

ラジコン用スポンジタイヤの改良技術開発

Technology development of sponge tire for RC car

大村 蕉¹⁾

指導教員 中島 幸雄²⁾

研究協力者 高山 成一郎³⁾

1)工学院大学大学院 工学研究科 複合材料力学研究室

2)工学院大学 先進工学部 機械理工学科

3)株式会社寿技研

キーワード： RCCar・tire・FEM・optimization・response surface method

1. 緒言

ラジコン用スポンジタイヤの評価は現状、プロドライバーによる主観的評価に依存している。そのため評価を行う場合は実際にモノを製作し、走行させることが必要であった。もし、乗用車用のタイヤの性能評価技術を応用し定量的な評価が確立できれば、効率的な開発を行うことができる。本研究では、室内試験機、及び実車評価法を開発し、タイヤの性能評価を行い、それを基にホイール、材料、タイヤ形状の各要素で改良点を提案した。本論文では、タイヤの最適形状によって性能を改良した事例を述べる。

2. 操縦性能の室内評価

タイヤの操縦性能は、図1左に示すようにタイヤが進行方向に対しあるスリップ角(SA)をもって回転するときに発生する横力、コーナリングフォース(CF)で評価できる。室内試験機を開発し、図1右に示すCF-SAカーブを生成した。CF-SA特性は、約4度のスリップ角まではラジコンタイヤでも乗用車用タイヤと同様に、直線的にCFが増加する。乗用車用タイヤではコーナリングパワー(CP, SA=0でのCF傾き)が大きければ操縦性能が良いことがわかっている。

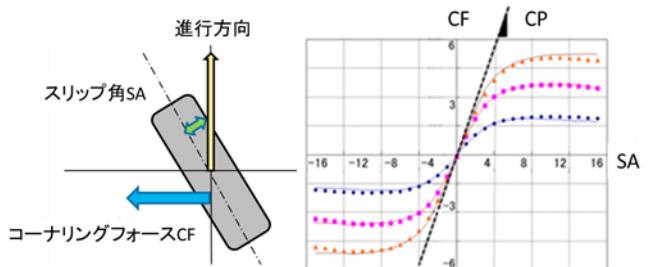


図1 CF 発生のメカニズム、CF-SA カーブ

4. FEMによる最適形状の導出

乗用車用タイヤの操縦性能は、①接地面圧が均一である、②接地面積が大きい、ことが改良方向であることがわかっているが、現行スポンジタイヤの接地面圧分布は図2左のように、両端の圧力が高く、接地面圧分布が不均一である。そこで、タイヤの最適クラウン形状を図2の手順でFEM接地解析と応答曲面法を用いて導出した。図3に示す r と l を設計変数としてクラウン形状を表現し、 r, l をパラメータとして図3に示す接地面圧偏差 f の応答曲面を作成した。応答曲面上で、 f を最小とする r, l を求め、2つの最適クラウン形状を決定した。

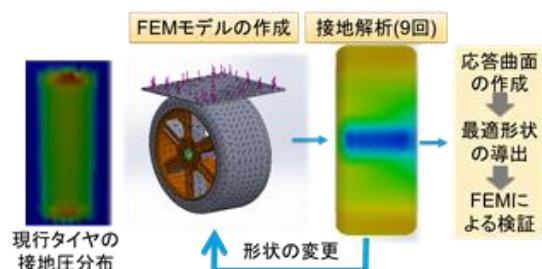


図2 最適化の流れ

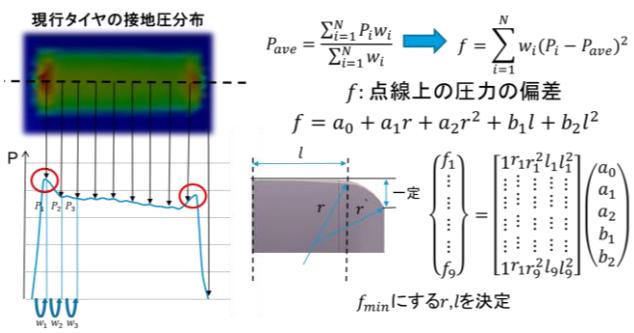


図 3 タイヤ接地特性の応答曲面

5. 最適形状タイヤの性能比較(室内試験)

図 4 に現行タイヤ, 2種の最適形状タイヤの室内試験結果を示す。接地面積は最適形状 1 では小さく, 最適形状 2 では大きくなった。一方, 接地圧偏差 f は 2 つの最適形状ともに良化した。図 4 右に示す CF-SA グラフでは, CP は 2 つの最適形状とともに現行タイヤよりも増大した。これは最適形状 1 では接地長が長くなり, 最適形状 2 では, 接地面積が増加したためと考えられる。

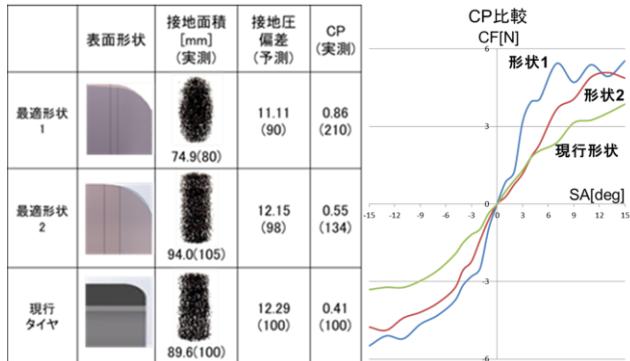


図 4 最適形状タイヤの室内試験結果

6. 最適形状タイヤの性能比較(実車試験)

図 5 に現行タイヤ, 2つの最適形状タイヤの定常円旋回による, 実車試験結果を示す。最適形状 1 のタイヤのラップタイムは現行タイヤと比べ 17% 短く, 向心方向の加速度も 54% 向上した。最適形状 2 のタイヤでも現行タイヤと比べ, ラップタイムと向心加速度の向上が確認できた。これは, 2 つの形状ともに CP が増加した結果と考えられる。

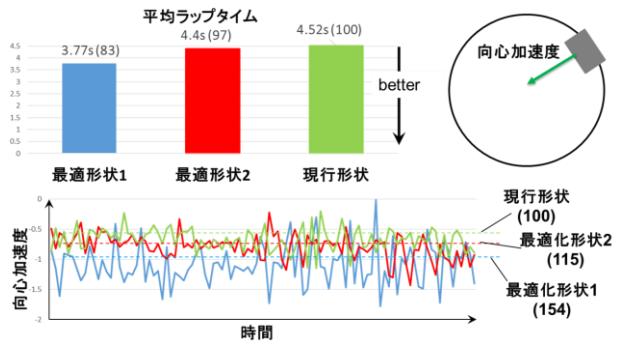


図 5 最適化形状タイヤのラップタイム 加速度比較

7. プロドライバーによる実車評価

室内及び実車評価の結果をさらに検証するため, 最適形状タイヤのプロドライバーによる実車テストを行った。図 6 の表のように現行タイヤに比べ, フロント, リアともに最適形状 2, フロントを最適形状 2, リアを最適形状 1 にしたセッティングの車の評価が他の組合せに比べ, 良い評価を得た。また, ドライバーは「最適形状 2 のタイヤは今すぐレースで使いたいと思うレベル。アベレージドライバーでも運転しやすく, 上級者でも安定したラップを出すのに有利.」というコメントを残した。

タイヤ			ドライバー評価 (5段階)
	フロント	リア	
現行 タイヤ	現行 タイヤ	△	3
最適形状 1	最適形状 1	○	3
最適形状 2	最適形状 2	○	5
最適形状 2	最適形状 1	○	5



図 6 プロドライバー実車評価結果

8. 結言

本研究では主観的評価に依存していたラジコン用スポンジタイヤを乗用車用タイヤの技術を応用し, 室内, 実車評価法を開発し, 性能を定量化することができ, FEM と応答曲面法を用いてタイヤの最適クラウン形状を導出し, その効果を検証した。最適形状タイヤは室内, 実車評価ともに現行タイヤに比べ高い性能を示し, プロドライバーからも高い評価を得た。また, 今回, 提案されたタイヤ形状は共同研究企業から発売されることが決定した。