

九州工業大学 ○藤崎一裕、原田成光

北九州市

寺師政弘、神代和幸、篠原良太

1. まえがき

本研究は下水汚泥の減量化や汚泥処理方法の簡略化を目的としたものである。筆者らはこれまでに、下水の初沈汚泥を加温して浮上濃縮する方法について検討してきた。そしてこの浮上汚泥が、無薬注で水分率60%まで圧搾できることを報告した¹⁾。この研究はその延長として余剰汚泥を対象にして、その加温浮上性や圧搾時の脱水特性などについて調べたものである。

下水汚泥の熱処理法は、消化効率の向上などを目的にして100℃以上の温度で加圧状態で行われることが多い。また汚泥の浮上濃縮法としては加圧浮上が一般的である。一部に常圧で浮上させる方法も行われているがこれには起泡剤や凝集剤を必要とする。本報告で検討する方法は、常圧、無薬注であることにその特徴がある。以下に実験の方法、結果と若干の検討事項について記す。

2. 実験装置及び方法

加温方式は間接加温方式とし、内径64mm、厚み2mm、長さ450mmの亚克力パイプを恒温水槽内に鉛直に設置し、この中に汚泥を約800ml入れて時間の進行にともなう浮上過程を目視により測定した。加温温度は40-60℃で、大部分の実験は60℃で行われた。

圧搾脱水は加圧ろ過により行った。ろ過容器の円筒の内径は100mm、高さは110mmであり、空気圧を1-5kgf/cm²と適宜変化させて、時間の経過にともなう液量の増加の様子を測定した。ろ布としては、ベルトプレス用の布の上にNo. 1のろ紙を敷いて用いた。ろ過終了後のケーキの水分率は電子水分計により求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 加温浮上過程

実験には北九州市の日明と新町のふたつの処理場の余剰（返送）汚泥と、これらを加圧浮上濃縮した濃縮余剰汚泥とを用いた。加温浮上のさいに、余剰汚泥は初沈汚泥に比べて浮上しにくいため、汚泥に水を混合して浮上させることを行った。汚泥に水を混ぜることの根拠については後に述べる。

図1には時間の経過にともなう余剰汚泥の加温浮上の進行の様子が示されている。これらの図の上側の曲線より上部が浮上汚泥部で、下側の曲線より下部が沈積汚泥部を示す。加温を開始してしばらくは汚泥が沈積部と浮上部に分かれるが、加温温度が50、60℃の場合にはやがて全ての汚泥が浮上することがわかる。水を多く混合するほど浮上しやすくなるが、同時に希釈のため初期濃度が薄くなり、最終的な浮上効率は汚泥と水との混合比が1:1程度の場合が最大となる。

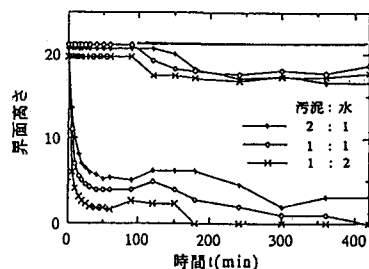


図 1.1 40℃

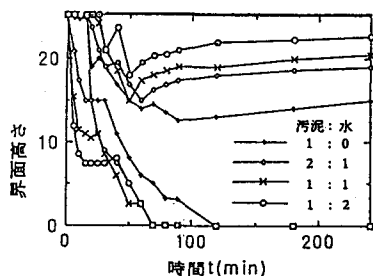


図 1.2 50℃

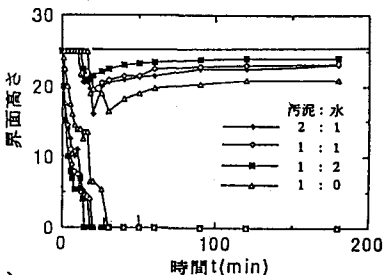


図 1.3 60℃

図1 余剰加温浮上過程

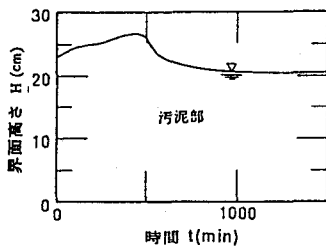


図 2.1 濃縮余剰汚泥の加温(1:0)

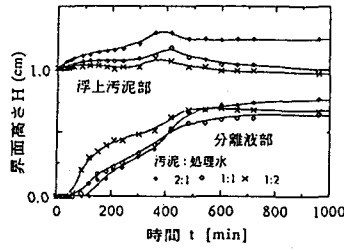


図 2.2 濃縮余剰汚泥の加温浮上(水混合)

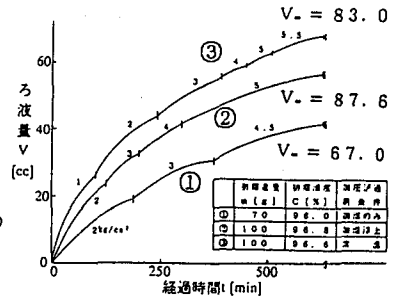


図 3 加圧ろ過過程

図 1.1-1.3で明らかのように余剰汚泥の場合には、温度が高いほど浮上効果は大きい。初沈生汚泥の場合には汚泥内の微生物による発生ガスが浮上に大きく関与していたため50℃の場合に比べて40℃の方が浮上効果は大きくでいた。この点が初沈生汚泥と余剰汚泥の大きな相違点である。後に述べるように、今回の余剰汚泥の場合には汚泥内の微生物からの発生ガスよりも、水中に溶存する気体の影響が大きいものと考えられる。

図 2 は濃縮余剰汚泥の実験結果の 1 例で、図 2.1 に示されているように、この汚泥単独では、60℃で6時間以上加温しても浮上しない。図 2.2 は(返送)余剰汚泥の場合と同様に下水処理場内の処理水を混合して加温した結果で、300-400分で浮上がほぼ終了している。この場合も混合比は1:1程度が最も浮上効率が良い。

3.2 加圧ろ過実験

次に浮上濃縮した汚泥を加圧ろ過法により圧搾脱水した結果を図 3 に示す。なお汚泥は必ずしも浮上濃縮させないでも、一定時間加温処理することだけで圧搾脱水性が大きく増大することを初沈生汚泥に関する実験で確認している。余剰汚泥についても同様な結果が得られるか否かを調べる目的で、加温後直ちに圧搾脱水という実験も行った。その結果が図 3 中の②に示されている。③はいつさいの前処理をせずに汚泥試料を加圧ろ過した場合である。なお、各試料はろ過前に遠心機により若干濃縮されている。

実験に使用した試料の重量や、ろ過のための加圧速度が同じではないので正確な比較はできないが、初期段階におけるろ過速度は無処置の③の場合が一番速い。また最終圧搾濃度は①と②であまり差がない。このことは加温により汚泥の性状に何らかの変化が生じていること、そしてこの変化が汚泥の脱水性を促進させる結果となっていることを示唆している。この現象については今後さらに検討を進める予定である。

3.3 実験結果のまとめ

各種実験の結果が水分率の値として表 1 にまとめられている。余剰汚泥をそのまま、あるいは加温して直ちに加圧ろ過する実験は、この汚泥の初期水分率が99.5%と余りに高いためになされていない。表中に1:1とあるのは汚泥:水の比でそれぞれの汚泥に等量の水を混合した試料を意味する。なお参考までに初沈生汚泥の成果も表 1 に記されている。

表 1 がこの研究の結論である。返送汚泥は加温浮上により95%程度に濃縮され、さらに加圧脱水により71-74%まで濃縮が可能である。濃縮余剰汚泥は水と混合すると浮上するが、その濃縮効果は少ない。

表 1 加温(浮上)、加圧ろ過後の水分率 [%]

		初期	加温のみ	加温浮上	加圧ろ過	備考
余剰汚泥	H	99.5		95.3	74.3	1:1
	S	99.5		95.6	71.6	1:1
濃縮余剰汚泥	H	96.8			77.2	
	S	96.8	96.8		72.8	
初沈生汚泥	H	98.4		95.4	72.8	1:1
	S	96.6			72.7	
濃縮初沈生汚泥	H	96.0	96.0		61.1	
	S	98.0		96.8	60.9	1:1
初沈生汚泥	H	95.0			71.4	
	S	95.0	95.0		63.0	
濃縮初沈生汚泥	H	63.0		90.0	60.0	
	S					

むしろ加温そのものが有効で、最終脱水時の水分率は一定時間加温して脱水したものと大差ない。浮上のための設備などを必要としないという意味で後者の方がはるかに経済的と考えられる。同様なことが初沈生汚泥についてもいえる。

さらに、余剰汚泥も水分率61%程度まで濃縮できるという結果が得られた。このことは、この汚泥を消化すること無く直ちに焼却処分することの有効性を示しており、汚泥処理の簡略化が期待できる。

4. 考察

余剰汚泥の加温浮上については、最初は加温により汚泥内に発生するガスを利用して浮上させることを検討した。しかしその後の種々の検討により、水中に溶存している炭酸ガスの作用によるところが大きいのではないかと推定するに至った。図4は水中に溶解可能な気体の量と温度との関係を示したものである。図に示されているとおり、汚泥の浮上等に関与すると考えられる気体の中では炭酸ガスが溶解度において、他のガスに比べて1桁以上多い。加温によって析出するガスの量についても、たとえば20℃の水を60℃に加温した場合には水1ccあたり(0℃の体積に換算して)約0.5ccの炭酸ガスを析出する。

この炭酸ガスが汚泥の浮上に大きく寄与していると考えて、その効果を調べるためにカオリンフロックの加温浮上実験を行った。そ

の結果が図5に記されている。図からわかるように60℃の場合には加温時間60分でフロックは完全に浮上しており、フロック内での生物反応がない無機質の凝集体でも加温浮上が可能なのことが確認された。前項の余剰汚泥の加温浮上性が水を添加することにより増加するのも、これと同じ理由によるものと推定される。

また、加温のみでも汚泥の脱水性が増すことに対しても、この加温により発生するガスが関与しているものと考えられ、目下その原因を究明中である。

5. あとがき

下水余剰汚泥を加温して濃縮圧搾する事について調べた。余剰汚泥は同量の水を加えて加温浮上濃縮すると水分率約95%に濃縮され、さらにこれを加圧脱水すると71%程度にまで濃縮される。加圧浮上後の濃余剰縮汚泥は一定時間加温した後、加圧ろ過して61%まで濃縮できた。本研究は、「従来圧搾が困難とされていた余剰汚泥がどこまで圧搾できるか」を主眼として、室内実験により検討したもので、加温処理により水分率61%にまで濃縮が可能であることを示した点がその成果である。現象論的には、水中に溶存している炭酸ガスの加温による析出が汚泥の浮上にも、脱水性の促進にも重要な役割を果たしているものと考えられる。なお、紙面の関係で割愛したが、おおまかな熱量収支の計算からもこの方法の有効性を確認している。今後は、実験装置の大型化、連続実験、分離液の処理、熱管理・回収など、より実務的な事項について検討を進める予定である。

おわりに、本研究に協力された九州工業大学4年次生の小浜隆一郎、姫野圭司の両君に深く感謝する。

6. 参考文献

- 1) 藤崎、河野、寺師、鶴田：加温法による下水汚泥の濃縮、第30回環境工学研究フォーラム講演集、Vol. 30 (1993)、pp. 28-30

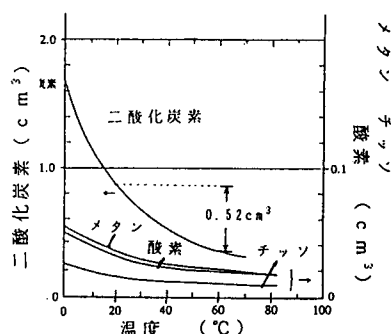


図4 水中に溶存するガス量と温度との関係

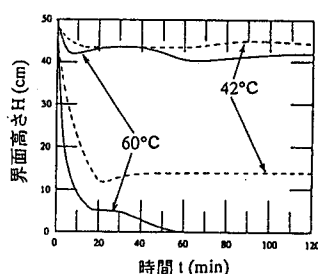


図5 カオリンフロックの浮上過程