

Tanjungpriok 港（インドネシア）の底泥を用いた沈降実験とベーンせん断試験

武蔵工業大学大学院 学生会員 ○小松 克臣

武蔵工業大学 フェロー 村上 和男

1. 研究背景・目的

粘土やシルト等の粒子の細かい底質が波や流れによって巻き上げられ、移動・堆積する現象をシルテーションという。この現象により航路や泊地が埋没し、船舶の航行等に支障をきたしている。この問題は東南アジアや中南米等の開発途上国において深刻で、航路・泊地の現状維持すら困難を極めている場合もある。このような背景から、シルテーション問題を考えるにあたり、泥土の沈降特性を把握することは重要である。

そこで、シルテーションで問題となっているインドネシアの首都ジャカルタの Tanjungpriok 港の底泥（以下、インドネシア泥）を用いて沈降実験とベーンせん断試験を行い、沈降速度、濃度分布、限界せん断応力を求めた。また、同時に粒度試験結果も用いて、シルテーション問題における底泥はどのような特徴があるか考察を行なうことを目的としている。

2. 実験概要

2-1 実験で用いた試料について

採泥地点はインドネシアの首都ジャカルタの Tanjungpriok 港の航路周辺で、全 18 地点で採泥が行われた。その概要を図 1 に示す。また、それぞれの採泥ポイントの泥の 50% 粒径、シルト・粘土の割合、強熱減量、含水比、採泥深さを表したものを表 1 に示す。

図 1、表 1 より、現地の底質の特徴として、港から離れたポイントほど粒径が細かく、シルトや粘土の割合が多い傾向がみられた。

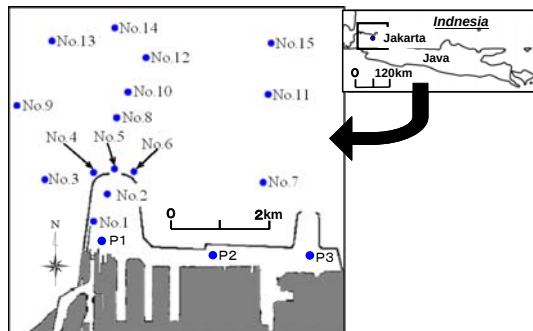


図 1 インドネシア泥の採泥ポイント

	50%粒径 D50(mm)	シルト・粘土 の割合(%)	強熱減量 (%)	含水比 (%)	採泥深さ (m)
No.1	0.0180	62.4	12.9	198.7	3.0
No.2	0.0101	83.8	14.1	357.4	4.5
No.3	0.0094	94.3	12.4	322.9	8.0
No.4	0.2480	22.6	8.5	104.7	4.5
No.5	0.1154	35.9	8.8	94.1	7.5
No.7	0.0087	97.8	12.7	402.8	8.0
No.8	0.0120	81.6	13.0	217.5	12.0
No.9	0.0126	93.0	11.4	258.7	10.5
No.10	0.0147	86.6	10.8	231.3	14.0
No.11	0.0113	97.1	11.8	365.7	12.0
No.13	0.0108	98.9	10.9	297.3	17.0
No.14	0.0120	95.5	11.2	273.4	16.0
No.15	0.0127	97.1	11.4	339.4	15.0

2-2 沈降実験概要

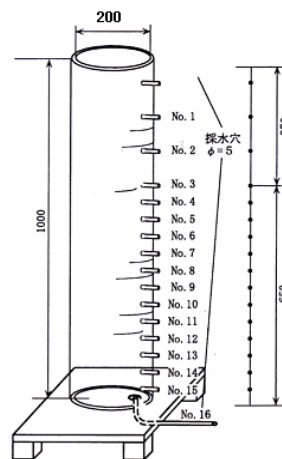


図 2 大型シリンダーの全体図（単位：mm）

表 2 沈降実験条件

試料	溶液	初期濃度(g/l)	静置時間(min)
インドネシア泥 (No.1～5,7～11,13～15)	塩水	1,2 5,10 (8.5,9)	5,10,15,30,60,90,120 15,30,60,90,120

高さ 1000mm、直径 200mm のアクリル管製の大型シリンダー（ 31400 cm^3 ）を用いて沈降実験を行なった。実験装置の概要を図 2 に示す。実験内容としては、溶液を実験装置に 900mm（ 28260 cm^3 ）まで入れて、次に底泥材料を実験装置に定量投入し、高さ 900mm に調整し、攪拌棒を用いて十分に攪乱し、一定時間静置したあとに界面高を目視で計測し、沈降速度を求めた。また、採水穴（側面 15 箇所、底面 1 箇所の計 16 箇所）より採水し、密度比重計（ポータブル密度比重計 DA-130N 京都電子工業株式会社）を用いて、浮遊泥の濃度鉛直分布を測定し、結果は濃度(g/l)に変換し整理し

キーワード：シルテーション 沈降速度 粒径 シルト 粘土 限界せん断応力

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 水圏環境工学研究室 TEL03-3703-3111 内線 3257

た．これまでに行った実験条件を表 2 に示す．初期濃度及び静置時間を変えて実験を行なった．なお，沈降実験は，初期濃度調整のために比較的採泥試料の多い測点に限定した．これらの実験方法・条件は参考文献 1) を参照している．

2-3 ベーンせん断試験概要

ベーンせん断試験はトルクドライバーを改良したハンドベーン（株式会社東日製作所製）でシャフトの先端にあるベーンの回転抵抗によって土のせん断強さを測定した．これを用いて一つの泥につき 10 回測定した．

この試験により，種々条件での底泥のせん断強さを測定し，巻上げ時の限界せん断応力に関して検討した．

3. 実験結果と考察

3-1 沈降実験について

初期濃度 10g/l についての沈降実験結果の一例を図 3 に示す．図 3 よりインドネシア泥の多くの側点における沈降特性としては，界面（濃度の薄い部分と濃い部分の境目）を確認でき，ゆっくりと沈降していく様子がみられた．また，シルトや粘土のような底質は，2g/l 以上になると沈降速度が遅くなるという性質があり，実験でもその傾向がみられた．

図 4 はインドネシア泥の初期濃度 10g/l における沈降速度と試料の粒径の関係を示したものである．この図より粒径が大きいほど沈降速度が速くなる傾向がみられた．一般にフロックを形成した微細粒子の沈降速度は濃度の関数として与えられるが，図 4 より採泥粒子の沈降速度特性として濃度の関数のみならず，中央粒径の関数であることが示された．しかし，No.2, No.3 についてはこのことに当てはまらなかった．この原因については検討中である．

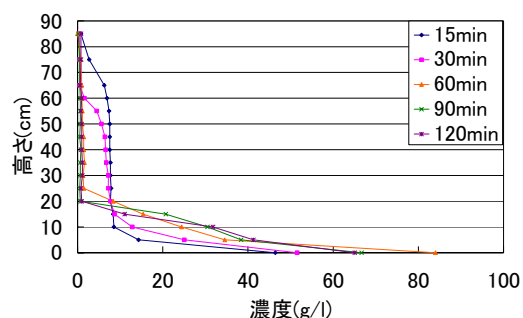


図 3 インドネシア泥(No.13) 初期濃度 10g/l

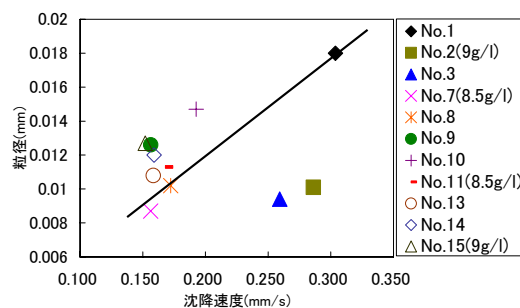


図 4 インドネシア泥における沈降速度と粒径の関係

3-2 ベーンせん断試験について

ベーン測定値と含水比の関係を図 5 に示す．図 5 より含水比が大きいほど，ベーン測定値が小さくなる傾向がみられた．また，測定値より港より離れた地点にある試料の方が値が低い傾向がみられた．したがって，含水比が大きいほど限界せん断応力が小さく，波や流れによって巻き上がりやすいといえる．

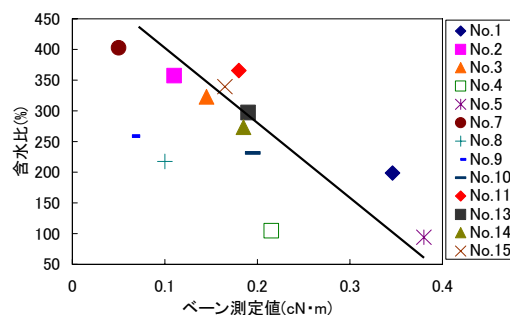


図 5 ベーン測定値と含水比の関係

4. 結論

沈降実験より，インドネシア泥の多くの側点における沈降特性としては，界面を形成し，ゆっくりと沈降していく様子がみられた．また，土粒子の粒径が大きいほど沈降速度が速くなる傾向がみられた．このことから採泥粒子の沈降速度特性として濃度の関数のみならず，中央粒径の関数であることが示された．

ベーンせん断試験結果より含水比が大きいほど限界せん断応力が小さく，波や流れによって巻き上がりやすいといえる．

<参考文献>

- 1) 運輸省第四港湾建設局 下関調査設計事務所：高濃度浮泥層流動の制御法に関する研究調査報告書，第 2 章 泥土の沈降特性実験，pp.3-21，2000．