

原子力発第07057号
平成19年 7月 9日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 常盤 百樹

伊方発電所第1号機 タービン建家非常用排水ポンプの不具合
他3件に係る報告書の提出について

平成19年5月16日に発生しました伊方発電所第1号機 タービン建家非常用排水ポンプの不具合他3件につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第1号機

タービン建家非常用排水ポンプの不具合について

平成19年7月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1号機 タービン建家非常用排水ポンプの不具合について

2. 事象発生の日時

平成19年 5月16日 14時30分頃（確認）

3. 事象発生の設備

タービン建家非常用排水ポンプ1B

4. 事象発生前の運転状況

第24回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1号機は定期点検中のところ、平成19年5月16日14時30分頃、タービン建家非常用排水ポンプ*1Bの運転準備のため、保修員がポンプの主軸を手動で回転させたところ、通常より重いことが確認された。

点検した結果、当該ポンプの水中軸受に摩耗による損傷、ポンプ主軸の軽微な曲がりおよび羽根車（以下、インペラー）と羽根車を納めた外枠（以下、ケーシング）に軽微な接触が認められたため、水中軸受、主軸（上部軸、下部軸）一式を新品に取り替え、インペラーとケーシング接触部の補修を行い、6月5日9時20分運転状態に異常のないことを確認し、通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラントの運転への影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1，2）

*タービン建家非常用排水ポンプ

タービン建家内の排水を総合排水処理装置に移送するポンプ

6. 時系列

5月16日

14時30分頃 タービン建家非常用排水ポンプ1Bの運転準備のため、保修員がポンプ主軸を手動で回転させたところ、通常より重いことを確認

5月16日 モーター単体運転確認

5月16日 ポンプ分解点検開始

5月16日 レベルスイッチ点検

5月18日	主軸、軸受、インペラーおよびケーシング工場発送
5月26日	主軸、軸受、インペラーおよびケーシング搬入 ポンプ組立開始
5月29日	ポンプ組立終了
5月30日	ポンプ確認運転実施
6月1日	ポンプ試運転
6月5日	
9時20分	運転状態に異常のないことを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

(1) 現地調査

a. ポンプの点検調査

当該ポンプを分解点検し、ポンプ主軸の手動回転が通常より重かった原因について、以下の調査を実施した。

(a) 主軸

主軸の軸受摺動部に若干の摩耗および曲がりは認められたが、割れ等の異常は認められなかった。

(添付資料-3)

(b) 軸受 (水中軸受)

軸受 (水中軸受) のメタル部に摩耗および変形が認められた。

(添付資料-4)

(c) 軸受 (玉軸受)

軸受 (玉軸受) に損傷等の異常は認められなかった。

(d) インペラー

インペラー吸込み部にケーシングとの接触による軽微な摩耗が認められたが、割れ等の異常は認められなかった。

(e) ケーシング

インペラー吸込み部との接触による軽微な摩耗が認められたが、割れ等の異常は認められなかった。

(f) その他

揚水管、保護管等の部品に、損傷等の異常は認められなかった。

b. モータ単体運転確認

モータの主軸は手動で問題なく回り、単体運転においても異常は認められなかった。

c. レベルスイッチの点検

タービン建家非常用排水ポンプは、排水ピットの水位をレベルスイッチで検知して自動起動、自動停止させていることからレベルスイッチの点検を実施した結果、以下のとおりであった。

- ・レベルスイッチの動作状況に異常は認められなかった。
- ・ポンプの自動停止レベルはインペラーより低い水位であった。
- ・ポンプの自動起動レベルはインペラーより高く、十分没水する水位であった。
- ・ポンプの手動起動可能レベルは自動停止レベルと同じレベルスイッチで検知しており、インペラーより低い水位であった。

以上のことから、通常の自動運転においては、インペラーが完全に没水する自動起動レベルまで水位が上昇しないとポンプは起動しないため、問題はないが、ポンプが自動停止した直後に手動起動した場合には、インペラーが没水せず、ポンプが空転し送水できない恐れがあることが判明した。

(添付資料－5)

(2) 保守状況の調査

a. 当該ポンプは平成17年11月にポンプを新品に取替し、その後の運転状態に異常はなかった。

なお、ポンプ取替に合わせて、外部注水方式*1から自己潤滑方式*2のポンプに変更していた。

*1：水中軸受の潤滑水をポンプ吐出水以外の外部より供給する方式

*2：水中軸受の潤滑水をポンプ吐出水より供給する方式

b. 排水ピットのレベルスイッチについては、ポンプ設置当初から設定値変更は行っていないことを確認した。

(3) 運転操作状況の調査

事象発生当日は、エリア・プロセスモニタ機能検査*3が予定されており、同機能検査実施中は当該ポンプの運転ができなくなるため、機能検査の実施に先立ち排水ピットの水位を低下させておくよう当該ポンプの手動起動運転を行い、また、その約1時間後の機能検査の直前にも再度手動で起動させていた。

*3：2次系の放射能を検知するために設置された放射能検出モニタが放射能を検知した時に、敷地外への排水等を行わないよう、排水ポンプが「停止」となることを確認する検査

(4) 調査結果の整理

当該ポンプについては、通常の自動運転（排水ピット水位による自動起動、自動停止）においては問題はないが、手動起動が可能となる水位が、従来より、インペラーが没水していない水位となっており、その水位で手動起動させた場合には、ポンプが空転し吐出水が送水できない状態となるが、平成17年11月のポンプ取替までの旧ポンプにおいては、水中軸受の潤滑が外部注水方式であったため、ポンプが空転し吐出水が送水できない状態であっても、潤滑水は外部から供給されるため、水中軸受に損傷が生じることなく運転されていたものと思われる。

しかし、ポンプを自己潤滑方式に変更したことにより、インペラーが没水していない水位で手動起動させた場合には、吐出水が送水されないため水中軸受への潤滑水が供給されず、今回のような事象が発生することが考えられる。

なお、当該ポンプの取替に合わせて、ポンプ吸込口の位置は変えずにインペラーの位置をやや（約30cm）低くしたことで、インペラーが没水する水位は取替前より低い水位となるため、レベルスイッチの設定変更は不要と考えた。

8. 推定原因

事象発生当日は、機能検査の準備として、排水ピットの水位を低下させておくため当該ポンプを手動起動させたが、その際、排水ピットの水位はインペラーよりも低い水位であったため、ポンプが空転状態となって水中軸受への潤滑水が供給されず、主軸と水中軸受メタル部の摩擦および摺動熱によりメタル部が摩耗、剥離、変形して、主軸の回転を拘束することとなり、手動による回転が通常より重くなったものと推定される。

手動起動が可能な水位がインペラーより低かったのは、平成17年11月のポンプ取替の際におけるレベルスイッチの設定についての詳細確認が十分でなかったと推定される。

9. 対策

- (1) ポンプの主軸と軸受を取替え復旧を行った。
- (2) 手動起動操作を行っても問題なくポンプが運転できるよう、インペラーが完全に没水するレベルへ「排水ピット水位低」（手動起動可能）のレベルスイッチの設定を変更し、レベルスイッチの動作およびポンプの運転状態に異常の無いことを確認した。
- (3) 今回の事象を踏まえて、ポンプ取替の際には、レベルスイッチの設定値について検討するよう関係者に周知する。

10. 1A号機および2, 3号機への対応

1A号機のポンプについては、主軸は手動で問題なく回り、ポンプの機能・性能に問題はなかったが、水平展開として念のため、分解点検したところ、水中軸受に摩耗による軽微な損傷、ポンプ軸の軽微な曲がりおよびインペラーとケーシングに

軽微な接触が認められたため、1 B号機と同様の処置を行う。

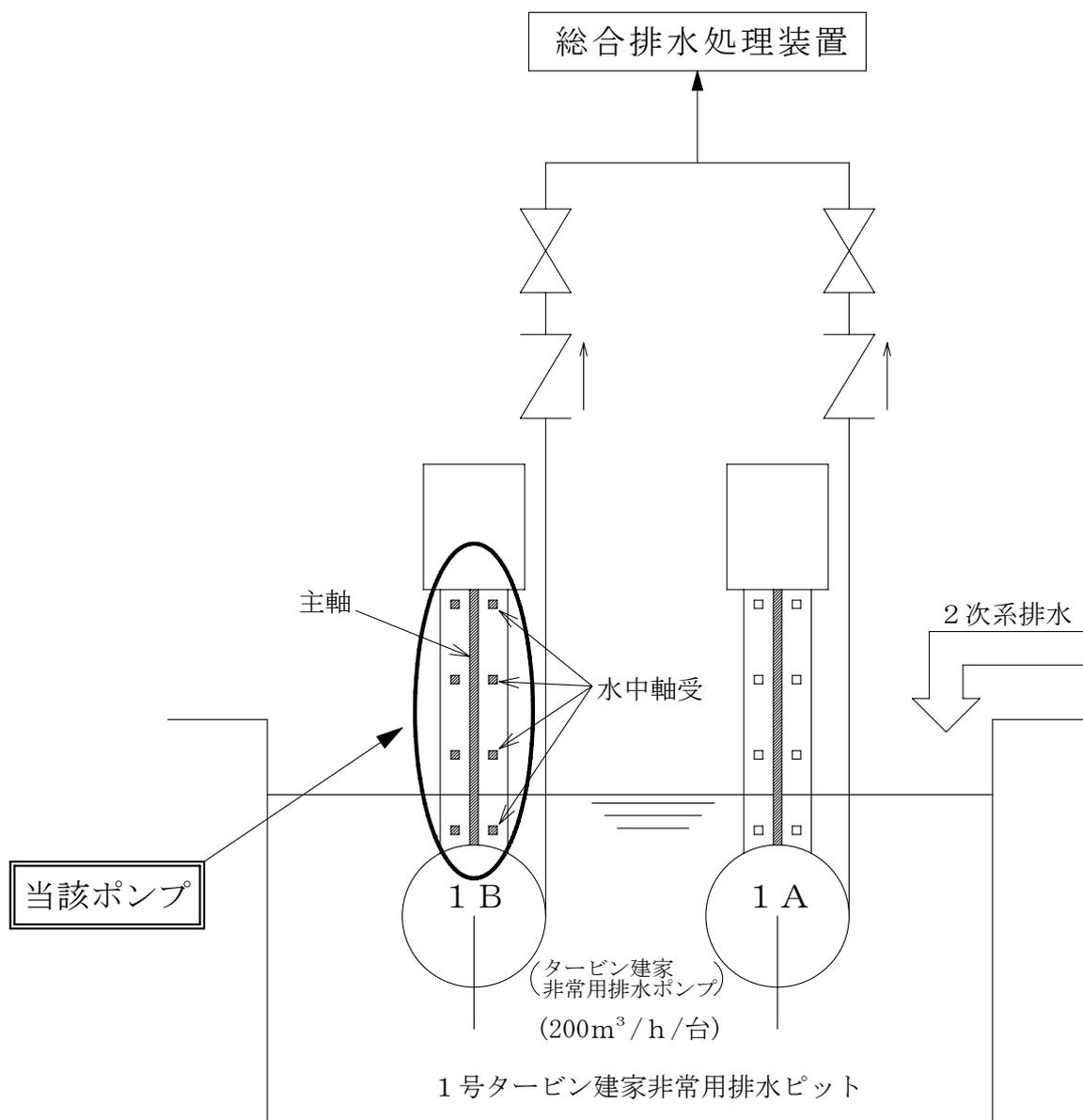
なお、2号機および3号機タービン建家非常用排水ポンプについては、手動起動可能水位がインペラーより高い位置に設定されており、問題のないことを確認した。

以 上

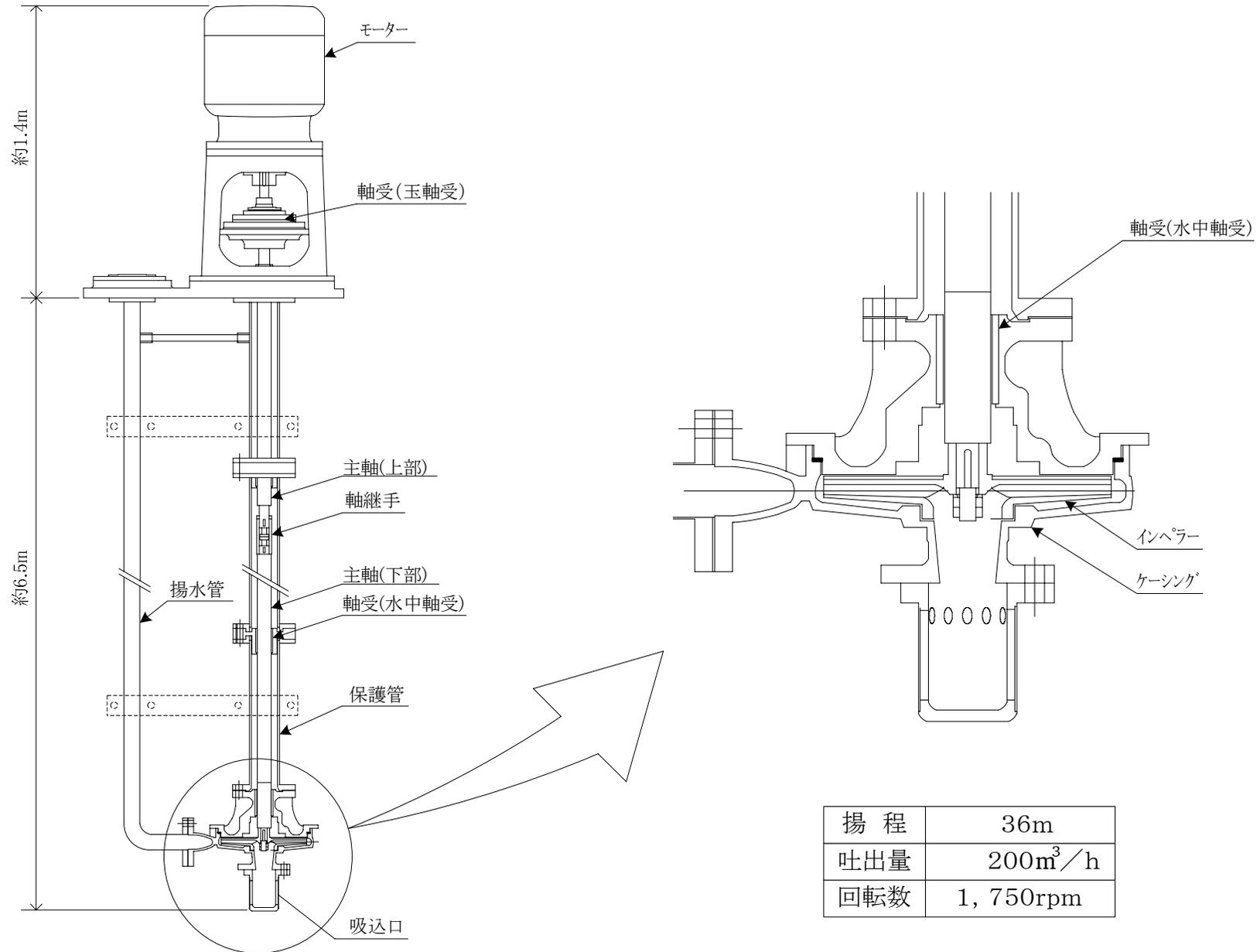
添付資料

- 添付資料－1 : タービン建家非常用排水系統概略図
- 添付資料－2 : タービン建家非常用排水ポンプ構造図
- 添付資料－3 : タービン建家非常用排水ポンプ－1 B 主軸点検状況
- 添付資料－4 : タービン建家非常用排水ポンプ－1 B 水中軸受点検状況
- 添付資料－5 : タービン建家非常用排水ピットレベルスイッチ設定状況

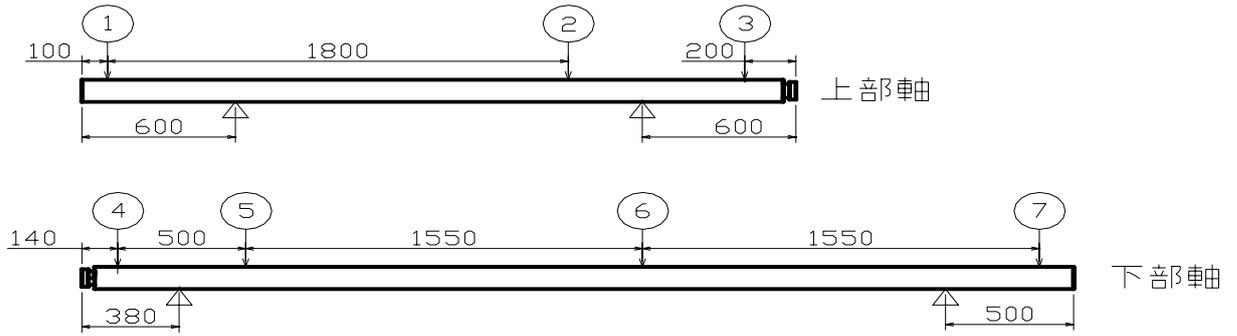
タービン建家非常用排水系統概略図



タービン建家非常用排水ポンプ構造図



タービン建家非常用排水ポンプ-1B主軸点検状況



主軸仕様

- 材質 : ステンレス鋼
- 軸径 : 約70mm
- 軸長(上部) : 約2,780mm
- 軸長(下部) : 約3,870mm

主軸曲がり測定記録

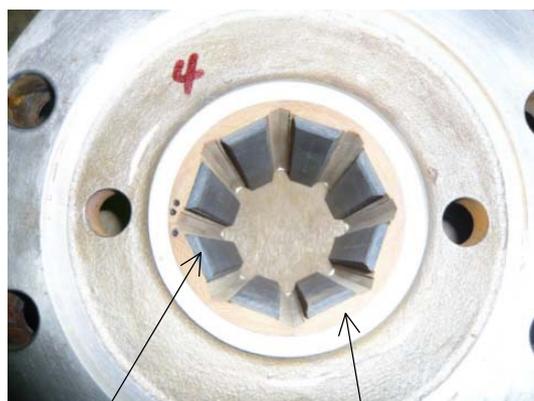
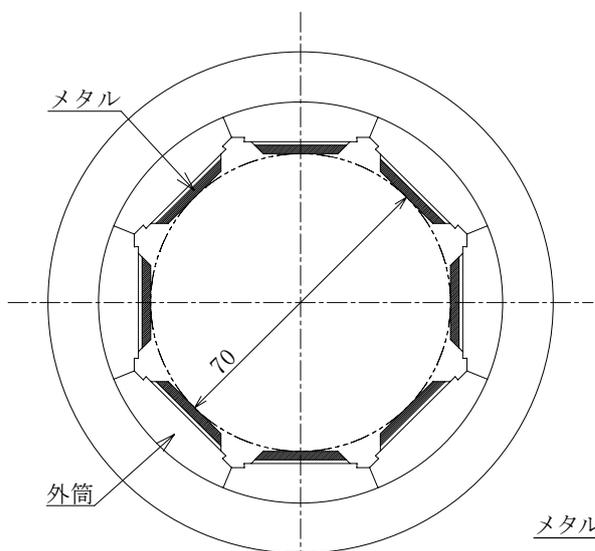
単位: mm

測定箇所	1	2	3	4	5	6	7
測定値	0.7	1.5	2.1	0.6	0.4	5.8	1.1

*測定はダイヤルゲージを当て、主軸を回転させて実施

タービン建家非常用排水ポンプ-1B水中軸受点検状況

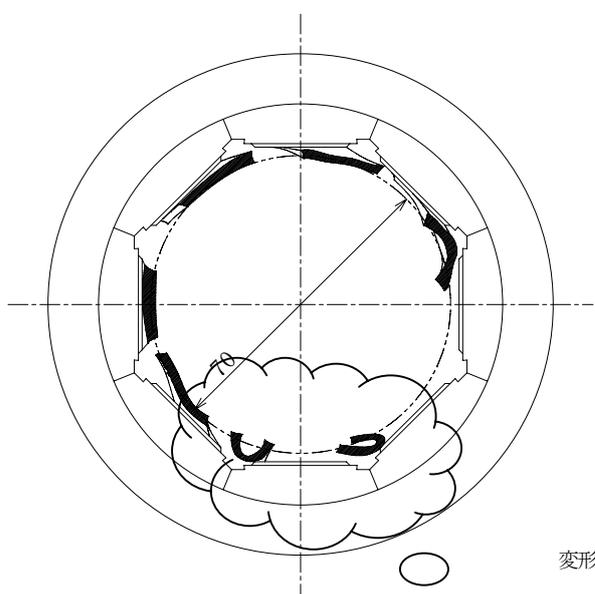
水中軸受 (正常時)



メタル (テフロン)

外筒

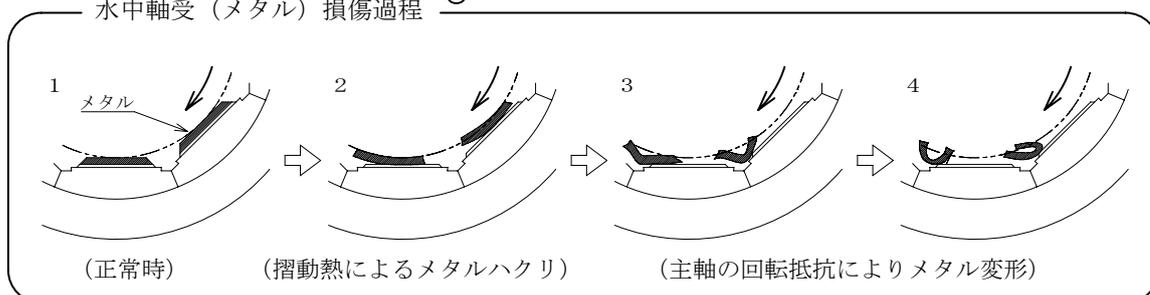
水中軸受 (損傷状況)



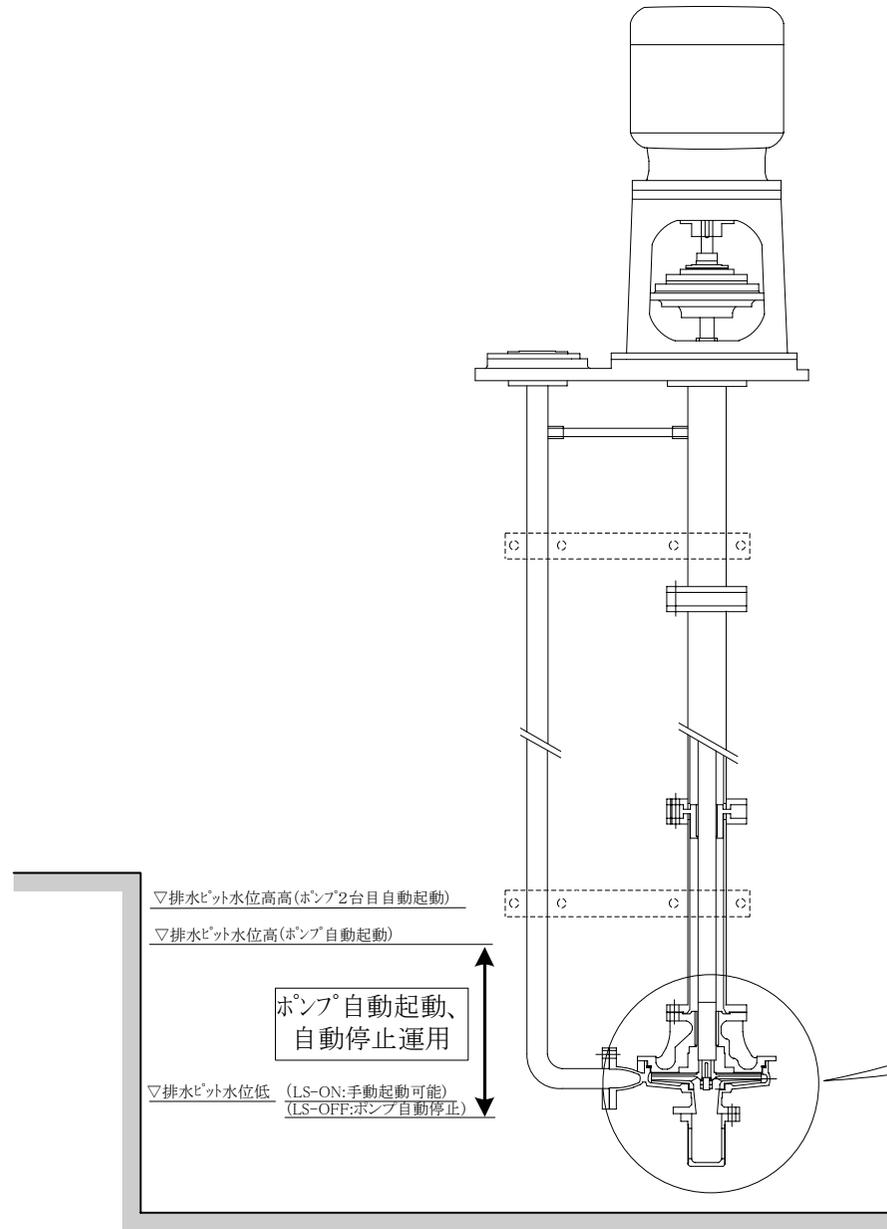
変形ハクリしたメタル (テフロン)

主軸との摩擦により発生したメタル (テフロン) の粉

水中軸受 (メタル) 損傷過程



タービン建家非常用排水ピットレベルスイッチ設定状況

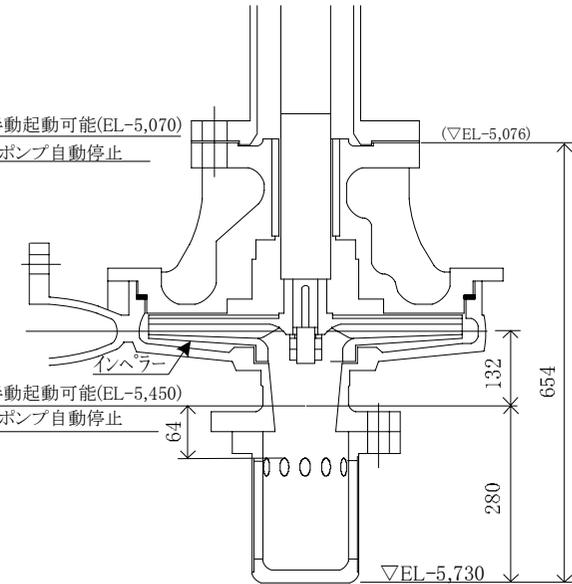


変更後

▽排水ピット水位低 LS-ON: 手動起動可能(EL-5,070)
LS-OFF: ポンプ自動停止

変更前

▽排水ピット水位低 LS-ON: 手動起動可能(EL-5,450)
LS-OFF: ポンプ自動停止



(注) LS-ON・・・レベルスイッチON
LS-OFF・・・レベルスイッチOFF