

海上投入土砂による内部波に関する試算

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○吉川 輝
日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. はじめに

浚渫土砂を用いた藻場や浅場の造成は、循環型社会の推進と海域環境造成の両者の観点から有効な事業であることがいえる。こういった藻場や浅場造成工事の施工には、予め潜堤で囲んだ海底に底開式の土運船から土砂を投入する方法が採られることが多い。潜堤には、形成される藻場・浅場の形状を保持する機能以外に加えて、投入土砂による濁りの施工区域外へ流出を低減する効果も担っていると考えられるが、これに関する検討例は少ないように思われる。本研究は、投入土砂を高濃度スリラーと仮定した密度流モデルを用い施工区域外への濁りの流出量について検討するが、高濃度濁水の内部波的な挙動に特に注目する。

2. 解析方法

数値解析には鉛直 2 次元の密度流モデルを用いた。水深は 15m に固定し、潜堤は鉛直壁と仮定した。今回、土砂の流出を図-1 のように①土砂の落下、②土砂の底面移動、③鉛直壁越流という3つのプロセスに分けて捉え、このうち②と③を対象に検討を行った。まず、②の現象を検討するため、図-2 に示すようにダムブレイクタイプの初期条件とし（高さ 10m、幅 25m）土砂の初期濃度 C_0 を 300g/L、450g/L、600g/L、900g/L の 4 通り対して数値計算を行った。これは、水表面から投下するよりも土砂の濃度を制御しやすくするためである。この検討では、投入土砂が底面を移動する速度について検討した。

次に③の現象を検討するため、同じ初期濃度設定で（450g/L は除く）、離隔距離 L として 100m、200m の位置に鉛直壁（全水深）を設けた条件での計算を行い、鉛直壁前面での鉛直積分濃度が最大値になった時点において所定の高さよりも上方に駆け上がっている土砂の比率（遡上高さ超過確率）を算定し、その高さの潜堤を実際に越流する比率（流出率）と比較検討する。越流を生じさせるケースでは、潜堤高さを最小値 2m から最大値 12m まで 2m 間隔で変化させた。

数値解析結果の例を図-3 に示す。これは、越流を生じさせるケースであり、初期濃度 C_0 が 900g/L、離隔距離 L が 100m、潜堤高さが 6m という条件である。この図は縦軸が深度、色のついていない部分が濃度を表している。

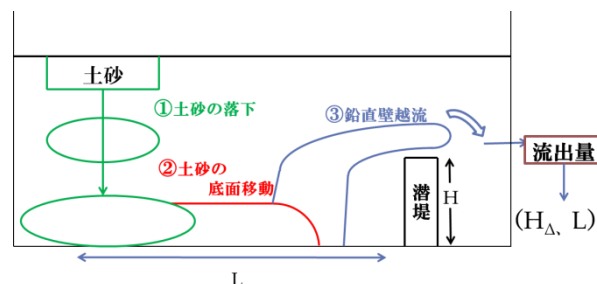


図-1 濁り流出の過程



図-2 初期条件

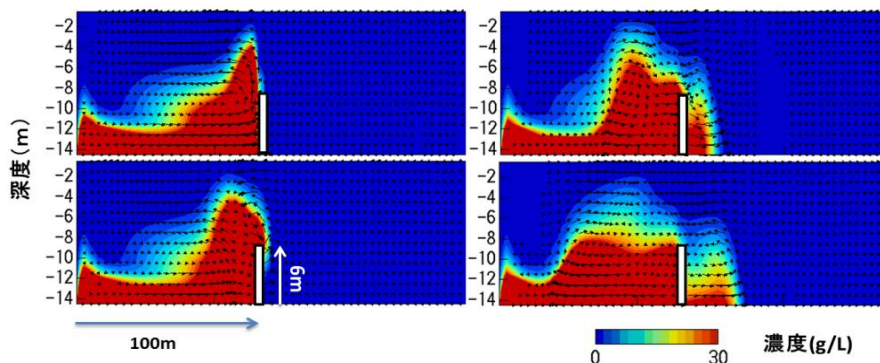


図-3 密度流の挙動

キーワード：汚濁拡散、潜堤、藻場造成、内部波

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1、kanayama@civil.ce.nihon-u.ac.jp

3 結果及び考察

3.1 密度流の速度

②の現象に関する検討として、投入土砂によって生じた密度流の伝播速度について整理した。線形長波の伝播速度 $(gh)^{1/2}$ における水深 h の代わりに泥水の水中比重の鉛直積分値を用いて算定した伝播速度を c^* とし、数値計算結果から求めた内部波の伝播速度を c とした。縦軸を c 、横軸を c^* としたものが図-4、初期濃度 C_0 毎に関係を整理したものが表-1 である。数値解析による伝播速度 c は c^* の約 7 割となった。

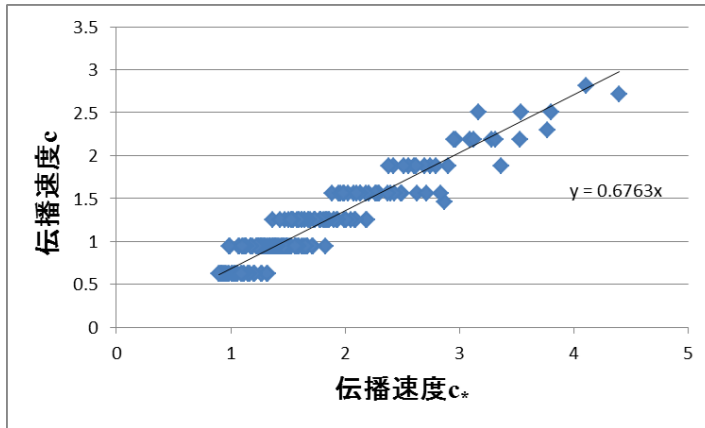


図- 4 伝播速度 c と c^* の関係

表- 1 伝播速度 c と c^* の関係

初期濃度 C_0	実験結果
300	$y=0.6786x$
450	$y=0.682x$
600	$y=0.672x$
900	$y=0.6749x$
すべて	$y=0.6763x$

3.2 密度流の越流特性

③の現象、すなわち、密度流の潜堤越流に関する検討として、有限な潜堤を越流する“流出率”を整理した。ただし、越流を生じさせる計算では、越流が集結する前に上流端で反射した密度流が潜堤に再び到達する場合もあったので、このようなケースは検討から除外した。図-5,6 は、縦軸を流出率の比、伝播速度 c と伝播速度 c^* をそれぞれ横軸とし、流出率と伝播速度の関係を表した。これらの結果から伝播速度が速くなると流出率は低くなった。

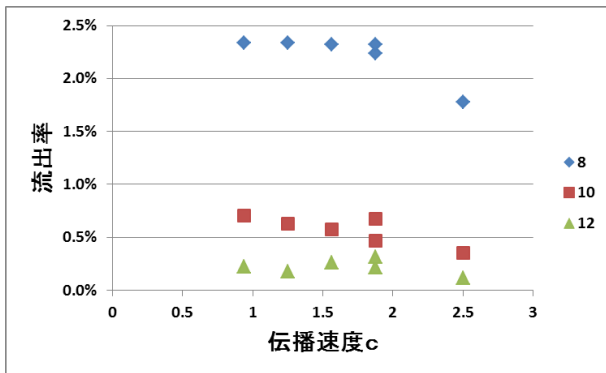


図- 5 流出率と c の関係

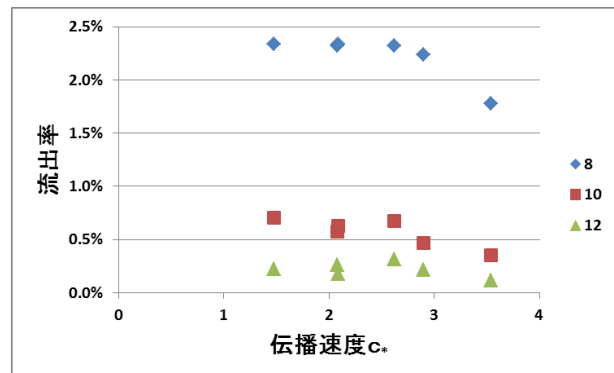


図- 6 流出率と c^* の関係

4. まとめ

本研究では、現象を①投入土砂による内部波の形成、②海底での内部波の伝播、③内部波の潜堤遡上という 3 つの素過程に別けて捉え、このうち、②と③の現象について検討した。②の現象では伝播速度 c は c^* の約 7 割となり、③の現象では伝播速度が速くなると流出率が低くなるという結果となった。今後の課題としては、③の現象で越流が集結する前に上流端で密度流が反射しないモデルでの計算、また①～③まで三つの現象を一つの現象として捉え検討することが考えられる。