

観測水面形を用いた洪水流・河床変動解析による 洪水時の河床断面推定の試み

徳島河川国道事務所 河川調査課 係員 岡田 銀河
徳島河川国道事務所 河川調査課長 相田 晴美
徳島河川国道事務所 河川調査課 計画係長 中村 伸輔

吉野川治水計画上の基準となる岩津地点は、上下流に比べて川幅が狭い狭窄部であり、洪水時の高速流による河床変動の発生が以前から指摘されている。しかしながら、洪水時の河床変動状況については明らかになっていない。そこで、平成30年台風24号洪水を対象に洪水流・河床変動解析を実施し、岩津地点の河床形状の推定を試みた。その結果、中規模洪水に対しては、観測水面形を用いた洪水流・河床変動解析は有効な解析手法であることが示唆された。今後は、他の洪水に洪水流・河床変動解析を実施し、観測水面形を用いた手法が大規模洪水に対しても有効な解析手法と成り得るのかについて検討する。

キーワード 河床変動、観測水面形、洪水流・河床変動解析

1. はじめに

吉野川は高知県の瓶ヶ森を水源とし、四国山脈を東流した後、徳島平野で紀伊水道に流れ込む幹線延長 194km、流域面積 3750km² の一級河川である。最上流部一帯は年間平均 3000mm を越す多雨地帯であり、流域の住民は古くから頻発する洪水に悩まされ、それは現在にまで続いている。近年では平成 16 年 10 月に基準地点において戦後最大規模の洪水が発生し、平成 30 年台風 24 号洪水においても、岩津上流の基準地点である池田地点で氾濫危険水位に迫った。吉野川はその地形や洪水の特徴から、以下の 3 つに区分することができる。1) 上流部：水源から池田、2) 中流部：池田から岩津狭窄部、3) 下流部：岩津狭窄部から河口。上流部は流域の 86% を占める山間部であり、中流部は山地に挟まれた狭長な谷底平野で、人口・資産が集積している下流部の遊水地の役割を果たしてきた。本研究は、吉野川の治水の要所である中流部と下流部の接続点、岩津地点を対象とする。

図-1 に岩津付近の吉野川の河幅縦断面図を示す。治水計画上の基準点である岩津地点は上下流に比べて川幅が狭い狭窄部を有しており、洪水時に岩津地点上流区間の水位の堰上げや下流区間への洪水伝播に影響を及ぼしている。図-2 は岩津地点(40.2km)における河道横断形状の経年変化を示す。河床洗掘と土砂堆積が経年的に繰り返していることから、洪水時に岩津地点の高速流により河床洗掘が発生し、洪水減衰期に上流から流下してきた土砂が堆積していると想定される。しかし、岩津地点の河

床変動の定量的な評価は出来ていない。洪水時の岩津地点の河床変動を推定する方法を構築することは、今後の治水計画を検討するうえで重要である。

そこで、本論文では、平成 30 年台風 24 号台風洪水を対象に、福岡¹⁾が提案した観測水面形を用いた非定常洪水流解析と河床変動解析を用いて、岩津地点の洪水中の河床横断形状の推定を試みた。

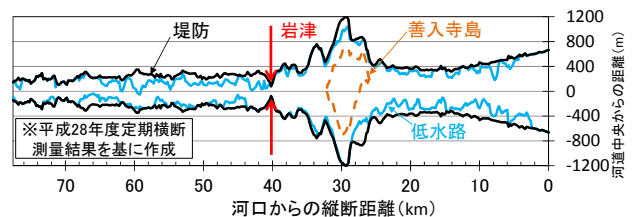


図-1 河幅断面図

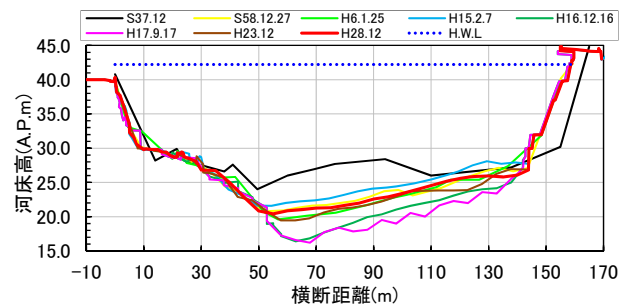
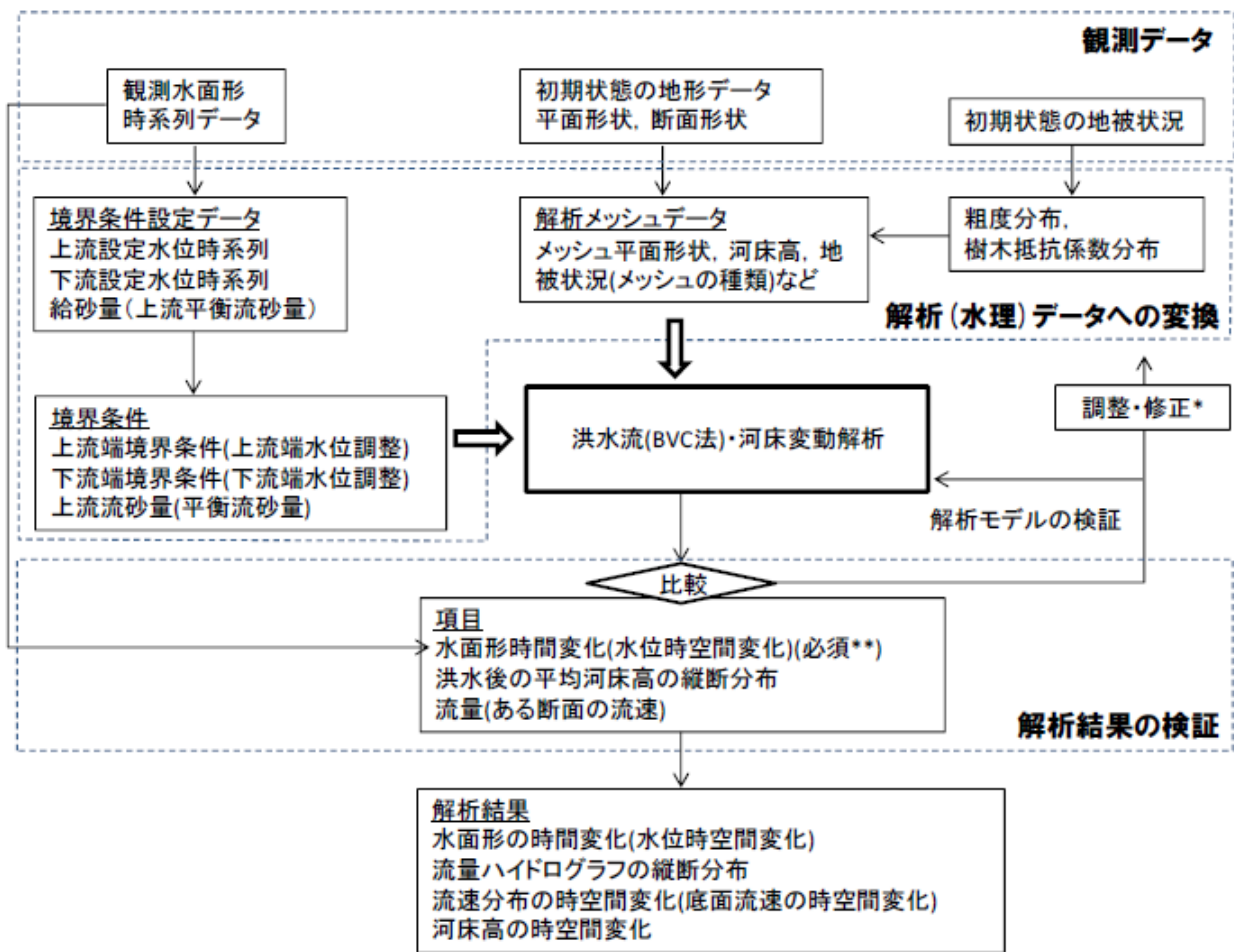


図-2 岩津地点の河道横断形状の経年変化



- * 洪水流の上昇期・下降期の緩やかな水面形変化に追従する抵抗分布の値を求めることは容易である
- ** 水面形データは観測データで唯一時空間分布をもつ

図-3 水面形時系列データに基づく洪水流・河床変動解析フロー¹⁾

2. 観測水面形を用いた洪水流・河床変動解析

観測水面形を用いた洪水流・河床変動解析とは、洪水時の河床変動や河床抵抗の影響は水面形の時間変化に表れるという考えに基づき、洪水時の水面形を既知量として、運動方程式と河床変動の式を一体的に解く方式である。図-3にそのフローを示す。上流端、下流端の水位ハイドログラフを境界条件として、非定常多次元洪水流解析と二次元河床変動計算を組み合わせ、各時間の実測水面形と一致するように流れと河床変動を解き、流速分布と河床高、流量等の時空間分布等を求めている¹⁾。このことを別の言い方をすれば、洪水中に各時間の河床底面の高さは変化するが、水面形が既知であるのでこれを用いた基礎式より水深が決まり、流量がどの断面でも求まることになる¹⁾。図-4にそのイメージ図を示す。

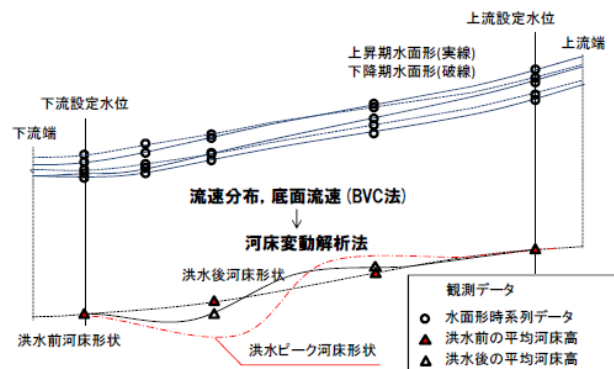


図-4 水面形時系列データに基づく洪水流・河床変動解析のイメージ¹⁾

3. 対象区間と解析条件

図-5は解析区間の平面図を示す。解析検討区間は34.0kmから47.0kmとし、洪水流解析は準三次元非定常流

解析²⁾を用い、河床変動解析は掃流砂の計算に芦田・道上式を用いた。表-1は洪水流・河床変動解析の検討ケースを示す。上流端境界条件については、Case1は岩津地点に設置した電波流速計で観測した流速を用いて算出した流量を与え、Case2~Case4は47.0kmに設置した簡易水位計の観測水位を上流端境界条件として与えた。下流端境界条件については、全てのCaseで34.0kmに設置した簡

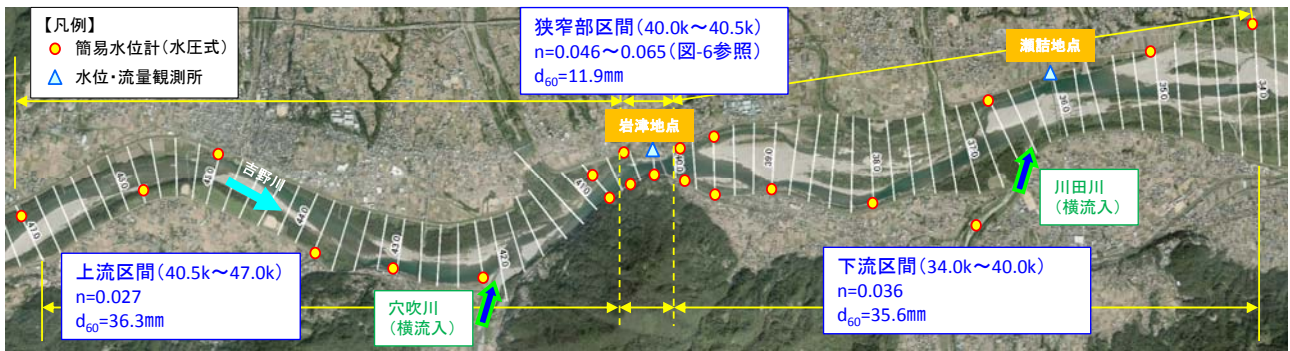


図-5 解析区間平面図

易水位計の観測水位を与えた。図-6は岩津狭窄部地点で算定した粗度係数の時系列を示す。粗度係数については、Case1及びCase2は岩津地点で観測した水面勾配及び水表面流速を用いて算定した粗度係数を、Case3は算定した粗度係数の最大値 ($n=0.065$) を、Case4は最小値 ($n=0.046$) を狭窄部区間に与えた。粒度分布は岩津狭窄部区間とその上下流区間それぞれに粒度分布を設定している(図-7)。横流入については、川田川と穴吹川を考慮して計算をしている。

4. 解析結果

図-8はCase1~Case4の解析水面形と観測水位の比較を示す。Case1の解析水面形は水位上昇期の観測水面形を再現出来ていない。Case2~Case4は、狭窄部区間の粗度係数の設定が異なるため、岩津狭窄部区間の解析水面形には差があるものの、解析水面形は縦断的な観測水位の時間変化を水位上昇期・下降期共に概ね再現出来ている。図-9はCase1~Case4の岩津地点流量ハイドログラフの解析値と観測値を示す。縦断的な観測水位の時間変化の傾向を再現出来ているCase2~Case4より、岩津地点で $8,100\text{m}^3/\text{s}$ の流量が流下したと推定された。以上より、岩津狭窄部区間の局所的な水面形には影響するものの、現実的な粗度係数を岩津狭窄部区間に与えることによって、洪水時の縦断的な水位変化を再現出来る流量を推定することが可能であると考えられる。図-10は岩津地点の主流及び河道中央位置のCase3の水表面流速と観測流速の比較を示す。主流位置の解析流速は観測値の傾向を概ね再現出来ているが、河道中央位置は解析流速が観測流速よりも大きくなる結果となった。図-11はCase3における岩津地点の河床横断形状の時間変化を示す。水位上昇初期(18:00)には河床が大きく洗掘し、その後水位ピークから土砂が堆積し始め、水位減衰期にかけて河床が上昇する結果となった。

5. まとめ

本論文では、狭窄部を有する岩津地点の河床変動機

表-1 解析検討ケース

Case	上流端境界条件	ピーク流量	狭窄部区間の粗度係数
1	岩津地点流量(電波)	$8,057\text{m}^3/\text{s}$	時間的に変化
2	47.0k水位	—	時間的に変化
3	47.0k水位	—	$n=0.065$
4	47.0k水位	—	$n=0.046$

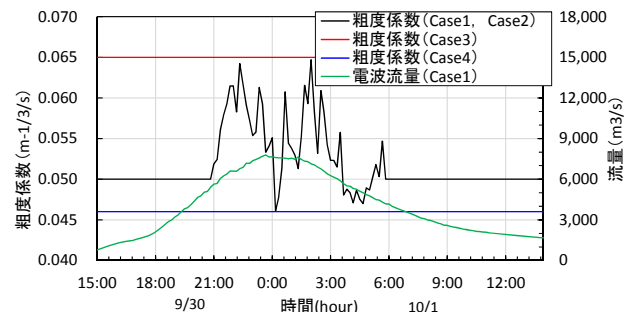


図-6 狭窄部区間の粗度係数

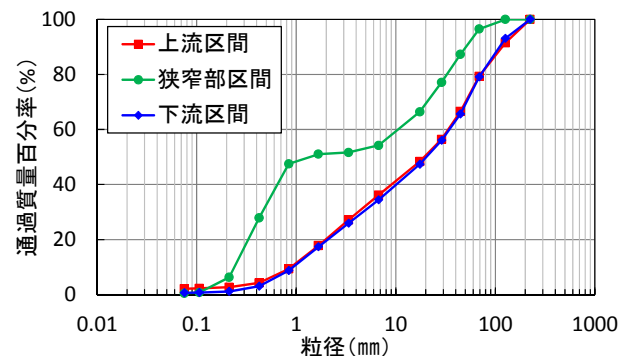
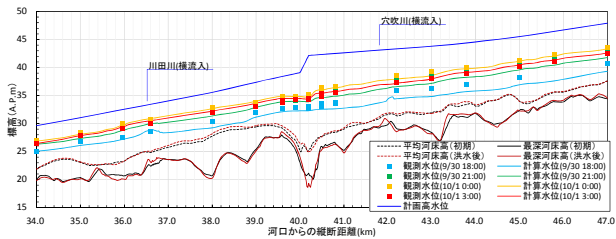
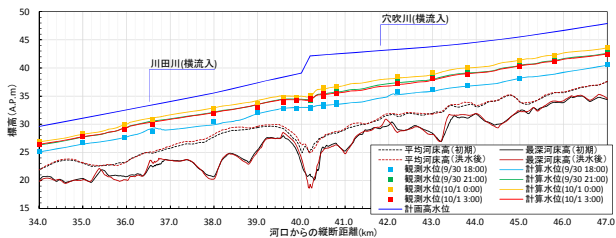


図-7 解析の粒度分布

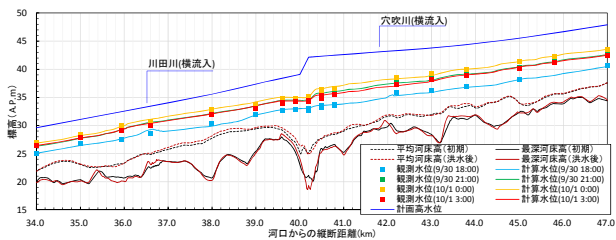
構の解明に向けて、平成30年台風24号洪水を対象に洪水流・河床変動解析を実施し、岩津地点の河床形状の推定を試みた。結果として、中規模洪水に対しては、観測水面形を用いた洪水流・河床変動解析は有効な解析手法であることが示唆された。今後、将来発生する可能性のある大規模洪水に備えて、洪水時の水量を把握出来るような観測体制を引き続き構築すると共に、平成16年台風23号洪水や平成17年台風14号洪水等の既往大規模洪水を対象に同様に解析手法を用いて洪水流・河床変動解析を実施し、観測水面形を用いた手法が大規模洪水に対しても有効な解析手法と成り得るのかについて検討する。



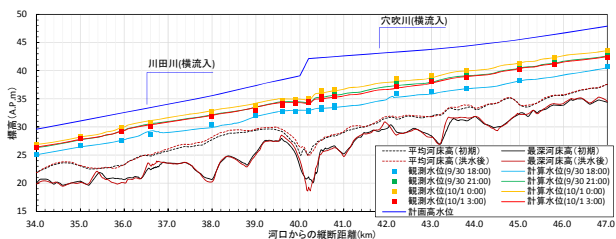
(a) Case1



(b) Case2



(c) Case3



(d) Case4

図-8 解析と観測の水位・河床高縦断面図

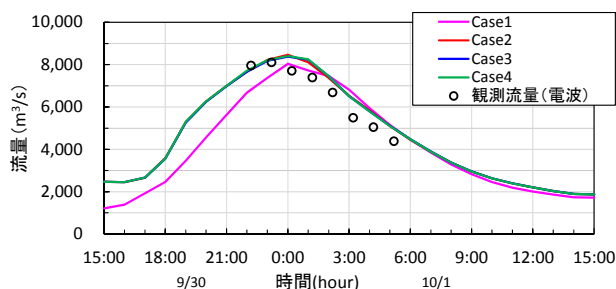


図-9 流量ハイドログラフ

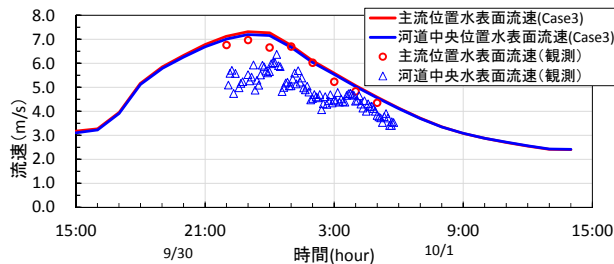


図-10 流速時系列

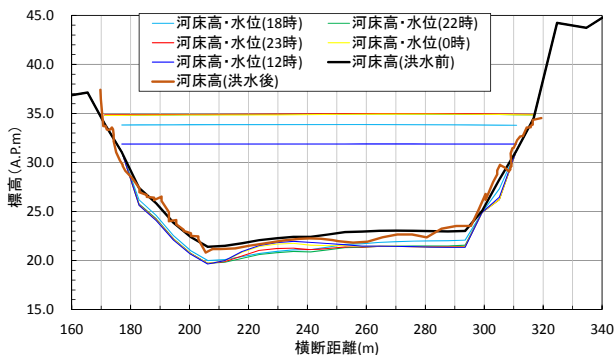


図-11 解析河床形状時系列

謝辞：本稿の執筆にあたり、関係者の皆様にはご指導・ご助言頂きましたこと感謝の意を表し御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1). 福岡捷二：実務面から見た洪水流・河床変動解析法の最前線と今後の調査研究の方向性，河川技術論文集，第20巻，pp.253-258，2014.
- 2). 岡村誠司，岡部和憲，福岡捷二：洪水流の縦断面水面形変化と準三次元流解析法を用いた石狩川河口部の洪水時の河床変動解析，河川技術論文集，第16巻，pp.125-130，2010.