

調査・研究報告書

第 8 号

平成22年 3 月

財団法人 千葉県下水道公社

あ い さ つ

当社は、平成4年3月25日に設立されて以来、千葉県からの委託を受けて印旛沼、手賀沼及び江戸川左岸流域下水道の維持管理業務を行なってきました。

印旛沼流域下水道の花見川処理場と手賀沼流域下水道の手賀沼処理場においては、平成21年度から包括的民間委託が導入され、当社の業務は、民間業者が行う業務の履行確認等となりましたが、江戸川左岸流域下水道においては、引き続き当社で維持管理業務を行っております。

江戸川左岸流域下水道の維持管理につきましては、効率的な運営に努めるとともに、処理水質の向上や維持管理コストの縮減を目指した、施設の運転管理技術に関する調査研究を行っているところであり、今後とも調査研究内容の充実を図っていく所存です。

今回、江戸川第二終末処理場の実施した調査研究についてまとめましたので、維持管理業務の参考になれば幸いと存じます。

平成22年3月

財団法人千葉県下水道公社
理事長 谷藤武美

脱水処理後のろ液を利用した重力濃縮汚泥への濃縮効果とその効果による電力量削減について

1. はじめに

当流域下水道では、年々、処理人口が増加し平成20年度末には100万人を超える流入水量の上昇によりエネルギー需要も増え続けている状況です。

現在では、年間約1億2千万m³の汚水流入量があり、約4,823万kwhの電力量を消費しています。この電力量の内、全体の約93%が処理場で消費され、約7%が中継ポンプ場等で使用されています。その電気代は約6億円にも上ります。

当会社では、このような状況の中、水処理反応槽散気装置を酸素移動効率の高い全面曝気又は超微細方式に変更するなど積極的に省エネルギー化に取り組んでいるところであり、さらなる電力量の削減を目指して脱水効率の向上について調査したので報告します。

2. 調査概要

当処理場の汚泥処理は、最初沈殿池引抜汚泥を重力濃縮し、最終沈殿池の余剰汚泥を遠心濃縮させ、両者を混合後、無機凝集剤(塩化第二鉄、消石灰)を加え加圧脱水処理し、含水率約60%の脱水ケーキとしている。

この工程のうち、重力濃縮では、水温の上昇する夏期に汚泥が腐敗し、炭酸ガスや硫化水素ガス等の発生により十分な濃縮効果が得られないことが多く、脱水効率を著しく低下させることがある。

このことから、重力濃縮槽での汚泥の腐敗を抑制することが、脱水効率の向上に繋がると考えた。汚泥の腐敗が進むと相対的に酸性側へpH値が傾くことから、重力濃縮槽へアルカリ溶液を投入することで、pH値を調整できれば、腐敗が抑制され汚泥の濃縮がしやすくなり脱水効率の向上が見込めると考え、脱水処理後のろ液を活用しその効果について研究を行った。

3. 調査内容と結果

3-1 机上試験①

1) 目的

脱水処理後のろ液が、汚泥の腐敗抑制に有効であるかを確認するため初沈生汚泥にろ液を投入し変化を確認することとした。また、ろ液投入量を変化させpH値の違いによる効果を確認する。

2) 方法

100mlの生汚泥が入ったビーカー(500ml)に自動ビュレット(25ml)で脱水ろ液を滴下し、pHの変化とろ液量の関係を確認する。得られた結果から、生汚泥固形物量1kg当たり必要なる液量を求める。なお、pHの確認範囲は、汚泥の腐敗による影響受け易い期間(7月～9月)でのpH平均値5.5～5.9とした。

生汚泥引抜量、pH、濃度の平成20年度実績値を表1-1に示す。

表1-1 生汚泥引抜量、pH、濃度の平成20年度実績値

項目	月	7月	8月	9月
	生汚泥引抜量(m ³ /月)		36,759	36,983
引抜生汚泥pH (月平均値)		5.83	5.74	5.55
引抜生汚泥重力濃縮濃度(%)	最大	3.9	4.0	3.9
	最小	2.8	2.8	2.9
	平均	3.4	3.4	3.4

3) 結果

生汚泥pHと脱水ろ液投入量の関係を表2-1に示す。

表2-1のとおりpH5.4の生汚泥100mlに155mlの脱水ろ液を加えてpH5.9となったことから、pHを0.1上昇させるには、生汚泥100ml当たり平均約31mlの脱水ろ液が必要であり、固形物量当りに換算すると次のとおりとなる。

$$31\text{ml} \div (100\text{ml}(\text{生汚泥量}) \times 3.38\%(\text{生汚泥濃度})) = 9.17\text{ml/g}$$

また、この結果を踏まえ、濃縮槽1槽当りに必要な脱水ろ液投入量を試算すると次のとおりとなる。ただし表1-1からpH値の低い9月の汚泥を夏期以外の平均pH値である6.0まで上昇させる想定で算出する。

試算条件

生汚泥pH 上昇値	:0.45 (pH5.55→pH6.0) ……………A
濃縮槽1槽当たりの生汚泥引抜量	:約 600m ³ /日 ……………B
生汚泥重力濃縮濃度	:3.4% ……………C

$$\begin{aligned} \text{濃縮槽への脱水ろ液の投入必要量} &= \text{濃縮汚泥固形物量} \times \text{単位量当りろ液投入量} \\ &= B \times C \times (0.45/0.1) \times 9.17\text{ml/g} \\ &= 842\text{m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

表2-1 生汚泥pHと脱水ろ液投入量

生汚泥 pH	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
脱水ろ液滴定量 (ml)	-	23.69	49.48	82.6	118	154.9
固形物当たり脱水ろ液投入量 (計算値) (ml/g)	-	7.0	14.64	24.44	34.9	45.84

3-2 机上試験②

1) 目的

脱水ろ液投入による汚泥濃縮効果の有無を確認する。

2) 方法

脱水ろ液を投入した引抜生汚泥(以下「ろ液投入生汚泥」という。)と、脱水ろ液と同量の重力濃縮槽越流水(以下「越流水」という。)で希釈した引抜生汚泥(以下「ろ液無投入生汚泥」という。)をそれぞれ1Lのメスシリンダーに入れ、生汚泥のpHと圧密状態を1時間毎に測定及び写真撮影し濃縮効果を確認する。

なお、脱水ろ液の投入量は、前記の結果から生汚泥のpH値を6.0まで上げるのに必要な量とし試験環境を実機(重力濃縮槽内)の条件に近似させるため湯せんを使用し設定温度を28℃とした。(平成20年度実績7～9月 28.2℃)

3) 結果

越流水で希釈した脱水ろ液無投入生汚泥及びろ液投入生汚泥のpH、圧密沈降の測定結果を表3-1に、圧密沈降の写真撮影結果を図1-1、1-2に示す。

表3-1のとおりろ液無投入の生汚泥は開始から2時間で15%まで圧密沈降が見られたが3時間経過すると腐敗浮上した。

一方、ろ液投入生汚泥は開始から5時間経過後22%まで圧密沈降し続け6時間後に腐敗浮上した。

この結果から、ろ液無投入生汚泥に比べろ液投入生汚泥の方が腐敗浮上が抑制でき、圧密沈降性の向上が期待できる。

以上のことから脱水処理後のろ液利用が有効な手法であると判断し実機調査を試みることにする。

表3-1 pH、圧密沈降の測定結果

経過時間(hr)		開始時	1	2	3	4	5	6	7	8
ろ液無投入 (生汚泥)	pH	6.14	6.04	5.95	5.86	5.76	5.66	5.59	5.53	5.46
	%	0	9	15	浮上 腐敗	浮上 腐敗	浮上 腐敗	浮上 腐敗	浮上 腐敗	浮上 腐敗
ろ液投入 (生汚泥)	pH	6.40	6.30	6.20	6.09	5.99	5.87	5.81	5.74	5.68
	%	0	9	16	19	21	22	浮上 腐敗	浮上 腐敗	浮上 腐敗

3-3 実機試験

1) 目的

脱水ろ液の投入効果について、実機(重力濃縮槽内)を使用して調査を行った。

2) 方法

6、7号重力濃縮槽の2槽を使用し、脱水ろ液投入槽と、脱水ろ液無投入槽との比較確認をすることとした。

脱水ろ液投入は、場内返流水人孔(No14)に、水中ポンプを設置し耐圧ホース(80A)で濃縮槽上部覆蓋の点検口より連続投入する。

また、濃縮槽での汚泥滞留時間(SRT)は通常時を基準に、数時間延ばした場合の変化も確認することとした。設置の概略を図2-1に示す。

なお、調査に当たっての期間、項目など条件については次のとおりとした。

調査期間	平成21年7月28日から平成21年10月15日
設定条件	脱水ろ液投入槽 :6号濃縮槽(SRTを5.5hr~8.8hr) 脱水ろ液無投入槽:7号濃縮槽(SRTを5.5hrに一定)
調査項目	各濃縮槽の引抜汚泥の濃度及びpH、投入汚泥pH、脱水ろ液pH・毎日 各濃縮槽の引抜汚泥TS、槽内水温、越流水濃度……………2日に1回

*平成20年度7月から9月の実績より、脱水ろ液を投入しない7号重力濃縮槽の汚泥滞留時間(SRT)5.5時間を、基準時間とした。

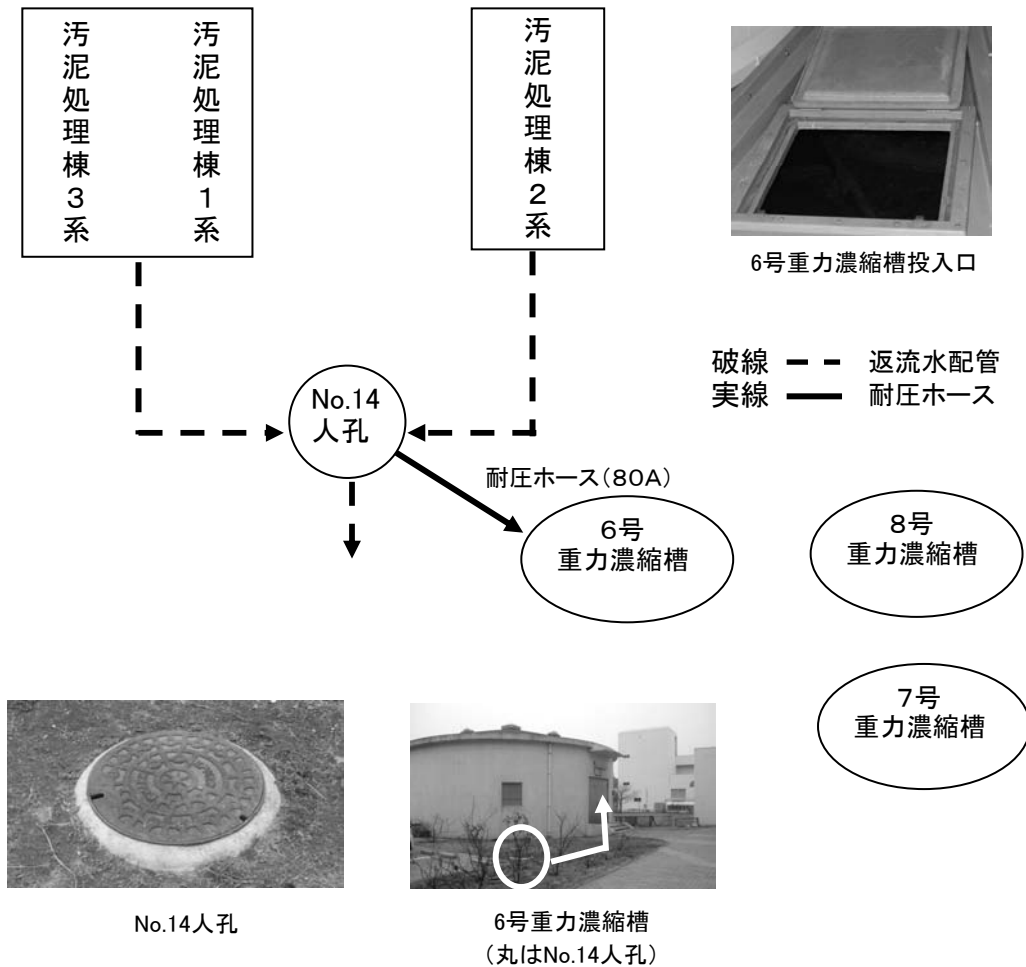


図2-1 概略図

水中ポンプについては、机上試験の結果から次のとおりとした。

脱水ろ液の投入に必要なポンプ能力

濃縮槽への脱水ろ液の投入必要量 : 842m³/日

脱水ろ液の投入に必要なポンプの運転時間 : 1440分

$842\text{m}^3/\text{日} \div 1440\text{分} = 0.59\text{m}^3/\text{分}$

ポンプを選定すると表4-1で示す仕様となる。

表4-1 水中ポンプ仕様

型式	水中ポンプ	S6-2200
仕様	電圧	200V
	消費電力	2.2kw
	吐出口径	80A
能力	揚程量	0.6m ³ /分

3) 結果

表5-1 重力濃縮槽濃縮効果調査の実施期間とSRT(固形物滞留時間)の結果

ケース	実施期間	重力濃縮槽のSRT	
①	7月28日～8月18日	7号重力濃縮槽SRT(5.5h)	6号重力濃縮槽SRT(5.5h)
②	8月19日～8月25日	〃	6号重力濃縮槽SRT(6.5h)
③	8月26日～9月 1日	〃	6号重力濃縮槽SRT(7.0h)
④	9月 4日～9月13日	〃	6号重力濃縮槽SRT(7.7h)
⑤	9月14日～9月22日	〃	6号重力濃縮槽SRT(8.3h)
⑥	9月25日～10月5日	〃	6号重力濃縮槽SRT(8.5h)
⑦	10月6日～10月15日	〃	6号重力濃縮槽SRT(8.8h)

表5-1のケース③～④の汚泥滞留時間{6号SRT(7.0～7.7hr)}の条件が、今回調査の中で引抜汚泥濃度が高濃度で安定し、併せて越流水濃度も良好な条件であった。

また、通常運転時より最大で2時間程度汚泥滞留時間延長が可能となった。

つづいて各ケースでの状況は以下のとおりであった。

ケース①

項目	投入効果	考 察
水 温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	6号側が高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	なし	7号側との濃度差が見られず効果なし。
引抜汚泥pH	あり	6号側でpH値が中性に傾き、腐敗浮上の抑制効果を確認。
引抜汚泥TS	あり	6号側が常に高い数値を示し濃縮効果確認。これは、脱水ろ液中に多く含まれているアルカリ性無機物質(炭酸カルシウム)が影響したものと考えられる。

(表6-1、図3-1～5参照)

ケース②

項目	投入効果	考察
水温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	ケース①と同様に6号側が高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	あり	ケース①に比べ6号側の数値が良化を示し、腐敗浮上の抑制効果を確認。
引抜汚泥pH	あり	ケース①から継続して6号側で腐敗浮上の抑制効果確認。
引抜汚泥TS	あり	ケース①から継続して6号側で濃縮効果確認。

(表6-2、図3-1~5参照)

ケース③

項目	投入効果	考察
水温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	ケース①から②と比べさらに6号側で高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	あり	ケース②と比べ6号側でろ液投入効果低下傾向も、引続き腐敗浮上の抑制効果確認。
引抜汚泥pH	なし	ケース①から②で6号側で継続していた腐敗浮上の抑制効果がなくなる。これは、汚泥滞留時間延長による影響である。
引抜汚泥TS	あり	ケース①から②と継続して6号側で濃縮効果確認。

(表6-3、図3-1~5参照)

ケース④

項目	投入効果	考察
水温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	ケース③から継続して6号側で高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	あり	ケース③と同程度で推移し、6号側で引続き腐敗浮上の抑制効果確認。
引抜汚泥pH	なし	ケース③と同様、6号側で腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥TS	あり	ケース①から③と継続して6号側で濃縮効果確認。

(表6-4、図3-1~5参照)

ケース⑤

項目	投入効果	考察
水温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	ケース③から④と継続して6号側で高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	なし	ケース③から④と比べ、6号側でろ液投入効果が低下し腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥pH	なし	ケース③から④と同様、6号側で腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥TS	あり	ケース①から④と継続して6号側で濃縮効果確認。

(表6-5、図3-1~5参照)

ケース⑥

項目	投入効果	考察
水温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	ケース③から⑤と継続して6号側で高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	なし	ケース⑤よりさらに、6号側でろ液投入効果が低下し腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥pH	なし	ケース③から⑤と同様、6号側で腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥TS	あり	ケース①から⑤と継続して6号側で濃縮効果確認。

(表6-6、図3-1~5参照)

ケース⑦

項目	投入効果	考察
水温	なし	7号側との温度差が見られず効果なし。
引抜汚泥濃度	あり	ケース③から⑥と継続して6号側で高濃度となり、濃縮効果確認。
越流水濃度	なし	ケース⑥よりさらに、6号側でろ液投入効果が低下し腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥pH	なし	ケース③から⑥と同様、6号側で腐敗浮上の抑制効果がなくなる。
引抜汚泥TS	あり	ケース①から⑥と継続して6号側で濃縮効果確認。

(表6-7、図3-1~5参照)

最後にFP脱水ろ液pH、投入汚泥pHの状況は以下のとおりであった。

FP脱水ろ液pHは不規則に推移した。これは図2-1のとおり汚泥処理棟内遠心濃縮機分離液の希釈による影響である。投入汚泥pHは、水温の影響を受け多少変動すると考えていたが大きな変動は、見られなかった。(表6-1~7、図3-6参照)

表6-1 ケース① 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		7/28	7/29	7/30	7/31	8/1	8/2	8/3	8/4	8/5	8/6	8/7	8/8	8/9	8/10
共通	投入汚泥pH(－)	6.51	6.96	6.25	6.86	－	－	6.68	6.82	6.83	6.86	－	－	－	－
	脱水ろ液pH(－)	10.95	10.30	8.96	9.88	－	－	9.29	10.8	8.27	10.5	－	－	－	－
6号	引抜汚泥pH(－)	5.67	5.88	5.48	5.46	5.23	5.63	5.34	5.62	5.83	6.18	－	5.88	5.22	5.27
	引抜汚泥濃度(%)	3.73	3.23	3.16	3.35	3.30	3.73	3.26	3.41	3.10	3.02	2.90	3.01	3.44	3.46
	水温(槽内)(℃)	－	28.0	－	28.1	－	28.1	－	28.5	－	28.2	－	－	29.0	－
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.44	－	－	－	3.71	－	3.55	－	3.24	－	－	3.82	－
	越流水濃度(%)	－	0.087	－	0.144	－	0.080	－	0.098	－	0.081	－	－	0.100	－
7号	引抜汚泥pH(－)	5.91	5.77	5.39	5.64	5.28	5.29	5.45	5.21	5.30	5.65	－	5.94	5.28	5.38
	引抜汚泥濃度(%)	3.12	3.51	2.86	2.97	3.22	3.24	3.43	3.18	3.05	3.08	3.00	3.01	3.28	2.95
	水温(槽内)(℃)	28.0	－	28.0	－	27.5	－	28.0	－	28.5	－	－	28.5	－	28.3
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.24	－	3.54	－	3.32	－	3.45	－	3.07	－	－	3.14	－	2.92
	越流水濃度(%)	0.081	－	0.095	－	0.080	－	0.084	－	0.095	－	－	0.090	－	0.108
		8/11	8/12	8/13	8/14	8/15	8/16	8/17	8/18				最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	5.82	6.30	6.75	6.92	－	－	6.71	－	－	－	－	6.96	5.82	6.64
	脱水ろ液pH(－)	8.31	9.11	9.71	11.0	－	－	9.69	－	－	－	－	11.0	8.27	9.75
6号	引抜汚泥pH(－)	4.81	5.36	5.41	5.79	5.99	5.60	5.42	5.80	－	－	－	6.18	4.81	5.57
	引抜汚泥濃度(%)	3.66	3.20	3.17	3.21	3.34	3.80	3.63	3.41	－	－	－	3.80	2.90	3.34
	水温(槽内)(℃)	28.7	－	28.6	－	27.9	－	28.3	－	－	－	－	29.0	27.9	28.3
	引抜汚泥TS(w/w%)	4.26	－	3.45	－	3.53	－	4.25	－	－	－	－	4.26	3.24	3.69
	越流水濃度(%)	0.098	－	0.084	－	0.080	－	0.097	－	－	－	－	0.144	0.080	0.095
7号	引抜汚泥pH(－)	4.74	5.33	5.08	5.98	5.77	5.49	5.28	5.35	－	－	－	5.98	4.74	5.45
	引抜汚泥濃度(%)	3.37	3.25	3.19	3.05	3.45	3.37	3.60	3.17	－	－	－	3.60	2.86	3.20
	水温(槽内)(℃)	－	28.2	－	28.6	－	27.8	－	28.3	－	－	－	28.6	27.5	28.2
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.28	－	3.26	－	3.75	－	3.21	－	－	－	3.75	2.92	3.29
	越流水濃度(%)	－	0.127	－	0.068	－	0.080	－	0.108	－	－	－	0.127	0.068	0.092

表6-2 ケース② 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		8/19	8/20	8/21	8/22	8/23	8/24	8/25					最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	6.76	6.61	6.65	－	－	6.74	6.70	－	－	－	－	6.76	6.61	6.69
	脱水ろ液pH(－)	11.1	11.1	10.2	－	－	10.1	7.71	－	－	－	－	11.1	7.71	10.04
6号	引抜汚泥pH(－)	6.13	5.93	5.83	5.85	5.71	5.60	5.80	－	－	－	－	6.13	5.60	5.84
	引抜汚泥濃度(%)	3.26	3.33	3.37	3.05	3.25	3.49	3.65	－	－	－	－	3.65	3.05	3.34
	水温(槽内)(℃)	28.4	－	28.1	－	28.9	－	29.3	－	－	－	－	29.3	28.1	28.7
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.23	－	3.58	－	3.67	－	3.66	－	－	－	－	3.67	3.23	3.54
	越流水濃度(%)	0.094	－	0.079	－	0.080	－	0.088	－	－	－	－	0.094	0.079	0.085
7号	引抜汚泥pH(－)	5.18	5.24	5.29	5.82	5.66	5.36	5.41	－	－	－	－	5.82	5.18	5.42
	引抜汚泥濃度(%)	2.97	3.08	3.36	3.03	3.1	3	2.86	－	－	－	－	3.36	2.86	3.06
	水温(槽内)(℃)	－	28.5	－	28.5	－	28.8	－	－	－	－	－	28.8	28.5	28.6
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.17	－	3.35	－	3.30	－	－	－	－	－	3.35	3.17	3.27
	越流水濃度(%)	－	0.151	－	0.100	－	0.087	－	－	－	－	－	0.151	0.087	0.113

表6-3 ケース③ 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		8/26	8/27	8/28	8/29	8/30	8/31	9/1					最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	6.62	6.66	6.69	－	－	6.66	6.66	－	－	－	－	6.69	6.62	6.66
	脱水ろ液pH(－)	10.8	7.72	10.4	－	－	9.41	9.65	－	－	－	－	10.8	7.72	9.60
6号	引抜汚泥pH(－)	5.95	6.13	6.00	5.96	5.66	5.56	5.29	－	－	－	－	6.13	5.56	5.79
	引抜汚泥濃度(%)	2.93	3.20	3.20	3.50	3.46	4.01	3.96	－	－	－	－	4.01	2.93	3.47
	水温(槽内)(℃)	－	28.0	－	28.8	－	28.0	－	－	－	－	－	28.8	28.0	28.3
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.29	－	3.51	－	4.17	－	－	－	－	－	4.17	3.29	3.66
	越流水濃度(%)	－	0.085	－	0.090	－	0.094	－	－	－	－	－	0.094	0.085	0.090
7号	引抜汚泥pH(－)	5.38	5.91	6.11	6.02	5.95	5.73	6.20	－	－	－	－	6.20	5.38	5.90
	引抜汚泥濃度(%)	2.93	3	3.05	2.91	3	3.29	2.77	－	－	－	－	3.29	2.77	2.99
	水温(槽内)(℃)	28.3	－	28.0	－	28.2	－	27.8	－	－	－	－	28.3	27.8	28.1
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.30	－	3.08	－	3.30	－	3.01	－	－	－	－	3.30	3.01	3.17
	越流水濃度(%)	0.096	－	0.072	－	0.080	－	0.067	－	－	－	－	0.096	0.067	0.079

表6-4 ケース④ 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		9/4	9/5	9/6	9/7	9/8	9/9	9/10	9/11	9/12	9/13		最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	6.91	－	－	6.74	6.86	6.75	－	6.77	－	－	－	6.91	6.74	6.81
	脱水ろ液pH(－)	8.16	－	－	10.55	9.40	11.3	－	9.90	－	－	－	11.3	8.16	9.86
6号	引抜汚泥pH(－)	5.94	5.87	5.70	6.00	5.81	5.62	5.74	5.15	5.89	5.29	－	6.00	5.15	5.70
	引抜汚泥濃度(%)	3.48	3.82	3.88	3.72	3.49	3.41	3.35	3.74	3.07	3.62	－	3.88	3.07	3.56
	水温(槽内)(℃)	27.5	－	26.5	－	27.8	－	28.0	－	27.5	－	－	28.0	26.5	27.5
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.76	－	4.28	－	3.63	－	3.63	－	3.40	－	－	4.28	3.40	3.74
	越流水濃度(%)	0.083	－	0.080	－	0.095	－	0.095	－	0.080	－	－	0.095	0.080	0.087
7号	引抜汚泥pH(－)	6.14	6.16	6.13	5.67	6.18	5.87	6.21	6.50	5.85	5.81	－	6.50	5.67	6.05
	引抜汚泥濃度(%)	2.80	2.85	2.59	3.28	2.46	3.36	2.69	1.64	3.42	3.17	－	3.42	1.64	2.83
	水温(槽内)(℃)	－	27.2	－	27.0	－	27.2	－	26.1	－	27.5	－	27.5	26.1	27.0
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.12	－	3.43	－	3.59	－	1.81	－	3.31	－	3.59	1.81	3.05
	越流水濃度(%)	－	0.080	－	0.074	－	0.079	－	0.077	－	0.080	－	0.080	0.074	0.078

表6-5 ケース⑤ 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		9/14	9/15	9/16	9/17	9/18	9/19	9/20	9/21	9/22			最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	6.90	6.76	6.59	6.77	6.66	6.61	7.16	6.93	6.66	－	－	7.16	6.59	6.78
	脱水ろ液pH(－)	9.27	10.03	9.31	10.8	11.5	9.07	10.9	11.2	9.75	－	－	11.5	9.07	10.2
6号	引抜汚泥pH(－)	5.19	5.25	5.19	5.32	5.44	5.69	5.40	5.10	5.32	－	－	5.69	5.10	5.32
	引抜汚泥濃度(%)	3.40	3.43	3.57	3.66	3.03	3.58	3.51	3.49	3.21	－	－	3.66	3.03	3.43
	水温(槽内)(℃)	27.5	－	26.6	－	26.1	－	27.0	－	27.0	－	－	27.5	26.1	26.8
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.72	－	3.81	－	3.30	－	3.66	－	3.38	－	－	3.81	3.30	3.57
	越流水濃度(%)	0.113	－	0.098	－	0.105	－	0.100	－	0.100	－	－	0.113	0.098	0.103
7号	引抜汚泥pH(－)	5.13	5.97	6.11	6.02	6.30	6.09	6.01	5.95	6.16	－	－	6.30	5.13	5.97
	引抜汚泥濃度(%)	3.60	2.97	2.51	2.90	2.45	2.85	3.01	2.85	2.79	－	－	3.60	2.45	2.88
	水温(槽内)(℃)	－	27.0	－	26.0	－	26.4	－	26.5	－	－	－	27.0	26.0	26.5
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.23	－	3.16	－	3.07	－	3.88	－	－	－	3.88	3.07	3.34
	越流水濃度(%)	－	0.092	－	0.083	－	0.080	－	0.090	－	－	－	0.092	0.080	0.086

表6-6 ケース⑥ 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		9/25	9/26	9/27	9/28	9/29	9/30	10/1	10/2	10/3	10/4	10/5	最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	6.79	－	－	6.89	6.82	6.87	6.71	6.82	－	－	6.81	6.89	6.71	6.82
	脱水ろ液pH(－)	11.1	－	－	9.59	9.91	8.47	11.15	11.43	－	－	10.98	11.43	8.47	10.38
6号	引抜汚泥pH(－)	5.16	5.53	5.30	5.18	5.33	5.23	5.11	5.17	5.15	5.49	5.45	5.53	5.11	5.28
	引抜汚泥濃度(%)	4.08	3.61	3.37	3.26	3.38	3.43	3.70	3.23	3.90	3.33	3.44	4.08	3.23	3.52
	水温(槽内)(℃)	－	26.4	－	27.2	－	27.2	－	26.7	－	26.3	－	27.2	26.3	26.8
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.96	－	3.51	－	3.77	－	3.65	－	3.58	－	3.96	3.51	3.69
	越流水濃度(%)	－	0.110	－	0.107	－	0.118	－	0.125	－	0.130	－	0.130	0.107	0.118
7号	引抜汚泥pH(－)	5.96	6.11	6.00	5.81	5.87	6.05	5.70	5.51	6.04	6.18	5.62	6.18	5.51	5.90
	引抜汚泥濃度(%)	3.19	2.73	3.08	3.06	3.05	2.93	2.76	2.75	2.85	2.74	2.91	3.19	2.73	2.91
	水温(槽内)(℃)	26.9	－	27.0	－	27.5	－	26.5	－	25.7	－	26.3	27.5	25.7	26.7
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.54	－	3.35	－	3.20	－	3.09	－	3.14	－	3.26	3.54	3.09	3.26
	越流水濃度(%)	0.078	－	0.080	－	0.085	－	0.085	－	0.100	－	0.086	0.100	0.078	0.086

表6-7 ケース⑦ 共通項目と6、7号重力濃縮槽の分析結果

		10/6	10/7	10/8	10/9	10/10	10/11	10/12	10/13	10/14	10/15		最大	最小	平均
共通	投入汚泥pH(－)	6.65	6.84	－	6.84	－	－	－	6.90	6.80	6.88	－	6.90	6.65	6.82
	脱水ろ液pH(－)	11.22	9.43	－	9.91	－	－	－	9.54	11.34	9.51	－	11.34	9.43	10.16
6号	引抜汚泥pH(－)	5.16	5.21	－	5.67	5.51	5.71	5.50	5.25	5.15	5.37	－	5.71	5.15	5.39
	引抜汚泥濃度(%)	3.63	3.67	－	4.42	4.34	4.34	3.84	4.03	4.28	3.73	－	4.42	3.63	4.03
	水温(槽内)(℃)	25.7	－	－	25.0	－	24.7	－	24.2	－	25.0	－	25.7	24.2	24.9
	引抜汚泥TS(w/w%)	3.91	－	－	4.72	－	4.76	－	4.36	－	3.98	－	4.76	3.91	4.35
	越流水濃度(%)	0.160	－	－	0.120	－	0.110	－	0.097	－	0.186	－	0.186	0.097	0.135
7号	引抜汚泥pH(－)	5.56	5.98	－	5.96	5.60	5.86	5.88	6.02	5.95	6.14	－	6.14	5.56	5.88
	引抜汚泥濃度(%)	2.93	2.82	－	3.54	3.66	3.50	3.47	3.02	3.20	2.88	－	3.66	2.82	3.22
	水温(槽内)(℃)	－	26.8	－	－	25.0	－	24.0	－	24.2	－	－	26.8	24.0	25.0
	引抜汚泥TS(w/w%)	－	3.22	－	－	4.00	－	3.83	－	3.48	－	－	4.00	3.22	3.63
	越流水濃度(%)	－	0.082	－	－	0.090	－	0.090	－	0.069	－	－	0.090	0.069	0.083

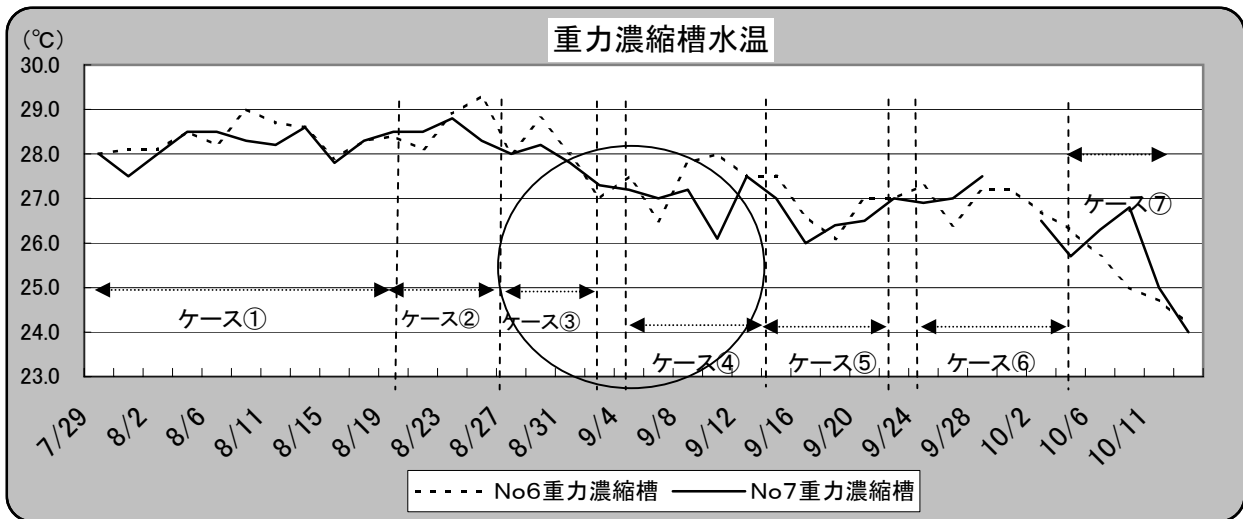


図3-1

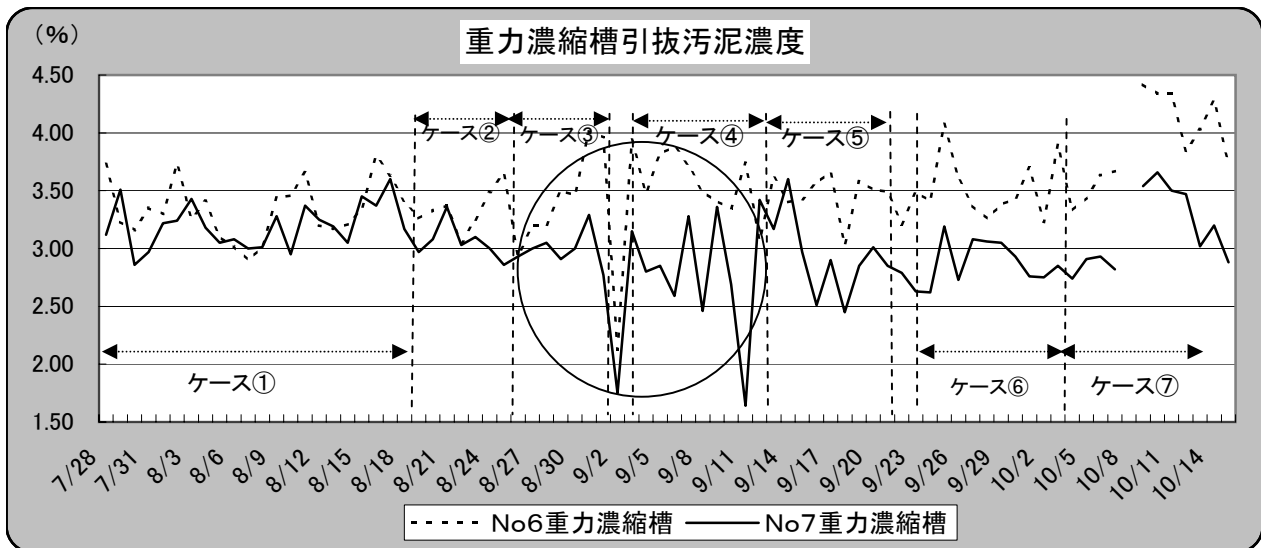


図3-2

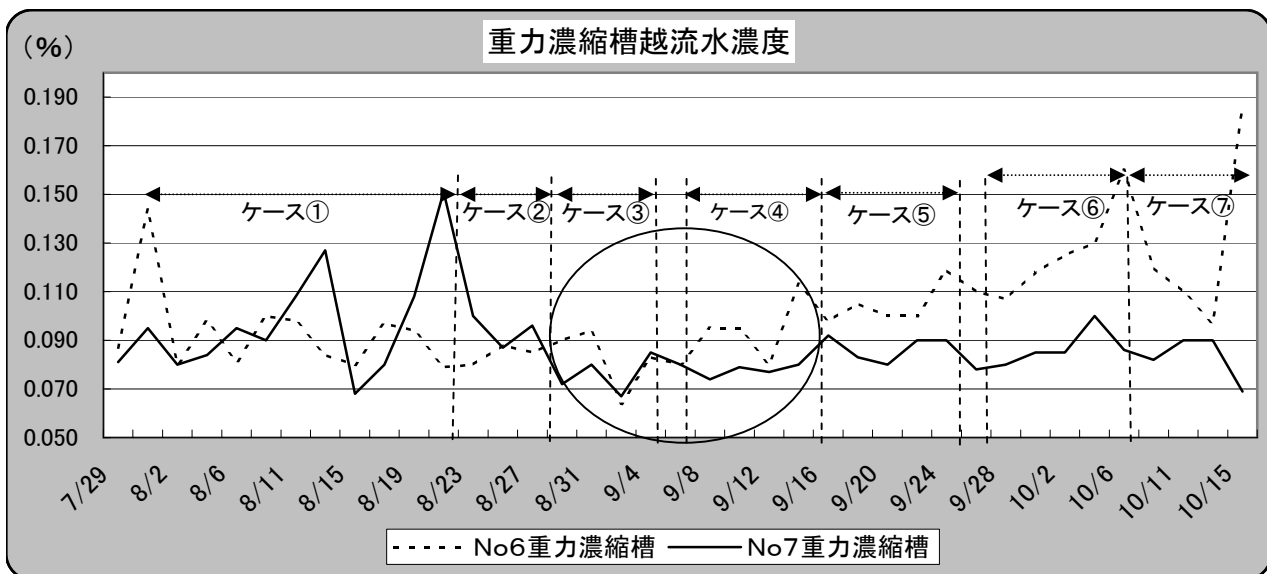


図3-3

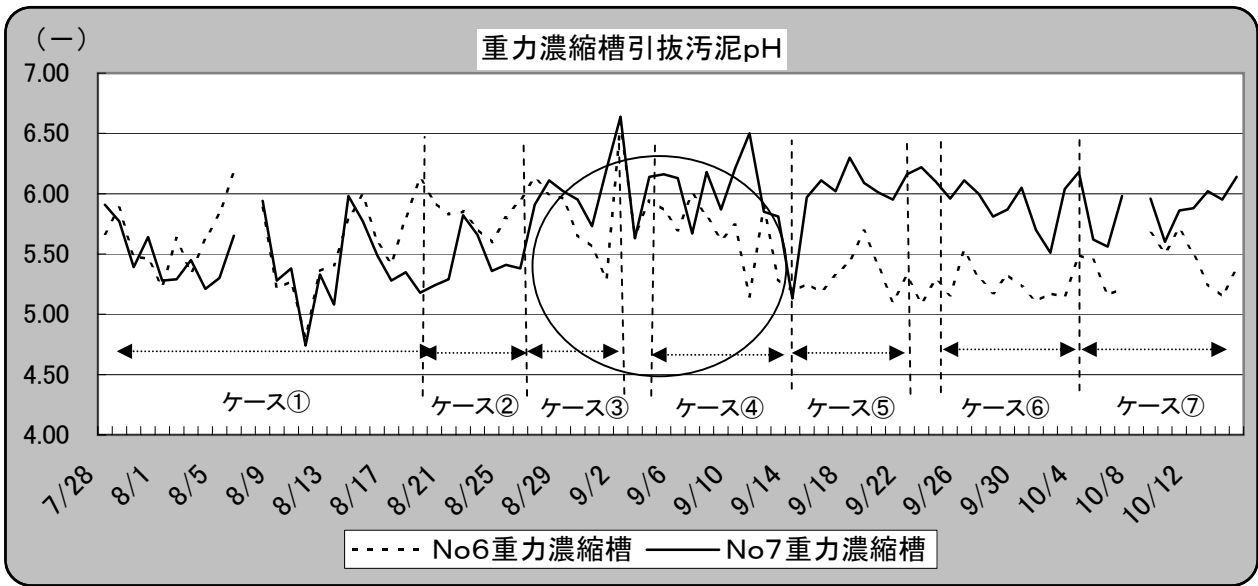


図3-4

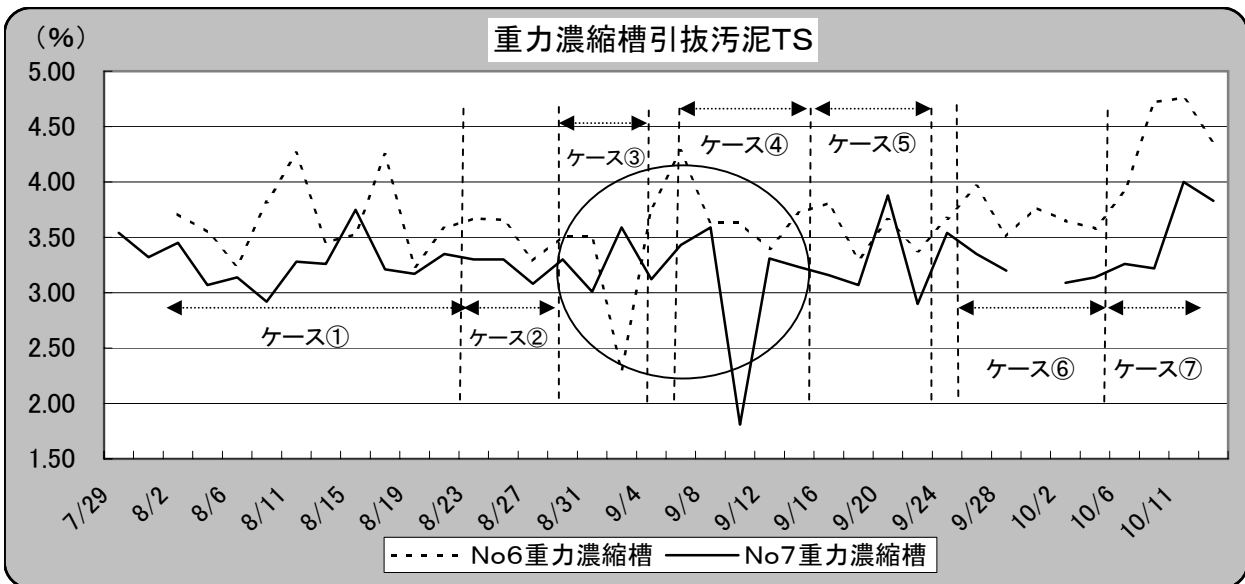


図3-5

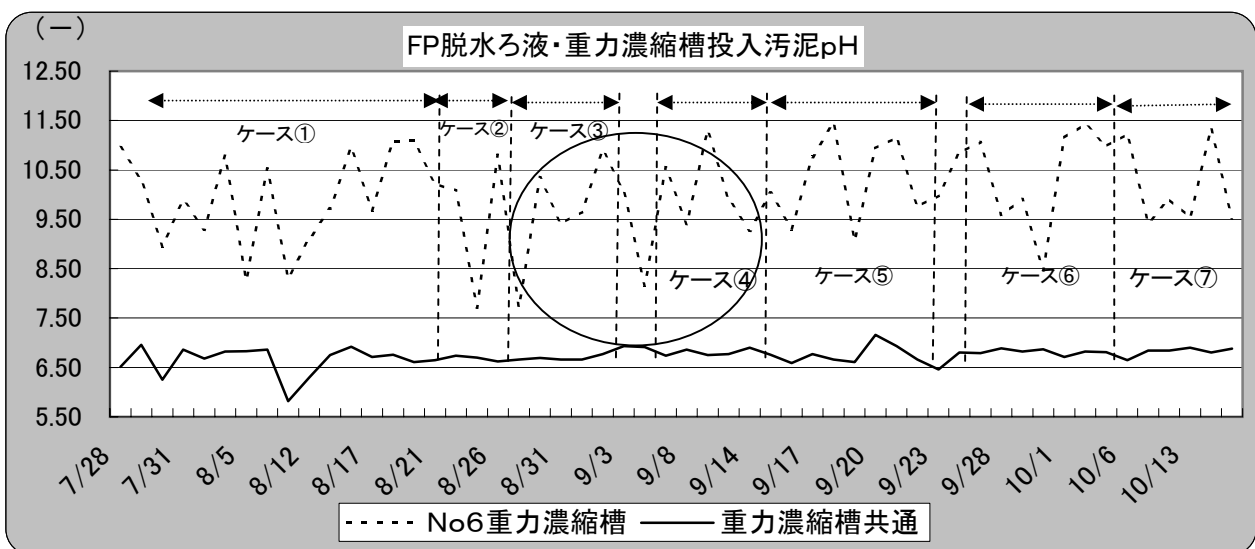


図3-6

3-4 電力量削減効果

脱水ろ液を利用し、重力濃縮槽での濃縮効果を向上させることで、脱水機と汚泥引抜ポンプの運転時間短縮による電力量削減が見込まれるので試算を行った。

また、実機試験の結果から、脱水ろ液を投入した効果が大きいケース③、④について電力量の削減額を試算した。

表7-1 SRT延長における引抜汚泥濃度の分析結果

ケース	① (SRT 5.5h)	② (SRT 6.5h)	③ (SRT 7.0h)	④ (SRT 7.7h)	⑤ (SRT 8.3h)	⑥ (SRT 8.5h)	⑦ (SRT 8.8h)
6号重力濃縮槽 汚泥引抜濃度 (%)	3.34	3.34	3.47	3.56	3.43	3.52	4.03
7号重力濃縮槽 汚泥引抜濃度 (%)	3.20	3.06	2.99	2.83	2.88	2.91	3.22

*引抜汚泥濃度はSRT設定同一期間平均値

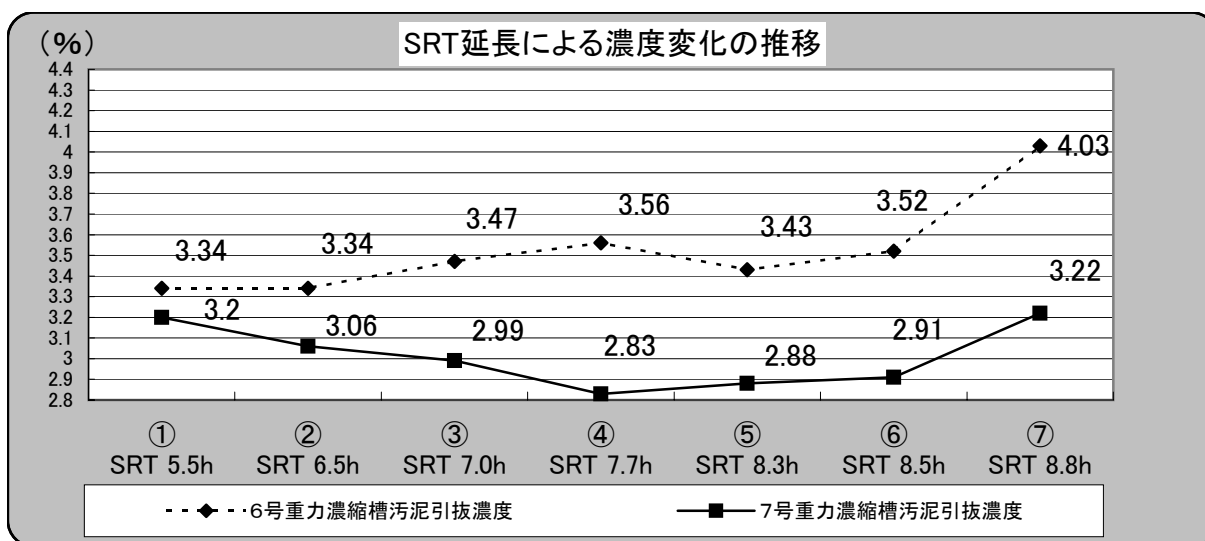


図4-1

(1) ケース③ (SRT 1.5時間延長した場合) の電力削減量

a. 濃縮効果の向上による重力濃縮汚泥量の減量率

$$\begin{aligned} \text{重力濃縮汚泥量減量率} &= (100 - (\text{ろ液無投入汚泥濃縮濃度} \div \text{ろ液投入汚泥濃縮濃度})) \\ &= (100 - (2.99\% \div 3.47\%)) \\ &= 13.8\% \dots \dots \dots * \text{表7-1、図4-1参照} \\ \text{重力濃縮汚泥減量分} &= \text{ろ液無投入時重力濃縮汚泥量} \times 13.8\% \\ &= 106,959\text{m}^3 \times 13.8\% = 14,760\text{m}^3 \end{aligned}$$

*ろ液無投入時重力濃縮汚泥量は平成20年7月～9月の実績

b. 脱水機電力削減量

$$\begin{aligned} \text{脱水機減量サイクル数} &= \frac{\text{(重力濃縮汚泥減量分)}}{\text{(1サイクル当たり打込量)}} = \frac{14,760\text{m}^3}{4.35\text{m}^3/\text{C}} = 3,393\text{C} \\ \text{脱水機削減電力量} &= \frac{\text{(脱水機減量サイクル数)}}{\text{(1サイクル当たり電力量)}} \times 25\text{kwh}/\text{C} = 3,393\text{C} \times 25\text{kwh}/\text{C} = 84,825\text{kwh} \text{となる} \dots \dots \text{①} \end{aligned}$$

c. 汚泥引抜ポンプ電力削減量

$$\begin{aligned} \text{汚泥引抜ポンプ稼動時間} &= \frac{\text{(引抜汚泥減量)}}{\text{(稼動1h当たり汚泥引抜量)}} = \frac{14,760\text{m}^3}{74.8\text{m}^3/\text{h}} = 197\text{h} \\ \text{汚泥引抜ポンプ削減電力量} &= \frac{\text{(汚泥引抜ポンプ稼動時間)}}{\text{(汚泥引抜ポンプ電力)}} \times 25.5\text{kwh} = 197\text{h} \times 25.5\text{kwh} = 5,024\text{kwh} \text{となる} \dots \dots \text{②} \end{aligned}$$

d. ろ液投入ポンプ電力量

$$\begin{aligned} \text{ろ液投入ポンプ電力量} &= \frac{\text{(ろ液投入ポンプ稼動時間)}}{\text{(ろ液投入ポンプ電力)}} \times 2.2\text{kwh} = 2,208\text{h} \times 2.2\text{kwh} = 4,858\text{kwh} \text{となる} \dots \dots \text{③} \end{aligned}$$

..... * 表5-1参照

e. ケース③ (SRT 1.5時間延長した場合) の電力削減量

$$\begin{aligned} \text{(①)} + \text{(②)} - \text{(③)} &= 84,991\text{kwh} \text{となる} \end{aligned}$$

(2) ケース④ (SRT 2. 2時間延長した場合) の電力削減量

a. 濃縮効果の向上による重力濃縮汚泥量の減量率

$$\begin{aligned} \text{重力濃縮汚泥量減量率} &= (100 - (\text{ろ液無投入汚泥濃縮濃度} \div \text{ろ液投入汚泥濃縮濃度})) \\ &= (100 - (2.83\% \div 3.56\%)) \\ &= 20.5\% \dots \dots \dots * \text{表7-1、図4-1参照} \\ \text{重力濃縮汚泥減量分} &= \text{ろ液無投入時重力濃縮汚泥量} \times 20.5\% \\ &= 106,959\text{m}^3 \times 20.5\% = 21,927\text{m}^3 \end{aligned}$$

*ろ液無投入時重力濃縮汚泥量は平成20年7月～9月の実績

b. 脱水機電力削減量

$$\begin{aligned} \text{脱水機減量サイクル数} &= \frac{\text{(重力濃縮汚泥減量分)}}{\text{(1サイクル当たり打込量)}} = \frac{21,927\text{m}^3}{4.35\text{m}^3/\text{C}} = 5,041\text{C} \\ \text{脱水機削減電力量} &= \text{(脱水機減量サイクル数)} \times \text{(1サイクル当たり電力量)} \\ &= 5,041\text{C} \times 25\text{kwh}/\text{C} = 126,025\text{kwh} \text{となる} \dots \dots \text{①} \end{aligned}$$

c. 汚泥引抜ポンプ電力削減量

$$\begin{aligned} \text{汚泥引抜ポンプ稼動時間} &= \frac{\text{(引抜汚泥減量)}}{\text{(稼動1h当たり汚泥引抜量)}} = \frac{21,927\text{m}^3}{74.8\text{m}^3/\text{h}} = 293\text{h} \\ \text{汚泥引抜ポンプ削減電力量} &= \text{(汚泥引抜ポンプ稼動時間)} \times \text{(汚泥引抜ポンプ電力)} \\ &= 293\text{h} \times 25.5\text{kw} = 7,472\text{kwh} \text{となる} \dots \dots \text{②} \end{aligned}$$

d. ろ液投入ポンプ電力量

$$\begin{aligned} \text{ろ液投入ポンプ電力量} &= \text{(ろ液投入ポンプ稼動時間)} \times \text{(ろ液投入ポンプ電力)} \\ &= 2,208\text{h} \times 2.2\text{kw} = 4,858\text{kwh} \text{となる} \dots \dots \text{③} \\ &\dots \dots \dots * \text{表5-1参照} \end{aligned}$$

e. ケース④ (SRT 2. 2時間延長した場合) の電力削減量

$$\begin{aligned} \text{(①)} + \text{(②)} - \text{(③)} &= 128,639\text{kwh} \text{となる} \end{aligned}$$

(3) 電力量削減見込額

SRT延長による濃度変化は延長時間に比例して上昇する傾向が見られた。試算結果からSRT1.5～2.2h延長により、引抜汚泥濃度が、0.48～0.73%上昇した場合、夏期7～9月間で84,991～128,639kwhの電力量の削減となる。

実績から1kwh当たり10円で試算すると、金額にして年間約85万から130万円の削減効果が見込まれる。

4. まとめ

今回の調査により、当初想定したとおり脱水処理後のろ液を利用することで脱水効率の向上が確認された。この効果を利用すれば脱水機等の運転時間の低減が図れ年間100万円程度の電力量の削減が期待できる。

脱水効率の向上による電力量削減効果の要因は、重力濃縮槽へアルカリ溶液を投入することで、重力濃縮汚泥の腐敗浮上の抑制効果が働き、2時間程度の汚泥滞留時間延長が可能となり、重力濃縮汚泥の高濃度化が図れたためであることから、この結果を踏まえデータの蓄積(ろ液の適正投入量の把握)を行い、その時の気象条件(気温、増水等)を加味した運転調整を図っていけば、濃縮効果のさらなる向上により電力量の削減も期待できる。

5. おわりに

江戸川第二終末処理場における汚泥の処分コストと環境負荷の低減は、大きな課題である。その対応の一つとして、効率的により安定した汚泥処理を行っていくためには重力濃縮槽の管理は重要であり、本調査結果は今後の維持管理に大きく有益なものであった。

最後に本調査に当たり、ご指導、協力いただきました千葉県江戸川下水道事務所、クボタ環境・和合エンジ・日本ヘルスJVの皆様に深く感謝申し上げます。