

자동차용 베벨기어의 표면강도 향상에 관한 실험적 연구 An Experimental Study on Improvement of Contact Stress of Bevel gear with Vehicle

*양정호¹, #김현욱, 이희대²

*J. H. Yang¹, #H. O. Kim(hokim@hyundai-dyamos.co.kr)², H. D. Lee²
1,2 현대다이모스 (주) P/T연구소

Key words : Straight bevel gear, Contact stress

1. 서론

기어는 자동차, 항공기, 선박 등 모든 산업분야에서 구동요소와 피동요소 간에 운동이나 동력을 전달하는데 사용되는 기계장치중의 하나이다. 특히 스트레이트 베벨기어는 자동차의 차동기어에 사용되는 중요한 부품으로 우수한 기계적 피로특성이 요구된다.¹⁾ 특히 정밀 냉간단조 제품의 적용은 대량생산과 함께 원가절감에 크게 기여한 바가 크며 계속 확대되어 가고 있는 추세이다.

차동기어용 베벨기어는 차량이 주행상태에서 직진과 회전을 반복하게 되면 반복적인 하중을 받게 되고 기어의 손상은 굽힘 피로하중에 의한 치의 파손의 유형과 표면 피로하중에 의한 치의 표면 피팅(Pitting)으로 파괴가 나타난다. 따라서 우수한 특성을 지닌 베벨기어를 개발하기 위해서는 굽힘과 피로특성에 관한 연구가 선행되어야 한다. 지금까지 기어의 피로특성은 주로 평기어에 국한되어 왔고 피로특성도 굽힘피로 특성에 관한 연구에는 연구가 이루어졌지만 표면피로 특성에 관한 연구는 미흡한 실정이다.^{2),3)}

본 연구는 자동차용 차동기어에 사용되는 정밀 냉간단조 공법으로 가공된 직선 베벨기어를 대상으로 모듈을 달리한 제품을 준비하여 실제 자동차에 장착되는 액슬의 캐리어 어셈블리(Carrier Assembly)를 대상으로 하여 차동시험을 행하여 시험결과를 비교, 평가하여 면압강도 평가에 의한 제품의 신뢰성을 검증하였다.

2. 차동내구 시험

본 연구에 대한 차동내구 시험을 수행하기 위해 사용된 샘플은 소형 SUV 차량의 냉간단조용 베벨기어로서 재료는 SCM 822H를 사용하였다. 이는 많이 보편화되어 사용되어지고 있는 SCM 420H 보다 경도등 기계적 성질을 보강하여 사용되어 지고 있는 소재이다. 재료의 기계적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Mechanical properties of bevel gears

Young's modulus (GPa)	Ultimate strength(Mpa)	Elongation	Hardness (H _B)
205	1030	12	302~415

동일한 치 제원에서 모듈을 달리한 디프렌셜 기어 샘플을 준비하여 차동내구 시험을 통하여 내구력을 비교 평가하였다. 차동내구 시험에 사용된 베벨기어의 주요 치제원은 Table 2와 같다.

Table 2 Dimension of straight bevel gear

	Sample #1	Sample #2
Pressure angle	22° 30'	22° 30'
Number of teeth	13x9	14x10
Module	4.298	3.991
P.C.D	55.87	55.87
Face width	11.50	11.50
Whole depth	9.62	9.62
Addendum	3.53	3.53

베벨기어의 차동 내구 시험은 액슬 내구시

험기를 사용하였다. 이는 액슬의 구성품 중 기어, 베어링, 차동기어등 내구력을 확인할 수 있는 시험기이다. 차동내구를 위해 베벨기어가 조립되어진 디프렌셜 어셈블리(Differential Assembly)와 시험기에 장착되어진 캐리어 어셈블리의 장착모습은 Photo. 1과 같다.

시험 입력토크는 차량의 엔진 최대 토크, 변속기의 기어비, 트랜스퍼 케이스 기어비에 의하여 계산되어 진다. 차동 내구시험은 차동이 일어나지 않은 상태에서 시작하여 좌.우측 각각 속도를 달리하여 회전을 시키고 다시 차동이 일어나지 상태로 복귀하는 상태를 한 사이클(Cycle)로 하여 총 600 사이클 시험완료 후 치(齒)에 대한 손상에 대하여 판단한다.



Photo. 1 Photograph of Endurance test system

3. 시험결과

각 샘플의 시험입력 토크에 의한 내구시험 결과는 Photo. 2와 3과 같다. 차동시험 결과 모듈을 달리한 두가지 샘플에서 굽힘 영향에 의한 이뿌리부의 치파손은 발생하지 않았으나 치면에 면압강도의 차이에 의한 치 표면 파손의 차이점은 발견할 수 있었다.

600 사이클 차동내구 시험후 제품을 분해하여 확인한 결과 샘플 #1에서는 디프 사이드기어, 디프 피니언 기어 모두 피팅이 심하게 발생하였으며, 샘플 #2에서는 샘플 #1과 달리 치면에 미세 피팅만 발생하였다. 이는 동일 치제원에서 잇수를 증가시켜 모듈을 작게함으로써 치면에 작용하는 하중을 분산한 결과라 할 수 있다.



Photo. 2 Photograph of Bevel gear set after Endurance test (Sample #1 m4.298)



Photo. 3 Photograph of Bevel gear set after Endurance test (Sample #1 m3.991)

4. 결론

1. 실제 소형 SUV 차량용 차동기어의 모듈을 달리한 두가지 제품에 대하여 굽힘강도와 면압강도 평가를 하였다.
2. 모듈을 달리한 샘플에 대한 차동내구시험 결과 굽힘에 의한 파단은 발생하지 않았으며 표면 피팅은 잇수를 늘려 모듈을 작게한 샘플에서 발생하지 않았으며, 상대적으로 모듈이 큰 샘플에서 표면에 피팅이 발견되었다.
3. 제품의 개발시 굽힘강도 검토에 따른 적용만 이루어지고 있었지만 굽힘강도와 더불어 면압강도의 평가가 제품의 내구력 평가에 중요 검토 사항임을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. J. H. Kim, J.W. Sa, D. H. Kim and Sang Y. Lee, "An Evaluation of Bending Fatigue Strength for Cold Forged Bevel Gear", Journal of the KSPE, Vol. 17, No. 1, pp. 61-67, 2000
2. S.K. Lyu, K. Inoue, M. Kato. M. Onisi and K. Shimoda, "Effects of surface Treatment on the Bending Fatigue Strength of Carburized Spur Gear", JSME International Journal, Series C, Vol. 39, No. 1, pp. 108-114, 1996.
3. J. H. Yang, H. O. Kim and H. D. Lee, "A Study on Improvement of Contact stress of Bevel gear with Vehicle", Conference of KSPE, pp. 927, 2010