

ラジアル荷重を受ける転がり軸受の振動診断

広島大学大学院 工学研究科
機械システム工学専攻

関 口 泰 久

対象機械: 転がり軸受試験装置の軸受部



- 単列深溝玉軸受 (6006)
- 内輪回転数 1800 rpm
- グリス潤滑
- 外輪 (静止側) にラジアル荷重の負荷 8 kN
- 軸受外輪の加速度波形観測
- センサ感度 5 Hz ~ 15 kHz (± 3 dB), 10 kHzのローパスフィルタ
- サンプリング周波数 20kHz

3

テーマの背景

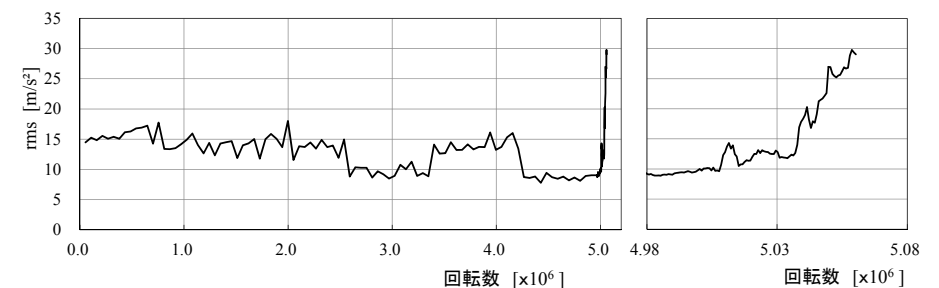
- 転がり軸受の振動診断における, 新たな診断パラメータの開発に関する研究に従事.
- 過去の研究では, 予め軸受に設けた傷の診断を行った.
- より実用に供する研究のために, 現在転がり軸受の転動疲労試験における振動診断に取り組んでいる.
- その際に生じた, 過去に経験の無い振動波形が得られ, その診断法について考察した.

2

発生した現象

- 運転46.7時間 (総回転数 5.04×10^6) にて大きな振動が発生した.
- 基本定格寿命 $L_{10} = 4.49 \times 10^6$ 回転, $L_{10h} = 41.2$ 時間

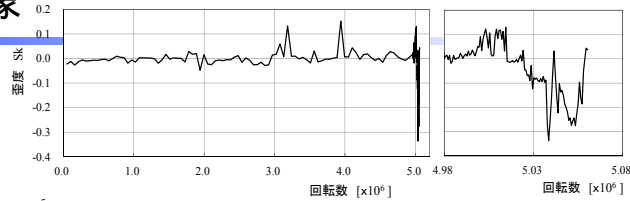
rms値の変化



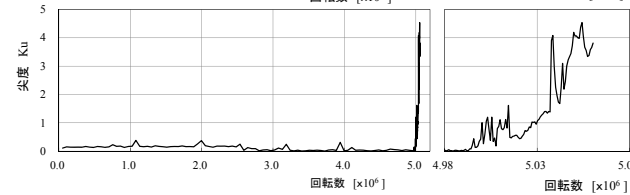
4

発生した現象

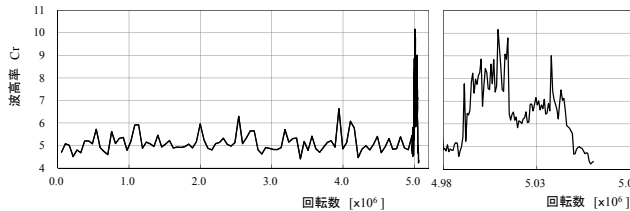
- 歪度Sk



- 尖度Ku



- 波高率Cr



5

原因推定

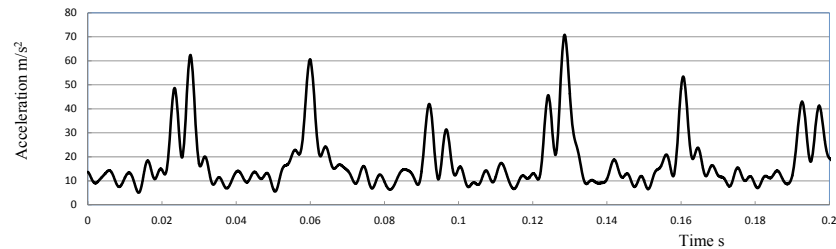
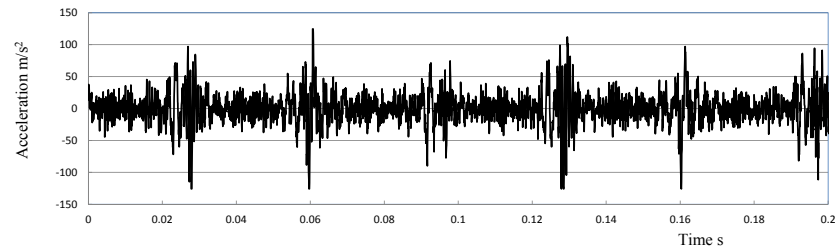
- 総回転数が基本定格寿命を超えていたため、レース表面が剥がれ、振動値が上昇したと考えられる。
- どの部位(外輪, 内輪, 転動体)に傷が発生しているか、の推定には、周波数分析が必要。

6

解析・データ分析 1

- 5.05 × 10⁶ 回転時

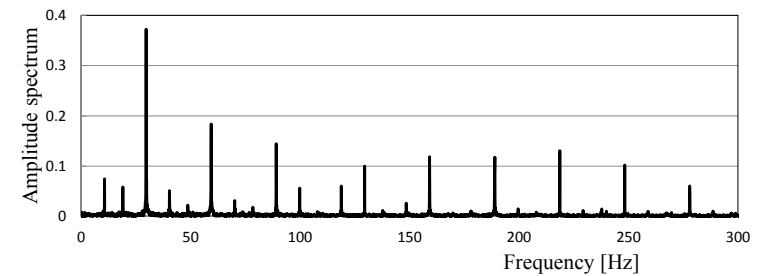
- 時系列波形 → 包絡線処理 → 周波数解析



7

解析・データ分析 1

- 時系列波形 → 包絡線処理 → 周波数解析

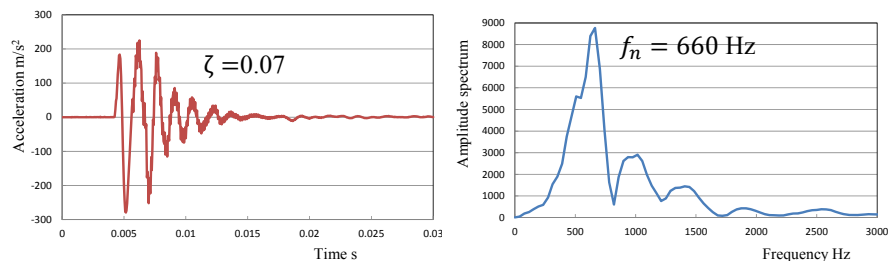
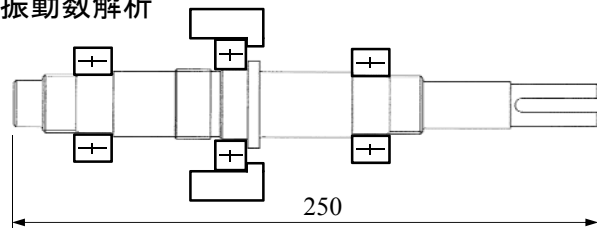


一部の周波数帯域のみ表示

8

解析・データ分析 2

- 軸系の固有振動数解析



9

解析・データ分析 3

- 回転軸系と静止系の接触 (Rub) の確認
- 目視による接触部位の確認
- 一方向にのみ加速度センサ. 振れ回りの方向は未確認.
- 接触の跡は確認できず.

10

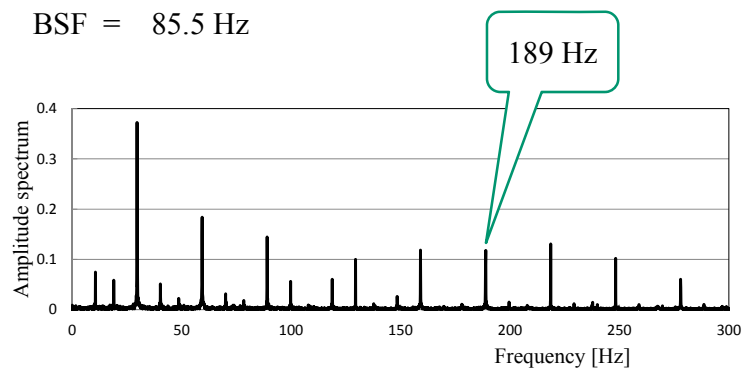
解析・データ分析 4

- 転がり軸受の特徴周波数

BPFI = 190 Hz

BPFO = 135 Hz

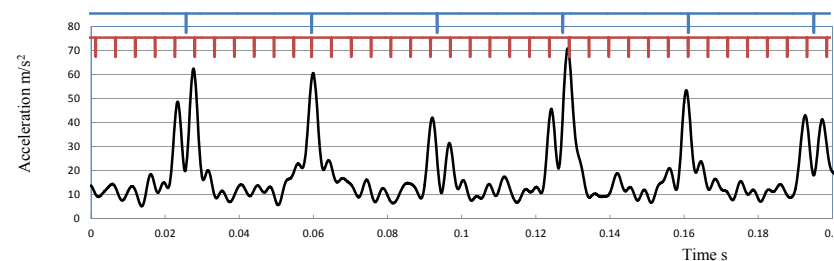
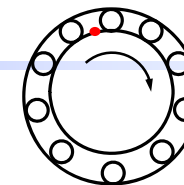
BSF = 85.5 Hz



11

解析・データ分析 4

- 回転: **タイムマーク**
- 内輪傷 と 転動体 が接触: **タイムマーク**



12

解析・データ分析 5

- 軸受に偏心がある場合
(たとえば内輪がいちじるしく摩耗しているような場合)
発生する周波数 nf_r f_r : 主軸回転数

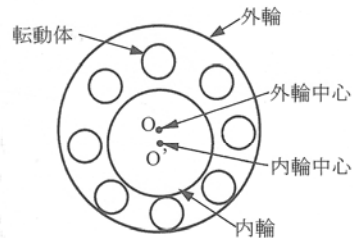


図 7.6.4 転がり軸受の偏心

カテゴリIII教科書 第2版 p.305

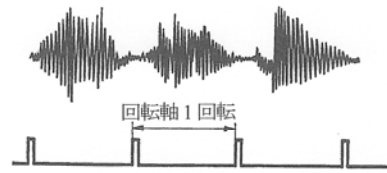
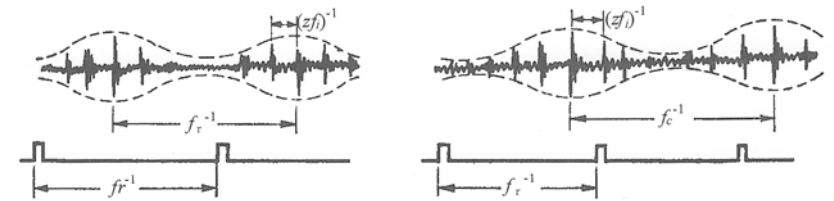


図 7.6.5 偏心があるときの振動

13

解析・データ分析 6

- 内輪にスポット傷がある場合



異常の状態	発生する周波数
通常のラジアルすきまのある場合	$nzf_i \pm f_r, nzf_i \pm f_c$
すきまがなく、内輪と転動体が常に同じ大きさと接触している場合	nzf_i

zf_i : BPFi

f_r : 主軸回転数

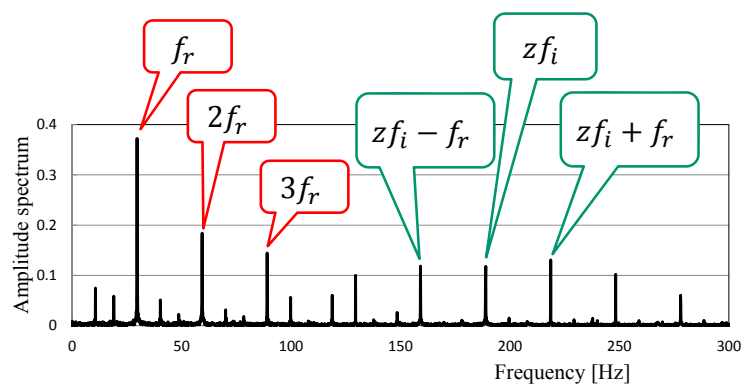
f_c : 転動体公転周波数

カテゴリIII教科書 第2版 p.305

14

対策・結果 1

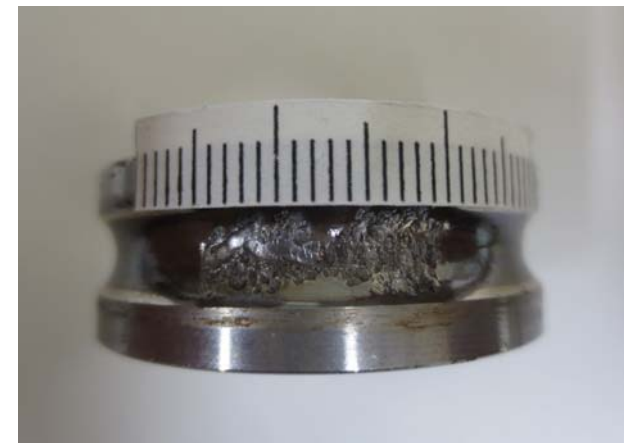
- 軸回転周波数 $f_r = 30$ Hz
- 転がり軸受の特徴周波数 BPFi = 190 Hz = zf_i



15

対策・結果 2

- 軸受を解体し、確認: 内輪傷が生じていた。



16

教訓

- 転がり軸受の内輪に傷が生じた場合
- アクシヤル荷重がなく、ラジアル荷重が大きい場合
特徴周波数: $zf_i \pm f_r$ に加え nf_r が生じることがある.
- 診断の際には、特徴パラメータの変化および周波数分析結果だけでなく、時系列波形(包絡線)にも注意する必要がある.