

II-55

遡上段波による浮遊漂砂の発生に関する実験的研究

中央大学大学院 学生員 倉田 貴文
中央大学理工学部 正会員 服部 昌太郎

1. はじめに

波打ち帯における地形変化には、遡上波先端部に集中して存在する浮遊漂砂が支配的役割を果たす。今までも補砂器等を用いた観測が行われ、実測漂砂量と掃流力などの外力との関係が調べられたが、浮遊漂砂の発生には入射段波前面の水平渦に起因する乱れが影響し、その乱れにより発生する漂砂量の評価法が未だ確立されていないため、底質移動量、移動形態の適切なモデル化が行えなかった。

段波前面に存在する水平渦内の乱れは、段波から遡上波への遷移現象である bore-collapse により遡上波先端のくさび型の領域に移動し、直接底質に作用するようになる(H.H.Yeh and A.Ghazali)ため、bore-collapse が浮遊漂砂の発生に深く関係するものと思われる。また bore-collapse は平均汀線付近に生じることが Suhayda ら(1977)の現地観測、郷農・服部ら(1996)の室内実験により報告されている。

本研究は現象を単純化するため段波実験を行い、浮遊漂砂の発生原因として bore-collapse に着目し、遡上波による岸方向漂砂に関する基礎的な知見を得ることを目的とする。

2. 実験方法

実験は、両面ガラス張り二次元水路(10m×0.3m×0.6m)を貯水部と一様水深部とにゲートで仕切り、ゲートを手動で急開して Turbulent bore を発生させた。実験水路の他端には 1/10 勾配の一様斜面を設置し、斜面中央部に遡上計を設置した。静水汀線以深での段波伝播速度の測定には容量式波高計を、また段波内部の流速測定には、トレーサー(ポリスチレン球、 $d=0.4\text{mm}$)を投入して高速ビデオカメラ(NAC 社製、200 コマ/s)で撮影した画像に PIV(真野ら、1990)を用いた。画像は 640×480 画素、256 階調に変換したものを使用した。

3. 段波先端速度の変化

遡上波先端速度 U_f の空間変化を図-1 に示す。黒丸、白抜きはそれぞれ波高計、遡上計より得られた測定先端速度、実線は Whitham(1959), Shen ら(1963)による理論曲線、破線は Yeh ら(1988)による実験曲線を示す。段波先端速度は静水汀線に近づくに従い徐々に減速したあと、静水汀線付近で急激に加速される bore-collapse を経て、 $x=30\text{cm}$ 付近で最大値を取った後、減速し最大遡上点へと達する。 $x=0 \sim 100\text{cm}$ の範囲で、遡上波先端速度が大きく変動する原因として遡上波先端の乱れが考えられる。また実験結果は破線で示される Yeh ら(1988)が行った段波実験と同様の傾向を示す。

4. bore-collapse 過程下の遡上波内部特性

図-2、図-3 に PIV より求めた bore-collapse 過程下での遡上波先端部の(a)内部流速ベクトル、(b)スカラー、(c)渦度、(d)せん断変形速度を示す。以下に特徴的な内部挙動について記述する。

図-2 は汀線到達時の内部特性を示す。斜面上を進行してきた段波は汀線付近に達すると、先端水面に巻き砕波と類似した巻き込みを生じ、波頂部にジェットを形成する。ジェットの前方への突っ込みにより前面水深が上昇し、bore-collapse 特有のステップ上の水面形が形成される。その内部には、ジェットの

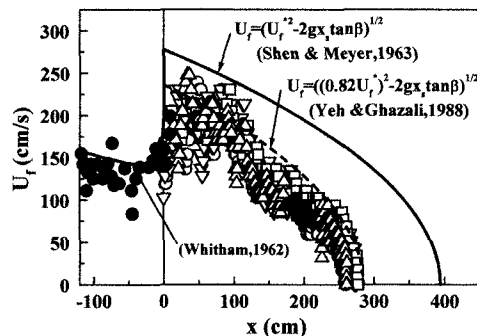


図-1 遡上波先端速度の空間変化

キーワード： 遡上波 漂砂 PIV bore-collapse

連絡先： 〒112-8851 東京都文京区春日 1-13-27 TEL03-3817-1812 FAX03-3817-1803

上下に強い渦度、せん断変形が生じている。特に下側は、底面付近の静止流体とジェットとの速度勾配により大きなせん断力が生じていると考えられる。またその後方、(-15, 2)の位置を中心に時計回りの大規模渦が発生し、渦後端では上昇流が見られ、底質の巻き上げに寄与すると思われる。

図-3 に 100ms 後の内部特性を示す。ジェットの突っ込みの結果、段波先端部が急激に前方に伸び、段波から遡上波へと遷移する。先端部は非常に高速で、垂直方向に様な速度分布を示すことから、底面付近の速度勾配が大きく、底質への掃流力は非常に大きなものになると考えられる。

同一条件の実験を移動床上(豊浦標準砂、 $d_s=0.20\text{mm}$)で行って漂砂の移動状況をデジタルビデオカメラ(30 コマ/s, S.S.=1/10000s)で撮影し、画像処理により抽出した。図-4 に示す。

(1)：段波先端が汀線に到達。先端上部に見られるの

は混入気泡である。底面付近にわずかな浮遊砂の発生が見られる。(2)～(5)：ジェットの突入により先端が伸び、遡上波へと遷移する。同時に先端部の強烈な掃流力により高濃度の浮遊砂が急激に発生する。(6)～(8)：浮遊砂が後続する流れにより岸側へ輸送される。大規模渦後端の上昇流による底質の巻き上げも確認できる。沖側には浮遊砂の発生がほとんど見られず、先端部に集中して浮遊砂が発生、輸送される。

5. まとめ

遡上波先端部は bore-collapse による背後からのジェットの突入により形成され、非常に大きな流速、掃流力を持つ。これにより浮遊砂は先端部に集中的、突発的に発生し、後続する流れにより輸送される。発生する浮遊砂量は bore-collapse の規模などに関係するものと思われるため、遡上波による漂砂移動を考える際、従来のような掃流力との関係に加え、以上のような浮遊砂の発生機構も考慮した評価が必要であると考えられる。

[参考文献] 真野 明・神尾成也 土木学会論文集 第423号/II - 14 1990年11月, H.B.Keller, D.A.Levine & G.B.Whitham, *J.Fluid Mech.*, 7, 302-316, 1962., H.H.Yeh, and A.Ghazali, *J.G.R.*, 23, 6930-6936, 1988.

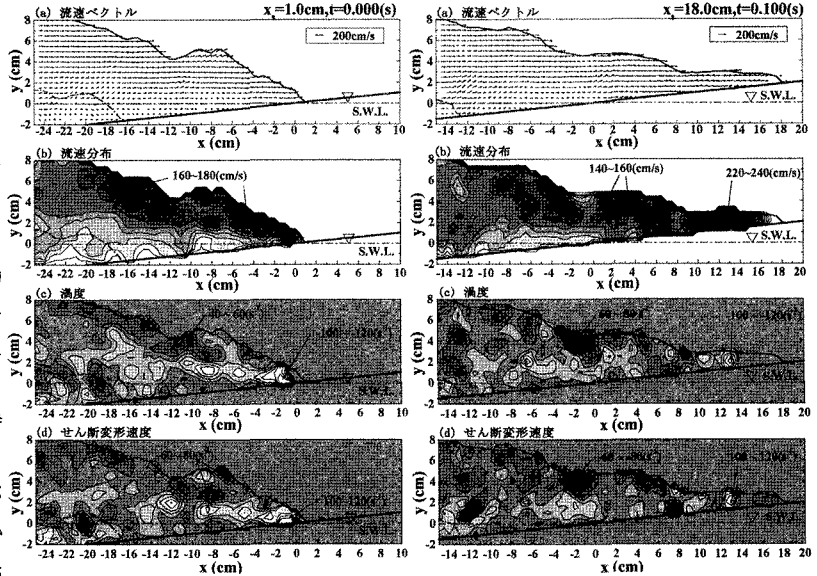


図-2 遡上波内部特性（汀線到達時）

図-3 遡上波内部特性（100ms 後）

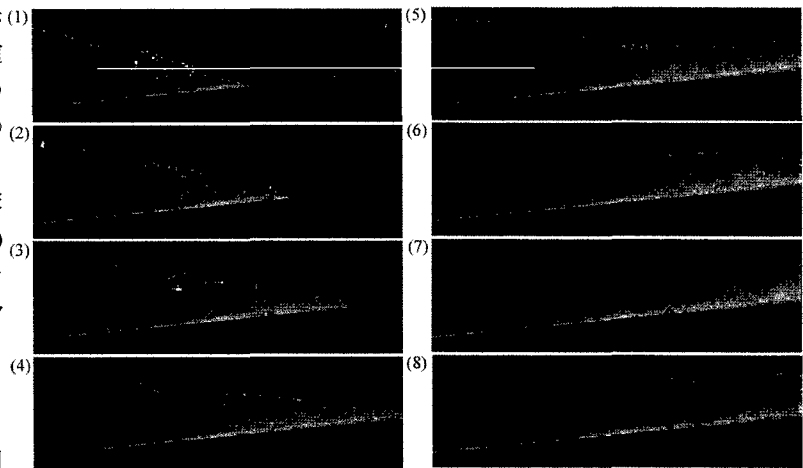


図-4 浮遊砂発生状況