

|    |                     |                   |
|----|---------------------|-------------------|
| 事例 | 蒸気タービンのオイルホイップによる振動 | 回転機<br>(タービン・発電機) |
|----|---------------------|-------------------|

## 対象機械

発電用蒸気タービン 8,100rpm 6,000kw (図1)

## 発生した現象

定格運転(回転数8,100rpm、6,000kw)されていたが、負荷が40%以下になると、振動が過大となった。

## 原因推定

回転数一定で、負荷の減少による過大振動という報告で、振動現象は自励振動と見当をつけ、さらに、真円軸受を使っていると聞き、オイルホイップの可能性が大きいと判断した。

軸受の潤滑油温度を変えると、過大振動が発生し始める負荷が変わること、ある温度で、負荷を減少させていった時に過大振動が発生する負荷と、負荷を増加させていった時に振動が収まる負荷が異なる(発生パラメータにヒステリシスがある)ことからオイルホイップと断定した。なお、後日の波形記録結果から現象を確認した。

また、機械の機構を調査し、このタービンが低負荷では部分抽気となることをつきとめ、部分抽気により軸受荷重が小さくなり、ジャーナルが浮き上がった結果、状態がオイルホイップ発生域(不安定域)に入ると、オイルホイップが発生したと思われる。

## 解析、データ分析

ともかく、振動発生直後、現場に急行したので、計測器は機側の振動監視計器(振動レベルのみ出力)のみで対処せざるをえなかった。上記の推定に基づき、オイルホイップを確認するため、潤滑油の温度を強制的に変えて、負荷の減少、増大による振動の変化を調べるための運転を提案し、図2のような振動データを収集した。図2では、油温57℃で約1,700kw、油温65.5℃で約1,000kwと過大振動発生負荷が変わること、油温57℃で、振動発生負荷と振動減少負荷が変わり、ヒステリシスが存在する。

なお、後日、振動波形(図3)から、オイルホイップを再確認した。

★高速用の蒸気タービンでは真円軸受の使用は避けるべきである。

## 対策結果

応急対策として、過大振動が発生しない潤滑油温度を調べ、この油温を保って低負荷運転してもらった。この間に、軸受幅の小さな軸受プッシュを作り、軸受面圧を上げ、全負荷範囲でオイルホイップが発生しないようにした。軸受プッシュ交換後、全負荷範囲で過大振動は発生しなくなった。 \*プッシュ幅を短くした。

# 教訓

問題解決に当たっては、振動と機械の何に関連するのか十分に把握する必要がある。機械の機構や構造をよく知ること、機械の設計者や運転担当者によく聞き合わせること（逆に言えば、振動問題の解決を依頼する者は、情報を最大漏らさず解決担当者に打ち明けること）などが重要である。本件は、高級な計測器が無くても対処できるばあいがあるという一例であり、事故の対処を迅速に行って成功した例でもある。早くお客さんを納得させることが第一である。

# 参考文献

特になし。

# キーワード

オイルホイップ、蒸気タービン、低負荷、部分抽気、真円軸受、不安定域、ヒステリシス

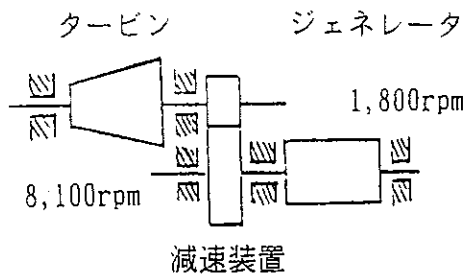


図1 蒸気タービン発電セット

★軸受荷重は負荷変化による  
歯車からの反力も考慮しな  
ければならない。

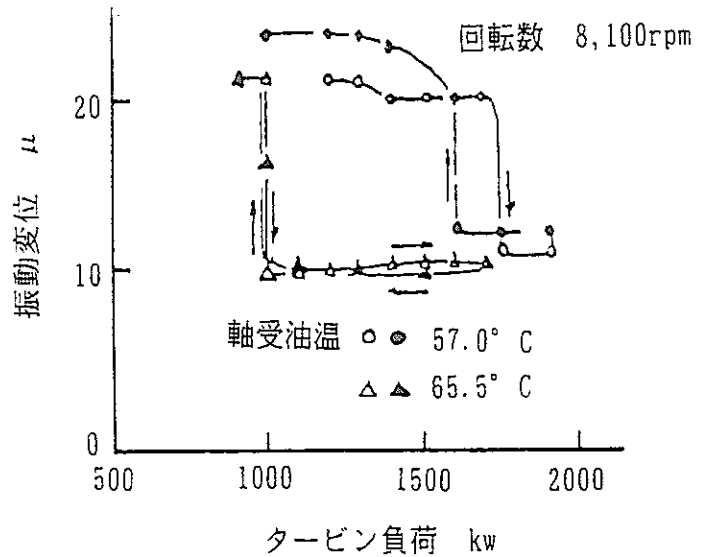


図2 タービン負荷と振動の関係

振幅 9.5 μ

振動数：小振幅 135Hz  
大振幅 30Hz

振幅 22 μ

振動数：小振幅 58Hz  
大振幅 30Hz

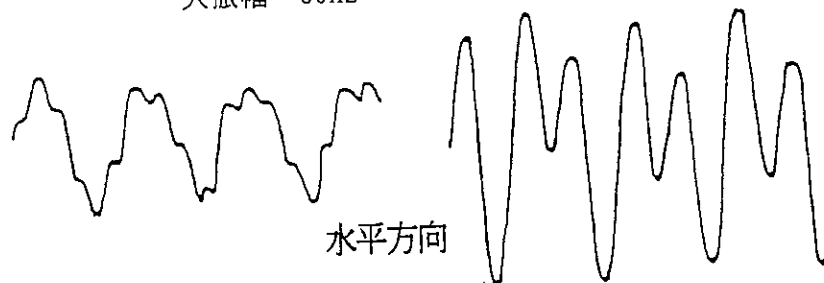


図3 タービン前部軸受の振動波形