

# 후판용접의 적용을 위한 프로세스 연구

## A Study of welding processes for thick plates

이 정수\*, 류 영수\*, 최 우현\*

\* (주)한진중공업 기술연구소

### 1. 서론

근래, 강 구조물의 대형화와 컨테이너 운반선의 초대형화에 수반하여 사용 강재는 극후판화의 경향이 뚜렷해졌다. 이에 생산성 향상 및 원가 절감 차원에서 새로운 고능률 용접기법과 도크 회전률 증대를 위한 탑재기간의 단축이 요구됨에 따라 후판용접을 위한 프로세스 연구가 매우 활발하다. 대표적인 대입열 용접의 하나인 일렉트로 가스용접(EGW)은 오래 전부터 이미 적용되어 왔으나 초기 장비모델의 경우, 전기적 제어방식과 장비의 견고성 등의 복합적 원인으로 전체 중량이 취급상 다소 과중(SEGARC-2Z, Kobe Steel, 25kg이상)하여 많은 용접사들이 사용을 기피하고 있다. 최근의 제어기술은 마이크로프로세서에 의한 전자적 방식으로의 전환에 따라 제품의 소형화와 경량화가 가능해졌고 추종 및 기능제어성이 향상되어 장비운용이 더욱 편리해짐에 따라서 적용확대가 기대된다.

따라서 본 연구에서는 EGW의 적용상의 문제점을 개선하고 적용효과 증대를 위한 프로세스와 처리방안을 검토하였다.

### 2. EGW의 후판적용

#### 2.1 동당금의 개선

판재의 두께가 두꺼워 질수록 단면개선에 따른 표면갭이 넓어짐으로써 기존의 동당금 구조에서는 용접부 보호를 위한 이산화탄소 가스의 공급이 원활하지 못하여 용접부의 산화 또는 기공발생 등의 용접결함이 다소 발견되어 가스유동의 편향을 막고 공기유입을 차단시킬 수 있는 구조로 동당금을 개선하였다. 이의 개선방법은 동당금의 가스 공급구를 수 등분으로 분할하고 공급관의 구멍을 적절하게 분배함으로써 보호가스의

균일한 실딩 효과로 대기와의 차단을 통한 공기 혼입을 막고 용접부를 잘 보호함으로써 용접결함을 현저히 감소시켰다. Fig.1은 개선전과 개선 후의 가스흐름 분포형상을 나타낸다.

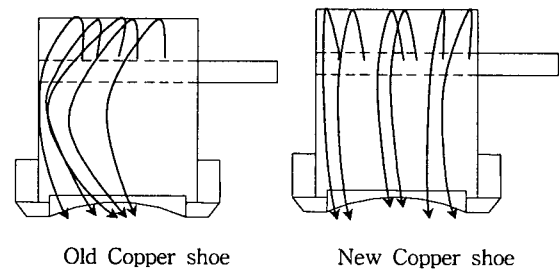


Fig.1 CO<sub>2</sub> Gas flow

#### 2.2 후판 55mm의 적용실험

##### 2.2.1 실험재료

본 연구에서는 선급용 강재 EH32, EH36 및 EH36 TMCP 고장력강을 비교 구분하여 용접하였으며 용접재료는 EGW 조건에서 AWS EG 70T-2급 이상의 와이어 1.6mm를 사용하였고 FCAW 조건에서 AWS E81T1-K2급 와이어 1.4mm를 사용하였다. 또한, 루트부의 이당재는 세라믹 백킹재를 사용하였다.

##### 2.2.2 실험조건

본 실험은 EGW 1 Pass 용접조건과 FCAW + EGW 용접조건으로 구분하여 실시하였으며 Table 1에 각각의 용접조건과 Table 2에 Weaving 조건을 기록하였고 Fig.2에서 용접부의 개선형상을 도시하였다.

##### 2.2.3 EGW 1 Pass의 시험결과

재질별 용접부의 마크로 단면을 Fig.3에서 보여주며 경도시험 결과는 Fig.4에서 각각 표면부, 중심부와 루트부로 나누어 비교하였다. 전반적으로 용접금속부위의 경도 값이 높게 나타났다.

Table 1 Welding condition

Test	Gap (mm)	No. of pass	Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Heat input (kJ/cm)
EGW 1 Pass	10	EGW	420	42	2.7	390
FCAW+EGW	10	FCAW 1 Pass	200	28	3.2	-
		FCAW 2 Pass	230	30	3.2	-
		EGW	420	42	2.3	460

Table 2 Weaving condition

Test	Stickout (mm)	Weaving width (mm)	Dwell time (sec)		Dwell margin (mm)	
			Face	Root	Face	Root
EGW 1 Pass	35~37	30	2.1	1	10	15
FCAW+EGW	35~36	20	2.6	1.4	5	15

또한, 인장시험 결과는 Table 3에, -20℃에서의 충격인성 값은 Table 4에 기록하였다.

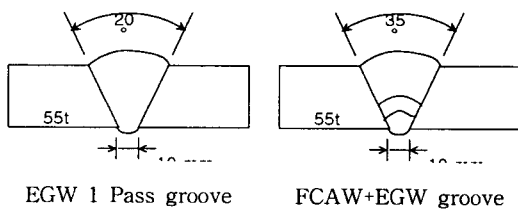


Fig. 2 Groove condition

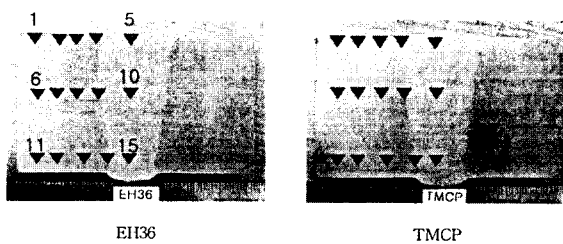


Fig.3 Macro section

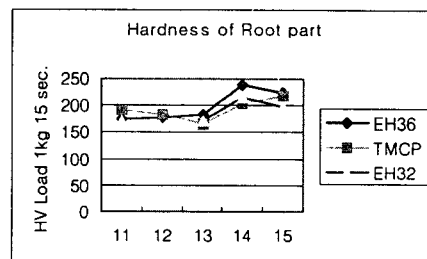
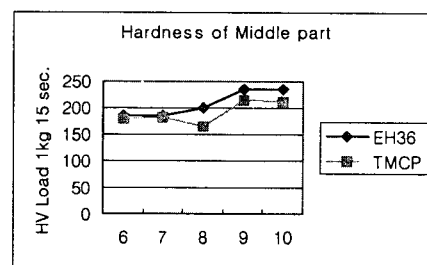
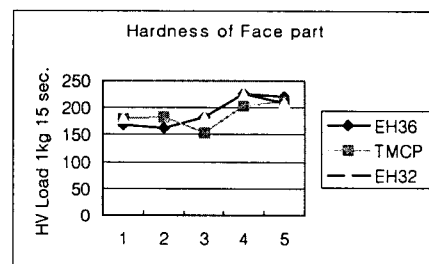


Fig.4 Hardness value

Table 3 Tensile test results

Specimen	EH32	EH36	TMCP	
Elongation (%)	-	19.5	19.7	10mm Diameter specimen
Round tensile strength(N/mm <sup>2</sup> )	-	671.3	658.9	
Transverse tensile strength(N/mm <sup>2</sup> )	600	609.6	545.2	

EH36과 TMCP의 인장 시험결과는 연신율이 20%에 거의 근접한 결과를 나타내었으며 -20℃에서의 충격인성 시험결과는 EH32와 EH36의 흡수 에너지가 선급 규정인 34 Joule에 미치지 못하는 부분이 다수 나타났으나 TMCP에서는 모든 부분에서 34 Joule이상의 양호한 결과를 나타내었다.

2.2.4 FCAW+EGW 의 시험결과

다층용접의 적용은 EH32와 TMCP의 경우에 만 비교 검토해 보았다. TMCP 강제에서 연신율이 22.6%로 측정되어 EGW 1 Pass의 조건에서보다 연신율이 향상되는 것으로 나타났고 -20℃에서의 흡수 에너지는 1 Pass조건보다 다소 높은 시험결과를 나타내었다. FCAW+EGW 조건의 충격인성 시험결과를 Table 5에 기록하였다.

2.2.5 기타 EGW의 적용방법

최근의 극후판화의 영향으로 후판용접의 속도향상과 용접부의 입열량 감소를 위해 다전극 EGW의 연구가 진행 중이며 선체 외판의 두께 변화부에 교정작업을 최소화 하여 EGW를 적용하기 위한 프로세스 등이 연구되고 있다.

3. 향후 과제

이상과 같이 EGW의 적용확대를 위해 여러 가지 방법을 계속 진행하면서 보다 최적화 된 용접 조건을 찾고자 하였다. 향후, 더욱 경량화 되고 취급 및 조작성이 편리하며 효율이 높은 EGW 프로세스 및 장비를 개발할 수 있도록 지속적인 연구개발작업이 이루어져 나가야 할 것이다.

Table 4 Sharpy V-notch impact test (EGW 1 Pass)

(unit : Joule)

		EH32	EH36	TMCP
Face	center line	46	76	55
	fusion line	38	16	38
	FL+2mm	16	9	150 ↑
Middle	center line	42	70	61
	fusion line	16	9	52
	FL+2mm	9	7	150 ↑
Root	center line	53	72	64
	fusion line	54	19	34
	FL+2mm	14	9	78

Table 5 Sharpy V-notch impact test (FCAW+EGW)

(unit : Joule)

		EH32	TMCP
Face	center line	68	75
	fusion line	48	37
	FL+2mm	78	150 ↑
Middle	center line	76	73
	fusion line	27	41
	FL+2mm	71	121
Root	center line	87	99
	fusion line	133	115
	FL+2mm	129	150 ↑