

## 주행속도와 제동력의 변화에 의한 디스크 브레이크의 스퀄 소음에 미치는 영향

김정훈\*(경희대 대학원 기계공학과), 김경훈(경희대 대학원 기계공학과)  
최명진(경희대학교)

### A Study on the effect of Driving Speed and Breaking Power on Squeal Noise of Disk Break

J. H. Kim(Mech. Eng. Dept., KHU), K. H. Kim(Mech. Eng. Dept., KHU)  
M. J. Choi(KHU)

#### ABSTRACT

Brake noise is classified according to frequency territory: judder, groan and squeal. Squeal noise of disk brake is a noise and self excited vibration with frequency of 1 ~ 10Khz caused by the friction force between the disk and the pad of the automobile. Passengers in a vehicle feel uncomfortable. It causes unstable characteristic to the brake system when you try to stop the vehicle. Thus this study aims to find in which conditions the vehicles are stable during the braking hour and find ways to decrease a squeal noise and the vibration by measuring various factors including squeal noise and self excited vibration between the pad and disk brake system during the braking hour. From the result the countermeasure for a squeal noise and a vibration decrease is established. Also the analyzed data is found to be useful and can be applied to the actual brake model.

**Key Words :** Squeal noise (스퀄 소음), Disk break (디스크 브레이크), Frequency(주파수), Driving speed(주행 속도), Breaking power(제동력) Breaking time(제동 시간), Vibration(진동)

#### 1. 서론

본 연구의 목적은, 과거 디스크 브레이크는 드럼 브레이크에 비해 자기배력성이 낮기 때문에 제동장치로서 사용빈도가 낮았으나 현재에는 소형차 및 승용차에 널리 적용되어 사용되고 있기 때문에, 제동 시 마찰재인 패드와 디스크 브레이크 시스템 사이에서 발생하는 스quals 소음과 주파수를 측정하여 차량의 안정성에 관한 조건을 구하고, 그에 따른 스quals 소음과 진동을 감소시키는 방법을 실험을 통하여 찾고자 하는 것이다.

#### 2. 제동장치

주행 중 페달을 밟음으로써 브레이크의 마찰력을 이용하는 것으로, 회전하고 있는 브레이크 원판에 파스칼의 원리를 이용한 유압이 마스터 실린더의 피스톤에 유압을 가하면 그 압력이 브레이크 패드에 작용하여 힘이 가해지면서 마찰에 의해 브레이크 원판이 정지하게 되며, 이러한 유압 브레이크 시스템은 오늘날 자동차의 제동장치에 일반적으로 적용되고 있다.

이러한 유압식 시스템의 한 종류인 디스크 브레이크는 차륜과 함께 회전하는 원판형 디스크와 유압에 의하여 양쪽에서 압착되는 패드와의 마찰력으로부터 제동력을 얻는 장치이다.

패드의 자기 배력성이 없어 제동력이 강하지 못하지만 좌우의 제동력의 차이가 없어 편제동이 잘 일어나지 않는다. 하지만 단점으로서 디스크의 반지름을 크게 취할 수 없어 드럼 브레이크에 비해 높은 유압을 필요로 하며, 패드 면적이 좁아 면압이 커져 패드의 내마모성과 내열성을 증대시켜야하고, 외보노출에 의한 디스크의 파손이 우려된다. 유한요소모델의 해석을 위해서 이러한 해석에 폭넓게 사용되고 있는 상용프로그램인 Lab view를 사용하여 해석을 하였고, Solid Works를 이용하여 모델링을 하였으며, 브레이크 시스템에서 진동해석을 위해서 필요한 부분을 중심으로 모델을 간략화 하였다.

#### 3. 연구결과

스quals(squeal) 소음은 약 5KHz를 기준으로 저주파 스quals음(1~5KHz)과 고주파 스quals음(5KHz이상)으로 구별되며 다음과 같은 실험 조건으로서 실험 장치에

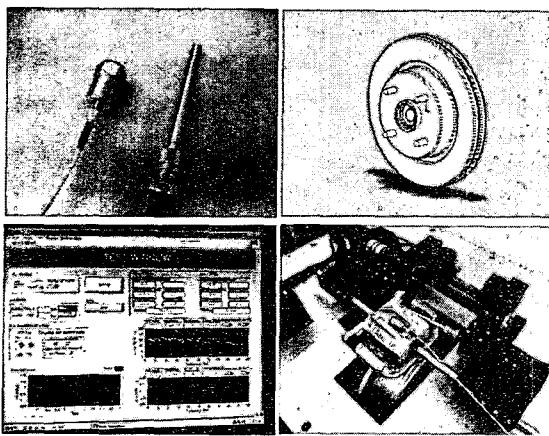


Fig. 1 Test piece

서 발생하는 소음을 측정한 후, 주파수를 분석하여 소음 주파수 영역을 알아내었다.

Table 1. Noise Test

발생조건	rpm 속도	1000, 2000, 3000(rpm)
	제동력	1, 3, 5Nm
발생소음		0 ~ 10KHZ, 0 ~ 60dB
상세		연속적인 고주파음 발생

Table 2. Noise CH info.

Sensitivity[mV/EU]	Units
50.00	V
dB reference [EU]	Custom Label
10.0E-6	EU
Weighting Filter	Pregain [dB]
Linear	0.00

다수의 반복된 제동실험을 통하여 소음 발생이 용이한 조건을 얻어내었다. 그 뒤 이를 바탕으로 하여 제동을 반복해서 그 때마다 신호를 마이크로폰을 통해 입력하였다. 그 신호를 주파수 분석을 통해 소음 발생 영역대를 찾아내었다. 발생한 소음은 주로 2~5KHz 성분의 저주파 스컬음이었으며, 1KHz 미만의 성분이 미약하게 나마 동시에 발생하기도 하였다. 하지만 완벽하게 방음처리를 할 수 없기 때문에 실험 데이터값을 얻는데 있어 약간의 오차가 발생하였다.

디스크의 1000rpm 및 브레이크 제동을 걸지 않은 상태에서는 평균적으로 40데시벨의 낮은 측정값을 나타내었지만, 1000rpm에서 5Nm의 제동력을 주었을 때와 디스크의 회전 속도와 제동력이 점차로 증가함에 따라 소음의 세기가 증가하여 고속 주행에서의 제동시 70데시벨이상의 소음이 측정되었다. 실험 결과로부터 저속주행에서 스컬 소음은 크게 발생하지 않았지만 고속주행에서는 일상적 소음 이상의 크기로 발생되었으며 장시간 이러한 소음이 지속될 경우 운전자에게 있어 심리적 불안감을 야기하며, 자신의 차량의 안전성에 관한 신뢰성에 커다란 불신을 갖게 한다. 이러한 브레이크 스컬 소음의 저감을 위해서는

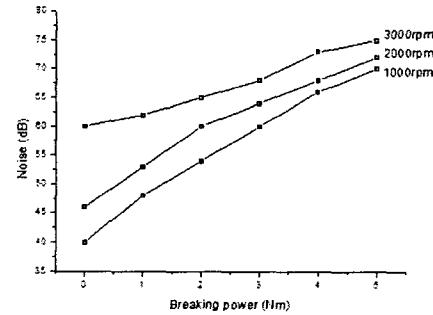


Fig. 2 속도와 제동력에 따른 스컬 소음  
브레이크 시스템에 있어 소음 발생의 직접적 원인이 디스크와 브레이크 패드 사이의 마찰에 기인한 것으로 두 부품에 사용되는 재료의 다양화를 통한 실험을 통하여 최적의 조건을 찾아내어야 하며, 두 재료사이에서 발생하는 공진 주파수 및 자려 진동 등을 측정하여 그 발생을 최대한 억지함으로써 소음의 발생을 줄여야 한다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 브레이크 스컬 소음을 재현하고 발생 원인을 규명하기 위해 디스크의 회전 속도와 제동력을 변화 시키면서 이때 발생하는 스컬 소음 발생과 이 소음이 운전자에게 미치는 영향을 분석하였으며, 디스크 브레이크의 스컬 현상을 해석하기 위해 실험하고 모델링 하였다. 실험결과 스컬 소음은 패드와 디스크간의 제동력에 의한 마찰력의 변화에 의하여 발생하였으며, 디스크의 회전속도와 디스크와 브레이크 패드간의 압력 또한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 결과적으로 장시간 소음에 반복적으로 노출된 운전자에게 미치는 영향을 알 수 있었고 또한 스컬의 주파수는 굽힘모드를 가지는 디스크의 고유주파수와 같음을 알 수 있었다.

#### 참고문헌

- 1) Fundamentals of Automotive Engineering, SciTech, 김세윤, 김철수 공저 p. 250
- 2) New Vehicle Engineering, 청문각, 김치원 p. 274
- 3) Moment Characteristics of Anti Brake System, Jung-Kwon Cho, Korea Transportation Safety Authority
- 4) Complex Eigenvalue Analysis for Brake Corner Module Squeal Noise, Park Chul
- 5) Reduction of Low-frequency Disk Brake Squeal, Sangsin Break, 윤광수
- 6) A Study on the Squeal Noise of Drum Brakes, Jang-moo lee, Journal of KSPE. Vol.15.No.9. September 1998.
- 7) Noise And Vibration 半島出版社 김광준외 5명, 1997