

底泥の巻き上げ過程の分類について

岩手大学工学部 ○北目 崇 正海田 輝之
 正 大沼 正郎 今野 潤一
 九州大学工学部 正 楠田 哲也

1. はじめに 底泥は含水比の違いによって物性が非常に異なる。そこで本研究では、底泥の含水比を変え巻き上げ特性を調べ共通の巻き上げ特性を呈する含水比の範囲を求め巻き上げ特性を含水比によって分類した。さらに、その分類を材料試験的な簡便な方法で予測することを目的とした。

2. 実験装置及び方法

(1) 試料 試料として、市販カオリン (Engel hard ASP 600) 及び筑後川河口部で採取した底泥の2種類を用いた。図-1に各々の試料の粒度分布を示す。平均径はカオリン、筑後川底泥で各々約、 $0.69 \mu\text{m}$ であった。各々の試料の特性値を表-1に示す。試料の含水比は、スランジ試験ではカオリン70~84%、底泥80~64%、フロー試験ではカオリン70~230%、底泥70~200%、巻き上げ試験ではカオリン150~600%、底泥200~500%の範囲で塩水(比重1.025)を用いて調製し各々数回の試験を行なった。泥量は3試験ととも15gに保った。

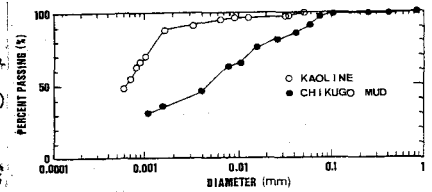


図-1 粒度分布

表-1 試料の物性値

	比重	LL (%)	PL (%)	PI (%)	液性指数
カオリン	2.66	65	36	29	—
底泥	2.47	96	42	54	10.5

(2) スランジ試験 図-2に示したフローコンテスト試料を入れ実き様で2層15回均等に突き、コーンを静かに鉛直に引き上げ試料の中央部に在りての下がり走スランジ測定器で測定し、これをスランジ値として示した。

(3) コーン試験 コーン試験は、JIS R 5201 セメントの物理試験方法に示されたフローコンテスト及びフローラブルト落下運動を与えられた試料の径を(ガスで測定しその平均値を mm 単位の無名数で表わし)フロー値とした。

(4) 巻き上げ試験 図-3に示した水路の凹部にあらかじめ含水比を調整した試料を1様に敷き、敷き終わった時点でたがちに水を流し始めた。水を流すにあたっては急激な水圧による試料の表層を妨ぐたため、流量を徐々に増加させた。その際、試料の表層の流動状態及び表層の変化を観察し巻き上げ開始点での底面せん断応力(τ)を測定した。これは下流の三角せきによる流量と2点間の水渠水位とによって運動方程式から算出した。

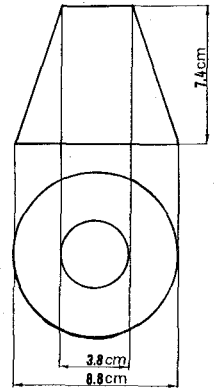


図-2 フローコン

3. 実験結果及び考察

(1) スランジ試験 スランジ試験の結果を図-4に示した。縦軸はスランジ値Sとフローコン高さHとの比 S/H を示している。カオリン、底泥のどちらを扱った3つの領域に分けられる。 $S/H < 0.8$ では、 S/H は含水比の増加に対して急激にほぼ直線的に増加する。 $0.8 < S/H < 0.95$ では、含水比の増加に対してただらかに増加する。 $0.95 < S/H$ では含水比を増加しても S/H はほとんど変化がない。

(2) コーン試験 コーン試験の結果を図-5に示した。含水比がカオリンの場合180%、底泥の場合200%付近までフロー値は直線的に増加する。しかしながら、その含水比を越える試料のコーン試験は試験装置の構造上不可能であるため河床底泥の巻き上げ特性の判断規程にコーン試験を使用することは望ましくないと考えらる。

(3) 巻き上げ試験 底泥表層部の変化及び巻き上げに至る過程はカオリン、底泥とも以下の3種類に規定され

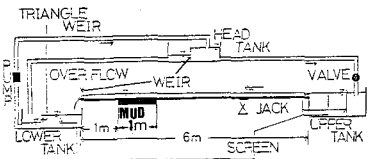


図-3 実験装置

た。①試料を本路床に敷く際に底泥表層部に起伏が生ずる為、表面を均す必要があった。通水し、せん断応力を増加していくと流れと垂直方向に局部的に小さい凹凸が生じ、その水が成長し、押し流され、ひきはがされるように巻き上げが生じた。しかしながら2時間程度通水しても試料をなすした時点で生じた起伏は残存していた。

②試料を水路床に敷く際、試料は起伏を残すことなく自重で平らになった。せん断応力を増加するに従って流れ方向に長さ約5cm、巾3mm程度の筋が多数発生し、さらにせん断応力を増加すると筋の峰から巻き上げが開始した。通水2時間後、含水比によって差はあるが数個から数十個の河床波を生じていた。

③試料は、非常に流動性が大きかった。通水し、あるせん断応力に達すると底泥表層部に界面波が生じ、さらにせん断応力を増加すると界面波の碎波とともに巻き上げが生じた。通水2時間後では、底泥表層部はフラットであった。

以上に表示した3種類の巻き上げに至る過程にカオリン、底泥の含水比を対応させると表-2の通りである。表-2の境界値付近の含水比での試料の塑性粘度 η_p を筒回転式粘度計(東京計器製)で測定したところ、 η_p (g/cm.s)の値はカオリンの含水比180%では1.2、480%では0.129、底泥の含水比200%では0.428、350%では0.0285であり各境界での含水比の試料ではカオリンと底泥の場合 η_p の値は異なっていた。従って本実験に用いた試料については巻き上げ特性は塑性粘度のみでは予測されないと考えられる。図-6に底泥の含水比と巻き上げの限界底面せん断応力との関係を示した。カオリン、底泥のどちらも②と③の境界の含水比付近まで含水比が高くなるに従って限界せん断応力は低下している。しかし、その境界以降含水比の増加に対してはほとんど変化しなかった。

(4)スランア試験と巻き上げ試験との対応 巻き上げ試験に於いて①と②の境界の含水比である180%のカオリン、200%の底泥のスランアは、いずれも $S/H = 0.8$ 付近である。さらに②と③の境界の480%のカオリン、350%の底泥はいずれも $S/H = 0.75$ 付近である。つまり、本研究で用いた試料ではスランアを測定することにより次のことが規定できる。 $S/H < 0.8$ では、巻き上げ限界せん断応力を越える時①の状態が巻き上げが起る。 $0.8 < S/H < 0.75$ では②の状態が巻き上げが起る。 $0.75 < S/H$ では③の状態が巻き上げが起る。

4. おわりに 本研究では2種類の底泥ではあるが、スランア値を測定することにより巻き上げ過程や底泥の特性を把握できることを示した。スランア試験は簡便であり、現場において底泥の巻き上げ特性を把握するためには有効な試験方法といえる。本研究で用いた試料は共にカオリン系の底泥であり、今後底泥の成分が異なる場合についてさらにデータを増やして検討する予定である。

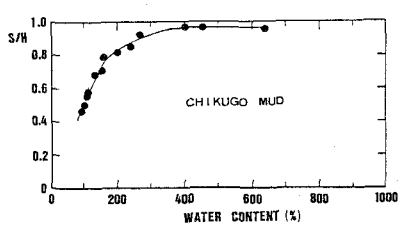
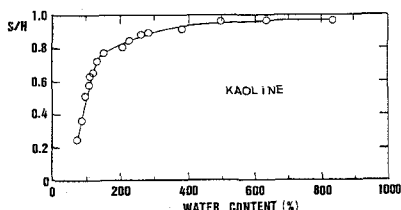


図-4 含水比とスランア値との関係

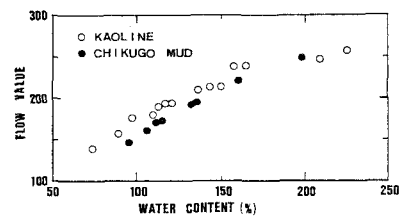


図-5 含水比とフロー値との関係

表-2 巻き上げ特性の含水比による分類

	カオリン	底泥
①	$w < 180\%$	$w < 200\%$
②	$180 < w < 480$	$200 < w < 350$
③	$480 < w$	$350 < w$

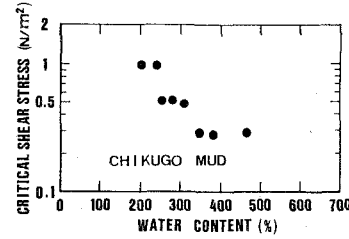
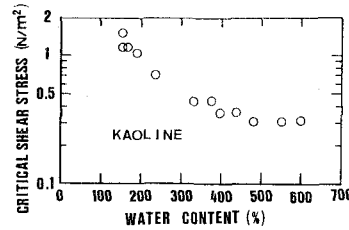


図-6 含水比と限界底面せん断応力との関係