

複断面河道から船底形河道へと改修された区間における洪水時の河道の安定性

中央大学大学院 学生会員 ○笹木 拓真

国土交通省九州地方整備局遠賀川河川事務所

宮原 幸嗣

中央大学研究開発機構 フェロー

福岡 捷二

1. 序論

我が国の大河川の河道断面形は一般に複断面形であるが、低水路と高水敷の比高差の増大、濤筋の固定化、河道内の樹林化等の治水・環境問題が発現している。そのため治水と環境の両面から望ましい河道断面形が求められている。福岡¹⁾は自然河川に着目し、治水と環境の調和した河道は船底形断面形であるとの考えを示している。遠賀川では河川環境の視点から図-1に示す18.4km～20.2kmで高水敷の緩傾斜化が実施され、河道断面形が図-2のような船底形の形を成し、改修された高水敷は図-3のような縦横断的に変化するよう設計された。これらの改修は学・官・民の協力の下で行われ、河川環境の面からの評価を得ている²⁾。著者ら³⁾は、このような船底形河道において、洪水時の流況が改善されることを解析によって示したが、船底形河道の河床が安定であるかについての検討は行っていない。本研究では改修前後の河道に対し、洪水流・河床変動解析を行い、さらに縦横断的に安定な船底形河道と、安定度が低い複断面河道について福岡の式⁴⁾との比較・検討を行った。

2. 検討方法

対象区間は図-1に示す遠賀川の川島(30.5km)～唐熊(13.7km)、彦山川の赤池(7.2km)までとした。解析法は平成22年洪水を対象に観測水面形の時系列データを用いた非定常準三次元洪水流・河床変動解析法⁵⁾(BVC法)を適用し、船底形河道における流況と河床の状況を調べる。河床変動計算には掃流砂と浮遊砂の両方を考慮している。さらに改修前の河道(平成14年河道)については平成22年洪水の流量ハイドログラフを与え解析を実施し、改修前と改修後の流れ場、河床変動を比較・検討する。

3. 解析結果とその考察

図-4は、平成22年洪水の水面形と平均河床高の解析結果と観測値の比較を示す。解析結果は痕跡水位と観測水位を概ね再現している。船底形河道付近の平均河床高は実測、解析ともに変化は小さい。図-5は解析流量ハイドログラフと浮子による観測流量の比較を示す。日の出橋でのピーク付近の流量が小さく計算されているが、勘六橋、中島での解析値は観測

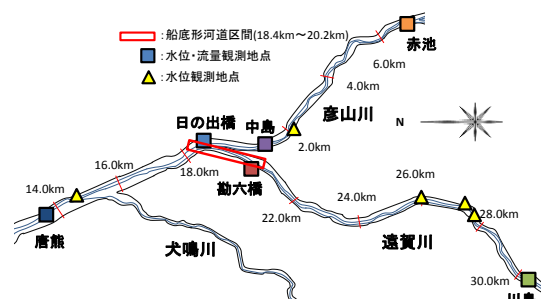


図-1 対象区間平面図

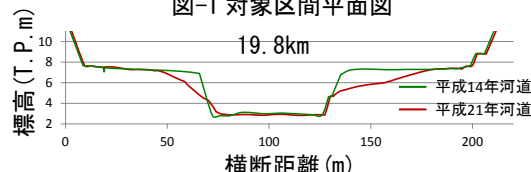


図-2 改修前後の横断形状

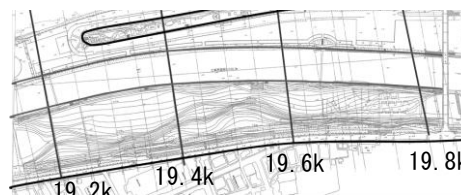


図-3 高水敷のアンジュレーション

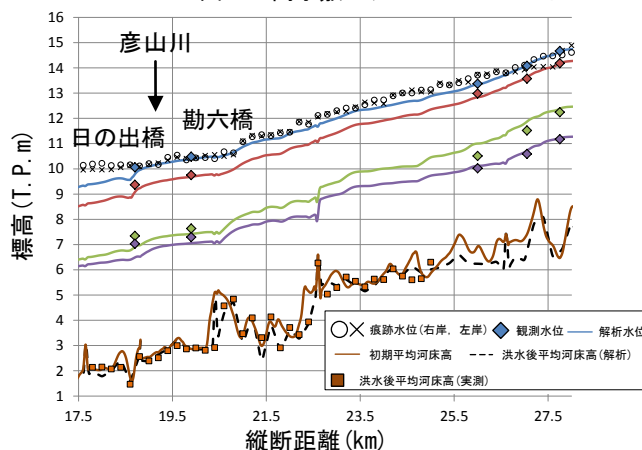


図-4 遠賀川の水面形の時間変化と平均河床高

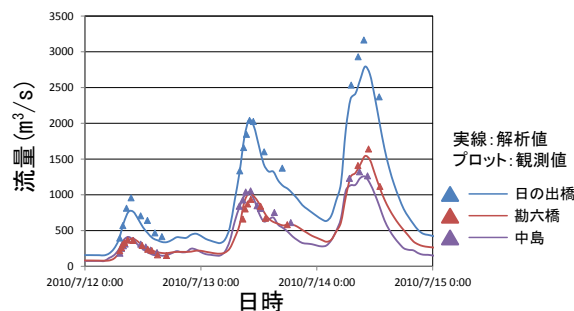


図-5 解析流量ハイドログラフと観測値の比較

キーワード 船底形河道, 治水と環境, 洪水流, 河床変動, 福岡の式

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1615

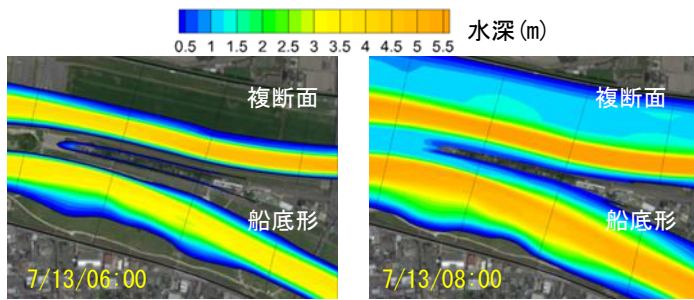


図-6 洪水時の水際線(解析結果)

値をよく表現できている。図-6 は洪水水位の違いによる遠賀川の船底形河道と彦山川の複断面河道における洪水時の水際線の変化を水深コンター図で示している。河川景観の視点で設計された高水敷は、平坦な高水敷を有する複断面河道とは異なり、多様な水際線をもたらしている。次に改修前河道との比較を行う。図-7 は河床変動量コンター図を用いての比較を示す。船底形河道では河床高の変化がほとんど起きていないが、改修前の複断面河道では変化が大きい。その理由は図-8 の掃流砂量の縦断分布から説明される。すなわち、改修前の複断面河道はピーク時に掃流砂量の縦断的な変化が現われるが、船底形河道ではどの時間帯でも縦断的な変化がほとんど無いためであると考えられる。次に無次元流量 - 無次元河幅・水深の関係から見た船底形河道への改修の評価を行う。福岡は式(1), (2)(福岡の式)を満たす河道断面は、治水上、環境上望ましいとの考えを示している⁴⁾。

$$2.80 \left(\frac{Q}{\sqrt{g d_r^5}} \right)^{0.40} \leq \frac{B}{d_r} \leq 6.33 \left(\frac{Q}{\sqrt{g d_r^5}} \right)^{0.40} \quad (1) \quad \frac{h}{d_r} \leq 0.14 \left(\frac{Q}{\sqrt{g d_r^5}} \right)^{0.38} \quad (2)$$

ここに Q : 河道形成流量, B : 水面幅, h : 断面平均水深, I : エネルギー勾配, d_r : 代表粒径, g : 重力加速度である。図-9 に 19.6km, 19.8km 地点における改修前後の無次元流量と無次元河幅・水深関係の時間変化を示す。望ましい河道断面は、無次元流量が増大していくときに無次元河幅が福岡の式の範囲内で、式に沿って平行に移動することである。これは流量が増大すると河積が増加するが、その変化は緩やかで急変せず、したがって水量の変化も安定的に増大していくことを意味している。改修後の船底形河道では、無次元流量の増加に伴って、無次元河幅も福岡の式と平行に近い形で増加しており、式(1), (2)を満たしていることから、望ましい河道断面に改修されたことが分かる。

4. 結論

本研究によって、遠賀川の船底形河道では掃流砂量の縦断分布の縦断的な変化が小さくなり、その結果、河床変動量は改修前の河道と比べ小さくなることを明らかにした。また福岡の式を用いた検討により船底形河道は式(1), (2)を満たす望ましい河道断面形であることを示した。

参考文献 1) 福岡捷二: 招待論文, 温暖化に対する河川の適応技術のあり方—治水と環境の調和した多自然川づくりの普遍化に向けて—, 土木学会論文集F, vol.66, No4, pp.471-489, 2010. 2) 樋口明彦, 田浦扶充子, 高尾忠志, 佐藤直之, 岡本良平: 遠賀川直方地区緩傾斜スロープ高水敷における来場者行動特性, 景観・デザイン研究論文集, vol.3, pp.83-94, 2007. 3) 笹木拓真, 宮原幸嗣, 福岡捷二: 複断面河道から船底形河道への改修による洪水流の流況変化, 第41回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, II-19 4) 福岡捷二, 坂口達哉: 無次元流量に対する無次元河幅・水深の取る範囲と整備途上河川への適用, 土木学会論文集B1(水工学), Vol68, No4, I_1423-1428, 2012 5) 内田龍彦, 福岡捷二: 底面流速解法による連続する水没水制群を有する流れと河床変動の解析, 土木学会論文集B1, Vol67, No.1, pp16-29, 2011.

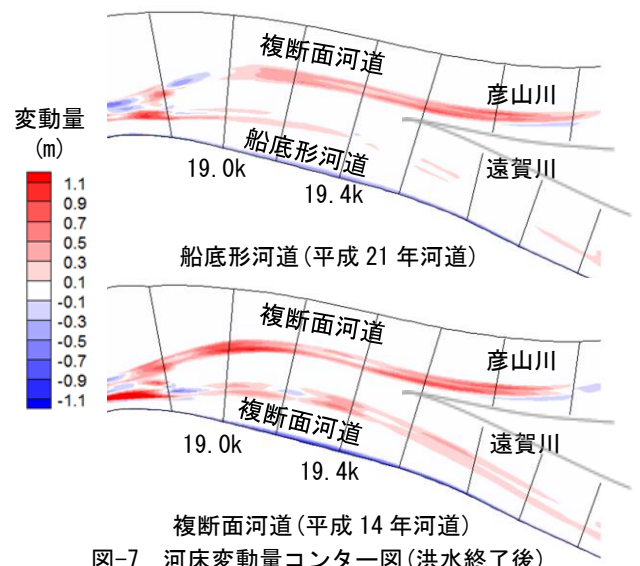


図-7 河床変動量コンター図(洪水終了後)

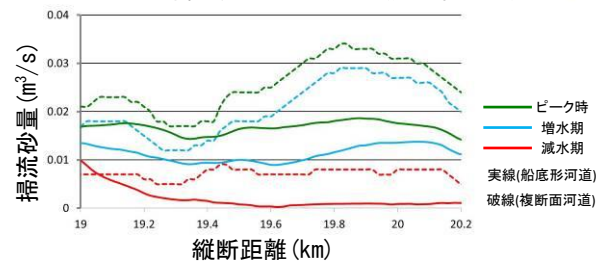


図-8 掃流砂量の縦断分布

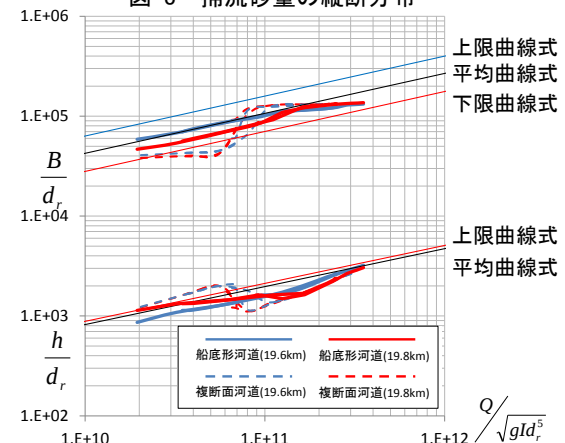


図-9 無次元流量と無次元河幅・水深の関係