

# 후판 수직 EGW용접에 있어서의 용접변수 고찰

## A Study of Elector-Gas Welding for thick plates

류 영수\*, 정준식\*, 이 정수\*, 최 우현\*

\* (주)한진중공업 기술연구소

### 1. 서론

최근 조선소에서는 건조선박의 대형화로 후판 강재의 사용이 증가하고 있다. 이러한 후판강재의 사용 증가는 선박제조 공정 중 용접시간의 증가를 가져오게 되며, 선박건조에 있어서 공정지연의 주요원인이 된다. 이에 기존의 다층용접을 실시하는 CO<sub>2</sub> 가스 사용방식의 FCAW을 대신하여, 단층용접으로 완료할 수 있는 EGW의 적용이 시도되고 있다. EGW는 대입열 용접법으로서 기존의 다층용접의 경우와는 달리 피용접재 및 용접재료의 물성에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서, 대입열 용접 전용의 강재 및 재료가 필요하고, 입열을 줄일 수 있는 용접조건 선정이 중요해진다.

본 연구에서는 EGW의 후판 적용시 발생하는 여러 문제점을 확인하고, 용접 시 고려해야할 주요변수에 대해 고찰해 보았다.

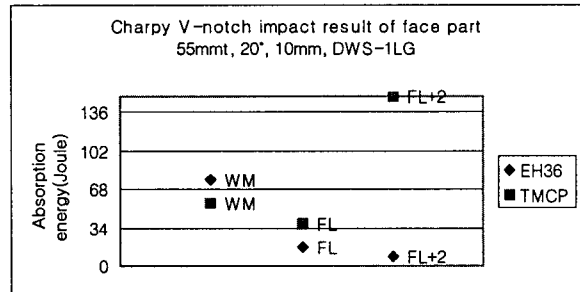
### 2. EGW 적용시 용접변수

#### 2.1 대입열용 강재

EGW를 후판강재에 적용하여 단층용접을 실시하면, 두께 55mmt, 그루브각도 20°, 루트 갭 10mm의 조건에서 최소 400kJ/cm 이상의 입열을 갖게된다. 따라서 일반강재를 사용해 EGW를 적용하면 용접부의 융합선(fusion line)과 열영향부(HAZ)에서 요구되는 물성치를 확보하지 못하게 된다.

일반 고장력강과 일반 TMCP 고장력강을 사용하여 EGW를 적용하였을 경우를 비교하여 보면, 용융선과 열영향부에서의 충격치 차이가 확연히 드러남을 알 수 있다(Fig.1). 물론 일반 TMCP 고장력강을 사용하더라도 승인 기준을

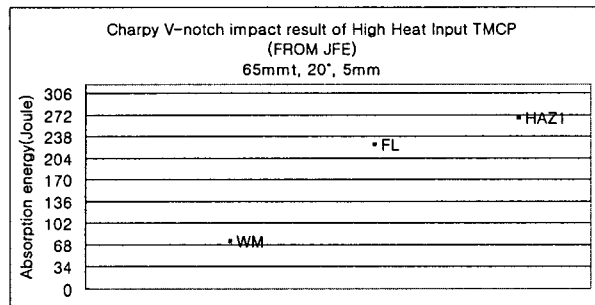
만족시키기 쉽지 않으며, 다른 용접변수들을 최적화 시켜야한다. 최근 강재 업체에서 대입열 전용의 TMCP 강재를 선보이고 있는데(Fig.2), 가격이 비싼 단점이 있지만 융합선 및 열영향부에서 요구되는 물성치를 확보할 수 있다는 것이



가장 중요한 사안이 될 것이다.

Fig.1 impact value of FL and HAZ

Fig.2 impact value of High Heat Input TMCP



#### 2.2 대입열용 용접와이어

당 YARD에서는 30mmt까지 강재에 대해서는 국산AWS EG70T-2급 와이어를 적용하고 있으며, 40mmt이상에 대해서는 일산 대입열 전용의 와이어를 적용하게 되어있다. 대입열 용접에서 용접금속(weld metal)에서의 요구되는 물성치를 만족하기 위해서는 전용의 용접와이어를 사용하여야 한다(Fig.3). 대입열 전용 와이어 중 두 종류의 와이어를 혼합 사용하는 방식도 존재한다 (Fig.4).

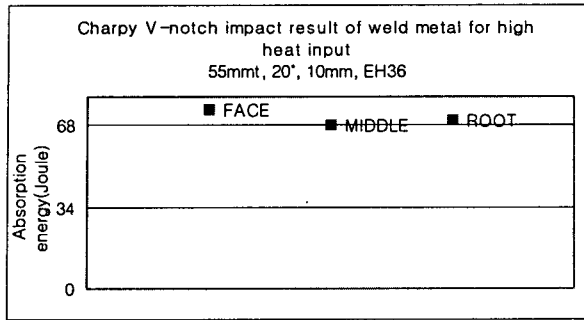


Fig.3 impact value of weld metal for high heat input

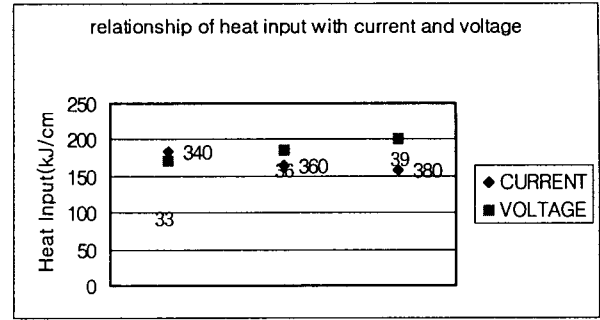


Fig.5 relationship of heat input with current and voltage

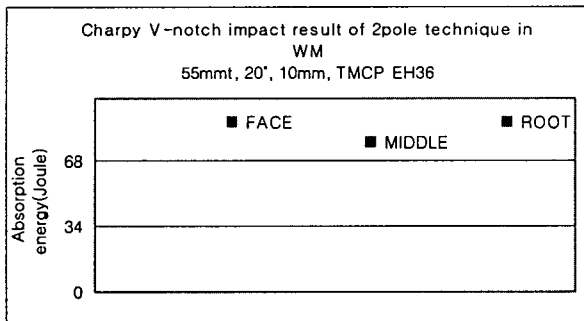


Fig.4 impact value of weld metal using 2pole technique

### 2.4 슬래그의 제거

장재의 두께가 두꺼워 질수록 동일한 그루브 및 루트갭 조건하에서는 용접시 채워야할 면적이 증가하게 된다. 즉, 단위면적당 투입되는 용접 와이어의 양이 증가한다. 따라서 단위길이당 발생하는 슬래그의 양이 증가하게된다. 이때 발생하는 슬래그를 효과적으로 배출해야만 용접 중 슬래그 과다로 인한 아크불안정을 해결할 수가 있다.

슬래그의 배출은 두가지 방법을 이용할 수 있는데, 용접과잉 슬래그를 적당하게 흘러버리도록 동당금을 설계하는 방법을 사용하거나 동당금의 아래편에 용융풀의 수위를 적절히 맞추어 슬래그 배출량을 증가시키는 방법을 이용한다. 후판화될수록 하나의 방식으로는 충분한 효과를 얻기 힘들고, 두 가지 방식을 병행하여 사용하는 것이 효과적이다.

### 2.3 후판 EGW 적용 시 용접조건

EGW기법은 일반 FCAW과 달리 용접속도가 중요 용접조건으로 작용하지 않는다. EGW의 특성상 주행속도는 용융지(molten pool)의 진행속도에 맞추어 EGW시스템이 자동 진행하기 때문이다. 하지만, 대입열 용접에서는 용접전류와 용접전압이 입열량 조절에 중요한 역할을 한다.

$$Q = (\eta EI)/V$$

Q : 입열량(Joul/cm)

$\eta$  : 아크효율

E : 용접전압(V)

I : 용접전류(A)

V : 용접속도(cm/sec)

EGW에서 입열량과 용접전류, 용접전압의 관계를 한번 더 확인해 보면, 용접전류의 증가는 입열량의 감소를 가져오고 용접전압의 증가는 입열량의 증가를 가져오게 된다(Fig.5).

### 2.5 용융지의 보호

후판 용접시 두께에 비례해 표면 갭이 증가하게 된다. 그러므로 표면갭을 충분히 덮어줄 수 있는 동당금의 사용이 필요하게 된다. 동당금이 커지면 구조적으로 가스분출구의 넓이도 증가하게 되는데, 이때 분출되는 실당가스의 치우침이 발생하게된다. 실당가스의 치우침은 가스분출구의 위치간 압력차이를 가져와 외부공기를 흡입하여 실당가스와 섞여 들어오게 되므로, 곧 용접불량을 발생시킨다(Fig.7).

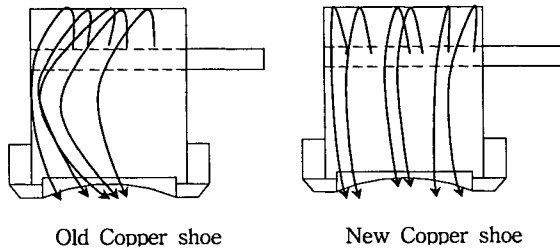


Fig.6 CO<sub>2</sub> gas flow

### 2.6 입열과 그루브와의 관계

용접단면이 클수록 용접시간이 증가하고, 용접 속도가 감소하게 되어 입열량이 증가하게 된다. 따라서 그루브와 루트갭은 작을수록 용접 품질에 유리하다. 하지만 지나치게 작은 그루브와 루트갭을 선택할 경우 토치의 진입을 방해하여 이면 비드 형성이 어렵게 된다. 단층용접을 위해 일반적으로 고려되고 있는 20. 그루브각도와 6~10mm의 조건은 실제 현장의 정도관리와 취부상태를 고려할 때 현장성이 떨어지는 조건이라 하겠다.

따라서, 입열량 제어를 위해 이면부 수정작업을 포함하는 노갭화 조건이 시도되고 있으며, 기존 CO<sub>2</sub> 가스를 사용하는 FCAW과 EGW용접법을 결합한 combined 방식이 적용되고 있다 (Fig.8).

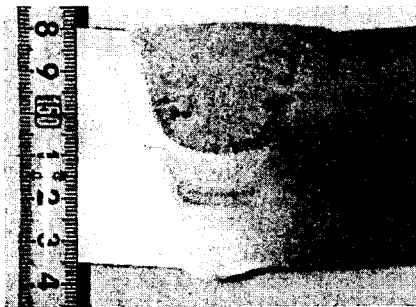


Fig.7 combined welding

### 3. 결론

이상과 같이 EGW의 후판적용에는 고려해야 할 많은 변수들이 있다. 대입열 전용의 강재와 용접 와이어가 필요하며, 입열량 조절을 위해서 개선과 용접조건을 최적화 시켜야한다. 그리고, 용접조건을 안정화 시키기 위한 용접환경을 일정하게 유지하여야 한다.

추후 연구 방향은 후판 EGW적용 변수들의 최적화작업과 함께, 극후판(55mm이상)의 EGW장비(Fig.9)의 개발 및 적용시 필요한 용접변수를 확인해 나갈 계획이다.



Fig.8 2pole technique

### 4. 참고문헌

- (1) KOBE STEEL,LTD. 'Electro-gas Welding Flux-cored Wire for Heavy Thickness Steel Plate'
- (2) KAWASAKE STEEL CORPORATION. 'Test Results of 65mm-thick YP390 E Grade Welded Joints with One pass High Heat Input'
- (3) KOBE STEEL,LTD. '극후판 SEGARC 용접법'