

타이어/노면에 대한 Pass-by Noise 특성 연구 A Study on Pass-by Noise Performance for Tire/Road

강영규† • 오약전*
Young Kyu Kang and YagJeon Oh

Key Words: 타이어 라벨링(Tire Labeling), PBN(Pass-by Noise), 타이어/노면(Tire/Road)

ABSTRACT

It is well known that tire/road factors have a large influence on overall tire performance. In this paper, the basic study on the effects of tire/road factors on the pass-by noise performance of tire labeling has been carried out through experimental tests. The tire pass-by noise is affected by road characteristic factors, especially greatly influenced by road friction coefficient, and the next dominant factor is road chipping size. For several authorized pass-by noise test tracks, the pass-by noise correlation test has been done to know the test site effect, which results in 2~3dB(A) variation of pass-by noise level. Finally, it is shown that the winter tire is differently influenced by the pass-by noise test track characteristics, as compared to all-season tire and summer tire.

1. 서 론

타이어 소음(Pass-by Noise or Rolling Sound, PBN) 성능은 타이어의 패턴 형상 설계, 타이어 구조·재료 뿐만 아니라 노면 및 타이어/노면의 상호 작용에 따라 크게 영향을 받는다. 최근에 차량 연료비 급등 및 지구 온난화 문제 해결을 위해 차량 CO₂ 배출을 규제하는 법규를 전세계적으로 강화 실시 중에 있다. 이에 현재 유럽과 일본 및 한국 등에서 Tire Labeling 제도를 실시하여 타이어의 회전저항에 대해 규제를 하고 있으며, 과도한 회전저항 저감에 따른 소음 등의 악화를 방지하기 위하여 타이어 소음도 동시에 규제하고 있다. 본 논문에서는 Tire Labeling제도의 항목인 타이어 소음(Pass-by Noise or Rolling Sound, PBN) 성능이 타이어 제품군(All-season Tire, Summer Tire & Winter Tire) 및 노면 특성에 따라 변화하는 정도를 연구하였다.

2. 노면 특성의 PBN 영향도

2.1 PBN(Pass-by Noise) 평가 규정

실차 Pass-by Noise 시험 노면은 국제 기준에 부합하는 노면 인증 후에 정식 시험을 할 수 있다. Table1에 PBN 노면에 대한 Regulation(ISO 10844:1994 & 2011)을 요약하였다. Table1에서 MPD(Mean Profile Depth)에 관한 규정은 ISO 10844:2011에 처음으로 도입되었다. 또한 PBN 평가를 위한 소음계의 위치를 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1 Design Specifications of PBN Test Track

Item	Target Values	Tolerances
Mean Texture Depth(mm)	≥ 4	-
Void Content (%)	≤ 8	-
Sound Absorption (%)	≤ 8: drive lane ≤ 10: propagation	-
Mean Profile Depth(mm)	0.5	0.3 ~ 0.7mm
Max Chipping Size(mm)	8	6.3 ~ 10mm

† 금호타이어 연구본부
E-mail : youngkang@kumhotire.com
Tel : (061)360-3188, Fax : (061)360-3190

* 금호타이어 연구본부

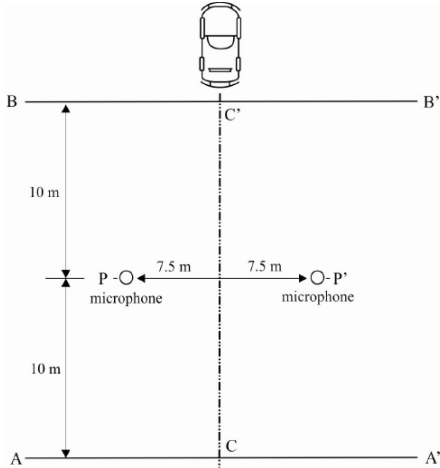


Fig. 1 Microphone positions for PBN measurement

2.2 노면 기본 인자의 PBN 영향도

노면 기본 특성이 PBN에 미치는 영향을 알기 위해서 주행시험장(Proving Ground) 내의 다양한 노면에 대하여 실차 Pass-by Noise 시험을 실시하였다. Table 2에 PBN 평가에 사용된 노면에 대한 기본 정보를 요약하였다. PBN 평가에 사용된 차량은 준중형 승용차이며, 타이어 규격은 185/65R15 88H 이다.

Table 2 Road Characteristics vs. PBN Level

Track	Chipping Size(mm)	MTD (mm)	Friction Coefficient	PBN (dB(A))
1	8	0.38	0.54	70.6
2	10	0.52	0.42	68.3
3	12	0.52	0.64	73.2
4	13	0.74	0.65	72.8
5	13	0.73	0.60	72.7

노면 입자 크기인 Chipping Size, Mean Texture Depth(MTD), 노면 마찰계수에 따라서 PBN 값이 달라지는 결과를 Fig. 2 ~ Fig. 4에 나타내었다. Chipping Size가 증가함에 따라 PBN 값이 증가하며, PBN과 MTD의 상관성은 낮은 것으로 나타났다. 그러나 노면의 마찰 계수와 PBN의 상관성은 R^2 결정계수가 97%로 매우 높게 나왔으며, 노면의 마찰계수가 높을수록 PBN에는 불리함을 알 수 있다.

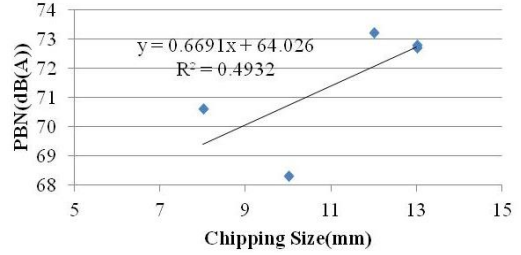


Fig. 2 Chipping Size vs. PBN Level

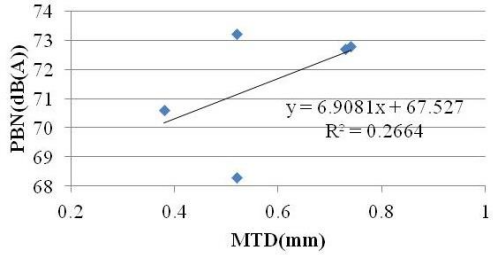


Fig. 3 Mean Texture Depth vs. PBN Level

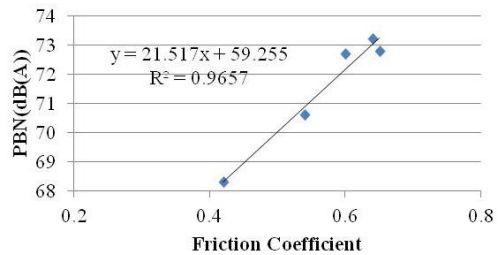


Fig. 4 Friction Coefficient vs. PBN Level

2.3 Test Site에 따른 PBN 결과 분석

PBN 평가는 유럽을 포함하여 전세계적으로 인증을 획득한 노면에서 평가를 실시하고 있다. 하지만 Test Site에 따라서 PBN 값이 달라지고 있으며, 타이어 업체들은 PBN 값이 낮게 평가되는 해외 시험소에서 타이어 Labeling의 PBN 등급을 획득하기도 한다. 본 논문에서도 이러한 문제점을 인식하여 5 규격의 타이어를 이용하여 기준시험소 1곳, 해외 유럽 시험소 3곳에서 PBN 평가를 실시하여 비교 분석하였다. Table 3에 평가에 사용된 타이어 규격을 나타내었다. 각 시험소들의 PBN 평가 결과를 기준 시험소 결과와 분석하여 Fig. 5~ Fig. 7에 나타내었다. 모든 시험소가 ISO 10844 규정의 인증을 획득한 노면이지만 각 시험소마다 PBN 평가 결과값이 다르게 나타남을 알 수 있다.

Table 3 Tire Size for PBN Correlation Test

Tire	Tire Size	PTN
V1	205/60R16	A
V2	P195/65R15	B
V3	225/50 R17	C
V4	195/65 R15	D
V5	235/60 R17	E

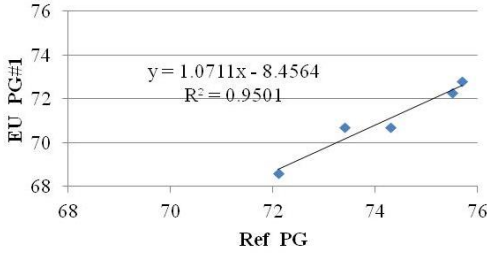


Fig. 5 PBN Correlation Test Result (Ref PG vs. EU PG#1)

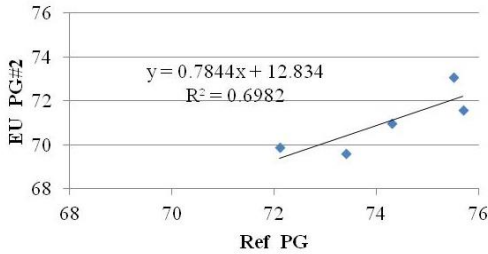


Fig. 6 PBN Correlation Test Result (Ref PG vs. EU PG#2)

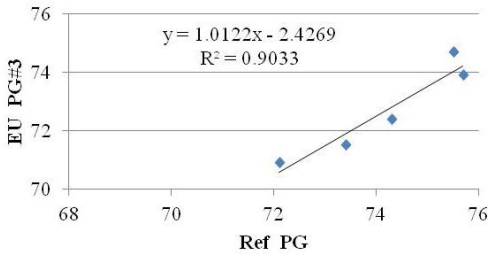


Fig. 7 PBN Correlation Test Result (Ref PG vs. EU PG#3)

Fig. 5에서 보면 기준 시험소 대비 EU PG#1은 PBN값이 평균 약3.18dB(A) 낮게 평가되었으며, EU PG#2는 3.16dB(A), EU PG#3는 1.50dB(A) 낮게 평가되었음을 알 수 있다.

3. 타이어 제품군/노면에 따른 PBN분석

실차 Pass-by Noise 시험 결과가 노면에 의해 영향을 받을 뿐만 아니라 제품군(All-season Tire, Summer Tire, Winter Tire)에 따라서도 영향을 받는다.

다. Table 4에 제품군 영향도 시험을 위한 타이어 규격을 나타내었다.

Table 4 PBN Test Tires for Product Category Effect

Category	Tire Size	Pattern
Summer	175/70R14	A
All-season	175/70R14	B
Summer	185/65R15	A
Summer	225/55R16	C
Winter	245/70R16	D
Winter	225/55R17	E
Winter	235/45R17	F
Winter	205/55R16	G

PBN노면과 제품군에 따른 PBN 성능의 영향을 보기 위하여 ISO 인증된 두 개의 PBN Test Track에 대하여 평가를 실시하였다. Fig. 8과 Fig.9에서 보면 PBN Test Track이 변함에 따라 All-season & Summer Tire는 평균 약 4.5dB(A)의 소음 차이가 발생하지만, Winter Tire는 PBN Gap이 평균 약 3.2 dB(A) 발생함을 알 수 있다. 즉 타이어 종류에 따라서 노면 영향을 받는 정도가 다를 수 있다.

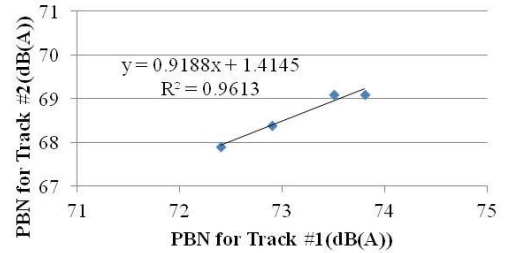


Fig. 8 Test Track Effect of Summer & All-season Tire on PBN

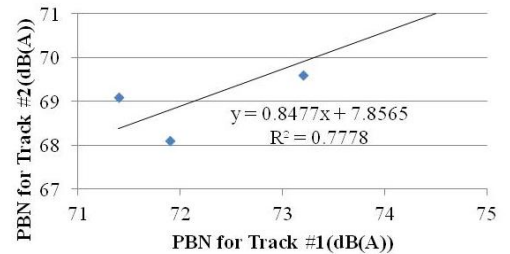


Fig. 9 Test Track Effect of Winter Tire on PBN

3. 결 론

타이어/노면의 Pass-by Noise 영향도에 대한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 타이어의 PBN 평가를 위한 Test Track의 기

본 인자 중에서 노면 마찰계수가 PBN에 가장 큰 영향을 미치며, 다음으로 노면의 Chipping Size가 영향을 미친다. 또한 기준 시험소와 유럽 공인 시험소 간의 PBN 평가에 대한 상관성을 분석한 결과, 인증 노면이라도 노면에 따라서 약 2~3 dB(A)의 PBN 값의 차이가 발생함을 알 수 있었다. 마지막으로 타이어 종류(All-season, Summer, Winter Tire)에 따라서 PBN 값이 노면의 영향을 받는 정도가 다름을 알 수 있었다. 향후에는 MPD 등의 기타 노면 인자들이 PBN 성능에 미치는 영향도를 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

(1) R. Mundl, M. Fischer, W. Strache, K. Wiesel, B. Wiesel and K. H. Zinken, 2005, Virtual Pattern Optimization Based on Performance Prediction Tools, 24th annual conference on Tire Science and Technology, Akron, Ohio.

(2) 이상주, 손창영, 2011, 친환경 Tire Labeling 관련 동향 및 기술 소개, 자동차 타이어 기술, pp. 18~29.

(3) Timothy B. Rhyne and Steven M. Cron, 2012, A Study on Minimum Rolling Resistance, Tire Science and Technology, Vol. 40, No. 4, pp. 220~233.

(4) E. U. Saemann, 2008, Contribution of the tyre to further lowering tyre/road noise, Acoustics 08 Paris, pp. 5429~5434.

(4) UN/ECE, 2011, Regulation No. 117 Rev 02: Uniform provisions concerning the approval of tyres with regard to rolling sound emissions and to adhesion on wet surfaces and/or to rolling resistance.

(5) B. J. Landsberger, J. Demoss and M. McNerney, 2001, Effects of Air and Road Surface Temperature on Tire Pavement Noise on an ISO 10844 Surface, SAE Paper 2001-01-1598.