

후륜 구동 차량의 액슬소음의 최적화에 관한 연구

A study of axle noise optimization for rear wheel drive vehicle

최병재† · 윤지현* · 양인형* · 오재응*

Byungjae Choi, Ji-Hyun Yoon, In-Hyung Yang, Jae-Eung Oh

1. 서론

자동차의 Power train 의 구성 품들 중 후륜 구동(FR or RR) 및 4륜 구동(4WD)이 가능하도록 하는 Axle 의 사용은 그간 전륜 구동(FF type) 차량의 보편화로 일부 소형화물차, 특수 차량 버스, 등에 주로 사용되었으나 2000 년 이후 차츰 늘어나기 시작한 RV, SUV 차량들과 중대형 고급승용차량에서 후륜(FR), 4륜 구동(4WD), 전자식 4륜 구동(AWD type)의 구동 방식을 채택하면서 차량의 전후의 중량 배분 또한 FF 구동방식 보다 개선되어 높은 주행안정성과 보다 편안한 주행이 가능하도록 고급화 고성능화로 변해가고 있으며, 이러한 추세는 고가의 고성능 차량에서 많이 채택 되어지고 있다. 이로 인해 후륜 구동(FR), 4륜 구동(4WD)가 가능하도록 하는 Axle 의 중요성과 역할은 소비자들의 고성능화 및 주행안정성의 높은 요구를 수용하기 위해 날로 증가 하고 있으며, 이러한 차량들은 기존의 차량과 달리 고급화 되면서 차량의 실내 Overall 소음 또한 많이 낮아져 변속기와 Axle 에서의 기어소음이 차량의 가치를 좌우하는 주요 인자로 작용하게 되었다. 따라서 본 논문에서는 Axle 에 사용되고 있는 Hypoid gear noise 의 최적화를 위한 방법으로 deflection test⁽¹⁾⁽³⁾ 결과를 이용한 입력되는 torque 구간에서 transmission error⁽⁴⁾감소되는 최적 치형 개발과 검증을 하였다.

2. 본론

2.1 Axle 소음 발생 속도 구간의 torque 측정

본 연구는 최고급 후륜구동 차량의 감속 시 65~70km/h, 80~90km/h, 120~130km/h 속도 구간별 발생하는 Axle noise 의 개선을 위해 먼저 차량

에서 감속 시 P/shaft 에 발생하는 Torque 를 실측하였다. 측정 방법은 P/shaft 에 스트레인 게이지를 이용해 Master torque cell 과 비교 교정 후 차량에 장착 하여 소음이 발생하는 감속 구간에서 Torque 를 측정하였다. Fig.1 은 감속 시 Torque 측정 결과이다. 측정결과 감속 시 -150~-250N*m 의 torque

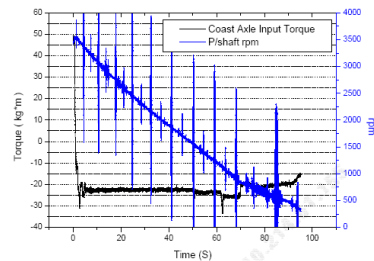


Fig. 1 The result of the P/shaft torque and rpm according to the coast down

가 발생됨을 알 수 있었다. 이 결과는 axle 에 사용되어 지는 hypoid gear 의 치형 수정 시 기준이 되는 torque 구간이 되며, 이 구간에서 전달 오차가 낮아 지도록 치형을 수정하여야 한다. 또한 소음 발생 torque 구간에서 transmission error 를 평가한다. Fig.2 는 소음 발생품의 각 torque 구간에 대하여 Transmission error 를 측정한 결과이다. Fig.2 에 실차 P/shaft 의 torque 구간을 표시 하였으며, 그 구간에서 transmission error 가 큰 구간으로 소음 발생이 예상된다.

2.2 Axle deflection test

Axle 의 deflection test 는 axle 에 torque 가 인가되어 졌을 때 Hypoid gear 의 4 축대항 torque 에 따른 deflection 량과 접촉패턴을 측정하는 시험이다. fig.3 은 deflection 시험 결과이다.

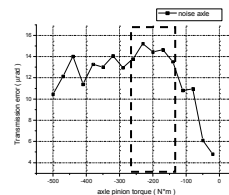


Fig. 2 The result of Transmission error test for noise axle

† 교신저자; 한양대학교 기계공학과

E-mail : ds4nmf@gmail.net

Tel : (02) 2220-0452, Fax : (02) 2299-3153

* 한양대학교 기계공학과

2.3 Deflection test 결과를 적용한 hypoid gear 치형 수정

Axle noise 저감을 위해 deflection test 결과를 적용하여 소음 발생 구간의 torque 구간에서 transmission error 가 최소가 되도록 치형을 수정한다. 치형의 수정 방법은 먼저 패턴의 크기, 위치, 길이 등에 따라 gear 의 형상을 변경하여 소음이 발생된 치형 보다 실차 torque 구간에서 낮은 transmission error 가 발생하는지를 Gleason 사의 T900 프로그램을 이용하여 검증하였다. 낮은 torque 구간(-150 ~ -250N*m)에서 낮은 transmission error 가 발생하도록 패턴의 길이를 Heel 방향으로 0.15mm 길이를 증가시켰다. 그 결과 차량에서 coast 구동 시 p/shaft 에 작용하는 torque 구간에서 transmission error 이 낮아지는 결과를 보였다. Contact 길이를 0.15mm 길게 하여 소음 발생 torque 구간인 -150 ~ -250N*m 구간에서 transmission error 값이 낮아짐을 확인 하였다.

2.4 Axle 의 Hypoid gear 치형 수정 결과 검증

Gleason 사의 T900 프로그램을 이용해 계산된 결과를 검증하기 위해 Transmission error 를 측정하여 비교하였다. Fig.5 은 치형 수정 전후 제품의 transmission error 을 비교한 결과이다. T900 을 이용한 계산된 transmission error 의 결과와 절대치는 일치하지 않지만 같은 경향을 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 소음 발생시 p/shaft 에 작용하는 torque 구간에 최적화 되었다. 또한 차량 소음 평가 결과도 소음 발생 구간에서 낮아지는 것을 확인 할 수 있었다. Fig.6 은 실차 소음 평가 결과이다.

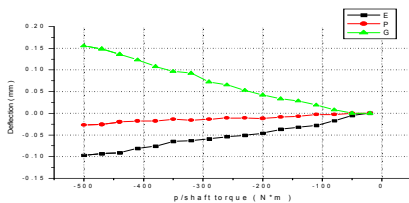


Fig. 3 The result of axle deflection

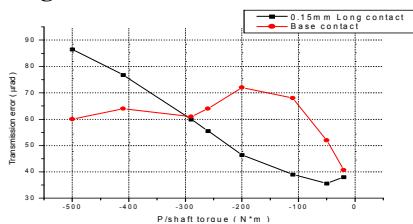


Fig. 4 The transmission error compare of base and 0.15mm long contact

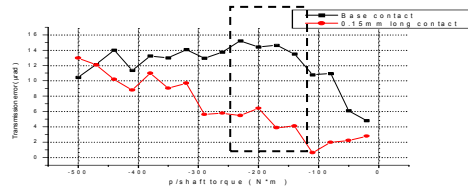


Fig. 5 The compare of transmission error base contact and 0.15mm long contact

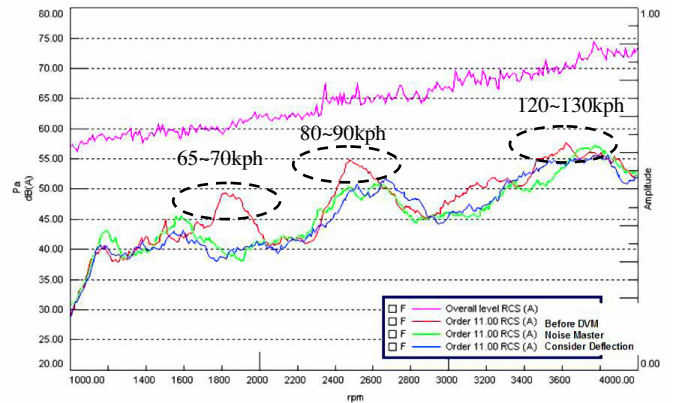


Fig. 6 The compare of noise before DVM and noise master

3. 결 론

본 연구를 통해 후륜 또는 4 륜구동 차량에서 사용하는 axle 의 hypoid gear noise 의 개선을 목적으로 적용한 방법은 deflection 평가와 실차 torque 측정 결과를 반영하여 치형 수정을 Gleason 사의 T900 으로 검증 후 제품으로 각 Torque 별 transmission error 의 측정을 통해 치형 수정 전후를 비교하여 소음 발생 구간에서 P/shaft 에 작용하는 torque 구간에 최적화 하여 차량에서 5~8dB(A)가 감소 하는 결과를 보였다.

참 고 문 헌

- (1) Testing and Inspecting Bevel and Hypoid Gears, Gleason Works
- (2) Analysis or Mounting Deflection on Bevel and Hypoid Gears, Wells Coleman, Gleason Works SAE 750152.
- (3) Coleman W., "Effect of Mounting Displacements on Bevel and Hypoid Gear Tooth Strength," SAE Paper No. 750151, 1975
- (4) 저소음 Axle 개발을 위한 디플렉션 Test 에 대한 연구 최병재, 박순관, 이강현, 조윤경, 전성하, 한국소음진동공학회 2007 추계 학술대회논문집