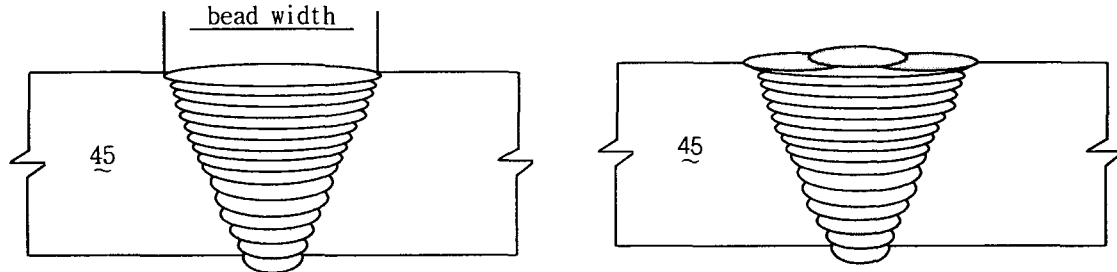


Fig. 2 Build-up method

Table 2. Setting condition of traveling and hesitation time

Bead width	Travel speed (cm/min)	Electrode wire	Ampere (A)	Volts (V)	Hesitation time on the right end (sec)	Hesitation time on the left end (sec)
25	35	AWS E81T1-K2 (1.4Ø+1.4Ø)	500	31	0	0
30	31				0.1	0.1
35	27				0.15	0.15
40	23				0.2	0.2
45	20				0.3	0.3

3.3 용접부 검사

육안검사, 굽힘시험, 인장시험, 충격시험, 경도시험, 비파괴시험(UT)를 적용하여 용접부의 기계적 성질 및 건전성을 확인하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 아크 안정성

사이리스터 600A 정전압특성 용접전원을 사용한 Hi-Pro 용접에서 용접비드폭 변화에 따른 아크 모니터링 계측기로 계측한 용접조건은 Table. 3과 같다. 용접비드폭 변화에 따른 용접전류와 용접전압의 표준편차는 약 25와 1.9를 상회하였고, 아크는 매우 안정되었다. 25, 30, 35mm 시편의 경우 개선면 내에서 용접조건 선정이 쉬웠으며, 40, 45mm 시편의 경우는 용접조건 선정을 test 시편에 test한 후 본시편에 시공하므로써 용접조건 선정이 어려웠다. 그리고 용접비드 riffle의 크기가 크면 riffle 가장자리부와 개선면이 마주하는 곳에 불규칙한 엠보싱이 생겼다.

Table 3. Measured Output data by Arc monitoring system

Bead width (mm)	Travel speed (cm/min)	Ampere (A)	Volts (V)	Weld heat input (kJ/cm)
		Standard deviation		
25	35	464	32.3	38.2
		28.54	2.05	
30	32	488	33	41.1
		26.32	1.94	
35	26	475	33	49.6
		27.27	1.98	
40	22	458	30.9	36.6
		25.3	1.95	
45	18	473	30.7	38.9
		23.37	1.92	

4.2 비파괴 검사

25, 30, 35mm 시편의 경우는 UT검사 결과 양호하게 나타났지만, 40, 45mm 시편의 경우 개선면 내의 용접시공시 용접riffle 가장자리와 개선면이 마주한 곳에 엠보싱이 존재한 시편에서 UT검사 결과 불량하게 나타났다.

4.3 비드 외관 및 Macro 단면

4.4 기계적성질

5. 결론

Hi-Pro 용접을 시공함에 있어 요구되는 사양에 만족하는 물성을 유지할 수 있는 범위 내에서 시공할 수 있는 최대 용접비드 폭에 대하여 실험적 연구에서 얻어진 결론을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 용접품질은 용접비드폭이 45mm까지도 양호하나, 40, 45mm인 경우 용접조건 설정에 유의해야 한다.
- 2) 용접비드폭 45mm를 얻을 수 있는 용접조건에서도 아크는 안정하게 발생하였다.
- 3) Hi-Pro 용접에서 용접비드폭 45mm까지는 현장적용이 가능한 것으로 판단되었다.

【참 고 문 헌】

1. 日本溶接協會, “탄산가스반자동아크용접”, 5장, 産報出版株式會社, 1982.11
2. 박금기, 김종삼, 최우현: Portable 캐리지를 이용한 Twin-wire 용접조건의 연구, 대한용접학회, 2000.9
3. 박금기, 양종수, 정문섭, 최우현: 전극간격 조정에 따른 Twin-wire FCA용접 조건, 대한조선학회, 2001.3
4. 박금기, 양종수, 정문섭, 최우현: HI-PRO 용접에서의 주행방법, 전극 길이 및 배열에 따른 용접특성, 대한용접학회, 2001.11
5. “Structural Welding Code-Steel” (AWS D1.1-2000)
6. “용접.접합 편람”, 대한용접학회, 1998.
7. “Welding Handbook”, Vol-1,2. 8th edition AWS, 1991.
8. “HQS, 한진중공업, 2001.