

경화 육성된 고속도강 피막의 특성

Characteristics of High Speed Steel Hard-facing by Welding Process

*이희호, 박경채
경북대학교 금속공학과

1. 서론

선재 공장의 조압연 공정에서 사용되는 DCI 롤은 온도가 높고 압하량이 크며 장시간 사용된다. 따라서 강인성, 내충격성, 내마모성 등이 요구된다. 특히 롤의 홈은 압연 중에 홈 가장 자리보다 중심부에 큰 압축 응력을 받아 심한 마모가 일어나게 되는데 이와같은 롤의 편마모가 생산성 향상에 커다란 장애요소가 되고 있다. 따라서 최근 롤 표면에 고 Cr stellite powder 및 Ni, Co-계 합금을 육성시키는 PTA(Plasma transferred arc)법, 고 Cr 계 분말을 powder cored wire 로 제작하여 육성층을 얻는 MIG 용접법, 고Cr 및 고 Ni 계 합금을 submerged arc 용접으로 육성층을 얻는 방법, 고속도강을 롤 표면에 주조 육성 및 단조 육성하는 방법 등이 연구 진행되고 있으며 이중에서 고속도강을 이용한 롤 표면의 내마모성 향상에 대한 연구개발이 급속도로 이루어져 이를 판재 압연기에 적용하여 우수한 성과를 얻고 있다.

본 연구에서는 내마모성 향상을 통한 롤 수명 연장을 위해 열간 압연 공장에서 사용하는 ductile cast iron 롤을 모재로, JIS-YGW11 용접와이어 및 Cr, Mo, V 및 W 등의 합금 분말을 용가재로 사용하고, MIG 및 MAG 용접을 열원으로 용융지 내에 합금 분말을 분사하는 방법으로 롤 표면에 두꺼운 경화 육성층을 제조하고, 이들을 각 실험 조건에 따라 내마모 시험 및 조직 관찰 등으로 분석하였다.

2. 실험방법

모재는 선재 공장에 사용중인 DCI(ductile cast iron) 롤과 동일한 조성의 120T×120W×300L(mm), 30 Kg 소형 Ingot 를 진공 유도로에서 주조, 방전 가공에 의해 10T×60W×120L(mm) 크기로 절단하여 만들었다. 또 주조시 발생된 응력을 제거하기 위해 소둔처리를 실시했다. 표 1은 모재의 화학 조성을 나타냈다.

Table.1 Chemical compositions of base metal (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Mg
3.35	1.72	0.50	0.0003	0.0003	2.95	0.74	0.54	0.061

사용된 용가재는 직경이 1.6 mm의 JIS-YGW11로 표 2에 화학 조성을 나타냈다. 고속도강 롤의 화학조성을 고려하여 본 연구에서는 Cr, Mo, V, W 등의 분말을 첨가원소로 선정했다. 분사 분말을 기계적 합금화 장치를 이용하여 진공하에서 24hr 혼합후 900℃에서 30분 동안 소결하여 입도를 53-212μm로 분급한 것을 사용했다. 표 3은 대표적인 고속도강 롤의 화학 조성을 나타낸 것이다.

육성용접 열원은 MIG 용접기로, 보호 가스는 Ar 가스와 (Ar + CO₂) 혼합 가스로 했다. 용접전에 주조시 발생하는 응력을 제거하기 위해 주괴는 950 °C 에서 1시간 동안 유지후 상온 까지 노냉을 실시하였다. 용접 예열은 700 °C에서 20분동안 실시하였다. 용접조건은 전압 28-33 V, 용접 속도는 15-23 cm/min, Wire 공급 속도는 180-220 cm/min, 분말 투입량 20-80g/min 으로 하였다. 분말 공급은 외부에 별도로 설치된 노즐을 통하는 외부 노즐법을 이용하고, carrier gas에 의해 복합 분말의 투입량을 조정하였다.

Table.2 Chemical compositions of filler metal (wt%)

성분 (w%)	C	Si	Mn	P	S	Fe
	0.11	0.55	1.31	0.014	0.011	bal.

Table.3 Chemical compositions of high speed steel roll (wt%)

성분 (W%)	C	Cr	Mo	V	W	Co	Fe
	1.5-2.4	2 - 10	2 - 10	2 - 10	2 - 10	< 10	bal.

육성층에 대한 물성조사로는 경도 시험 및 마찰식 마모 시험을 통하여 조사하고, 광학 현미경, SEM, EDX, XRD 등을 통하여 미세조직 관찰, 생성상 및 성분 등을 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

MIG 용접법에 의해 육성층을 형성하여 Cr, Mo, V, W 등의 합금 조성이 일정한 비율로 존재하는 고속도강 육성층을 제조하였다. 표 4는 각 시편에 대한 용접 조건을 나타내었고, 표 5는 육성층의 조성을 나타내었다.

Table.4 Welding condition for MIG

시편 명칭	전압 (V)	용접속도 (cm/min)	wire 공급속도 (cm/min)	분말투입량 (g/min)	layers (층수)
I-1	28	15	200	80	1
I-2	32	15	180	60	1
I-3	33	23	220	20	1
II-1	28	20	200	80	2
II-2	33	20	200	60	2

Table.5 Chemical compositions of overlays by MIG welding

시편 명칭	C	Cr	Mo	V	W	Co
I-1	1.74	3.42	2.22	2.97	1.18	4.00
I-2	1.97	2.26	1.51	1.60	0.69	2.28
I-3	2.08	1.22	0.84	0.73	0.28	0.85
II-1	1.44	4.35	2.72	3.95	1.53	4.98
II-2	1.48	3.46	2.17	2.88	1.17	3.89

보호 가스로 (Ar + CO₂) 가스를 혼합한 MAG 용접법에 의해 육성층을 형성한 경우는 분말 투입량은 80 g/min로 일정하게 하고, CO₂ 가스 비율에 따라 A-1(10% CO₂)과 A-2(20% CO₂)의 두가지 시편을 제조하였다. 그림 1, 2는 CO₂ 가스의 비율에 따른 시편의 경도값과 내마모성을 비교한 것이다. 그림 1에서 육성층의 경도는 거의 동일하지만, 모재쪽에서는 MIG 용접법에 의한 시편 (I-1)이 육성층보다 낮은 경도값을, MAG 용접법에 의한 시편 (A-1, A-2)이 육성층보다 오히려 높은 경도값을 나타내었다. 또, 그림 2에서 CO₂ 가스의 비율이 10%일 때 우수한 내마모성을 나타내었다. 그림 3과 그림 4는 MIG 용접법과 MAG 용접법에 의한 고속도강 육성층의 XRD 분석 결과이다. XRD 및 EDX 분석, SEM 조직 관찰 결과 육성층은 $\alpha + \gamma / M\chi C$ 상으로 되어 있으며 일반적인 고속도강의 응고 과정에서 템퍼링을 하지 않은 조직과 일치하고 있다. 즉, MIG 및 MAG 용접법에 의한 육성층 형성으로 우수한 내마모성의 고속도강 육성층을 제조하였고, 응고 과정에서 석출된 κ -phase(M χ C)가 내마모성 향상에 원인이 된 것으로 분석된다.

4. 결론

MIG 와 MAG 용접법에 의한 고속도강 육성층을 제조하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. XRD, EDX 분석과 SEM 조직 관찰 결과 $\alpha + \gamma / M\chi C$ 상의 고속도강 육성층을 제조하였다.
2. MAG 용접법에 의해 우수한 고온 내마모성의 고속도강 피막을 제조하였다.

참고문헌

1. D. R. Askeland : Welding research supplement, 11(1979)337s
2. E. E. Hucke : Welding research supplement, 8(1953)378s
3. W. S. Chan : Materials Transactions, JIM, 37, 1(1996)50
4. W. Wlosinski : Int. J. for joining of material, 6(1994)79
5. I. E. French : Metal forun, 3(1980)55

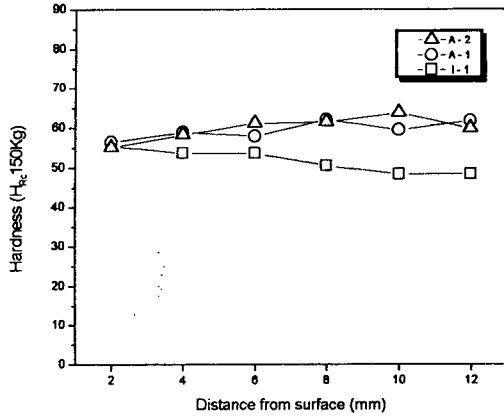


Fig.1 Hardness of overlay from surface with I-1, A-1, A-2 specimen.

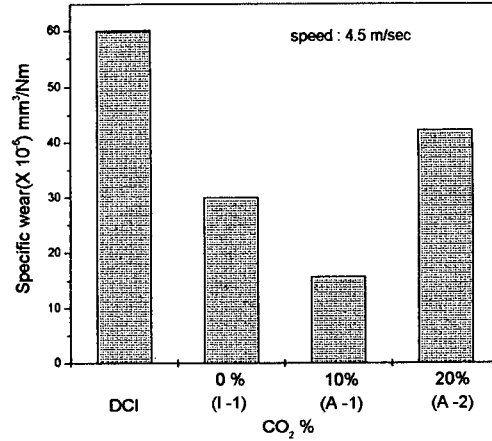


Fig.2 Specific wear of DCI roll, hard-facing overlay by CO₂ %

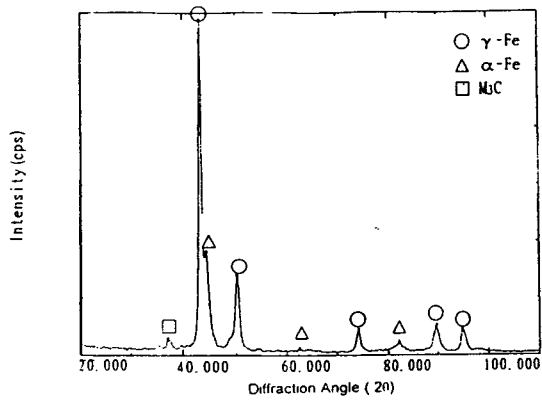


Fig.3 X-ray diffraction system analysis of I-1 specimen for 80g/min complex powder with γ -Fe(\circ), α -Fe(Δ), and M_3C carbide(\square)

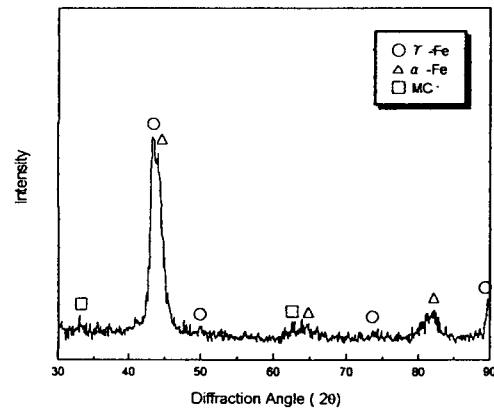


Fig.4 X-ray diffraction system analysis of A-1 specimen powder with γ -Fe(\circ), α -Fe(Δ), and MC carbide(\square)