

# 女川原子力発電所 2号機

## 復水移送ポンプ電動機における振動上昇事象への対応について

Response to the vibration increasing event of a motor for a condensate transfer pump in Onagawa NPS unit-2

東北電力(株)	清水 敬輔	Keisuke SHIMIZU	Non Member
東北電力(株)	菅野 浩治	Koji KANNO	Non Member
東北電力(株)	小林 重継	Shigetsugu KOBAYASHI	Member

By the vibration diagnosis, which is conducted for the purpose of condition monitoring (CM) and condition-based maintenance (CBM) in Onagawa NPS unit-2, vibration increasing of a motor for a condensate transfer pump was confirmed. We introduce the case where treatment was performed to the motor before loss of function because the diagnosis data could detect abnormal condition early and cause factor estimation.

**Keywords:** Condition monitoring (CM), Condition-based maintenance (CBM), Vibration diagnosis, Condensate transfer pump

### 1. 緒言

女川原子力発電所において、設備保全是機器の運転期間等を基準とする時間基準保全 (Time Based Maintenance 以下「TBM」という) と機器の故障の都度、補修を実施する事後保全 (Breakdown Maintenance 以下「BDM」という) を基本に点検を実施してきており、平成19年度から一部の機器について設備診断 (振動診断, 赤外線サーモ診断, 潤滑油診断) による状態監視 (Condition Monitoring 以下「CM」という) を導入し、「TBM」+「CM」の保全を実施してきた。平成29年度から TBM+CM の機器について、機器の状態を基準として実施する状態監視保全 (Condition Based Maintenance 以下「CBM」という) へ、つまり「TBM」+「CM」から「CBM」に順次移行を実施している。

本件は状態監視のうち振動診断において、電動機の振動上昇を確認し、診断データから得られた推定原因と、分解点検結果が推定通りである事を確認でき、設備の異常兆候を早期に発見して、機能喪失前に処置を行った事例を紹介する。

### 2. 背景

女川原子力発電所2号機において、平成27年12月に TBM+CM の保全対象である復水移送ポンプおよび電動機の振動診断 (測定頻度: 1回/2月) で、電動機の振動速度値に有意な上昇を確認したため、原因調査を実施した。

### 3. 復水移送ポンプの概要

復水移送ポンプは、復水貯蔵タンクを水源に、各建屋に設置されている機器・配管・弁への補給水の供給および点検時における機器等への洗浄水を供給するもので、新規制基準においては代替注水機能としても期待される (写真1)。



写真1 復水移送ポンプ

このポンプは全部で3台あり、通常運転時は1台運転だが、必要流量に応じて追加起動し並列運転する。年度毎に運転号機を切り替えるサイクル運転をしている。平成27年4月から振動上昇で停止するまで約8ヶ月間の連続運転であった。

#### 4. 振動値の上昇

振動測定部位はポンプと電動機の軸受となっており、それぞれ軸受の垂直・水平・軸3方向について振動値を計測している(図1)。

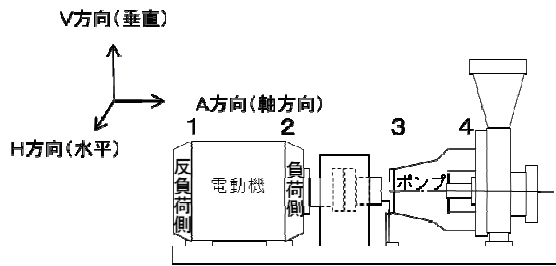
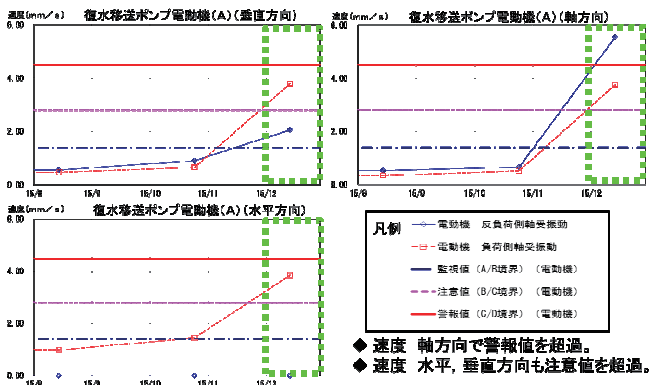


図1 復水移送ポンプ振動測定部位

平成27年12月の振動測定において、電動機は速度値が警報値を超過した(判定基準はISOを適用)(図2)。



※反負荷側の水平方向はセンサ取付不可のため測定不可

図2 振動：速度値トレンド

加速度は若干の上昇が確認できるものの、しきい値に対して正常値であった(判定基準はDN値を適用)(図3)。

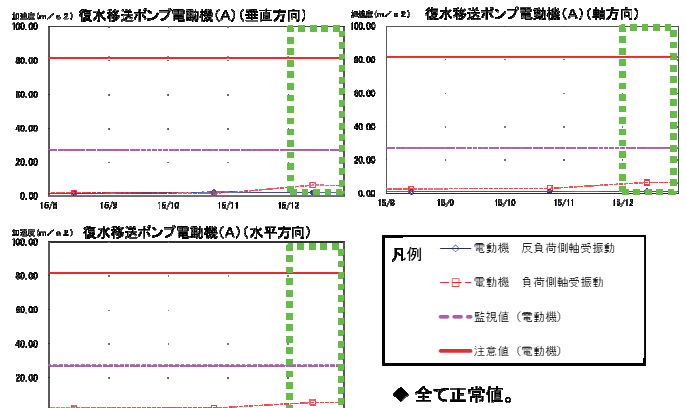


図3 振動：加速度値トレンド

#### 5. 推定原因調査

##### 5.1 振幅波形と周波数スペクトル

振幅波形と周波数スペクトルにて分析を行った。速度値では回転周波数(48.8Hz)のN倍成分にピークが見られ、約3倍(149Hz)に最大ピークがある。事例サンプル波形の「内部ゆるみ」と類似している。また、振幅波形に「ひずみ」が見られる。以上より内部ゆるみ起因のガタが発生していると推定した(図4)。

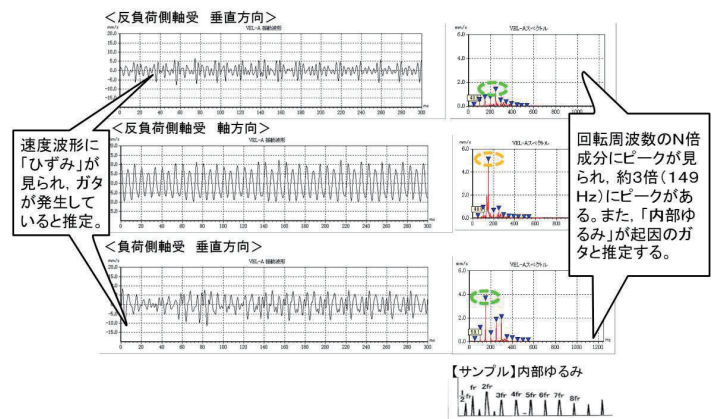


図4 速度値：振幅波形と周波数スペクトル

加速度値では振幅波形に衝撃振動が確認され、周波数では回転周期のN倍成分にピークがあることから軸受部にガタが発生していると推定した(図5)。

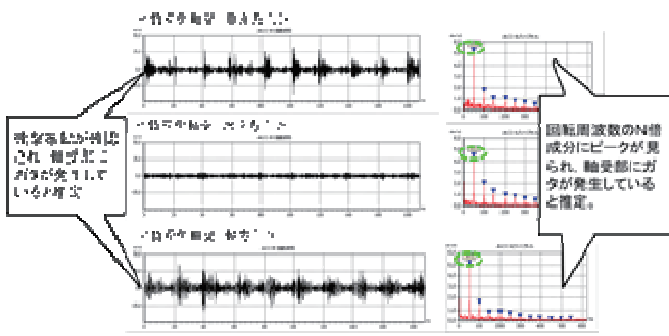


図5 加速度値：振幅波形と周波数スペクトル

## 5.2 外部分析会社による所見

速度波形の傾向から負荷側軸受におけるはめあい面が摩耗して、ガタが発生している。

加速度については正常値となっているため、電動機やポンプの軸受にキズ等の異常は発生していない。

一般にガタ発生時は垂直方向で振動が大きくなる性質があり、速度値が反負荷側<負荷側となっているため負荷側でガタが発生している。

※知見を深めるためJFE殿に詳細診断を依頼

## 5.3 推定原因（振動診断結果から）

負荷側では速度波形に「ひずみ」が見られること、加速度の周波数ピークが回転周期であることから、軸受またはシャフト、ハウジングの摩耗によるガタが発生していると推定する。また、負荷側、反負荷側ともに、軸方向の加速度に回転周期で衝撃振動が見られることから、軸受のはめあい面に摩耗によるガタが発生していると推定する。

負荷側、反負荷側ともに速度値で回転周波数よりN倍成分の方が大きいことから、アンバランスやミスアライメントの可能性は低いと推定する。

## 6. 分解点検実施結果

負荷側は軸受に付着したグリスが変色しており、摩耗粉が混入し酸化した状態と思われる。シャフトの軸受接触面において有意な摩耗痕が確認された。

取り外した軸受の外観から、軸受側面のシャフトと接触している箇所が摩耗し削られている痕跡が確認できた。内輪にフレッチングのような剥離痕が散見された（写真2）。

### 負荷側軸受

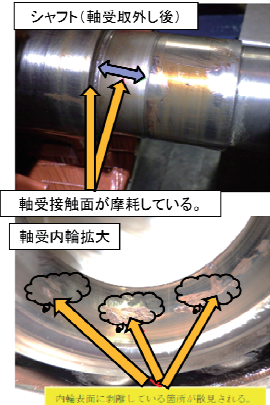
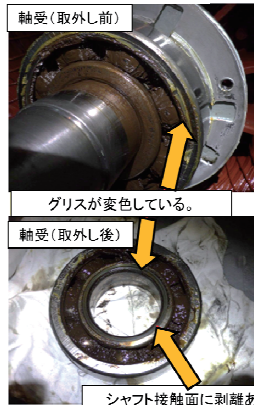


写真2 負荷側軸受分解状況

反負荷側は軸受の内輪に若干の焼付きが確認されたが、大きな異常はなかった（写真3）。

### 反負荷側軸受

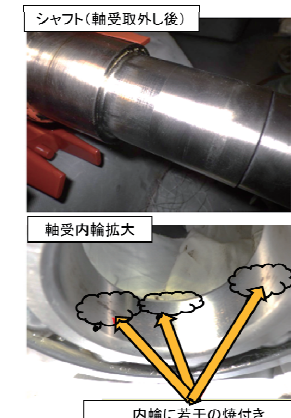


写真3 反負荷側軸受分解状況

軸受箱と軸受およびシャフトの各内外径を計測結果、負荷側の軸受内輪とシャフトの締代で判定値を大きく外れており、軸受内輪とシャフト外径の摩耗によるものと断定（表1）。

(1)軸受箱と軸受		
測定箇所	負荷側	反負荷側
軸受箱内径(A)	130.030	130.030
軸受外輪(B)	130.000	130.000
クリアランス(A-B)	0.030	0.030
判定値	0.000~0.043	0.000~0.043
判定	良	良
(2)シャフトと軸受		
測定箇所	負荷側	反負荷側
シャフト外径(C)	59.981~59.986	60.010
軸受内輪(D)	60.000	60.000
締代(C-D)	-0.019~-0.014	0.010
判定値	0.002~0.030	0.002~0.030
判定	否	良

負荷側の締代で判定値を大きく越えた。  
前区分解点検時(H22.11)の記録は判定値内であった

表1 軸受箱・軸受・シャフト計測結果

知見を深めるため、軸受を分解し観察結果、負荷側の内輪の剥離以外に異常はなかった（写真4）。

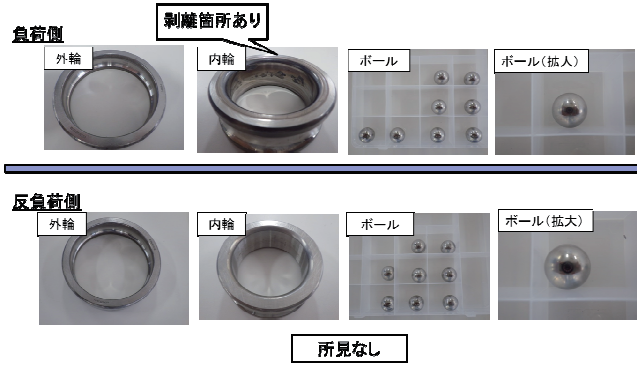


写真4 軸受分解

### 7. 推定原因と分解点検結果まとめ

振動診断から得られた推定原因と分解点検結果の評価を以下にまとめる（表2）

No.	振動診断からの推定原因	分解点検結果	評価
1	負荷側では速度波形に「ゆがみ」が見られること、および加速度の周波数ピークが回転周期であることから、軸受またはシャフト、ハウジングの摩耗によるガタが発生している。	負荷側シャフトの軸受接触面において有意な摩耗痕が確認された。また、軸方向の軸受との接触面も摩耗痕が確認された。	○
2	負荷側、反負荷側ともに、軸方向の加速度に回転周期で衝撃振動が見られることから、軸受のはめあいに摩耗によるガタが発生していると推定。	負荷側軸受の外観から、軸受側面のシャフトと接触している箇所が摩耗し削られているのが確認できた。さらに軸受内輪においてフレッチングのような剥離痕が散見された。	○
3	負荷側、反負荷側ともに振動速度で回転周波数よりN倍成分で大きいピークがあることから、アンバランスやミスアライメントの可能性は低い。	前回分解点検実績（平成22年11月）からアンバランスやミスアライメントの可能性は低い	○

表2 振動診断からの推定原因と分解点検結果の評価

分解点検結果から推定される、摩耗に至った要因（メカニズム）を以下にまとめる（図6）。

軸受とシャフトの摩耗の処置として取替えを実施した。

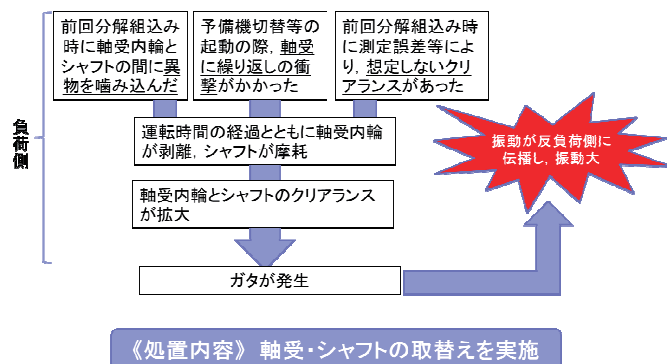


図6 摩耗に至った推定要因（メカニズム）

### 8. 処置結果

軸受およびシャフトを新規品に取替え結果、振動速度値が正常であることを確認できた（図7）。

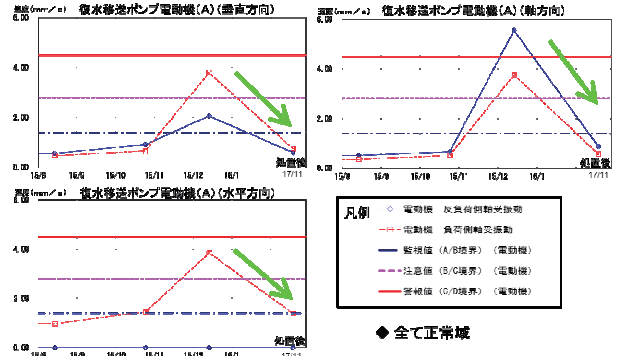


図7 振動：速度値トレンド

### 9. 結言

振動診断からの推定原因と分解点検結果から得られた原因が一致した結果となり、設備の異常兆候を早期に発見して、設備機能喪失前に処置を行った良好事例であった。今後も設備診断を通して設備のトラブルの未然防止ができるように努める。