

深海底泥の沈降特性に関する実験的検討

五洋建設株式会社 正会員 ○菅原弘貴・片山裕之
大阪府立大学 中谷 直樹・山崎 哲生

1. 検討目的

底泥の沈降特性は、高波浪時の地形変化特性の把握や港湾浚渫工事時の汚濁防止検討などにおいて重要であり過去にも検討されてきている。深海底資源開発においても資源採取の際に底泥掘削が考えられ、深海底で発生した底泥による濁りの沈降特性把握は必要である。本研究では、ハワイ沖水深 5000m 海域の海底泥を対象に、室内沈降試験により沈降特性の検討を行ったものである。

2. 室内沈降試験概要

深海底で高濃度の濁水が発生した場合、初期は高濃度ブルームとして拡散しながら凝集性自由沈降を開始する(Phase1)。次に、海底着水による拡散を伴う再浮上により海水中に浮遊した粒子群が干渉沈降を開始する(Phase2)。沈降した粒子が海底面付近に堆積層を構築した後は自重圧密沈降過程 (Phase3) に進行する¹⁾²⁾ (図-1)。沈降試験ではこれらの過程の再現を試みた。なお試験で用いた深海泥は体積比率で粘土 65%，シルト 35% で構成されていた。土質試験の結果を表-1 に整理した。なお含水比調整には人工海水を用いた。

(1) 沈降試験 A

Phase1 検討のため、高さ 1000mm、内径 200mm の透明円筒容器の高さ 900mm まで人工海水で満たし、深海泥に塩分濃度を考慮し海水を加えた含水比 2000% 泥水 250ml を投入し、沈降試験を行った。沈降速度は、筒内鉛直方向 2 か所に設置した濁度計と画像から確認した。なお比較のためにベントナイトを用いたケースも実施した。実施ケース一覧を表-2 に示す。

A-2 ケースの沈降状況を図 1 に示す。計画段階では、粒径が細かいことから投入後雲状に広がりゆっくりと沈降することを想定していたが、濁水フロントはかなり早い速度で沈降した。動画記録より得られた初期濁水フロント部の沈降速度は 11mm/s であった (図-2)。これは 50% 粒径 (0.0027mm) に対する Stokes 式による沈降速度 0.006mm/s よりかなり大きく、シルト分最大粒径 (0.075mm) に対する沈降速度 5.0mm/s に近かった。なお、使用した濁度計は検定ボリュームが小さく、沈降に影響しないように壁面際に設置したこともあり、

表-1 土質試験結果一覧

採取場所	ハワイ島南東海域
採取水深	5200-5400m
含水比	192.85%
密度	2.772g/cm ³
50%粒径	0.0027mm
液性限界	191.90%
塑性限界	89.40%

表-2 沈降実験ケース一覧

沈降試験A

ケース	土砂	含水比	投入量
A-1	ベントナイト	2000%	250ml
A-2	深海泥		

沈降試験B

ケース	土砂	含水比	投入量
B-1	ベントナイト	2000%	500ml
B-2	深海泥	1000%	
B-3		2000%	
B-4		3000%	

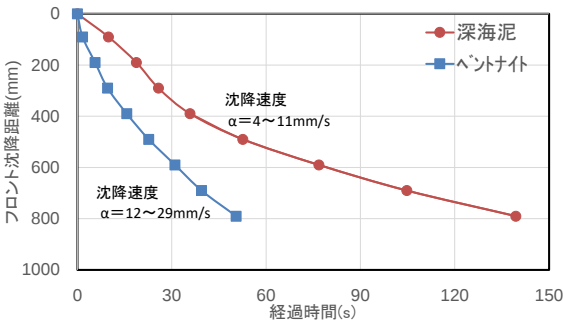


図-2 沈降速度(ケース A-1、A-2)

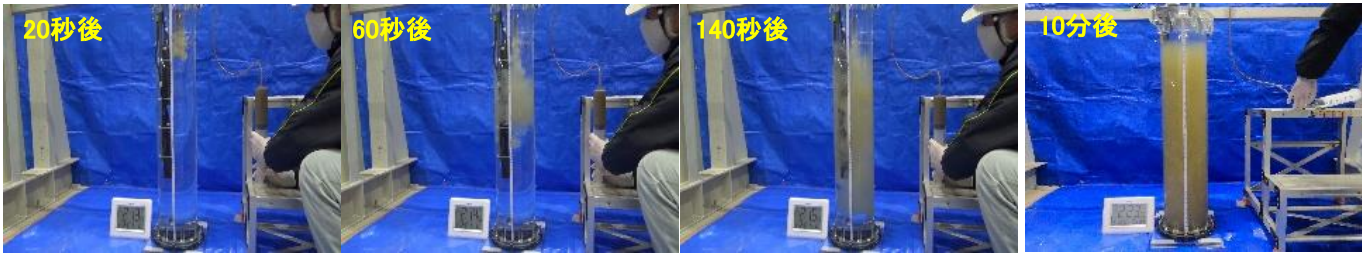


図-1 沈降状況(ケース A-2)

キーワード 深海泥，沈降試験，沈降速度

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設株式会社 技術研究所 T E L 0287-39-2123

Phase1 の初期濁水フロント沈降状況の濁度変化を捉えることができなかった。

(2) 沈降試験 B の結果

Phase2・3 検討のために、同規格 500ml メスシリンダーにそれぞれ 4 種類の試料 (B-1～B-4) を各 500ml ずつ入れ、同時に 1 分間攪拌後静置してから界面の沈降状況を 24 時間観察した (図-3)。攪拌直後からの干渉沈降、自重圧密沈降と遷移していく様子を 10 分間隔の撮影画像から読み取った (図-4)。その結果、含水比が増加するほど干渉沈降速度が増加した。B-4 (深海泥含水比 3000%) は B-2 (深海泥含水比 1000%) のほぼ 2 倍、B-1 (ベントナイト含水比 2000%) は B-3 (深海泥含水比 2000%) の 3～4 倍大きな沈降速度となった。これはフロック化の際に抱き込む不動水量の影響と思われる、濃度依存が示唆された。

(3) 試験容器条件の確認

試験容器の寸法の違いが測定される沈降速度に影響を与えるかを確認するため、含水比 2000% の深海泥を用いて、試料の水面高さを統一し試験容器の内径を変更 ($\Phi 13, 21, 28, 35, 36.5, 50, 60$ の 7 種類) した検討 (図-5) と同一内径の試験容器の試料量 (高さ) を変更した検討 (200ml, 300ml, 400ml) (図-6) の 2 種類の試験を追加で行った。

試験容器の内径を変更した実験では、用いたメスシリンダー径の範囲では全てのケースでほぼ同様の沈降状況が確認された。メスシリンダー径は同じで試料量を変化させた場合の沈降速度への影響については、干渉沈降速度区間は 3 ケースとも同じ沈降速度となり、また当然ながら試料量が少ないほど早く自重圧密沈降区間に入ることが分かる。ただし、今回は容積が限定された試験であり、周囲への拡散が制限されている状態である。実際に海底で発生した深海泥による濁りの静的な沈降の場合、希釈や拡散領域が大きく実際の沈降距離も長くなるため、干渉沈降区間が支配的になると考えられる。なお、海底泥は深海資源開発 (株) より頂いた。記して謝意を表する。

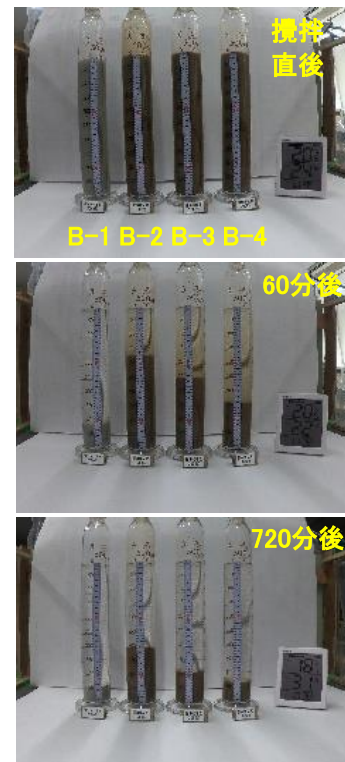


図-3 沈降状況 (試験 B)

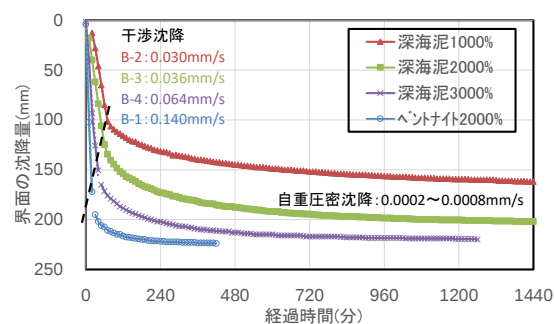


図-4 沈降速度 (干渉沈降・自重圧密沈降)



図-5 最終沈降状況 (異径)

図-6 最終沈降状況 (試料量違い)

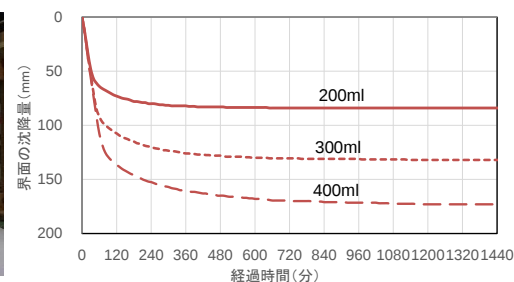


図-7 沈降速度 (試料量違い)

参考文献

- 1) 土木学会 (1999) : 水理公式集[平成 11 年度版], p386.
- 2) 渡辺 潔・藤本昌宜・瀬口昌洋 (1979) : 有明海浅海域濁土の懸濁粒子の沈降特性, 佐賀大学農学集報, 47 号, pp.89-101.
- 3) 宮原和己・大坪政美・中石克也・足立泰久(2001) : 凝集系における Na-モンモリロナイト懸濁液の界面沈降速度, 粘土科学, 第 40 巻, 第 3 号, pp.179-184.