

1. 諸言

近年、自動車の低燃費化に伴い、タイヤ荷重を支持するハブベアリングの軽量化が進んでいることに加え、ロワアームのアルミ化等もあり、実装されているハブベアリングには、設計時の想定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)観測を基にした荷重測定を試みている¹⁾。ここでは、タイヤを静止させた状態での、垂直荷重や軸荷重の測定の可能性について述べる。

2. 実験装置ならびに測定方法

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(上側、計2個)により行う。垂直荷重 W_v はタイヤを介して、軸力 W_A は直接ベアリングの軸心に加えた。

タイヤが回転した際のエコー高さ h は、図1中に示すように、探触子直下に玉が近づくと減少し(h_1)、荷重の増加により玉と外輪の接触が密になる場合にはさらに減少する(h_2)。ここでは、そのような反射エコー高さ h を、探触子の音軸近くに玉が存在し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。

3. 実験結果および考察

図2には、垂直荷重 W_v に軸荷重 W_A を重畳させて負荷したときのエコー高さ比 H の変化を示してある。図中の一点鎖線(黒丸)は、垂直荷重 W_v のみを負荷した場合の各玉でのエコー高さ比 H_{Av} と H_{Bv} の平均値である。

垂直荷重に軸荷重 W_A を重畳すると、玉と外輪の接触が密になる玉A側での H は低下し、疎になる玉B側での H は逆に増加する。 W_A に対する H の増減の程度は、垂直荷重でのそれとほぼ同じで、例えば $W_v=2N$ に $W_A=2N$ の荷重を重畳した場合の、玉B(接触が疎になる)のエコー高さ比 H は増加し、 $W_v=0N$ での H にはほぼ等しくなる。

一方、 W_A の重畳により接触が密になる玉Aの H は同じ量だけ減少するので、それらの H の平均値は、軸荷重を負荷していない場合の値、したがって垂直荷重 W_v のみを負荷した場合の H と一致する。また、各玉での H とそれら H の平均値との差は、軸荷重のみを負荷した場合の H に相当する。これらの関係を整理すると、下式となる。

$$\begin{bmatrix} H_0 \\ H_0 \end{bmatrix} + \alpha \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_v \\ W_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_A \\ H_B \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、 H_0 は $W_v=W_A=0kN$ 時のエコー高さである。上式を連立させて解くことにより、垂直荷重と軸荷重を個別に推定できる。図2中の垂直荷重 W_v とエコー高さ比 H の関係(係数 α : 軸荷重でも同じ)を用いて推定した荷重 (W_{Ve}, W_{Ae}) は図3に示すように、実際に負荷したそれぞれの荷重 (W_v, W_A) とほぼ一致する。

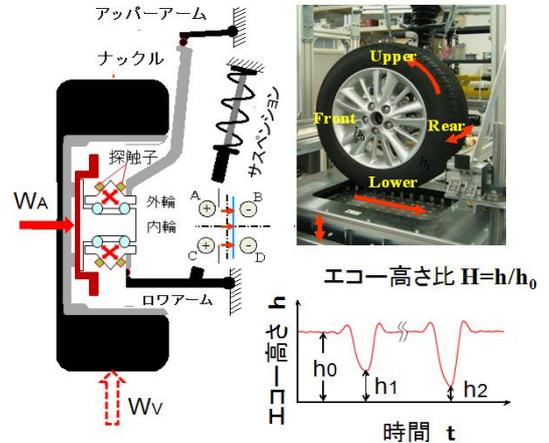


図1 タイヤ試験機とエコー高さ変動

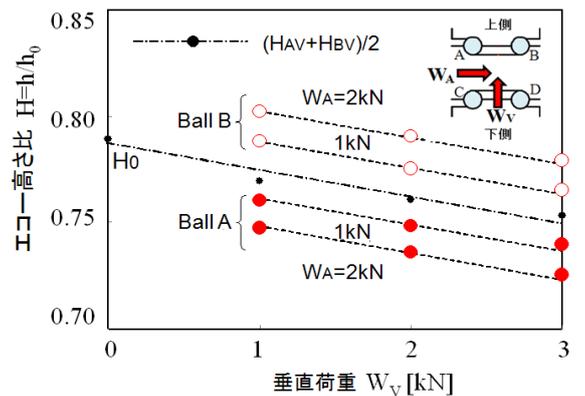


図2 W_A が W_v に重畳された場合のエコー高さ比

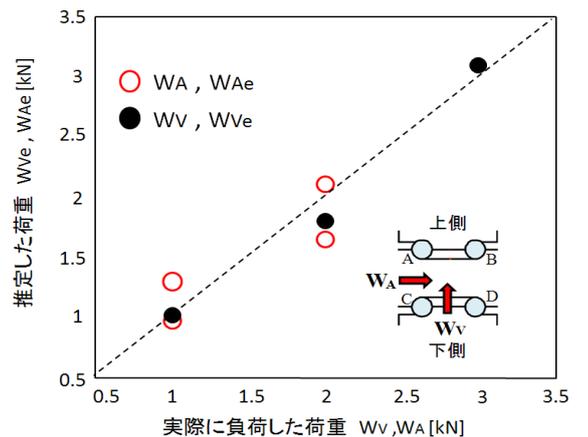


図3 負荷荷重と推定された荷重との関係

4. 結論

垂直荷重と軸荷重が重畳して負荷されている場合であっても、各玉A,Bに対するエコー高さ比 H の測定により、それら荷重を個別に推定できる可能性が明らかになった。

参考文献

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