

超音波法によるハブベアリングにかかる力推定の基礎

メディカル・トライボロジー研究室 西濱 吉弘

1. 緒言

走行中のタイヤにかかる力を支持するハブベアリングには設計時を上回る複雑な力が作用している可能性がある。そこで本研究では、超音波法を用いハブベアリング外輪の2つのレース面と玉との接触面から反射される波の強度（エコー高さ）を基に荷重やモーメントの測定を路面から時間差なく測定する技術の開発を目的としている。¹⁾

ここでは超音波法による力とモーメントの推定結果と推定誤差要因と懸念される玉と外輪とに形成される油膜の影響の有無について検討する。

2. 実験装置・方法

力やモーメントの測定は、5MHzの横波探触子計8個(上(A,B),下(C,D),前(E,F),後(G,H))をハブベアリングの外輪に45°の角度にとりつけ測定する。垂直荷重 W_v 、速度 V をタイヤ試験機で与える。荷重の推定は、反射エコー高さ h と探触子付近に玉がない状態でのエコー高さ h_0 により規格したエコー高さ比 $H=h/h_0$ により行う。また、無負荷時のエコー高さ比を $H_0=h_1/h_0$ とした、エコー高さ比変化量 $\Delta H=H-H_0$ を用いて行う。荷重が加わり玉と外輪の接触剛性が大きくなると透過率が上がり、接触剛性が小さくなると透過率は下がり、エコー高さは上がる。この基本原理を用いて測定を行っている。

一方、測定に用いた横波は一般的に油中を伝搬しないとされているが、極薄膜では伝搬する可能性がある。ここでは鋼球と鋼平板が接触するまでの関係を基に運転中のエコー高さに及ぼす油膜の影響を検討する。

3. 力とモーメントの推定

図2はハブベアリングに取り付けられた計8個の探触子により測定させたエコー高さ比 H を基に、力やモーメントによるエコー高さ比変化量 ΔH を推定した結果である。 ΔH_{Wv} は垂直荷重、 ΔH_{WA} は軸荷重、 ΔH_{Mx} はオーバートーニングモーメント、 ΔH_{Mz} はセルフアライニングトルクの各変化量を表す。図4は、図3の較正曲線を基に作用している軸力とオーバートーニングモーメントを推定した例である。グラフよりスリップ角を大きくすると軸力やモーメント荷重も増加することがわかる。これは、タイヤが角度を大きくすると弾性変形を起こし横方向の力を発生させるからである。

4. エコー高さに及ぼす膜厚の影響

玉と外輪の間に油膜が発生するとエコー高さが変化して力・モーメント推定に誤差が生じることが懸念される。そこで、ハブベアリングに及ぼす膜厚の影響を調べる。図5は油膜形成時のエコー高さ比変化量と膜厚の関係を示す。油膜時とグリースを用い油膜厚さを0.1~500 μm で測定を行った。これより数 μm 程度の薄膜の場合、エコー高さに影響がないことがわかる。

5. 結言

横波の場合、油膜の影響でエコーが変化することはないことがわかったので、従来の力・モーメントの推定方法がそのまま適用が可能であることが明らかになった。

参考文献

- 1) 竹内, 機論(c), Vol.78, No.791, 2012, pp2592-2603

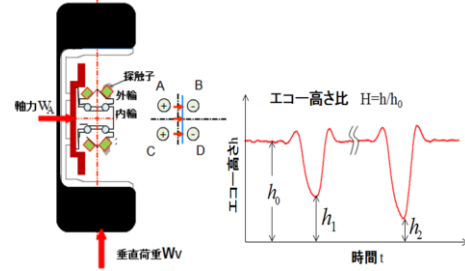


図1. タイヤ試験機概略図とエコー高さ比

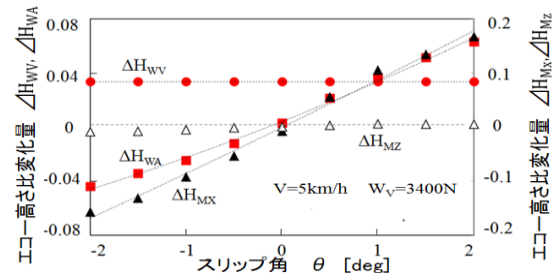


図2. エコー高さ比とスリップ角の関係

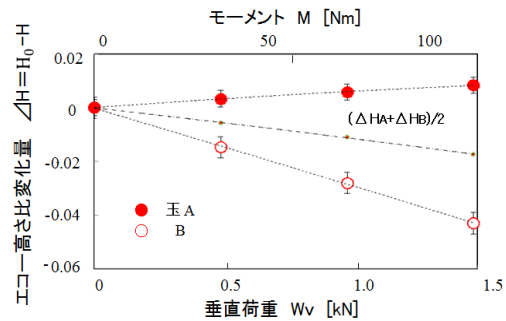


図3. 力とモーメントの較正曲線

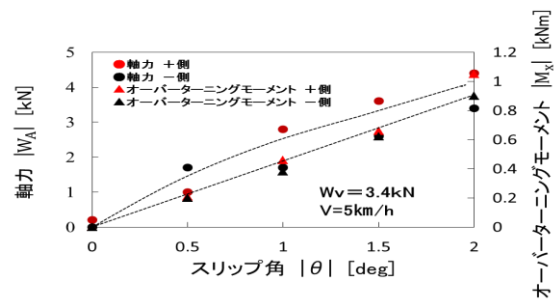


図4. 軸力・オーバートーニングモーメントと角度の関係

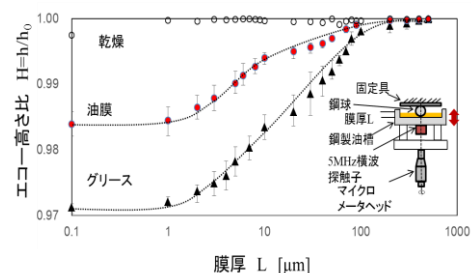


図5. 膜厚とエコー高さ比の関係