

온도가 타이어 소음에 미치는 영향

The Effect of Temperature on the Tire-Pavement Noise

여운호

Woon-Ho Yeo

Key Words : Significant Reduction(유의 감소), Temperature Gradient(온도 경사),
Temperature Changes(온도 변화)

ABSTRACT

Tire-pavement noise is a significant portion of noise coming from road vehicles and is therefore a logical focus of efforts to reduce overall traffic noise. A small but significant reduction of noise level with positive temperature increases was observed for some tires. The reduction was evident in two of the tires at 53 km/h and five of the tires at 80 km/h. The temperature gradient of the different tires at 80 km/h range from -0.07 to +0.01 dB/°C. Frequency analysis of the tire noise identified that noise content in the range of 1,300 to 1,900 Hz is particularly sensitive to temperature changes.

1. 서론

자동차가 주행시 타이어에서 발생하는 소음은 자동차 소음중에서 큰 비중을 차지하고 있다. 특히, 이것은 고속 주행시 더욱 큰 문제를 야기하는 요소가 되고 있으므로 이를 감소시키는 것은 매우 중요하다.

타이어 주변의 기온이나 도로 및 타이어

정회원, 시립 인천전문대학 환경공학과

표면의 온도가 타이어 소음에 영향을 미친다는 연구는 행하여진 바 있으나^{(1)~(3)}, 기존의 연구들은 온도가 소음레벨에 미치는 영향을 정확히 밝혀내지는 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이 부분에 대하여 좀 더 구체적으로 연구하고자 온도 범위 4 ~ 34°C, 자동차 주행속도 53 및 80km/h에서 6 종류의 자동차 타이어 셋트를 갖고 미국 텍사스주에 있는 Goodyear Tire and Rubber사의 타이어 성능 시험장에서 1999년도에 실험을 행하였다.



Fig.1. Photograph showing actual test setup.

2. 실험

실험 기간중 사용된 track과 자동차는 계속 동일하였고, track은 ISO에서 제시한 규격에 충족되는 것이었으며⁽⁴⁾, 자동차는 Lexus GS400이었다.

자동차의 speedometer가 나타낸 속도값은 타이어의 직경에 따라 실제와는 다를 수 있으므로 목표속도 53km/h 및 80km/h에 근접하게 운전하는 것이 매우 중요하다. 따라서 자동차의 주행속도는 track을 따라서 11m 떨어져 있는 두 개의 photocell에 자동차 후미등이 통과하면서 반사되는 시간차를 활용하여 산출한 실제 주행속도를 운전자에게 제시해주므로써 운전자가 speedometer값과 실제값 사이의 차를 보정하여 목표속도에 근접한 주행을 할 수 있도록 유도하였다.

소음레벨은 CEL SLM(sound level meter) 및 1/2 마이크로폰으로 측정하였다.

photocell, SLM 및 마이크로폰에서 감지된 값들은 동시에 DAT레코더(sample rate = 48,000 samples/sec)와 laptop 컴퓨터(20,400 samples/sec)에 저장시킴과 동시에 자동차 주행속도 및 소음레벨을 구하였다. 본 실험을 위하여 설치된 장비들은 Fig.1과 같다.

각 타이어별 실험 실시 전후에 기온, 도로 및 타이어 표면의 온도를 측정하였다. 이때 사용된 온도계는 digital 열감지온도계이며, $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 의 정밀도를 갖고 있다. 실험중 풍속은 계속 측정하였으며, 만일 풍속이 5m/sec를 초과하였을 경우에는 측정을 중단하였다가 풍속이 낮아지면 다시 실시하였다. 4개를 1set로 하여 사용된 타이어의 종류는 6종류이며, 각 종류별 타이어의 상세한 특징은 Table 1에 제시된 바와 같다.

각 타이어별, 주행속도별로 5~10회의 측정된 자료를 얻었으며, 이때 새로운 타이어로 교체할 때마다 자료 측정전 약 10분간 track을 예비로 주행시켜 타이어 등의 온도가 실제 도로에서 운행중인 자동차 타이어

Table 1. List of test tires used in the study.

Tire	size	tread	intended use
Tire 1	P215/60R16	summer, shallow tread pattern	smooth roads, dry conditions
Tire 2	225/55R16	summer, shallow tread, high performance	smooth roads, dry conditions
Tire 3	P215/60R16	all season	dry, wet and snow traction
Tire 4	225/55R16	all season, high performance	dry, wet and snow traction
Tire 5	225/50R16	all season, high performance	dry, wet and snow traction
Tire 6	215/70R16	all season, high performance	light truck, off road capability

온도와 비슷하게 유지하도록 하였다.

자동차 엔진에서 발생하는 소음을 배제하고 타이어에서 발생하는 소음만 측정하는 것이 필요하다. 그러므로 측정 대상 타이어가 장착된 자동차의 주행은 측정 장비들이 있는 곳으로부터 충분히 떨어진 곳에서 출발하였다. 측정지점 전방 약 50m 되는 곳부터는 약간의 내리막 경사가 되어 있어 기어를 중립, 엔진 작동은 중지 시키며 목표속도로 주행하였다.

3. 자료 분석 및 결과

본 연구 과정에서 얻은 자료는 자동차를 약 300회 이상 track을 운행하여 얻은 것이며, 이 값들은 타이어별, 주행속도별, 온도별로 정리하였고, 이를 바탕으로 선형회귀분석을 행하여 특정온도에서의 기대값 산출도 가능하게 하였다.

타이어별, 기온별 소음레벨을 목표 주행속도 53km/h 및 80km/h별로 선형회귀분석하여 나타낸 것이 Fig.2와 Fig.3 이다. 이 그림

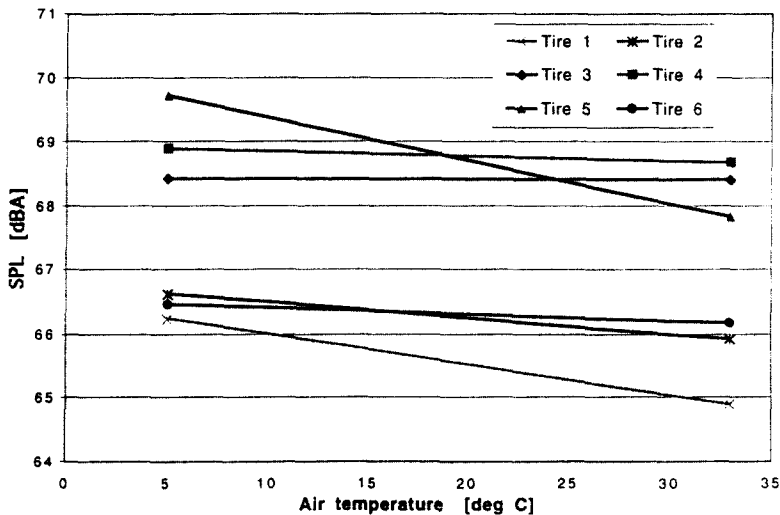


Fig.2. Graph showing linear regression of SPL at 53km/h.

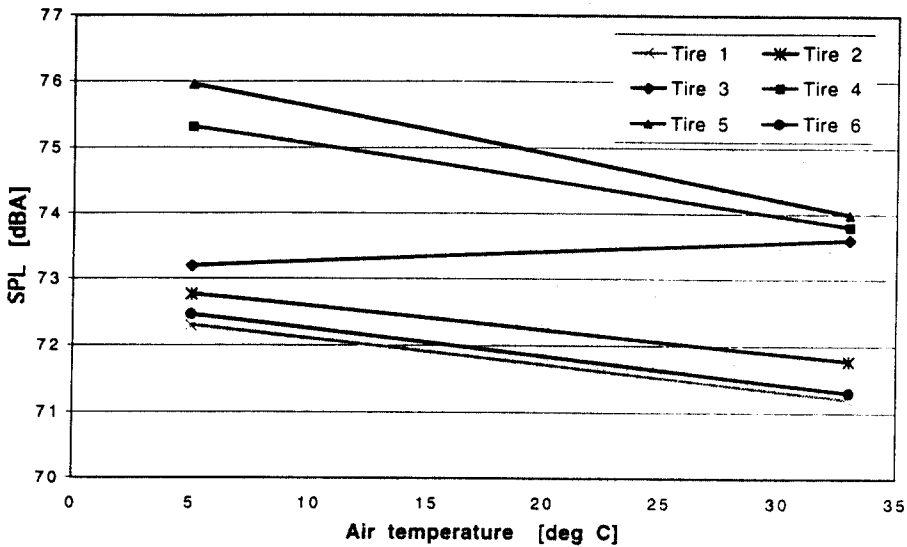


Fig.3. Graph showing linear regression of SPL at 80km/h.

을 통해서 알 수 있는 바와 같이 자동차 주행시 타이어에서 발생하는 소음레벨은 주행속도와 타이어의 특성에 큰 영향을 받고 있으며, 또한 주행중 기온의 영향도 무시할 수 없음을 알 수 있다. Fig.2에서는 대부분의 타이어가 온도 상승에 따른 소음값이 감소되는 것을 나타내고 있으며, 특히 타이어1과 타이어5는 감소율이 상당히 크게 나타나고 있다. Fig.3에서는 타이어3을 제외한 나머지는 Fig.2에서 보다 더 큰 감소율을 나타내었다. Fig.3에서 타이어3을 제외한 것들의 온도 증가에 따른 소음레벨 감소를 나타내는 온도 경사가 표준오차(<0.3)범위내에서 $-0.07 \sim +0.01$ dB/°C을 나타내었으며, 이들의 결정계수는 $0.35 \sim 0.97$ 이었다. 한편, 주파수분석을 한 결과 1,300 ~ 1,900 Hz에서 온도 증가에 따른 소음레벨 감소가 현저한 것으로 나타났다.

4. 결론

자동차에 6종류의 타이어를 장착하여, 4

~ 34°C 온도에서, 53km/h 및 80km/h로 주행하여, 타이어로부터 발생하는 소음레벨을 측정 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

소음레벨은 타이어 종류와 주행속도에 큰 영향을 받고 있음을 알 수 있으며, 온도에 의해서도 어느 정도 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 자동차가 80km/h로 주행시 타이어 소음 발생 온도 경사는 약 $-0.07 \sim +0.01$ dB/°C 정도 되었다. 그리고 이들을 주파수 분석한 결과 1,300 ~ 1,900Hz 범위에서 특히, 온도변화에 따른 소음레벨 변화가 심한 것으로 나타났다.

후기

본 논문은 「Goodyear Tire and Rubber」사의 협조하에 「The University of Texas at Austin」의 Dr. Michael T. McNerney 및 Dr. Brian J. Landsberger의

도움으로 이루어진 것이며, 이에 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- (1) G. J. Van Blokland, 1994, "Influence of Meteorological Conditions on the Noise of Tires and Vehicles during Type Approval", M+P Raadgevende Ingenieurs Bv, Report MVM.
- (2) S. Konish, T. Fujino, N. Tomita and M. Sakamoto, "Temperature Effects on Tire/Road Noise", JJAS.
- (3) T. Abe, 1994, "Experimental Results of the Temperature Effects on Tire/Road Noise for Various Categories of Vehicles: Comparison of Temperature Gradient between ISO Test Surfaces and Conventional Road Surfaces in Japan", ISO/TC43/SCI/WG27 Minutes.
- (4) ISO/CD 13325