

타이어 소음평가를 위한 명료도 지수

Articulation Index for the Evaluation of an Automotive Tire Noise

이태근* · 김병삼†

Tae-Keun Lee, Byoung-Sam Kim

Key Words : Articulation Index(명료도 지수), Tire Noise (타이어소음), Tread Hardness(트레드 경도), Apex Height(에이펙스 높이)

ABSTRACT

Articulation Index(AI) is the one of the evaluating methods for the interior sound of the automobiles. The AI measures the articulation level of the sound in the vehicle cabin as passengers talk to another. In this study, the effects of AI were investigated according to the various structures of tire. As the structures of tire were changed, the road noise of the vehicle tire was measured using objective measurement. From this measurement data, the AI was calculated. The AI of front is larger than that of rear. Increasing the tread hardness of tire or decreasing the apex height the AI is improved.

1. 서론

자동차의 고급화에 따라 상대적으로 자동차 내부 소음의 중요성 및 저감방안 연구의 필요성이 대두되고 있다. 자동차의 소음은 많은 음원으로 이루어져 있으며, 발생조건이나 주파수 대역에 따라 부밍소음(booming noise), 엔진소음, 기어소음, 도로소음, 타이어 소음, 바람소리 등으로 분류되며¹⁾, 전기 자동차의 개발, 자동차의 고급화 및 방음기술 향상에 의해 타이어로부터 발생하는 소음의 중요성이 부각되고 있다. 타이어 소음의 발생경로는 도로소음을 발생시키는 구조진동 전달경로(structure borne path), 패턴소음(PTN noise)와 통과소음(pass by noise)를 유발하는 공기 전달경로(air borne path)로 구분된다. 자동차 타이어 도로소음의 평가방법은 주관적 평가(subjective test)와 객관적 평가(objective test)가 있다. 주관적 평가결과와 객관적 평가결과와의 상관도를 높이기 위한 많은 시도가 이루어지고 있다.

자동차 타이어의 도로소음에 대한 연구는 해석적인 연구와 이를 검증하려는 실험이 주를 이루고 있다. Keijiro Iwao²⁾ 등은 실험적 방법을 통해 타이어/노면소음의 메카니즘 연구를 수행하였고, M. Muthukrishnan³⁾은 타이어 소음에 대한 타이어 물성의 영향도에 대해서 연구를 수행하였다. B. S. Kim^{4~6)} 등은 타이어 패턴소음 발생 및 저감기술에 대하여 연구하였고, 자동차 실내소음에 영향을 미치는 타이어 설계 인자에 대하여 조사하였다.

본 연구에서는 타이어의 구조를 변경시켜 객관적인 평가방법인 실차계측평가를 이용하여 자동차 타이어 도로소음(road noise)을 평가하고, 이 소음을 명료도 지수로 환산하여 영향도를 파악하였다.

2. 음의 명료도지수⁸⁾

명료도 지수(AI)는 닫힌 공간 내에서 암소음이 대화시 영향을 주는 정도를 분석하는 기법으로 대화시 등장하는 대표적인 음원 스펙트럼을 가정하고 배경 암소음이 음원스펙트럼보다 얼마나 차이가 나느냐에 의해 누적된 값을 환산해서 1개의 값으로 나타내 주는 방법이다. 자동차의 음질 평가시 차실에서 측정된 소음은 음의 명료도 기법에서 암소음의 스펙트럼으로 처리 가능하므로 운전자와 승객, 탑승자 상호간의 언어 인식에 대한 명료도 평가가 가능하게 된다.

† 교신저자; 원광대학교 기계자동차공학부
E-mail : anvkbs@wonkwang.ac.kr
Tel : (063) 850-6697, Fax : (063) 850-6691

* 대덕대학 정밀기계시스템과

3. 실험 및 고찰

3.1 타이어 구조 및 특징

타이어는 자동차를 구성하는 여러 가지 부품중의 하나로 노면에 직접 접촉하는 부품이다. 타이어는 공기압에 의한 자동차의 중량지지, 노면의 돌기물로부터 충격 흡수, 자동차 엔진에서 발생하는 힘을 전달하여 주행/정지/방향전환 등 기본적인 기능을 수행한다.

Fig. 1은 일반적인 타이어의 구조를 나타내며 크게 트레드부(tread part), 벨트(belt), 측면부(sidewall part), 비드부(bead part)로 구분된다. 트레드는 노면과 직접 접촉하는 부분으로 제동, 구동에 필요한 마찰력을 주고 내마모성이 양호해야 하며 외부충격에 충분히 견딜 수 있어야 하고 발열이 작아야 된다. 벨트는 철선(steel wire)으로 구성되어 외부의 충격을 완화하고 트레드의 접지면을 넓게 유지하여 주행안정성을 우수하게 하는 기능을 가지고 있다. 측면부는 굴신운동을 통하여 승차감을 향상시키는 기능을 한다. 비드는 철선에 고무를 피복한 사각 또는 육각 형태로 타이어를 림에 안착하고 고정시키는 역할을 한다.

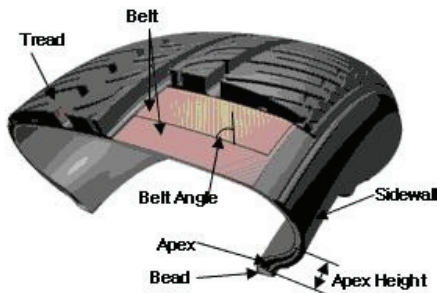


Fig. 1 Tire structure

본 연구에서는 타이어의 성능에 크게 영향을 미치고 있다고 알려진 트레드와 에이펙스(apex) 길이변화에 따른 자동차 타이어 도로소음의 영향을 연구하였다.

Table 1은 실험에 사용된 타이어의 물성치 변화를 나타낸다.

Table 1 The properties of sample tires

Sample tire	Tread Hardness	Apex Height (mm)	Remarks
A	Standard	Standard	
B	Standard	+ 10	
C	-40	+ 20	
D	+ 10	Standard	
E	+ 10	+ 10	

3.2 실차실험

본 연구에서는 타이어의 구조를 변경시켜 객관적인 평가방법인 실차계측평가를 이용하여 자동차 타이어 도로소음(road noise)을 평가하고, 이 소음을 명료도 지수로 환산하여 영향도를 파악하였다.

Fig. 2는 계측평가를 위한 실험장치도이다.

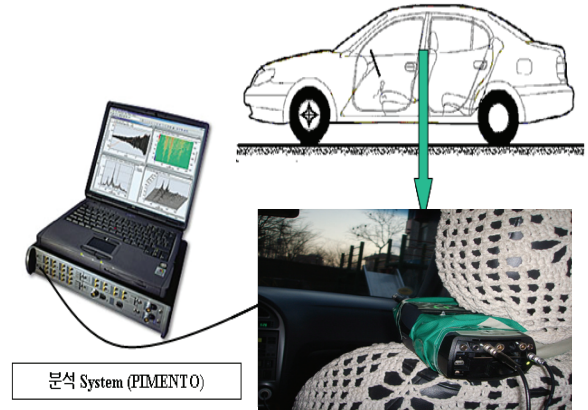


Fig. 2 The experimental setup

시험차량은 중형자동차를 이용하였으며, 타이어 규격은 17inch, 공기압은 33PSI를 적용하였다. 운전석(전륜) 및 탑승석(후륜) 위치에서의 소음을 측정하기 위해 운전자 및 뒷자리 승차가의 귀 위치에 해당하는 지점에 마이크로폰을 설치하고 동일한 아스팔트 노면을 40km/h와 60km/h의 속도로 주행하며 실험을 수행하였다.

3.3 실험결과 및 고찰

타이어 구조를 변경시키며 Fig. 2와 같은 실험장비를 이용하여 노면을 주행하면서 운전석 및 탑승자의 위치에서 소음을 측정하였으며, 이 결과를 이용하여 명료도 지수를 산출하였다. Table 2는 전륜과 후륜에서 계산된 명료도 지수이다.

Table 2 The AI of sample tires(%)

Speed	Position	Sample Tire				
		A	B	C	D	E
40kph	Front	84.5	86.5	-	82.5	88.3
	Rear	75.9	82.8	-	79.9	79.9
60kph	Front	67.4	61.1	69.7	71.8	64.4
	Rear	64.6	55.4	69.6	66.9	55.3

Fig. 3은 60kph의 속도에서 측정된 노면소음의 주파수 분석결과이다. Fig. 4는 차량의 속도에 따른 명료도 지수비교 결과로서 속도증가에 따라 명료도 지수는 급격히 감소함을 볼 수 있고, 전륜보다는 후륜의 감소폭이 크음을 알 수 있다.

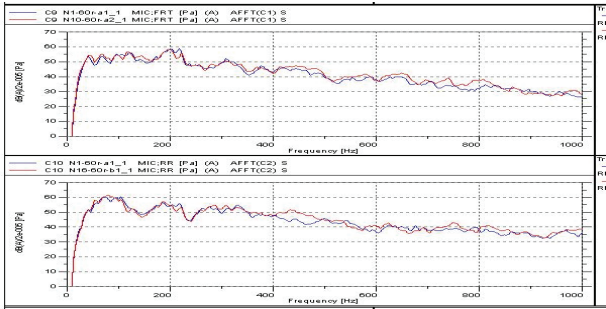
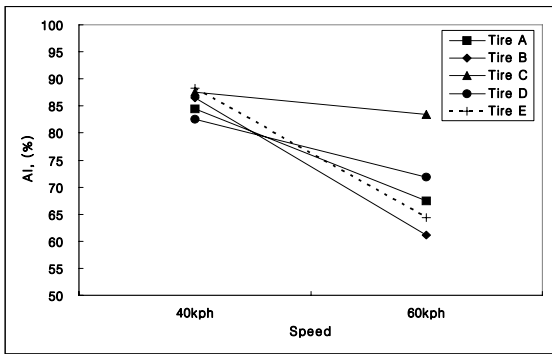


Fig. 3 Spectrum of the noise for the front/rear

(a) Front



(b) Rear

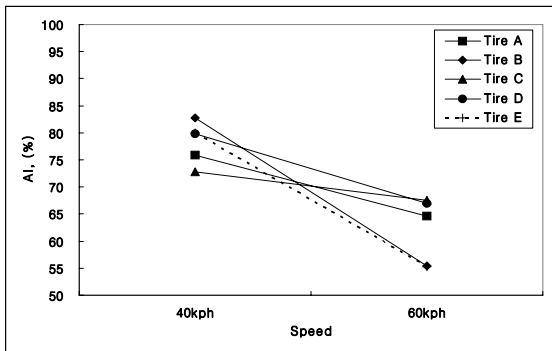


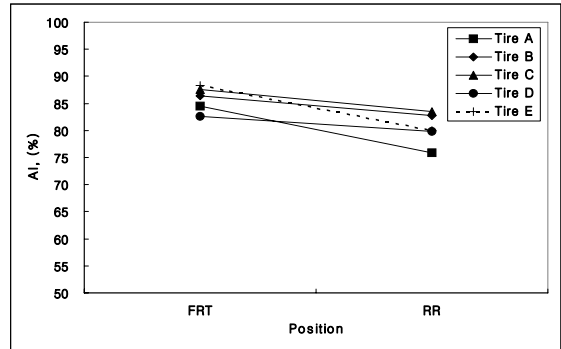
Fig. 4 The AI for vehicle speed

Fig. 5는 측정위치에 따른 명료도 지수비교 결과로서 후륜의 명료도지수가 감소함을 볼 수 있다.

Fig. 6은 타이어의 구조변경에 따른 명료도 지수를 비교한 결과이다. 타이어 A&D, B&E는 트레드의 경도를 증가시킨 경우로서, 명료도 지수는 증가함을 볼 수 있다. 또한 타이어 A&B, D&E는 에이펙스의 높

이를 증가시킨 경우로서, 명료도 지수는 감소함을 볼 수 있다. 명료도 항상 측면에서는 타이어 트레드의 경도를 증가시키거나 에이펙스 높이를 감소시키는 것이 유리할 것으로 판단된다.

(a) 40kph



(b) 60kph

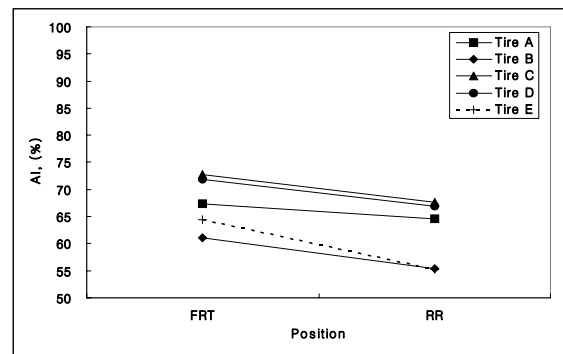


Fig. 5 The AI for measurement position

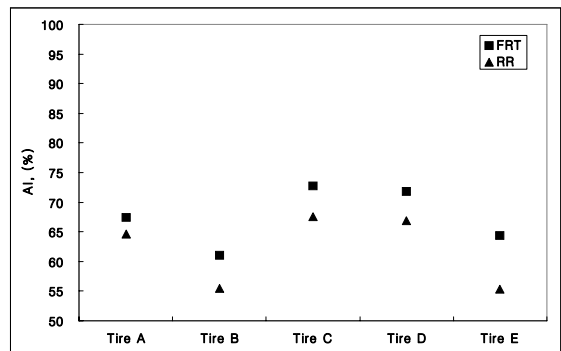


Fig. 6 The AI for sample tires

타이어 트레드보다는 에이펙스 높이 변화에 대한 명료도 지수의 변화폭이 크게 나타나고 있어 에이펙스 높이에 대한 영향도가 크음을 확인할 수 있었다.

본 실험에 사용된 차량의 경우, 타이어 C와 같은 구조를 가진 타이어의 명료도지수가 가장 높게 나타나고 있어 소음측면에서 양호할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 타이어의 구조를 변경시켜 객관적인 평가방법인 실차계측평가를 이용하여 자동차 타이어 도로소음(road noise)을 평가하고, 이 소음을 명료도 지수를 이용하여 영향도를 파악하였다. 본 연구에 사용된 시험차량에서는 전륜보다 후륜에서의 명료도 지수가 감소함을 볼 수 있었고, 타이어 구조변화에 따른 명료도 지수의 영향도를 파악하였다. 명료도 향상 측면에서는 타이어 트레드의 경도를 증가시키거나 에이펙스의 높이를 감소시키는 것이 유리할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) The Society of Korea Automotive Engineering, 1990, Automotive Technical Handbook -Test and Evaluation-, pp153~154.
- (2) K. Iwao, I. Yamazaki, 1996, "A Study on the Mechanism of Tire/Toad Noise", *JSAE Review* 17, pp.139~144.
- (3) M. Muthukrishnan, 1990, "Effects of Material Properties on Tire Noise", SAE 900762.
- (4) Kim, B. S., Kim. G. K, and Lee. T. K., 2007, "The Identification of Tire Induced Vehicle Interior Noise", *Applied Acoustics*, Vol. 68, No. 1, pp.134~156
- (5) Kim, B. S., Kim. G. K, and Lee. T. K., 2007, "The Identification of Sound Generating Mechanism of tires", *Applied Acoustics*, Vol. 68, No. 1, pp.114~133
- (6) Kim, B. S., 2005, "A Study on the Pattern Noise Prediction of Automobile Tire," *Transactions of the Korean Society of Machine Tool Engineers*, Vol. 14, No. 4, pp. 68~73.
- (7) Sung, K. D. et al, 2005, "A Study on Characteristics of Stiffness and PRAT due to the Belt Angle of Tire using FEM," *Korean Society for Precision Engineering*, Spring Conference, pp. 1371~1375.
- (8) Lee, C, K, Kim J. T., 2000, "Effect of Surface Treatment on Articulation Index for Vehicles," *Transactions of the KSNVE*, Vol. 10, No. 2, pp. 240~246.