

철/크롬 오버레이합금의 크롬탄화물 경도값에 미치는 Cr/C비의 영향

Effect of Cr/C ratio on the hardness of Cr carbide in the Iron/Chromium hardfacing alloys

백응률, 안상호*, 김낙준**

영남대학교, 경북 경산시, *포항산업과학연구원, **포항공대, 경북 포항시,

1. 서론

철/크롬 오버레이합금은 고경도 크롬탄화물을 다량 함유하고 있어 우수한 내마모성을 발휘하면서 동시에 가격이 저렴하여 산업용 오버레이합금 중에서 가장 널리 사용되고 있는 재료이다. 그간 철/크롬 오버레이합금의 내마모 특성에 대한 연구는 주로 크롬탄화물의 경도값/마모재의 경도값의 비와 크롬탄화물의 양에 따른 마모거동이 주요 쟁점 사항이었으며, 간혹 탄화물을 둘러싸고 있는 기지상을 이차탄화물이 석출된 마르텐사이트상으로 변태시킴에 따른 마모거동 또한 관심사항이었다. 저응력 굽힘마모 조건하에서 철/크롬 오버레이합금의 내마모성은 크롬탄화물의 양이 증가할수록 내마모성이 개선됨으로써 크롬탄화물의 존재가 내마모성에 일차적인 영향을 미치며 동시에 크롬탄화물을 둘러싸는 기지상은 마르텐사이트상일 경우 보다 우수한 내마모성을 나타내는 것으로 알려졌다¹⁾.

본연구에서는 동일한 크롬탄화물의 양일지라도 철/크롬 오버레이합금의 Cr/C비에 따라 정출되는 크롬탄화물의 경도값과 동일한 Cr/C비를 유지하면서 오버레이합금의 Cr 및 C 양을 증가시킴으로써 정출되는 크롬탄화물의 양이 증가할 때의 개개 크롬탄화물의 경도값이 어떻게 달라지며, 그 변화 요인을 살펴보고자 했다.

2. 본론

철/크롬 오버레이합금(2.95~5.23%C+13.1~34.5%Cr+0~2%Si,Mn+Fe)의 용접 후 용착금속 중에 정출되는 크롬탄화물은 M_7C_3 형 탄화물로서, 보다 정확히는 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 탄화물이었다. 크롬탄화물에는 크롬 뿐만 아니라 철 또한 다량 고용되어 있었으며, 철/크롬 오버레이합금 성분 중에서 Cr함량이 낮은 합금일수록, Cr/C비가 낮은 합금일수록 크롬탄화물에 고용되는 철원소의 함량은 증가했다. 그 결과 오버레이합금 성분 중에서 동일한 Cr/C비를 유지시키면서 Cr 및 C 양을 증가시킬 경우 오버레이 용접층에 정출되는 크롬탄화물의 양은 증가하게 되고, 동시에 정출된 개개 크롬탄화물에 고용된 철원소의 양은 줄어들었다.

그림1은 철/크롬 오버레이합금들의 용접 후 용착금속 중에 정출된 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 크롬탄화물의 양에 따른 개개 탄화물의 미세경도값을 나타낸 것이다. 크롬탄화물의 양이 많은 시편일수록 크롬탄화물의 경도값은 높게 나타남을 알 수 있다. 크롬탄화물의 양이 많은 시편일수록 크롬탄화물의 성분은 Fe 고용량이 적은 대신에 Cr 고용량이 많기 때문에 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 탄화물의 경도값은 탄화물의 조성 중에서 Fe 고용량이 적고 Cr 고용량이 많은 크롬탄화물일 경우 보다 높은 경도값을 가지게됨을 의미한다.

이상과 같이 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 탄화물의 경도값이 탄화물에 고용되는 Cr 및 Fe 원소의 함량비에 따라 달라지는 현상을 Cr 및 Fe 개개 원소들과 C과의 atomic bonding 측면에서 해석하고자 했다. 탄화물의 경우 Metallic 성분인 M과 C간의 atomic bonding은 공유결합과 금속결합 특성을 동시에 가지고 있다²⁾. Metallic 성분인 M의 원소가 4족일수록 C과의 d^2sp^3 혼성화에 의한 공유결합 특성이 강해지고, 6족으로 갈수록 C과의 금속결합 특성이 강해진다³⁾. 탄화물에 있어서 이러한 Metallic 성분인 M과 C간의 atomic bonding 특성을 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 탄화물에 적용해 보면 Cr과 Fe 고용량의 변화는 크롬탄화물에 있어서 Metallic 성분인 M과 C간의 결합특성이 달라짐을 의미한다. 즉 6족인 Cr 성분이 많고 8족인 Fe 성분이 적은 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 탄화물은 6족인 Cr 성분이 적고 8족인 Fe 성분이 많은 $(Cr,Fe,Mn,Si)_7C_3$ 형 탄화물에 비해서 C과의 공유결합수가 많음을 의미한다. M_7C_3 형 크롬탄화물에 있어서 Metallic 성분인 M과 C간의 결합력은 공유결합인 경우가 금속결합 보

다 강하므로 공유결합 수가 많은 M_7C_3 형 크롬탄화물의 경도값이 보다 높게 된다.

따라서 철/크롬 오버레이합금 성분 중에서 Cr함량이 높은 합금일수록, Cr/C비가 높은 합금일수록 용착금속 중에 정출되는 크롬탄화물의 경도값은 크롬탄화물에 고용되는 Cr량이 증가함으로써 공유결합/금속결합 비철/크롬 오버레이합금 성분 중에서 Cr함량이 높은 합금일수록, Cr/C비가 높은 합금일수록 용착금속 중에 정출되는 크롬탄화물의 경도값은 크롬탄화물에 고용되는 Cr량이 증가함으로써 공유결합 수가 증가하게된 결과로 보다 높은 고경도값을 가지게 되었다.

3.결 론

철/크롬 오버레이합금 성분 중에서 Cr함량이 높은 합금일수록, Cr/C비가 높은 합금일수록 용착금속 중에 정출되는 크롬탄화물의 경도값은 크롬탄화물에 고용되는 Cr량이 증가함으로써 공유결합/금속결합 비가 증가하게된 결과로 보다 높은 고경도값을 가지게 되었다.

참고문헌

- 1.K-H Z.Gahr and D. V. Doane: "Optimizing fracture toughness and abrasion resistance in white cast irons", Met. Trans. A, Vol.11A, April, 1980, pp613~620
- 2.K. Schwarz and A. Neckel: "Science of Hard Materials", Institute of Physics Conference Series No.75, Adam Hilger Ltd., Bristol, UK, 1984
- 3.E. K. Storms: "The Refractory Carbides", Academic Press, New York, 1967

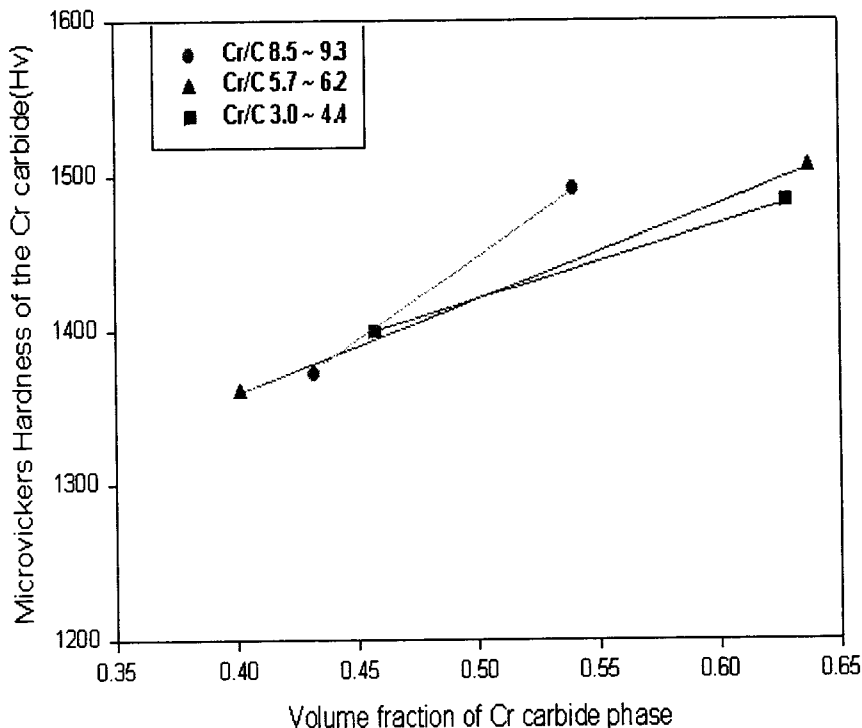


Fig 1. Micro-Vickers Hardness of the Cr carbide as a function of the Cr Carbide Volume fraction in the hardfaced Iron/chromium alloy