

特別企画

循環のみちへ向けた下水道の役割ー水・汚泥のリサイクルー

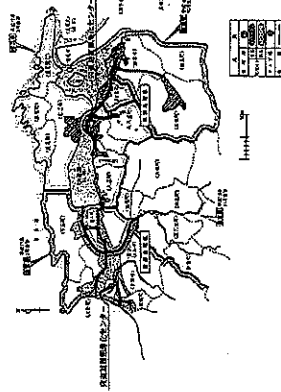
MAP法におけるりん・窒素の回収と利用

鳥根県央道湖流域下水道管理事務所 維持管理グループ

飯島 宏

1. はじめに

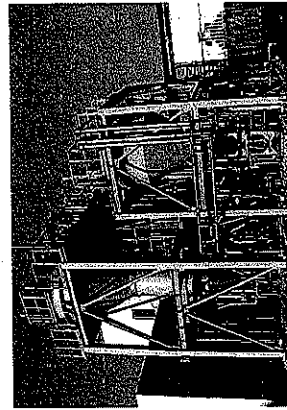
央道湖東部浄化センターは、鳥根県の東部に位置する松江市・安来市・東出雲町の央道湖東部処理区の下水を処理する流域下水道終末処理場である。48,500m³/日を処理し意字川を経て中海へ放流している。放流先の中海に隣接する央道湖は、ヤマトシジミ日本一の漁獲量を誇り、豊富な魚介類に恵まれた日本最大級の汽水湖である。また、ハゼ釣り、ウィンドサーフィンなど地域住民の憩いの場ともなっている。(図一1参照)



図一1 央道湖流域下水道計画図

供用開始当初は厭雑活性汚泥法で処理していたが、湖沼水質保全特別措置法により央道湖・中海が指定湖沼となり平成6年4月から高度処理運転を開始することとなった。処理方式はステップ流入式二段循環硝化脱窒法運転でりん・窒素を除去していた。しかし、消化汚泥脱水のため脱水分離液からのりん・窒素負荷が大きく、特にりん処理が不安定であった。

平成10年9月から運流水りん負荷削減、処理の安定化及びびりんの再資源化を図るために、脱水分離液を処理する造粒脱りん設備(MAP設備)を運転開始した。MAP設備の全景を写真一1で紹介する。



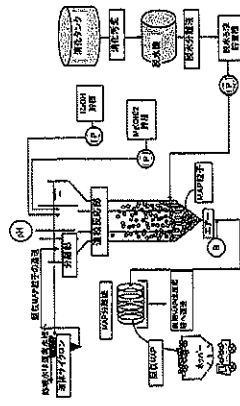
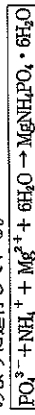
写真一1 造粒脱りん処理設備

2. MAP設備のしくみ

MAP反応塔へ原水(脱水分離液)と水酸化マグネシウム溶液を供給し、水酸化ナトリウムでpHを8.5~9.0に調整する。空気を塔底部から供給して塔内を攪拌混合しMAPを結晶・造粒化させる。(図一2参照)

液体サイクロン装置により、反応塔から汚泥とともに漏出した微細MAPを分離・送送しりんの回収率をさらに高めている。

造粒脱りん装置によるりん除去の反応は、次式のように進行している。



図一2 造粒脱りん装置のしくみ

3. 運転結果

原水、処理水のPO4-P、T-P、NH4-N等の各年度の平均値を表一1に示す。

表一1 造粒脱りん設備処理状況(平成10年9月~平成20年3月まで)

Table with columns for pH, SS, PO4-P, T-P, NH4-N, and T-N, each with sub-columns for raw water and treated water, and rows for years 10-19.

(1) pHについて

原水のpHは7.7前後から近年は8.1~8.2とやや上昇してきている。反応塔のpHは8.6に設定しているが、処理水では8.8前後まで上昇する。

(2) SS濃度及び遠心脱水機の導入について
脱水分離液のSS濃度は運転当初からの問題点であった。仕操値の200mg/lに比べかなり高く、しかも変動が大きいためりん除去率が悪く苦慮していた。運転開始当初はベルトプレス式脱水機で脱水ケーキ含水率は良くないがSS回収率は良く、またろ布洗浄水により希釈されるため、300mg/l前後を維持することができた。

しかし平成13年9月に遠心脱水機の導入により、造粒脱りん設備の運転に大きな支障を来すようになつた。まず、SS回収率が悪くしかも希釈効果のある洗浄水がないため、反応部にMAPの付着した汚泥が堆積し運転不能となつた。同時に、MAP付着汚泥により脱水分離液配管の閉塞にも悩まされた。さらに冬季には難脱水性の汚泥のため、脱水分離液のSSがさらに高くなつた。

平成14年度以降、配管洗浄水ラインを設け洗浄水を流すことにした。その希釈効果の結果、SSを下げることで、平成15~17年度には100~200mg/lと低く抑えることができ、T-P除去率としては70%以上の高率を確保できた。しかし平成18,19年度はややSSが高くT-Pも除去率も低下している。

(3) PO4-P濃度について

表一1に示すように、PO4-P除去率については平成13年10月までは90%以上あり、良好な

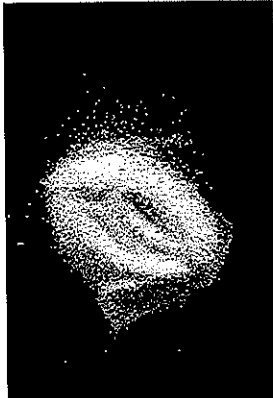


写真-4 MAP粒子

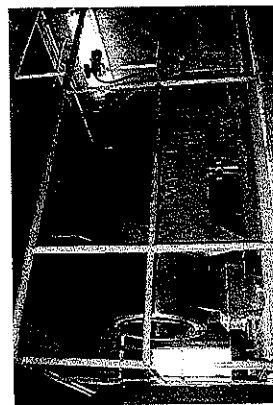


写真-3 MAP分離機

心脱水機の導入及び前述の鉱物由来の水酸化マグネシウムの使用による。

(6) 海水由来の水酸化マグネシウムについて
表-1にみられるように、平成14年4月以降MAP処理水の残存PO4-P濃度が高く同除去率も平均値で70%と従来の90%以上の除去率よりかなり低い。これは、従来の海水由来の水マグと違い鉱物由来の水マグを使用したためである。当初は、水マグが設定どおり注入されていない、水の濃度が薄い、脱水機の薬液添加率が低い等種々検討した。

その結果、鉱物由来の水マグは粒径が大きいという推測の元、海水由来の水マグで実験テストを行った。結果、PO4-P除去率が93%、T-P除去率も87%にまで達した。また、これまで結晶品目でありMAP粒子が造粒し始めてくるなど目に見えた変化が現れた。この半年間の原因不明の難問題に悩まされたことは貴重な経験であった。以後、薬品契約の仕様には「海水由来」を明記することとした。

4. 窒素除去について

りに比べ、窒素は水処理過程で脱窒菌により窒素ガスとして大気放出するため水処理・汚泥処理系内への蓄積が少ないのであまり重要視していない。MAP法による除去率もNH4-N除去率で10~20%であり、水処理系への逆流負荷もりに比べかなり低い。

5. 造粒MAPの回収と利用について

生成したMAPは、週1回MAP分離機(写真-3)で分離回収しホッパーに貯留する。3週間分約7~8トン貯め、含水率10%程度まで風乾後トラックにて肥料売却先へ搬出する。

回収したMAP粒子は0.5mm程度の顆粒である。(写真-4)

表-2に平成10年度からのMAPの回収・搬出量及び水酸化マグネシウム・水酸化ナトリウムの使用量を示す。

MAP生成反応をしていた。しかし遠心脱水機運転以降脱水機濃縮量が少なくなったので平成14年4月初旬まで1基運転に切り替えた。同時にPO4-Pは200~250mg/lと高くなったが過剰な水酸化マグネシウムの注入は配管の閉塞を助長するのでも、水マグ注入量は従来のままでおこなった(実質Mg/Pモル=0.5~0.6)。従ってPO4-Pは50~100mg/lも残存し除去率は50~60%にとどまった。

次に、後述するように平成14年4月~9月のMAP処理水の残存PO4-P濃度が高く同除去率も平均値で70%と低いのは、鉱物由来の水酸化マグネシウムを使用したことによる。

平成15~18年度は、PO4-P除去率は概ね80%前後で推移してきた。19年度が78%と低いのは、放流水の全りん濃度が良好であったため、水酸化マグネシウムの注入量を抑えたためである。

(4) 液体サイクロン装置の設置(T-Pの除去について)

反応塔からのSSとともに微細MAPが流出し、りん除去率が低下することを抑え安定したT-P回収率を維持するために、平成12年5月に液体サイクロン装置を設置した。(写真-2参照)これによ

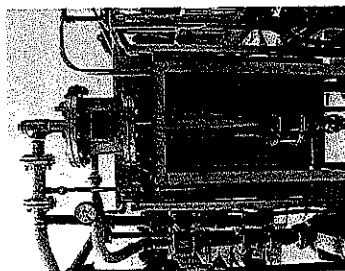


写真-2 サイクロン

り、表-1に示すように、平成10年度にはPO4-Pは90%以上除去できていたのにT-Pは54%しか除去できなかったが、平成12年度5月以降70%以上の安定したT-P除去率を維持している。ただし、平成13、14年度除去率が悪いのは遠

表-2 造粒MAP回収・搬出状況

Table with 7 columns: Year, Total Output (t/year), MAP Recovery (times/year), NaOH Usage (m³/year), MAP Recovery/Return (t/year), MAP Recovery/Return (MAP-kg/mt), MAP Recovery/Return (MAP-kg/mt), and MAP Recovery/Return (kg/day).

*注) リン回収量はMAP含水率を10%とする。

なお、回収したMAPは、肥料原料として単価10数円/kgで肥料製造会社と単年度契約で全量売却している。

MAP回収量は約300~500kg/日で、りん回収量としては35~58kg/日と年度によってばらつきがある。年間搬出量は平成15年度の188tをピークに減少している。放流水質の全りん濃度が0.15mg/l前後と良好にかつ安定して処理されているため水酸化マグネシウム及び水酸化ナトリウムの使用量を抑えたためである。

なお、平成13年度の秋には、BSE(狂牛病)問題でMAPを肥料会社へ搬出できなない不測の事態も発生した。

6. まとめ

以上、MAP設備の運転状況を過去のデータの

もと簡単に述べてきたが、適切な運転管理により安定したりん処理を行うと同時に、りん・窒素の有効利用ということで資源のリサイクルにささやかであるが貢献してきている。

400kg/日程度のわずかなMAP量ではあるが、りん資源を下水汚泥から回収する一手段として貴重な事例であると思う。現在にはかなり安い単価でMAPを売却しており、薬剤費の一部を補う程度が現状である。

しかし、「りん鉱石の枯渇」、「除磷物質として輸出規制」と言われてきており、また最近には特にりん鉱石の高騰による肥料の値上げ等、りん・窒素資源の回収と有効利用はますます重要な課題となってきている。