한국소음진동공학회 2013년 춘계학술대회논문집, pp. 621~622

타이어 공명음과 로드럼블과의 관계 연구

Study on the correlation between tire cavity and road rumble

나재봉* · 이영진** · 김영인** · 최승규†

Jaebong Na, Yeongjin Lee, Yeongin Kim and Seungkyu Choi

1. 서 론

최근 자동차 메이커에서는 차량의 고급화로 내부 소음을 저감하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 그러나 타이어는 저소음/승차감 보다 핸들링 및 시각적인 만족을 위해 시리즈가 낮은 제품의 개발이 많이 되고 있고, 이로 인해 타이어의 소음 레벨은 증가하게 되었다. 타이어 소음 크게 두 가지로 분류가 되는데, 타이어 패턴 형상에 의해 발생하는 패턴 노이즈와 타이어 구조 특성에 의해 발생하는 로드 노이즈로 구분이 된다. 본 논문에서는 로드 노이즈의 공명음과 로드 럼블의 관계에 대한 연구 내용을 기술하였다.

2. 본 론

2.1 타이어 로드 노이즈 평가법

실내에서 타이어 로드 노이즈를 평가하기 위하여 타이어 업체별 시험방법 및 예측 프로그램을 사용하고 있다. 그러나, 로드 노이즈는 노면 및 차량의 특성이 반영 되어 차량 실내 음압으로 유입이 되기 때문에 예측이나 분석이 쉽지 않다. 그래서 본 논문에서는 차량의 조건을 반영하기 위하여 전륜 서스펜션을 이용하여 실내 및 실차 평가의 관계를 분석하였다.

(1) Quarter Car를 이용한 로드 노이즈 평가

Quarter Car는 타이어의 경계조건을 실차와 유사하게 유지가 되어 입력 신호로부터 가진이 될 때 상하 및 전후 방향의 자유도를 완전히 구속하지 않고, 너클부에서 가속도 신호를 받아 음압을 예측하는 방법을 사용한다. 시험속도는 60Km/h이며, 돌기의 사이즈는 10X10을 사용하여 평가를 진행하였다.

Fig.1 Quarter Car Model

(2) 실내 및 실차 로드 노이즈 분석

실내 평가법의 유효성을 검토하기 위하여 타이어 내부 구조변경을 통하여 실내 및 실차의 상관성을 검토하였다.

Table 1 Design of experiment (L16)

	Compound	Belt Angle	Tread Reinforcement	Body ply	Sidewall Reinforcement	Bead Filler Heigh
Ver 1	大	小	大	小	大	小
Ver 2	大	小	大	大	大	大
Ver 3	大	小	小	小	小	小
Ver 4	大	小	小	大	小	大
Ver 5	大	大	大	小	小	大
Ver 6	大	大	大	大	小	小
Ver 7	大	大	小	小	大	大
Ver 8	大	大	小	大	大	小
Ver 9	小	小	大	小	小	大
Ver 10	小	小	大	大	小	小
Ver 11	小	小	小	小	大	大
Ver 12	小	小	小	大	大	小
Ver 13	小	大	大	小	大	小
Ver 14	小	大	大	大	大	大
Ver 15	小	大	小	小	小	小
Ver 16	小	大	小	大	小	大

Table.1에서는 6인자 2수준의 실험계획법을 구성하였다. 그리고, 실내에서는 Quarter Car를 이용하여 로드 노이즈 평가를 하였고, 실차 주행 평가와 비교 분석을 진행하였다.

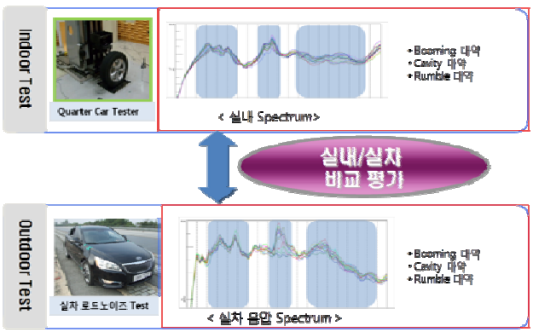

Fig.2 comparison between indoor and outdoor test

† 교신저자; 넥센타이어 연구개발본부
E-mail : skchoi@nexentire.co.kr
Tel : 055-370-5091
* 넥센타이어 연구개발본부
** 넥센타이어 연구개발본부

실험 결과를 통하여 실내 및 실차 시험의 상관성은 로드 노이즈 대역에서 약 70~80% 나타내었으며, 이를 통하여 실내 단품 시험을 통하여 실차 로드 노이즈를 예측 하였다.

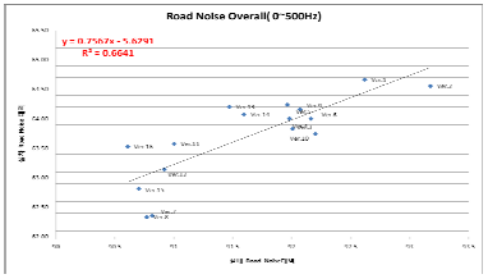

Fig.3 Indoor & Outdoor Test Correlation

Table 2 Correlation of Road-noise

	Booming	Cavity	Rumble
Correlation	81%	67%	83%

2.2 상관관계 분석

(1) TCMS를 이용한 공명음 모드 측정

Tire Cavity Microphone System (TCMS)은 차량 주행 상태에서 타이어의 공명음을 측정하고 평가 할 수 있는 장비이다. 일반적으로 타이어의 공명음을 평가하기 위해서는 차량 내부에 마이크로폰을 부착하여 타이어로부터 전달된 음을 계측하는 것이 일반적인 평가방법이다. 그러나, 이러한 방법은 차량의 전달계가 포함되어 있어 타이어의 수준을 정량화하여 판단하기 어렵다. 그래서 본 논문에서 TCMS를 이용하여 타이어의 공명음 하모닉 성분을 럼블 대역의 주파수와 비교 분석을 하였다.

Fig. 4 Tire Cavity Microphone System(TCMS)

Fig.4에서 나타나듯이 Quarter Car를 이용하여 측정된 TCMS의 공명음은 1,2,3차 하모닉 성분이 분석 가능하지만, 가속도에서는 1차 성분만 나타나는 알 수 있다. 특히 TCM의 공명음 2차 성분은 로드럼블 대역과 일치하는 주파수 특성을 나타내어 공명음과 럼블의 상관도를 분석하였다.

(2) 타이어 공명음과 로드럼블 관계 분석

TCMS분석 결과에 공명음 2차모드와 로드럼블의

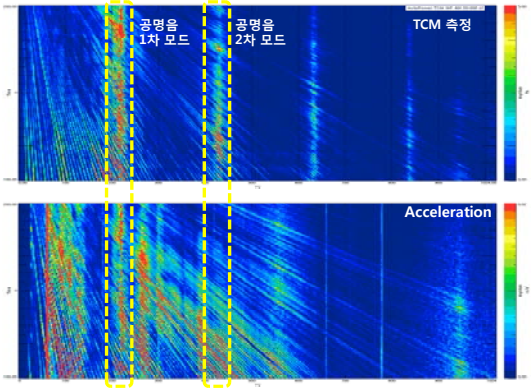

Fig.4 TCM test result

대역이 일치하여, 타이어 구조인자에 따른 영향도를 분석하였다.

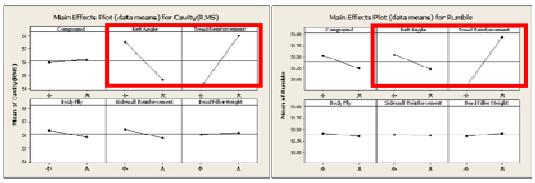

Fig.5 Main factor analysis

Fig.5에서 나타나듯이 타이어 공명음과 럼블에 미치는 메인 인자가 동일하며, 트레드부의 강성이 높을수록 공명음 및 로드 럼블의 음압이 증가함을 알 수 있다. 실차 평가에서도 동일한 결과가 나타나는지 Fig. 6에서 검증을 하였다.

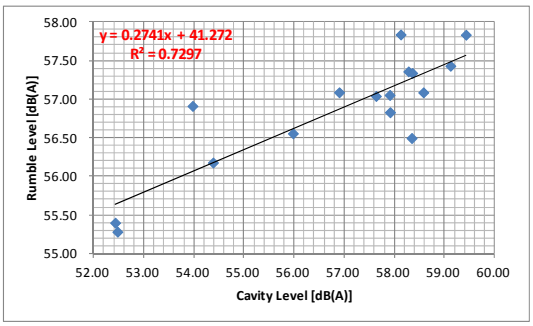

Fig.6 Rumble & Cavity Correlation

3. 결 론

공명음의 2차 모드가 럼블 영역에 영향을 미치며, 공명음 레벨이 증가할수록 럼블의 레벨도 증가하게 됨을 알 수 있었다.