

濃縮汚泥移送管の閉塞に関する調査について

総務・水質管理グループ 荒木 幸治

1. はじめに

福井県下水道公社では昭和57年の設立以降、九頭竜川流域下水道施設の維持管理を行い、終末処理場である九頭竜川浄化センター（以下「当センター」という。）では年間約1,889万 m^3 の下水を処理し、汚泥処理によって生じる脱水汚泥を年間約5,490t リサイクル処分している（令和2年度実績）。

当センターでは水処理系統から引き抜いた初沈汚泥（生汚泥）と余剰汚泥を分離濃縮しており、初沈汚泥は重力タンクで濃縮され、汚泥ポンプにて消化タンクに移送・投入している。しかしここ数年、重力濃縮汚泥の移送管内において汚泥の閉塞が複数回発生しており、維持管理上の課題となっている。今回の調査では閉塞箇所の調査・清掃および閉塞汚泥の性状分析を実施することで閉塞原因を考察し、今後の対応について検討を行った。

2. 設備概要、運転管理状況および閉塞発生箇所

当センターにおける、初沈汚泥の濃縮・移送に関わる設備概要、運転管理状況および閉塞の発生箇所は次のとおりである。

（1）設備概要

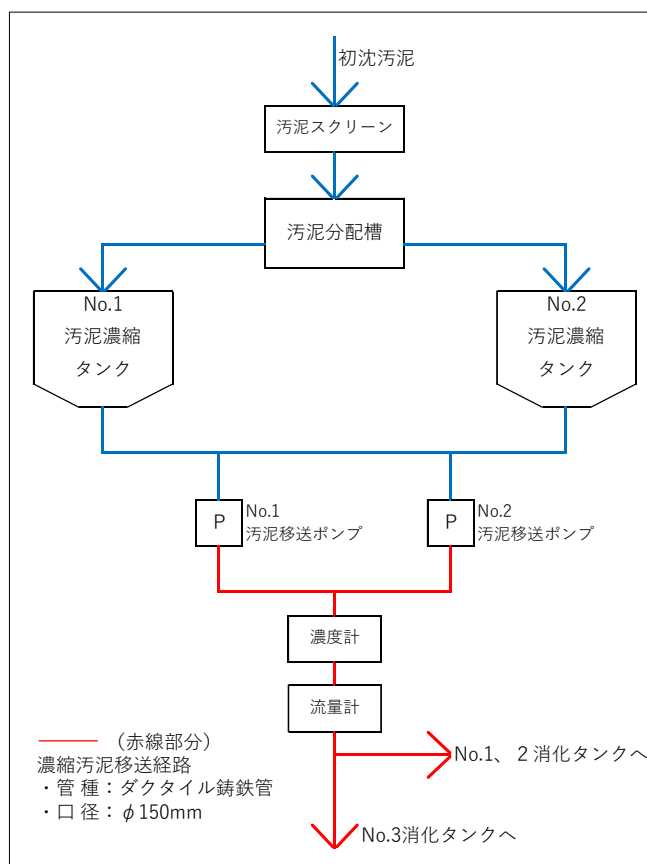
①汚泥濃縮タンク

- 形 式
重力式円形放射流式
- 設置年度
昭和56年（No.1）、平成26年（No.2）
- 寸 法
No.1タンク $\phi 12.0\text{m} \times$ 有効水深3.5m
No.2タンク $\phi 9.6\text{m} \times$ 有効水深3.5m
- 水面積：185 m^2
- 容量：649 m^3
- 滞留時間：12時間

②濃縮汚泥移送ポンプ

- 形 式：無閉塞型汚泥ポンプ
- 設置年度：平成16年度（改築）
- 台 数：2台（No.1、No.2）
- 口 径：吐出100A、吸込100A
- 吐 出 量：1 m^3/min

（図－1：当センターの汚泥処理フロー）



(2) 運転管理状況

- 濃縮汚泥引抜量 (R2 年度実績) : 40,970 m³/年 (平均 112 m³/日)
- ポンプ運転台数 : 1 台
- 引抜回数 : 48 回/日 (30 分毎のタイマー運転)
- ポンプ揚水量 : 60~80 m³/h 程度 (通常時)
- 濃縮汚泥濃度 : 3.80% (R2 年度年間平均値)

(3) 閉塞発生箇所

図-1 中に赤線で記した、汚泥移送ポンプから消化タンク投入口までの配管が重力濃縮汚泥の移送路であるため、この区間で閉塞が発生していることが予想される。

3. 閉塞の発生状況と課題について

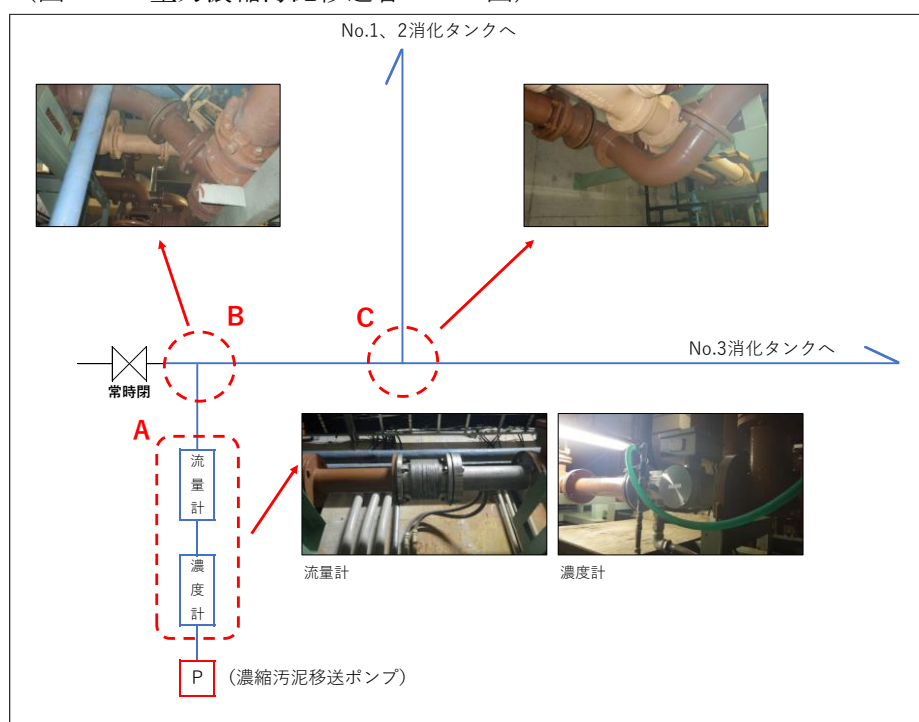
(1) 閉塞発生の兆候

重力濃縮汚泥の閉塞の兆候は、次の2パターンに分かれて現れている。

①汚泥移送ポンプの揚水量低下

汚泥移送ポンプの通常時の揚水量は2.(2)のとおり、60~80 m³/h 程度であるが、閉塞が進行すると 30 m³/時程度まで下がることが確認されている。対応として、図-2 中のBおよびC箇所を中心に可能な範囲で運転管理業者が管内を清掃することで、揚水量は通常値まで戻っている。

(図-2 : 重力濃縮汚泥移送管フロー図)



なお、清掃箇所としてBおよびCを選定している理由は次のとおりである。

- B、Cともに曲管部であるため、汚泥が堆積しやすい箇所と推測される。
- 配管の形状がフランジ型 (ボルト止め) であり、運転管理業者が配管を外して作業することが可能な箇所である。

②流量計・濃度計の計測異常

重力濃縮汚泥は図－２のとおり、ポンプで揚水後、流量計・濃度計で計測されるが、計器内部に汚泥が堆積すると計測が阻害され、異常値を示す。通常値から大きく外れた値が観測された際は、図－２のA箇所（流量計・濃度計の内部）の清掃を運転管理業者が実施することで対応している。

（２）現在の対応が抱える課題

（１）のとおり、閉塞の兆候が現れた際は運転管理業者が配管清掃を行うことで対処してきたが、これまでの対応は次のような課題を抱えている。

- 現場が既設管で錯綜し、配管を取り外せる箇所が限定されるため、清掃できる範囲が限られている。
- 清掃後、配管の現状復旧が困難である（前後の既設管との取り合いが難しい）。
- 閉塞発生の原因が不明で、対処療法的な対応になっている。

以上のような課題の解決に向けて、閉塞発生原因を考察し、今後の対応について検討を行った。

４．閉塞発生原因についての考察

他処理場における、濃縮汚泥の閉塞事例について意見照会を行ったところ、多くの処理場で同様の問題が発生していることが分かり、閉塞発生の原因について、いくつかの知見を得ることができた。加えて、運転管理業者へのヒアリングと、当センターの汚泥処理設備の現状をふまえ、閉塞の発生原因を次のように予想した。

① 配管の老朽化による内面劣化

重力濃縮汚泥の移送管は整備から 30 年以上が経過しており、管内部の劣化が進行している可能性が高い。内面被膜が劣化し、表面が粗くなることで汚泥が流れにくい状況になっていると考えられる。

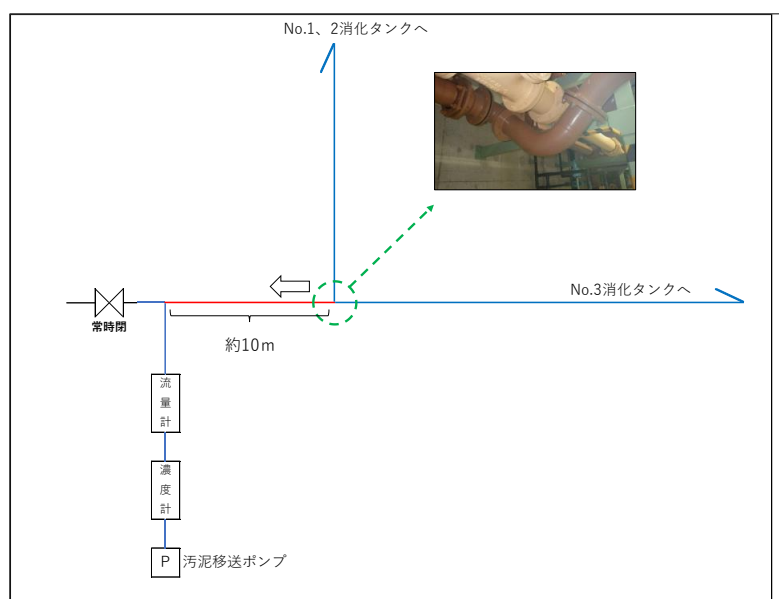
② 油脂類の固着

運転管理業者が配管清掃作業時に除去した汚泥は光沢があり、粘土のような質感で、黄色く着色した箇所が散見された。また、他処理場への意見照会でも、油脂類の影響を指摘するケースが非常に多かったことから、当センターでも同様の現象が発生している可能性が高いと考えられる。

５．専門業者による配管洗浄と管内調査の実施

濃縮汚泥移送管の内部を観察するため、専門業者による高圧洗浄を実施した。洗浄箇所は、図－３中の赤線の範囲である。洗浄方法は、図－３中の T 字管（緑破線で囲った箇所）を外し、矢印の方向に向けて、高圧洗浄装置が届く範囲（約 10m）で作業を実施した。

(図－３： 高圧洗浄箇所)



(写真１： 清掃前)



(写真２： 清掃後)



写真１、２はそれぞれ、図－３の矢印方向に向けて確認した配管内部の、清掃前後の写真である。清掃前は写真１のとおり、配管内部に汚泥が厚く堆積していた。高圧洗浄によって堆積した汚泥の大部分は除去されたが、写真２のとおり、管の内面には全体に渡って汚泥が薄く付着していた。この汚泥は高圧洗浄でも除去することはできず、ヘラなどで強くこすってもなかなか剥がれなかった。このように管内面に固着した汚泥が、濃縮汚泥の堆積を促進していると推測される。

6. 汚泥中の油分の分析

管内の汚泥中の油分を測定するため、高圧洗浄作業時に除去した堆積汚泥を採取し、専門機関において n-ヘキサン抽出物質（鉱油類、動植物油脂）の含有量を測定した。また比較対照のため、管内に堆積する前の、濃縮タンクから引き抜いたばかりの汚泥も同時に分析をした。結果は次の通りであった。

(表－１： 汚泥試験結果)

検査項目	検査結果（含有量試験）		検査方法
	①重力濃縮汚泥	②配管内堆積汚泥	
含水率	96.2% (年間平均値)	60.6%	下水試験方法 第５編１章６節
強熱減量（有機比）	88.6%（乾燥物） (年間平均値)	92.3%（乾燥物）	下水試験方法 第５編１章８節
n-ヘキサン抽出物 (鉱油)	0.35%（乾燥物）	2.7%（乾燥物）	ソックスレー 抽出－重量法
n-ヘキサン抽出物 (動植物油)	8.7%（乾燥物）	73.3%（乾燥物）	ソックスレー 抽出－重量法

表－１のとおり、②配管内堆積汚泥は含水率が60.6%と低く、濃縮汚泥が堆積する過程で固形化が進んでいるといえる。また、有機比は乾燥物中の割合で88.6%から92.3%に上がっており、元から有機分の割合が高い重力濃縮汚泥が、堆積の過程で有機分の割合を更に増していることが分かった。

特筆すべきはn-ヘキサン抽出物の濃度である。鉱油と動植物油を合わせた濃度は、堆積前の濃縮汚泥が9.05%であったのに対し、堆積汚泥では76.0%と非常に高く、乾燥物中の約3/4を油分が占めていることが分かった。

7. まとめ

今回の調査結果から、当浄化センターの汚泥配管閉塞の原因を次のように考察した。

- ① 濃縮汚泥中の油分が汚泥移送管の内面に付着する。
- ② 新しく流入してきた汚泥中の油分が管内面に付着した汚泥に更に積み重なり、徐々に管内を閉塞させるに至っている。

以上の要因から、閉塞した管内を清掃しても汚泥の蓄積が再度進行し、時間の経過とともに流量低下や計測異常を引き起こすことが繰り返されていると予想される。そこで、今後の対策を短期的な視点と中・長期的な視点の2つの点から、他処理場での対策事例も参考にしながら提案したい。

（１）短期的な対策

閉塞による異常が発生してから事後的な対応を取るのではなく、定期的に配管清掃を実施することで安定した汚泥処理を継続していく。また、これまでに清掃した箇所以外でも汚泥の閉塞が発生している可能性があるため、清掃範囲を徐々に広げながら、汚泥移送管全体の現状把握に努めていく。

（２）中・長期的な対策

① 配管内のフラッシング（管内洗浄）

処理水を汚泥移送管内に流せるように配管を改築し、定期的に管内を処理水でフラッシングすることで、固着しかけている油分を洗い流し、汚泥の堆積を妨げる。

② 点検口の設置

配管の途中に容易に取り外せる点検口（T字管の1面にフランジ蓋をするなど）を取り付けることで、点検・清掃にかかる時間と手間が軽減し、こまめな手入れができるようにする。

本調査研究では、濃縮汚泥管の配管閉塞という汚泥処理上の課題に対して、発生原因についての重要な知見と今後の対応策のヒントを得ることが出来た。今後も引き続き、経過観察と定期的な配管清掃を続けながら、中・長期的な解決方法を更に検討し、実践に移していくことを目標としたい。