

타이어와 소음

김 병 삼 · 홍 동 표

(한국타이어(주) 중앙연구소) (전북대학교 정밀기계공학과 교수)

1. 머리말

바퀴는 인류역사에 있어 가장 위대한 발명품 가운데 하나로 꼽히고 있다. 미끄럼 마찰을 굴림마찰로 변화시켜 물체가 이동할 때의 저항을 줄이는 역학적 원리를 이용한 바퀴의 발명은 육상교통과 수송의 급속한 발전을 가져와 인류의 발달에 크게 기여하였다.

타이어란 차량의 차체와 지면사이에서 차체의 구동력을 전달하고 충격을 흡수, 완화하는 완충역할을 하는 것으로서 생고무, 합성고무, 유황, 아연화, 스테아린산, 가황촉진제, 노화방지제, 카본, 연화제, 코오드(나이론, 레이온, 스틸, 폴리에스터, 화이버 그라스, 케브라 비이드 와이어 등으로 구성되어 있다. 최초의 실용적인 공기압 타이어는 1888년 영국의 던롭에 의한 것으로 고무판으로 호스를 만들어 나무 바퀴에 부착하고 지면과 접촉하는 부분은 두꺼운 캔버스지로 감싼 타이어를 세발 자전거에 장착하고 시험주행해 보았다. 그 결과 아무런 이상이 없어 다음 단계로 미끄럼 방지를 위해 캔버스지에 고무 조각을 붙인 타이어를 만들어 커다란 두발 자전거에 시험해 보았는데 성능이 뛰어나 이것이 공기압 타이어의 시초가 되었다. 그후 1891년

웰치는 비드와이어 타이어를 발명하였으며, 1891년 미쉐린 형제는 손힘만으로 타이어 탈착이 가능하게 하였으며, 1904년 파이어스톤과 굽이어가 스트레트 사이드 와이어 비드 타이어를 개발하여 1908년도에는 미국의 거의 모든 타이어 메이커가 이러한 제조기법을 사용하게 되었다. 1889년 영국의 팔머에 의해 최초의 코오드지가 발명되었으며, 10년후 미국의 굽리치사에 의해 실용화 되었다. 또한, 모트에 의해 고무보강제로 카본블랙이 개발되었다. 1900년대에 들어 타이어의 제조기술은 급속히 발달하여 1904년 콘티넨탈과 미쉐린사에서는 평평한 트레드의 타이어를 개발하였고, 1907년 호머튼사가 재생타이어를 선보였다. 1903년 라이트형제가 비행기로 하늘을 날자 1908년에는 항공기용 타이어가 만들어졌다. 1918년에는 미국의 보그사가 타이어의 옆면에 넓은 흰색 줄무늬를 넣은 이른바 백테 타이어를 개발하여 폭발적인 인기를 누렸다.

한편, 1913년 영국에서는 종래의 타이어 코오드지 제작방식인 바이어스(Bias)타입과 전혀다른 레디얼 플라이(Radial Ply) 방식을 개발해 냈으며, 1948년 미쉐린이 실용화를 이루었다. 코오드지의 재질은 굵은 면사를 엮은것을 사용하였으며, 면사보다 튼튼한 견사는 가

격이 비싸 타이어 코오드지로 사용할 수 없었는데 1928년 미국 듀폰사에 의해 합성반응에 대한 기초이론이 체계화됨에 따라 1930년대에 들어 급격히 발전하였다. 1948년에는 나일론 코오드지가 개발되었으며, 1962년 폴리에스터의 새로운 코오드지가 선보이게 되었다. 1970년대 들어 강철선인 스틸(Steel) 코오드지가 개발되었으며, 1972년 듀폰사에 의해 스틸보다 5배 강한 물성을 가진 케브라라는 폴리아미드계 소재가 개발되었다.

이와같이 재료, 제조기술의 진보에 따라서 자동차의 성능향상과 더불어 타이어의 역학적 성능이 주목 받게 되었고, 특히, 승용차용 타이어에서는 자동차 및 도로의 발달과 더불어 타이어의 고속성, 조종안정성, 마모, 배수성, 진동, 소음 등 여러가지 성능이 개선되어 새롭고 경제적이며 성능이 우수한 타이어가 개발되었다. 또한, 타이어는 자동차의 발전과 함께 편평비와 최고주행 속도에서 가히 눈부신 성장을 거듭하였다. 거의 원형에 가깝던 타이어는 1965년 80%(또는 80 시리즈), 1968년 70%, 1980년도 중반에는 35%의 초편평비 타이어가 등장하였다. 주행속도에서는 1968년 210km/h(HR급)에서 1971년 240km/h(VR급), 1980년도 중반에는 240km/h 이상인 ZR급 타이

어 단계까지 발달하였다.

2. 타이어의 기능과 요구사항

타이어는 자동차의 부품으로서 중요한 역할을 수행하고 있다. 자동차를 형성하고 있는 부품은 여러 가지이지만 일반적으로 한 부품이 하나의 기능을 수행하는 데 지나지 않는다. 그러나 타이어는 자동차의 한 부품으로 외관은 매우 간단하지만 다른 부품과 커다란 차이점은 한 부품으로 많은 기능을 갖고 있는데 있다고 말할 수 있다. 이러한 기능을 수행하기 위해 타이어의 구조는 탄력성이 있는 공기용기일 것이 요구되고 높은 하중을 지탱하는 한편 노면에 접하는 부분에는 두껍고 고무층을 붙여 외상이나 마모에 대처하여야 한다. 또한 용도에 따라 트레드 패턴을 채택하여 자동차의 기동성이나 안정성을 충족시키도록 배려되고 있다. 타이어는 휠(Wheel)에 조립하여 사용하게 때문에 휠과 단단히 결합될 필요성이 있어 이 부분의 견고한 구조를 필요로 하고 있으며, 자동차의 고급화, 고성능화, 사용조건의 다양화에 따라 타이어에 요구되는 기능과 성능도 점점 복잡 다양한 형태로 개발되고 있다. 타이어는 기본적으로 ① 차체 및 화물의 하중을 지탱하며 지면으로 부터 충격을 흡수하고 ② 승차감을 향상시키고 ③ 자동차의 조종안정성을 향상시키며 ④ 구동력, 제동력을 노면에 전달하고 ⑤ 주행저항, 회전저항을 감소시키는 등의 기능을 가지고 있어야 한다. 또한 요구사항으로 ① 일정한 치수와 형상을 유지해야 하며 ② 안정성을 신뢰감이 유지되어야 하고 ③ 소음과 진동이 적어야 하며 ④ 수명이 길고, 경제적이야 하는 점등이 있다.

3. 타이어의 구조와 명칭

타이어는 구조상의 차이에 의해 바이어스와 레디얼 타이어로 분류되고 레디얼 타이어의 구조는 그림 1과 같다. 바이어스 타이어는 카카스(Carcass)부를 구성하는 섬유질의 코오드지가 원둘레 방향에 대하여 40° 안팎의 각도로 서로 엇갈리게 되어 있고, 레디얼 타이어는 카카스가 타이어의 원둘레 방향에 대하여 직각으로 코오드지가 배열되어 있으며 트레드(Tread)와 접하고 있는 부분에는 벨트(Belt)로 보강되어 있다. 표 1은 타이어 종류에 따른 코오드지의 재질을 나타내고 있다.

그림 2는 타이어의 단면과 각 부위의 명칭을 나타내고 있다. 트레드부는 노면과 접촉하는 부분으로

두꺼운 고무층으로 되어 있으며, 타이어 내부의 카카스 및 벨트층을 보호하기 위해 절상, 충격에 대해 강하고 주행수명을 늘이기 위하여 내마모성이 강한 고무를 채용한다. 쇼울더(Shoulder)부는 구조상 고무의 두께가 가장 두껍기 때문에 주행 중 내부에서 발생하는 열을 쉽게 발산 시킬 수 있도록 설계상 고려되어 있으며, 사이드월(Sidewall)부는 카카스를 보호하고 유연한 굴신운동을 함으로써 승차감을 좋게한다. 비드(Bead)부는 코오드지의 끝부분을 감싸주고 타이어를 휠의 림(Rim)에 정착시키는 역할을 하고 비드 와이어, 코어, 고무, 후리퍼 등으로 구성되어 있다. 카카스부는 타이어에 있어 골격이 되는 중요한 부분으로 타이어 내부의 공기압 및 하중, 충격에 견디는 역할을 한다. 벨트부는 트레

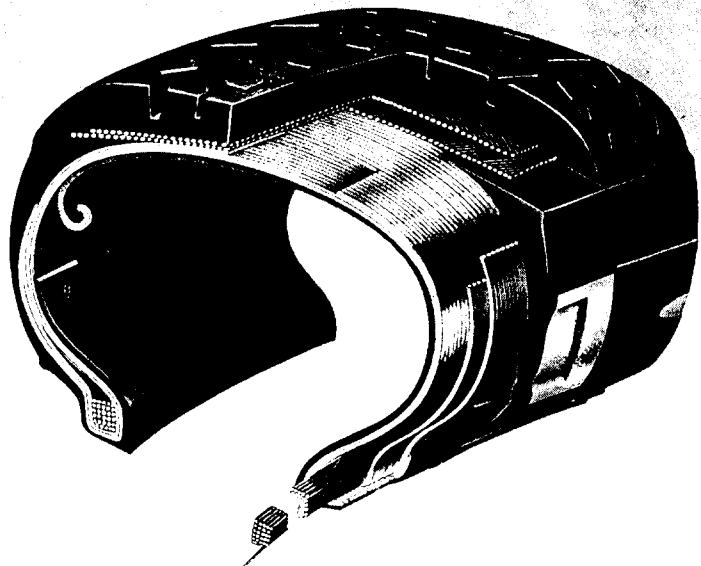


그림 1 레디얼 타이어의 구조

표 1 타이어 카카스와 벨트의 재질

Type of tire	Carcass	Belt
Bias tire	Nylon, Polyester	Nylon
Steel radial tire	Polyester	Steel

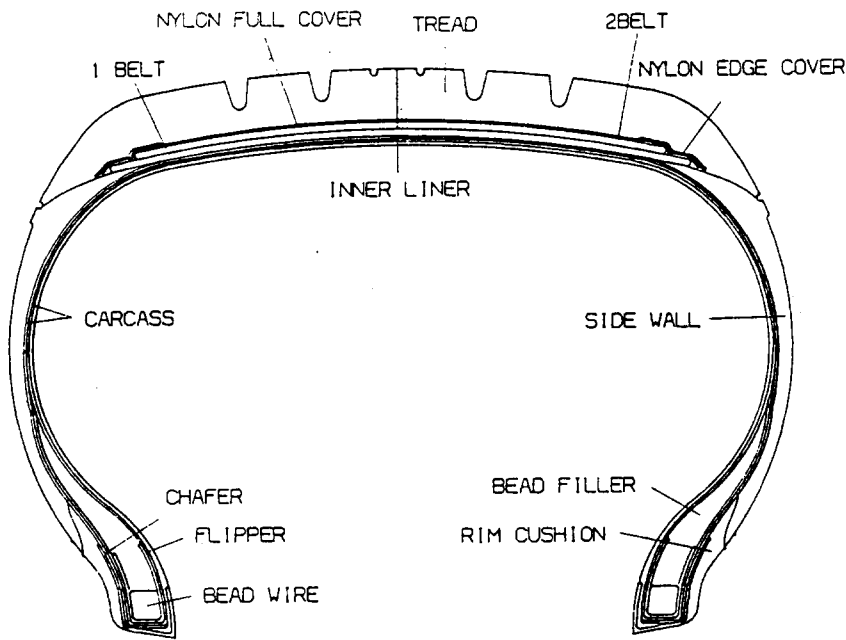


그림 2 타이어의 단면과 명칭

드와 카카스 사이에 삽입된 코오드 층으로 외부로부터 받는 충격을 완화하고 트레드의 갈라짐이나 외상이 직접 카카스에 달하는 것을 방지함과 동시에 고무층과 카카스의 분리를 방지하는 역할을 한다.

4. 저소음 타이어 개발의 필요성

자동차 소음은 도시 환경소음의 중요한 인자로서 선진 각국에서는 쾌적한 생활 환경에 대한 사회적 요구와 인식이 정착되기 시작한 1960년대 부터 이에 대한 본격적인 대책 강구에 착수하였다. 또한, 자동차 시장의 본 고장이라고 할 수 있는 유럽에서의 자동차 소음에 대한 규제가 점점 강화되고 있다. 그림 3은 유럽의 소음규제 수준을 보여주고 있다. 이에 따라서 자동차 소음 발생의 원인별 규명과 대책 강구에 대한 다각적인 공학적 시도가 있고 자동차의 진동 및 소음현상을 대상으로 한 연구도 급격히 늘어나고 있으며 현상을 평가하기 위

한 측정방법과 해석기술도 개발되고 있다. 그 결과, 미국과 일본 등을 중심으로 선진각국은 자동차 소음 감소에 상당한 성공을 거두고 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 계속될 전망이다. 자동차에서 발생하는 소음은 주행속도나 하중, 노면의 조건등에 따라 차이가 있고

평가하는 방법도 여러가지가 있는데 일반적으로 그림 4와 같이 ISO R362에 따라 사전에 승인된 가속주행 (Pass-by) 시험법으로 평가한다.

자동차 소음은 크게 기계적 소음과 타이어 소음으로 나눌 수 있다. 자동차에는 엔진, 흡배기계, 변속기, 타이어 등 여러가지의 소음원이 있는데, 5단 수동기어가 장착된 자동차를 대상으로 가속주행 시험법에 의해 평가한 결과, 그림 5에서 보는 바와 같이 수동기어가 2단인 상태에서는 엔진소음이 자동차 전체소음의 50%를 차지한다. 또 수동기어가 3단인 상태에서는 타이어 소음이 자동차 전체소음의 53%를 차지하게 된다. 저속에서의 타이어 소음은 상대적으로 문제가 되지 않으나 고속으로 갈수록 자동차 전체소음에 대한 타이어 소음의 기여도가 증가한다. 따라서 정상 주행속도에서의 자동차 소음 감소는 타이어 소음에 대한 고려 없이는 한계가 있으며, 이러한 이유로 선진 타이어 업계에서는 저소음 타이어 개발에 노력하고 있다.

국내에서 생산되는 타이어의 경

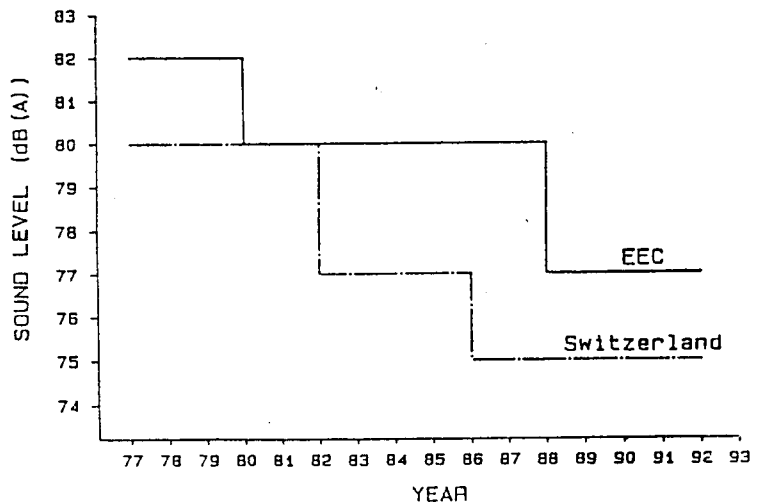
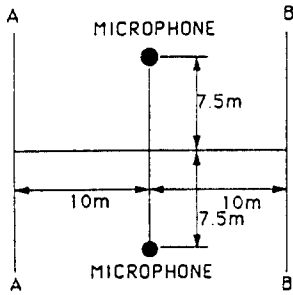


그림 3 자동차 소음에 대한 가속주행 소음 규제(유럽)



Microphone Position:
 1.2m above Roadway
Velocity at Line AA:
 50Km/h (31mph)
Transmission :
 3rd gear (Manual Transm, 5Speed)
 WOT(Wide Open Throttle)
 between AA and BB

그림 4 ISO R 362에 의한 외부소음 측정 절차

가장 큰 가속도는 후연에서 볼 수 있다. 트레드의 반경방향 진동은 트레드의 블럭 충격과 노면의 불규칙성이 트레드에 가한 충격에 의한 것으로 주파수 대역은 일반적으로 1000(Hz)이하이다. 드레드의 접선방향 진동은 드레드가 노면으로부터 이탈하는 순간 드레드의 접선방향 신장에 의한 것으로 주파수 대역은 1000(Hz)이상이다. 사이드월 진동은 접지면에서의 타이어의 변형과 드레드의 진동에 의한 것으로 주파수 대역은 200~800(Hz)이고 가속도 레벨은 드레드보다 작다.

둘째는 공기 공명 기구로 공기방출(Air Pumping), 그루브 공명(Groove Resonance), 헬름홀츠 공명기(Helmholtz Resonator) 등이 있다(그림 8). 그루브 공명은 접지면에서 드레드 블럭의 접지방향 진동과 전연에서 후연까지의 압력충격에 의한 것으로 그루브의 길이 등에 영향을 받으며 그루브에

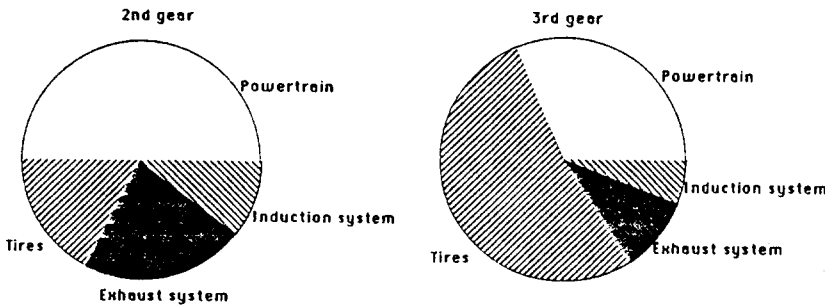


그림 5 가속주행(Pass-by, ISO R 362)시험에 의해 측정된 자동차 소음의 기여도

우, 기본 성능은 선진국 제품에 손색이 없다고 평가되고 있으나 승차감과 환경 소음에 중요한 요소로 타이어 품질의 기준이 되는 소음, 진동에 대해서는 경험과 기술 축적이 미비한 상태이다. 더우기 근래 수출용 승용차에 대한 국산 타이어 장착 문제에서 소음과 진동문제와 분리시켜서는 생각할 수도 없는 중요한 요소로 인식되고 있다.

동은 전연(Leading Edge) 후연(Trailing Edge)에서 볼 수 있고

5. 타이어 소음의 발생기구 및 종래의 연구

자동차에 장착된 타이어의 소음은 자동차가 주행중 발생하고 주행 속도에 따라 발생원의 기여율이 사라지기 때문에 단적으로 표현하기 어려우나 여러가지의 시험과 분석 결과를 토대로 한 결과 타이어-노면 소음은 그림 6에서 볼 수 있듯이 크게 두가지로 분류된다.

첫째는 타이어의 진동에 의한 것으로 트레드와 사이드월의 진동이다(그림 7). 드레드의 반경방향 진

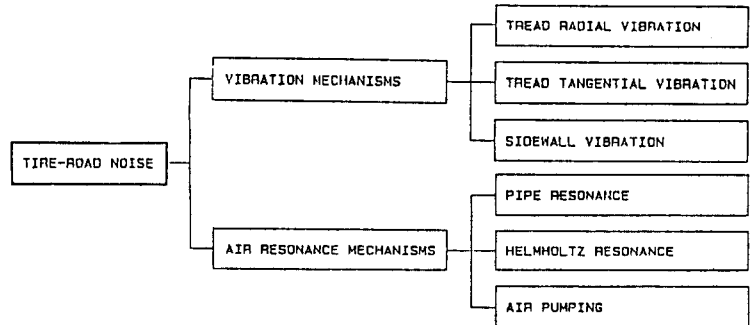


그림 6 소음 발생 기구

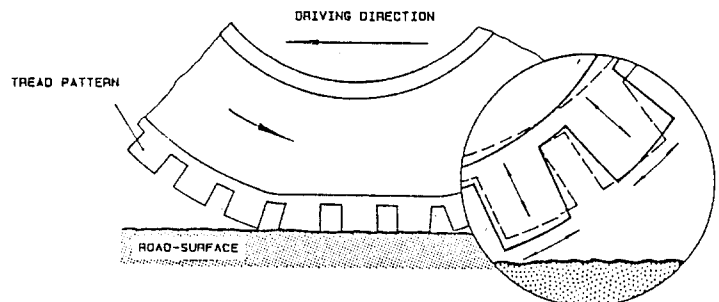


그림 7 트레드의 반경방향, 접선방향, 사이드월 진동에 의한 소음 발생 기구

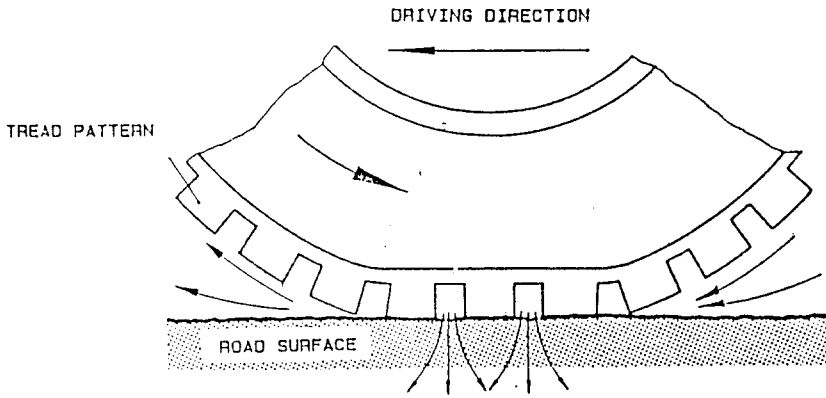
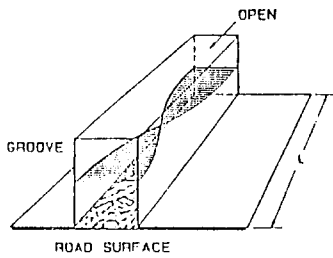
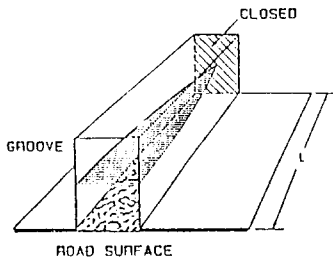


그림 8(a) 공기방출에 의한 소음 발생 기구



$$\text{Resonance Frequency} = \frac{v}{2L}$$



$$\text{Resonance Frequency} = \frac{v}{4L}$$

v = Sound Velocity
 L = Groove Length

그림 8(b) 그루브 공명에 의한 소음 발생 기구

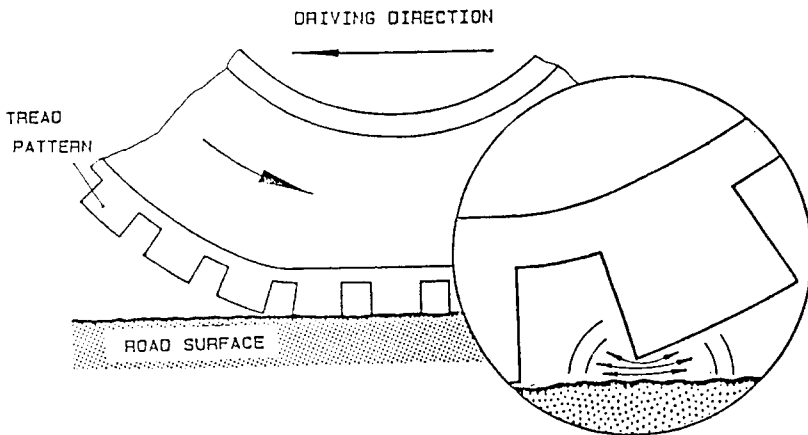


그림 8(c) 헬름홀츠 공명기에 의한 소음 발생 기구

열림과 막힘에 따라 $\lambda/2$ 나 $\lambda/4$ 등의 음파가 생긴다. 헬름홀츠 공명기는 후연의 기공이 열릴때 생기며, 공기방출은 타이어나 노면사이의 접지면에서 트레드 그루브내 공기가 압축, 팽창한 것으로 공기 변위의 효과로 알려져 있다.

한편, 자동차 주행시 타이어나 노면에서 발생하는 소음을 타이어나 노면과 진동음 등으로 구분하면 타이어나 노면음은 공기전달음으로 비교적 고주파이고 진동음은 고체전달음으로 저주파이다. 자동차 주행시 발생하는 타이어나 노면의 소음을 요인별로 나열하면 그림 9와 같고, 자동차 주행시 속도별 타이어나 노면 소음원과 기여율을 명확히 알 수 있다. 또한, 진동음은 현가계의 진동전달특성과 차내음향특성의 문제로 차량에 따라 차이가 있으며 타이어나 노면 진동 특성에 의해 크게 좌우되고, 노면의 요철에 의한 진동입력이 원인이므로 진동전달특성에 의해 논의 되기도 한다.

저소음 타이어나 노면 개발을 위해 종래 많은 일들이 수행되어져 왔다. 먼저, 소음 발생기구별로 구분하여 공기 공명 기구에 의한 소음과 타이어나 노면 진동에 의한 소음에 대하여 조사하고 타이어나 노면 소음에 영향을 미치는 인자와 실험조건, 노면등에 대하여 살펴보고자 한다.

공기 공명 기구 소음에 관한 종래 연구로 J. H. Varterasian은 타이어나 노면 트레드 패턴 피치 배열(Pitch Arrangement)이 타이어나 노면 소음에 큰 영향을 미치고 있는데 비해, 종래 피치배열의 방법은 시행착오에 의존하고 있어 최적의 피치배열을 찾아낼 수 없으므로 기계적인 주파수 변조(Mechanical Frequency Modulation: MFM)라고 불리우는 수학적 방법을 이용하여 최적의 배열을 계산하기 위한 이론적인 기초에 대하여 논하고 실험을 통하여

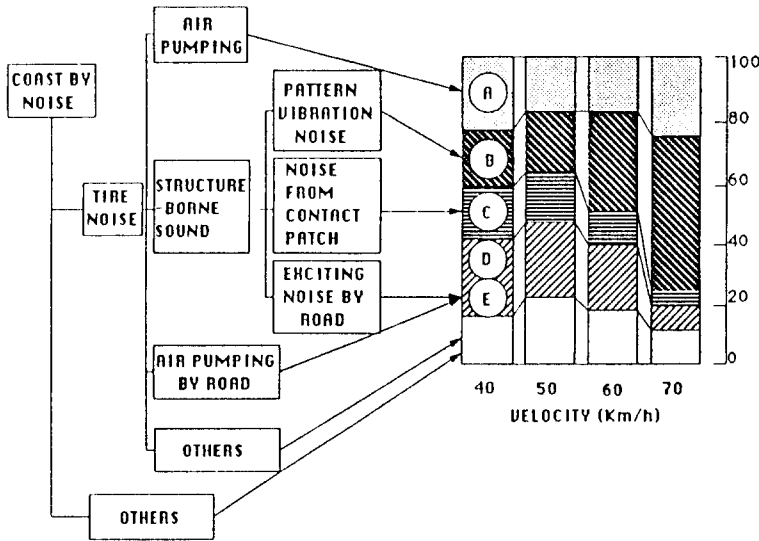


그림 9 타이어 소음원과 기여율

증명함으로써 저소음 타이어 개발을 위한 설계의 기초자료를 확보하게 하였다. R. E. Hayden은 도로 표면과 주변 공기가 상호작용을 하여 발생하는 타이어 소음기구를 공기 방출, 진동, 공기역학(Aerodynamics)등으로 구분하고 타이어 소음기구에 대한 물리적인 모델과 실험적인 예측방법을 개발하여 트레드와 노면의 공동현상에 의한 공기방출의 모델을 제시하였다. 또한, 실험결과와 비교해 볼때 공기 방출 기구가 타이어 소음을 현저하게 발생시켰고, 타이어 진동은 자동차가 저속으로 주행할 때 큰 영향을 미치고 있으며, 공기역학 소음기구는 자동차가 고속으로 주행할 때 영향을 미치는 것으로 보고하였다. P. R. Willett는 타이어 소음발생에 영향을 미치는 설계인자에 대하여 관심을 가지고, 타이어 트레드 패턴에 의해 발생하는 음향 스펙트럼들의 수학적 합성의 결과를 측정된 스펙트럼과 비교하였다. 迎 恒夫, 板本 雅彦, 五鳥 教夫, 福岡 紀幸 등은 패턴을 구성하는 최소 단위인 피치의 길이를 두 개 이상의 크기로 나누고 적당히

타이어 원주상에 배열하는 피치 배열에 대하여 연구 하였는데, 이 배열에 의하면 일정한 피치로 배열하였을 때 발생하는 하나의 큰 피크를 여러개의 피크로 분산시킬 수 있다. 이것은 소위 백색소음(White Noise)에 기깝게 하는 것으로 주파수 변조이론에 의해 설명되어진다. S. P. Landers는 트레드 패턴에서 그루브의 체적변화가 타이어 소음에 미치는 영향을 조사하기 위하여 타이어 원주방향과 직각 방향의 그루브(Gross Grooved) 패턴을 실험적으로 평가하였다. L. T. Dorsch는 트레드 블럭의 수와 타이어 원주방향과 예각을 이루는 블럭의 각도가 타이어 소음에 미치는 영향을 실내시험을 통하여 조사하였다. L. J. Oswald는 트레드의 형상, 접지면에서의 위치, 작동인자, 도로 재질 등의 연구에 의해 소음기구가 검출될 수 있고 정향화될 수 있음을 보고하였다. 山崎 俊一, 古市 曉久, 酒井 秀男 등은 최적의 피치배열을 구하기 위하여 불규칙한 피치패턴에 의해 발생한 소음을 모의 실험하여 기본적인 주파수와 그외의 주파수에 대한 음압레

벨을 계산하고, 계산 결과를 고려하여 불규칙한 피치 패턴을 가진 원형(Prototype) 타이어를 만들어 측정결과를 계산결과와 비교하였다. K. Schaaf, D. Ronneberger)는 음향방사에 영향을 미치는 타이어의 회전은 저주파 대역임을 보고하고, 전달함수에 대한 타이어 회전의 영향에 대하여 실차 및 실내 시험을 통하여 연구하였다. J. A. Ejsmont, U. Sandberg, S Taryma는 트레드 패턴의 영향을 조사하기 위하여 그루브의 깊이, 폭, 각도, 갯수 등을 고려하여 조합하고 피치의 길이와 시험노면, 시험속도 등을 변화시켜 주파수를 분석하였다. J. F. Hamet, C. Deffayet, M. A.

Pallas는 그루브내 공동의 압력을 측정할 수 있고, 공기방출과 밀접한 관계과 있는 구루브내의 원형 공동현상에 대하여 실험적으로 조사하였다.

타이어 진동에 의한 소음에 관한 종래의 연구로 W. F. Reiter, Jr., A. C. Eberhardt등은 정적인 상태에서 타이어 진동음향기구와 타이어 소음발생에 영향을 미치는 진동에 대하여 실험적인 방법으로 연구하였으며, 주행속도, 하중, 마모 등이 타이어 진동에 미치는 영향을 조사하고 타이어 소음발생에 있어 타이어 진동의 중요성을 파악하였고, 타이어 진동과 음장과의 관계에 대한 실험을 통해 타이어의 반경방향 진동이 타이어 근거리 음장에 영향을 미치고 있음을 보고하였다. 또한 타이어 진동과 소음과의 통계적인 관계와 진동음원의 크기와 위치를 규명하였으며, 회전하는 타이어의 진동음향 해석에 디지털 신호분석 기법을 적용하여 타이어의 진동이 방사된 음장에 큰 기여를 하고 있음을 증명하였다. W. F. Reiter, Jr.는 타이어를 장력을 받는 원환보로 무틀링하여 음향과

위에 관한 운동방정식을 유도하고, 트럭 타이어의 공진과 음장을 평가하였으며, 타이어 진동과 음장 해석으로 부터 각각의 공진모드에서 단순한 음원과 같이 음향에너지를 방사하고 있음을 보고하였고, 트럭 타이어에 의해 발생하는 소음을 예측하기 위한 모델을 개발하여 해석적이고 실험적인 측면에서 타이어 소음 발생을 상세히 이해하기 위한 연구 절차를 평가하고자 하였다. A. C. Eberhardt는 여러가지 노면 상태에 대한 타이어 진동과 음향 응답을 조사하였고, 건조한 노면과 습한 노면에 대한 타이어 진동과 음향을 측정, 비교 하였으며 소음 발생 기구의 방사효율을 감소시키고 타이어 구조 진동레벨을 감소시키기 위하여 타이어의 구조적 파형과 파속을 조사하였다. J. Pope, W. C. Reynolds는 타이어의 소음이 타이어 회전으로 인한 소음과 테스트 드럼에 의한 소음으로 나누어지고 있음을 조사하였다. S. P. Landers는 음압을 트레드의 설계 형태, 타이어의 동적응답, 타이어의 속도로 부터 구해진 힘 함수로 모델링하여 타이어의 음향기구를 트레드부의 원주방향 굽힘강성의 변화에 의한 힘함수의 진동기구로 보고하였다. K. J. Plotkin은 타이어 카카스(Carcass)의 동적 거동을 기초로 한 소음모델을 공식화하였다. N. A. Nilsson은 접선 방향의 진동에 의해 가진되어지는 트레드와 노면 사이의 공기공명은 1000(Hz) 이상의 주파수 대역에 분포하고 노면에 의한 타이어 진동의 직접적인 방사에 기인 타이어 소음은 1000(Hz) 이하의 주파수 대역에 분포하고 있음을 보고하였다. R. F. Keltie는 타이어를 무한히 길고 완전하지 않은 원형셀로 가정한 모델을 제시하여, 진동과 음향방사 사이의 관계를 규명하고

실험 데이터와 일치하는 타이어 진동소음의 해석적인 모델을 개발하였다. M. Heckl은 타이어를 링으로 가정하고 정적인 주행상태의 타이어에 가진력이 작용할 때의 소음

발생과 음향 주파수 대역에서 타이어의 진동형태와 방사특성에 대하여 연구하였다. D. P. Hong, B. S. Kim은 접지면에서 트레드 밴드의 가진을 조화이동하중을 받는 타이

표 2 타이어 변수와 시험조건

	Factor	Aspect
Tire design features Geometric factors	Tread pattern	Variable pitch Segment geometry
	Tire size	Rim diameter Sectional width Aspect ratio
	Tread Profile	Tread radius
	Tread contact patch	Pressure distribution
Material factors	Tread compound	Hardness Resilience
	Casing reinforcement	Carcass material
Other factors	Tire construction	Radial ply Bias Ply
Operating condition	Speed & load Direction of rotation Inflation pressure Tread wear Tread surface Temperature Time Vehicle Wheels Tire screens Tires per vehicle Traffic density & mix	Tread depth Irregular wear Alloy & steel Automobile & truck mix
Noise Mechanisms	Generation	Impacting Stroking Air pumping
	Resonance	Contained air Tread Casing
	Vibration	

어로 가정하고 가진력을 받는 타이어의 음향파위를 예측하고자 하였다. M. Muthukrishnan은 타이어의 재질 변화가 타이어 소음에 미치는 영향을 파악하기 위하여 트레드와 사이드월 고무의 손실계수와 탄성계수의 변화에 대한 음압을 비교하였다. D. Tetlow는 가속주행(Pass-gy) 시험법을 통하여 차량의 하중과 속도, 노면조건등이 타이어 진동음에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. W. A. Leasure, E. K. Bender는 타이어와 노면의 상호작용에 의한 소음에 대하여 연구하였다. D. Ronneberger는 타이어/노면에 의한 소음 방사의 방향성은 타이어-노면 접지면에 위치한 음원의 기여도와 분포에 영향을 받고 있는 것으로 보고하였다.

한편, 타이어 소음에 영향을 미치는 설계 인자와 실험조건, 방법, 노면 등에 대하여 문헌조사와 J. C. Walker의 연구 결과를 참고하여 정리하면 표 2와 같다.

6. 맺 음 말

자동차는 생활수준이 향상됨에 따라 급속히 보급되어 필수품이 되고 있다. 어느 교통 수단보다 대중적인 자리에 있는 자동차는 성능면에 있어 크게 발달하여 지역산업의 성장을 촉진하고 지역간 격차를 해소하는데 크게 기여하였다. 또한, 쾌적한 생활환경을 추구하고자 하는 개개인의 욕망에 의해 단순히 교통수단이라는 인식에서 벗어나 안락함이 요구되고 있고, 환경소음 규제의 강화로 인해 환경보호의 차원에서 고려되고 있다. 타이어는 고속으로 주행하는 자동차의 주소음원으로 인식되고 있는바 안락하고 조용한 자동차 개발에 있어 우선적으로 고려되는 대항으로 자동차 소음규제의 강화와 더불어 활발

한 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

(1) Geerts, F., "Tire/Generating Mechanisms and Methods of Reduction," Continental Gummi-Werke AG, Hannover, Repub. of Germany pp.1~22

(2) Sandberg, U., Draft Regulation: Tyre/Road Noise Emission, Swedish Road and Traffic Research Institute, pp.19~30, 1990.

(3) Hieronimus, K., Hellener, G., "Reduction of Car Sound Emissions by Means of Systematic Development Work," Uni-keller Conference 91, pp.15/1~15/38, 1991

(4) 日本自動車タイヤ協會, "タイヤ騒音について," 第3報, p.2, 1987.

(5) Sandberg, U., Descornet, G., "Road Surface Influence on Tire/Road Noise-PartI," Proceedings of Inter-Noise 80 Conference, Florida, pp.359~266, 1980.

(6) Descornet, G., Sandberg, U., "Road Surface Influence on Tire/Road Noise-Partii," Proceedings of Inter-Noise 80 Conference, Florida, pp.267~272, 1980.

(7) Varterasian, J. H., "Quieting Noise Mathematically Its Application to Snow Tires," SAE Paper 690520.

(8) Hayden, R. E., "Roadside Noise from the Interaction of a Rolling Tire with the Road Surface" Proceedings of the Purdue Noise Cotrlol Conference, Purdue University, Lafayette, Indiana, pp.59~64, 1971.

(9) Willett, P. R., "Tire Tread Pattern Sound Generation," Tire Science and Technology, TSTCA Vol.3, pp.252~266, 1971.

(10) 迎 恒夫, 板本 雅彦, 五鳥 教夫, 福岡 紀幸, "タイヤノイズについて (1)," 自動車技術, Vol. 28, No.1, pp.61~66, 1974.

(11) 迎 恒夫, 板本 雅彦, 五鳥 教夫, 福岡 紀幸, "タイヤノイズについて (2)," 自動車技術, Vol. 28, No.2, pp.161~166, 1974.

(12) Landers, S. P., "A Vibrational Sound Mechanism of Lug Type Tread Designs," SAE Paper 762025.

(13) Dorsch, L. T., "Prediction Tire Noise and Performance Interactions," SAE paper 762032.

(14) Oswald, L. J., "Identifying the Noise Mechanisms of a Single Element of a Tire Tread Pattern," Proceedings of Noise-Con 81, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, pp.53~56, 1981.

(15) 山崎 俊一, 古市 曉久, 酒井 秀男, "低騒音タイヤの研究," 自動車技術論文集, No.23, pp.62~69, 1981.

(16) Schaaf, K., Ronneberger, D., "Noise Radiation from Rolling Tires Sound Amplification By the Horn-Effect," Proceedings of Inter-Noise 82, San Francisco, pp. 131~134, 1982.

(17) Ejsmont, J. A., Sandberg, U., Taryma, S., "Influence of Tread Pattern on Tire/Road Noise," SAE paper 841238.

(18) Hamet, J. F., Deffayet, C., Pallas, M. A., "Air-Pumping Phenomena in Road Cavities," International Tire Noise Conference 1990, Gothenburg, pp.19~30, 1990.

19) Pope, J., W.C.Reynolds, "Tire Noise Generation : The Roles of Tire and Road," SAE paper 762023.

(20) Plotkin, K. J., Montroll, M. L., Fuller, W. R., "The Generation of Tire Noise by Air Pumping and Carcass Vibration," Proceedings of Inter-Noise Conference, Florida, pp.273~276, 1980.

(21) Nilson, N. A., "air Resonant and Vibration Radiation-Possible Mechanisms for Noise

from Cross-Bar Tires," International Tire Noise Conference 1979, Stockholm, pp.93~109, 1979.

(22) Nilson, N. A., "On Generating Mechanisms for External Tire Noise," SAE paper 762026.

(23) Nilson, N. A., "External Tire/Road Noise : Its Generation and Reduction," Proceedings of Inter-Noise Conference, Florida, pp. 245~252, 1980.

(24) Nilson, N. A., "Principles in the Control of External Tire/Road

Noise," Proceeding of Inter-Noise Conference, San Francisco, pp. 123~126, 1980.

(25) Hong, D. P., Kim, B. S., "Prediction of Sound Radiation from Tire Tread-band Vibration," Proceedings of 1'st International Conference on Motion and Vibration Control, Yokohama, pp.1006~1013, 1992.

(26) Muthukrishnan, M., "Effects of Material Properties on Tire Noise," SAE paper 900762.