

1 はじめに

各種汚泥の流動特性について、原水の異なる汚泥を試料汚泥とし、同心円筒型粘度計を用い比較検討を行つて来た。その結果、これら下水汚泥の流動は、いずれも凝塑性流動を示すことが認められた。そこでこのような凝塑性流動を示す下水汚泥について、さらに使用した回転粘度計を用い凝塑性粘度 K および、構造粘度指数 n を求めるとともに、同一試料汚泥による管路圧送実験を行い、そのさい圧力差と流量の関係を実測し、測定結果から動水勾配と流速の関係、摩擦損失係数とレイノルズ数との関係から汚泥物性の一面をとらえようとした。

2 実験装置と方法

試料汚泥は大阪市N下水処理場生活泥で、風乾燥により 87.7% まで脱水し、この汚泥を最低含水率汚泥とし、ろ液を加えながら 92.2% まで7種類の濃度の汚泥を調整し試料汚泥とした。

流動特性の測定は同心円筒型の粘度計を用いた。外円筒内径 3.00 cm 内円筒外径 2.60 cm 浸入深 8.00 cm 外円筒回転式でその回転速度は 6.0, 10.9, 14.8, 22.5, 40.0, 59.4, 84.0, 100 r.p.m であった。

管路実験装置は、内径 1.3 cm 長さ 5.90 m の塩化ビニール管を用い、上端と下端の高低差は 1.81 m であった。汚泥圧送のための加圧用のタンクの容量は 15 l、耐圧 20 kg/cm² のステンレス製のタンクを用い上部に圧力計を取りつけた。加圧はコンプレッサーによる圧縮空気による間接加圧方式によつた。差圧測定は管路の中間部に 2.683 m の間隔に枝管を取りつけ、汚泥分離器を経て差圧変換器に接続し差圧測定を行った。流量の測定は管路末端に取りつけた計量容器に流入する汚泥の重量と荷重変換器を用いて、重量-時間曲線を求めこの曲線から流量を求めた。

表-1 K, n 値

含水率	K	n
87.7%	181	0.163
88.3	162	0.198
88.7	149	0.218
88.9	140	0.233
90.3	92.0	0.311
91.1	64.5	0.358
92.2	26.0	0.422

K (g・secⁿ⁻²/cm)
 n (無次元)

3 実験結果と考察

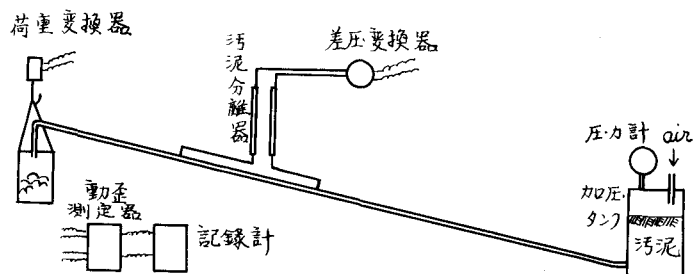
流動特性:

各々の含水率の汚泥について、粘度測定の結果、いずれも凝塑性流動を示した。実験結果から凝塑性粘度 K および構造粘度指数 n を求めた。(表-1)

K および n は汚泥の含水率の変化に対し、著しい変化を示し K は汚泥含水率の増加につれほぼ直線的に減少し、 n は増加することが認められた。

なお汚泥のチキソトロピー性による流動曲線の変化がこれら K, n の値におよぼす影響については、すでにのべたように、

図-1 管路流動実験装置



測定時間による影響の小さい、測定開始5分後の流動曲線を用いることとした。

動水勾配と流速の関係：

加圧圧力および計量容器の関係から、流速の範囲は、ほぼ $0.8 \text{ cm/sec} \sim 300 \text{ cm/sec}$ であり、その大部分が層流域であった。動水勾配と流速の関係は、いくぶんバラツキが大きかったが、 $\log - \log$ 紙上でほぼ直線の関係を示し、かつこれら直線の勾配が、汚泥含水率の低下につれて小さくなる傾向を示した。このことは、汚泥の濃度の小さい今までの測定結果と比べて異った傾向を示し注目に値するものとおもわれる。

レイノルズ数と摩擦損失係数の関係：

図-2の結果を用いて、レイノルズ数と摩擦損失係数との関係を求めた、1例を図-3に示す。一般に粘性流体の流動におけるレイノルズ数は $Re = DU/\nu$ で示されるが、凝塑性流体にあつては、その様相も異り、この定義を用いることはできない。レイノルズ数は流体の慣性力と粘性力の比に比例する量と考えられ、その数値は広く流動態を指示し、流体の力学的相似を測る尺度と考えられてきている。ここで用いたレイノルズ数は、広義のレイノルズ数で $Re = D^n u^{2-n} \rho / (8^{n-1} K ((3n+1)/4n)^n)$ とした。ただし流体の流動方程式が $\tau = K (du/dr)^n$ で与えられた場合の値である。測定を行った範囲についてレイノルズ数を計算し、あわせて摩擦損失係数の計算を行いその結果を図-3に示す。

摩擦損失係数と汚泥含水率の関係

図-3の計算結果から、平均流速 U をパラメーターとして摩擦損失係数と汚泥含水率との関係を示したのが図-4である。

図-2

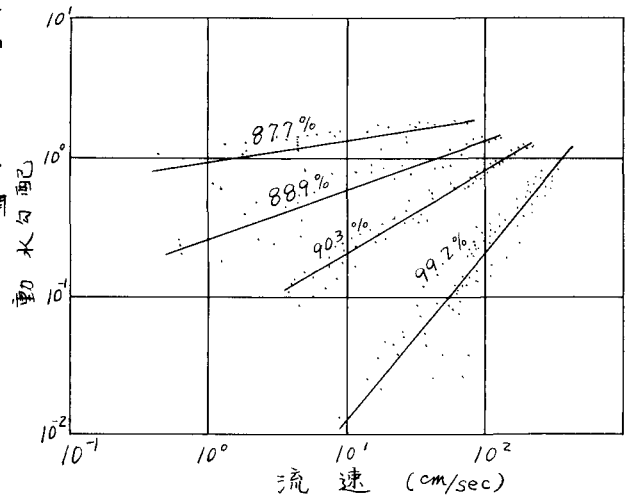


図-4

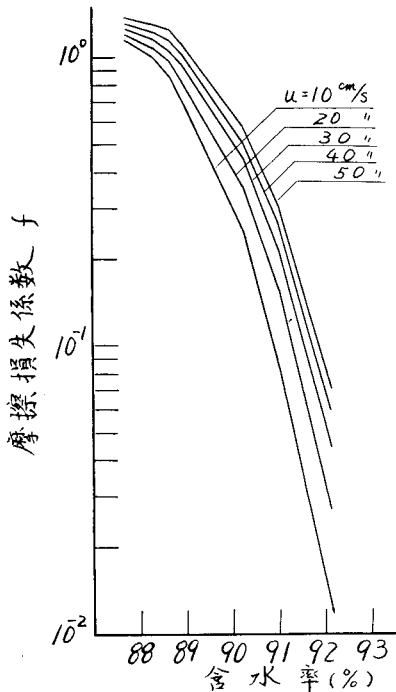


図-3

