

第Ⅱ部門

高速カメラを用いた平衡断面の遡上域における水塊と底質の移動特性の画像計測

神戸高专都市工学科	正会員	○柿木	哲哉
東洋建設株式会社	フェロー	辻本	剛三
神戸高专都市工学科	学生員	稲本	篤郎
神戸高专都市工学科	学生員	中右	凌雅
神戸高专都市工学科	学生員	畑	泰穂
神戸高专都市工学科	正会員	宇野	宏司

1. はじめに

海面上昇による汀線後退の評価には Bruun 則を適用した汀線後退量によるものが一般的である。Bruun 則では波浪、底質粒径やその移動特性、前浜勾配は不可欠な情報である。本研究では、平衡断面の遡上域における水塊と底質の移動特性を室内実験によって調べることを目的とし、実験条件の設定や可視化画像の取得方法の検討ならびに可視化画像の画像解析を行った。

2. 実験概要

(1) 実験条件

図-1 に実験状況を示す。実験には長さ 18.0 m、深さ 0.8 m、幅 0.6 m の二次元造波水路を用い、造波板から 8.2 m の位置に 0.4 m 間隔で 3 本の波高計を設置した。水槽上部には地形測定用のレーザー距離計 3 台（水平方向に 1 台、鉛直方向に 2 台）を台車に取り付けて設置した。また、水路の一端に中央粒径 0.4 mm の混合砂を用いて初期勾配 1/10 の斜面を作成し、地形が平衡状態になるまで造波して、平衡断面を作成した。今回示す実験結果は水深 0.4 m のもとで波高 5.0 cm、周期 3.0 s の規則波を造波して形成された平衡地形を用いたもので、レーザー距離計で測定した底面高の結果を図-2 に示す。

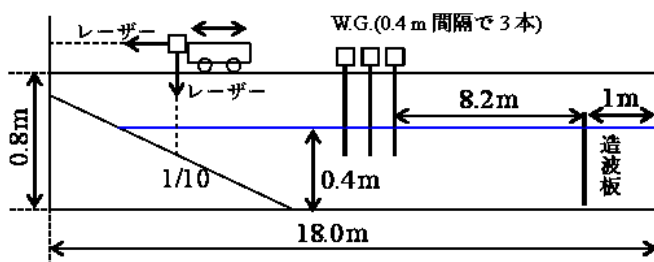


図-1 実験状況

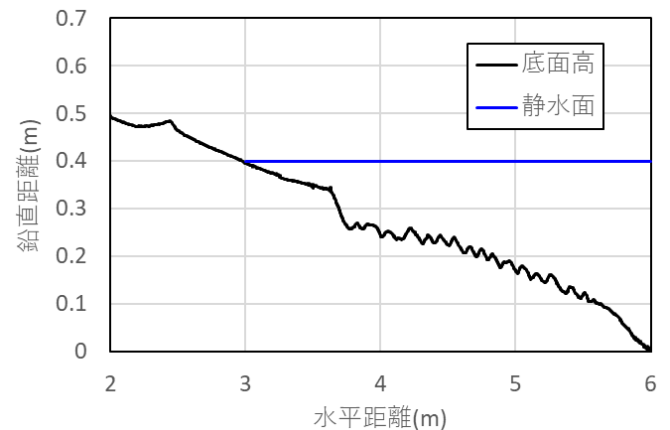


図-2 実験に用いた平衡地形

(2) 可視化と画像解析

可視化に用いたレーザー（PIV Laser KLD-G1、波長 525nm、出力 1 W、カトウ工研）と撮影に用いた高速カメラ（ハイスピードデジタルカメラ、K9 カトウ工研）の設置状況を図-3 に示す。図に示す通り、レーザーシート光は水路の鉛直上方から入射し、遡上域全体のガラス側壁から 10 mm 程度の位置を岸沖方向に可視化した。高速カメラはガラス側壁から 0.60 m の位置にレンズの先端が来るように設置し、可視化された鉛直 2 次元の断面を撮影した。高速カメラのセッティングは、画像サイズ 1920×1028 pixel（1 pixel あたりの実距離は 0.107 mm）、撮影速度 2000 fps、シャッター速度 1/10000 秒とした。また、画像解析には高機能流体解析ソフト Flow Expert 2D2C（カトウ工研）の PIV（Particle Image Velocimetry）を使用した。

3. 実験結果

図-4 に画像解析結果の 1 例を示す。これらは図の背

景に可視化画像を表示し、その上に速度ベクトルを上書きしたもので、輝度が高い部分はレーザーシート光により照らされた底質と気泡であり、この部分に速度ベクトルが表示されているものである。速度ベクトルの大きさは図中の凡例に示す色の通りで、速度の大きさの単位は画像解析ソフトウェアの仕様上、 $\text{mm}/\mu\text{s}$ となっている。またこれらは、図のキャプション(a)～(e)に記載した位置で撮影した結果で、その位置は図-2 の横軸の数値に対応している。なお、(a)に示す 3.5 m 地点は碎波直後である。また、可視化画像は 1/2000 毎に 6525 枚（約 3.5 秒間>波の周期 3 秒）を取得しているが、図には遡上先端が(a)～(e)のそれぞれの位置を通過する位相の結果を表示している。なお、水塊に相当する部分で黒くなっている部分があるが、この部分には底質や気泡がない、もしくは水面でレーザーシート光が反射され、水塊内部に入射していない部分である。画像解析結果をみると、dounrush 時の掃流状態の流動も含め測定されていることなどが分かった。その他、詳細は発表時に述べる。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費 22K04338 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 辻本剛三：底質粒径と前浜勾配の新たな評価とその応用，土木学会論文集 B2(海岸工学)，vol.78，No.1，29-41，2022。

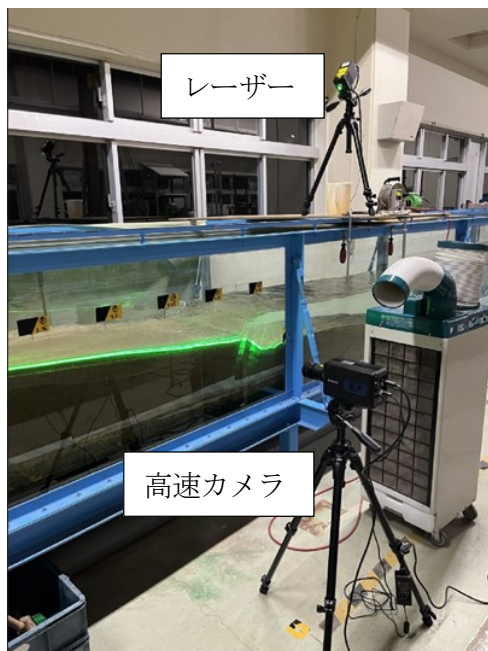
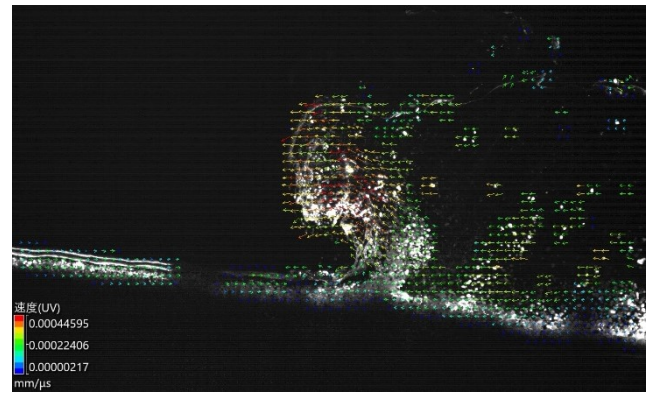
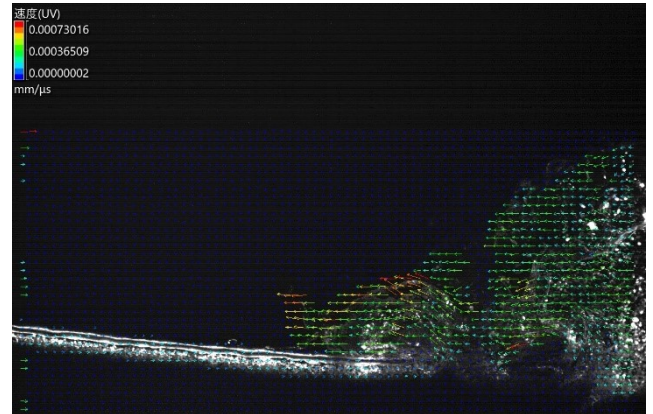


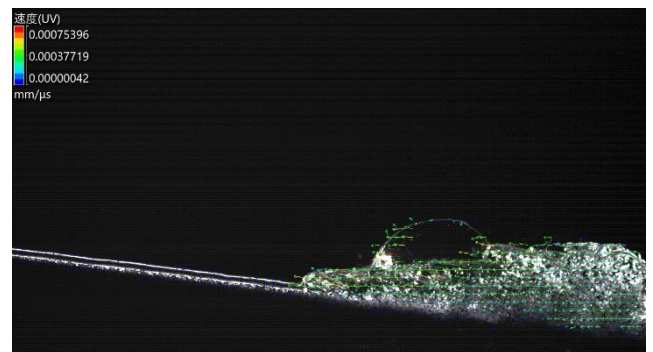
図-3 可視化レーザーと高速カメラの設置状況



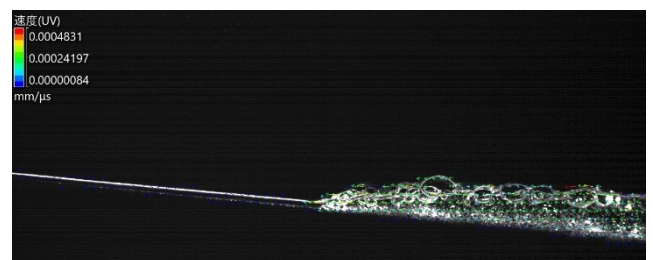
(a) 3.5 m 地点



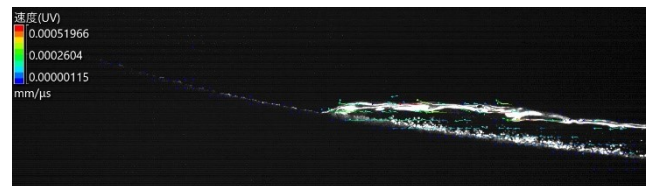
(b) 3.375 m 地点



(c) 3.125 m 地点



(d) 2.875 m 地点



(e) 2.625 m 地点

図-4 画像解析結果の例