

東北大学大学院 学生員 青木美樹
東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

微細で粘性をもつ土の水流による洗掘、流送過程は砂粒土とは大きく異なる。粒子間の粘着力が抵抗として働くためである。この粘着力が対象とする粘土の種類および外的条件により変化するため、一般的な洗掘開始条件を得ることが困難になる。さらに、洗掘開始状態の判断にも任意性が残されている。ここでは自然沈降させた粘土の洗掘実験の結果をもとに、限界状態の判断、および限界掃流力と外的条件との関係について得られた知見を報告する。

2. 実験方法

実験装置を図-1に示す。水路は断面 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の矩形管路で、試料を置かないときのManningの粗度係数実測値は 0.010 である。水路の中央部に長さ 32cm の底板可動の堆積容器をとりつけ、深さ方向の限界掃流力の変化を求めるようにした。底面剪断力は動水勾配より求めた値を用いた。試料は貯水池(盛岡市、四十四田ダム)に流入した底泥を用い、堆積容器に自然沈降、堆積させた。別に、試料のビンガム降伏値の深さ方向分布をコーンプレート型粘度計により求めた。

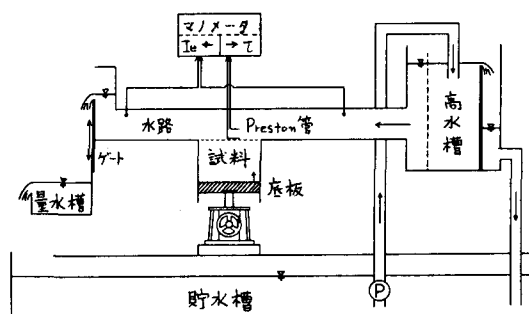


図-1 実験装置

3. 結果および考察

洗掘の開始となる限界状態は当初、粘土層表面の破壊が起る時点を目視でとらえることとした²⁾。この方法で得られた限界掃流力 τ_c の深さ z 方向の分布が図-2(a)である。堆積時間の短いものが比較的限界状態を把握しやすいのに対して、堆積時間が長くなると洗掘される粘土塊の大きさが小さくなり、単一粒子の巻き上げとの区別が困難になる。そのため、限界状態の判断があいまいになり、同条件の2ケースの測定値が異なる分布をもつことになった。そこで限界掃流力の決定を次のように改めた。すなわち、ある一定の流速のもとで粘土層と表面から洗掘させ、洗掘量が急激に減少する面の深さを求める。このときの掃流力をこの面の限界掃流力とする。洗掘量の急激な減少は目視でも判断でき、濃度計を用いればより正確に判定することができる。図-2(b)にこの方法による限界掃流力の分布を示す。同条件での測定値のばらつきが小さくなる。

図-2を見ると限界掃流力は深さ方向に、堆積時間により異なる割合で増加している。これは直接には図-3に見られるように含水比の減少に伴う剪断強度の増加に起因している。含水比の高い堆積層表面付近では粘土は流動的であり、その限界掃流力は

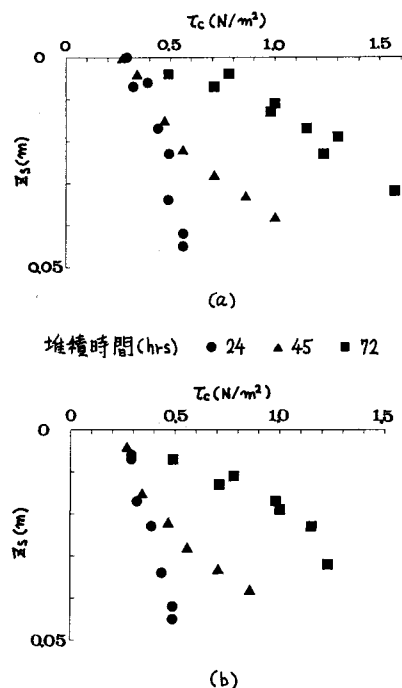


図-2 限界掃流力の分布

ビンガム降伏値 τ_b に近い値を示す(図-4, D: 堆積厚)。ある深さ(含水比)以下になると粘土は流動性を失い、その洗掘現象は脆性破壊の様相を呈するようになる。この部分での限界掃流力はビンガム降伏値に対してかなり小さな値をとり、その比は含水比の低下とともに減少する。粘土の流動性が小さく、ビンガム降伏値が大きくなるためと考えられる。

粘性土の洗掘のメカニズムは砂粒土の掃流現象とは本質的に異なるものである。そこで限界状態を表わす無次元量として次の表示を考える。

$$\frac{\tau_c}{\gamma'(\omega) \cdot h(\omega)}$$

τ_c : 限界掃流力

$\gamma'(\omega)$: 単位体積あたりの水中重量

$h(\omega)$: 洗掘される粘土塊の代表長さで剪断強度 τ_c の間数

ここで、 $h(\omega)$ として何を選ぶか、また、それをどのように測定するかが問題となる。ここでは $h(\omega)$ を類推するため τ_c/γ' により測定値を整理した。図-5に含水比と τ_c/γ' の関係を示す。含水比が高い(600%程度以上)領域では τ_c/γ' の変化は小さく、低い領域で変化が認められる。前述の流動性との関連がうかがわれ、また、低含水比域での粘土塊のスケールの変化が予想される。同含水比における堆積時間による相異は、含水比以外の堆積条件の相異によるものと考えられる。

4. おわりに

粘性土の洗掘現象はその含水比により二つの型に分けられる。ひとつは流動体としての界面破壊に類似した現象であり、含水比の高い場合である。他方、含水比が低い場合には固体としての脆性破壊に類似した洗掘が見られる。前者については密度流からの類推に基づく研究が行なわれている³⁾。後者をより詳細に検討するためには、粘土塊の代表的なスケール h を求めることが必要である。

5. 参考文献

- 1) 青木、首藤; 第35回年次学術講演会講演概要集 2, pp. 314-315, 1980
- 2) 松田、青木、首藤; 昭和55年度東北支部技術研究発表会講演概要, pp. 75-76, 1981
- 3) 大坪、相崎、福島; 国土公害研究所調査報告 第16号(B-16-'81), pp. 65-77

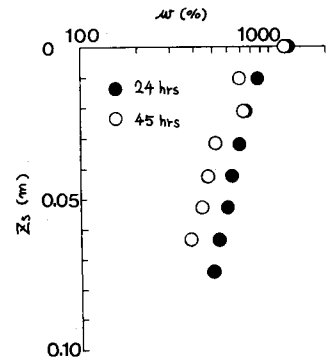


図-3 含水比分布

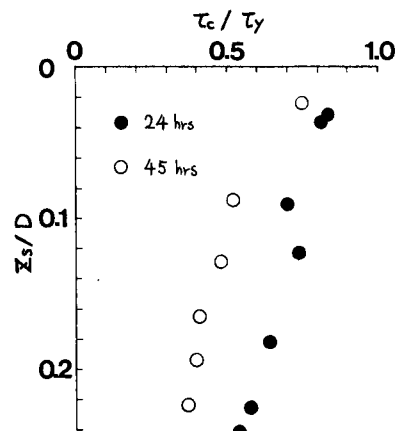


図-4 τ_c/γ' の分布

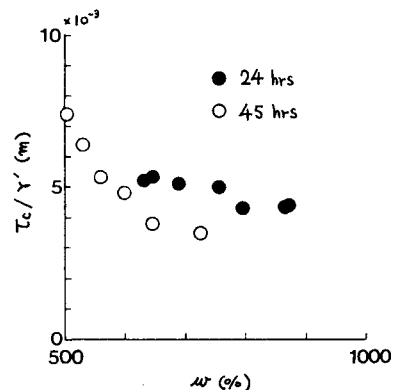


図-5