

HSLA-100강 용접금속에서의 실드가스에 따른 영향

Effect of shielding Gas on HSLA-100 Steel Weld metal

서 금희*, 김희진*, 유희수*, 김가희*, 김재학*

* 한국생산기술연구원

1. 서 론

구조물을 제작함에 있어 경량화, 생산성 향상 및 원가절감에 대한 관심이 꾸준히 높아지고 있다. 본 설비를 가지고 가장 쉽게 높은 강도를 갖는 강재를 생산하기 위한 방법으로써 합금원소를 더욱 많이 첨가하게 되는데, 합금원소의 증가는 강재의 탄소당량(carbon equivalent, CE)을 상승케 하여, 강재의 용접성을 크게 저해시키기 때문에 용접시공 과정에서 여러 가지 제한 사항이 요구되고 있다. 특히 합금원소가 다량 함유된 고강도강에서는 용접열영향부(heat affected zone, HAZ)에서의 저온균열 발생을 억제하기 위하여 높은 예열온도가 요구되는데, 이는 용접시공시 생산성을 저해하고 생산원가를 상승시키는 요인이 되고 있다. 이러한 동향으로 개발된 HSLA-100강은 탄소함량을 크게 낮추는 대신 미세한 Cu 석출물에 의한 강화효과로 요구되는 강도를 만족시키도록 하였으며, 낮은 탄소함량

으로 인하여 탄소당량은 크게 낮아져서 용접시 예열을 최소화 할 수 있는 특성을 갖고 있다⁴⁾. 그러나 용접재료 측면에서 HSLA-100모재에 shielding Gas를 다르게 되면 개재물의 종류와 양이 달라지게 될 것이고 용접부의 기계적 성질에 영향을 끼칠 것이다. HSLA-100강에 가장 적합한 보호가스를 선정하고자하는 것이다.

2. 실험 방법

2.1 실험 장비 및 재료

본 실험에서는 인버터형 정격전류 300A급을 사용하였다.

HSLA-100강에 가장 적합한 shielding Gas를 선정하고자 Spool Arc 120 (1.2mm Φ) 용접 재료를 용접모재 (mild steel)에 GMA용접을 하였다. Table 1.과 같은 조건하에 Ar +5%CO₂, Ar +2%O₂, Ar +20%CO₂의 실드가스를 사용하여 모재의 성분의 희석되지 않도록 하기 위해 다층용접을 한다. 이때 용접 비드의 층간 온도는 200 $^{\circ}$ C까지 공랭이후 드라이아

이스를 이용하여 100℃까지 냉각 시켰다.

용해서 성분 분석하였다.

Table 1. Welding detail

Shielding Gas	Process	Heat input
Ar +5%CO ₂	GMAW	1.94kJ/mm
Ar +2%O ₂	GMAW	2.02kJ/mm
Ar +20%CO ₂	GMAW	2.02kJ/mm

2.2 실험방법

Cv test를 하기위해서는 충분한 높이와 길이 그리고 7~8패스정도의 충분히 많은 비드로 용접을 해야 한다. 용재모재의 화학성분이 희석되지 않도록 4번째 비드 이후부터 길이는 200mm이상 폭은 55mm 정도가 되도록 용접하여야 한다. Fig 1.과 같은 부위에서 총 5~6개 정도의 시편을 채취하여 Cv test를 하였다.

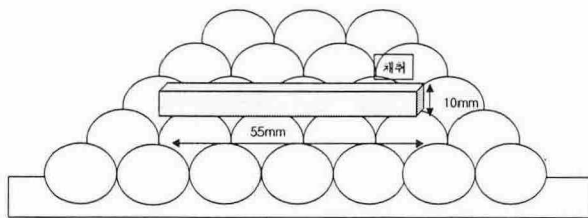


Figure 1. Schematic of welding bead

조직변화를 보기위해 용접된 시편의 최종 비드부분을 단면으로 절단한다. 그리고 광학현미경 및 주사전자현미경(SEM)에 의한 미세조직 관찰을 위하여 용접부의 단면으로부터 채취된 시편을 연마한 후 2%질산용액을 사용하여 부식시켜 조직을 관찰하였다.

그리고 개재물에 대한 화학분석을 위하여 EDS 분석을 행하였다. 주사전자현미경(SEM)을 이용해서 2000배에서 사진 촬영후 영상분석기를 이용하여 정량화 하였다.

shielding Gas를 다르게 하여 용접한 최종 비드부분을 각각 채취하여 단면부분을 전처리한 후 0.5mm간격으로 경도 측정한다. 경도로 mapping 한 것을 용접부 마이크로 사진에 오버랩하여 미세조직과 미세경도와의 상관관계를 확인하였다.

마지막으로 최종비드에 시편을 채취하여 비금속 개재물의 근원이 되는 성분인 O, N 분석기 이

3. 결 과

3.1 용착금속의 미세조직

실드가스의 종류는 다르게 하여 GMA 용접을 하여 용접부의 횡단부를 관찰한 매크로사진은 그림 2와 같고 조직을 관찰한 것은 그림 3과 같다. 그림 2에서 보는 바와 같이 입렬량 비슷하여 매크로 사진도 유사함을 볼 수 있고 특히 열 영향부도 적은 것이 유사하다.

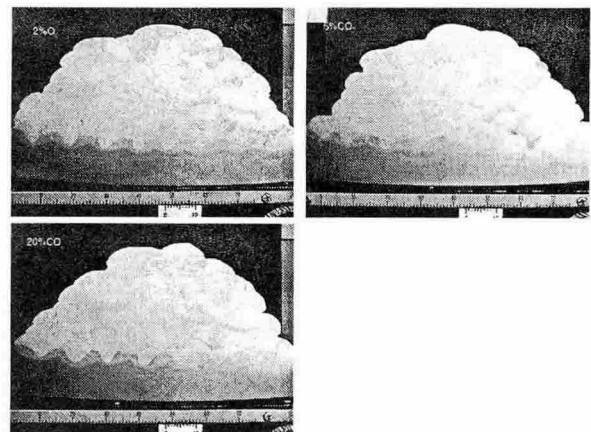
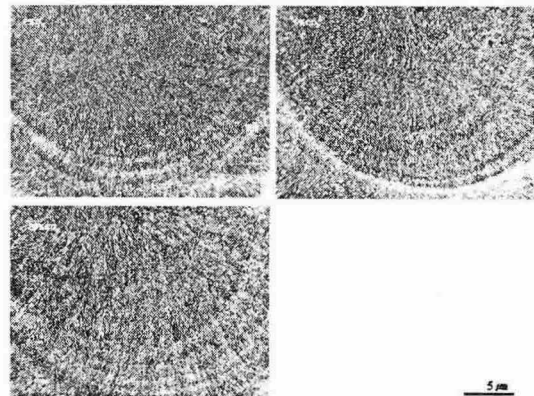


Figure 2. Potomacrophograph of a GMA weld with different shielding gas

광학현미경을 이용해서 용착금속을 그림 3과 같이 관찰하였다. 보호가스의 종류에 따라서 페라이트의량이 다름을 볼 수 있었다. Ar +20%CO₂ 사용한 용접은 페라이트들이 다른 보호가스에 비해 많이 생성됨을 알수 있었고 약간의 차이로 Ar +2%O₂가 Ar +5%CO₂보다 페라이트가 적게 생성됨을 볼 수 있었다.



5 μm

Figure 3. Microstructure of a GMA weld with different shielding gas

3.2. 용착금속의 비금속 개재물

개재물의 크기가 크면 클수록 페라이트의 핵생성 가능성이 증가하게 되므로 개재물 크기를 측정하였다. 그림 4은 용접부를 SEM으로 2000배율로 찍어 영상분석기를 이용하여 개재물 면적을 평균을 나타낸 것이다. 실드가스가 Ar +20%CO₂이 개재물 면적평균이 0.48%로 제일 높았고 Ar +5%CO₂가 평균면적이 가장 적었다.

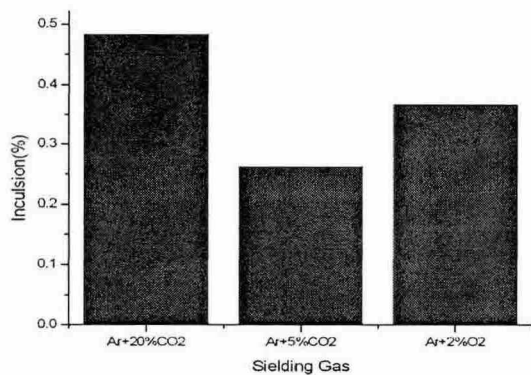


Figure 4. Effect of shielding gas on Inclusion contents

4. 결 론

HSLA-100강 용접금속에서의 실드가스에 따른 영향을 알아보았다.

- 1) 최적의 실드가스는 Ar +2%O₂이다.
- 2) 보호 가스에서 O₂가 증가하면 미세조직과 개재물의 함유량이 달라진다.

참 고 문 헌

1. J.M. Blackburn, M Vassiaros and A. Fox : Factors Affect the Impact Toughness of Low Carbon Bainitic Weld Metal. Trends in Research, Proceedings of 4th International Conference, 5-8 June 1995
2. G.M. Grigorenko, V.F. Grabin, V.V. Golovko, V.A. Kostin, I.I. Alekseenko and L.M. Kapitanchuk : Procedure of Determination of Sizes of Ultradispersed

Non-Metallic Inclusions in Metal of Low-ally Steel Welds. E.O.Paton Electric Welding Institute, NASU, Kyiv, Ukraine

3. Hee Jin Kim and Bong Young Kang: Microstructural Characteristics of Steel Weld Metal. Journal of KWS,(2000)
4. R.S. Green, K. Sampath, J.H. Devletian, D. Singh, D.G. Howden, Z. Zhang, Proc. of International Trends in Welding Science and Technology, ASM, International, Materials Park, (1993) 359.
5. Krauklis, F.J. Barbaro, K.E. Easterling, Proc. of the Int. Conf. on Martensitic Transformations, Monterey Institute for Advanced Studies, Monterey, California, USA (1992) 439.