

자동차 타이어 패턴 소음 예측에 따른 차량 Road Noise 실험적 평가 An Experimental Evaluation for Vehicle Road Noise on the Pattern Noise Prediction

왕성준[†] · 이근수^{*} · 김인동^{**}

한국지엠(주) 청라 기술연구소 Subsystem NVH 개발팀

Sungjoon Wang[†] · Keunsoo Lee^{*} · Indong Kim^{}**

Key Words : Pattern Noise(패턴 노이즈), Groove Depth(그루브 깊이), Air-borne Noise(에어본 노이즈), Tread(트레드)

ABSTRACT

In this paper, This work demonstrates a experimental evaluation for vehicle road noise NVH performance from the component-level NVH measurements of Tire. The power unit noise from tire emitted by cars has been reduced. It has been found that tire noise dominates noise produced by the power train when vehicles are driven at high constant speed. Therefore tire pattern noise is affected by pattern and vehicle and transmission loss. Tire noise mechanism is generated by several mechanisms. The sound of tire can propagate either through the air or through the structure of vehicle. Pattern noise is the result of pressure variations through the air to the interior side of vehicle. Especially, smooth asphalt, the periodicity of tread design, groove depth is important factor, which have an influence on the reduction of tire pattern noise.

1. 서 론

자동차 기술 발달 및 소음에 대한 관심의 증가로 자동차가 점차 저소음화 되어감에 따라 타이어 소음은 해결해야 할 중요한 인자 중 하나이다. 이러한 측면에서 타이어 소음은 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 고속에서 발생하는 타이어 패턴 노이즈는 타이어 제조업체의 중요한 연구 과제가 되고 있다. 포장 노면 아스팔트 주행 시 차량의 속도가 높아짐에 따라 노면과 맞닿아 있는 타이어 음압 레벨은 증가한다. 타이어에서 발생하는

노이즈는 전달 경로에 따라 고체 전달음(Structure-Borne Noise)과 공기전달음(Air-Borne Noise)으로 표현되며 타이어 패턴 노이즈는 공기를 매개체로 전달되는 차실내 투과음으로 정의된다

타이어 패턴 노이즈는 원주상에 배열된 그루브와 블락들이 노면과 접지 주행되면서 발생하는 소음이며 소음의 발생 매커니즘이 복잡하다. 블락이 노면을 가격하면서 임팩트음이 발생되고 그루브의 압축 및 방출에 의해 에어펌핑음, 블락이 미끄러지면서 Stick-Slip 음, 블락의 진동과 접지 시 그루브의 기주 공명음등 규명하기가 힘들다.

본 논문에서는 트레드 강성, APEX 높이, Tread gauge, Belt Angle, Tread compound, Body Ply 변경에 따른 패턴 소음의 영향성을 보고자 한다.

[†] 왕성준: 정회원, GM Korea Company NVH 개발팀

E-mail : sungjoon.wang@gm.com

Tel : 032-590-6370 , Fax : 032-590-6002

* GM Korea Company

** GM Korea Company

2. 타이어 패턴 구성 및 시험 적용 인자

2.1 패턴 구성

(1) 종그루브(Longitudinal Groove)

종그루브는 타이어 원주방향으로 형성되며 직진 주행 및 배수 성능, 승차감(Comfortable Ride)에 영향을 미친다.

(2) 횡그루브(Lateral Groove)

횡그루브는 원주상으로 배열되어 있으며 차량의 용도 및 노면에 따라 형상이 다양하며 주로 회전속도에 따라 가진 주파수가 바뀌면서 소음에 많은 영향을 기여한다. 그 성능으로 차량의 접지력 및 제동력에 중요한 영향을 미친다.

(3) 커프

커프는 패턴 블락상에 두께 2mm 이하로 노면이나 눈길에서 접지면적을 늘리고 블락의 강성을 낮추는 성능을 가진다.

2.1 시험 적용 인자

(1) Tread 강성에 의한 소음 영향 평가

타이어 Center부 Main Groove Depth를 점차 줄여 나가면서 소음의 영향도를 파악하였으며 Groove Depth의 정도는 Table.1과 같다.

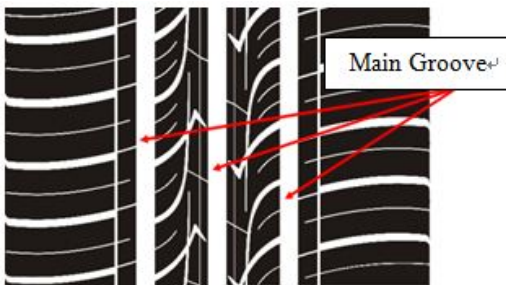


Fig.1 은 Groove Depth 변화에 따른 FFT Analysis 결과이며 Groove Depth 2mm 적용 시 패턴 노이즈 영역대인 800Hz 이상에서 가장 낮은 소음레벨을 보여준다. Fig. 2 는 Groove Depth 에 따

른 RMS Value 이며 Groove Depth 2mm 일 때 낮은 가장 소음 레벨을 나타내며 Groove Depth 8mm 대비 약 4dB 이상 저감 효과를 가진다.

Version	2mm	4mm	6mm	8mm
Pattern Shape				
Groove Depth	8 2 2 8	8 4 4 8	8 6 6 8	8 8 8 8
Display				

Table 1. Tire Tread Main Groove Depth

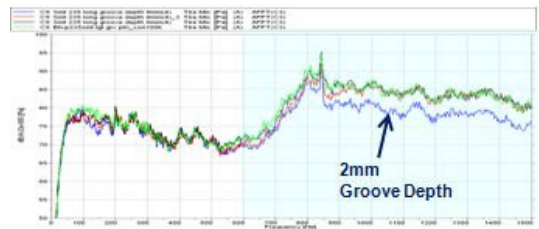


Fig. 1 FFT Analysis by changing stiffness of Tread Center

Main Groove 의 Depth 감소를 통해 Tread Block 의 횡강성을 증가시켜 Block 들의 진동을 감소시킴으로써 패턴 노이즈가 저감되는 효과를 확인할 수 있었다.

다음의 (2)~(6)은 타이어에 구성된 각각의 인자들을 변경하여 주파수별 소음의 변화되는 정도를 나타내며 변경되는 인자들의 내용 및 주파수 분석결과는 다음과 같다.

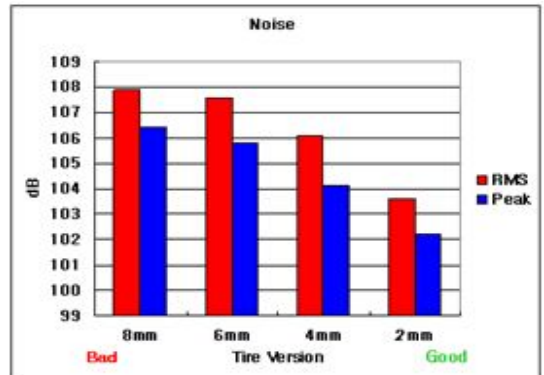


Fig. 2 Single Number Metric by stiffness of Tread Center

(2) APEX Height에 따른 소음 영향도 평가

Table 2 APEX Height

Version	Tread		Belt	Sidewall	APEX	
	E (kg/cm ²)	Gauge	Angle	Ply	E (kg/cm ²)	Height
A	64	7.5	24	2	137	25
B	64	7.5	24	2	137	43



Fig. 3 FFT Analysis of changing APEX Height

(3) Tread Gauge 에 따른 소음 영향도 평가

Table 3 Tread Gauge

Version	Tread		Belt	Sidewall	APEX	
	E (kg/cm ²)	Gauge	Angle	Ply	E (kg/cm ²)	Height
H	58	9.5	27	2	121	48
E	58	7.5	27	2	121	48



Fig. 4 FFT Analysis of changing Tread Gauge

(4) Belt Angle 에 따른 소음 영향도 평가

Table 4. Belt Angle

Version	Tread		Belt	Sidewall	APEX	
	E (kg/cm ²)	Gauge	Angle	Ply	E (kg/cm ²)	Height
E	58	7.5	27	2	121	48
D	58	7.5	24	2	121	48



Fig. 5 FFT Analysis of changing Belt Angle

(5) Tread Compound 에 따른 소음 영향도 평가

Table 5 Tread Compound

Version	Tread		Belt	Sidewall	APEX	
	E (kg/cm ²)	Gauge	Angle	Ply	E (kg/cm ²)	Height
C	58	7.5	24	2	137	43
B	64	7.5	24	2	137	43



Fig. 6 FFT Analysis of changing Tread Compound

(6) Body Ply 에 따른 소음 영향도 평가

Table 6 Body ply

Version	Tread		Belt	Sidewall	APEX	
	E (kg/cm ²)	Gauge	Angle	Ply	E (kg/cm ²)	Height
K	58	9.5	27	1	121	48
H	58	9.5	27	2	121	48

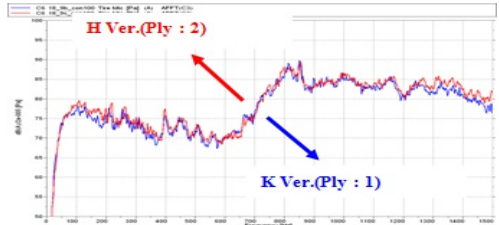


Fig. 7 FFT Analysis of changing body ply

2.3 차량 주행 시험 방법 및 장치

타이어 패턴 소음 측정결과와 신뢰도를 고려하여 Fig. 8 과 같은 부드러운 아스팔트 노면에서 시속 60, 80km/h로 정속 주행시험 하였으며 마이크로폰의 위치를 운전자 오른쪽 귀 위치에 설치 하였다. 타이어 패턴소음은 마이크로폰에 의해 수집되고 기록된 소음의 신호는 주파수 분석기를 이용 분석하였다. Fig. 9는 이 시험에 이용된 시험장치 중 마이크로폰 부착 위치와 데이터 수집 장치이다.



Fig. 8 Smooth Asphalt Road



Fig. 9 Position of Microphone

3. 차량의 실내 소음 결과

Fig. 10은 차량에서 ICP Microphone으로 측정 한 Tire Tread Groove Depth(2mm)를 줄인 타이어와 Tire Tread Groove Depth(8mm)의 타이어 패턴 노이즈 비교 결과이다. 무향실에서 보여진 결과와 실차 주행 결과와 유사한 성능을 나타내며 OA Level 및 Articulation Index의 개선 효과가 있었다.

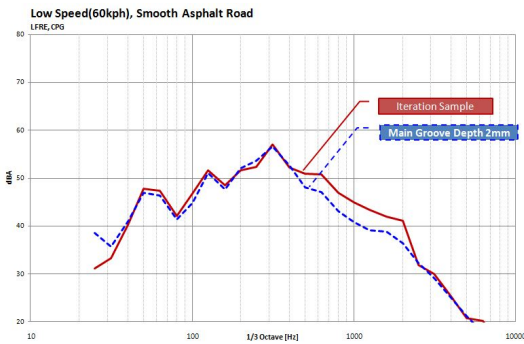


Fig. 10 Influence of Groove Depth on the interior noise

4. 결론

본 시험에서는 타이어 패턴소음의 발생 원인 규명과 그에 따른 저소음 패턴 개발에 관한 연구이다. 본 시험으로부터 타이어 패턴 노이즈 저감에 가장 효과적인 Tire Tread Center의 Groove Depth에 의한 개선 영향을 파악할 수 있었다. 타이어 패턴 노이즈를 저감 시키기 위한 방안으로 Tire Tread Center Main Groove Depth가 작을수록 Pattern Noise 성능이 우수함을 보이며 이는 타이어 트레드 블록의 횡강성을 증가시켜 블록들의 진동을 감소시켜 결국 패턴 노이즈를 감소시킬 수 있었다. 또한 개발차량에도 Main Groove Depth를 최적화하여 차량의 고속영역에서 패턴 노이즈를 저감하는 효과를 검증 및 차량 로드 노이즈 개발 시 적용하였다.

참 고 문 헌

- 1) Weiner, F. M, 1970, "Experimental Study of Airborne Noise Generated by Passenger Automobile Tires," SAE Paper 700027
- 2) KSNVE,S . W, Hwang, M. J. Bang, G. H. Rho & C. T. Cho, " The study on tire Pattern Noise,"
- 3) N.A.El-Sebai, M.Watany and Saad, Tire/Road interface Airborne Noise Characteristics Generation, SAE1999-0.1-1731