

타이어 패턴 소음의 차실 음질에 대한 영향 인자

Annoyance Factors of Tire-pattern Noise Affecting Vehicle Interior

신성환† · Takeo Hashimoto*
Sung-Hwan Shin and Takeo Hashimoto

1. 서 론

타이어 소음은 자동차의 실내소음에 주요한 소음원이다. 최근 소음제어 기술의 발달과 전기자동차 및 하이브리드 자동차와 같은 저소음자동차 (Quiet Vehicle)의 상용화에 따라 타이어 소음의 중요성은 더욱 부각되고 있다. 본 연구에서는 자동차 실내소음의 음질에 영향을 주는 타이어 소음 성분을 추출하고, 각 소음 성분의 영향 정도를 파악하고자 한다.

2. 대상소음 및 평가

2.1 타이어 소음

타이어 소음의 차실내부 음질에 대한 영향 정도를 파악하기 위하여 본 연구에서는, 7 개의 서로 다른 패턴을 갖는 타이어를 장착한 가솔린 차량의 정속 주행 (80km/h) 조건에서의 실내소음을 대상으로 한다. 타이어가 장착된 차량은 서로 다르지만 동일한 엔진 사양을 갖는다.

타이어 패턴소음의 특징은 크게 ‘Beating’, ‘Whine’, ‘Sizzle’로 구성된다. ‘Beating’은 저주파수 영역에서의 음 변동과 관련되고, ‘Whine’은 중/고주파수 영역에서 톤성분 (tonal component) 특성과 관련되고, ‘Sizzle’은 1kHz 이상의 고주파수 영역에서 광대역주파수 성분에 기인한다. 7 개의 타이어 소음에 대한 Whine 및 Sizzle 성분은 전문 타이어 평가 전문가에 의해서 각각 추출되었다.

타이어 소음 평가를 위하여 각 타이어 소음, 즉 원음으로부터 기본음 (basic sound), 배경음 (background noise), 편집음들이 만들어 진다. 기본음은 원음에서 주요한 ‘Whine’ 및 ‘Sizzle’ 성분만

이 남도록 원음을 변경한 것이고, 배경음은 기본음에서 문제가 되는 ‘Whine’ 및 ‘Sizzle’ 성분을 제거한 것이다. Fig. 1은 기본음과 배경음의 스펙트럼을 비교한다. 각 편집음은 Table 1의 요인 및 수준들에 의하여 구성된 직교배열표 (L27)에 기반하여 기본음으로부터 수정되어 총 27 개의 음이 제작된다. 직교배열표의 적용은 요인 및 수준에 따른 영향 정도를 실험계획법 (design of experiment)을 이용하여 분석하기 위함이다.

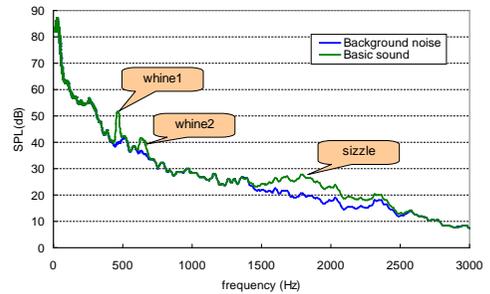


Figure 1 Example of the spectra of a basic sound and its background noise

Table 1 Factors and their levels for modifying a basic sound

Factors	Whine 1		Whine 2		Sizzle	
	Peak level (dB)	Freq. BW (Hz)	Peak level (dB)	Freq. BW (Hz)	Peak level (dB)	Freq. BW (Hz)
Levels	+0	0	0	0	0	0
	+3	+10	+3	+10	+3	+800
	-3	+20	-3	+20		

2.2 주관적 청음 평가 및 결과

본 연구에서는 타이어 패턴소음의 짜증도 (annoyance)를 평가하기 위하여 주관적 청음평가를 수행하였다. 각 타이어 패턴 소음의 Whine 및 Sizzle 성분의 변경에 따른 차실 내부의 짜증도 변화를 평가하기 위하여, 2.1절의 직교배열표에 의해서 수정된 평가음, 기본음 및 배경음, 즉 29개의 소

† 교신저자; 정희원, 국민대학교 자동차공학과

E-mail : soulshin@kookmin.ac.kr

Tel :02-910-5743, Fax :02-910-4839

* Seikei University, Japan

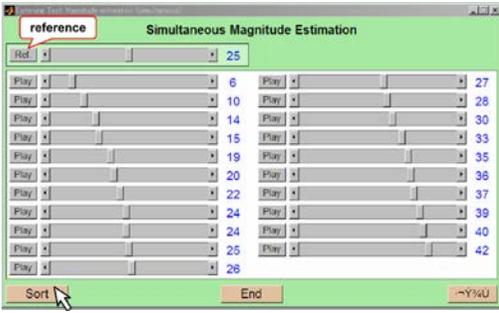


Figure 2 Test program for applying magnitude estimation method

음에 대한 청음평가를 수행하였다. 적용된 평가방법은 크기평가법 (magnitude estimation method)이고, 총 18명의 청음자가 평가에 참여하였다. 크기평가법에서는 기본음을 기준으로 하여 배경음 및 평가음을 상대적으로 평가한다. Fig. 2는 크기비교법을 적용한 청음평가를 수행하기 위한 프로그램이다.

Fig. 3은 각 타이어 패턴 소음에 대한 주관적 청음평가 결과를 나타낸다. Figs. 3(a) 및 3(c)에서 각 평가음에 대한 평가 산술평균 (●)과 95% 신뢰구간 (bar)을 고려하면 기준음의 짜증도는 White 및 Sizzle 성분의 변화에 따라 차이가 있음을 보인다.

각 성분의 영향 정도를 보다 정확히 파악하기 위하여 실험계획법에서 사용되는 인자의 수준별 기여도를 구하면 Figs 3(b) 및 3(d)와 같다. White 성분

이 변화할 때 짜증도의 변화가 크게 나타나는 반면, Sizzle 성분의 변화에 의한 짜증도의 변화는 거의 나타나지 않음을 알 수 있다.

3. 결론

타이어 패턴 소음이 차실 내부의 음질에 미치는 영향을 파악하기 위하여 패턴 소음의 특성을 나타내는 White 및 Sizzle 성분의 레벨 및 밴드폭을 변경하여 주관적 청음평가를 수행하였다. 결과적으로 White 성분의 변화가 짜증도에 크게 기여하고 있으며, 특히 White의 레벨 감소가 짜증도 감소를 유도함을 알 수 있다. 반면 Sizzle 성분의 변화는 짜증도의 변화에 큰 영향을 주지 않는다.

본 연구는 개별적인 타이어 패턴소음에 대한 짜증도를 평가하였다. 따라서 서로 다른 패턴을 가진 타이어 소음의 짜증도에 대한 비교가 필요하며, White 및 Sizzle 성분의 주파수 영역에서의 위치에 따른 영향에 대한 고려가 추가로 요구된다.

후 기

본 연구는 국민대학교 교내연구비 및 Seikei Univ. Psycho-acoustics Lab.의 지원으로 수행되었다.

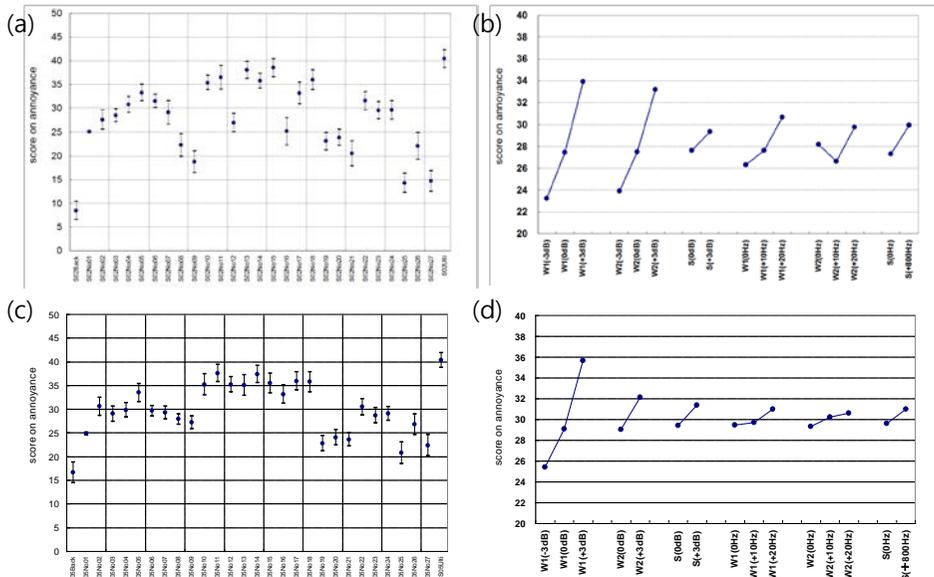


Figure 3 (a) Result of subjective test on tire-pattern noise 2 and (b) the extent of influence on annoyance of each factor from the design of experiment. (c) and (d) are subjective result and the extent of influence for noise 5, respectively.