

フロックとして沈降・堆積した粘性土の剪断強度分布

東北大学工学部 学生員○青木美樹

東北大学工学部 正 員 山路弘人

東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

河川や貯水池に流入しフロックとして沈降・堆積した粘性土が再び水流によって洗掘・移動する問題を考えるとき、土の剪断強度の大きさとその鉛直方向分布等の特性を知る必要がある。ここではこれらの特性を機械的測定により求めた結果を報告する。

2. 実験方法

主な測定はコーンプレート型粘度計により行った。試験方法による差の有無を知るため一部ベーン試験を行った。試料は四十四田ダム貯水池内に堆積した濁度物質、ベントナイトおよびカオリンを用いた。試料を沈降塔内において所定の時間沈降させた後、図-1のように試料がコーンプレートに与えるトルクを測定する。試料をビンガム流体と仮定すると次の関係がえられている¹⁾。

$$\frac{3M}{2\pi R^3} - \tau_0 = \mu \frac{\Omega}{\phi}$$

M: ターンテーブルの回転によりコーンプレートに作用するモーメント (dyn·cm)

R: コーンプレートの半径 (5 cm)

τ_0 : ビンガム降伏値 (dyn/cm²)

μ : 粘度 (dyn·sec/cm²)

Ω : ターンテーブルの回転角速度 (rad/sec)

ϕ : コーンプレート下面の削り角 (rad)

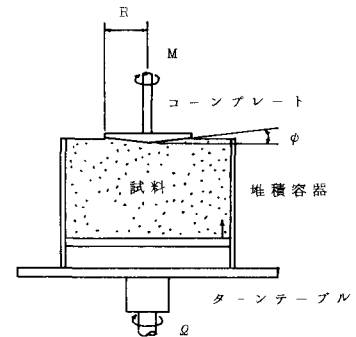


図-1 コーンプレート型粘度計

同一試料に対し Ω を変化させると対応する $3M/2\pi R^3$ はほぼ直線的に変化するから、未知量 τ_0 および μ はこの直線の切片および勾配から決定される。堆積容器の底板は上方に動かすことができ、鉛直(Z)方向分布の測定が可能となる。また、使用したベーンは幅10cm、高さ2cmの2枚の板を直角に交差させたものである。

3. 結果

コーンプレート型粘度計により測定した剪断強度(ビンガム降伏値)の分布を図-2、3、4に、ベーン試験による結果を図-5に示す。いずれの測定法においても剪断強度の鉛直方向分布は指数関数的である。静置時間の増加に伴い鉛直方向への剪断強度の増加割合(強度増加指数)が大きくなるが表面の値に大きな差はない(図-2)。また、粘土の種類により剪断強度の値および強度増加指数に差がみられるが、いずれも分布はほぼ指数関数的である(図-3、カオリンについても同様の結果を得ている)。さらに、ある深さまで測定した後再び沈降塔において試料の露出面(はじめ堆積層内部にあった面)に水をふれさせ、所定の時間静置して測定すると、表面付近の強度がはじめの界面付近の値に近づき強度増加指数が増加する傾向がみられた(図-4)。ベーン試験においては値はコーンプレート型粘度計により求めた強度よりかなり大きくなっている(図-5)。ベーンの高さがコーンプレートより大きいため測定点数は少ない。

4. 考察

沈降・堆積した粘性土の剪断強度がその深さ方向に変化することは予想し得ることであったが、実際に機械的

測定を行ってみるとそれは深さに対して指数関数的に増加し、そのため用いた試料についてみる限りその剪断強度は10cm弱の深さの差に対し10倍、あるいはそれ以上も変化している。このことはそのまま水流による掃流作用を受ける場合の移動、洗掘の限界に関係し、洗掘・堆積量を推し量る際に考慮すべきことでもあろう。また、値そのものについてみるとコンプレート型粘度計により測定した界面付近における剪断強度は水理実験による限界値と同程度の値を示しており、今後水理実験における強度分布をとることにより両者のより明確な対応をつかむことができる。堆積層の剪断強度を知る上で有力な手段となるであろう。さらに、はじめ堆積層内部にあった土が水に直接ふれることによりその強度が減少する様子は、土が界面付近では静置時間に無関係な一定の剪断強度をもち、水にふれた後時間とともにその値に近づくことを伺わせる。この時間的変化を求めることが今後の課題となる。

ベーン試験より得られる強度は水理実験による値、あるいは粘土の物性としての剪断強度には一致しないかも知れぬが、鉛直方向の強度分布はコンプレート型粘度計によるものと同様の傾向をみせており、水理実験による値と対応がつかうならばより簡便かつ直接的なため特に現地における試験方法として有用なものとなるであろう。

5. 参考文献

1) 東北大学工学部土木工学科 水理学研究室：四十田ダム貯水池の流入濁度物質の堆積及び浮上に関する調査研究 昭和52および53年度報告

2) 中川・神戸：レオロジー（みすず書房）

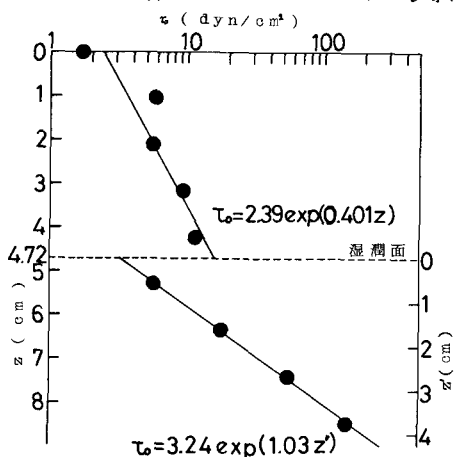


図-4 コンプレートによる剪断強度分布

(四十田底質、19 hr 静置 + 19 hr 浸水静置)

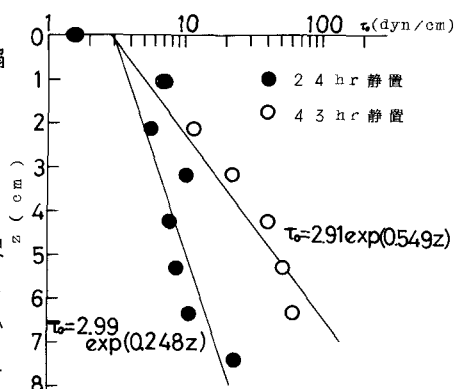


図-2 コンプレートによる剪断強度分布
(四十田底質)

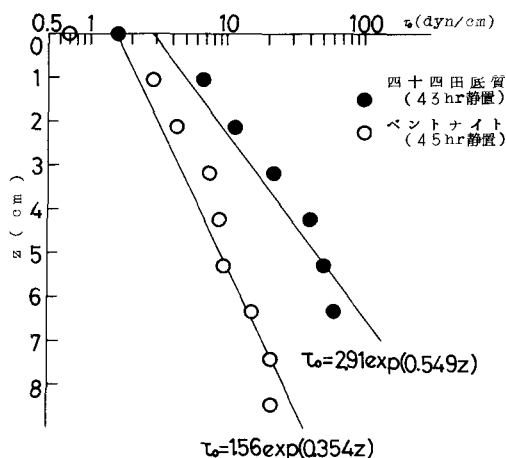


図-3 コンプレートによる剪断強度分布

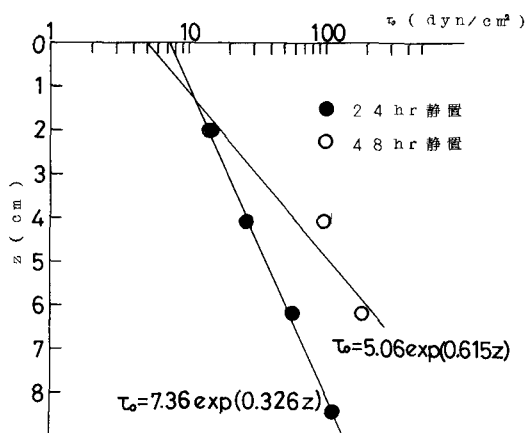


図-5 ベーンによる剪断強度分布

(四十田底質)