

타이어 패턴의 종그루브 설계인자에 따른 그루브 원더링 및 소음 특성 연구

The study on the characteristics of groove wandering and noise caused by the design parameter of longitudinal groove on the tire's pattern

한진혁† · 이동민* · 황성욱** 김봉수***

Jin-Hyuk Han, Dong-Min Lee, Sung-Wook Hwang and Bong-Su kim

1. 서 론

타이어의 트레드 패턴(Tread Pattern)에 기인한 성능은 패턴노이즈(Pattern Noise), 마모(Wear), 그루브 원더링(Groove Wandering), 하이드로플래닝(Hydroplaning), PRAT(Plyster Residual Aligning Torque), 접지력(Traction)등이 있다. 현재까지 이런 성능들을 예측하고 강화시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 그 연구 범위가 광대하며 각 성능 간 트레이드 오프(Trade-Off)의 특징을 이루거나 한 종류의 성능이라 할지라도 매우 복잡한 메커니즘을 형성하고 있다. 더구나 타이어의 비선형 거동에 의하여 전 성능을 모두 고려한 동시 다발적인 연구 수행이 어렵다는 한계를 갖는다.

본 논문에서는 패턴을 구성하는 설계 인자 중 원주방향으로 이어진 홈인 종그루브(Longitudinal Groove)의 설계 변경을 통한 그루브 원더링과 패턴 노이즈 성능에 대한 영향도를 다루고자 한다.

2. 종그루브 설계인자에 따른 패턴 성능

종그루브가 주요 변수로 작용하는 패턴의 성능은 대표적으로 그루브 원더링, 하이드로플래닝, 기주공명 등이 있다. 초기 디자인시 종그루브 설계가 제일 먼저 선행되기 때문에 상기에 언급된 3가지의 성능들을 고려한 종그루브 최적화 설계의 단계 매우 중요하다. 본 논문에서는 종그루브 설계 변수에 따른 그루브 원더링과 기주공명에 대한 성능 특성을 다루고자 한다.

2.1 종그루브에 의한 그루브원더링 특성

배수를 위해 일정한 간격으로 홈을 파놓은 노면을 주행하면 타이어의 종그루브와 노면의 트

렌치(Trench)가 상호작용하면서 차량 Yawing 현상이 발생하여 승차감(Comfortable Ride)을 현저하게 저하시킨다. 이는 종그루브의 설계인자 즉, 각각의 종그루브 위치, 폭, 깊이 등이 주요 인자로 작용하여 발생하게 된다. 종래에는 미주 지역만을 고려하는 성능이었으나 최근 국내에서도 선회안전 및 트렉션 효과를 위한 트렌치 노면이 증가되면서 관심도가 높아지는 추세이다. 본 논문에서는 종그루브의 위치, 폭, 형상에 따른 그루브 원더링 발생 경향성을 파악하고 이를 통해 종그루브와 트렌치간의 거리를 기준으로한 거리관별법(D.I.T.E.)과 종그루브가 트렌치 홈에 미끌리면서 발생하는 횡력을 기준으로한 횡력분포예측법(L.F.T.E.)을 비교하고자 한다.

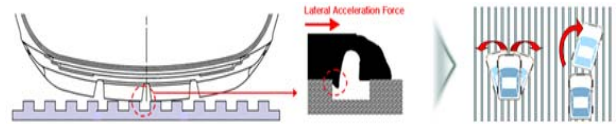


Fig1. The mechanism of Wandering performance

2.2 종그루브에 의한 패턴 노이즈 특성

일반적으로 타이어에 의해 발생하는 대표적인 소음으로는 로드 노이즈(Road Noise)와 패턴 노이즈가 있다. 특히, 패턴 노이즈의 주된 발생 요인은 블락 충격 및 진동, 스틱-슬립, 에어-펌핑, 종그루브의 노면 접지에 의한 기주공명 등이 있으며 상호 복잡한 메커니즘 관계를 형성한다. 특히, 종그루브에 의한 기주공명을 저감시키는 방법 중 하나인 종그루브 내 고무 펜스(Rubber Fence)를 삽입하는 방식을 통해 기주공명의 저감 효과를 검증하고자 한다.

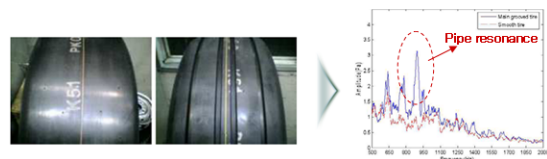


Fig.2 Effect of pipe resonance on the noise

† 교신저자: 넥센타이어 기술연구본부
E-mail:prince8012@nexentire.co.kr
Tel : (055) 370-5336, Fax : (055)383-2313

* 넥센타이어 기술연구본부
** 넥센타이어 기술연구본부
*** 넥센타이어 기술연구본부

3. 종그루브 설계 인자별 성능 영향도

3.1 종그루브 설계 수준에 따른 그루브 원더링

종그루브와 트랜치의 상호 거리 및 횡력 수준을 주요 결과값으로 설정하고 종그루브의 설계 위치, 폭, 타입, 단면 형상을 고려하여 상기에 언급된 2가지 방식으로의 예측을 수행한 후 시험 검증하였다. 시험 구간은 트랜치 간격 26mm, 홈 4mm로 설계된 국내 도로이다.

	거리	횡력	비고	결과	순위
Ver.1	Bad	Bad		5.5	6
Ver.2	Bad	Middle		6.5-	3
Ver.3	Bad	Good		6.5+	2
Ver.4	Good	Good		7.0-	1
Ver.5	Bad	Bad	Ver.1의 그루브 폭 축소	6.0-	4
Ver.6	Bad	Bad	Ver.1의 그루브 폭 증가	5.5+	5
Ver.7	Bad	Bad	Ver.1의 단면 모서리 캡퍼	5.5+	5
Ver.8	Bad	middle	Ver.1의 그루브 타입 변경 (지그-지그형)	6.0-	4

시험 검증 결과, 종그루브와 트랜치홈과의 거리가 멀고 트랜치홈에 미끌리는 경우가 적게 설계되었을 때 그루브 원더링 성능이 좋아지는 경향성을 나타냈다. 그리고 그루브 원더링 성능 향상을 위해 폭, 타입, 단면 형상을 변형시키는 방법이 유용하게 작용한다는 사실을 알 수 있다.

예측 결과 측면에서 비교하면 Fig.3과 같이 거리판별법보다 횡력분포 예측법이 더 높은 상관도를 나타내었다.

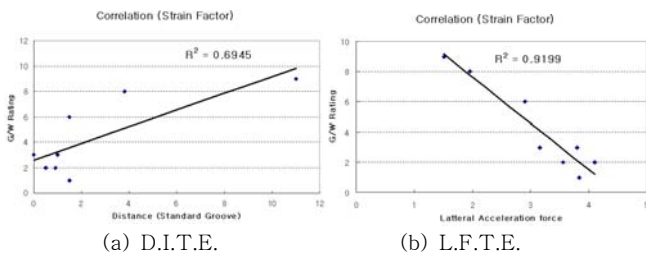


Fig.3 Correlation Result

3.2 고무펜스 삽입을 통한 기주공명 저감

종그루브내 Fig.4와 같이 고무펜스를 삽입하여

기주공명 저감 효과를 검증하였다. 고무펜스는 하이드로플래닝 및 스노우 성능 유지를 위해 종그루브 단면 면적의 투영 기준 80%로 제작되었으며 단면에 기울어진 상태로 종그루브의 접지면적 내에 위치하도록 부착되었다.



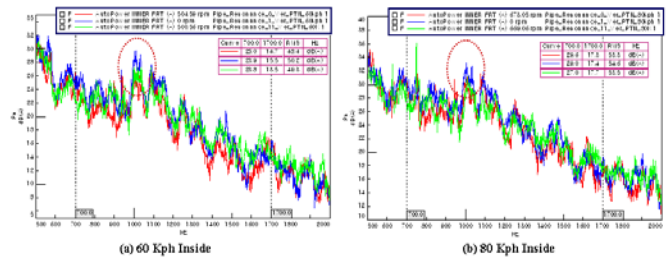
(a) Rubber Fence (b) Test Pattern

Fig.4 Design of Rubber Fence

시험은 민무늬패턴(Non-Pattern)과 종그루브만 설계, 종그루브 내 고무펜스가 부착된 총 3 버전으로 수행되었다.

실차시험 결과, Fig.5를 보면 종그루브에 의해 1kHz 대역에의 기주공명 발생과 음압수준 그리고 고무펜스 삽입에 따른 저감효과를 확인할 수 있다. 종그루브 내 고무펜스를 삽입한 타이어가 약 1 dB 정도 감소되는 경향을 나타냈다.

	Non-Pattern	Main Groove	Rubber Fence
60 Kph	48.4 dB(A)	50.2 dB(A)	49.3 dB(A)
80 Kph	53.3 dB(A)	54.6 dB(A)	53.5 dB(A)



4. 결 론

- 1) 종그루브의 설계 수준 변경을 통해 그루브원더링 발생 경향성을 확인하였고, 횡력분포 예측 기법이 거리판별법보다 더 높은 신뢰도를 나타냈다.
- 2) 종그루브 내 고무펜스 삽입을 통해 약 1 dB의 기주 공명 저감 효과를 검증하였다.
- 3) 향후, 패턴 성능 육성 과정에서 초기 디자인 변경으로 인한 시간, 비용 손실을 줄이기 위해 종그루브 설계 변수에 따른 하이드로플래닝 성능 특성에 대한 검증 추가 및 상용 패턴을 통한 최종 검증으로 종그루브 최적화 설계기법을 구축할 예정이다.