

고주파 유도경화한 승용차용 중동륜 휠 베어링 유니트의 표면 경화층 특성 분석

(Characterization of Surface-Hardened Layer in Intergrated Automotive Wheel Bearing
Formed by High-Frequency Induction Hardening)

전북대학교 금속공학과 최병영, 정경조

한화기계(주)

박창남*, 현준수*, 정병진*

B. Y. Choi, K. J. Jung, C. N. Park*, J. S. Hyun* and B. J. Chung*

Dept. of Metallurgical Engineering, Chonbuk National University

Hanwha Machinery Co., LTD.*

1. 서 론

고주파 유도경화한 승용차용 중동륜 휠 베어링 유니트는 자동차를 경량, compact화하는 데 있어서 매우 중요한 기계요소이다. 휠 베어링을 유니트화한 Hub베어링의 외륜 플랜지의 궤도면을 고주파 유도경화했을 때 나타나는 표면 경화층은 고주파 전류의 표피효과와 근접효과에 의해 표면층에 자속 및 와전류가 집중되어 유도가열된 후 급냉하여 만들어진다. 이때 유도가열시간이 매우 짧고 가열속도가 매우 빠르기 때문에 표면 경화층의 조직과 경도분포 및 경화층 깊이가 비평형조건에서 형성된다. 따라서 연속냉각 변태도나 항온 변태도에 나타나는 조직이나 경도분포와는 전혀 다른 특성이 나타날 수 있으므로 이에 관한 체계적인 분석이 필요하나 표면경화층의 분석이 아직 구체적으로 이루어지지 않고 있다. 또한 내구성과 성능이 우수한 휠 베어링 유니트를 제조하기 위해서는 고주파 유도경화층의 특성을 분석하여 이를 토대로 최적 고주파 유도경화조건을 정립하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 승용차용 중동륜 휠 베어링 유니트의 외륜플랜지의 궤도면을 내부에서 progressive hardening 방법으로 고주파 유도가열한 후 수용성 냉매를 분사하여 급냉하고 이때 형성된 표면경화층의 조직과 경도분포 및 경화층 깊이를 표면에서 부터 수직방향으로 깊이에 따라 분석하고자 한다.

2. 실험 방법

S53C 소재를 열간단조한 후 기계가공과 연삭가공하여 휠 베어링 유니트의 외륜플랜지를 만들고 그 궤도면을 주파수 30kHz와 전력 150kW의 고주파 발전기에서 양극전압 11.5±5kV, 양극전류 7.5A의 조건으로 고주파 유도가열 후 수용성 polyalkylene glycol 7%의 냉매에 급냉하였다. 이때 외륜을 9~10rpm의 회전속도로 회전하였고 급냉 후 템퍼링하였다.

고주파 유도경화한 휠 베어링 유니트의 외륜의 표면에서 부터 수직방향으로 100 μ m 깊이마다 연속적으로 마이크로 비커스 경도계로 경도를 측정하여 시편별로 각각 경도분포곡선을 그리고 경도분포곡선으로부터 유효경화층의 깊이를 구하였다.

또한 고주파 유도경화한 외륜의 표면영역, 표면직하영역의 잔류 오스테나이트를 측정하기 위해 monochromating crystal을 사용한 X-선 회절시험을 실시하였으며 CoK α X-선을 사용하여 주사하여 얻어진 회절선의 적분강도를 측정하여 R.L.Miller에 의한 직접 비교법으로 계산하였다.

한편 고주파 유도경화한 외륜의 표면영역, 표면직하영역 및 내부영역의 조직변화를 광학현미경과 전자현미경으로 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

표면경화층에는 마르텐사이트 조직이 형성되었고 경계부에는 마르텐사이트와 퍼얼라이트 및 페라이트의 혼합조직이 형성되었으며 내부는 조대한 페라이트와 퍼얼라이트 조직이 나타났다. 표면경화층의 마르텐사이트는 투과 전자현미경으로 확대관찰한 결과 lath 마르텐사이트와 plate 마르텐사이트가 혼합하여 분포하였으며 이는 고주파 유도가열시간이 매우 짧는데 기인하여 불균질 오스테나이트가 유도가열중에 형성되었기 때문이라고 생각된다.

유효경화층 깊이는 2개의 보울사이의 중심부가 3.5~4.3mm로 나타났으며 보울과 접하고 있는 좌, 우측 부위는 각각 2.6~3.0mm와 2.4~3.2mm로 나타났다. 이와같이 2개의 보울사이의 중심부가 좌, 우측 부위보다 경화층깊이가 깊게 형성된 것은 유도코일과 보울사이의 중심부의 간격이 좌, 우측 부위보다 좁은데에 따른 고주파 유도가열의 효율이 높기때문이라고 판단된다.

표면경화층의 X-선 회절패턴을 분석한 결과 마르텐사이트상의 회절 피이크인 (200)_a, (211)_a와 잔류 오스테나이트상의 회절 피이크인 (200)_γ, (220)_γ, (311)_γ가 나타났다. 유효경화층 깊이가 3~4.1mm로 비교적 깊게 형성된 경우 표면과 표면직하의 잔류 오스테나이트의 부피분율은 각각 13.6%와 10.1%이며 유효경화층 깊이가 2.4~3.5mm로 비교적 얇은 경우에는 각각 16.8%와 0%이었다. 공통적으로 표면의 잔류 오스테나이트의 부피분율이 표면직하보다 높게 나타난 것은 고주파 유도가열중 표면의 오스테나이트화 온도가 표면직하에 비해 높기때문이라고 생각된다. 한편 킬 베어링 유니트는 작동중에 외륜플랜지의 표면직하에서 반복적으로 작용하는 Hertz응력으로 인해 잔류 오스테나이트가 소성유기변태하여 마르텐사이트로 변태되어 치수 불안정(dimensional instability)의 원인이 된다. 따라서 경화층 깊이가 2.4~3.5mm인 경우가 바람직하며 적정 유효경화층 깊이라고 생각된다.

4. 참고 문헌

- 1) E.B.Mikus, T.J.Hughel, S.M.Gerty and A.L.Knudsen : Trans. Am. Soc. Met. Vol 52 (1960) 307
- 2) B.Y.Choi, G.Krauss and D.K.Matlock : Scr. Metall., Vol 22 (1988) 1575