

谷田川排水機場除塵機の不具合対応について

荒木 秀介

関東地方整備局 利根川上流河川事務所 施設管理課 (〒349-1198 埼玉県久喜市栗橋北2-19-1)

谷田川排水機場は、群馬県南東部の利根川と渡良瀬川に挟まれた谷田川流域の内水排除を目的として群馬県邑楽郡板倉町に1975年にポンプ3台、2001年にポンプ2台が設置され、出水時には5台のポンプにより、50 m³/sの谷田川の水を利根川に排水し、流域の浸水を防いでいる直轄管理の施設である。2019年6月の出水期に行う点検時に除塵機の不具合が発生した。

本稿では、谷田川排水機場の通常行っている定期点検では事前に発見が困難な除塵機の不具合に対する対応について報告するものである。

キーワード 排水機場、除塵機、計画的維持管理、保守点検技術、危機管理

1. 谷田川排水機場の概要

(1) 排水機場の概要

谷田川排水機場は利根川左岸143.0kmに位置し、出水時に谷田川の水(50 m³/s)を利根川に排水する能力を有する排水機場である。谷田川排水機場の位置については図-1に、設備概要については表-1に示す。

表-1 設備概要

	仕様
ポンプ形式	立軸斜流
排水量	10m ³ /s×5台=50 m ³ /s
口径	2000mm
主原動機形式	立型ガスタービン
主原動機出力	883kW (1200PS)

(2) 除塵設備の概要

出水時には水だけでなく流木などの塵芥が機場に向かい一緒に流れてくる。この塵芥をポンプが吸い込むことで排水能力の低下やかみ込みによるポンプ停止が発生する可能性もある。このため、排水機場にはポンプ前段で塵芥を除去する除塵機が設置されている。

谷田川排水機場の外観及び概要図を図-2、図-3に示す。除塵機の構成としては、塵芥を堰き止める役割のスクリーン、堰き止めた塵芥を掻き上げるレーキ、掻き上げた塵芥を一箇所に運搬するコンベアにより構成されている。

除塵機に不具合が発生し、スクリーン前面に塵芥が滞留すると、流水を妨げ、吸水槽内の水位が低下する。吸水槽水位の水位低下は、ポンプに振動を発生させるなど



図-1 位置図

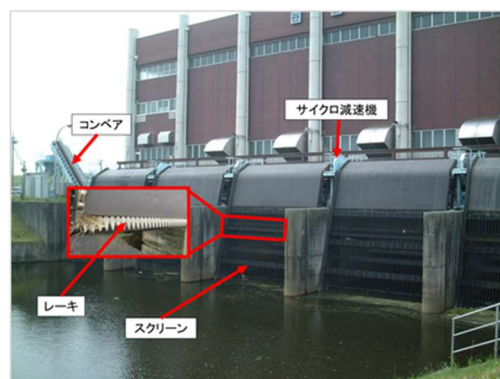


図-2 谷田川排水機場の外観

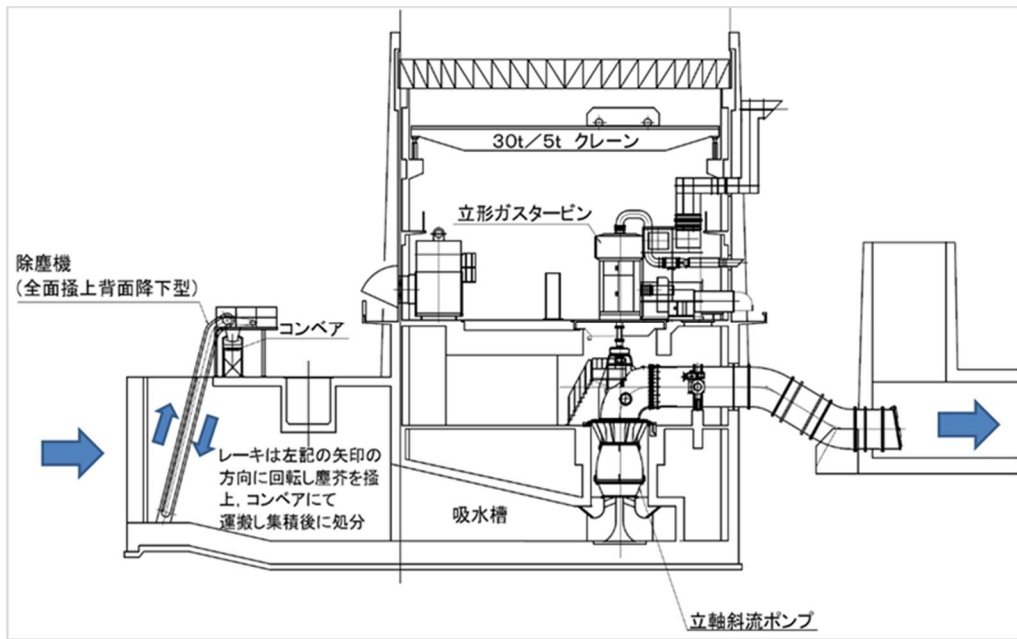


図-3 谷田川排水機場概要図

悪影響を及ぼす恐れがある。

そのため、除塵機が稼働できなくなるとポンプも停止する可能性があり、内水排除の役割を果たせなくなるおそれがある。

2. 谷田川排水機場の不具合

(1) 不具合発生

排水機場では5月から11月まで毎月定期的に動作確認を行う管理運転点検を実施している。

2019年6月4日に管理運転点検を実施したところ、4号除塵機に過負荷が発生した。電流値を確認したところ定格値15.1Aに対して、20A以上が検出された。

点検者によると、はじめは除塵機に塵芥が引っ掛かってしまい巻き上げられなくなった可能性を考え、寸動運転、逆寸動運転を実施し塵芥を外そうと試みたが、レーキを動かしている電動機直結形サイクロ減速機（以降、サイクロ減速機）が熱を持ち始めたため運転継続不可と判断したとのことであった。

この時点では1ヶ月前の5月8日、不具合発生前日の6月3日の管理運転点検の際には異常がなかったことから、塵芥が引っ掛かったか、あるいは、2011年度に1号、2号除塵機が土砂堆積により運転不能状態になった実績（当時の土砂は撤去済み）があったことから土砂が再堆積したものと推測していた。

(2) 不具合機器の特定

不具合発生後、沈砂池の土砂堆積状況を計測したところ、最大深さ約2.6m、除塵機前では約1m、堆積量にし

て約5,300m³の堆砂を確認した。なお、不具合が生じていない4号機以外も土砂堆積に大きな差は無かったが、この時点でも土砂堆積の影響が大きいのと考え、出水期中での大量の土砂撤去の方法を検討、準備をしつつ、期間を空けて再度運転状況の確認を行った。

寸動運転を繰り返したところ、レーキが水中から出て来た際に、レーキに土砂等の過度な付着が確認されなかったため、土砂堆積等ではなく除塵機側の不具合が原因の可能性もあると原因調査の範囲を広げ、7月5日にレーキ側とサイクロ減速機側を切り離して調査を行った。

図4に示すとおり、レーキはサイクロ減速機とチェーンで繋がっており、サイクロ減速機の動力をチェーンを通して、レーキに伝えることで動かしているため、レーキとサイクロ減速機を繋ぐチェーンを外し、サイクロ減速機が問題なく稼働するか確認することでどちら側に不具合が発生しているのかを調査した。

調査の結果、レーキとサイクロ減速機を切り離す前と変わらず不具合が確認されたため、サイクロ減速機の不具合が原因であると方向転換し詳細な調査を行った。

(3) 不具合機器特定後の対応

まず対応としては、サイクロ減速機の更新か分解整備かを検討した。

更新する場合は納期に3.5ヶ月掛かることが判明し、分解整備の場合は作業日数が準備1日、分解整備1日の合計2日であった。出水期に入っていたこともあり、早急に復旧する必要があったため、7月16日に現地での分解整備を実施した。

分解整備により、サイクロ減速機内の整流器が破損し

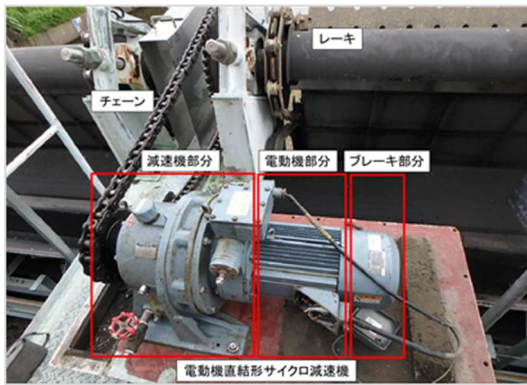


図4 レーキとサイクロ減速機の位置関係



図5 破損した整流器

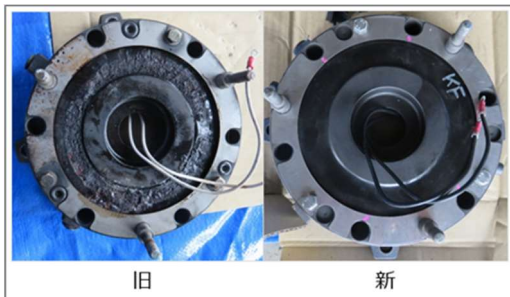


図6 ブレーキコイルの新旧比較

になり、正常に動作することが確認された。

3.不具合発生の構図

今回の不具合はサイクロ減速機に付いている交流電流から直流電流に変換する役割を持つ整流器が破損したことが原因であった。

サイクロ減速機には除塵機が停止しているときにレーキが動かないようにブレーキが付いている。

整流器が破損することで、整流器の先にあるブレーキコイルに電気が流れない状態となり、ブレーキが解除されない状態となっていた。

ブレーキの動作原理は図-7を用いて解説する。ブレーキは電気が流れていないときは可動板がバネにより押されて、可動板が固定板に接触することでブレーキが掛かる仕組みとなっている。電気が流れているときは可動板を押しているバネより強い磁力で可動板がコイルに引き寄せられることで、ブレーキを解除する仕組みとなっている。

今回はブレーキが解除されないために発生した負荷を土砂堆積や塵芥が引っ掛かったためと勘違いし、寸動運転を繰り返したことで、ブレーキコイルが焼損したと考えられる。

メーカーによると、整流器が破損する理由には初期不良、経年劣化、落雷、熱などが考えられるとしている。

本除塵機は、2000年度に設置され19年経過しており、不具合発生時に落雷も発生していなかったことから、経年劣化による破損と考えられる。

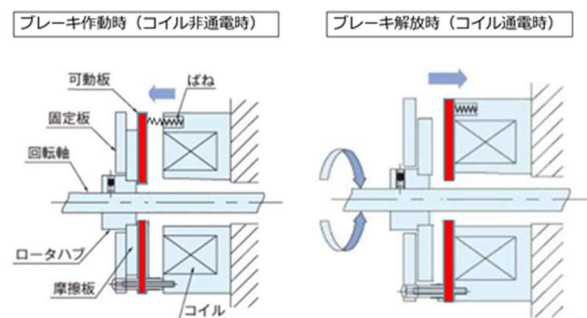


図7 ブレーキの動作原理

たこと及びブレーキコイルが焼損していることが判明した。

図-5に示すように、破損した整流器には膨らみや溶けて固まったような箇所が見受けられた。

図-6に示すように、ブレーキコイルは焼損していることが見受けられた。

また、不良部品の交換などの分解整備完了後に試運転を行ったところ、不良時は20A以上だった電流値が8.5A

4.不具合発生時の対応からの課題と考察

今回の不具合発生時の対応では、これまでに経験がなく、通常での点検では特定が困難な事案でもあったため、過負荷発生に対する確認方法が十分ではなかった。

除塵機には、保護装置として、電動機側からの過電流を検知するサーマルリレーとレーキ側からの過負荷を検知するトルクリミッタが付いており、サーマルリレーで

は過負荷発報，トルクリミッタでは過トルク発報がでるようになっている。

不具合発生時に考えていた土砂堆積や塵芥の引っ掛かりがあった場合には、本来であれば過トルク発報となり、今回の不具合の原因であるサイクロ減速機の異常については過負荷発報となる。

また、今回の対応では経験が招く先入観による思い違いも生じていた。

除塵機は役割上、土砂堆積や異物の引っ掛かりによる不具合が生じやすいこと、また、2011年に土砂堆積により運転不能状態になる不具合発生の実績があったこと、さらに、前日までの通常の管理運転点検で異常が無かったことから、不具合発生時にこれまでと同様の土砂堆積等が原因だと推測してしまった。

今回の教訓としては、より広く正確な知識を持つために、過去の不具合事例等を学ぶことは重要である。特に頻度が多い事例だけでなく少ない事例、例えば老朽化が引き金で突然発生する故障などについても知っておく必要があり、先入観から数が多い事例を原因と思い違いをしてしまうと本当の原因から離れてしまう場合があるので、先入観に囚われず初期対応が図られるよう変えていくための知識・情報共有が必要である。

今回は谷田川排水機場の4号除塵機での不具合であったが、他号機及び利根川上流河川事務所にて管轄している他の排水機場の除塵機でも整流器が使用されているのを確認したため、使われている箇所については万が一に

備えて予備品として整流器を購入している。

しかし、当然のことながら、他の部品についても設置後19年経過しており、経年劣化が進んでいると考えられるため、今回のような突然の不具合が別の部品においても、いつ起こるか分からない。この対策として、他の部品についても予備品を持つことが考えられるが、予備品の数が膨大になってしまうこと、保管している間に劣化してしまうおそれがあることから、やはり機械設備の目に見えない内部に関しては計画的に分解整備や更新を検討していくことが不可欠と考える。

また、土砂堆積により稼働不能になる不具合も過去にあったことから、機械設備に限らず周辺環境含め、普段からの良好な管理を実施していくことが必要である。

5.最後に

今回の不具合について、私は発生から復旧までの一連に関わることができた。この不具合に関わった経験を今後の計画的な維持管理に活かしていきたいと思う。

また、今回の対応でも分かるように私自身は思い込むとその一点だけ見ってしまう傾向が強いため、今後、注意していきたいと思う。

今回の不具合を含め、複数の不具合事例を知ることで、正しい判断を出せるようになると思うため、今後の維持管理のためにも様々な事例を学んで、さらに、広く共有していきたいと思う。