

直投方式による粘性土投入時の濁り発生に関する実験的研究

東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 ○金澤 剛
 東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 鶴ヶ崎和博

1. 目的

航路や泊地の浚渫などにより発生した粘性土を、全開式土運船あるいは底開式土運船による直投方式で海域に投入する場合、それに伴う濁りの発生をできるだけ抑制することが求められている。そのためには粘性土投入時の濁りの発生過程を把握することが重要であり、既往の研究はいくつかあるものの^{1), 2)}、全開式土運船および底開式土運船を比較した検討はなされていないようである。そこで、本研究では、全開式土運船および底開式土運船から浚渫粘性土を投下した場合を対象に、各土運船をモデル化した2次元水理模型実験を実施し、粘性土投入時の濁りの発生過程とその特性を把握することを目的とした。

2. 水理模型実験

実験は、東洋建設(株)鳴尾研究所にある長水路(長さ40m、幅1m、深さ1.6m)内に水平床と仮設壁により長さ10m、幅0.15mの幅の狭い水路を作り、その中央に全開式土運船あるいは底開式土運船模型を自由浮体として設置して実施した(図-1)。全開式土運船模型は、幅15m、深さ5mの断面を有する1500m³積の実船断面を参考に粘性土1000m³を積んだ状態をフルードの相似則に従うものとして縮尺1/40でモデル化した(図-2)。底開式土運船模型は、1500m³積程度の実例が得られなかったため、泥倉容量が3400m³の実船断面を参考に、全開式模型とほぼ同量の泥倉断面積を有する模型を作成した(図-3)。土運船模型は泥倉部分のみをアクリルで制作し、全長を水路幅より僅かに短くした。泥倉の水密性の確保と開放は電磁石で行った。泥倉の開放速度の調整は行わず、積載した粘性土の自重で船外に自然落下させた。粘性土は、著者が実施した鉛直管による粘性土の投入実験³⁾と同一、すなわち、シリンダー法によるフロー値が実際の浚渫粘性土事例と同じ180mmとなるよう含水比を調整したNSFカオリンを使用した。水深は15cm、20cm、25cmおよび37.5cmとした。実験は静水状態で実施し、ビデオ撮影後、濁りの発生形態と拡散状況を画像解析により把握した。

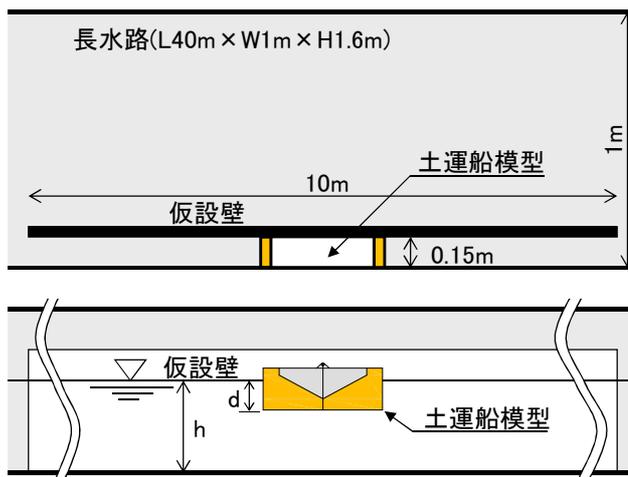


図-1 実験模型設置状況図

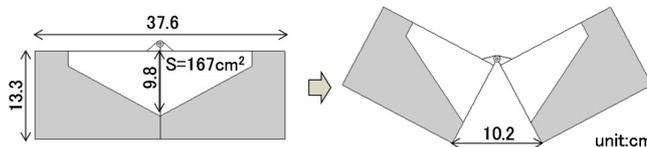


図-2 全開式土運船の模型断面

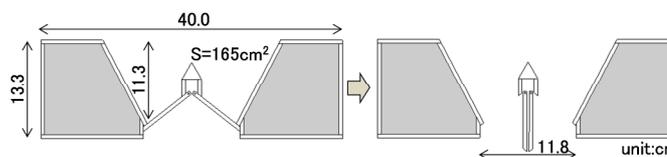


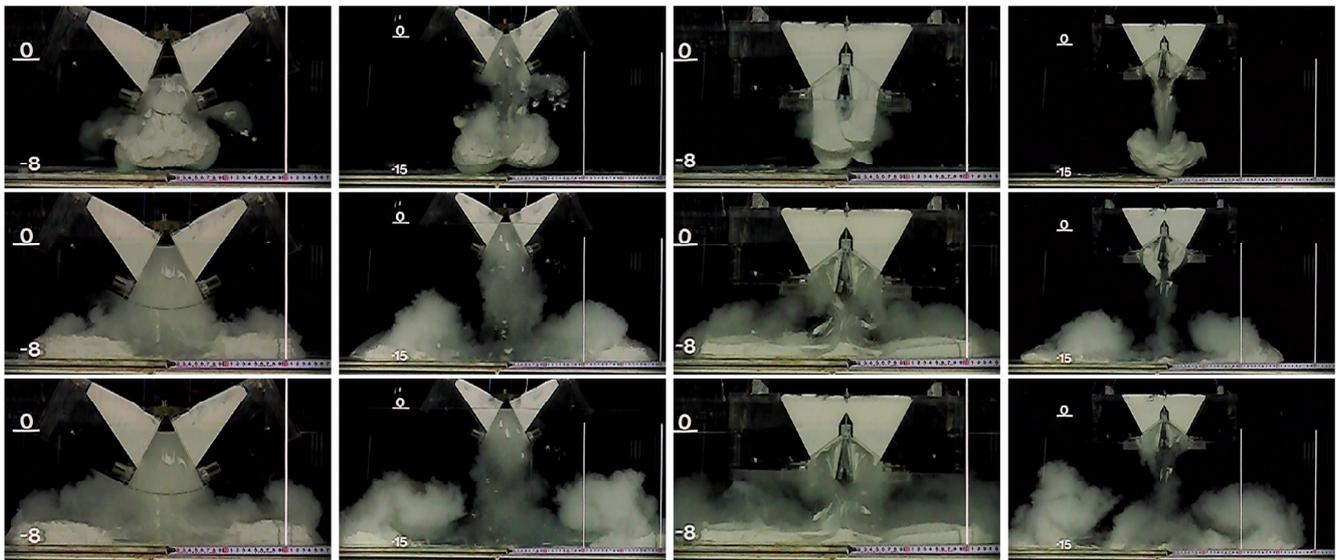
図-3 底開式土運船の模型断面

3. 実験結果

図-4 は水深を20cm(現地換算8m)および37.5cm(同15m)とした場合の全開式土運船および底開式土運船から粘性土を投下した場合の粘性土の挙動および懸濁状況を示す。全開式土運船の場合、泥倉の開放とともに粘性土は一体の塊のまま落下し、水深が浅い20cmの場合は着底時の衝撃で2つの塊に分裂、水深が深い37.5cmの場合は着底前に

キーワード 粘性土, 直投, 濁り, 全開式土運船, 底開式土運船

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設株式会社 鳴尾研究所 TEL 0798-43-5902



(a) 全開式 ; h=20cm (b) 全開式 ; h=37.5cm (c) 底開式 ; h=20cm (d) 底開式 ; h=37.5cm
 図-4 直投時の粘性土の挙動(上段 ; 着底時, 中段 ; 着底後 0.5 秒, 下段 ; 着底後 1.0 秒)

左右 2 つの塊に分裂し、底面に激しく衝突したのち底面上を左右に移動した。落下中の粘性土塊から剥離する濁りは比較的少なく、底面との接触とその後の水平移動時に多くの濁りが発生、拡散していた。特に水深が 37.5cm の場合の濁りは、土塊が底面上を水平移動する際に形成された渦により水深の半分以上の高さまで舞上がった。投下口が 2 つに分かれている底開式土運船の場合、粘性土はある程度の時間をかけて連続して泥倉外に放出され、鉛直方向に比較的長い塊となって落下した。また、全量が一度に落ちるのではなく、複数回に分かれて泥倉から落下する場合も見られた。濁りの発生は全開式と同様、粘性土塊の底面との衝突後に多く見られた。

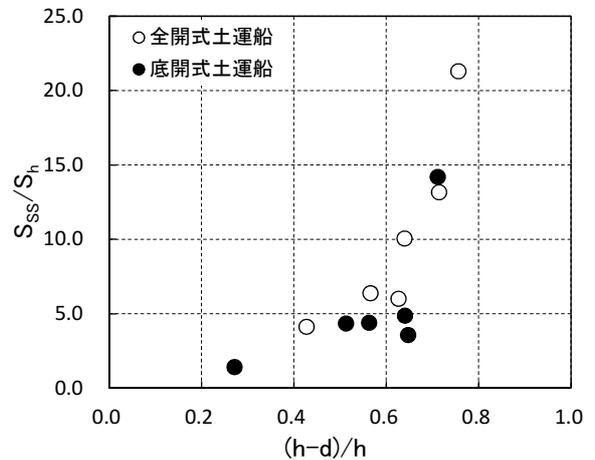


図-5 懸濁面積と落下距離の関係

画像から濁りが最も広がった時間を抽出して懸濁面積 S_{SS} を計測し、粘性土の落下距離との関係を検討した(図-5)。縦軸は懸濁面積 S_{SS} を投入した粘性土の泥倉内の断面積 S_h で無次元化したもの、横軸は水深 h と投入前の吃水 d で定義される落下距離 $(h-d)$ を水深 h で無次元化したものである。また、図中○が全開式、●が底開式を表す。図-5 によれば、無次元落下距離 $(h-d)/h$ が増大すると無次元懸濁面積 S_{SS}/S_h も増大し、その傾向は無次元落下距離 $(h-d)/h$ が 0.5 程度より大きいと顕著である。土運船の形式の違いによる差は大きくない。

4. まとめ

水理模型実験により全開式および底開式土運船から粘性土を投入した場合の濁りの発生過程とその特性を検討した。その結果、土運船の形式の違いに関わらず、濁りは粘性土の落下中よりも底面との衝突とその後の水平移動時に多く発生し、落下距離が長いと懸濁面積が増大することが確認された。これより、土運船の積載時吃水が投入地点の水深の 1/2 より深い場合には、直投工法でも比較的濁りの発生が少ない施工が期待された。

参考文献

- 1) 矢内栄二：海洋投棄した底泥の分離過程，海岸工学論文集，第 39 巻，pp.955-960，1992。
- 2) 蔣勤，国栖広志，渡辺晃：土砂投入に伴う汚濁の拡散過程に関する数値シミュレーション，海岸工学論文集，第 44 巻，pp.1031-1035。(1997)
- 3) 金澤 剛・重松孝昌：鉛直管を用いた土砂投入に伴う水塊流動について，土木学会第 64 回年次学術講演会概要集，II-085，2009。