

有本揚排水機場ポンプ設備の不具合事例とその対応について

橋本 大空¹

¹近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所 防災課 (〒640-8227和歌山県和歌山市西汀丁16番)。

2020年(令和2年)6月有本揚排水機場の年点検の際、ポンプ設備において不具合が発生し2台の内1台が運転不能となった。本論文では、有本揚排水機場で発生した不具合の事例について、ポンプ不具合発生直後の対応、発生原因及びその過程の究明、ポンプの修繕、仮設ポンプ設置、異物の侵入経路、まとめについて述べる。

キーワード 維持管理, メンテナンス, 防災

1. はじめに



図-1 有本揚排水機場の所在地及び外観

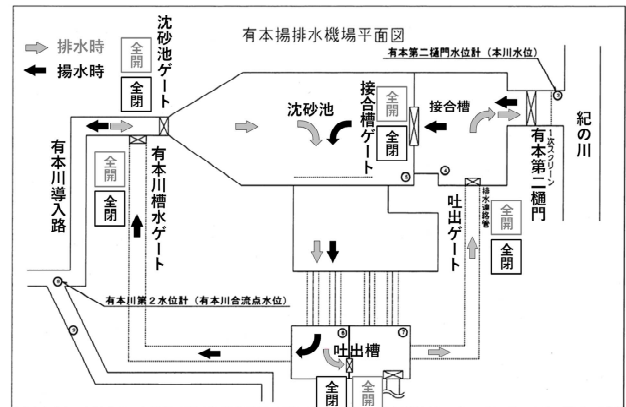


図-2 有本揚排水機場の揚排水メカニズム

有本揚排水機場は和歌山県和歌山市有本462に位置し、流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ の立軸斜流ポンプ2台¹が設置されている。揚水時は電動機で、排水時にはガスタービンでポンプを稼働させ、和歌山市内の内川の水質浄化と内水排除を目的に2000年度(平成12年度)に運用開始した施設である。

図-1、図-2より揚排水時のメカニズムは揚水時、沈砂池ゲートと吐出ゲートを全閉状態にして、有本川導水路に揚水。この揚水運転を12時間ごとに交互で運転を行っている。排水時は、接合槽ゲートと有本川槽水ゲートを全閉状態にして、紀の川本川に排水する仕組みとなっている。揚水時はポンプ1台で12時間ごとに交互運転を行っており、排水時には最大2台のポンプで排水を行える。

ポンプの稼働スケジュールを以下に示す。

- ・午前9時～午後9時 揚水運転
- ・午後9時～午前9時 ポンプ停止

年点検時に2号ポンプを稼働させた際にポンプが動かなくなる不具合が発生した。

2. ポンプ不具合発生直後の対応

図-3より、不具合が発生した2号ポンプの流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ と同量の排水量を確保する必要が生じたため、和歌山河川国道事務所が保有する排水ポンプ車3台を有本揚排水機場に速やかに配置することで排水能力を確保した。排水ポンプ車の排水スペックを以下に示す。

- ・排水ポンプ車(流量 $0.5\text{m}^3/\text{s}$) 2台 = 総流量 $2.0\text{m}^3/\text{s}$
- ・排水ポンプ車(流量 $1.0\text{m}^3/\text{s}$) 1台

図-4より排水の際、沈砂池の両側に排水ポンプを設置し、隣の接合槽に排水することで紀の川本川へ排水する。

3. 発生原因及びその過程の究明

発生原因を探るため下記の調査を行った。



図-3 排水ポンプ車配備

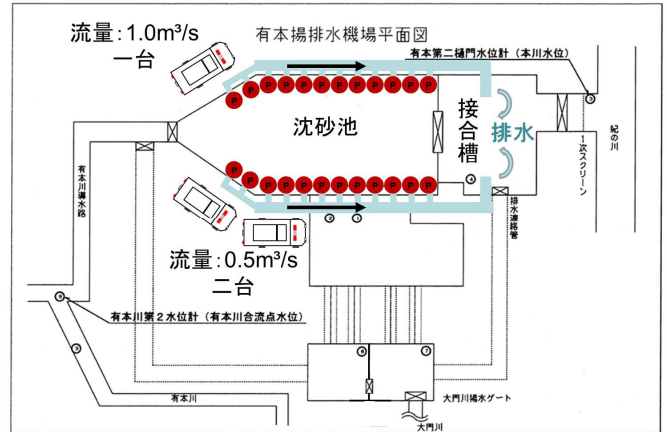


図-4 排水ポンプ車配置図



図-5 ポンプ内部の調査

(1)ポンプ内部調査

図-5よりファイバースコープと潜水士による調査を行った結果、図-6より1m²四方の青いビニルシート片が羽根車に絡みついている事が判明した。

(2)ポンプの分解調査

より詳細な調査を行うため工場に持ち帰り分解調査を行った結果、図-8より、ポンプの主軸と減圧ブッシュ及びラビリンススリーブが焼き付きを起こして完全に固着していた。また、その他の軸受けとスリーブにも摺動傷が見られ、ケーシングライナーには羽根車にビニルシートが噛込んで、回転したと思われる傷がついていた。このことからポンプ内部では主軸の振り回りが起こっていたと



図-6 羽根車に噛込んだビニルシート片

考えられる。

(3)損傷発生までの過程

図-7より、ケーシングに摺動傷が有ることからポンプが稼働した際、羽根車とケーシングライナーの間に青いビニルシート片が噛込んだことにより、主軸が突き上げられる。主軸は上に減速機があることから、突き上げられた際に力の逃げ道を失い、ポンプ内部で主軸が弓なりに歪む。その状態で主軸が触れ回った結果、軸受などに水平方向の力が加えられて、焼き付きを起こし動作不良に陥ったと考えられる。

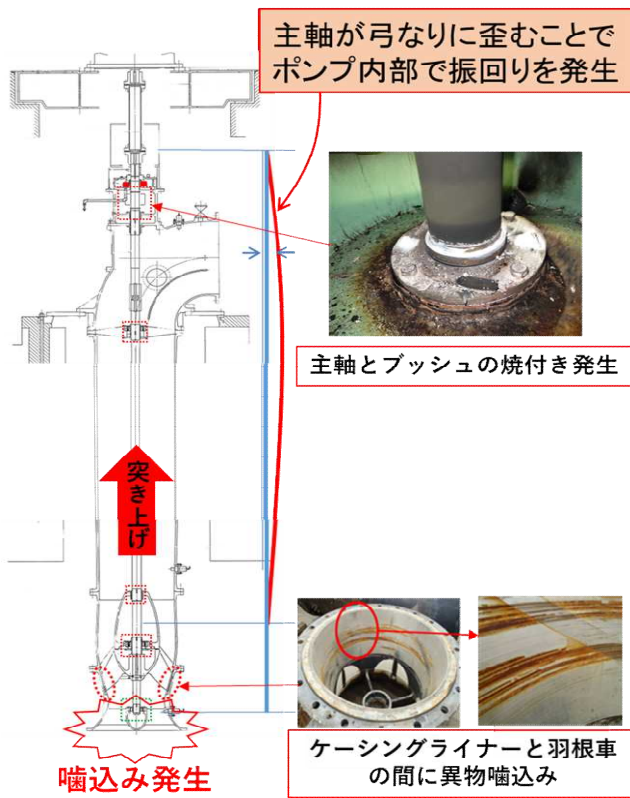


図-7 ポンプ不具合発生過程

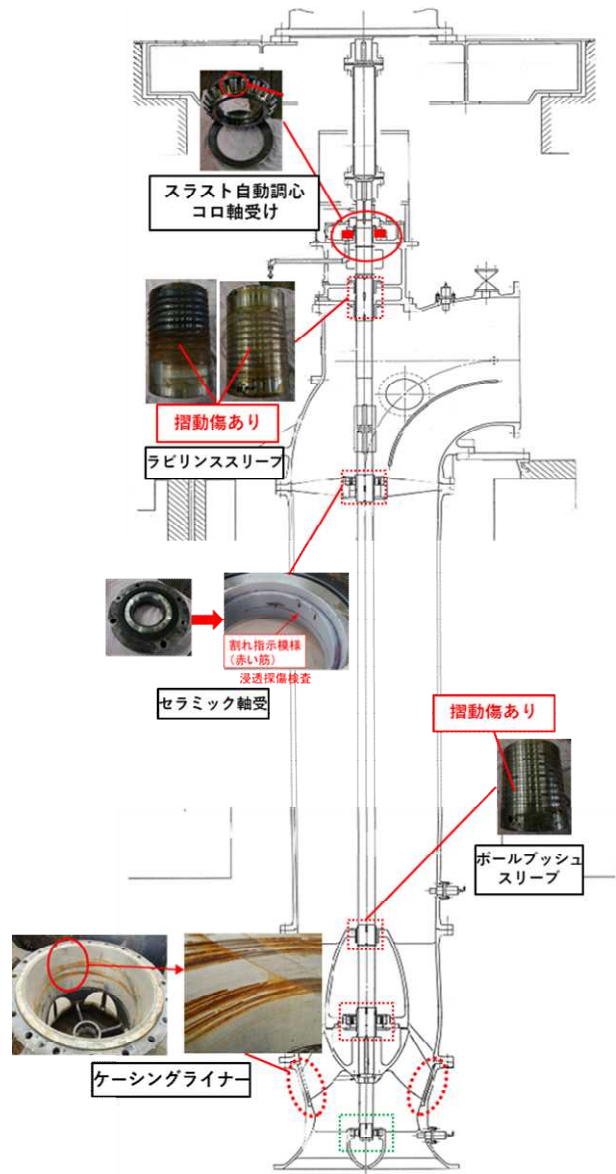


図-8 ポンプ不具合箇所

4. ポンプの修繕

図-8より、分解点検の際に交換及び修復した部品を以下に示す。

- ・スラスト自動調芯コロ軸受
- ・上部主軸
- ・セラミック軸受
- ・ラビリンススリーブ
- ・ボールブッシュスリーブ
- ・ケーシングライナー

部品の交換及び修繕からポンプの現場据付完了まで6ヶ月ほど要する事が予想された。

5. 仮設ポンプ設置

排水ポンプ車は災害発生の際、被災箇所へ出動することを求められるため(他事務所の車両を派遣してもらう

事もできるが、移動時間を考慮すると和歌山の車両をいつでも出動できる状態にしておきたい) 修理期間が長期化することが判明した以上、有本揚排水機場に排水ポンプ車を配備し続けることは出来ない。そこで、仮設ポンプの設置を行うことにした。図-9、図-10より2号ポンプの流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ ($=120\text{m}^3/\text{min}$)を確保するため、流量 $8\text{m}^3/\text{min}$ の仮設ポンプ15台を設置した。材料手配、仮設ポンプのリース手配に1ヶ月、設置作業1ヶ月で7月31日に完成した。

6. 異物の侵入経路

(1) 沈砂池までの侵入経路

揚水運転では紀の川本川から支川の有本川へ揚水しているが、有本第二樋門の位置にスクリーンが付いているため紀の川本川からの侵入の可能性は低いと思われる。午後9時から午前9時までの夜間はポンプを停止している



図-9 排水機能確保のための仮設ポンプ確認運転



図-10 仮設ポンプ設置完成図

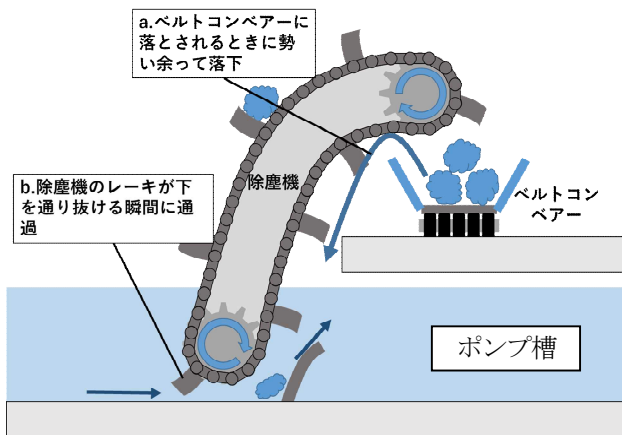


図-11 異物の侵入経路

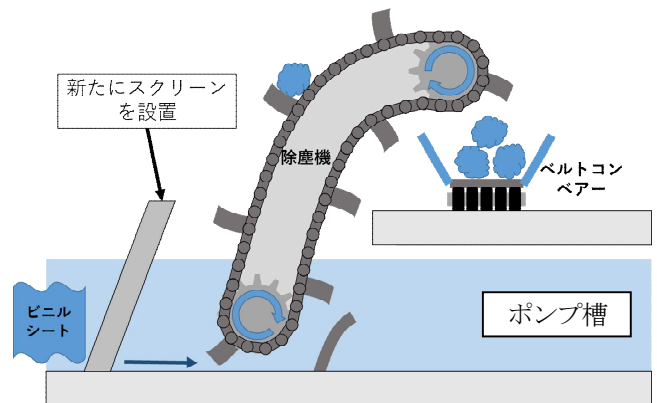


図-12 異物の侵入経路

ため、夜間に支川の有本川から侵入した可能性が高い。

(2)ポンプ槽への侵入経路

異物がどうやってポンプに嘔込むことになったかは図-11より以下の2つの方法が考えられる。

a) ベルトコンベアーに運ぶ際に落下し侵入

除塵機の裏には除塵機のレーキがスクリーンの周囲を回転するための隙間が空いており、何らかの拍子にベルトコンベアーから青いビニルシート片が落ちて侵入した、或いは除塵機のレーキに絡まったままポンプ槽に行ってしまった事によってポンプに嘔込んだと考えられる。このようなことが実際に起こるのか実験を行ってみたが、ベルトコンベアーから落ちることや、レーキに絡まるようなことは起きなかった。

b) レーキとレーキの間を通り侵入

除塵機にはゴミを掻き上げるレーキがスクリーンの周囲を回る構造になっているため、スクリーンの下にはレーキが通るための隙間が空いている。除塵機を稼働させた際にレーキがこの隙間を塞ぐ前に青いビニルシート片が侵入したのではないかと考えられる。沈砂池内の水を抜いて確認することは出来なかったため今後、確認する予定である。

7. まとめ

異物侵入の防止対策として図-12より、除塵機前にスクリーンを設置し、侵入防止対策の第一歩とすると共に沈砂池の状況等も合わせて確認を行っていく予定である。

不具合発生時に一番時間を要するのが部品の手配期間である。不具合を発生させない予防措置も重要であるが、今回のような部品手配が長期間要することがないよう、予備品の見直し、確保、近隣揚排水機場との予備品共有等を異物侵入対策と合わせて体制整備を考慮していきたい。

謝辞： 本稿の作成にあたりまして、数多くの知識や示唆を頂いた方へご協力を頂いた事、心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会：排水ポンプ設備の運転操作マニュアル
- 2) 一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会：揚排水ポンプ設備技術基準・同解説