

SS-FCAW Process에 의한 고크롬 철계 육성용접의 용접특성

(Welding characteristics of the hardfacing high chromium iron alloys by the self-shield flux cored arc welding process)

산업과학기술연구소 백 응룡, 안 상호
케이아이씨(주) 김 종관

1. 서론

Hardfacing은 내마모성, 내식성 또는 내열성을 갖는 합금의 용접재료를 모재표면에 균일하게 용착(육성용접) 시킴으로서 재료의 표면성질을 향상시키고자 하는 표면처리의 한 방법이다. 특히 철광석 및 석탄과의 마찰로인해 극심한 마모가 발생하는 제철소의 소결광 Screen 및 Hopper 등 라이너 계층의 육성용접에는 self-shielding이 가능함과 동시에 작업능률이 우수한 Self-Shield Flux Cored Arc Welding(SS-FCAW)용 고크롬 철계 용접와이어를 전량 수입하여 사용하고 있다.

고 크롬 철계 합금은 값이 저렴하면서도 동시에 우수한 내마모성을 가지고 있음으로 해서 그 적용범위는 금속과 금속간의 Wear, Abrasion, Erosion 등 매우 다양하며 사용량 또한 타 종류에 비교가 안될 정도로 가장 많다.¹⁾ 그리고 이때 사용되는 SS-FCAW용 용접와이어는 외부의 shielding 가스나 플럭스의 공급없이 단지 와이어 내부에 충전된 플럭스만으로 용착금속의 물성(플럭스 중 95%이상을 차지하는 금속분말이 담당함) 과 용접성(아크 안정, self-shielding, 탈산, 탈질, 비드형성 등)을 동시에 만족시켜야 한다.

따라서 본 연구에서는 이상에서 언급된 SS-FCAW용 고 크롬 철계 육성용접봉 개발을 위해서 플럭스의 성분과 충전률 등에 따른 용접특성 및 용착금속의 물성 등을 살펴보았다.

2 실험 방법

실험 순서는 우선 각종 금속분말과 산화물계 분말들을 원하는 조성비로 균일 혼합하여 플럭스를 제조한 후 혼합분말의 분체 특성치(겉보기 밀도, 유동도)를 평가했다. 그리고 이들 플럭스를 tubular wire 내부에 충전시킨 용접와이어로 가공한 후 육성용접 했다. 와이어 외피용 스트립(Strip)은 치수가 12.8W x 0.3t (mm)인 냉연강판을 사용했으며 tubular wire 가공은 한국유니웰드(주)의 tubular wire forming 기에서 했다. 가공된 와이어의 단면은 lapped cored wire 형태이며, 가공 후의 와이어 외경은 3.2mm 였다.

육성용접 시공은 한국단열(주)에서 행하여졌으며, 용접 방법은 down-hand 형태로서 용접비드(Weld bead) 형상이 single bead와 oscillated bead 형상을 갖는 용접을 했으며 모두 two layer 용접을 했다. Spatter 발생률 측정을위한 single bead 용접은 신성용접기(주)의 DC1000 용접기를 이용했으며 이때 용접은 정전압: 30-32V, wire Extention: 25-30mm 에서 사용전류 400A에 DC 역전극으로서 모두 동일조건 이었으며, 모재는 공히 AISI 1020 인 두께가 12mm 인 후판을 사용했다. 그리고 용접시 모재는 예열을 하지 않았으며 용접 후 공냉했다.

용착금속의 물성평가는 광학현미경과 주사전자현미경으로 미세조직을 관찰한 후 경도시험, 마모시험, 그리고 3 point bending test 를 했다. 이때 마모시험은 Okoshi type의 abrasion test 기 [동경제작소(일)]를 사용했다. 마모시험조건으로는 sliding length: 600m, final load: 3.2kg, rotating disk: $\Phi 30$ -H 3mm (SCM 440 재), 그리고 sliding speed는 1.37m/sec 였으며, 마모시험편 형상은 판상이었다.

3 실험결과 및 고찰

3.1 육성용접 특성

표 1은 SS-FCAW용 용접와이어로서(Non-gas arc welding용) 현재 상용되고있는 STOODY-100HC와 최적의 용접특성치를 나타낸 본 실험 용접봉인 RIST-100HC를 동일한 조건에서 용접했을때의 주요 용접특성치를 나타낸 것이다. Non-gas 아크용접에있어서의 가장 중요한 사항은 아크안정성이다. 용접와이어의 아크안정성은 용접시 발생하는 Spatter의 발생률로서 평가할 수 있다. Spatter의 발생률은 표1에 나타낸 바와같이 STOODY-100HC는 8.0-9.5% 이고 RIST-100HC는 8.5-10% 로서 거의 같은 수준의 아크안정성을 보여주고있다. 그리고 두 시료 모두 육성용접층의 형성이 원만히 이루어졌다. 그리고 용착금속의 내부기공 또한 상호 발생되지 않은 점 등을 감안할때 서로 우열을 가릴 수 없을 정도로 우수한 용접bead가 형성되었다. 본 실험 용접봉의 경우 spatter 발생률은 플럭스에 첨가되는 self-shielding재의 적절한 선택, 아크안정제의 배합비 그리고 플럭스 시스템의 염기도에 매우 민감했다.

3.2 육성용접층의 미세조직

사진 1은 STOODY-100HC 와 RIST-100HC 로 two layer 육성용접 한 이들 용착금속의 광학현미경 조직사진이다. 두 시편 모두 100-200 μ m 크기의 육각형상과 길이 수백 μ m 의 길쭉한 형상의 조대한 primary 탄화물을 가지고 있음을 알 수 있다. 그리고 조대한 primary 탄화물을 제외한 기지조직의 경우에는 Eutectic 반응에 의한 lamellar 구조를 가지고 있는데 여기서 STOODY-100HC 는 미세한 탄화물과 오스테나이트로 구성되어 있음에 반해서, RIST-100HC 의 조직에서는 미세 탄화물과 광학현미경 상에선 거의 대부분이 검은색으로만 보이는 미세 퍼얼라이트²로 이루어져 있는 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 그리고 본 실험 용접봉의 경우에는 동일한 시험 조건에서 플럭스에 첨가되는 합금원소 중 미량의 Si와 Mn 만의 첨가량 조절로 기지조직을 오스테나이트 혹은 퍼얼라이트로 제어할 수 있었다.

3.3 경도 및 내마모성

표 2에 STOODY-100HC 와 RIST-100HC 의 육성용접부 경도값 및 마모량을 나타내었다. STOODY-100HC 경우에는 경도값이 Rockwell C Scale (HRC) 로 53.5였으며 RIST-100HC 는 STOODY-100HC 보다 높은 57.3HRC 값을 나타냈다. 그리고 마모량에 있어서도 STOODY-100HC 경우에는 1.37mg 인데 반해 RIST-100HC 경우에는 1.10mg 으로서 보다 우수한 내마모성을 보였다. RIST-100HC 와 STOODY-100HC 의 미세조직별 미세경도값을 측정한 결과 primary 탄화물 경우에는 미세경도값의 큰 차이를 발견할 수 없었으나 기지조직을 이루고 있는 오스테나이트와 퍼얼라이트 간의 큰 경도값 차이를 나타냈다. 즉 STOODY-100HC의 기지조직 거의 대부분을 구성하는 오스테나이트는 미세경도값이 500Hv 정도 인데 반해서, RIST-100HC 의 기지조직 거의 대부분을 구성하는 퍼얼라이트는 미세경도값 600-720Hv 로 오스테나이트 조직보다는 적어도 미세경도값 100Hv 이상의 높은 경도값을 나타냈다.

4. 결 론

Self-shield flux cored arc welding 용 고 크롬철계 육성용접봉의 국산화를 위한 본 연구의 수행을 통해서 개발된 RIST-100HC 는 현재 상용되고 있는 동급수준의 재료인 미국 STOODY사의 STOODY-100HC 와 동일한 조건하에서의 비교시험 결과 우수함이 입증되었다.

5. 참고문헌

- 1) K.G. Budinski, Surface Engineering for Wear Resistance, Prentice-Hall, Inc. (1988) p.269
- 2) 안 상호, 백 응률, 금속분말 제조 및 가공기술 개발연구(I), Part II, 산업과학기술 연구보고서 (1991)

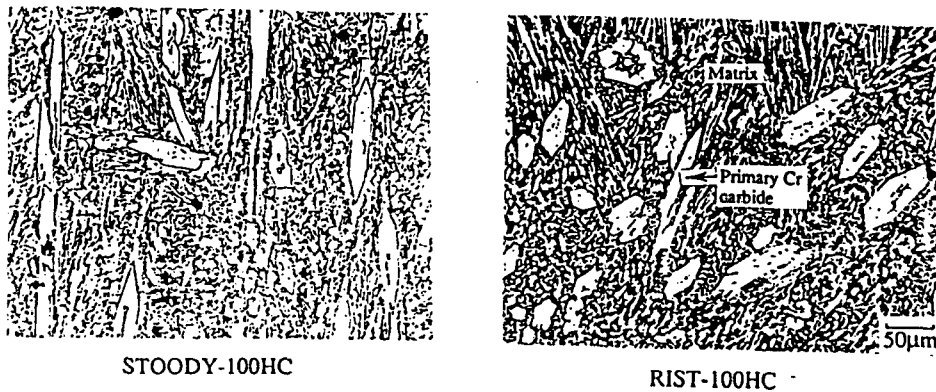


Photo. 1 Optical microstructures of the hardfacing STOODY-100HC and the RIST-100HC alloy. (Two layer)

Table 1. Welding characteristics of STOODY-100HC and RIST-100HC

	Self-shielding 성	Spatter 발생률	내부기공	용접 bead 형상
STOODY-100HC	우 수	8.0-9.5	없 음	정 상
RIST-100HC	우 수	8.5-10	없 음	정 상

Table 2. Hardness value and abraded weight loss of the hardfaced area. (two layer)

Specimen	Hardness (HRC)	Abraded weight loss (mg)
STOODY-100HC	53.5	1.37
RIST-100HC	57.3	1.10