

各種汚泥の物性因子の測定について

大阪工業大学土木工学教室 正員 工博 川島 普
大阪工業大学大学院学生 正員 〇兵庫 敏三

1. まえがき

擬似ビンガム体の挙動を示すといわれている下水生汚泥、消化汚泥ならびに酸性白土、青色粘土の濃厚けん濁液について、種々の含水率の単位重量と求め、一定温度のもとで回転粘度計を使用して剛性係数 η' 、剪断降伏値 τ_y の物性因子の値を算定し、限界含水率を求め、含水率の変化に伴う物性因子の値につき考察を行った。さらに、内部ローター回転型であるこの種の粘度計について、その測定精度の批判ならびに今後改良すべき測定装置の問題についての検討も行ったので報告する。

2. 実験装置と実験方法

(1) 実験装置

図-1 参照。測定容器(内径50.2mm、深さ60.0mm)は恒温槽内にひたしておき、25℃の定温のもとで測定した。ローター回転数 N は0.5, 1.0, 2.5, 5, 10, 20, 50, 100 RPM の8段階に変速できた。ローターは4種類で、(A)直径6.2mm、長さ50.2mm、(B)直径12.6mm、長さ49.9mm、(C)直径20.9mm、長さ79.4mm、(D)直径29.9mm、長さ79.9mmであった。

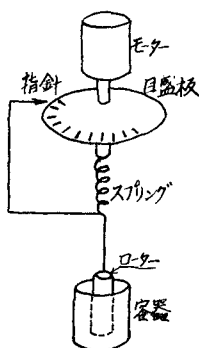


図-1

(2) 実験方法

試料汚泥は採泥後変質防止のためフォルマリンを注入し低温恒温槽に保存した。実験に先立ち、単位重量、水温、含水率の測定を行った。剛性係数の算定には N の小さいものから順次変速してそれぞれの段階の回転数について目盛板の示度が安定する値とよみとり $\eta' = \tan \theta / K$ 、ただし $\theta =$ 目盛板示度、 $K =$ 常数から η' と算定した。 τ_y についてはローターの最小回転数0.5 RPMの場合で示度の安定する値とよみとり、 $\tau_y = M' / (K\lambda)$ 、ただし、 $M' =$ 0.5 RPM時の最大示度、 $\lambda =$ 常数から算定した。

3. 実験結果

(1) 生汚泥

含水率89.8~96.1%の範囲で9ヶの試料について単位重量(表-1)を求め、種々のローターを用いて、種々の N について η' と τ_y を求めた。図-2に含水率と η' の関係、図-3に含水率と τ_y の関係を示した。

表-1

含水率(%)	89.8	90.7	91.1	92.5	93.3	94.0	94.1	95.1	96.1
単位重量($\frac{kg}{g}$)	1051.7	1043.7	1043.6	1034.0	1034.0	1029.6	1026.3	1020.4	1017.8

(2) 消化汚泥: 90.2~98.6%の範囲で9試料

(3) 酸性白土: 62.4~85.6%の範囲で9試料

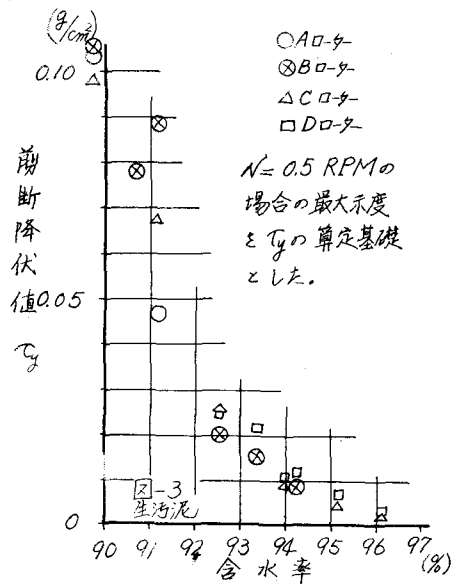
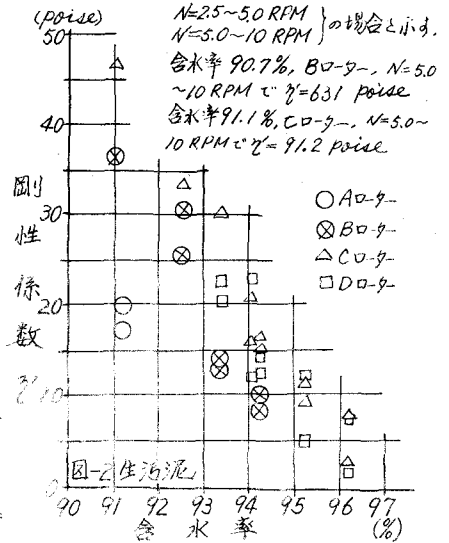
(4) 青色粘土: 51.4~80.0%の範囲で9試料

について同様に η' と τ_y 、単位重量を求めた。数値は講演時に図表で示す。

4. 考察

(1) 生汚泥, 消化汚泥の η' , 限界含水率

示度の安定する η' と含水率と各 N について求め N - θ 図を画いた。 $N < 20$ の小さい範囲で、低含水率の場合は測定初期に大きい示度を示す傾向があった。この実験では、示度の安定する η' と η' 算定のトルクとして採用した。 η' はビンガム体の理論に基づき擬似ビンガム体としてそれぞれの N の区間で勾配を求めて算定し、 N - η' 図を画いた。結果として N の大きい区間では η' は小さくなっている。この原因と $N > 20$ の区間について考察すると、測定上の仮定①両円筒は無限に長い、②両円筒間の流れは層流、③円筒面と流体間にはすべりはないと比較して、①については end effect を無視しているわけで、この実験では仕様書通り容器底とローター底の距離は 1.25 cm とした。② N が大きくなると、高含水率の試料ではけん沈粒子がローターに近いものほど強い遠心力をもつようになり流れは層流でなくなるようである。この実験でローターの微小な偏心の悪影響もあった。③の仮定について、 N が 20 RPM より大きくなるとこの仮定はくづれたようである。測定値は小さい値となった。このためローター面を粗面とすることと Dick⁽¹⁾ は指摘している。上記の理由で η' 値はかなりバラツキが生じたが、含水率が T_g 93% 以下で η' 値の急増がみられこの傾向は生汚泥の方が消化汚泥より顕著に表われた。限界含水率は生汚泥 96.5%, 消化汚泥 98.0% 付近と思われた。



(2) 生汚泥, 消化汚泥の T_g , 単位重量

93% 位まで各ローターの差異はみられぬが 91% 以下では差異が表れた。単位重量は両汚泥共含水率の減少につれ直線的に増加し、94% 以下では生汚泥の値が大きくなった。 T_g も生汚泥の方が大きく、両汚泥共 91% 付近から含水率の低下につれ T_g は急増し、ローターの種類による変化も大きくなった。

(3) 酸性白土, 青色粘土の η' : 酸性白土では 70% 以下では非常に η' 値はバラツキが大きかった。75% 以上ではニュートン体の挙動に近くなった。青色粘土では 60% 以下で η' 値はバラツキその値も大きくなった。

(4) 酸性白土, 青色粘土の T_g , 限界含水率, 単位重量 : 限界含水率は酸性白土 85%, 青色粘土 80% 位。 T_g も前者で 65%, 後者で 58% 付近から急増した。単位重量は直線的急増した。参考文献: R.I. Dick, B.B. Ewing: J WPCF, Vol. 39, No. 4, pp. 543~560, April (1967)