

# 타이어 패턴 소음에 대한 고찰

## The study on tire Pattern Noise

황성욱† · 방명제\* · 노국희\*\* · 조춘택\*\*\*

S. W. Hwang, M. J. Bang, G. H. Rho and C. T. Cho

**Key Words** : Tire, Pattern Noise, Pipe Resonance, Pitch Impact.

### ABSTRACT

As the needs of consumer on ride comforts increase and the reduction of road traffic noise tightened step by step, the power unit noise 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 speeds. Therefore, in these days, tire/pavement noise is concerned. Tire/pavement noise is affected by pavement type and vehicle wheel transmission loss. Tire noise mechanism is produced 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, on smooth asphalt, the periodicity of tread design, pitch sequence is important factor, which have an influence on the reduction of tire noise.

### 1. 서론

타이어는 승용차에 있어 운전자의 안전과 승차감을 좌우하는 중요한 역할을 한다. 근래 그 역할은 조종안정성과 더불어 소음에 대한 관심이 높아지고 있다. 더구나 소음에 있어 환경 문제와 더불어 외국에서는 엄격한 제재를 취하고 있다.

특히 고속도로 상에서 속도가 높아질수록 다른 부품에 비해 소음의 크기가 증가한다.<sup>(1)</sup> 타이어 노이즈는 크게 전달 경로에 따라 고체 전달음인 (Structure-Borne Noise)과 공기전달음(Air-Borne Noise)로 나뉜다. 타이어 패턴 노이즈는 공기를 매체로 전달되는 차실내 투과음으로 정의된다

타이어 패턴 노이즈는 원주 상에 배열된 그루브와 블락들이 노면과 접지 주행되면서 발생하는 소음이다. 이러한 소음은 그 발생 메커니즘이 상당히 복잡하다.

블락이 노면을 가격하면서 임팩트음이 발생되고 그루브의 압축 및 방출에 의해 에어핑핑음, 블락이 미끄러지면서 Stick-slip음, 이탈되면서 블락의 진동과 접지 시의 그루브의 기주공명음 등 규명하기 힘들다.<sup>(2)(3)(4)</sup>

이에 본 논문에서는 각 그루브와 블락의 요소가 소음에 미치는 영향을 확인하기 위해서 점진적

카빙 기법을 적용하고 소음 저감에 대하여 연구하였다.

### 2. 패턴 구성 및 검증 기법

#### 2.1 패턴 구성

패턴은 다음과 같은 구성과 기능을 가지고 있다

##### (1) 증그루브

증그루브의 구성은 타이어 원주방향으로 형성되어 있으며 직진 주행 및 배수 성능에 관여된다.

##### (2) 횡그루브

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

##### (3) 커프

커프는 패턴 블락 상에 두께 2mm 이하로 노면이나 눈길에서 접지면적을 늘리고 블락의 강성을 낮추는 성능을 가지고 있다.

#### 2.2 검증 기법

서론에서도 기술하였듯이 타이어의 패턴 소음은 노면과 그루브 및 블락의 접지에 의해서 발생하는 상당히 복잡한 발생 메커니즘을 가지고 있다. 이에 각 그루브의 소음 영향에 대하여 점진적으로 카빙을 하여 측정 결과를 비교함으로써 규명하였다

† 책임저자; 넥센타이어㈜  
E-mail : ukhwang@nexentire.co.kr  
Tel : (055) 370-5309, Fax : (055) 383-2313

\* 넥센타이어(주)

\*\* 넥센타이어(주)

\*\*\* 넥센타이어(주)

(1) 실험 순서

첫 번째로 아무런 그루브 형상이 없는 Non-pattern Tire를 기준으로 하여 종그루브, 횡그루브, 컵프 순으로 순차적으로 카빙하였고 관련 그림은 Fig.1과 같다.



Fig. 1 (a) Non-Pattern Tire



Fig. 1 (b) Main grooved Tire

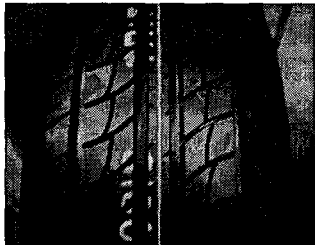


Fig. 1 (c) Main+Transversal grooved Tire



Fig. 1 (d) Total grooved Tire

3. 패턴 그루브의 소음 영향도

3.1 소음 검증

실험 진행은 Smooth Asphalt 상에서 60, 80kph 으로 정속 주행 차실내 소음을 측정하였다. 각 그루브의 소음 영향을 다음과 같다.

(1) 종그루브 영향도

종그루브는 노면에 접지될 때 세로로 공기 기둥을 형성한다. 이러한 공기 기둥은 주행시 기주공명의 역할을 하여 아래와 같이 길이에 연관된 공명 주파수를 가진다.

$$Frequency = \frac{음속}{접지길이 \times 2} = \frac{340m/s}{0.18m \times 2} = 890Hz$$

실험결과 비교적 900Hz 대역에서 공명음이 발생되고 주위로 2~3개의 발생음은 4개의 종그루브에 의해서 발생되리라 추측된다. 그리고 속도에 따라 주파수 성분은 변하지 않고 고속에서 크게 발생된다. 이는 60kph 보다 80kph에서 접지압이 크기 때문일 것이다.

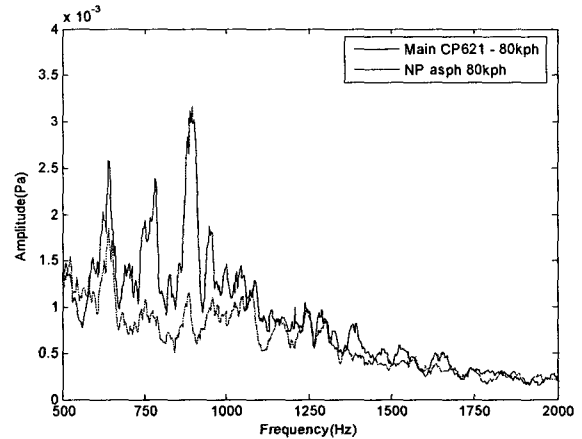


Fig. 2 (a) NP & Main grooved @80kph

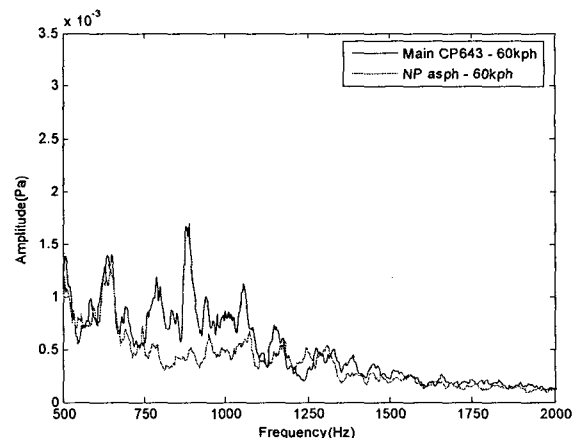


Fig. 2 (b) NP & Main grooved @60kph

(2) 횡그루브 영향도

횡그루브는 노면을 가격하고 이탈하면서 발생하는 복합음으로 정확하게 규명하기는 힘들다. 하지만 각 그루브 간격에 따른 주파수 성분은

예측할 수 있다. 본 연구에서 각 횡그루브 간격을 3cm으로 카빙을 하였다.

횡그루브 간격을 알고 80kph정속 주행일 때 가진 주파수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Frequency = \frac{속도}{그루브간격} = \frac{80km/h}{0.03m/3.6} = 730Hz$$

위의 가진 주파수는 속도에 비례하며 60kph일 때 530Hz이다. 실험결과 Fig.3(a)에서 속도 80kph일 때 종그루브 타이어에 비해 730Hz 부근에서 순음 성분이 크게 발생되었다. 이는 횡그루브의 가진에 의해서 발생되었고 속도 60kph일때는 가진 주파수가 530Hz으로 떨어지고 피크치도 낮아졌다. 이와 같이 동일하게 배열된 횡그루브가 소음에 가장 큰 영향을 미치고 있다.

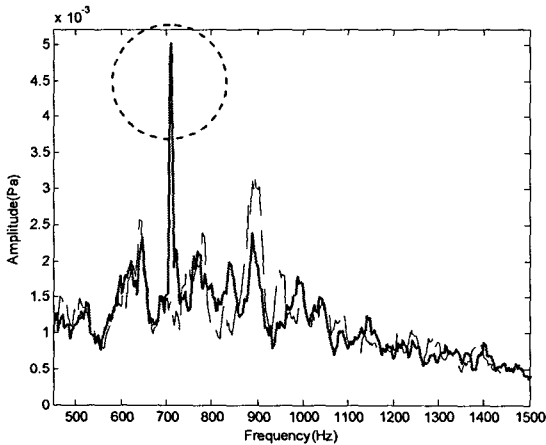


Fig.3(a) Main & Transversal groove@80kph

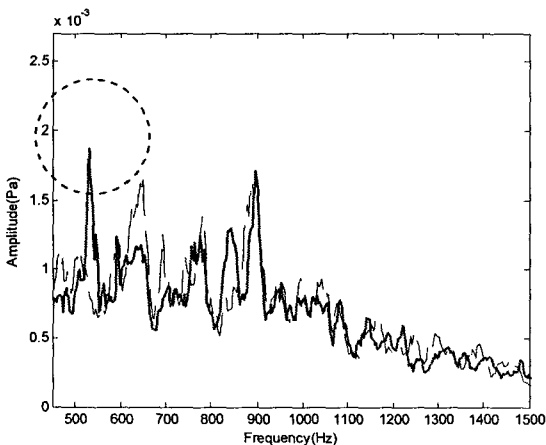


Fig.3(b) Main & Transversal groove@60kph

(3) 커프 영향도

커프는 블락을 나누어져서 블락의 강성을 낮추고 접지 효과를 높인다. 블락의 강성이 낮아져서 노면을 가진하는 힘이 낮아져서 Fig.4 에서 보이

듯이 화살표와 같이 노면 가진이 급격히 떨어졌다.

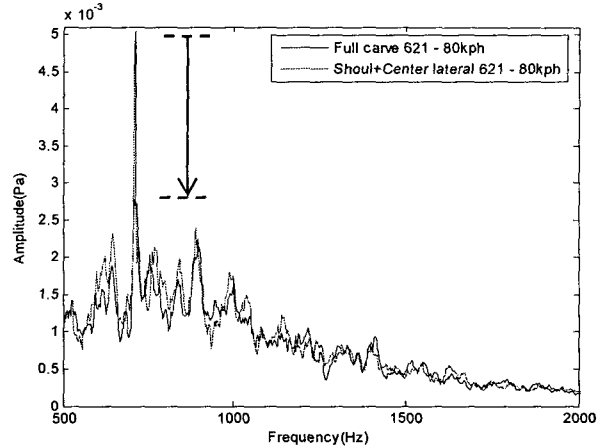


Fig.4 Transversal & Total groove @80kph

4. 패턴 소음 저감

4.1 무향실 타이어 근접 소음

(1) 피치 배열 수준별 검증

동일 길이로 배열된 횡그루브가 소음에 지대한 영향을 미침을 확인하였다. 그러므로 횡그루브 간격을 달리하여 주파수 상에서 넓게 분산하면 소음 저감 효과를 확인할 수 있다.<sup>(5)(6)</sup> 그러므로 피치 분산도를 3수준으로 하여 같은 패턴 형상으로 무향실 소음 실험을 하였다.

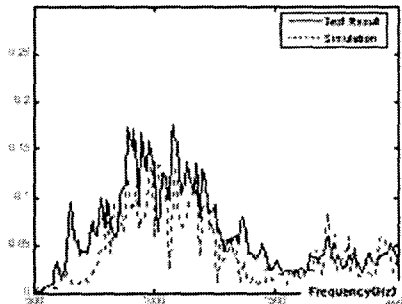


Fig.5 (a) 1수준 피치 배열 실험 @80kph

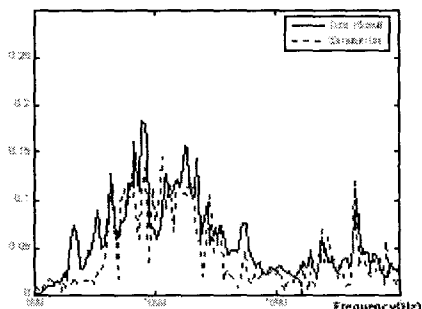


Fig.5 (b) 2수준 피치 배열 실험 @80kph

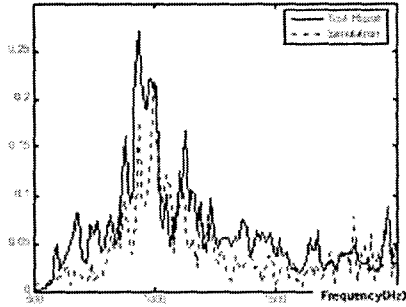


Fig.5 (c) 3 수준 피치 배열 실험 @80kph

피치 배열과 실제 무향실 소음이 상당히 유사함을 알 수 있다. 위의 3 수준 실험의 상관도는 아래와 같다. 이는 외부 잡음이 없는 무향실이고 패턴 형상이 같기 때문에 좋은 상관성이 나타났다.

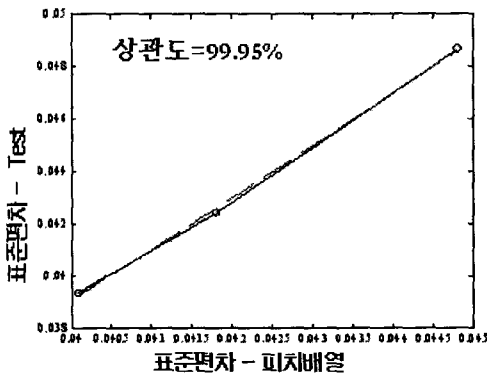


Fig.6 수준별 상관도 검증

4.2 실제 주행 소음 테스트

(1) 피치 2 수준별 실차 실험 비교

2 수준 피치 배열에 대하여 실차 소음 분석하였다. Fig.7 에서 각 그림의 점선 원을 비교하면 피치 배열과 상당히 유사함을 알 수 있다.

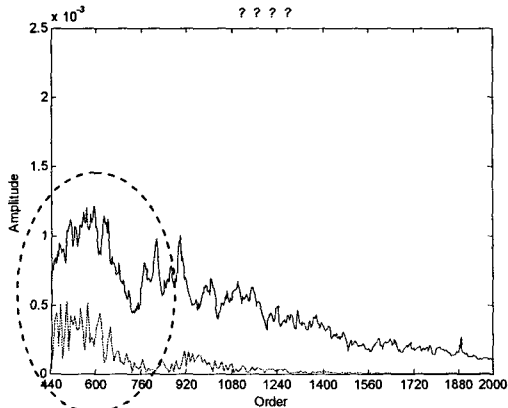


Fig.7 (a) 개선 피치 배열 실험 @60kph

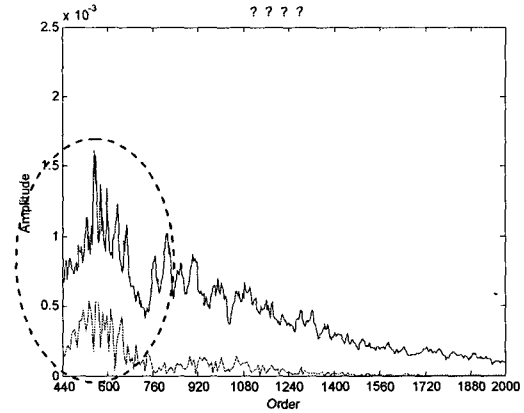


Fig.7 (b) 기존 피치 배열 실험 @60kph

기존 피치 배열에 비해 개선 배열이 피치 배열이 상당히 좋고 실차 실험결과 소음이 개선되었음을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서 패턴 형상의 각 그루브가 소음에 미치는 영향을 확인하였다. 중그루브는 기주공명음에 연관되고 접지 길이에 영향을 받는다. 횡그루브는 회전속도에 따라 주파수가 변하는 피치 가 진음이다. 횡그루브 간격을 달리 하여 피치 배열 주파수 성분을 분산시키면 패턴 소음이 상당히 저감됨을 확인하였다.

참고문헌

- (1) M. Heckl, 1986, tyre noise generation? Wear, 113, pp.157-170
- (2) 김은배, 2001, 노면과 타이어의 접촉부 충격력을 고려한 패턴 소음 예측에 관한 연구? 과학기술원 석사 논문.
- (3) 김성태 등, 2005, 자동차 타이어의 Air-pumping 소음 예측을 위한 수치적 기법? 한국소음진동공학회 논문집 15 권 7 호, pp.788~798
- (4) N.A.El-Sebai, M.Watany and Saad, tyre/Road Interface Airborne Noise Characteristics Generation,? SAE1999-0.1-1731
- (5) 정순철 등, 2005, 도로소음 저감을 위한 타이닝 간격 랜덤화에 관한 연구? 한국소음진동공학회 논문집 15 권 8 호, pp.897~903
- (6) Ulf Sandberg, Jerzy A.,2002, Ejsmont, tyre/Road Noise Reference Book? pp.222~226