

消化脱水分離液と濃縮分離液の混合によるMAP析出対策

横浜市 長谷川 孝
○飯田 裕介

1 はじめに

嫌気性消化を採用している汚泥処理施設において MAP（リン酸マグネシウムアンモニウム）の析出による配管等の閉塞は、処理停止につながり重大な問題となる。MAP の析出については古くから各種研究が行われており、抑制方法が発表されている。その一つに酸を添加し pH を下げる方法があるが¹⁾、薬品供給設備が必要となり、後の水処理において影響を及ぼす懸念がある。

横浜市北部汚泥資源化センターでは、市内北部にある5つの水再生センターから送泥された調整汚泥を濃縮・嫌気性消化・脱水・焼却の工程で集約処理しているが、稼働当初から脱水機の分離液系統において MAP の析出によるポンプ及び配管の閉塞が問題となっていた。本施設では、これに対して様々な調査、対策を施したが、定期的な MAP の除去作業は不可欠で運転管理上、負担となっていた。

本報告では、消化脱水分離液と pH の低い濃縮分離液を混合することによって pH を調整し、水処理への影響なく MAP 析出を抑制することができたので紹介する。

2 経緯および調査

(1) 経緯

北部汚泥資源化センターの濃縮・脱水処理量を表-1 に、汚泥処理フローを図-1 に示す。MAP 析出による閉塞故障は高度処理が普及し始めた平成8年頃から急増した。MAP が析出する範囲は脱水機の分離液系統から濃縮分離液返流水の合流地点までであり、析出はポンプ内や配管屈曲部等の乱流となる部分に、とりわけ冬季に多く発生した。最も多い年では年間27件の閉塞故障が記録されている。

これまでの対策として、平成13年にポンプ及び配管内面にナイロンコーティング、平成16年から脱水機供給汚泥にポリ硫酸第二鉄 1200ppm～1500ppm を添加している。また、配管の高圧洗浄2回/年、ポンプを分解しはつり作業を毎月実施していた。

表-1 濃縮・脱水処理量（過去10年平均）

| 項目 | 処理量 (m ³ /日) |
|----------|--------------------------|
| 濃縮機汚泥供給量 | 8,385 |
| 濃縮分離液返流量 | 6,512 |
| 脱水機汚泥供給量 | 2,205 |
| 脱水分離液返流量 | 2,261 |

※各返流量には機器の洗浄水も含まれる

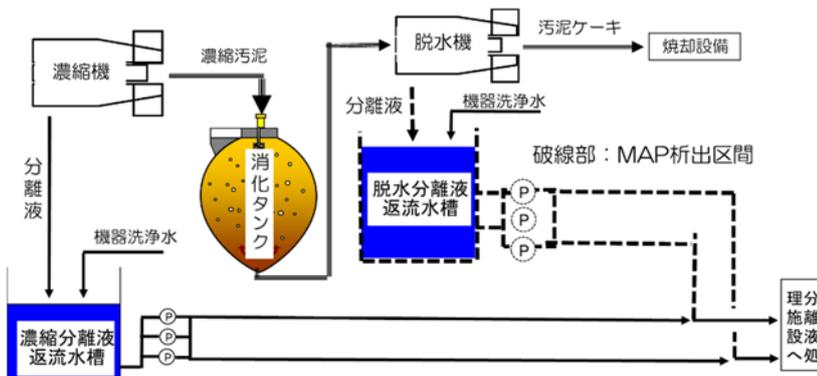


図-1 汚泥処理フロー



図-2 ポンプ吸込み部 MAP 析出状況

(2) 析出状況

ポンプ吸込み部 MAP 析出状況を図-2 に示す。攪拌強度が強いポンプ周辺では MAP の生成速度が速く除去した数日後に閉塞することもあった。また、配管内で析出したものと比較して硬い MAP が付着していた。

(3) 実験

平成 14 年 2 月、脱水分離液の pH を下げて MAP の析出を抑制するための室内実験を行った。実験方法は pH の低い濃縮返流水と脱水返流水を各種混合比で混合し、ジャーテストによる攪拌(100min⁻¹)を行い、pH の変化を計測した。pH の目標値は MAP の生成が起こりにくい 7.5²⁾ 付近とした。混合比を 1:1 とした場合、表-1 より 2,200m³/日送水する必要がありそれ以上の送水は実用化が困難なため、混合比の上限を 1:1.5 とした。供試水の pH は脱水:7.98、濃縮:6.67 であった。

混合試験結果を図-3 に示す。結果は混合比を 1:1.5 としても 7.70 に低下する程度で、混合によって MAP の析出を完全に抑えることは不可能だが、ある程度抑制できるとの見解を得た。

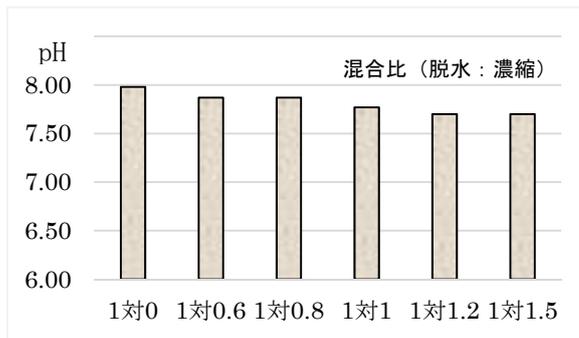


図-3 混合試験結果

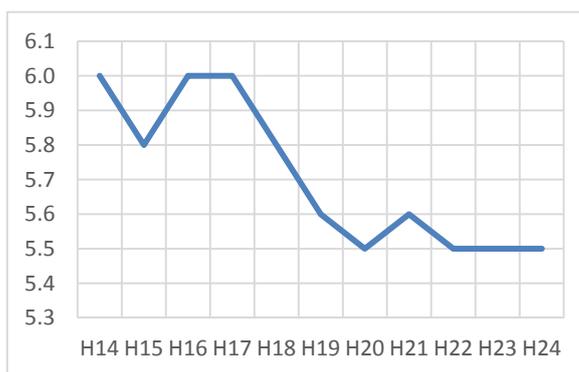


図-4 濃縮分離液返流水 pH 推移

3 対策及び結果

濃縮分離液の pH は、平成 17 年以降、汚泥性状の変化により低下傾向にあったため混合による対策を実施した。濃縮分離液返流水 pH 推移を図-4 に示す。対策は以下のとおり 2 段階で実施した。

(1) 第 1 期 (平成 25 年 1 月～平成 30 年 2 月)

1) 対策 図-5 に第 1 期概略フローを示す。通常、脱水機分離液、濃縮機分離液とも共通の 2 条管で分離液処理施設へ送水していた。この 2 条管のうち 1 本を逆送水させ、濃縮返流水の一部を脱水機分離液返流水槽に投入した。流量は pH7.1 を目標に手動バルブにて調整することとした。

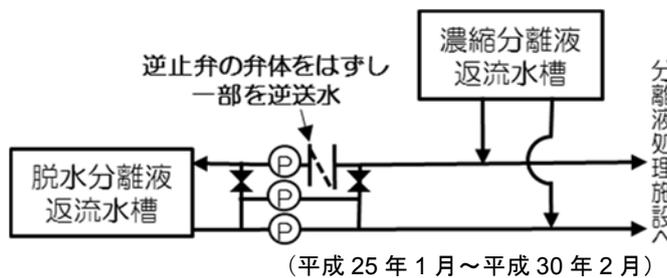


図-5 第 1 期概略フロー

2) 結果

ア pH 表-2 に各返流水の pH を示す。なお、数値は第 1 期対策翌年度の平成 26 年度の数値であり、また、濃縮返流水 pH は経月変化するので四半期ごとの平均値を採用した。混合返流水の pH は、全期にわたり 7.5 を下回り MAP の生成がないことを確認した。

イ 混合比 第 1 期対策は既設の配管を利用し濃縮返流水を逆送水したため流量計がなく正確な混合比が把握できない。よって対策前後の年である平成 24 年度と平成 26 年度の脱水返流水ポンプの運転時間の比較から混合比を推定した。脱水返流水ポンプ運転時間を表-3 に示す。運

表-2 各返流水の pH

| 項目 | 春季 | 夏季 | 秋季 | 冬季 |
|-------|------|------|------|------|
| 濃縮返流水 | 5.55 | 4.95 | 5.66 | 5.75 |
| 脱水返流水 | 7.86 | 7.91 | 7.98 | 7.83 |
| 混合返流水 | 7.32 | 7.22 | 7.33 | 7.43 |

表-3 脱水返流水ポンプ運転時間 (h)

| 項目 | 平成 24 年度 | 平成 26 年度 |
|------|----------|----------|
| 運転時間 | 4,575 | 6,587 |

転時間が約 1.4 倍に増加していることから混合比はおよそ 1 : 0.4(脱水返流水 : 濃縮返流水)と推定され、室内実験で得られた見解より少ない送水量で MAP の析出を抑制できたことになる。これは室内実験が冬季で濃縮返流水の pH が高い時期だったこと、また通年で送水することにより、混合返流水の pH が低い時期に、析出した MAP が再度溶出したことによるものと思われる。

(2) 第 2 期 (平成 30 年 3 月～)

1) 対策 図-6 に第 2 期概略フローを示す。新たに分離液連絡管約 70m を設置し、消化脱水分離液の排水先を濃縮分離液返流水槽に変更した。新規敷設した配管は表面粗度の小さい塩化ビニルとした³⁾。

また、この新設配管には約 5m 垂直に落下する縦方向の経路があり、強い攪拌による MAP 析出の可能性があったため、落下部付近に点検用のマンホールを設置した。

2) 結果

第 1 期同様に混合した返流水系統に MAP の生成がないことを確認した。混合返流水の pH は、濃縮返流水量が脱水返流水の約 3 倍もあるため常時 7 を下回ることを確認できた。しかしながら、新設配管の垂直経路の下部で攪拌により、MAP の析出が発生した。この部分以外に析出はなかった。図-7 に新設配管 MAP の析出状況を示す。MAP の生成速度については攪拌強度と相関のあることが明らかにされている²⁾。

今後はこの部分の対策として 1. 少量の濃縮分離液を注入する、2. スパイラル配管に改良して乱流を防止するなどの処置を検討する。

5 結論

本手法により、以下の結論を得た。

- (1) 濃縮分離液と脱水分離液を混合することにより MAP 析出の抑制は可能である。
- (2) 本手法は薬品の添加をすることなく pH 調整が可能である。従前より、分離液は混合されて水処理されるため水質への影響はない。
- (3) 濃縮機、脱水機の位置関係にもよるが本手法は配管の布設のみであり、大規模な設備の改築は伴わない。また、配管布設後の維持管理は容易である。

6 おわりに

今回の手法では、維持管理の面から MAP を析出させないことを目的としているが、リンは有限な資源であり回収することが望ましい。北部汚泥資源化センターは流入リンが約 2 t / 日⁴⁾あり、リンの析出防止や回収などをコントロールできるような技術の導入が望まれる。

参考文献

- 1) 皆川 剛ら；消化汚泥配管のスケール対策について，下水道研究発表会講演集，第35回，p855-857
- 2) 津野 洋ら；消化槽脱離液からのストラバイトの回収に関する研究，下水道協会誌論文集Vol.28，No.324
- 3) 亀山 建一ら；汚泥嫌気性処理返流水からの資源回収に関する技術調査，日本下水道事業団技術開発部報，Vol.1995 p42-50
- 4) 小前 和智；下水汚泥集約過程における汚泥のりん放出挙動に関する研究，下水道研究発表会講演集，第50回，p1009-1011

問合せ先：横浜市環境創造局 飯田 裕介 電話045-502-3738 e-mail: ks-hokubugesuido@city.yokohama.jp

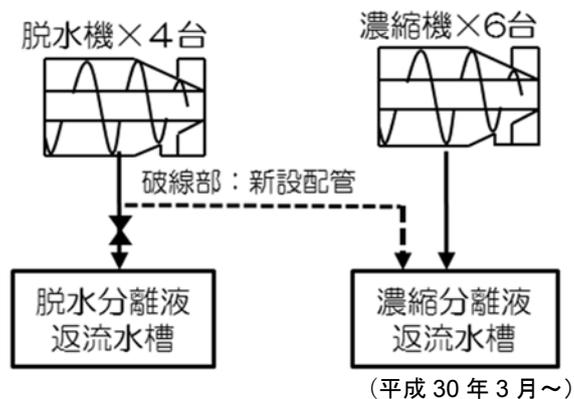


図-6 第 2 期概略フロー



図-7 新設配管 MAP の析出状況