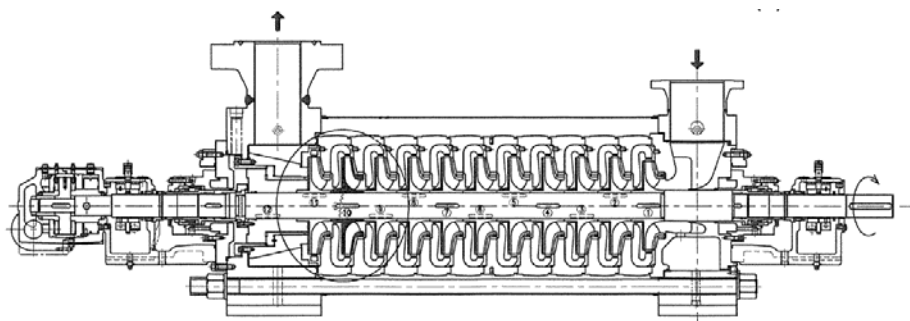


ボイラ給水ポンプ軸 クラックの発生とねじり振動

株式会社 西島製作所
和田章弘



全揚程	1868m
吐出量	384.3m ³ /h
回転速度	2980min ⁻¹
電動機出力	2380kW
揚液	ボイラ給水
液温	166.9°C

図1 対象機器(電動機駆動 多段輪切り型ボイラ給水ポンプ)

対象機械と発生した事象

- 火力発電所用ボイラ給水ポンプ
- 多段輪切型(11段/バランスピストン式)
- 電動機駆動(固定速)
- 運転開始後約6年を経過
(運転時間:15,614hr 起動停止回数121回)
- 突然、軸受振動が上昇しアラーム値33μmを超過⇒緊急停止

推定原因

時間波形の急上昇傾向から、内部接触による熱曲がりの進展もしくはロータ部品の一部欠損によるアンバランスの増大などを懸念し、危険と判断して分解点検

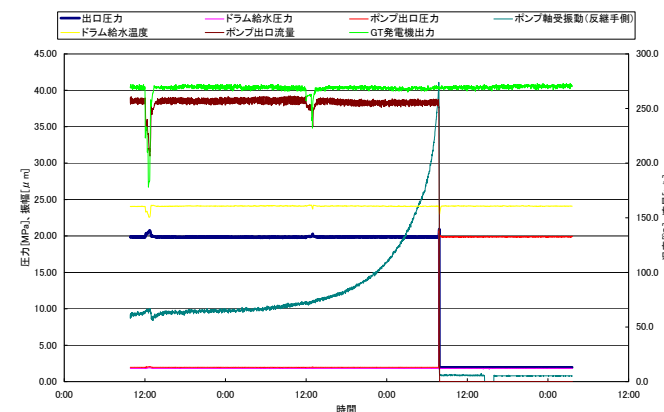


図2 監視パラメータ時間トレンド

解析・データ分析 1

破断面の分析

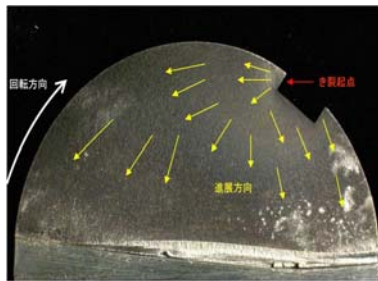


図3 クラック発生部位破断面

主軸の液体浸透探傷試験の結果
最終段から2番目の羽根車下
キー溝中央部に微小なクラック検出

亀裂の起点はキー溝側面の先端より
やや底側(1/3程度)

約45度傾いた方向から約1mm進展
した後に回転曲げ疲労の進展様相

要因に対する仮説



- ・キー溝部に発生したフレットング疲労による疲労強度低下
- ・電動機起動時に発生するねじり振動による繰り返シトルク加振

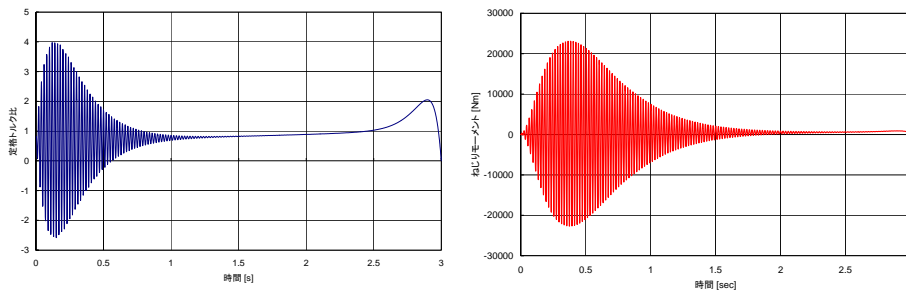
解析・データ分析 2

表1 ねじり固有振動数解析結果

次数	固有振動数[Hz]		
	現状設計	加振周波数	離調率
1次	50.611	49.7Hz (回転数成分)	1.8%
4次	332.634	347.9Hz (NZ成分)	4.6%

電動機回転数成分と一次固有振動数の離調が小さい(2%以下)

解析・データ分析 3



電源周波数50Hzのトルク変動を
付加したトルク曲線

亀裂発生部における
ねじりモーメント応答

図4 ねじり振動応答解析

可能性として、フレットングによる疲労強度の低下が
存在すると仮定すれば、亀裂の発生しうる応力の負荷があり得る

対策・結果

表1(改) ねじり固有振動数解析結果

次数	加振周波数	固有振動数[Hz]		
		当初設計	改造設計	離調率
1次	49.7Hz (回転数成分)	50.611	52.999	6.6%
4次	347.9Hz (NZ成分)	332.634	362.555	4.2%

- ①主軸径UP($\phi 95 \Rightarrow \phi 105$) 安全率3割向上・ねじり固有値変更
- ②カプリング変更(ねじり固有値変更・4次が近づいたため)
- ③羽根車を焼きバメ構造(フレットング防止)

この結果、以後同様の振動増加・軸クラックの発生を防止できた。

教訓

- 一般には、インバータ制御やエンジン駆動などねじり加振の懸念される駆動方式の場合、設計段階でねじり振動を検討
- 固定速の誘導電動機起動でも、長軸で慣性の大きいロータの場合は設計段階でねじり振動の評価を行うことがのぞましい。