

# AVL-CRUISE を用いた タイヤの転がり抵抗のソーラーカーの燃費への寄与の研究

## Contribution to tire rolling resistance and fuel consumption using AVL-CRUISE

岩塚真澄<sup>1)</sup>

指導教員 中島幸雄 教授<sup>2)</sup>

1) 工学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 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

本研究では精度の良い燃費シミュレーションを行うため、タイヤの転がり抵抗の燃費への寄与を明らかにして燃費計算を行う。そのため、走行抵抗に寄与する各種条件をシミュレーションソフトへ機能追加する。車両及びコースは本学WSC大会のデータを使用する。そして設定条件の違いによる燃費計算および実測値との差を比較し、精度向上を確認した。

キーワード：タイヤ，ソーラーカー，燃費シミュレーション，AVL-CRUISE

### 1. 背景と目的

地球温暖化や化石燃料枯渇の対策として自動車業界は車両の低燃費化に取り組んでいる。現在の燃費測定は室内で燃費を測定するモード燃費である。しかし、モード燃費を評価する際の車への入力には実際に車を使用した時の実燃費の入力と異なる。モード燃費は加減速を含む直進コースで評価され、実燃費は直進、コーナリング、制駆動を含むコースで評価される。このため、モード燃費は実燃費よりも良く評価される。

タイヤの転がり抵抗も図1に示すように定常直進、コーナリング、制駆動などの入力によって大きく変化する。しかし、モード燃費では、タイヤの転がり抵抗として定常直進時の一定値を用いており、モード燃費は実燃費の違いを生む一因となっている。実燃費を精度良く予測するにはタイヤの転がり抵抗が入力とともに変化することを考慮する必要がある。

本研究の目的は実路走行におけるタイヤの転がり抵抗の車両のエネルギー消費への寄与を明らかにすることである。これを実現するためにコーナリングドラッグ、制駆動時の転がり抵抗を計算する機能、風向・風速・空気密度の気象条件を汎用の燃費解析ソフトであるAVL-CRUISEに追加し、実路走行を考慮した転がり抵抗を計算可能にする。ケーススタディとして工学院大学ソーラーチームの車両と大会コースを設定し、実燃費と検証する。

### 2. AVL-CRUISE への機能追加

AVL-CRUISEは車両と実路コースを設定して燃費を計算するソフトである。実路走行時の転がり抵抗を計算するために、AVL-CRUISEにコーナリングドラッグと制駆動時の転がり抵抗の計算式を設定する。コーナリングドラッグは横力の進行方向成分である。図2のようにタイヤがスリップ角 $\alpha$ で進行するとき、コーナリングドラッグは(1)式で表せる。

$$R_c = F_y \sin \alpha \quad (1)$$

制動時の転がり抵抗は車両の加減速によるタイヤの制駆動力により発生し、(2)式で表せる

$$R_L = R_0 + \frac{F_x^2}{C_{FS}} \quad (2)$$

走行状態	コース		制駆動力
	直進	コーナリング	
転がり抵抗			
転がり抵抗の燃費への寄与	従来の考え方	実燃費	
	○	○	○

図1 転がり抵抗の種類

ここで $R_0$ は自由転動時の転がり抵抗,  $C_{FS}$ はドライビングステイフネスでタイヤのトレッドパターンによってコントロールできる.

今回の研究では, 実路走行における転がり抵抗の車両への上エネルギー消費への寄与を評価するために, 車両への入力に基づいて算出した転がり抵抗の時刻歴平均値である転がり抵抗期待値を計算可能にした. 転がり抵抗期待値は(3)式で定義される.

$$\langle RR \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T \{R_0(t) + R_C(t) + R_L(t)\} dt \quad (3)$$

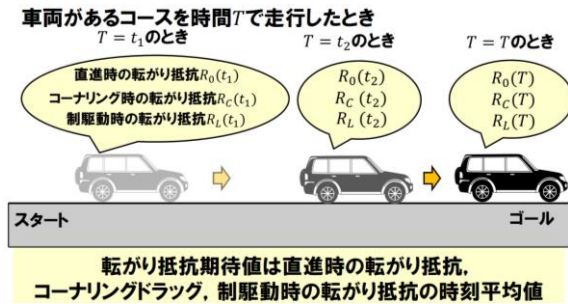


図2 転がり抵抗期待値

風向・風速は, 横方向からであればコーナリングドラッグ, 進行方向からであれば転がり抵抗に影響する. そのため, 走行時にリアルタイムで計測したデータを用いてシミュレーションを行う.

### 3. ケーススタディ

ケーススタディとして工学院大学ソーラーカーチームの車両とWSC(World Solar Challenge)の一部の走行コースを設定し, 車両へのエネルギー消費の寄与を明らかにした. AVL-CRUISE への入力は車両諸元, 車速, コースの曲率, コースの高度, 風向, 風速, 空気密度である. 車速と気象データは実測値, コース情報はGPSから取得した. また, 今回設定した風向は, 車両進行方向側である.

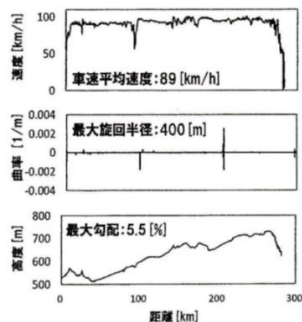


図3 車速・コース情報の設定例

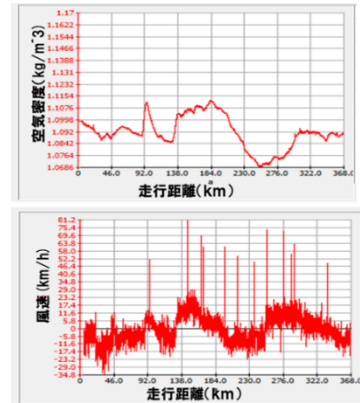


図4 気象条件の設定例

図5は実測値と設定条件変更による, 燃費シミュレーション結果の比較である. コーナリングおよび制駆動時の抵抗のみ考慮したシミュレーションと空気密度も考慮したシミュレーションで比較すると, 4%近い改善が見られ実測値に近づく結果となった.

さらに風速値を入力しシミュレーションを行ったが, 空気密度入力時との差は0.6%に留まった.

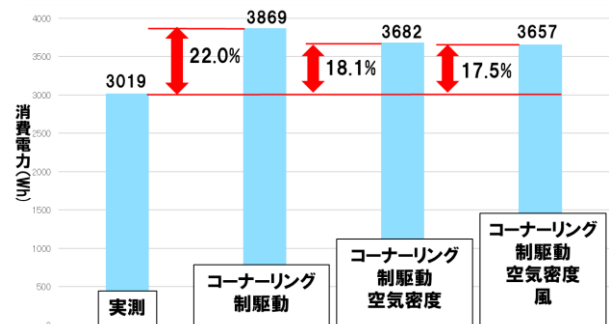


図5 実測値と各種シミュレーション結果

### 4. 結言

コーナリングドラッグ, 制駆動時転がり抵抗を計算する機能に加え, 風向・風速・空気密度を考慮した計算をするようAVL-CRUISEに追加し, 燃費計算を可能にした. ケーススタディとして工学院大学ソーラーカーチームの車両とWSCコースの一部を設定し, 条件を変え燃費計算値の比較を行い, 考慮する項目を追加すると予測精度が向上した.