

株式会社クボタ 迫田末寛 利國 太 竹山宏秋 ○佐々木智彦

1. はじめに

近年、汚泥の低濃度化や高VTS化が進み難脱水性の性状を示す傾向が強くなってきている。汚泥は基本的に親水性の物質で覆われており、無機塩や高分子凝集剤を添加して、機械脱水が可能な状態に”調質”する必要がある。また最近では脱水後の汚泥を焼却・熔融処分する事が多く、焼却灰、熔融スラグの減量化という観点から汚泥調質には高分子凝集剤（以下「ポリマー」と称す）を用いるのが主流となっている。しかし難脱水性汚泥の場合、ポリマー1液を添加する方式（以下「従来方式」と称す）では調質が不十分になり、ケーキ含水率が低下せず問題となる場合が多い。本報ではポリマーの汚泥凝集効果と汚泥調質効果を有効に利用する点に着目し、最初に凝集効果の高いポリマーを汚泥に添加しフロックを形成させた後、重力脱水を行い汚泥濃度を高め、続いて濃縮された汚泥に調質効果の高いポリマーを添加して汚泥脱水を行ったところ（以下「濃縮調質方式」と称す）、従来方式と比較して大幅に脱水性能が向上する結果が得られたので若干の知見を報告する。

2. ポリマーによる凝集原理

汚泥中の水の存在状態をFig. 1に生物処理汚泥の状態をFig. 2に示す。汚泥の凝集は、汚泥粒子表面のバイオポリマー層にある多糖類のアニオン基へポリマーのカチオン基が吸着反応し荷電中和を行う事により、さらにコロイド次元以上の大きさを持つ粒子を架橋反応によって大きなフロックを形成させる事によると考えられるが、ポリマーの分子量や種類によって汚泥粒子への吸着形態が相違する事が報告されている。ポリマーは汚泥中の汚泥粒子と自由水中の荷電物質に反応し、電気的に中和される形で消費される。汚泥に投入したポリマーのうち汚泥粒子に吸着する割合は少なく、その大半は自由水中の荷電物質との反応等により消費されてしまうと考えられている。自由水中の荷電物質とポリマーの反応もポリマーの分子量や種類によって反応等の状態が異なる事が予想される。汚泥の脱水に関与するのは汚泥粒子に対して吸着反応したポリマーであり、汚泥粒子とポリマーの反応を促進させる事が汚泥調質の鍵を握っていると言える。

使用したポリマーの性状概略をTable. 1に示す。

3. 簡易試験

ポリマーと

Table. 1 ポリマーの性状

符号	ポリマー種類	カチオン性	分子量 × 万	溶液粘度 0.2% cps
A 1	DAM	強カチオン	600	275
A 2	DAM	強カチオン	500	230
A 3	DAM	強カチオン	400	200
B	DAA	強カチオン	1000	380
C	AMN	強カチオン	300 ~ 400	5 ~ 30

簡易試験の原理をFig. 3に示す。
DAM：メタクリル酸エステル系共重合物
DAA：アクリル酸エステルとアクリルアミドの共重合物
AMN：アミン系共重合物

す。濃縮調質方式の場合は予め容器内で汚泥と凝集用のポリマーを混合・攪拌してフロック形成させた後、ろ布で重力脱水を行い汚泥を所定濃度に濃縮した。濃縮されスラッジ状になった汚泥に調質用のポリマーを添加し十分に混合・攪拌を行った。簡易試験に使用した汚泥性状をTable. 2に簡易試験結果をTable. 3に示す。簡易試験は片面ろ過で剪断圧搾は行われ

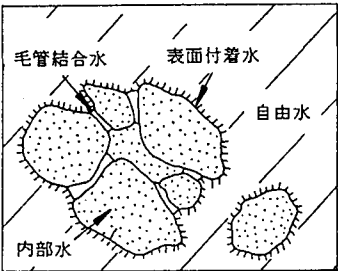


Fig. 1 汚泥中の水の存在状態

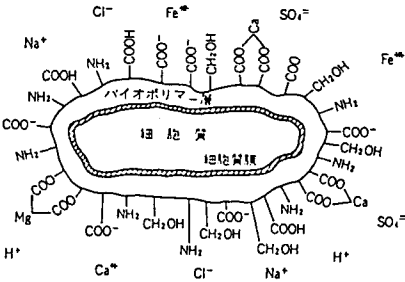


Fig. 2 微生物コロイドの状態

ず脱水時間も短いため、最終ケーキ含水率はベルトプレス実機よりも5～10[%]程高い値になる。ポリマー添加率とケーキ含水率の関係をFig. 4に示す。A 1、A 2従来方式では添加率0.9～1.3[%]でケーキ含水率は90.2～90.8[%]の範囲であり変わらない。添加率は1.1[%]の時が良く、0.9[%]では不足しており、1.3[%]では過剰添加気味であった。このことからA 1、A 2従来方式では添加率1.1[%]で汚泥調質が最良であると考えられる。しかし調質能力の限界があり簡易試験においてケーキ含水率を90[%]以下にすることはできなかった。C従来方式の場合は添加率1.1～1.5[%]でケーキ含水率は88.8～90.3[%]の範囲で添加率を高くする程ケーキ含水率はわずかに低くなる結果となった。

Table. 2 汚泥性状

分析項目	単位	測定値
pH	—	7.43
TS	mg/l	19200
SS	mg/l	16400
VTS	%	67.2
VSS	%	67.3
粗浮遊物	%/TS	5.40
Mアルカリ度	mg/l	2680
電気伝導度	mS/cm	6.34

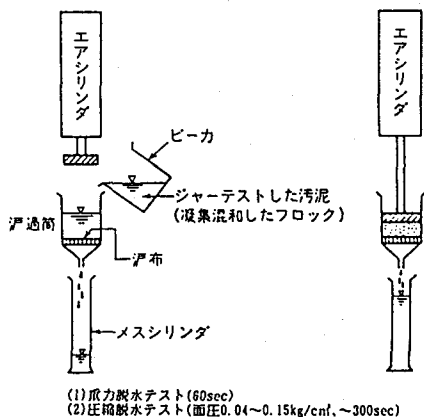


Fig. 3 簡易試験の原理

Table. 3 簡易試験結果

No	ポリマー	添加率 (%)	ろ液 径 (mm)	ろ液 透明度 5点法 (最良-5点)	ケーキ 染出し 割合 (%)	ケーキ 分離性 (%)	ケーキ 含水率 (%)
1	A 1	0.9	3	3.0	3.3	1.0	90.6
2	A 1	1.1	3	3.7	4.3	1.0	90.4
3	A 1	1.3	3	3.3	3.7	1.0	90.8
4	A 2	0.9	2-3	3.3	4.7	1.0	90.8
5	A 2	1.1	3	3.7	4.3	1.0	90.1
6	A 2	1.3	3	3.3	4.7	1.0	90.5
7	C	1.1	2-3	3.3	4.0	1.0	90.3
8	C	1.3	3	3.3	5.0	2.7	88.9
9	C	1.5	4	3.3	4.3	2.0	88.8
10	A 3&C	0.9	1	3.0	4.0	4.3	86.5
11	A 3&C	1.1	2	3.0	4.7	4.3	83.4
12	A 3&C	1.3	4	3.0	5.0	3.7	83.1

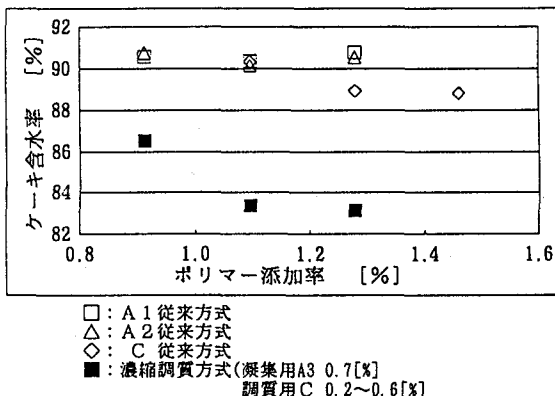


Fig. 4 簡易試験結果

CはA 1、A 2よりも汚泥調質能力が高く、従来方式でケーキ含水率は88[%]台に低下するが添加率は高くなる。濃縮調質方式においては凝集用にA 3を0.7[%]添加し凝集フロックを形成させた。この場合重力脱水を行う事が目的であるので、加圧力に耐えられるまでポリマーを添加しフロックを成長させる必要はない。重力脱水を行った後、調質用にCを添加率0.2～0.6[%](A 3との合計で0.9～1.3[%])の範囲で添加し脱水を行った。ケーキ含水率は83.1～87.5[%]で従来方式と比べて5[%]以上と大幅に低下した。これはCが汚泥粒子のアニオン基により多く吸着して荷電中和が進んだ事によると推定される。ポリマーを消費する物質を多く含む汚泥中自由水を大幅に低減させてから、Cを添加する濃縮調質方式によって汚泥粒子の吸着点がより多く荷電中和されて良好な汚泥調質が行われると考えられる。

4. 実機試験

簡易試験の結果をふまえて実機試験を行った。実機試験のフローをFig. 5に示す。第1重力脱水部で固液分離が進み凝集汚泥が濃縮される。濃縮濃度の試験結果をFig. 6に示す。分子量の高いBを凝集用に使用した方がA 1よりも低い添加率で高濃度に濃縮できた。実機試験に用いた原汚泥はTable. 2に示した性状とほぼ同等であった。ケーキ含水率の試験結果をFig. 7に示す。A 1従来方式の場合、添加率1.1～1.2

[%]でケーキ含水率80[%]程度と最も低い値を示した。C従来方式の場合は添加率1.3～2.2[%]の範囲で添加率2[%]程度が約77[%]で最も低いケーキ含水率を示した。濃縮調質方式では凝集用にBを添加率0.6[%]使用し重力脱水を行う事により濃度1.66[%]の原汚泥を濃度4～8[%]に濃縮した後、前記の方法で調質用にCを添加し脱水した。Cの添加率0.7～1.0[%]において添加率を高くする程ケーキ含水率は低下し74[%]程度まで低下した。合計の添加率はA1従来方式と比べて増加するが、C従来方式よりも添加率は低く、かつケーキ含水率は大幅に低下する事が確認された。

5. 考察

濃縮調質方式の場合、最初の行程で汚泥の濃縮を行うには粗大フロックを形成する事が重要であり、カチオン性、高分子量タイプのポリマーを使用すれば比較的低い添加率で目的は果たせる。従って低濃度、難脱水性の汚泥に対しても容易に高濃度に濃縮可能である。次いで調質の行程でポリマーと汚泥を効果的に反応させる事により汚泥粒子の荷電中和を促進し低含水率の脱水ケーキを得る事ができる。また調質状態が良好になるので、難脱水性の汚泥を対象としてもサイドリークの発生は無く、ろ過速度を大幅に上げる運転も可能であった。

今回の報告では難脱水性消化汚泥のみを対象として評価しているが、混合生汚泥等他の各種汚泥についても簡易試験において濃縮調質方式によりケーキ含水率の大幅な低下が確認されている。

6. まとめ

(1). ポリマーで汚泥を凝集させ固液分離を行う事により低濃度汚泥も容易に濃縮することができる。(2). 濃縮調質方式を行う事により従来法と比較してケーキ含水率は大幅に低下する。(3). 濃縮調質方式は脱水処理後のケーキ処分も含め各種汚泥に対して有効な調質・脱水方式になる可能性が示された。

<参考文献> (1). 徳永、藤波、山口、石見:CHEMICAL ENGINEERING, Vol. 30, No. 2, 19-36(1985) (2). 徳永、大庭、佐々木、神原、平戸:第30回下水道研究発表会講演集(1993) (3). 五十嵐、佐藤、鈴木:化学工学論文集69 4-700(1986) (4). 村上、石田、松村:下水道協会紙論文集Vol. 26, No. 300, 60-68(1989)

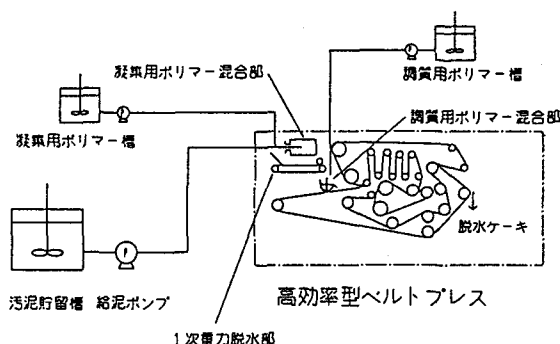


Fig. 5 実機試験フロー

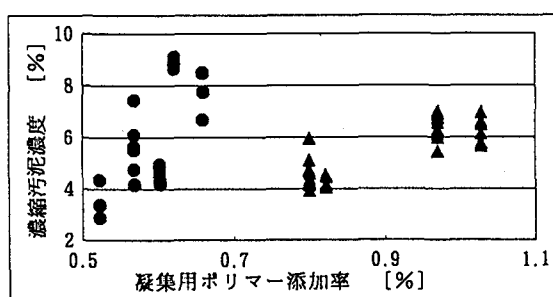


Fig. 6 実機試験結果(濃縮濃度)

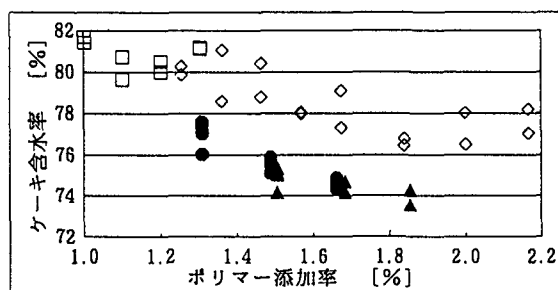


Fig. 7 実機試験結果(ケーキ含水率)