

高分子凝集剤使用量の抑制について

(株) 北九州ウォーターサービス 下水道事業部下水道事業課 ○金森 清志
北九州市上下水道局下水道部西部浄化センター 野中 菜津枝

1はじめに

北九州市にある北湊浄化センターにおける脱水機は平成28年にベルトプレス脱水機からスクリュープレス脱水機に更新された。設置当初脱水機の稼働が安定しなかったが主に高分子凝集剤の薬品溶解濃度、注入率を調整することで運用してきた。しかし高分子凝集剤の使用量が年々増加しているため薬品費用を抑えるためにも高分子凝集剤の使用量を抑制することが喫緊の課題として浮上してきた。そのための原因分析、対処方法の検討、また実機試験を行った結果を報告する。

2現状

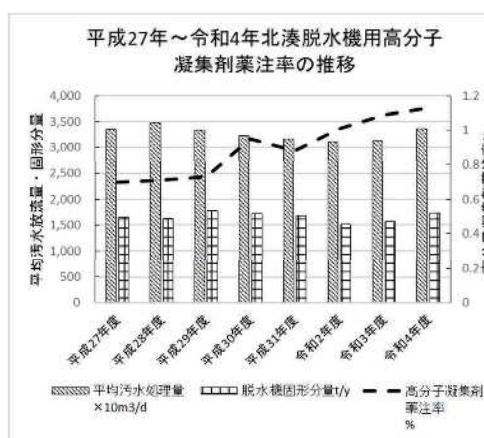


図1 北湊浄化センター高分子凝集剤注入率の推移

表1 北湊浄化センター脱水機の推移

| 年度 | H28 | H29～R4 | R5 |
|----|------------------------|--|---------------------|
| 内容 | ・脱水機1台目更新 ・高分子凝集剤検討 | ・脱水機2台目更新 ・溶解不良多発のため 高分子凝集剤溶解濃度を0.2%～0.3%に変更 | ・工業用水受水し高分子凝集剤溶解に使用 |

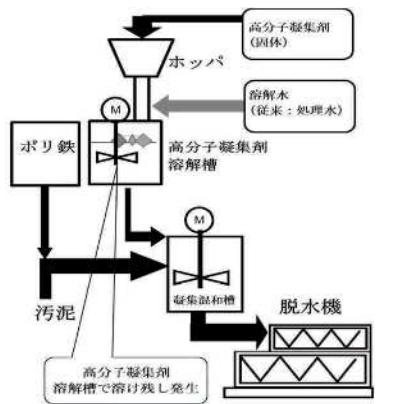


図2 高分子凝集剤の溶解・注入システム

脱水機の高分子凝集剤薬注率は、図1の通り平成29年度に0.73%だったものが令和4年度には1.13%まで上昇している。汚水處理量、脱水機が生成する固形分量は横ばいである。同注入率は脱水機設備のメーカー仕様としては0.8%であることから、明らかに突出しており、注入率を上げる要因を調べる必要がある。

表1に北湊浄化センター脱水機の推移を示す。平成28年度にベルトプレスからスクリュープレス方式に変更した。それに合わせ高分子凝集剤も性能、コスト面から適した高分子凝集剤を選択していたが、平成29年度に高分子凝集剤溶解槽で溶解不良が多発したため、高分子凝集剤の溶解濃度及び注入率等を検討した。原因是溶解水である処理水のMアルカリ度が100以上と高いためと推測された。対策としては、高分子凝集剤にMアルカリ度を中和する働きがあるので溶解時の濃度を0.2%から0.3%に上げて運用を再開した。

図2に脱水機における高分子凝集剤の溶解・注入システムを示し説明する。固体の高分子凝集剤は溶解槽にて溶解水で溶解後、脱水機本体に指定された注入率（注入率は汚泥、薬品の固体分で計算）で液化高分子凝集剤を注入する。当時は溶解水に処理水を使用していた。

脱水機への高分子凝集剤の注入は、液化高分子凝集剤をポンプで脱水機前段の凝集混和槽に送ることになる。

注入率は液化高分子凝集剤で制御するのではなく、固体状態の量を元に計算し制御を行う。従って溶解濃度を上げたとしても、注入率を同程度に設定すれば、液化高分子凝集剤の注入量は減少することになる。

しかし平成30年以降、図1の通り高分子凝集剤の注入率を上げないと、脱水ケーキの固形分率が維持できない状態となった。

3 要因分析

図 3 に脱水機において高分子凝集剤注入率を増加させ脱水性能向上を図る要因分析図を示し、それぞれを検証していく。

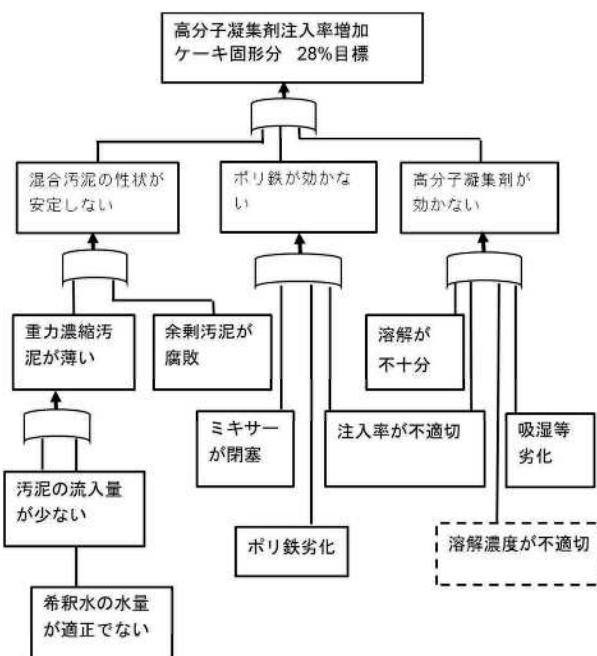


図 3 脱水機の高分子凝集剤注入率増加の要因分析

表 2 高分子凝集剤純水溶解時の粘度(メーカー推定値)

| 溶解濃度(%) | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 |
|-------------|---|-----|-----|-----|
| 溶液粘度(mPa・s) | 1 | 42 | 150 | 305 |

*高分子凝集剤メーカーより入手

4 対処方法の検討

令和 5 年 10 月より同浄化センターで高分子凝集剤の溶解水に、M アルカリ度の低い工業用水が利用可能となった。溶解水に工業用水を使用することにより M アルカリ度が 100 から 80 程度に下がるため、高分子凝集剤溶解濃度を 0.3% ⇒ 0.2% にする実験を行い、対処方法として有効か検証することになった。

5 実験結果

表 3 に処理水と工業用水を溶解水とし、ビーカーテストにて汚泥とポリ鉄、高分子凝集剤の反応状況を示す(令和 5 年 10 月実施)。サンプル 4-2, 4-4 は従来の処理水溶解濃度 0.3%、サンプル 1-2, 1-4 は工業用水を使った濃度 0.2%である。フロックの生成はビーカーテストにおいては同等であることが確認できた。このことから、実機実験でも問題なく試験できると判断した。

表 3 汚泥凝集ビーカーテスト(令和 5 年 10 月 4 日)

| 試料名 | 溶解濃度と溶解水 | ポリ鉄% | 高分子凝集剤% | 上澄水濁度 | 上澄水色度 | フロック出来栄え | 溶解水 M アルカリ度 |
|---------|-------------|------|---------|-------|-------|----------|-------------|
| サンプル1-2 | 0.2%(工水溶解) | 18 | 1.3 | 14 | 25.4 | 良 | 76 |
| サンプル1-4 | 0.2%(工水溶解) | 14 | 1.3 | 19 | 31.8 | 良 | 76 |
| サンプル4-2 | 0.3%(処理水溶解) | 18 | 1.3 | 6.4 | 26.7 | 良 | 104 |
| サンプル4-4 | 0.3%(処理水溶解) | 14 | 1.3 | 17 | 30.7 | 良 | 104 |

”混合汚泥の性状が安定しない” と言う事象について重力濃縮汚泥と余剰汚泥について確認する必要がある。重力濃縮汚泥は毎週実施する水質検査にて令和 4 年度の平均値は 5.5% であり、十分である。余剰汚泥も腐敗した様子はない。

”ポリ鉄が効かない” と言う事象についてはフロック形成が十分なので問題ないと考えた。

”高分子凝集剤が効かない” については、溶解水である処理水の M アルカリ度が 100 以上と高いため溶解槽において溶ける状態が悪かったので改善のため高分子凝集剤の溶解濃度を 0.2% から 0.3% に増加させた。これは高分子凝集剤に M アルカリ度を中和させる働きがあるためである。

しかし溶解濃度を 0.2% から 0.3% にすると液化高分子凝集剤は粘度が 2 倍に上昇することがメーカー提出資料より分かった。(表 2)

液化高分子凝集剤の粘度が上がれば脱水機前段にある凝集混和槽において、汚泥に対しむらなく攪拌することが困難になり、一部行き渡らない部分が生じるのではないかと推測した。その結果脱水ケーキの固形分率の不安定化を招き、それに対し注入率増加で対応したと想定される。

表 4 に実機試験の条件およびスケジュール、試験結果を示す。高分子凝集剤の溶解水はすでに令和 5 年 10 月に処理水から工業用水に切り替えを完了しており、同年 11 月～令和 6 年 1 月までは高分子凝集剤溶解濃度 0.3%で運用した。2 月から 0.2%溶解濃度の実験を開始した。

表 4 脱水機実機試験スケジュールと結果

| 年月 | 令和5年10月 | 令和5年11月 | 令和5年12月 | 令和6年1月 | 令和6年2月 |
|-------------|-------------------------------------|-----------|---------|---|--|
| 条件設定 | 汚泥処理量m ³ /h 13.5～18 | 13.5～16.5 | 17～18 | 17.5～20 | 20 |
| | 余剰汚泥m ³ /h 13～18 | 13～15 | 16 | 16～18 | 18 |
| | ボリ鉄注入率% | 15～19 | 17～24 | 15～18 | 15 |
| | 高分子注入率% | 1.3～1.9 | 1.8～2.5 | 1.1～1.8 | 0.8～1.3 |
| イベント | •溶解水を処理水から工業用水へ切替 •高分子凝集剤は0.3%濃度 | | | •1系を実験系とし、溶解濃度を0.2%へ変更 •2系は実験失敗時のバックアップ用として0.3%のまま | •1日、2日は昼間のみ 1系を稼働 •5日より昼夜連続で1系運転開始 |
| 降雨量(月間mm) | 11.5 | 45.0 | 69.5 | 71.5 | 148.0 |
| 固形分量(t) | 104.375 | 92.665 | 158.952 | 164.368 | 154.029 |
| 固形分率(%) | 27.03 | 27.30 | 28.10 | 28.29 | 29.02 |
| ボリ鉄使用量(t) | 22.707 | 23.881 | 24.894 | 25.236 | 24.102 |
| 実績ボリ鉄注入率(%) | 21.76 | 25.77 | 15.66 | 15.35 | 15.65 |
| 高分子使用量(t) | 2.356 | 2.478 | 2.428 | 1.991 | 1.440 |
| 実績高分子注入率(%) | 2.26 | 2.67 | 1.53 | 1.21 | 0.93 |

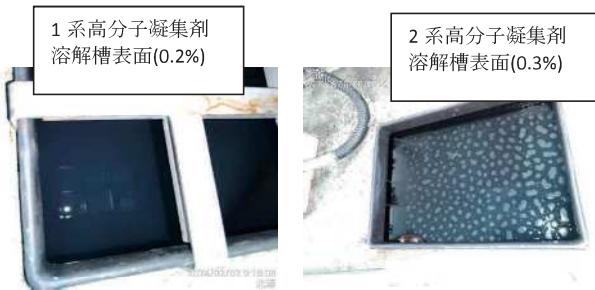


図 4 1 系高分子凝集剤溶解槽と 2 系溶解槽の溶解後

6まとめ

脱水機の高分子凝集剤の使用量削減を、脱水性能を維持しながら実施する方法として、溶解水の工業用水への変更、溶解濃度に着目し実験を行った。実機試験は冬季は確認できたが、夏季はこれからであり引き続き実験を続けたい。また他に脱水性能に係る要素がないか調査・検討を進め、脱水性能と経済性の両立を図っていきたい。

参考文献

- 永田知絵(2018) 処理水を用いた薬品溶解水によるスクリュープレス脱水機の安定運用について
：北九州市上下水道局
問い合わせ先：(株) 北九州ウォーターサービス下水道事業部下水道事業課 金森清志
tel 093-533-7373 E-mail kanamori-kiyoshi@kitakyuws.co.jp

高分子凝集剤の溶解装置は 2 系統あるので、1 系を実験系として 0.2%溶解濃度、2 系は従来通り 0.3%溶解濃度で失敗時の予備として運用した。表 4 には 2 月実験時の結果を示している。脱水機が処理する汚泥は変化するため 1 カ月のみで判断することは難しいが 2 月の高分子凝集剤注入率が 0.93%である。また脱水ケーキの固形分率は 29.02%で実験前に比べ高い値となっている。

2 月は例外的に月間降雨量が 148mm と多かったのでその影響も考慮する必要があるが、良好な結果を得た。

今回の実機試験で確認できたこととして、図 4 に示す通り、高分子凝集剤を実際の溶解装置を使い工業用水で溶解した場合、0.3%溶解濃度では泡立つ現象が確認できた。

0.2%ではこの現象は確認されず、前述の溶解濃度が上がると溶解液の粘度が上昇することが関係するものと思われる。また、実験中において、汚泥濃縮部及び脱水部において安定して稼働し、夜間に緊急停止するなどのトラブルは皆無だった。