

일렉트로가스용접에 있어서의 Cold Wire 기법 평가

Evaluation of Cold Wire Technique for Electrogas Welding

천 제일**, 황 인환***

* 대우조선해양(주) 산업연구2팀

1. 서 론

용접이 진행되는 아크 범위 내에 용접재료로서 아크를 일으키지 않는 여분의 Wire를 삽입하고자 하는 시도는 이미 여러 용접 Process 에 응용되어 행해진 바 있다. 이러한 기법의 장점은 기존 1전극의 용접법에 비해 용착속도의 증가를 통해 용접 속도를 증대할 수 있다는 장점 외에도 용접 입열의 감소를 통하여 열영향부의 기계적 물성, 특히 충격인성을 향상 시킬 수 있다는 데 있다.

한편, Wire를 용융풀 근처에 공급할 때 이를 가열하여 공급하는 경우 Hot Wire 기법이라 칭하며, 가열하지 않은 상태로 공급할 경우에는 Cold Wire 기법이라 칭한다. Hot Wire 기법의 경우 Cold Wire 기법 대비 동일 입열에서 더욱 많은 양의 Wire를 용융풀에 투입시키는 것이 가능하므로 용접 속도 증대 측면에서 유리하다고 할 수 있겠으나 투입되는 Wire를 적열시키는 데 필요한 가열 장치가 추가로 필요하다는 단점이 있다.

이와 같이 상기 2가지 기법은 이미 오래전부터 여러 종류의 용접 Process 에 응용되어 왔고 이에 맞는 용접 장치도 개발되어 있는 상태지만 유독 EGW 에는 적용된 사례가 없기에 Cold Wire 기법이 EGW 에 적용 가능한지 알아보하고자 본 연구를 실시하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험조건

2.1.1 모재 및 용접재료

실험에 사용된 모재 및 용접재료는 표 1과 같다.

표 1. 모재 및 용접재료

모재	DH36
Arcing Wire	AWS EG70T-2
Cold Wire	AWS ER70S-3
	AWS ER70S-G

2.2.2 시편 형상 및 용접조건

시편 형상은 그림 1과 같으며 전류 390~410A, 전압 39~40V의 용접조건으로 용접을 진행하였으며 이때, Cold Wire의 송급 속도는 565cm/min 이었다.

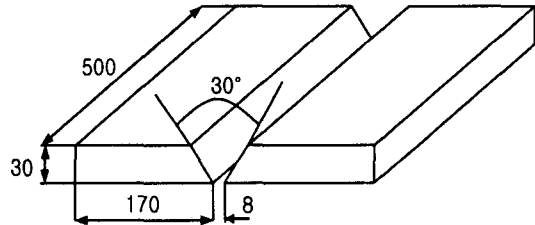


그림 1. 시편 형상 및 취부 조건

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 인장시험 결과

각 시험 조건에 따른 인장 시험 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2. 인장 시험 결과

용접기법	용접재료	인장강도 (N/mm ²)	연신율 (%)
Single EGW	EG70T-2	580.0	25.4
Cold Wire 기법 적용 시	EG70T-2 + ER70S-3	558.1	18.2
	EG70T-2 + ER70S-G	567.8	20.0

선급(DnV)기준:

490~660N/mm²(인장강도), Min. 22% (연신율)

인장 시험 결과 인장강도 측면에서는 Cold Wire 기법을 사용한 경우에도 Rule 요구 값을 만족하는 것으로 나타났으나 연신을 측면에서는 Rule 요구 값인 22% 이하 값을 나타내었다.

이와 같이 Cold Wire를 사용한 경우 연신율이 기준 값을 만족하지 못하는 이유를 규명하기 위하여 인장 시편의 파면을 기준으로 SEM 분석을 실시하여 보았으며, 그 결과를 사진 1~3 에 나타 내었다

사진 1 에서 보듯 Cold Wire를 적용하지 않은 경우에는 파면 전체가 전형적인 연성 파면인 Dimple을 나타내고 있으나, Cold Wire 기법을 사용한 경우에는 부분적인 Dimple 이 보이기는 하지만 파면의 대부분에 다량의 Fish-eye 가 존재하고 있음을 알 수 있으며 결국, 연신을 저하의 주된 원인은 Fish-eye 때문인 것으로 판명 되었다.

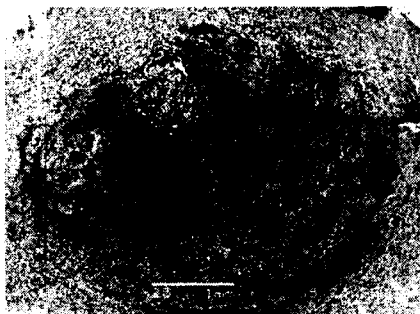


사진 1. Single EGW 의 인장 파면



사진 2. Cold Wire (ER70S-3) 인장 파면



사진 3. Cold Wire (ER70S-G) 인장파면

3.2 매크로 조직

서로 다른 Cold Wire를 사용하여 용접 한 경

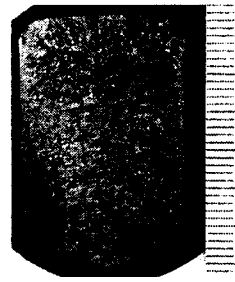


사진4. ER70S-3

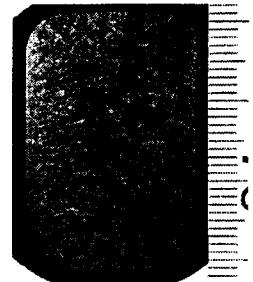


사진5. ER70S-G

우의 매크로 조직 사진을 사진4 및 사진 5 에 각각 나타내었다.

사진에서 보듯 Cold Wire 를 적용한 경우에는 용착금속의 표면 근처에 편석으로 추정되는 영역이 존재하고 있음을 알 수 있다.

3.3 충격시험 결과

각 실험 조건에 따른 충격 시험 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3 . 충격 시험 결과

용접기법	용접재료	충격값, J at 0°C	
		FACE	ROOT
Single EGW	EG70T-2	68	58
Cold Wire 기법 적용 시	EG70T-2 + ER70S-3	62	63
	EG70T-2 + ER70S-G	73	81

* 각 충격값은 3개 시편의 평균 값

충격 시험 결과에서는 인장 시험과는 달리 Cold Wire를 사용한 경우에도 선급 Rule 기준 값인 34J 이상을 모두 만족하는 것으로 나타났

4. 결 론

조선에 있어 외판의 수직 용접 시 사용되는 일렉트로 가스 용접(EGW)에 Cold Wire 기법을 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) Cold Wire 기법을 적용할 경우 기존 1전극 대비 약 20~30% 가량의 용접 속도 증대 효과가 있다.
- 2) Cold Wire 로서 Solid Wire를 사용할 경우 인장시험 시 다량의 Fish-eye 가 발생함으로써

연신율이 기준값에 미달되었으며, 더불어 용착금속에 편석으로 추정되는 특이 상(Phase)이 존재하였다.

3) 따라서 일렉트로가스 용접에 Cold Wire 기법을 적용할 경우에는 다량의 Fish-eye 및 편석상이 존재하지 않도록 Cold Wire의 선정에 세심한 주의가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. A. M. Mohanty : Evaluation of Increased Deposition in Hotwire Submerged Arc Welding with chosen Parameters for Pipes upto 40mm Thickness, INDIAN WELDING JOURNAL, OCTOBER 1981
2. 田柔 俊明 : ホットワイヤマグ 溶接法の開発と 実用化, 溶接技術, 1990, 2월
3. 草野和喜, 永島利治 : ホットワイヤテイク* の 實際, 溶接技術, 2000, 9월