

回転機器への音響診断適用について

Application of Acoustic diagnosis for rotating machines

(株) 中部プラントサービス	神保吉秀	Yoshihide Jimbo	Member
(株) 中部プラントサービス	黒柳克巳	Katsumi Kuroyanagi	Member
(株) 中部プラントサービス	瀬戸脇浩友	Hiroto Setowaki	Member
(株) 中部プラントサービス	肥田茂	Shigeru Hida	Member

This report describes the effectiveness of the application of acoustic diagnosis using vibration data for inspecting rotating machines. We usually apply the vibration diagnosis for the inspection of rotating machines on CBM(Condition Based Maintenance). However, with the vibration diagnosis, sometimes we cannot discover the cause of abnormal sounds from rotating machines. Therefore, we tried another diagnosis. We converted the vibration data to the acoustic data and then inspected the abnormal sounds. We used the frequency filters in the acoustic analyzer for the diagnosis. This acoustic diagnosis method is helpful in transmitting the inspection techniques of rotating machines to the next generation.

Keywords: rotating machines, abnormal sounds, Acoustic diagnosis, frequency filter

1. 緒言

回転機器の診断において、回転機器から異音が発生し機器の異常が疑われる場合、振動診断を行うのが常であるが、特に異常は認められず異音の発生原因が解らないことがある。そこで、採取した振動データを音として再現し、音そのものを分析して異音の発生原因を探る音響診断法を試みた。本報告は、その有効性について記したものである。

2. 異音の発生状況について

ある回転機器を聴診したところ、異音が発生していたため振動診断を行った。その結果、振動オーバーオール値は前回の定期振動測定結果となんら変わらない値であり、特に異常は認められなかった。詳細に振動値をFFT分析した結果、高周波の加速度が前回と比べてわずかながら高い傾向はあったものの、問題となる値ではなかった。振動値には異常が見つからないため、様子を見ながらその機器の運転を続けると、異音

はいつの間にか消えてしまった。結果は良好ということで落ち着いた。しかしながら、異音の発生は、なんらかの異常兆候を示すものであるため、数値データとして収録し、分析を行う必要があった。

3. 振動データを利用した音響診断の適用

3.1 音響診断法概要

異音が聞こえていた理由は、振動ピーク値が変動しており、その結果、音圧レベルが変動する形となって変動音として聞こえていたのではないかと推測できる。そこで、異音と感ずる音を収録・再生し、周波数分析する手法を試みることにした。音の分析は、聴診棒によって聞いた軸受け音を再現して分析できるように、次の方法で行った。

- 1) 加速度ピックアップを用いて振動データを採用する。機器構成を Fig.1 に示す。
- 2) 採取した振動データを音に変換して再生できるソフトウェアを使って、異音と感ずる音を周波数フィルターで抽出し、周波数分析を行う。画面を Fig.2 に示す。
- 3) 抽出した音のレベルをレベルメーターで測定し、変動していることを捉える。

連絡先：神保吉秀、〒437-1695 静岡県御前崎市佐倉 5561
中部電力(株) 浜岡原子力発電所内 保守センター第1棟
株式会社中部プラントサービス 浜岡総括事業所
技術部 技術グループ
電話:0537-85-4347、e-mail: y-jinpo@chubuplant.co.jp

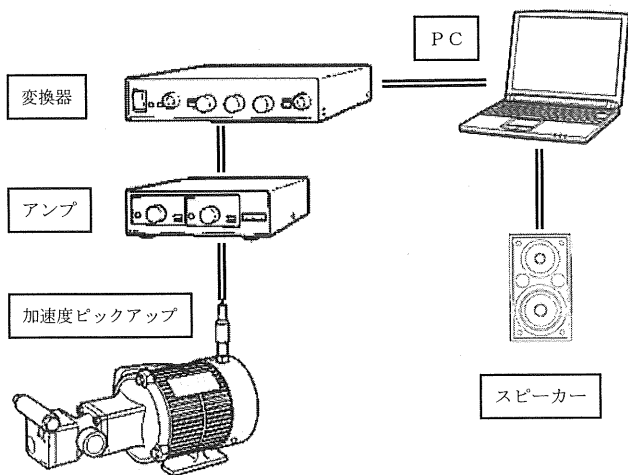
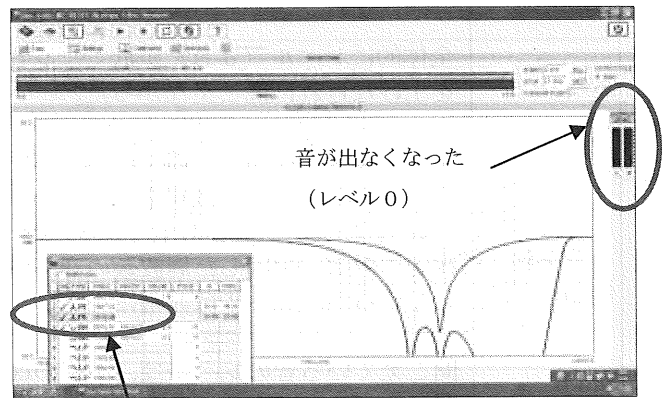


Fig.1 Acoustic diagnosis system



主な音源の中心周波数 1800Hz, 2800Hz, 6800Hz

Fig.3 Feature of the sounds over 1 KHz

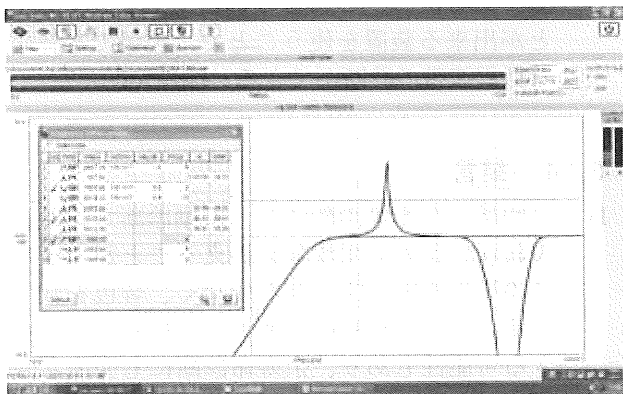
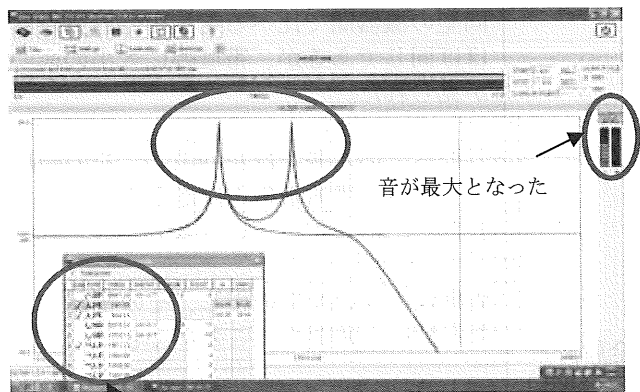


Fig.2 Analysis Screen

3.2 診断結果

今回は、異音を発している機器がなかったため、正常な機器の軸受け音を収録し分析を行った。1KHz以上の分析結果を Fig. 3、1KHz以下の分析結果を Fig. 4 に示す。

Fig. 3は、バンドリジエクトフィルタとパラメトリックイコライザを使用し、音が聞こえなくなるようにフィルタリングした様子である。その結果、聞こえていた音は主に、1800 Hz, 2800 Hz, 6800 Hzの周波数を中心とした音が和音として聞こえていたという結果が得られた。



主な音源の中心周波数 140Hz, 400Hz

Fig.4 Feature of the sounds under 1 KHz

その他、周期性のない音や、うなりの現象、レベル変動のある現象をレベル (dB) や周波数の数値として捉えることができた。詳細な結果を Table 1 に示す。

Table 1 Feature of sounds of rotating machines

周波数領域	軸受け音の特徴
低周波 (1kHz以下)	全体的にレベル (dB) が低く、レベルを上げなければ聞こえなかった。
	回転周波数に起因した周波数の音が聞こえているが、レベルは非常に小さい。
	電源周波数に起因した周波数の音が聞こえているが、レベルは非常に小さい。
	聞こえている音のレベルは、同型の機器間で比べると、大小の違いが見られた。
	同型の機器間で、聞こえる音と聞こえない音があった。
高周波 (1kHz以上)	主に2～3種類の周波数の音が和音となって聞こえていた。
	主な周波数は、その種類の数からベアリングの構成部品 (内輪、外輪、転動体) の固有振動数と考えられる。
	主な周波数は、それぞれ幅を持っており、同型の機器間で比べると、中心周波数はほぼ同じであるが、帯域幅に大小の違いが見られた。
全周波数 (10～24kHz)	うなっている音だけを抽出し、その間隔と、音色、周波数帯を確認することができた。
	周期性のない音を抽出し、その音色と、周波数帯を確認することができた。
	同じ音がしていても、測定場所によってレベルが違っていた。
	配管や、基礎から伝わってくる雑音を除いて、問題となる音だけを抽出して分析することができた。

3.3 考察

- 振動値を音として再現することで、振動FFT分析結果からは読み取れなかったうなり音や、音圧レベル変動などの現象を耳で捉え、レベル値(dB)や周波数帯として数値に表すことができた。得られた数値から、異音の発生原因の推測ができると考えられる。
- 振動診断におけるFFT分析結果に現れた密集しているスペクトル帯の中の、主になっている周波数を探ることができた。この周波数は、軸受け構成部品の固有振動数と判断できるため、それぞれの部品がどのくらいの劣化状態にあるのか、ということ周波数帯の広がり度合いや、レベルの大きさを傾向監視することで把握できるのではないかと考えられる。
- 聴診棒では聞き取れなかった低周波帯の音もレベルを上げて再生することで聞き取ることができた。低周波帯は、回転周波数に起因する周波数であるため、これらのレベルを上げて聞くことが出来る装置を使うことで、現場でも音による低周波帯の診断ができる可能性がある。

3.4 結言

- 今回試みた音響診断法で、振動診断では顕著に現れない音の発生現象を捉えることができた。音の発生原因を探るだけでなく、音色を数値化することで、軸受けの疲れ具合を測ることができる可能性もあり、余寿命診断にも発展させる要素がある。
- 振動ピックアップで収録した振動データを、音と数値で人に伝え、分析することができた。現場巡視員が聴診棒を使って発見した異音を、繰り返し再現して分析することが可能である。
- 聴診棒などで軸受けの音を聞いて、“シャー”という磨耗音と、“シャリシャリ”という異物の混入音を聞き分けるといった音色識別は従来から行われてきたが、音の表現は口伝えや、文字によるものであるため個人差が生じていた。音色識別は、従来の振動診断では困難であり、今後も必要とされる技術である。今回の音響診断法は、聴診音を数値化することで標準化を図ることが可能となるため、聴診技術の伝承において大変有効なものである。
- 今後は、多くの基礎データを収集し、故障探査と傾向観察を続け、振動データを利用した音響診断法の更なる有効性を検証していきたい。