

第5章

狙った走行性能を得るためにその①

モータの駆動力と車体の走り難さ

宮村 秀夫
Hideo Miyamura

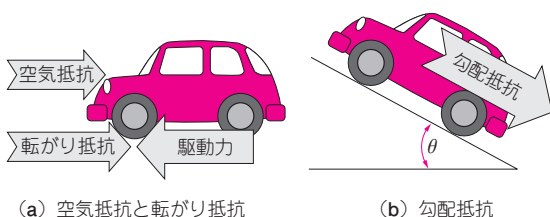


図1 車両が進む際にはさまざまな抵抗が生じる

車両が走行するのを邪魔する力 走行抵抗 [N] とモータの駆動力 F_d [N] (モータの回転数 × 車輪の径) の関係を1枚のグラフに描けば、交点が実際の車両の走行特性となります。横軸には速度をとります。

このグラフが描ければ、目標とする走行性能が実現できるかどうか直感的に分かります。モータを検討する際には駆動力の線を複数引き、どんなモータとインバータを使用するのが合理的かを検討しておく手戻りの少ない製法を行うことができます。

本稿ではこの走行抵抗/駆動力-速度特性図の作り方を紹介します。

走行の邪魔をする三つの抵抗力

● 地面を蹴る力「駆動力」によって車両は走る

車両は動力を路面に伝える車輪(駆動輪)が路面を「蹴る」ことによって前に進んでいます。この路面を「蹴る力」を「駆動力」といいます。駆動力はすなわち車両を前に押す力ですから、これに着目するとモータに求められる運転範囲が明らかになります。

車両が一定速度で走行する際に必要となる駆動力 F_d [N] は、次式で表されます⁽¹⁾。

$$F_d = \mu_r W_t g + \frac{1}{2} \rho C_d \cdot A \cdot V^2 + g W_t \sin \theta \text{ [N]} \dots (1)$$

ただし、車輪の転がり抵抗係数を μ_r [N/N]、車両重量を W_t [kg]、重力加速度を g [m/s²]、空気の密度を ρ [kg/m³]、空気抵抗係数を C_d 、前

面投影面積を A [m²]、車速を V [m/s]、登坂勾配を θ [rad]

式(1)の右辺第1項は車輪が転がることによって生じる転がり抵抗、第2項は空気抵抗、第3項は車両が坂を登るときに生じる勾配抵抗です(図1)。

走行の邪魔をする右辺の走行抵抗と駆動力が釣り合っているときに一定速度で走行できます。

● その1: タイヤの摩擦力「転がり抵抗」

転がり抵抗係数 μ_r はタイヤに固有の値で、タイヤの「転がりにくさ」を示す係数です。自転車用のタイヤですと、ロード用で0.004程度、マウンテン・バイク用で0.013程度⁽²⁾と用途によって異なります。

また、最近の自動車用低燃費タイヤは0.007から0.012程度の範囲にあるようです⁽³⁾。競技用ソーラ・カーや、低燃費を競うエコラン競技に用いられる専用タイヤでは、0.003を下回るものも存在します。転がり抵抗を下げるには μ_r の小さいタイヤを選択することはもちろんですが、式(1)より車両重量と比例の関係にありますから、車両はできる限り軽くしたいところです。

● その2: 車体の形状や大きさで決まる走行を妨げる力「空気抵抗」

空気抵抗は空気抵抗係数 C_d と前面投影面積 A で決まります。空気抵抗係数は車両の形状で決まる係数で、一般の乗用車で0.3以上ですが、低燃費をうたい文句にするハイブリッド・カーでは0.3を下回るものも発表されています。前面投影面積とは車両を真正面から見たときの面積をいいます。

空気抵抗は駆動力で見れば速度の2乗、仕事率で見れば3乗に比例して増加します。限られた出力でより速く走りたいと思えば空気抵抗の低減は大変重要となります。