

1. 緒言

近年の省エネルギー化に伴い、必要以上の潤滑油の供給による攪拌抵抗の増大を避ける目的で油量を減らす、あるいは噴霧により効率的な潤滑を行う方法が検討されている。

しかし、上記の潤滑方法では必要な油が供給されなくなる危険性があり、それに伴い固体接触が生じ急激に潤滑状態が悪化することが考えられる。

従来の軸受の油膜観測として有名なものには SPM(ショックパル)法がある。しかし、この方法は固体接触の頻度で油膜観測を行っており、流体潤滑下での油不足状態や低回転のようなショックパルスが低い場合は測定が困難となる。また機械装置の共振点を用いるので故障の頻度も高くなる。

そこで本研究では超音波法を利用し、油不足の観測を試みた。ここでは外輪と玉との界面からの反射エコーの観測から、そこでの潤滑状態の評価を行った結果について述べる。

2 超音波法および実験装置

実験装置で使用した軸受は 6212 の開放型軸受であり、分割型ハウジングに 40kN の締付力を付与し 1000rpm で実験を行った。潤滑状態の評価は 2MHz、10MHz の超音波探触子をハウジング外側に取り付け観測を行った。2MHz と 10MHz は周波数の違いから油膜測定が可能な範囲が異なるため 2 種類の探触子を使用した。実験では油不足や面荒れを再現する目的で軸受をアセトン中で超音波洗浄をした後、運転開始前に低粘度の鉱物油ベース合成潤滑剤を運転前に 0.5cc 噴霧した。また、運転中の軸受に対し注油は行っていない。

図 1 には概略を示す。超音波法による潤滑状態の評価原理を示してある。外輪と玉の境界面の反射波 h_2 に注目した。

h_2 は外輪裏面の状態(ボールや油膜)に応じてその一部が反射し探触子に戻る。図 1(a)の状態でのハウジングとの界面からの反射エコー h_0 で標準化したエコー高さ比 $H=(1-h/h_0) \times 100$ により潤滑状態を評価する。したがって H は、各界面からの音波の透過の尺度となり、例えば同図(b)のように変化する。潤滑状態は、(b)や(c)のように玉が超音波探触子の音軸近房にあるときの第 2 反射波 H_2 の変動より評価する。

例えば、(c)のように乾燥下でかつ面荒れが発生した軸受では玉側への音波の透過が著しく低下するため、(d)中の(b)のように、音軸への玉の接近に伴うハウジング界面からの音波の透過量増加(第一反射波: H_1 参照)に応じて外輪裏面からの反射量が大きくなり H_2 は低下する。一方、十分な油が存在する健全な軸受の場合には(b)に示すように油や玉側への音波の透過により音軸近房での H_2 は逆に増加するため、 H_2 による潤滑状態の評価が可能になると考えられる。

なお H_1 のピーク値を一点鎖線で示してある。

3 実験結果および考察

図 3 は軸受が健全な状態から固体接触が発生していると考えられる波形の経時変化である。2MHz の (i) 部分は玉入り口部に溜まった油だと推察される。そのため 0min では (i) 部分では透過が著しいが、100min 経過した時はほぼ確認できなくなり、図 1(c) のように乾燥

状態と同じ左右対称の形状になった推察される。100min 経過すると音軸からのずれ Δt もほぼ確認できなくなっている。

10MHz は、玉と外輪との接触状態の油膜変化が顕著に表れている。運転開始直後は非接触状態との差 ΔH が +4% であった。しかし、180min 経過した際には -4% まで低下していることから油膜不足と面荒れが発生したと推察される。

4 結言

玉と外輪の界面から反射するエコー高さ(H_2)の挙動から油不足を含む潤滑状態の評価が可能だと考えられる。

文献

- (1) 小川昌哲:日本設計工学会平成 20 年度秋季講演会予稿集

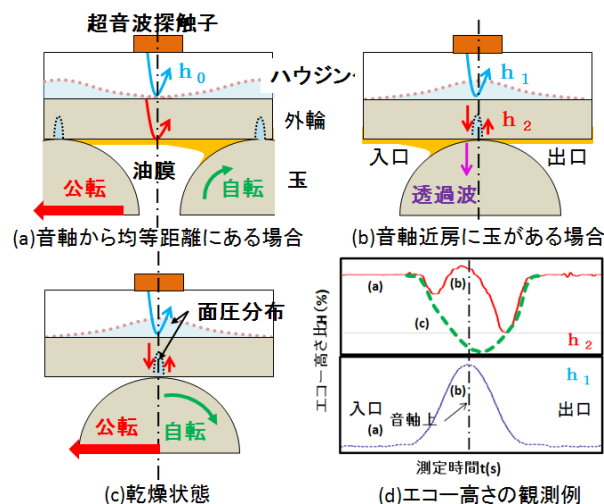


図 1 超音波法による潤滑状態評価モデル

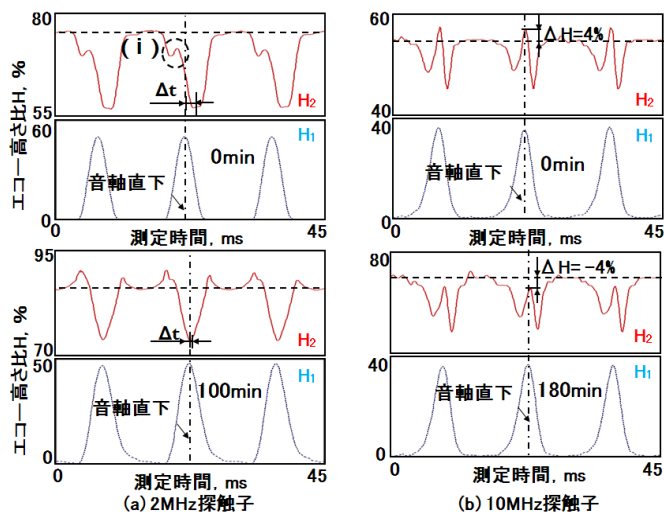


図 2 エコー高さ比 H_2 の経時変化