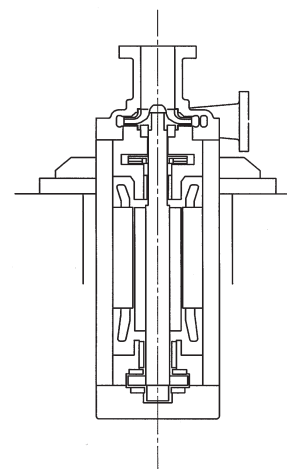


カテゴリーIV面接試験での発表紹介

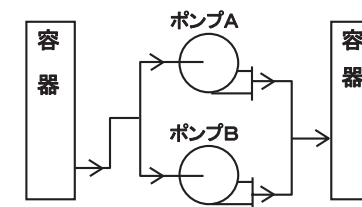
ポンプの並列運転によるうなり事象

株式会社 日立プラントテクノロジー
ポンプ・送風機設計部
門脇 勇

対象機械



仕様：吸込口径 100mm
吐出口径 80mm
段数1段
定格流量 30m³/h
定格全揚程 120m
定格回転速度 3600rpm
誘導電動機出力65kW
ダブルポリュート
片吸込み 羽枚数6枚



ポンプAとポンプBは同一仕様のポンプで、各ポンプは別々の部屋に設置されています。

系統概略図

図1 ポンプ装置概要

発生した現象と原因推定

(1) 発生した現象

2台並列に設置された立軸形渦巻ポンプ(A, B号機)が並列にて定常運転中、1台(B号機)から、うなり音が聞こえるため、ユーザからポンプの異常が疑われるとして、原因究明を依頼された。なお、ポンプのケーシング振動値は6 μ mと許容値30 μ mと比較して小さく、また、騒音も84dBと管理値の110dBよりも小さいため、振動・騒音の値自体に問題は無い。

(2) 推定原因

誘導電動機を使用していることから、ポンプから発生する回転成分を基本とした振動が、電動機の僅かな回転速度差により周波数の差を生じ、その振動が吐出配管などを伝わって重ね合わされ干渉し合い、うなりが発生したものと推定。

データ収集

現地でのデータ収集は下記測定器を使用し、各ポンプ別々のタイミングで測定した。

- ① 騒音計 RION NA-24
- ② 録音機 SONY TCD-D7

上記データを工場へ送ってもらい分析した。

- ①再生機 SONY TCD-D7
- ② A/D 変換 グラフテック WR9000
- ③ アンチエイリアシングフィルタ エヌエフ回路設計ブロック 7232フィルタモジュール
- ④ 振動解析 DADiSP

解析・データ分析

騒音のデータをユーザから入手、その波形を観察するとA号機にはうなりは無いが、B号機において1.4秒程度の周期のうなりが発生していることがわかった(図2, 3)。

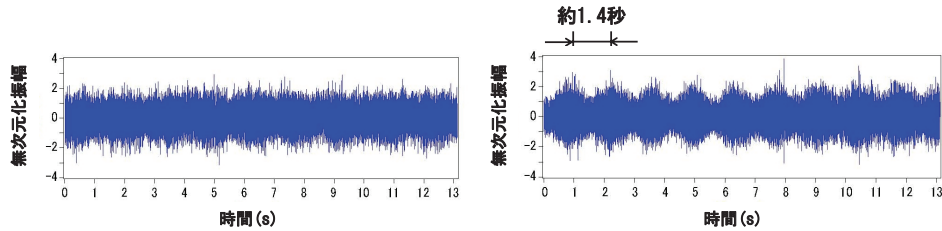


図2 ポンプケーシング付近騒音波形(A号機)

図3 ポンプケーシング付近騒音波形(B号機)

サンプリング周期 50 μ s データ数 262,144点 サンプリング時間 13.1s

解析・データ分析

また、それぞれの騒音振動波形を周波数分析したところ、A号機では「羽根枚数×回転速度」の成分(以下NZ成分)、2NZ成分、回転と同期していない90Hzの振動が同じような大きさで観察されたのに対し、B号機はNZ成分が唯一卓越しており、その他の成分は小さいことがわかった(図4, 5)。

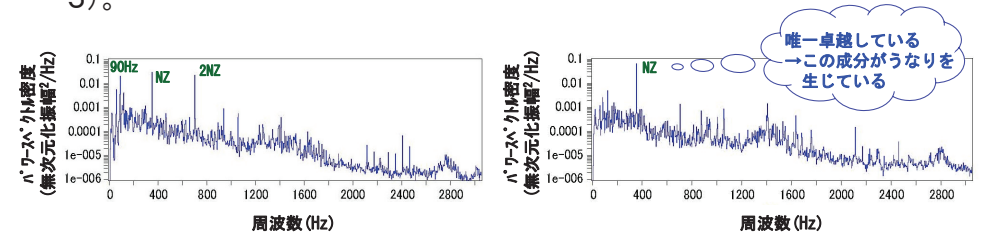


図4 ポンプケーシング付近騒音パワースペクトル密度(A号機)

図5 ポンプケーシング付近騒音パワースペクトル密度(B号機)

周波数ステップ 3.1Hz 3kHz以上非表示

解析・データ分析

前述から、NZ成分のうなりであることが推定できるため、NZ成分だけを残してバンドパスフィルタをかけて振動波形を観察すると、B号機のうなりはより顕著になったほか、A号機の振動波形にもうなりが観察された(図6, 7)。

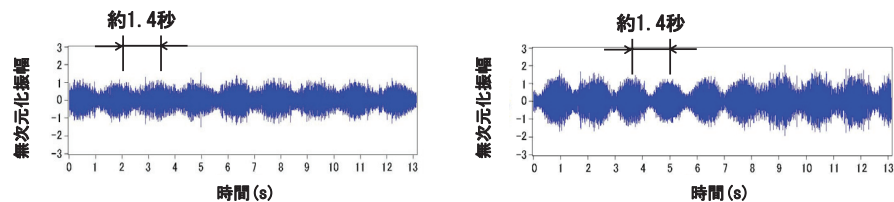


図6 NZ成分バンドパスフィルタ波形(A号機)

図7 NZ成分バンドパスフィルタ波形(B号機)

300~500Hzバンドパス
バンドパスフィルタ周波数 300~500Hz

解析・データ分析

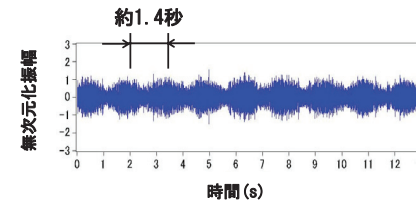


図6 NZ成分バンドパスフィルタ波形(A号機)

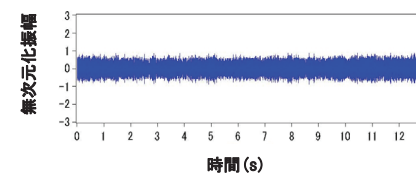


図8 2NZ成分バンドパスフィルタ波形(A号機)

バンドパスフィルタ周波数 500~800Hz

また、A号機の振動波形を2NZ成分にてバンドパスフィルタをかけたところ、うなりは観察されなかった(図8)。

A号機でうなりが判別できなかったのは、うなりの無い2NZ成分、90 Hzの成分が重畳して見えなくなっていたためと思われる。

解析・データ分析

振動波形の周波数分析結果をNZ成分に着目して周波数軸を拡大するとA, B号機の両方で2つの振動のピークが観察された(図9, 10)。今回のうなりの原因はこの2つの振動成分の相互干渉によるものと推定される。なお、2つのピークの周波数の差は回転速度で7rpmに相当し、異常な値ではない。

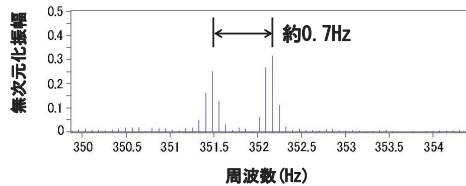


図9 NZ成分スペクトル(A号機)

周波数ステップ 0.076Hz
 サンプルング周期 50 μ s データ数 262,144点 サンプルング時間 13.1s
 ハニングウインドウ

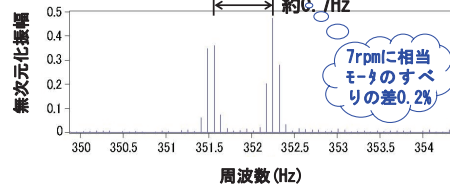


図10 NZ成分スペクトル(B号機)

顧客への説明

以上データを顧客へ提示したが、さらに具体的な説明を求められた。

羽根が1枚、舌部を通過するごとに1つの周期の脈動が発生、それが重なり合脈動と同じ周波数の振動が発生する。そして、そのタイミングがゆっくり変化することでうなりが生じる。

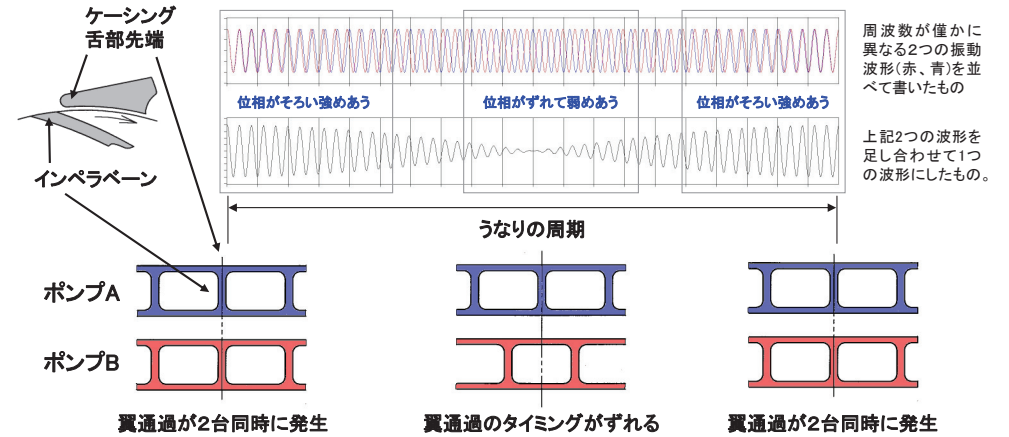


図11 翼通過によるうなりの発生メカニズム

対策・結果

ポンプの振動値を含めた運転パラメータに異常は無く、うなりの原因もポンプ振動の相互干渉であり、ポンプの異常ではないため装置への対策は行わず、継続監視とした。その後の分解点検においても異常は無く、問題なく運転されていることがわかった。

教訓

ポンプを並列に設置する系統では給吐配管でポンプ同士が接続されるため、振動が相互に伝わりうなりが発生することがある。機器に異常が無ければ、うなりの現象自体は問題ではないが、ユーザは良い印象をもたないのでその発生メカニズムを理解してもらう必要がある。

以上



認証試験受験を計画されている方へ(1)

機械の振動監視診断はロータダイナミクス、構造体振動、流体振動など学問的知識、回転機械やバルブ、容器などの機械要素の知識、計測技術、機器据付、保守や対策処理などの運用面での知識と、かなり広範囲に渡っています。これらをすべて自学することは困難ですので、これらをコンパクトに要点だけ纏めた訓練は非常に有用です。受験される方はこの訓練を充分活用されるのが良いと思います。また、資格取得の必要条件ですので振動監視に従事される方の受講はもちろんですが、機械工学の一般的なカリキュラムとして多くの方に訓練を受けていただけたらと思います。



認証試験受験を計画されている方へ(2)

特に長年現場での経験を積まれている方に当てはまることですが、運用面や機械要素に踏み込んだ部分については各現場の常識があって、その常識が各現場で異なってくる場合があります。そして、その常識が訓練の内容とずれが生じることもあるかもしれません。そういった常識に固執せず柔軟な思考で訓練内容を理解され試験に臨まれたほうが良いと思います。そのためには訓練用のテキストをはじめ、訓練機関で推奨しているような文献は目を通されたほうが良いと思います。また、訓練やV_BASE、本ミーティングなどのコミュニティの場での意見交換は受験を計画されている方にとって非常に有用と考えます。

以上