

「凝集剤」(その2)

前回の下水道用語「凝集剤」(その1)では、一般的な下水汚泥の特性とそれを踏まえた凝集剤の使用方法、そして1液注入タイプの高分子凝集剤について、簡単に紹介させていただきました。

少しお復(さら)いしますと、まず、下水汚泥の種類として、初沈汚泥と余剰汚泥があり、余剰汚泥中の微生物分泌物質(水分を多く含むゲル状粘質物)が、汚泥の濃縮性・脱水性を阻害する要因になると考えられています。

そこで、汚泥処理における凝集剤の一般的な使い方として、

- ・汚泥中の粘質物のアニオン性(負に帯電)を荷電中和して、凝結・凝集しやすくする
- ・汚泥粒子を凝集させてフロック形成させて、濃縮脱水工程での固液分離性を向上させるという工程を経ることになります。

この工程に用いる手段として、従来より、

- ・無機系凝集剤(PACやポリ鉄など)あるいは有機系凝集剤により、凝集しやすい微小フロックを形成し、アニオン性あるいはノニオン性高分子凝集剤で架橋し粗大フロックを形成させる(2液注入タイプ)
- ・表面電荷中和と架橋による粗大フロック形成の両方の作用を併せ持つカチオン系高分子凝集剤により、凝集と架橋を併せて作用させ粗大フロックを形成させる(1液注入タイプ)の2ケースが一般的です。

今回は、無機系凝集剤について少し触れたいと存じます。

(2液注入タイプについては、有機系同士や無機系・有機系など組合せが多岐に渡るため、次回以降に紹介したいと存じます。)

無機系凝集剤は、その特性から、水処理であれば、汚水中の懸濁物質等の沈降性を助長させて処理効率を向上(回収率改善や滞留時間短縮など)させたり、汚水中のリンを吸着して汚泥へ移行させることで放流リン規制に対応するなど、といった用途で用いられます。一方、汚泥処理では、濃縮脱水や脱臭への助剤としての用途が多く見られます。

一般的に、この無機系凝集剤には、鉄やアルミニウムなどの金属塩が用いられ、荷電中和力が強く、不溶性の水酸化物を生成して懸濁物質を抱き込むため、一次フロック化に用いられることが多いです。

しかしながら、荷電中和(凝結)と不溶性水酸化物によるフロック化(架橋)のどちらの作用を優先させるかにより、対象物質性状に対して最適なpH範囲があるため、pH調整が必要とされています。

また、懸濁物質濃度に対する最適な攪拌強度や攪拌時間や、複数凝集剤を添加する場合の添加順序も、凝集剤効果に影響を与えるとされており、凝集混和プロセスを設計する際

には十分に検討する必要があります。

さて、無機系凝集剤といっても、いくつか種類がありますので、下水の汚泥処理で広く使用されてきているものを主に紹介したいと存じます。

- ・硫酸アルミニウム（硫酸バンド）

懸濁物質除去に効果があるため排水処理全般で使用されているものの、生成されるフロックが小さく軽いため、汚泥の濃縮脱水工程ではほとんど採用されていません

- ・ポリ塩化アルミニウム（PAC）

低温下でも懸濁物質除去やリン除去に効果があり、硫酸バンドより凝集性が良く中和剤も少ないため、排水処理全般で使用されているものの、薬品が高価であるために、高分子凝集剤が使えない場合やフロック粗大化が必要な場合など、限定的に採用されることが多いとされています

- ・塩化第二鉄

生成されるフロックが重く、高 pH であっても有効であるため、難脱水性である消化汚泥を対象に使用されてきたものの、腐食性の強さや pH 下がり易さ（中和剤（消石灰）使用量が多い）などから、維持管理上、採用は少なくなってきました

また、真空脱水機やフィルタープレス脱水機が採用されている処理場では、脱水汚泥の剥離性を重視し、塩化第二鉄と消石灰の組合せで用いられることが多いようです

- ・ポリ硫酸第二鉄（ポリ鉄）

塩化第二鉄と比べて腐食性が低く、また、硫化水素やメチルメルカプタンなどの硫黄化合物系臭気に対して脱臭剤としての働きを兼ね備え、硫化水素による金属腐食やコンクリート腐食にも効果があるとされています

また、強力なリン除去効果（リン酸塩生成による汚泥へ移行）を持っており、放流水へのリン流出を抑制するとされています

さらに、生成されるフロックが重く pH が下がりにくく、また薬品が安価であるため、上記の利点も踏まえて、塩化第二鉄の代替として採用が増えてきており、最近では、高分子凝集剤との併用（2液注入タイプ）に採用されることも多くなってきました

このように、汚泥性状によっては無機系凝集剤にも得意不得意があるため、現場で試行錯誤しつつ他の薬品との最適な組み合わせも模索して、最も凝集効果を高める運転方法を見出し、併せて機器仕様にもフィードバックをかけていくことで、後段の濃縮脱水プロセスまで含めたライフサイクルコストの縮減に努めることが重要かと存じます。

次回は、有機系凝集剤について触れたいと存じます。余白があれば、凝集剤の組合せや脱水助剤利用など、最新情報も含めて紹介したいと存じます。

（資源エネルギー技術課）