

Inconel 625 GMA 용접성에 미치는 보호가스의 영향

The effect of shielding gases on Inconel 625 GMA weldability

김 영일*, 주 정권*, 안 재웅*, 최 준태*

* 현대중공업(주) 산업기술연구소

ABSTRACT In the conventional GMAW of 9% Ni steel, Inconel wire has been employed. The major problem of the Inconel GMAW is that arc stability and fluidity of weld pool is poor. Lack of fusion and convex weld bead is liable to occur in case of 9% Ni steel because of low melting point of Inconel wire. In this study the effect of shielding gases on the Inconel 625 GMA weldability was investigated.

1. 서 론

Ni 합금은 내식, 내열성 그리고 저온인성이 탁월하여 고효율 에너지 설비 및 고온부식 환경에서 광범위하게 적용되어져 왔으며, 특히 LNG 저장탱크의 주요 소재인 9%Ni 강 용접재료로서 사용되고 있다. 근래에는 환경문제 및 에너지 위기 대책에 따라 LNG 저장탱크의 제작물량이 증가하는 추세이고, 이에 따른 고능률 용접기법의 개발 및 적용이 시급한 과제이다. 국내에서도 LNG 저장탱크의 제작 실적이 있으나 SAW를 사용하는 일부의 수평 용접부를 제외한 모든 부위에 아직 SMAW만이 적용되고 있는 실정이다. 그러나 최근에는 펄스기능의 개선으로 저 전류에서 안정된 스프레이 이행에 의한 전자세 GMAW가 가능해 졌으며, 다원계 보호가스로 작업성 및 용접품질을 확보 할 수 있는 것으로 보고 되고 있다.

2. 실험내용 및 방법

Ni 합금 용접재료의 경우 Ar 가스만을 이용하

면 용융풀의 유동성이 열등하고 아크가 불안정하여 비이드 외관이 불량하다. 특히 9%Ni 강을 용접할 경우 Ni 합금의 용융점이 모재보다 150°C 정도 낮기 때문에 용입불량 및 블록비드가 형성될 가능성이 높다. 이를 해결하기 위해 일반적으로 Ar외에 열 전도성이 좋은 He 및 H₂ 그리고 아크안정성을 확보하기 위한 CO₂ 및 O₂등을 첨가한다. 본 연구에서는 Ar+He 및 Ar+He+(CO₂, H₂)등 다원계 혼합가스에 대한 작업성 및 용접특성을 비교평가 하여 용접품질과 경제성 측면에서 가장 양호한 보호가스를 선정하고자 하였다.

2.1 모재 및 용접재료

실험에 사용된 모재는 QT처리된 9%Ni 강인 ASTM A553 Type 1이고, 용접재료는 Inconel 625에 해당되는 AWS A5.14 ERNiCrMo-3 이다.

2.2 보호가스

실험에 사용된 보호가스는 Table 1과 같다. 일반적으로 비드 퍼짐 및 용입 향상을 위해 적용되

는 Ar+He 가스와 아크안정성을 위한 Ar+O₂ 그리고 Ni계 용접재료용 보호가스로 추천되는 3원계 및 4원계가스에 대해 알아보았다.

3. 실험결과

3.1 아크 안정성 실험

각 보호가스에 대해 안정된 스프레이 이행을 얻을 수 있는 조건으로 아크 안정성 실험을 하였다. Fig. 1에서 살펴보면 Ar+He 2원계 가스를 제외하고는 비교적 안정된 전류출력을 얻을 수 있었으며, Ar+He 가스의 경우 He 량이 많으면 전류의 기복이 잦고 심해지는 것을 알 수 있었다.

3.2 Bead on plate 실험

펄스 전류를 이용하여 가스별로 BOP 실험을 하였다. Fig. 2와 3에서 살펴보면 Ar+O₂ 가스의 경우 비드 여성고가 높고 용입깊이가 깊은 특성을 보였으며 비드 표면 산화가 심하였다. 이는 보호가스의 O₂가 용접재료의 Nb 및 Ta의 산화를 촉진하기 때문으로 판단되었다. 또한 3원계 및 4원계 가스의 경우 비드퍼짐성과 용입특성이 비교적 양호하였으나 Ar+He 2원계 가스와 큰 차이는 없었다.

3.2 필릿용접 실험

아크 안정성 및 비드형상을 고려하여 Ar+50%He 과 Ar+2%O₂ 가스를 제외하고 나머지 가스에 대해 필릿시험을 실시하였으며 결과는 Fig. 4와 같다. 세 가지 가스 모두 양호한 작업성 및 비드형상을 얻을 수 있었다.

3.3 기계적특성 평가

상기의 결과로부터 Ar+30%He, Ar+50%He+0.05%CO₂ 그리고 Ar+30%He+0.05%CO₂+2%H₂ 가 사용 가능할 것으로 판단되었으며 3원계 및 4원계가스가 Ar+He에 비해 약 7배의 가격에 구입할 수 있음을 고려한다면 경제성 측면에서 Ar+30%He의 사용이 가장 바람직 할 것으로 판

단되었다. 따라서 Ar+30%He에 대한 용접부 물성 평가를 실시하였으며 이때 전류는 펄스를 사용하였고 자세는 입향상진이였다. 결과는 Table 2와 같이 양호하였다.

4. 결 론

- 1) Ar+50%He 가스의 경우 아크가 불안정 하였다.
- 2) Ar+2%O₂ 가스의 경우 비드표면 산화가 심하였고 비드형상이 불량 하였다.
- 3) Ar+30%He, Ar+50%He+0.05%CO₂ 그리고 Ar+30%He+0.05%CO₂+2%H₂ 가스가 사용 가능하였으나 경제성 측면에서 Ar+30%He가 가장 양호 하였다.
- 4) Ar+30%He 가스를 사용한 용접부 물성은 양호 하였다.

Table 1. Shielding gases

No.	Shielding gases
1	Ar+30%He
2	Ar+50%He
3	Ar+2%O ₂
4	Ar+50%He+0.05%CO ₂
5	Ar+30%He+0.05%CO ₂ +2%H ₂

Table 2. Mechanical properties of welded joint with Ar+30%He gas at vertical-up position(pulse)

Y.S (MPa)	T.S (MPa)	CVNT (J @-196℃)	CTOD (δm @-196℃)
497	795	142-155	0.36-0.62

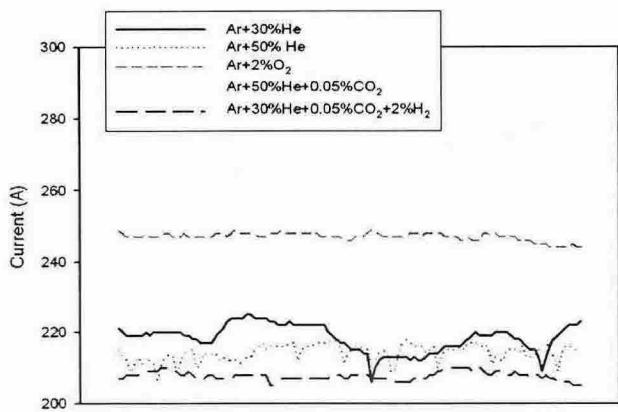


Fig. 1 Arc stability with shielding gases (non-pulse)

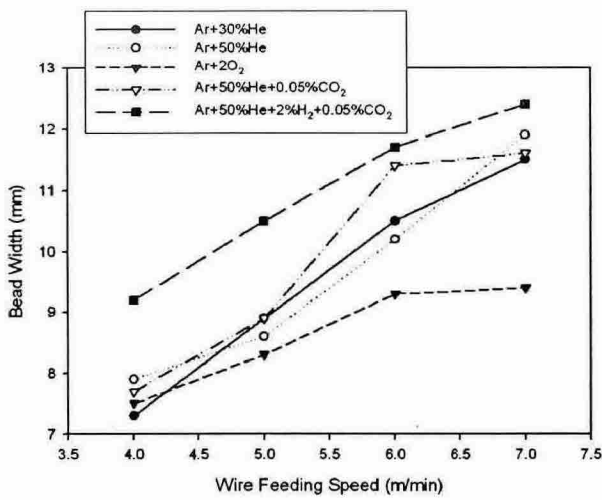


Fig. 2 Bead width with shielding gases (pulse)

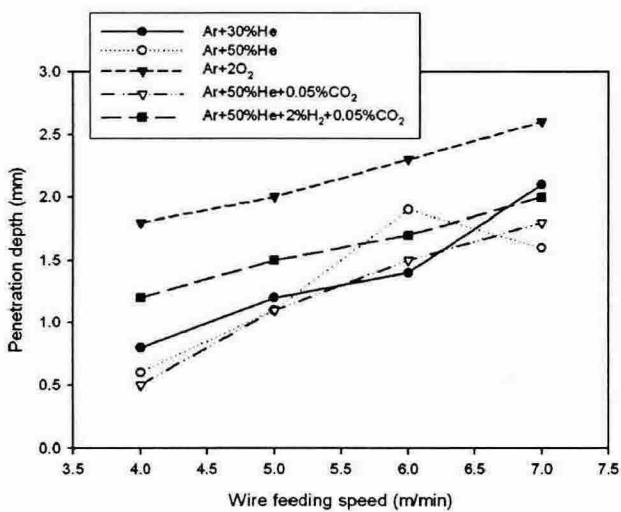


Fig. 3 Penetration depth with shielding gases (pulse)

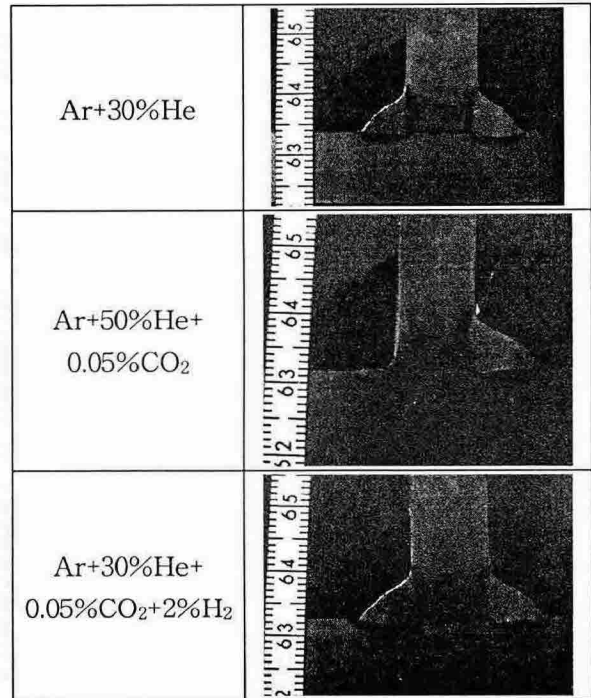


Fig. 4 Fillet weld test (pulse)