

# 차대 동력계에서 자동차 구속조건에 따른 거동 특성 비교

## Vehicle dynamic behavior comparison between two different constraining methods on a chassis dynamometer

강연준† · 김희수‡ · David P. Song\* · 민동우\*  
**Yeon Jun Kang, Heesoo Kim, David P. Song and Dongwoo Min**

**Key Words :** Chassis Dynamometer(차량동력계), Cleat(크리트), Tie-down Strap(고정 스트랩), One Point Fixation(일점 지지 장치)

### ABSTRACT

The primary purpose of this study is to observe the dynamic behavior within a vehicle on chassis dynamometer throughout cleat impact testing with two different constraining setups (Tie-down strap and one point fixation). Throughout this empirical experiment, no outstanding dynamic behavior characteristics are observed between two setups and thus, the performance of the one point fixation device is validated. Neither the interior noise nor acceleration at driver seat rail and knuckle is heavily influenced by two different constraining methods. However, one point fixation is far more advantageous considering its shorter set up time and its capability of measuring traction force with its built in force sensor.

## 1. 서 론

차대 동력계(Chassis dynamometer)는 자동차 전체의 동력을 측정하는 장치로 내구(Mileage), 배기가스(Emission), 환경(Environmental), 풍동(Wind tunnel), 전자기파(EMC), 진동 소음(NVH) 시험 등 여러 시험에 활용되고 있다. 이러한 차대 동력계를 이용해 측정한 결과는 신차의 개발, 양산 차량의 특성 점검 및 품질관리, 부품 성능 개선 및 내구성 확보 등 다양한 영역에서 중요한 데이터로 사용되고 있다. 앞서 말한 중요성과 기술적 집약성 때문에 차대 동력계는 고가의 장비이며 기계적인 설비, 제어 시스템과 고도의 소프트웨어가 결합된 중요한 종합 시험 설비이다.

현재 차대 동력계는 다양한 업체에서 개발 및 생산되고 있으며 개발된 시기와 업체에 따라서 구조와 사용방식에서 다소간의 차이를 가지고 있다. 이러한 차이는 실험 결과에 영향을 미치는 원인이 될 수 있기 때문에 시험을 수행하는 많은 연구자들에게 차대 동력계의 성능을 파악하는 것은 중요한 사안이라 할 수 있다.

본 연구는 차대 동력계를 이용한 실험에서 고정 스트랩(Tie-down strap)과 일점 지지 장치(One point fixation)가 차량의 진동 및 소음 특성에 어떤 영향을 미치는지 관찰하고 이 결과를 통하여 일점 지지 장치를 이용한 측정의 신뢰성을 검증하는 것을 목표로 하였다.

## 2. 실험 구성 및 결과

### 2.1 크리트(Cleat) 구동 실험 설정

Figure 1과 같이 710mm×25mm×10mm 크기의 크리트를 차대 동력계 양쪽 롤러에 부착한 뒤 정속

† 교신저자; 정희원, 교신저자 서울대학교 기계항공공학부

E-mail : yeonjune@snu.ac.kr

Tel : (02)880-1691, Fax : (02)888-5950

‡ 발표자; 서울대학교 대학원 기계항공공학부

\* 공동저자 서울대학교 대학원 기계항공공학부

60km/h의 속도로 구동하였다. 실험 차종은 현대 YF Sonata 모델을 사용하였고 그 이유는 기존에 발표된 논문<sup>(1)</sup>과 결과를 비교해 타당성을 확인하기 위함이다. 그러나 기존에 발표된 논문에서는 휠 중앙부의 가진력과 실내 음압레벨을 측정하였고 본 논문에서는 휠 중앙부와 운전석 하단에서 측정된 가속도 그리고 실내 음압레벨을 측정했기 때문에 실내 음압레벨은 서로 직접적인 비교가 가능하지만 휠 중앙부 가속도의 경우에는 가진력과 직접적으로 비교가 불가능하여 차선택으로 타이어의 1차 공진 특성과 캐비티(Cavity) 특성이 나타나는 주파수를 비교함으로써 간접적으로 실험 결과의 타당성을 검증하였다.

구동 실험에서 크리트를 이용하여 가진을 한 이유는 크리트에 의하여 타이어 선단 부에 입력되는 가진력을 임펄스(Impulse) 신호로 볼 수 있어 모든 주파수 대역에서 응답을 관찰할 수 있기 때문이다.

Figure 3(a)와 (b)는 실험에 사용된 두 방법을 나타낸 것이다. 기존에는 견인고리를 스트랩에 연결하여 고정하는 방식을 사용하고 있었는데 이 방식은 +x 방향으로의 구속은 가능하나 -x 방향으로의 차를 구속하지 못하기 때문에 후륜에 별도의 장치를 사용하여 고정해야 했으나 새롭게 도입한 일점 지지 장치는 견인고리를 고정하는 것으로 ±x 방향의 구속이 가능하기 때문에 후륜에 별도의 장비를 사용하지 않는다.

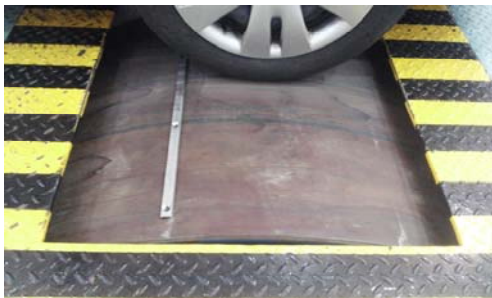


Figure 1 Experimental set-up: a cleat on dyno drum roller

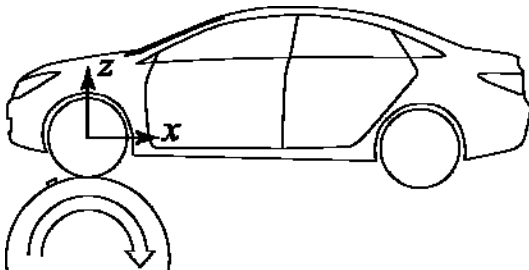


Figure 2 Schematic diagram of cleat experimental set up

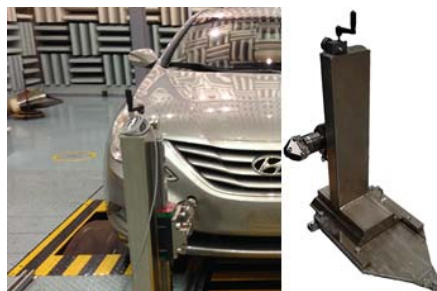
## 2.2 크리트(Cleat) 구동 실험을 통한 가속도 측정

크리트가 부착된 차대동력계의 구동 중 발생하는 가속도를 측정하기 위하여 각 휠 중앙부와 운전석 하단에 가속도계를 부착하였다. 실험 중에 파워트레인은 정지된 상태이고 이는 파워트레인의 영향을 배제하고 크리트의 가진에 의한 응답을 관찰하는 것이 목적이기 때문이다. 샘플링은 2048Hz로 측정하였고 분해능은 3.2Hz로 설정하였다. 분해능을 3.2Hz로 설정한 이유는 톨러의 크기로 인하여 임펄스 사이의 시간 간격이 짧아져 프레임의 크기가 제한되기 때문이다.

Figure 4는 전륜 좌측 휠의 중앙부 가속도를 측정하여 비교한 결과이다. 스트랩을 이용해 측정된 결과와 일점 지지 장치를 사용하여 측정된 결과는 다소 차이가 존재하지만 거의 유사하여 측정에서 나타난 오차는 측정 오차 수준 내에서 발생했다고 판단할 수 있다. 또한, 실험에서는 95Hz 부근에서 타이어의 1차 공진 특성이 나타나고 220Hz 부근에서 타이어의 캐비티 특성을 나타내는데 기존의 논문에서 타이어의 1차 공진 특성은 90Hz에서 나타나고 캐비티 특성은 220Hz 부근에서 나타났으므로 실험 설정에 다소간의 차이가 존재한다는 점을 고려할 때 두 가지 구속 장치를 사용한 실험 결과는 모두



(a) Tie-down strap



(b) One-point fixation

Figure 3 Two different constrain methods: tie-down strap and one point fixation

타당하다고 판단할 수 있다. Figure 5는 동일한 실험에서 운전석 하단에 부착한 가속도계에서 측정된 결과이다. 휠 중앙부와 마찬가지로 두 가지 구속 방법에 의한 차이는 유의미하게 나타나지 않는다는 사실을 확인할 수 있다.

### 2.3 크리트(Cleat) 구동 실험을 통한 실내 음압레벨 측정

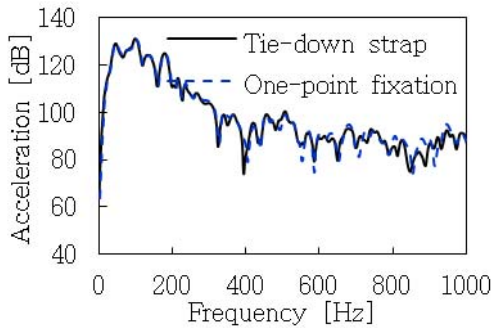
크리트 실험 중 발생하는 차량의 실내 음압레벨을 측정하기 위해 운전석의 우측 귀 위치에 마이크를 설치하고 정속 60km/h의 속도로 차대 동력계를 구동하였다. 실내 음압레벨은 2048Hz로 샘플링하였으며 분해능은 3.2Hz로 설정하였고 그 이유는 앞선 실험과 같다. 또한 파워트레인에 의한 영향을 배제하기 위하여 차량은 시동을 끈 상태에서 차대 동력계를 이용하여 구동하였다.

Figure 6은 측정된 실내 음압레벨을 비교한 결과이다. 두 가지 구속 방법 간에 실내 음압레벨의 차이는 유의미한 수준으로 발생하지 않으므로 일점 지지 장치의 사용이 실험 결과에 영향을 미치지 않는다고 판단할 수 있다.

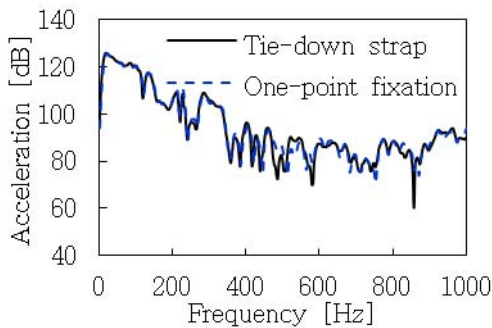
또한 실내 음압레벨의 경우 로드노이즈 영역에서는 일반적으로 60~65dB의 피크를 가지고 250Hz 이상의 주파수대역에서는 주파수가 증가함에 따라 음압레벨이 감소하는 경향을 보여야 하는데 본 실험의 결과는 65dB의 피크를 갖고 250Hz 이상의 주파수 대역에서 예상과 부합하는 경향성을 나타내고 있으므로 타당한 측정값이라는 사실을 알 수 있다.

### 3. 결론

이 연구에서는 기존의 고정 스트랩을 이용한 차대 동력계 실험 결과와 새롭게 도입한 일점 지지 장치를 이용한 실험 결과를 비교하였다. 또한 기존에 발표된 논문과 비교를 통하여 실험 결과의 신뢰성을 재검토하였다. 그 결과는 다음과 같다. 고정 스트랩을 이용한 측정과 일점 지지 장치를 이용한 측정은 가속도와 실내 음압레벨에서 유의미한 수준의 차이를 나타내지 않으며 기존의 실험과 부합하는 결과를 나타내므로 일점 지지 장치는 기존의 고정 스트랩에 비해 성능상 부족함이 없다는 것을 알 수

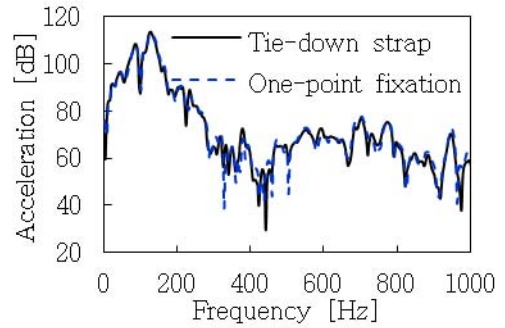


(a) x-direction

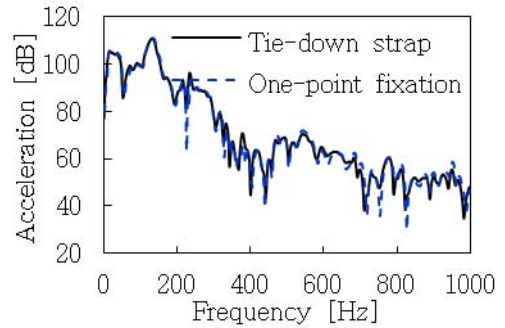


(b) z-direction

**Figure 4** Front left knuckle acceleration comparison between two different vehicle constraining methods



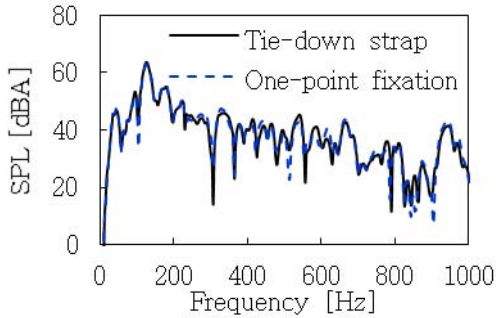
(a) x-direction



(b) z-direction

**Figure 5** Driver seat rail acceleration comparison between two different vehicle constraining methods

있다. 또한 고정 스트랩과 비교했을 때 설치 및 탈거에 소요되는 시간을 대폭으로 단축할 수 있으며 구동력(Traction force)을 측정할 수 있다는 점에서 고정 스트랩보다 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



**Figure 6** Interior noise comparison between two different vehicle constraining methods

### 참 고 문 헌

(1) Park, J. H., Hwang, S. W. and Lee, S. K., 2012, Road Noise Prediction Based on Frequency Response Function of Tire Utilizing Cleat Excitation Method, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering. Vol. 22, No. 8, pp. 720~728.