

画像解析法を用いた開水路における浮遊砂濃度分布計測

鳥取大学大学院 学生会員 ○山下 貴弘
 鳥取大学大学院 正会員 梶川 勇樹
 鳥取大学 非会員 小田 明道
 鳥取大学大学院 学生会員 日野原 遼

1. はじめに

河川において、既存の浮遊砂浮上量式（基準点濃度式）は多数存在するが、それらの精度については現在においても十分解明はされていない。これは浮遊砂濃度が鉛直方向に大きく変化するため、高精度な実験値の取得が困難な事にも起因する。近年、画像解析の発達により、海岸分野では画像解析による浮遊砂濃度の計測が試みられている¹⁾。一方、河川分野における浮遊砂濃度の計測は、サイフォン方式で行われていることが多く、画像解析法による計測はあまり行われていない。そこで本研究では基準面浮遊砂濃度式を評価する事を最終目標とし、画像解析法を用いた開水路における浮遊砂濃度の計測法の開発を試みた。

2. 実験概要

実験は循環式2次元水路（長さ10m、幅0.5m、高さ0.6m）を用いて行った。水路の上流と下流に厚さ5.4cmの固定床を設置し、その間に固定床と同じ高さになるよう砂を敷き詰めた（図1参照）。実験に使用した砂は珪砂6号である。（図2参照）

撮影方法は、水路下流付近にレーザーと高速度カメラを設置する。レーザーは上方から照射し、側面から高速度カメラを用いて浮遊する砂を撮影した。高速度カメラのフレームレートは300fps、シャッタースピードは1/600秒、画像サイズは縦600×横800と設定した。撮影時間は10秒間であり、撮影枚数は3000枚である。

実験条件を表1に示す。実験はCASE1～CASE6まで行い、CASE1からCASE6にいくにつれ、掃流力は小さくなる。またサイフォン方式でも同様な水理条件で実験を行った。

3. 解析概要

実験により撮影された画像は縦600×横800のpixelで構成されており、砂により反射された光を濃度に変換する。しかしながら、色を構成しているpixelはRGBの3つの値で表されているため、RGB値をNTSC係数による加重平均法²⁾を用いて輝度値に変換した。

解析（図3参照）は撮影画像の1pixelごとの輝度値により、砂の有無の判定を行う。しかし、撮影画像には砂の散乱光であったり、底面の反射であったり、砂以外の部分も白く映し出されるため、輝度値に棄却範囲を設けた。本研究では砂と認識する輝度値の値として20、100、200と設定して、棄却範囲の変化による浮遊砂濃度の変化を比較した。濃度への変換は、まず1つの撮影画像の各高さにおいて横800個のpixelから砂と認

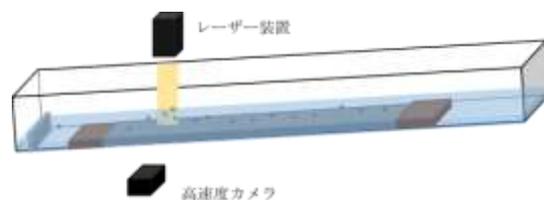


図1 実験装置概要

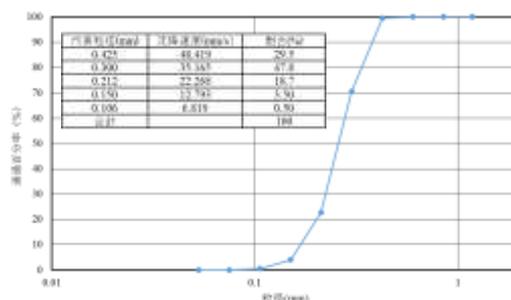


図2 粒径加積曲線

表1 実験条件

	h (m)	Q (m^3/s)	I	u_* (m/s)	τ_{*m}
CASE1	0.102	0.02	1/1500	0.026	0.156
CASE2	0.088	0.017	1/1500	0.024	0.133
CASE3	0.082	0.015	1/1500	0.023	0.122
CASE4	0.098	0.016	1/2500	0.02	0.092
CASE5	0.087	0.014	1/2500	0.019	0.083
CASE6	0.082	0.011	1/2500	0.018	0.075

マニングの粗度係数 $n=0.011$

キーワード 浮遊砂, 開水路, 画像解析

連絡先 〒680-0941 鳥取市湖山町北三丁目133-2 コンフレール三丁目101号室

TEL 080-6921-0096

識した pixel の総数を、底面から水面まで算出する。それを撮影された画像 3000 枚全てで行い、各高さで合計する。次に、砂粒 1 つの体積を先程求めた砂の総 pixel 数に掛けることで、各高さの砂体積を求める。最後に、各高さでの砂体積を「横 800 個の pixel 総体積×3000 枚」で割る事で浮遊砂濃度を求めた。なお、レーザーのシート厚は 1mm で、1pixel の大きさは 0.203mm である。

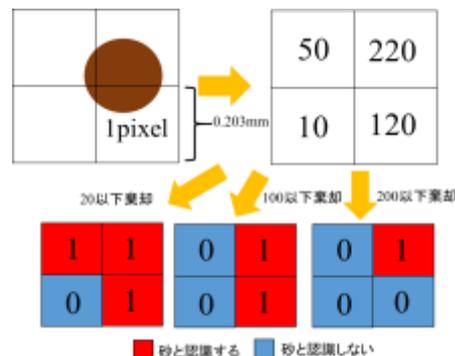


図3 解析概要図

4. 実験結果及び考察
CASE1 と CASE5 の実験結果を図 4, 5 に示す。実験結果は基準面濃度式に板倉・岸式³⁾、芦田・道上式³⁾、Lane・Kalinskes 式⁴⁾を用い、分布式に Rouse 分布³⁾を用いたものと比較する。

CASE1 (図 4 参照) において、輝度値の棄却範囲の変化によって、濃度の値に変化が生じている。しかしながら、すべての棄却範囲で上方にいくに連れて濃度の減少がみられ、Rouse 分布の概形と近似するような形になっている。また、輝度値 200 以下を棄却した場合にはサイフォン方式の結果と近似し、輝度値の棄却範囲はサイフォン方式の結果から 200 が本手法では妥当だと考えられる。また、相対水深 0.5 以下において芦田・道上式と近似している。CASE1 において輝度値の変化で濃度分布の変化が大きかった原因は、砂の散乱光や底面の反射により、流体のみの pixel にある程度の輝度値が生じ、棄却範囲 20 以下では砂と認識してしまったため、濃度が高く検出されたものと考えられる。

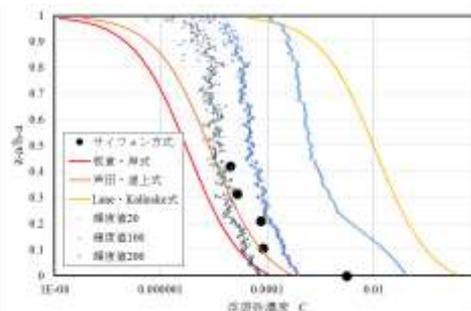


図4 実験結果 CASE1

CASE5 (図 5 参照) において、棄却輝度値が大きくなるほど鉛直方向にまばらな濃度分布となっており、濃度分布の概形も Rouse 分布と異なる結果となった。サイフォン方式の結果と輝度値 200 以下を棄却した場合は近似する結果となり、CASE5 においても輝度値の棄却範囲が 200 の手法が妥当と判断する。また、相対水深 0.5 以下において CASE1 と同様、芦田・道上式と近似している。

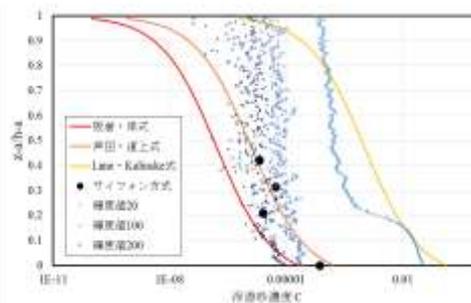


図5 実験結果 CASE5

CASE1~6 において輝度値 200 以下を棄却した濃度分布を図 6 に示す。CASE4~6 のように砂が浮遊しづらい条件の場合は、濃度分布が鉛直方向でまばらになり、計測が困難となる事が分かった。

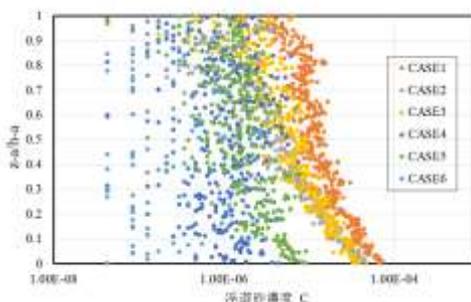


図6 輝度値 200 (CASE1~6)

5. まとめ

CASE1~3 のように、砂が浮遊しやすい条件下では、画像解析による濃度分布はサイフォン方式および Rouse 分布と概形が近似する結果となり、計測は可能であると考えられる。ただし、輝度値の棄却範囲については再検討する必要がある。

参考文献

- 1) 柿木哲哉, 辻本剛三: 浮遊粒子の粒度及び粒度分布の同時計測に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第 51 巻, 土木学会, 1446-1450, 2004.
- 2) 早川稔, 力宗幸男: グレースケール変換システムの構築, 電子情報通信学会, 2010.
- 3) 芦田和男, 江頭進治, 中川一: 21 世紀の河川学, 京都大学学術出版会, pp.148~151, 2008.
- 4) Lane, E.W.Kalinske, A.A.: Engineering calculation of suspended sediments, Trans, AGU, 22, pp.603-607, 1941.