

후륜구동차량의 급가속 진동 저감

Vibration reduction of FR vehicle on fast acceleration

김용대† · 서진관* · 이병혁* · 이종은*

Yong Dae Kim †, Jin Kwan Suh*, Byoung Hyuk Lee*, Jong-Eun Lee*

1. 서론

본 연구에서는 구동계의 비틀림 진동과 정렬각의 토크 변동으로 인한 후륜구동 차량의 서더진동(shudder)을 저감시키기 위하여 구동계 비틀림 진동해석 및 시험 평가를 시행하고 구동계의 정렬각 분석을 통한 진동원 규명을 시행하고 구동계 조인트의 각도를 변경하여 진동 저감을 꾀한다. 한편, 정속 운전 및 급발진 운전 조건 모두에서 토크 변동값이 크지 않도록 하기 위해 현가계 주요 파라미터의 특성을 검토하였으며 정속 주행 및 급가속 주행 모두의 조건에서 안정적으로 진동을 제어 할 수 있는 해결책을 제시 한다.

2. 본론

2.1 구동계의 가진력

유니버설 조인트를 사용하는 구동계의 가진력은 크게 세 가지로 나누어 분류할 수 있다. 첫 번째로 질량 불균형으로 인한 불평형 가진력이다. 두 번째로 구동 축의 비틀림 진동이다. 구동계의 조인트 각도 배치에 따라 각속도 변화가 발생하여 구동축의 비틀림 진동이 발생한다. 세 번째로 2 차 우력에 의한 가진이다.

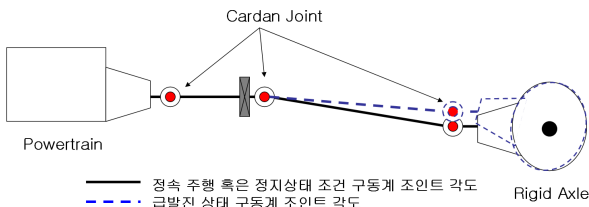


Fig.1 급가속/급발진 시 구동계의 거동

† 교신저자; 현대기아자동차
E-mail : ydkim200@hyundai.com
Tel : (02) 3464-7679, Fax : (031) 368-3989
* 현대기아자동차

2.3 진동 현상 분석

본 연구의 대상 차량은 후륜 구동형 미니밴 차량으로서 구동계는 Fig. 2 에서 처럼 두 개의 주요 구동축과 3 쌍의 유니버설 조인트, 그리고 Rigid Axle 로 구성되어 있다.

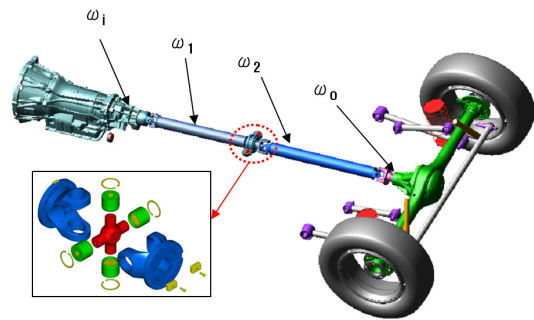


Fig. 2 대상 차량의 구동계

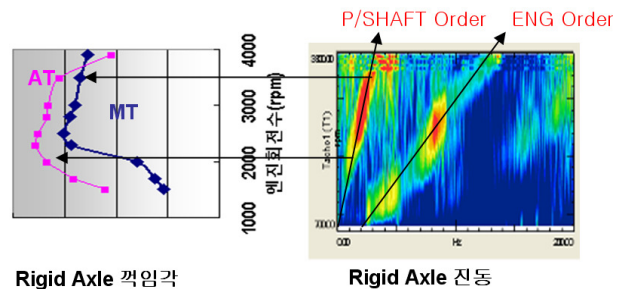


Fig. 3 대상 차량의 구동계 진동

대상 차량은 정속 주행시에는 최적 설정된 구동축 정렬각의 값이 변하지 않아 각속도 변화가 최소화 되고 이에 따라 특별한 진동 문제가 발생하지 않는다. 그러나 급격한 가속(WOT)의 경우에 엔진 최대 토크 영역에서 구동 축의 꺾임각의 양이 증대되어 토크 변동량이 커지게 되고 특정 운전 구간(2400rpm)에서 구동계는 급격한 진동 과대 현상을 발생시켰으며 이에 따라 구동계의 진동은 차량으로 전달되어 차체의 심한 서더(Shudder) 진동을 일으킨다. Fig. 3 에서 구동계 꺾임각의

변화에 따른 Rigid Axle 의 진동 특성을 보인다.

2.4 구동계의 진동 저감

구동계의 정렬각 개선을 통하여 각속도의 변화를 최소화하면 토크의 변화가 최소화 되고 이에 따라 가진력이 최소화되는 인과관계에 따라 대상 차량의 문제를 개선 할 수 있다.

Fig. 4 에서는 급출발 주행 조건을 고려한 구동축의 각도 설정 효과를 보인다. 개선 전, 후의 각도 설정 모두 정속 주행 조건 상태에서는 각속도 변화량이 거의 없다. 그러나 급출발 주행 조건에서는 개선 전의 경우 약 0.15%의 각속도 변동을 보인다. 이에 대한 개선안으로서 급출발 주행 조건을 고려한 경우에는 0.075%의 각속도 변동을 보여 개선 전 대비 각속도 변동량을 절반 수준으로 줄일 수 있다.

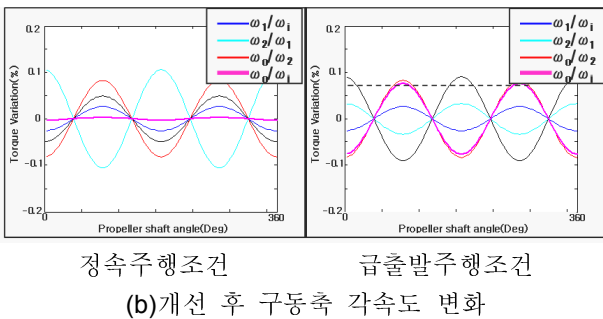
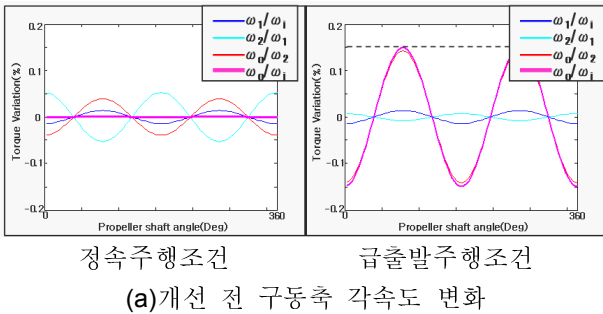


Fig. 4 구동계 정렬각 개선효과

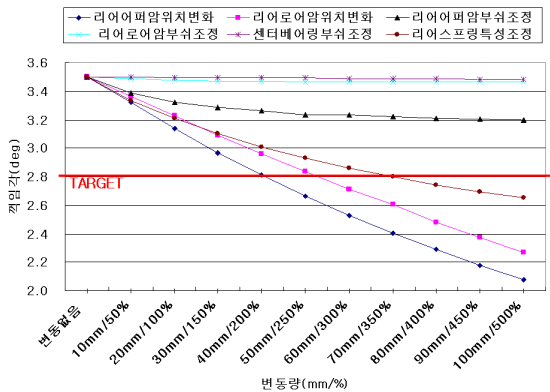


Fig. 5 Rigid Axle 적임각에 대한 변수효과

또한 Rigid Axle 의 움직임을 제어하면 각속도 변화가 작아지는 사실을 이용할 수 있다. 현가계 주요 변수중 Rigid Axle 의 움직임을 제어할 수 있는 설계변수 6 개를 선정하여 Rigid Axle 의 꺾임각 경향을 파악하였다. 또한, 급 출발 시 Rigid Axle 의 최대 꺾임각의 80% 값에 해당하는 꺾임각 수치를 목표치로 설정하였다. 이에 대한 각 변수의 효과가 Fig. 5 에 나타난다.

2.4.3 개선 확인 평가

다음에는 개선안을 적용하여 실제 개선효과가 있는지, 개선되는 정도는 어느 수준인지를 실차 시험을 통해 파악하였다.

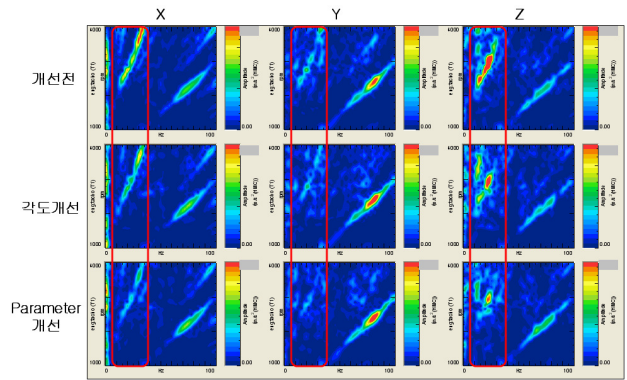


Fig. 6 개선안 적용 후 진동 개선 효과(차체진동)

개선안 적용 후 진동 개선 효과는 Fig. 6 에 나타난다. 개선안의 효과는 각도 개선과 Upper Arm 장착 위치 상향 등 두 가지를 동시에 적용한 안이 가장 효과가 뛰어났다. 따라서 급 출발 운전 조건 등에서의 진동 개선효과는 기본적으로 각속도 변동이 최소화되도록 하는 것이 바람직하며 과도한 구동력에 따라 최적 설정된 각도가 어긋나지 않도록 현가계 주요 마운팅 위치를 강건하게 설정해야 함을 알 수 있다.

3. 결론

다양한 운전 조건에 대하여 구동계 정렬각을 최적 설계 할 수 있다. 소비자들은 차량을 다양한 조건에서 차량을 구동할 수 있으므로 가능한 모든 조건에서 진동문제가 발생하지 않도록 대비를 하여야 한다. 주요 설계변수인 유니버설 조인트의 요크각과 구동축의 각도를 변경하여 가진력을 저감시키는 것이 가능하였다. 또한 외력에 의한 현가계의 움직임을 최소화시키는 강건 설계를 적용하여 차체의 진동을 추가 개선하였다.