스테인레스강의 GTAW 기법에서 보호가스가 용접성에 미치는 영향

Effect of weldability in shielding gases on the GTAW process of austenitic stainless steel

김 대주*, 백 호성*, 류 승협*, 고 성훈**, 김 경주***, 김 대순***
*현대중공업 산업기술연구소 연구원
**현대중공업 산업기술연구소 책임연구원
***현대중공업 산업기술연구소 수석연구원

ABSTRACT The paper deals with the effect of hydrogen or helium in argon as a shielding gas on GTA welding of austenitic stainless steel. The studies were carried out in GTA (Gas Tungsten Arc) welding with a non-consumable electrode in case with different volume additions of hydrogen or helium to the argon shielding gas, i.e 5%H_2, 10%H_2, 30%He and 67%He.

The penetration, welding voltage, microstructure and mechanical property were examined. The deepest penetration was obtained from the sample which was welded under shielding gas of 10%H_2.

The studies showed that hydrogen or helium addition to argon changes the static characteristic of the welding arc. The hydrogen or helium addition to argon increases arc power and the quantity of the material melted. The weld metal penetration depth and its width increased with increasing hydrogen or helium content. Additionally, welding voltage increased with increasing hydrogen or helium content.

1. 서 론

GTAW 기법에 있어, 보호가스는 아크의 형상, 금속의 용융 이행 현상과 아크의 에너지 분산 등에 있어 중요한 역할을 하며, 최근에는 순 아르곤에 헬륨이나 산소 등 2~3가지 또는 그 이상의 가스를 혼합하여 사용하여 아크와 용융지를 보호한다. 혼합가스의 비율은 용접부의 재질에 따라 달라지며, 용융지와 가스 사이의 화학적 야금 공정에 따라 결정되어진다. 보호가스의 밀도, 또한 아크와 용융지를 보호하는 중요한 역할을 하며 아르곤이나 이산화탄소의 경우는 대기보다 상대적으로 높은 밀도로 보호가스로서 효과적이다. 그러나 수소와 헬륨의 경우는 아르곤보다 1/10 혹은 1/20 정도로 낮은 밀도로 열적 부력에 기인한 노즐 팁 선단에서 난류의 형태로 발생되어진다.

스테인레스강, 구리 또는 니켈 합금강에 보호가스로서 아르곤 가스 내 수소나 헬륨을 첨가할 경우, 용접속도의 증가 뿐 아니라 높은 열전도율에 의하여 용융풀의 체적 또한 증가한다.

본 연구에서는 스테인레스강의 GTAW 기법에서 보호가스가 용접성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 스테인레스 판재에 5가지의 보호가스, 즉 Pure Ar, Ar+5%H_2, Ar+10%H_2, Ar+30%He, Ar+67%He을 이용하여 각각의 용입 특성 및 용접전압의 변화 등을 평가하고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1 모재

본 연구에서는 보호가스 종류에 따른 스테인레스강의 GTAW 기법에 영향을 주는 여러 가지 용접변수 중에서 용접속도, 전극봉 선단의 각도, 노즐 직경, 보호가스 유량 및 아크 길이를 일정하게 유지한 채, 용접전류에 대한 용접전압 변화 및 용입 특성 평가를 위하여 12mm 두께의 스테인레스 304L 판재 위에 Bead-on-plate 용접을 실시하였다.

2.2 BOP (Bead-on-plate) 용접

12mm 두께의 스테인레스 304L 판재를 사용하여 아크 길이를 3mm로 유지한 채, 용접전류에 따른 Bead-on-plate 용접을 실시하였다. 용접에 의한 변형을 최소화하기 위하여 스테인레스 304L 판재 아래에 40mm 두께의 탄소강을 필렛 겹침 용접을 실시하였고, 아크 길이 및 용접속도를 일정하게 유지하기 위하여 Fig. 1과 같이 GTAW 용접토치를 로봇장비에 부착하였다.

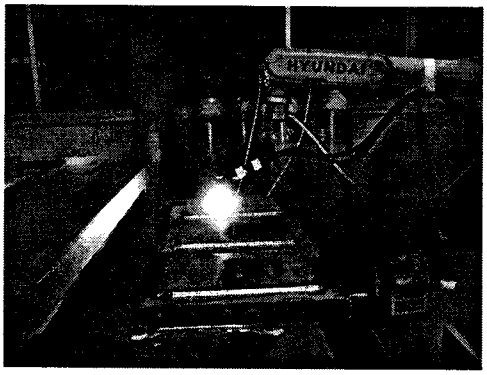

Fig. 1 Robot equipment with torch of GTAW

보호가스는 Pure Ar, Ar+5%H_2, Ar+10%H_2, Ar+30%He, Ar+67%He을 사용하였으며, 보호가스의 유량은 15ℓ/min., 용접속도는 15㎝/min. 아크 길이는 3mm로 일정하게 유지하여 정속 주행하였고, 100A, 150A 및 200A의 용접전류에 따라 용입 특성, 아크 전압의 변화 등에 대하여 평가하였으며, MEGAPLUS ES4.0 장비를 이용하여 보호가스에 따른 아크의 변화를 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 용입 특성 평가

Fig. 2는 100A의 용접전류에서 5가지 종류의 보호가스에 따라 스테인레스 304L 두께 12mm 판재의 Bead-on-plate 용접을 한 후, 각각의 보호가스에 따른 용입 깊이와 폭 및 단면에 대한 결과를 나타내었다.

Shielding gases	Penetration depth	Penetration width	Cross section
Pure Ar	1.29mm	3.75mm	
Ar+5%H_2	2.23mm	5.33mm	
Ar+10%H_2	2.81mm	6.77mm	
Ar+30%He	1.27mm	4.65mm	
Ar+67%He	1.75mm	5.52mm	

Fig. 2 Comparison of the depth and width of penetration with different shielding gases in 100A

Pure Ar의 경우, 용입 깊이와 폭이 각각 1.29mm, 3.75mm 이었으며, 특히, Ar+10%H_2의 경우, 용입 깊이가 2.81mm, 용입 폭이 6.77mm로 가장 깊로 넓은 용입 특성을 나타내었다.

Ar 가스 내 H_2와 He의 함유량이 증가될수록 용입 깊이와 폭이 증가함을 확인할 수 있었다.

3.2 용접 전압의 변화

용접전류의 변화, 즉 100A, 150A 및 200A에서 각각의 보호가스에 따른 용접전압을 Fig. 3에 나타내었다.

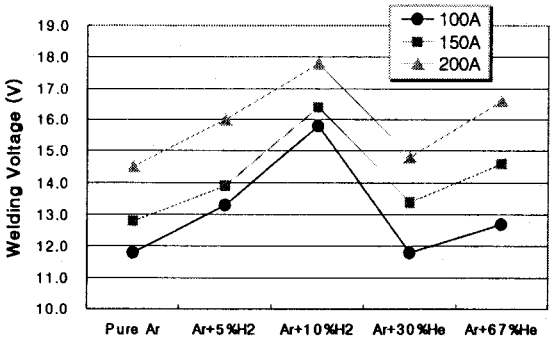

Fig. 3 Variation of Welding voltage with different shielding gases in 100A, 150A and 200A

Pure Ar의 경우, 100A에서 11.8V, 150A에서 12.8V, 200A에서 14.5V를, Ar+10%H_2의 경우는

Pure Ar 보다 같은 전류 영역에서 3.3~4V 높은 100A에서 15.8V, 150A에서 16.4V, 200A에서 17.8V로 확인되었다.

Ar 가스 내에 H_2와 He의 함유량이 증가할수록 같은 전류에서 용접 전압이 증가함을 확인 할 수가 있었다.

4. 결 론

스테인레스강의 GTAW 기법에서 보호가스가 용접성에 미치는 영향을 평가한 결과는 다음과 같다.

1) 용입 특성은 Ar 가스 내의 H_2 및 He 함유량이 증가함에 따라 용입 깊이와 폭이 증가하였다.

2) Ar 가스 내의 H_2 및 He 함유량이 증가함에 따라 용접 전압도 증가하였다.

3) 그 중에서도 Ar+10%H_2 보호가스가 가장 깊고 넓은 용입 특성과 가장 높은 아크 전압을 나타내었다.

참고문헌

1. Ahmet Durgutlu : Experimental investigation of the effect of hydrogen in argon as a shielding gas on TIG welding of austenitic stainless steel, Materials & Design, 25 (2004) 19-23
2. M. Suban, J. Tušek, M. Uran : Use of hydrogen in welding engineering in former times and today, Journal of Materials Processing Technology 119 (2001) 193-198
3. J. Tušek, M. Suban : Experimental research of the effect of hydrogen in argon as a shielding gas in arc welding of high-alloy stainless steel, International Journal of Hydrogen Energy 25 (2000) 369-376
4. 용접접합편람 : 대한용접학회