

タイヤハブ装着型超音波センサでの運転状態評価の一試み

メディカル・トライボロジー研究室 黒瀬雄生

1. 緒言

車の制御の高度化が進んでおり、例えば自動ブレーキなど、安全な運転を支援する車が現れている。これらの制御は種々のセンサから得た情報をもとになされている。従来のセンサは車体やサスペンション上部に取り付けられている。本研究では路面からの情報を早めに取得できるベアリング外輪部に超音波探触子を取り付け、垂直ならびに水平力の推定を試みる。

2. 実験装置および方法

荷重の測定は図1に示すように、ハブベアリングの外輪にはほぼ45°の角度で取り付けられた5MHzの横波探触子(上, 下, 前, 後の計8箇所)により行う。ここでは荷重を支持している玉と外輪との接触状態(面積等)によって変化する反射エコー高さ h を、探触子の近隣に玉がない場合のエコー高さ h_0 により規格化したエコー高さ比 $H=h/h_0$ により荷重の推定を行う。したがって、玉と外輪との接触が密になる条件では H は低下し、疎になる条件での H は高くなる。また、チェーン駆動型の路面により車速を与え、垂直荷重は路面を上下させて加えている。

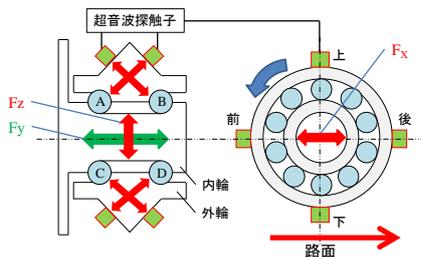


図1 超音波法での荷重測定方法

3. 実験結果および考察

図2に垂直荷重 $W_v=600\text{N}$, 車速 $V=0.6\text{km/h}$ の下でタイヤに $\theta \pm 2^\circ$ のスリップ角を与えた場合に上側探触子で測定された玉A, B部からの反射エコー高さ比 H の変化を示す。

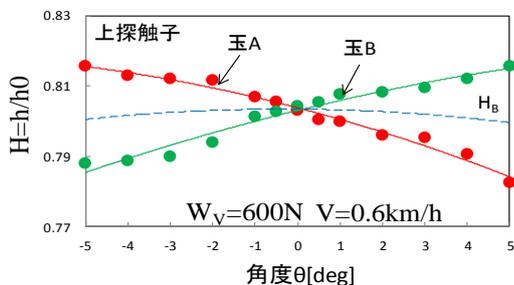


図2 スリップ角 θ を変化させた場合のエコー高さ比

H はスリップ角に対し比例的に増減する。また、玉Aと玉Bでは逆の傾向を示すが、これは図3に示すようにスリップ角を与えるとキャンパー角 β が現れてタイヤが路面に対して傾き、玉A, Bに対して β を小さくする方向のモーメントが発生するためである。このキャンパーモーメントによる玉Aと玉Bと外

輪の接触状態の変化は対照的であり、例えば玉Aが密な接触になると玉Bは同程度に疎な接触となる。よって、その平均値をとるとキャンパーモーメントの影響はキャンセルされるため、玉Aと玉Bのエコー高さ比の平均値 H_B は垂直荷重 W_v のみに依存して変化する。

図4には各荷重 W_v での上記平均値 H_B と $W_v=0$ での平均値 H_{B0} との差 $\Delta H_B = H_B - H_{B0}$ を示してある。 $\theta = -2 \sim 2^\circ$ までの ΔH_B は W_v に比例する。また、例えば $\theta = 2^\circ$ での瞬間的な ΔH_B もほぼ W_v に比例することから、上側探触子での ΔH_B の値から垂直荷重 W_v の推定が可能な事が分かる。

図5は前側探触子についての ΔH_B の変化である。前後の玉は垂直荷重を支持しないため ΔH_B はゼロであるはずだが、実際には移動路面から与えられる駆動力(水平力=摩擦係数×垂直荷重)のために ΔH_B は垂直荷重にほぼ比例して増加している。

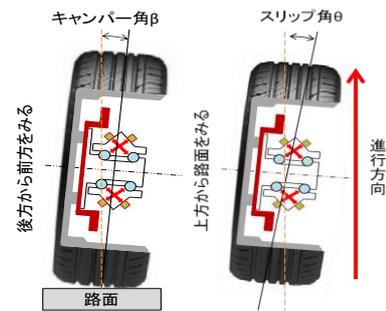


図3 キャンパー角とスリップ角

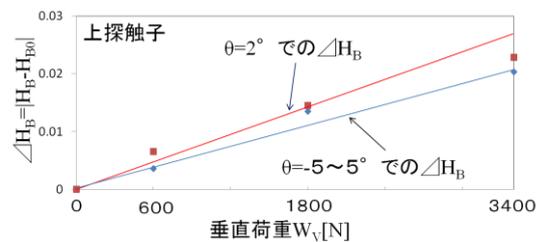


図4. 垂直荷重に対する ΔH_B の変化 (上側)

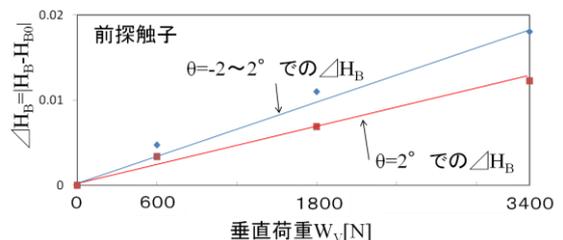


図5. 垂直荷重に対する ΔH_B の変化 (前側)

4. 結言

ハブベアリングの外輪に取り付けた超音波探触子により、車軸に作用する垂直・水平力の推定の可能性を検討した結果、スリップ角に θ を与えた場合の2つの溝にある玉と外輪の接触部でのエコー高さ比の平均値変化量 ΔH_B から、垂直力や水平力(駆動力)を推定できる可能性を明らかにした。