

변속기용 헬리컬기어 냉간정밀 단조시 금형응력 저감 기술

Technology for reducing die stress on cold forging of helical gear

* 정현철¹, 강성훈¹, 이영선^{1#}, 강범수²

*H.C. Jung¹, S. H. Kang¹, #Y. S. Lee(lys1668@kims.re.kr)¹, B. S. Kang²

¹한국기계연구원 부설 재료연구소, ²부산대학교

Key words : Transmission, Forward Extrusion, Helical Gear, FEM, Tool Life, Die Stress

1. 서론

자동차 구동부품인 변속기용 헬리컬기어를 정밀단조기술로 가공할 시에는 기어가 헬릭스 각도(Helix angle)만큼 경사져 있기 때문에 치형의 정밀도 문제와 함께 과도한 하중이 부가되어 금형의 수명에도 영향을 미치므로 여러가지 문제점들을 함께 고려해야 한다. 선진국에서는 압출형 헬리컬 기어를 중심으로 개발을 완료하여 이미 대량생산에 적용되고 있으며 국내에서도 일부 기관에서 연구가 진행되고 있으나 아직까지 금형 수명과 치수 정밀도를 만족시키지 못하여 현장에는 적용이 어려운 실정이다[1].

본 연구에서는 냉간 압출 금형의 입구부 각도가 3 종류의 다른 각도를 가지는 금형에 대해 압출공정 해석을 수행함으로써 각 조건이 소재의 충전, 성형하중 등에 미치는 영향을 비교하여 치수 정밀도를 향상시키고자 하였고, 이후에 최적의 각도를 바탕으로 치형의 입구부 형상의 변화에 따른 성형하중 및 금형응력 분포를 비교, 분석하여 금형수명을 증가시켜 향후 헬리컬 기어의 개발에 활용하고자 하였다.

2. 압출형 헬리컬기어 성형 해석 및 결과

해석에 사용된 금형은 Fig. 1(a)와 같이 부에서 하부로 가압하는 전방압출 성형구조를 가진다. 연구에 사용된 상용유한 요소해석 프로그램은 Forge2008™이며 성형 해석은 Fig. 1(b)에서 볼 수 있듯이 금형의 입구부가 일정 각도를 가질 때 Table 1에 주어진 조건별 각도들에 대해 해석을 진행 하였다.

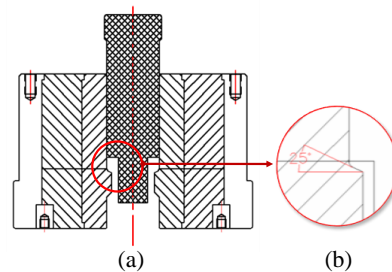


Fig. 1 Modeling of forward extrusion helical gear die : (a) Die set of helical gear, (b) Inlet angle of tooth from center axis

Table 1 Analysis condition of inlet angles

	Case A	Case B	Case C
Inlet angle [°]	25	45	60

Fig. 2는 제품의 형상적인 측면에서 비교하였고, Fig. 3은 조건별 하중그래프이며, Fig. 4는 제품의 충진을 비교하기 위하여 금형과 제품간의 거리를 비교하여 나타내었다.

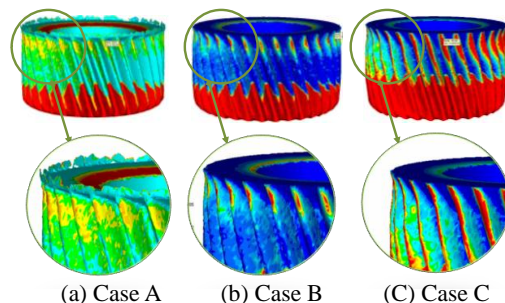


Fig. 2 Results of forward extrusion helical gear analysis by each condition

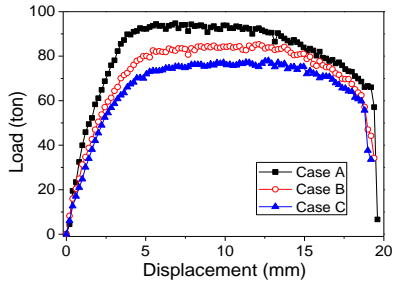


Fig. 3 Load comparison graph of each condition

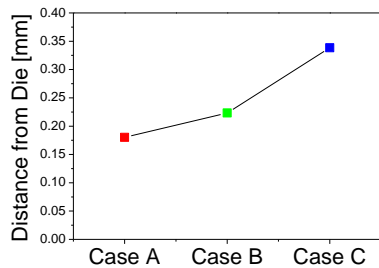
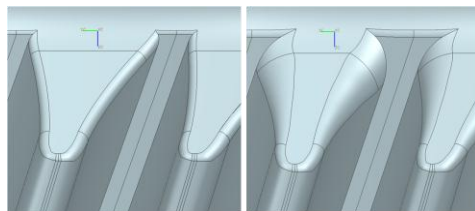


Fig. 4 The graph of distance between model and die

4. 헬리컬 기어 금형 응력 해석 및 결과

치형 입구부 각도가 45°인 금형에 입구부 치형이 균일한 라운드를 가지는 CRFM (Constant Radius Fillet Model) 금형과 소재의 유동성 향상을 위해 치형에 다양한 치수의 라운드를 갖는 VRFM (Various Radius Fillet Model) 금형으로 모델링 하였으며 Fig. 5 에서 형상을 비교할 수 있다.

Fig. 6 은 최대 주응력이 높게 나타나는 치형 뿌리 부분의 왼쪽과 오른쪽을 LH, RH 로 구분하여 최대 주응력 분포와 함께 나타내었다. 또한 Fig. 7 은 조건별 최대 주응력 비교 그래프를 나타 내었다.



(a) CRFM

(b) VRFM

Fig. 5 Two models of die to investigate effect of die shape on forward extrusion forging of helical gear

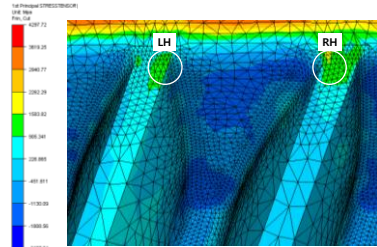


Fig. 6 Distribution of 1st principle stress from die stress analysis

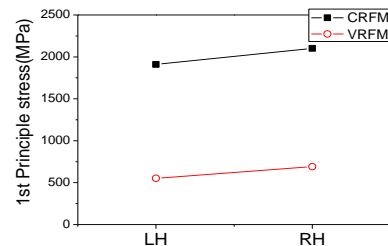


Fig. 7 Comparison of 1st maximum tensile principle stress according to the shape of die

3. 결과

(1) 전방 압출형 헬리컬기어 금형의 입구부가 25°의 각도를 갖는 금형에서는 높은 하중과 함께 버가 많이 생성되며, 충전율은 60°에 비해 45° 금형이 더 우수하다.

(2) 입구부 치형의 각도가 45°인 금형에 대하여 치형부 금형 형상에 따른 영향을 분석한 결과 금형 모서리를 최대한 둥근형상으로 설계된 경우가 최대인장 주응력이 60% 이상 감소된 500~600MPa 수준을 나타내어 금형수명이 향상 될 것으로 예측된다.

후기

본 연구는 지역전략기획사업으로 수행중인 “정밀단조 헬리컬 기어 치수정밀도 향상기술” 과제의 일환으로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. Y. B. Park, D. Y. Yang, 1999, “Study on precision cold forging of helical gear”, Trans. Mater. Process., 8, 4, pp384-392.