로드노이즈 성능에 대한 타이어-차량 민감도 연구
Tire-Vehicle Matching Study for Road Noise

강현석* · 김경훈** · 이승규†
Hyun-Seok Kang, Kyung-Hun Kim and Seung-Kyu Lee

1. 서 론

로드노이즈는 자동차 실내에서 인지하게 되는 가장 대표적인 Comfort 성능으로 차량 개발 시 중요하게 고려되는 성능 중 하나이다. 특히 최근 개발되는 차량은 흡/배기, 엔진 등의 source 에 의해 발생되는 소음이 비교적 낮은 수준이며, Hybrid 나 Electronic Vehicle 등의 경우 로드노이즈의 중요성은 지속적으로 높아질 것이다. 로드노이즈는 다양한 노면조건에서 정숙성을 확보해야하며, 타이어 성능과 차량의 전달 특성 조합에 따라 성능이 크게 변할 수 있다고 알려져 있다. 하지만 타이어 업체에서는 차량에 대한 정보가 미흡하며 이로 인해 신규 개발 차량에 소요 시간이 증가하는 경우도 다수 발생한다. 본 연구에서는 2000cc 급 중형차량에 대한 타이어 & 차량 6 종 조합에 대한 시험을 통해 타이어와 차량별 로드노이즈 수준을 분석하고, 로드노이즈 성능 향상을 위한 타이어-차량 matching 방법에 대해 소개해보고자 한다. 이를 통해 차량 개발시 타이어 특성 정량치 제시에 대한 방향 제시에 활용하고자 한다.

2. 본 론

2.1 평가 구성

(1) 타이어-차량 조합

본 연구에는 2000cc 중형 차량(유럽, 일본 및 국내업체 각 2종)이며, 215/55R17 규격의 내수 시장에 시판중인 타이어를 대상으로 선정하였다. 이는 국내 운전자 기준의 조합으로 제시할 수 있다.

Fig.1 Vehicle-Tire Matrices

(2) 평가 내용

로드노이즈 평가는 한국타이어 PG 내 rough asphalt에서 60kph 속도로 측정하였으며, 2인 탑승 및 공기압 32psi를 적용하였다. 또한 6개 타이어 각각에 대한 소음/진동 대표 단품 특성 및 6개 차량에 대한 vibro-acoustic 민감도 측정을 실시하였다.

2.2 평가 결과

(1) 타이어 단품 특성

Modal Test(fixed-free)를 통한 타이어 고유진동수 결과는 Fig.2와 같다. Tire B 경우 다른 타이어에 비해 고유진동수가 10Hz 이상 높게 발생하는 특성을 보였으며, 이는 타이어 강성이 높기 때문으로 판단된다.

(2) 차량 민감도 특성 (vibro-acoustic FRF)

6개 차량의 전륜/후륜에서의 운전석 마이크로폰까지의 전달 특성을 통해 민감도를 비교해보았다. 로드노이즈 특성 주파수 대역별 특성을 Fig.3에 도시하였으며, 차량별 민감 주파수 대역이 서로 다르게 나타남을 알수 있었다. 또한 전/후륜 구동 방식에 따라서도 전/후 민감도가 서로 다르게 나타나는 결과를 보였다.

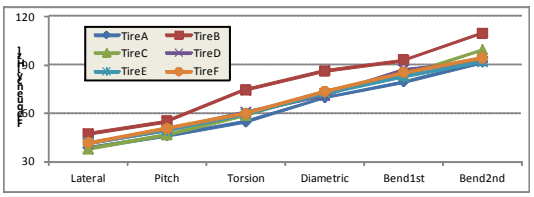

Fig.2 Modal test results

† 교신저자; 한국타이어 중앙연구소
E-mail : sklee@hankooktire.com
Tel : 042-865-0290
* 한국타이어 중앙연구소
** 한국타이어 중앙연구소

(3) 로드노이즈 평가 결과

Fig.4은 6x6 조합에 대한 로드노이즈 결과를 보여준다. 각 차량에서 타이어 6개에 대한 최대 편차는 약 2dB 수준을 나타내며, 6개 차량 평균에 대한 최대 편차는 약 5.3dB로 나타났다. 이는 타이어 개선을 통한 로드노이즈 개선 범위가 2dB 가량임을 제시하며, 그 이상을 위해서는 차량을 control하는 것이 필요함을 의미한다. 다만 로드노이즈 성능 이외 handling이나 RR 성능 등을 고려할 경우에는 타이어를 통한 로드노이즈 개선 범위가 더욱 제한될 가능성이 크다고 볼 수 있다.

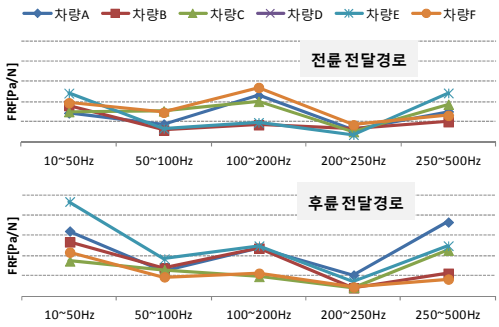

Fig.3 Front/Rear Vibro-Acoustic FRF

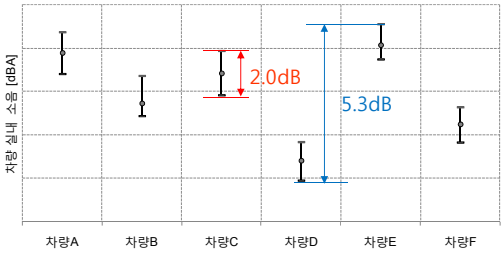

Fig.4 Road Noise Results for 6x6 matrices

2.3 Matching 측면 분석

타이어 수직방향 1차 고유진동수 차이가 큰 타이어 A 및 B와 차량 전륜 민감도 주파수 특성 차이가 큰 차량 A 및 B의 조합을 통해 타이어-차량 matching성에 대해 고찰해보았다. Fig.5와 같이 차량 A와 B는 서로 다른 전륜 전달 경로를 가지고 있다. 이로 인해 Fig.6과 같이 타이어 고유 특성에 따라 발생되는 로드노이즈 성능 순위가 바뀔 수 있다. 80Hz의 고유진동수를 갖는 타이어 경우 차량 A에서 유리하지 않지만, 차량 B에서는 양호한 로드노이즈 성능을 보여준다. 즉. 차량 A는 타이어 A가, 차량 B는 타이어 B가 유리한 성능을 보임을 알 수 있다. 이는 차량 개발 과정에서 차량 민감도가 낮은 주파수 대역을 사전에 파악 및 제시하고, 이러한 주파수 대역으로 타이어 고유진동 특성을 유지하지 것이 로드노이즈 성능 개선을 위한 1차 접근 방법임을 알려준다. 타이어 dimension이나 weight이 결정된 이후에 강성 변경을 통한 고유진동수 변화에는 한계가 있기 때문에 이러한 1차 접근은 타이어 개발에 있어 중요한 정보가 된다. 이렇게 차량-타이어 resonance 측면 파악 후, 타이어 입력 특성을 감소시키는 것이 로드노이즈 성능 개선이 매우 효과적일 것이다.

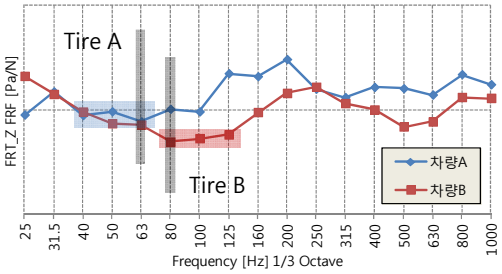

Fig.5 Vibro-acoustic FRF (Front Axle)

차량 민감도			타이어 민감도	
차종	민감도 양호 대역	우선순위	우선순위	
차량A	50~100Hz	63Hz	63Hz	Tire A
		80Hz	80Hz	Tire B
차량B	80~125Hz	63Hz	63Hz	Tire A
		80Hz	80Hz	Tire B

Fig.6 Vehicle-Tire Matching

3. 결 론

본 연구를 통해 차량의 로드노이즈 성능 향상을 위한 matching 방안을 확인해 볼 수 있었다. 타이어의 고유 특성과 차량 민감도 특성과의 최적 조합을 통해 로드노이즈를 저감하는 것이 가장 효과적인 방법으로 제안되었다. 특히 이러한 접근은 OE 차량 개발 시 차량 matching 성능을 사전에 파악하여 차량 및 타이어 업체가 개발 차량 특성을 초기에 공유한다면 개발 비용 절감 등의 효율적인 로드노이즈 육성이 가능할 것으로 판단된다. 향후에는 보다 다양한 측면에서의 matching 성능 향상 기술이 제안되겠지만, 단기적으로 타이어 고유진동수와 같은 간단한 특성의 목표 제시를 통해서도 로드노이즈 성능 개선 방향 수립이 가능하다는 점에서 적극 활용하여야 할 것으로 사료된다.