

유한요소법을 이용한 타이어 불균일성 해석

정경문, 박종언*(전남대 원), 범현규, 양영수(전남대),
김남전, 김기운, 정현성(금호타이어㈜)

주제어 : 타이어 불균일성, 유한요소법, 결합, 카카스, 트레드

자동차의 승차감 및 소음등을 개선하기 위해서는 타이어의 균일성 문제에 직면하게 된다. 또한, 타이어의 균일성은 내구성(durability) 및 미적(esthetic) 요구에 대하여도 점점 중요시되고 있다. 자동차의 타이어는 외관상 원주 방향으로 주방향의 내부구조는 균질인 것처럼 보이지만, 타이어의 제조공정 시에 발생하는 강성 및 형상 불균일을 초래하게 되는데 이를 타이어의 불균일성이라 한다. 따라서, 고도의 품질을 요구하는 타이어 제품을 생산하기 위하여는 타이어 균일성 해석이 필요하다. 타이어 균일성은 하중을 받고 있는 타이어가 회전하는 동안 발생하는 힘의 변동을 말한다. 타이어의 불균일에 의하여 발생하는 변화는 힘의 작용방향에 따라 분류되는데 수직방향의 힘의 변동의 크기를 RFV(Radial Force Variation), 수평방향의 힘의 변동을 LFV(Lateral Force Variation)이다. RFV 값이 클 때 타이어의 상하 움직임은 핸들의 상하진동을 발생시키고, LFV 값이 클 때는 핸들의 회전방향으로 진동이 일어난다. 진동과 소음에 영향을 주는 타이어 균일성 해석은 타이어의 복잡한 구조, 구성물질의 다양성 및 타이어 구성성분의 상호의존성 등의 이유 때문에 타이어의 균일성 문제와 관련하여 유한요소해석의 적용은 제한되어 왔다. 본 연구의 목적은 유한요소법을 이용하여 재료의 강성 및 형상 불균일을 갖는 타이어 균일성을 해석하고자 한다. 먼저, 타이어 균일성 문제를 해석하기 위하여 유한요소해석 모델링 방법을 제시한다. 강성 및 형상 불균일이 타이어의 회전에 미치는 영향에 대하여 해석한다.

타이어 재료는 고무와 대부분의 하중을 지지하는 부재로서 직교 이방성 재료인 FRR(Fiber Reinforced Rubber)로 이루어져 있다. 고무재료에 관한 모델은 실제 타이어에서 예상되는 변형률을 잘 묘사할 수 있는 Mooney-Rivlin 모델을 이용하였다. 본 해석에서 이용한 타이어 모델은 승용차용 래디얼 235/45R17 규격이다. Fig. 1(a)에서 보는 바와 같이 2차원 타이어 제품도상에서 절점은 449, 요소는 408개이다. 3차원 타이어 모델은 Fig. 1(b)와 같이 타이어 원주방향으로 90개의 섹터를 이루도록 하였으며, 절점수는 40410개이고, 요소는 36720개의 Solid element를 이용하여 유한요소 모델을 구현하였다. 타이어의 강성 및 체적 불균일을 모델링하여 회전시에 발생하는 균일성 해석의 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 먼저, 강성 불균일을 고려하기 위하여 카카스 부위의 한 섹터에 카카스 코드지를 2개 또는 0개의 층으로 처리하여 중첩 또는 분리되는 현상을 모델링하였다. 강성 불균일 부위가 노면과 접촉할 때 발생하는 변화는 각각 14N과 19N정도로서 분리되는 경우가 타이어 회전시에 더 위험을 초래하게 된다. 타이어의 균일성을 해석하기 위하여 원주방향으로 한 섹터에 강성 및 체적을 다르게 모델링하여 유한요소해석을 실시하였다. 타이어의 불균일성 문제를 해석하기 위하여 유한요소 모델링방법을 제시하여 실제 타이어를 모사하였다. 강성 및 체적 불균일을 고려한 3차원 타이어 모델을 회전시키면서 해석한 결과 타이어의 형상 불균일이 주는 영향이 아주 크다는 것을 알 수 있다.

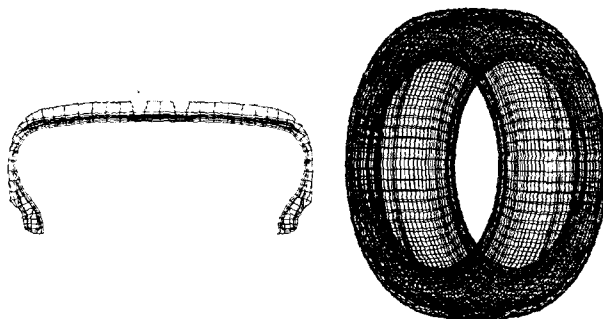


Fig. 1 Two-dimensional and three-dimensional model of tire

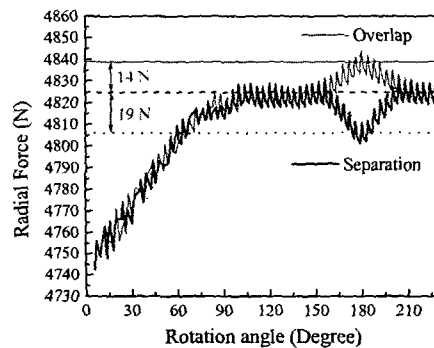


Fig. 2 Radial force variation