

TiC분산 합금강의 열처리 특성에 관한 연구

(A Study on The Heat Treatment Characteristic
of Steel Bonded Titanium Carbide Cermet)

아주대학교 *임국빈 진억용

I. 서론

1950년대 초에 초경합금재료의 고경도와 공구강의 경제성 및 가공이 용이하다는 장점을 이용한 합금강 기지에 TiC분산강화 재료(steel bonded titanium carbides)의 연구가 본격화 되기 시작하였다. 이들 재료는 초경재료에 비해 2.2배, 공구강은 1.2배 이상 경량화가 가능하고, 기지조성에 따라서 각종 마찰제, 공구용 재료, 금형재료등의 다양한 용도의 재료설계가 가능하다. 현재 Chrom alloy사에서 독점생산 상품화된 상태이지만 아직은 국산화가 이루어지지 않은 실정으로 annealing된 상태로 전량 수입되고 있으며 앞으로 그 사용한계나 사용량은 더욱 증가할 것으로 전망된다.

따라서 국내 상황에 알맞는 금형재료를 개발하여, 국내 기계공업 및 자동차 산업전반에 보급함으로써 금형재료의 국산화는 물론 국내산업의 생산성 극대화와 국제경쟁력에 기여하고자 한다. 특히 냉간단조용 금형재료의 개발은 내마모성과 내충격성이 문제로 대두되므로 이와같은 관점에서 TiC분산강화 합금강의 열처리 및 인성특성에 관하여 연구하였다.

II. 실험방법

시편의 제작은 TiC분말과 기지조성(Fe-4Cr-4.5Mo-0.3Ni-0.45C) 분말을 혼합하여 밀링과 가압성형하여 진공소결(1350°C 5hr), 고온등압성형(1400°C 1000기압 1hr)을 거쳐 annealing(800°C 5hr)된 상태에서 열처리하였다. 시편은 기지와 TiC의 영향을 살펴보기 위해 기지조성과 TiC 35 vol%분산 기지조성(cermet) 두가지로 결정하였다. 시편별 TiC분산강화 합금강의 열처리 조건(오스테나이트 온도 및 시간과 템퍼링 온도, 시간)을 변화해 가면서 재료의 물성을 미세조직(상변태)과 연관하여 관찰하였다.

재료의 물성은 경도와 충격값을 측정하였고, 물성을 규명하기 위해 미세조직(광학 현미경)과 파단면(주사 전자 현미경)을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

35 vol% TiC의 경우 시편을 퀸칭 후 템퍼링시 1 - 3hr 범위에서 템퍼링 온도에 따른 경도값의 변화는 저온에서는(400°C 이하) 시간의 증가에 따라 경도값이 증가하나 600°C 이상의 고온에서는 반대의 결과가 관찰됐다. 이것은 저온에서는 확산에 필요한 충분한 온도가 되지 못하기 때문에 시간의 증가에 따른 석출물(ϵ 탄화물, Fe_3C)의 성장으로 설명되며, 고온에서는 확산에 필요한 충분한 온도이므로 1hr 이내의 시간으로도 충분히 석출물(복탄화물 조대화)이 성장할 수 있다는 것을 나타낸다(그림1). 400 - 500°C 사이의 중간 온도에서는 2hr에서 최고경도를 관찰하였는데, Fe_3C 의 영향으로 판단된다. 그러나 모든 경우에서 500 - 600°C 사이에서 현저한 경도증가 현상을 관찰하였다(그림1.2). 이는 기지가 개량된 열간가공금형강(Fe-4.38Cr-4Mo-0.5Ni-0.4C)이므로 Mo의 영향을 받아 미세한 M_2C 탄화물에 의한 이차경화 현상으로 사료된다. 600°C 이상의 온도에서는 M_2C 탄화물의 조대화내지는 평형상인 M_6C , $M_{23}C_6$ 탄화물의 핵생성과 성장, 전위의 회복과 기지금속의 마르텐사이트에서 등축 페라이트로의 변태 등 복합적인 요인으로 인하여 경도의 현저한 감소

를 보인다. 오스테나징 온도의 증가는 경도의 증가와 함께 충격값의 증가를 가져왔는데(그림3), 이는 오스테나이징 온도의 증가로 합금원소의 오스테나이트 기지내로의 고용도증가(고용강화 효과)로 이해된다. 충격값은 통상 인장강도와 연신율의 곱으로 표현되는데, 기지의 미세조직이 마르텐사이트 구조를 갖는 범위라면 TiC의 취약성으로 인해 경도의 증가는 충격값의 증가로 나타난다고 할 수 있다. 이는 오스테나이징 온도에 따른 연신율은 거의 변화가 없음을 암시한다. 그림2의 템퍼링 온도와 충격값의 변화에서도 기지조직이 마르텐사이트 조직을 유지하는 구간의 온도에서는 어느정도 위의 결과와 비슷한 경향을 보였으며, 등축 페라이트로 변태하는 구간에서 충격값의 현저한 증가가 있음을 알 수 있다.

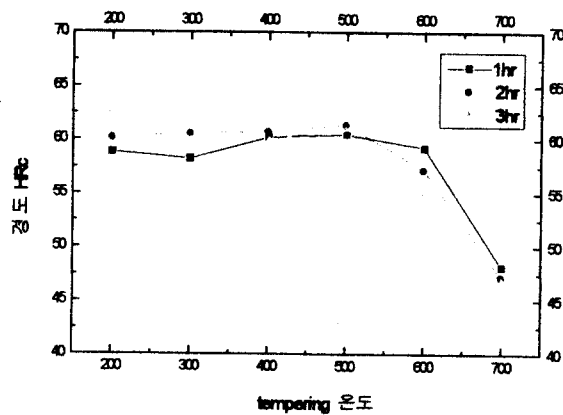


Fig1. 템퍼링 온도와 시간의 영향(1-3hr)

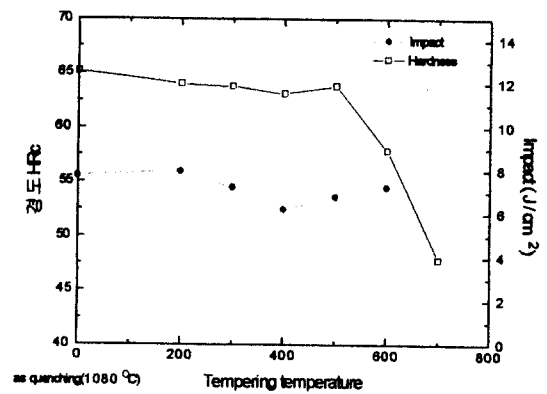


Fig2. 템퍼링 온도와 시간의 영향(2hr)

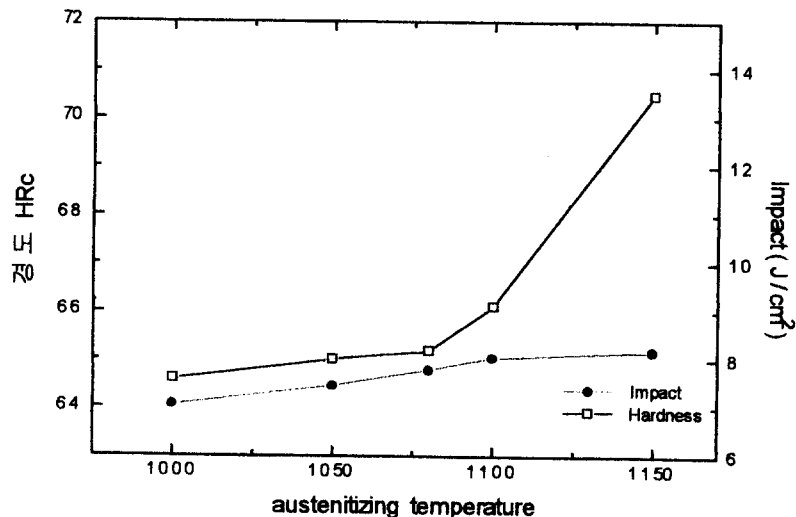


Fig3. 오스테나이타이징 온도의 영향(as quenching)

IV. 참고문헌

1. J. L. Eillis, Gregory, E., and Epner, M., Progress in Powder Metallurgy, vol. 16, pp. 76-83.
2. Kehsin Kuo, J. Iron Steel Inst., 1953, vol. 171, Jul, pp. 223-228
3. G. A. Roberts and R. A. Cary, Tool Steel, 1980, pp. 620-625
4. S. E. Tarkan and M. K. Mal, Metal Progress, vol. 105 (No. 5), 1974, pp. 99-102
5. J. L. Eillis, C. G. Goetzal, Metal handbook, 10th edition, vol.2 pp 978-1007