岡山大学	学生会員	〇中山	彰人
岡山大学	正会員	赤穗	良輔
岡山大学	フェロー会員	前野	詩朗
岡山大学	正会員	吉田	圭介

1. 序論

適切な河道改修工事を行う為には,河床変動解析に よって河床の動きを的確に把握する必要性がある.従 来の河床変動解析では,定期横断測量から得られた地 形データを用いていた.しかし,定期横断測量の地形 データでは,決められた測量線上の地盤高しか詳細に みることが出来ない.写真測量によって地盤高を計測 し,その地形を内挿することは出来るが,それは陸部 のみであり水中の河床高まで把握することは出来ない.

一方,近年では航空レーザ測深(ALB:Airbone Laser Bathymetry)の技術が発達し,高解像度の地形データを 得ることが出来るようになった.ALBでは緑色波長域 のレーザー光を用いることで,水中の河床高まで計測 できる.しかし,浅海部などで計測され海図作成に活 用している例はあるが^{1),2)},河川での適用例はまだ少な く,ALB データを用いた研究は吉田ら³⁾が行っている.

本研究では、ALB データを用いることによる洪水解 析の改善効果の検討を目的とし、以下の検討を行った. 徳島県吉野川を対象に ALB データと定期横断データ の地盤高の違いを求め、地形の再現性について検討す る.次に、対象洪水を 2014 年 8 月の台風 11 号洪水と 台風 12 号洪水とし、流況解析を行い、流れに関する影 響力を検討した.その上で河床変動解析を行い、洪水 前後の ALB データから算出した実際の河床変動量と 照らし合わせ、ALB データを使うことによる河床変動



図-1 解析区間(Google Map より)

への影響力を検討した.

2. 計算モデル

本研究では、河川の流れ・河床変動解析ソフトウェ アであるiRICに含まれる平面二次元ソルバ—Nays2DH を使用した⁴⁾.

3. 解析条件

解析区間を図-1 に示す.本研究では,まず1.8kmから21.4km 区間において定期横断の地形データを用いて平均的な格子幅を約40mになるようメッシュを切り,洪水流解析を行った.その結果から対象河川の粗度係数を決定し,表-1 に示す解析ケースに分けて流況解析,河床変動解析を行った.

ALB 計測が河口から 7km 地点と 20km 地点の間にか けて 2013 年と 2015 年で行われているため,対象洪水 は 2014 年 8 月の台風 11 号洪水と台風 12 号洪水とした. 図-2,図-3 に示す西城大橋観測所(河口から 21.6km)と 沖の洲観測所(河口から 1.8km)で観測された流量,水位 をそれぞれ境界条件として与える.低水路における粗 度係数の分布を表-2 に示す.

なお,2013 年の ALB 計測ではデータが取れていな い欠測部分がある.その部分に関しては,定期横断か ら内挿された地形データを使用する.

表-1 に示す解析ケースの地形の元データには、定期 横断測量データと ALB データを用いる. 定期横断測 量は一般的に 200m 間隔で測量されているが、吉野川 第十堰付近では、25m、50m、100m 間隔で測量されて

表-1 各セクションの解析ケース

	メッシュサイズ		
	10m	25m	50m
15.6km~19.2km	sect1-10	sect1-25	sect1-50
12km~17km	sect2-10	sect2-25	sect2-50
9km~12km	sect3-10	sect3-25	sect3-50

キーワード 航空レーザ測深(Airbone Laser Bathymetry),河床変動,定期横断測量 連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科 TEL 086-251-8167



いる. ALB データの点群間隔は 2m である.

定期横断測量の地形の内挿には、線形内挿を用いた. ALB データの内挿方法は、定期横断測量から作成され たメッシュの(x,y)座標から近い4点を抽出し、それ ぞれの点とメッシュの格子点間の距離の重みを4点の 地盤高にかけた重み付き平均を使う. 使用した式を式 (1)に示す.

$$Z = \left(\sum_{i=1}^{4} \frac{Z_i}{r_i}\right) / \sum_{i=1}^{4} \frac{1}{r_i}$$
(1)

ここに、Z: 内挿後の格子点のZ座標, r: ALB デ ータと定期横断の格子点の距離、Z_i:ALB データの格 子点のZ座標である.以降は,表-1に示した解析ケー スで ALB データを用いている場合は-alb, 定期横断デ ータを用いている場合は-cs を解析ケースの後ろ側に つけて解析ケースのパターンを分類するものとする.

4. 結果と考察

1.8km から 21.4km 区間における流況解析の痕跡値の 結果を図-5に、西城大橋における水位の比較図を図-6 に示す. 下流端の水位に 1m 以上の誤差があるが, 下 流端水位は沖の洲水位観測所のデータを用いているの で、台風の風の影響により水面が波立ち、観測された



植生のある部分

0.04

高水敷

0.038

0.026

台風11号洪水における左岸痕跡値と解析値 図-5



痕跡値の値が大きく出たのではないかと考えられる. その他の地点において解析値は実測値に対して良好な 値を示している. 西城大橋の平水時において水位が高 くなる傾向が確認できる.本解析では 16km 地点付近 の左岸側の旧吉野川への平水時における分流を考慮し ていないためその上流側における平水時の水位が高く 出たと考えられる.以上の結果から,表-2 で示した粗 度係数は妥当な値であるとし、その後の流況解析、河 床変動解析の初期条件として用いるものとする.

4.1 地形データの比較

ALB データから内挿された地形データと定期横断 から内挿された地形データの比較図を図-7 に示す. 18.8km 付近の右岸側の高水敷の再現性に大きな差が 出ており、定期横断測量からの線形内挿だと横断線間 の局地的な地形変化を表現できていないことがわか る. それは、メッシュの解像度を上げても定期横断測 量からの地形内挿では改善効果がなかった.河川が蛇 行する部分もしくは横断線間に局所的な地形変化があ るところにおける定期横断測量からの地形内挿では, 河道を的確に表現できない.一方,ALB データは点群 データとして抽出されているので局所的な地形変化も



図-7 セクション1における地盤高









捉えることが出来ている. その効果は, 50m メッシュ までメッシュ解像度を荒くしても現れている.

4.2 流況解析

洪水のピーク流量を定常で与え,各セクションにお ける流況の違いを見た.また,セクション2の第十堰 に関しては、メッシュを荒くすると堰の地盤高を過小 評価し、水が下流へ流れやすくなり、水面形が変化す る可能性が懸念されるため、堰の部分に一定の地盤高 を与え、条件を揃えて解析を行った.本項ではページ の関係上セクション1に関してのみ結果を載せること とする.

流速の違いを図-8 に示す.低水路部分に関して,



(上:25mメッシュ,下:50mメッシュ)

ALB データを内挿した地形の流速が速く出る傾向に あった.定期横断からの内挿だと高水敷の地盤高が低 く出る傾向にあった.そのため,流れが澪に集中せず 流速が遅くなったと考えられる.

摩擦速度を図-9に示す.定期横断を内挿した地形だ と流れが低水路に集中しないため,澪の摩擦速度を若 干過小評価する傾向にあった.

渦度の比較図を図-10 に示す. 渦度は, 定期横断だ と大きさも範囲も過小評価する傾向にあった. 渦度は, 流速差の大きなところで強く発生する. 低水路におけ る流速が定期横断では過小評価されるため, 高水敷と の流速差が小さくなり, 定期横断の渦度が小さく出た と考えられる.

4.3 河床変動解析

河床変動解析では, sect1-25 と sect1-50 で解析を行っ た. 今回の解析では, ALB データが 2015 年に計測さ れたものと 2013 年に計測されたものがある. その洪水 前後の地盤高の差を河床変動量の真値として扱い, ALB を使った解析結果と差を比べる. なお, 2013 年の ALB データの欠測部分に関しては河床変動量の比較 対象からは外すこととする. 欠測部分を図-11 に示す.

実測値の河床変動量から ALB 解析の河床変動量を 差し引いたものを図-12 に示す. 解析だと全体的に実 測値よりも堆砂量が圧倒的に足りていないことが分か る. 下流側の堆積傾向を捉えている場所でも堆積量が



図-12 実測値と ALB データ解析値の河床変動量の差
(上:25m メッシュ,下:50m メッシュ)



足りていない.本解析では,上流からの供給土砂量は 平衡土砂量を与えているので,これは洪水時における 上流側の供給土砂量が不足していると考えられる.

河床変動解析の解析結果を図-13 に示す.赤線で囲った部分の低水路の堆積傾向が ALB データ内挿地形には見られるが,定期横断内挿地形には見られない. これは図-14 から地盤高の差による影響だと考えられる.定期横断からの内挿地形だと澪筋が適切に表現できず地盤高が高いところで流れがせき止められ,手前に堆積傾向が強く出たと考えられる.

5. 結論

本研究では,吉野川における ALB データを用いるこ とによる川の流況,河床変動解析の改善効果について 検討した.得られた結論を以下に示す.

・ALB データを内挿した地形では低水路,高水敷とも に詳細な地形表現が出来ているが,メッシュサイズに よってその効果の度合いが異なってくる.



図-14 変動量に差のあった箇所における地盤高 (上:ALB,右:定期横断)

・河道が大きく湾曲する箇所では定期横断測量から地形を内挿する場合、河床を適切に再現できないことを示した。

・ALB データから内挿した地形を使用することにより,高水敷と低水路の差別化がより顕著に表れるため, 河道内の流れが澪筋に集中し,流速が速くなる傾向が 見られた.

・実際の河床変動量と解析の河床変動量を比較すると、 おおまかな河床変動の傾向を捉えることは出来ている ものの、堆砂量が足りていないことが確認された.

今回の解析から ALB を用いることによる河床変動 解析の改善効果が確認できた.今後は、より細かいメ ッシュ解像度による解析とその他のセクションにおけ る解析を行い、精度改善の効果を検討する必要があ る..

参考文献

- 戸澤実,岩本暢之:航空レーザー測深器による水 路測量,水路, Vol.33No.1, pp.5-10, 2004.
- 小野智三,柴田遥:被災地における航空レーザー 測量,海上保安庁海洋情報部研究報告,第49号, pp.118-129,2012.
- 吉田圭介,前野詩朗,間野耕司,山口華穂,赤穂 良輔:ALB を用いた河道地形計測の精度検証と流 況解析の改善効果の検討,水工学論文集,第 61 巻,pp.565-570,2017.
- Nays2DHSolverManual,http://iric.org/ja/download/ get/yis28y.