

# 냉간 단조에 의한 자동차 스타트 모터용 샤프트 스퍼어기어 제조에 관한 연구

권혁홍\*(대진대 기계설계공학과), 이원복(대진대 기계설계공학과 대학원), 김선호(한국기계연구원), 황태민(삼양금속(주))

주제어: 냉간단조금형, 스퍼어기어, 전위량, 보강링, 치형오차, 리이드오차

일반적으로 기어는 주로 동력 전달에 사용되는 기계부품으로 정밀도와 강도를 요구하는 제품이다. 최근 기존의 절삭가공에 의한 기어 성형법보다 고강도로 성형할 수 있는 비절삭가공법 중 소성가공법에 대한 연구가 활발해지고 있다. 이와 같이 소성가공에 의해 성형 기어는 절삭가공에 의해 제조된 기어에 비해 거의 원형에 가까운 기어의 가공으로 재료 및 비용 절감, 생산성 향상과 강도 증가를 기대할 수 있다. 여러 가지 종류의 기어 중 스퍼어 기어는 잇줄이 직선이며 축에 평행한 기어로 소성가공시 금속 유동은 측면 방향으로 일어나기 때문에 소성가공시 높은 가공 압력을 필요로 한다. 이러한 높은 가공 압력은 금형의 파손, 소성변형 및 마모 등에 영향을 주어 기어의 정밀도 저하의 원인이 된다. 본 논문에서는 이러한 높은 가공 압력이 작용하는 스퍼어 기어 금형에 대해 유한요소해석을 이용하여 냉간 단조의 압출 공정부분을 성형 해석하여 인벌류트 곡선의 정밀도를 파악하며 금형의 인서트와 보강링과의 면압 응력을 해석하여 압입공차 정도를 파악하고 금형의 강도해석을 하여 응력 집중을 고려하여 최적의 금형 설계를 하고자 한다. 이를 위하여 금형 형상을 기존의 냉간 단조 금형과 금형 제작시 압입공정에서의 인서트의 팽창량과 제품 생산시 압출공정에서의 인서트에 작용하는 내압을 고려하여 설계한 냉간 단조 금형으로 실험계획을 수립하였다. 기존의 냉간 단조 금형은 전위량이 0.273이고 단일 보강링이며 재설계한 냉간 단조 금형의 스퍼어기어 전위량은 각각 0.225와 0.266이며 이중보강링으로 설계하였다. 또한, 금형의 인서트의 소재는 초경합금(GTi50)으로 하였으며 단일보강링의 소재는 SKD-11으로 하였고 이중보강링의 소재는 1차보강링을 SKD-11, 2차보강링을 SKD-61로 설계하였다. 공정해석결과 금형에 작용하는 유효응력은 전위량이 0.273인 금형이 제일 높았으며 전위량이 0.266인 금형의 유효응력이 제일 낮았다. 또한, 단조제품의 초기 압출 공정시 비정상상태이므로 수축률이 많았으나 점차 정상상태가 되어 수축률이 적어졌다. 금형의 인서트와 보강링과의 압입공차량을 결정하기 위해 압입공차해석을 한 결과 단일 보강링의 공차량은 반경 0.1mm가 적당하며 이중보강링의 경우 각각 반경 0.07mm가 적당하였다. 결국 이중보강링은 단일보강링보다 보강효과가 크지 않고 압입 공정수가 하나 더 증가하나 단일 보강링보다 이중 보강링의 원가가 적으므로 금형의 원가가 감소시킬수 있다. 기존의 냉간 단조 금형과 재설계한 두 개의 냉간 단조 금형을 제작, 제품을 생산하여 각 16개의 치형의 좌우측을 측정하여 치형오차와 리이드오차, 누적피치오차, 치홈 흔들림에 정밀도를 측정한 결과 기존의 금형으로 생산한 제품보다 재설계한 금형으로 생산한 제품이 더 우수하였으며 그 중 전위량이 0.266인 단조 금형으로 생산한 제품이 제일 우수하였다.

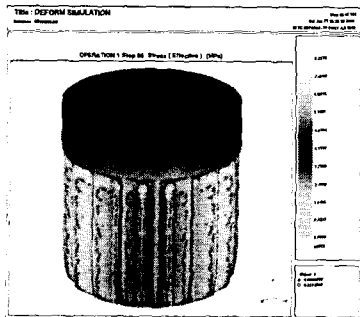


Fig.1 Equivalent stress at final step

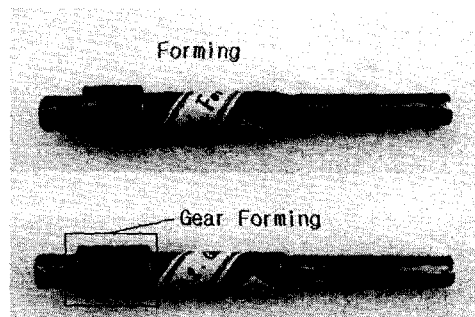


Fig.2 Before and after gear forming