

타이어의 최적설계

(Optimum Design of Tire)

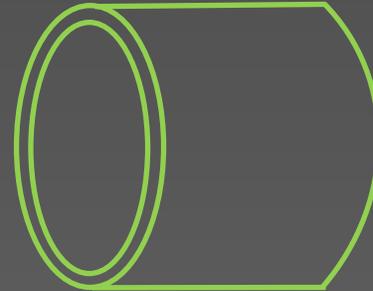
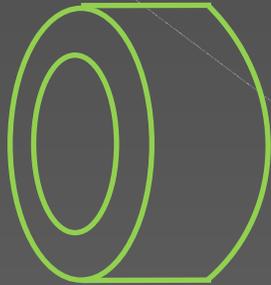
TEAM : “더위사냥”

= 2002007450 유동호

+ 2002006907 이정민



● 타이어의 형태와 성능의 상관 관계



(코너링 한계 속도, 외관 등)

승차감, 연비 ↑ 가격 ↓

접지력, 순발력,
고속주행시 안정성 ↓

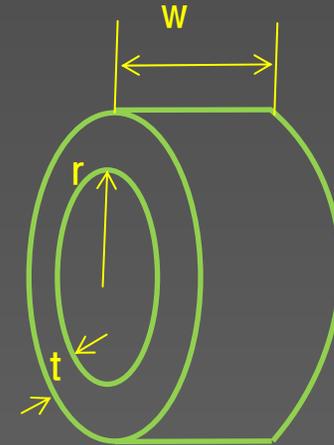
접지력, 순발력,
고속주행시 안정성 ↑

승차감, 연비 ↓ 가격 ↑

★ 편평도 : $\{(\text{sidewall의 폭}) / (\text{접지면의 폭})\} \times 100$

→ 일반적으로 휠의 직경이 커질수록 편평도가 낮은 타이어 사용

● Project / Problem Statement



- Ferrari F50과 같은 슈퍼카 계열의 차량은 고출력 엔진을 장착하고 있으며, 그 성능을 최고로 이끌어낼 수 있는 방향으로 설계되고 제작된다. 차량과 노면이 직접 접촉하는 부분인 타이어의 사이징은 고성능 구현과 역동적인 드라이빙을 위한 중요한 설계 요소이다. 실제로는 복잡한 형상과 구조를 가진 타이어를 그림과 같은 solid cylinder로 단순화 시켜 모델링하였다. F50에 사용되는 타이어의 재료는 실리카 컴파운드($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 0.8$)를 사용하며, 최소한의 완충 작용과 안전을 위해 $t=10 \text{ cm}$ 로 고정된 상태에서 **편평도 30 이상**의 것을 선택한다. 탑승 인원을 포함한 차량의 총 무게 1640 kg , Final drive ratio(주행 기어비) $3.70:1$ 에서, 타이어는 엔진의 **최대 토크 $63.513 \text{ N}\cdot\text{m}$** , 차량의 **최고 속도 325.1 km/h** 를 견딜 수 있어야 하며 (엔진과 차축, 차축과 휠, 휠과 타이어 간의 **동력 전달에 마찰 손실이 없다**고 가정한다), wheel housing 및 차량의 전체적 구조와 offset (브레이크 디스크와 휠의 차축 연결부 간의 거리)조건 등에 의해 **타이어의 중량은 9 kg 이상**이 되어야 한다. 타이어의 **부피가 최대가 되는 r 과 w 의 값은 얼마인가?** 계산 결과를 F50 순정 타이어의 제원과 비교하여 **Modeling과 formulation의 실효성 여부를 판단하라.**

● Data and Information Collection

- Mass moment of inertia : $I = \frac{1}{2} \rho \pi \{(r+t)^2 - r^2\}^2 w$
- Density of tire : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Thickness of sidewall : $t = 0.1 \text{ m}$
- Friction coefficient between road and tire : $\mu = 0.8$
- Maximum torque : $T_{\max} = 63.513 \text{ N} \cdot \text{m}$
- Maximum speed : $v_{\max} = 90.305 \text{ m/s}$
- Angular velocity : $\omega = 240 \text{ rad/s}$
- Angular acceleration : $\alpha = \frac{a}{r+t}$
- Acceleration : $a = 0.513 \text{ m/s}^2$
- Final drive ratio : 3.70 : 1
- Mass of car : $m_{\text{car}} = 1640 \text{ kg}$
- Minimum Mass of tire : $m_{\text{tire min}} = 9 \text{ kg}$
- Minimum of oblateness : $O_{\min} = 30$

- Definition of Design Variables

- Inner radius of tire (radius of wheel) : r (m)
- Width of tire : w (m)

- Definition of Cost Function

- Maximize the volume of tire

$$V = \pi \{ (r + t)^2 - r^2 \} w \text{ (m}^3\text{)}$$

● Identification of Constraints

- Torque : $g_1 = I\alpha - \frac{\mu m_{car} g}{4} - T_{max} \leq 0$
- Oblateness : $g_2 = \frac{t}{w} \times 100 - O_{min} \geq 0$
- Velocity : $g_3 = \omega(r+t) - v_{max} \leq 0$
- Mass : $g_4 = \rho V - m_{tire_{min}} \geq 0$
- Dimension : $g_5 = -r < 0$
 $g_6 = -w < 0$