

### 한국 타이어의 소음 연구 활동 현황

김병삼, 김현중, 김영섭

#### 1. 머릿말

TIRE의 기본 기능은 구르는 것이다. 따라서 이에 요구되는 기본 성능으로는 조종안정성, 구동성, 제동성등이 가장 중요하게 여겨진다. 그러나 이러한 諸性能이 어느정도 만족수준에 이르자 안락함을 추구하는 오너드라이버를 중심으로 보다 조용한 타이어에 대한 요구가 제기되기 시작하였고 1980년대 후반에 들어서면서 국내에서도 타이어 소음저감에 그 중요성을 부여하기 시작하여 승용차용 타이어에 대한 소음연구가 활발히 진행되고 있다. 더우기 최근 환경 소음공해 문제가 심각하게 제기되면서 이와 관련하여 대형 타이어의 차외소음(車外騒音)에 대한 규제가 유럽을 중심으로 강화되고 있는 실정이다. 따라서 국내에서도 타이어 소음저감을 위한 연구가 더욱 활발히 진행 되리라 본다.

#### 2. 타이어소음의 종류와 발생기구

타이어소음은 그림1.에서 보듯이 200 - 3 KHz에 주로 분포하여 인간에 민감하게 작용한다. 타이어가 소음을 발산하는 데는 여러가지 발생기구가 존재하나 대표적인 것으로는 다음과 같은 것들이 있다.

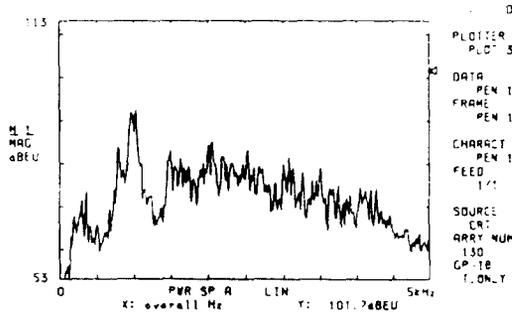


그림1. 소형 타이어의 소음 SPECTRUM

#### 1) AIR PUMPING

타이어 패턴이 하중을 받으며 지면과 접촉할 때 GROOVE와 GROOVE 사이의 AIR VOLUME ( 그림2. 참조 )이 급격히 외부로 방출되면서 발생

하는 압축팽창음으로 약 800 - 2.5 KHz의 주파수 분포를 갖는다. 이때 방사POWER P는 방출량 q에 다음과 같은 식으로 관계된다.

$$P = \frac{\rho_0}{4\pi C_0} (\partial q / \partial t)^2, \quad C_0 = 340 \text{ m/s}, \quad \rho_0 = \text{공기밀도}$$



groove

그림2. AIR PUMPING 현상

한편  $q \propto U$  (속도),  $\partial / \partial t \propto w \propto U/L$  (L: TREAD BLOCK의 길이) 이므로 AIR PUMPING에 의한 음향 POWER는 속도U의 4제곱에 비례하며 발생주파수는 GROOVE의 DIMENSION에 의해 결정 되는데 편개GROOVE의 경우는 C/4(1:GROOVE 길이), 양개 GROOVE의 경우는 C/2에서 PEAK를 보인다.

## 2) PITCH NOISE

원주방향으로 배열된 타이어 패턴 GROOVE들이 지면과 충돌하며 발생시키는 충격음으로 이때 발생하는 음향 POWER는 타이어고무의 물성, 패턴의 모양, 노면의 PROFILE및 지반구조에 의하여 결정되며 발생주파수  $f_p$ 는 다음과 같이 주어지는데

$$f_p = \frac{nv}{2\pi r}$$

n : 원주방향으로 배열된 GROOVE 갯수

v : 속도

r : 타이어의 동하중반경 (Dynamic Loaded radius)

이 PITCH NOISE는 일반적으로 차량속도 60 Km/h이상의 고속에서 AIR PUMPING음과 공명을 일으켜 1 KHz부근에서 예리한 PEAK를 일으킨다.

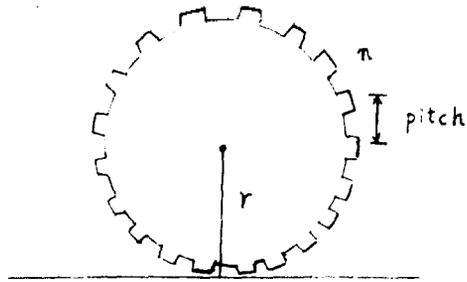


그림 3. PITCH 및 동하중반경

### 3) 진동음

패턴 GROOVE의 진동에너지가 음향에너지로 변화된 진동탄성음으로 지면과 접촉이 시작되는 부위와 이탈하는 부위에서 심하게 나타나는데 (그림 4, 5) 이로 인한 소음은 타이어와 지면이 이루는 HORN형태에 의해 약 10 dB정도 증폭되므로 매우 중요한 FACTOR로 여겨진다.

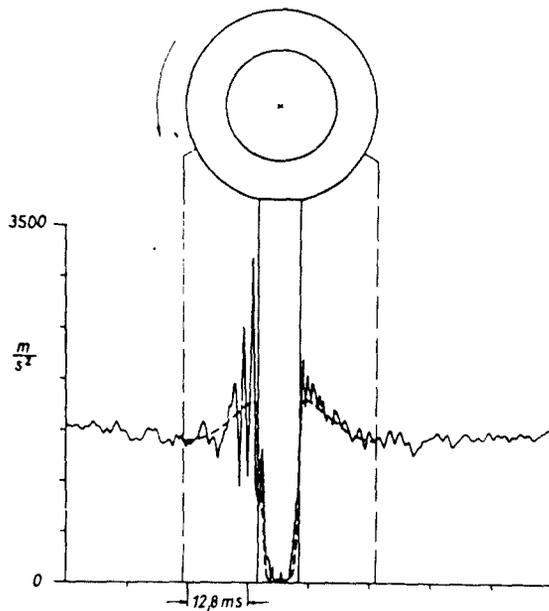


그림 4. RADIAL방향의 진동 ( 80 Km/h )

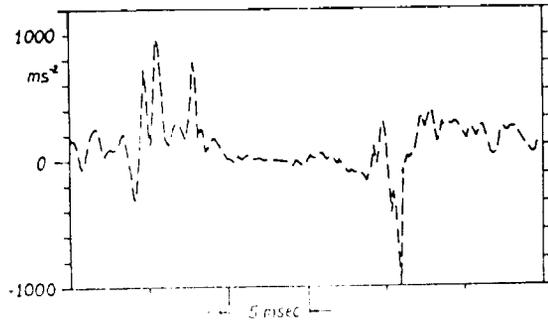


그림5. TANGENTIAL 방향의 진동 ( 80 Km/h )

### 3. 현재의 기술 및 문제점

1980년대 이후 각국의 타이어업계를 중심으로 타이어소음저감을 위하여 많은 연구가 이루어져 타이어소음에 영향을 미치는 설계인자가 거의 밝혀지고 승용차용 타이어는 어느정도 수준에 이르렀다고 본다. 그러나 고무가 갖는 비선형성, 다자유도 특성으로 인하여 정확한 이론적 계산이 어렵기 때문에 정확한 측정을 통한 경험축적이 매우 중요하다.

최근에는 INTENSITY기법이나 LASER HOLOGRAPHY, RADIO TELEMTRY 등 비접촉 진동측정등이 많이 이용되고 있으나 다음과 같은 難點으로 인하여 타이어 소음문제 해결에 어려움을 겪고 있다.

- 1) TIRE는 환경에 직접 노출되어 ANC기술 및 차음기술 적용이 어렵고 단지 방사에너지를 원천적으로 줄여야 한다
- 2) 타이어가 주행하는 도로의 형상 및 지반구조에 따라 소음특성이 변하기 때문에 측정 및 분석이 용이한 실내 DRUM TEST 결과를 직접 적용할 수 없다.
- 3) 회전 중인 타이어 주위에 생기는 바람의 영향으로 근접 측정이 곤란하다.
- 4) 소음저감을 위하여 조증안정성 등 타이어의 기본요구성능을 저하시켜서는 안되므로 설계인자 변경에 제약을 지니고 있다.

#### 4. 맺음말

도로소음의 주원인중의 하나인 차량소음문제가 심각히 대두됨에 따라 각 CAR MAKER들도 차량소음 감소를 위한 노력을 기울이고 있으므로 앞으로 타이어의 소음이 유난히 부각될 것은 뻔하다. 따라서 앞에서도 언급했듯이 향후 타이어 소음은 승객의 안락함을 추구 차원을 넘어 환경공해 측면에서 다루어져야 하며 차외소음을 줄일 수 있는 방식 에너지 감소를 위한 연구가 활발히 진행되어야 하는데 타이어 업계만의 노력으로는 인적, 시간적 제약이 따르므로 각 연구기관의 많은 협조가 요구된다.