

汚泥の管路輸送について

大阪工業大学 正員 高田 巖

学正員 〇松岡 志郎

内山 崇

小川 一馬

1. はじめに

下水汚泥の流動に関する研究は従来より行われて来たが、その組成の複雑さと流動特性の質異性の為、困難なものとされている。

ここでは、加圧流送実験から汚泥の特性を求めた。これは、従来より行われていた回転筒型粘度測定においては、測定に熟練を要し支障が生じるのを細管粘度計の原理と利用し、粗大な汚泥の流動測定にも用いる事のできる装置と試作し、圧力と流量の関係から流動特性の測定を行った。その際流動特性に関すると思われる物理的性質の諸因子についてもあわせて測定を行い、比較、検討した。

2. 実験装置と方法

汚泥流送実験に用いた装置は、図-1に示した様に管路(内径130cm,長さ198cm),加圧タンク(内容積15l,耐圧20 kg/cm^2),計量槽,汚泥分離器から成っている。差圧測定は、管路末端から102cmの所にタップを取り付け、汚泥分離器を経て差圧変換器に接続して測定を行い、流量の測定は、管路末端に取り付けた計量槽に流入する汚泥の重量を張力計を用いて測定することとした。試料汚泥は、H下水処理場の生汚泥、T下水処理場の消化汚泥、O下水処理場の生汚泥、E下水処理場の生汚泥とし、汚泥採取後直ちに5mmの篩で篩別し、ホルマリンで固定した。汚泥の含水率の調整は、あらかじめ採取汚泥を風乾し、含水率をほぼ90%程度まで低下させたものを、最低含水率汚泥とし、以後ろ液を加えて90%~95%まで5種類の汚泥を調整して、これを試料汚泥とした。

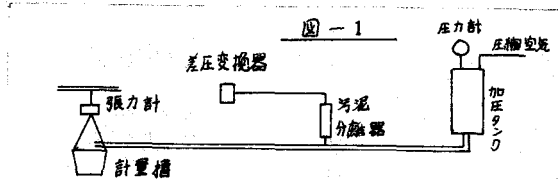


表-1

3. 実験結果と考察

① 試料汚泥の物性を調べるために、乾燥比重、乾燥残量、毒性限界、ホールコーン、粘着質の粘性の各試験をそれぞれの汚泥について行った。

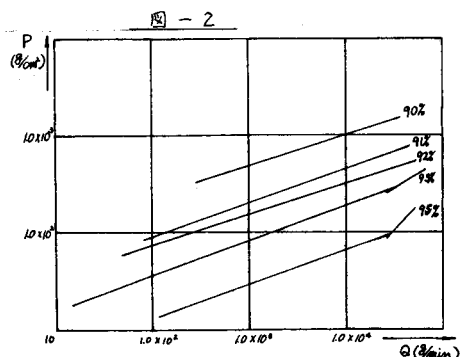
その結果を表-1に示す。この表より、各試料汚泥の物性的相互関係について検討を行った。

使用した試料汚泥は、前述の4種類の汚泥であった。この結果から各種汚泥の

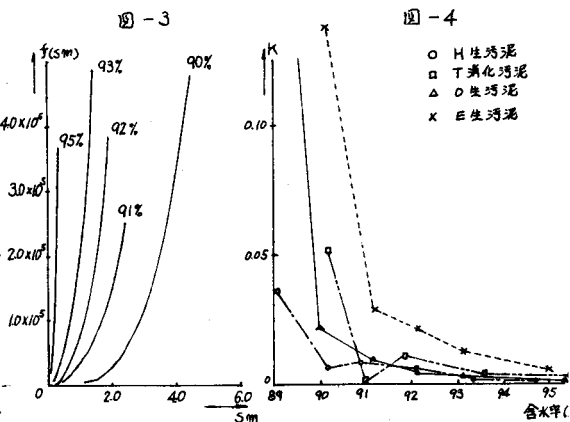
実験 汚泥	乾燥 比重	有機物含 有率(%)	毒性限界 (25 mg) 含水比(%)	ホールコーン (10 mm) 含水比(%)	粘着質の 比粘度%
H生汚泥	1.76	46.44	474	550	
T消化汚泥	1.87	59.56	557	500	1.369
O生汚泥	1.93	53.33	422	410	1.196
E生汚泥	1.75	69.55	527	580	0.683
粒径 汚泥	1mm以上 (%)	1mm~125 μ (%)	125~74 μ (%)	74 μ 以下 (%)	
H生汚泥	0.9	8.2	7.7	83.2	
T消化汚泥	1.5	9.3	10.4	78.8	
O生汚泥	2.7	9.9	7.3	80.1	
E生汚泥	5.4	20.1	8.8	65.7	

有機物含有量が多くなると、H生汚泥と除き乾燥比重が小さくなる負の相関を示し、又有機物含有量の多い汚泥程粒径の大きい粒子と、多く含むことが認められた。又土質工学では、土の流動や変形に対する抵抗の大きさを示す指標としてコンシステンシーが用いられている。この値を下水汚泥について測定するためにホールコーン貫入試験を行ったが、その結果コンシステンシー限界は、ほぼ410%~580%の含水比を示し、乾燥比重が大きい程コンシステンシー限界が小さくなる傾向を示した。又汚泥中の粘着物質を抽出し、その抽出液についてオストワルド粘度計により粘度測定を行ったが、その結果比粘度は、ほぼ0.653~1.369の値となった。

② もみ管粘度計についての実験結果より、各汚泥の各々の含水率について、流動特性の一例を図-2に示す。図は、圧力Pと流量Qの関係と両対数紙上プロットしたもので図から明らかな様に、圧力と流量の関係は、前報において行った実験結果と同様にそれぞれ直線の関係を示した。実験の範囲は、ほぼ圧力 $0.25 \times 10^2 \sim 0.14 \times 10^6$ の値で、流量は、 $0.20 \times 10^2 \sim 0.55 \times 10^5$ の値となり大部の結果が層流域であった。次にこの結果を用いて計算の結果、剪断速度 $f(s/m)$ と剪断応力 S_m の関係を図-3に示した。図から明らかな様に、各々の含水率の汚泥についての流動曲線が示され、いずれも擬塑性流動を示した。



この流動曲線の結果を用いて、擬塑性粘度 K 、及び構造粘度指数 n を求め表-2に示した。又これらの結果より K と含水率との関係を図-4に示した。図より汚泥の含水率が高くなるに従って K の値は減少する傾向を見いだした。特に含水率が90%~91%付近まででは、 K の値が、急激に減少している。



③ 汚泥の物性と流動特性の関係について検討を行うと、有機物が多く含む汚泥程 K の値は、高くなった。又含水率が低くなるにつれて、この傾向は、大きくなる。又一般には、比粘度が高くなるにつれて K の値は、大きくなると思われるが、実験の結果からは、比粘度が大きくなるにつれて K の値は小さくなる傾向を見いだせた。

		90%	91%	92%	93%	95%
H生汚泥	K	0.00650	0.00911	0.00533	0.00233	0.00126
	n	0.394	0.331	0.350	0.412	0.410
T消化汚泥	K	0.0510	0.000405	0.0103	0.00237	0.00143
	n	0.403	0.697	0.387	0.476	0.425
O生汚泥	K	0.0208	0.0108	0.00401	0.00309	0.000703
	n	0.354	0.366	0.412	0.375	0.447
E生汚泥	K	0.1370	0.0224	0.0219	0.0126	0.00305
	n	0.282	0.355	0.349	0.356	0.388