

蛇行区間における船底形断面設計法に関する研究

株式会社建設技術研究所 正会員 ○笹木 拓真

中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 序論

我が国の大河川の一般的な河道断面形である複断面河道では、低水路と高水敷の比高差の増大、滞筋の固定化、河道内の植生の樹林化等治水と環境問題が顕在化している。治水と環境の調和した河道断面づくりに関して福岡は、船底形断面形が望ましいとの考えを示している。複断面形から船底形河道へ改修が行われた遠賀川の洪水時の流況は著しく改善され、河床変動量が減少することが示されている¹⁾。しかし、検討対象とされた船底河道区間は、大きな湾曲や蛇行部を含んでいなかった。湾曲区間や蛇行区間では、直線区間とは異なった流れや河床洗掘・河岸浸食が生じることから、管理しやすい安定した河道はどのような断面形なのか、船底形河道は有効な手段になり得るのかについてさらに検討が必要となった。外岸浸食を許す自由湾曲流れの福岡・山坂らの検討結果は、緩やかな外岸斜面を有する河道断面形であることが示された²⁾。このことは、河道湾曲部の外岸が緩やかな斜面を形成している河道は、維持しやすい河道であると考えられる。本研究では、遠賀川の蛇行区間について外岸を緩勾配化し、大洪水に対して維持可能な縦横断面形状について底面流速解析法(以下 BVC 法^{2),3)})を用いて検討する。そして、治水と河川景観、親水性から蛇行区間における望ましい河道断面形の設計法を提示する。

2. 計算条件と計算方法

対象とする蛇行区間は、図-1 に示す遠賀川の 27.0km～29.0km とし、外岸を緩勾配化した河道断面形を設定し、平成 22 年洪水ハイドログラフ(Q_{max} =約 2900m³/s)に対する洪水流・河床変動計算から望ましい河道の断面形について検討する。解析法は一樣湾曲水路内の断面形の形成過程、外岸斜面付近の流速分布、河床変動を説明できる BVC 法^{2),3)}を適用する。図-2 は外岸の緩勾配化の考え方を示す。河川環境上、平水位を現在と変わらないように設定することは重要であることから、これを制約条件として外岸の護岸を残したまま、平水位より高い位置にある高水敷を緩傾斜化する。その際の広げる水面幅は、まず Case1 として、外岸の勾配が 3 割になるような河道断面形を設定した。これは、緩傾斜河岸を有する湾曲水路実験において、外岸が 3 割勾配の水路では、緩傾斜化による流況の改善と河床洗掘深の減少が見られたためである。また、Case2 として無次元流量と無次元河幅の関係が、図-3 中の式(1)(福岡の式¹⁾)を満たすように低水路満杯時の河幅を広げ、外岸を緩勾配化した河道を設定した(図-3 丸プロット)。

3. 解析結果とその考察

図-4 は Case1,2 における洪水終了後の河床変動量コンター図を示す。27.1km 付近と 27.6km 付近では、1.5m 以上の局所洗掘が発生しており、Case2 においても改善されていない。図-5 は Case2 における洪水前後の横断面形の比較を示す。外岸の斜面部については、護岸付近の斜面部は数十cm程浸食され、低水路河床は護岸前面で大きく洗

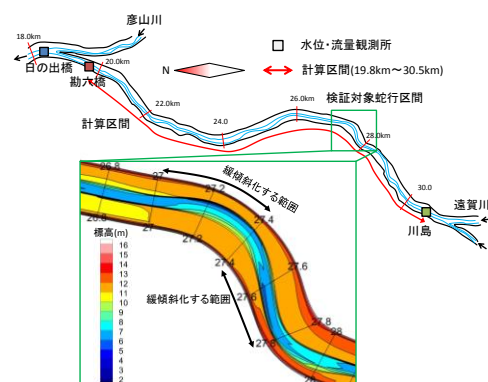


図-1 対象区間平面図

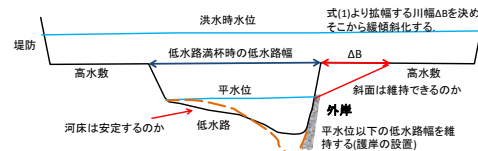


図-2 断面設計の考え方

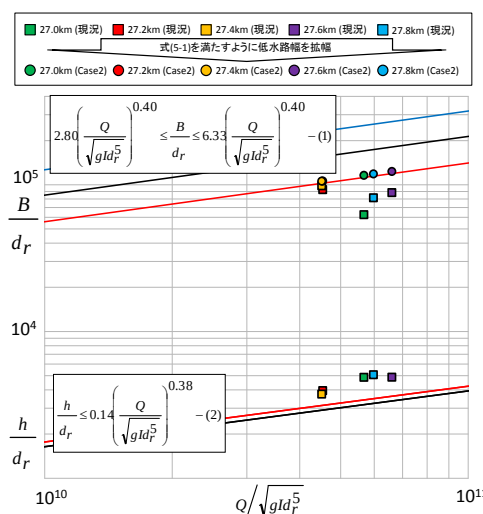


図-3 無次元流量-無次元河幅・水深の関係

キーワード 緩傾斜河岸, 蛇行区間, 船底形河道, 底面流速解析法, 河岸浸食

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1 日本橋浜町 F タワー TEL 03-3668-0451

掘されている。図-6に底面流速のコンター図を示す。図-4において局所洗掘が発生していた27.1km, 27.5km付近の低水路際では、Case1,2とも流速分布が偏り、高流速が発生し、局所洗掘の改善に至らなかった。このように、流れが直線部と大きく異なる蛇行区間では、斜面部と低水路河床を接続する護岸付近で、河岸浸食は防げるものの、河床の大きな局所洗掘は避けられない。

4. 治水と環境に配慮した河道断面設計法

Case1,2の検討から鉛直護岸を残したままでは、外岸高水敷を緩勾配化しても、護岸付近で大きな局所洗掘が生じることが明らかとなった。それは、これまでの川づくりが護岸によって側岸浸食を抑え、低水路幅の維持が行われてきたからである。本章では、自然性の高い河道断面形を蛇行区間でどのように造るべきかについて検討する。現況河道の護岸を取り除き、平成22年洪水の洪水流を外力として、洪水流・河床変動計算を行った際の洪水前後の断面形変化の結果を図-7に示す。護岸が取り除かれた低水路外岸は大きく浸食され、緩やかな斜面を有する船底形の断面形へと変化している。外岸河床の洗掘は減じ、安定な形状になっている。Case1,2の検討から、護岸を設置したまま、船底形縦横断面形状を維持することは困難であることから、次のような船底形河道の作り方を提案する。まず、大きな洪水後の定期横断測量等の現地データや数値計算から蛇行部外岸付近の洗掘、浸食が顕著な箇所を抽出する。抽出した箇所が、高水敷利用や堤防保護等の制約条件のために、改修が難しい場合には、護岸等の構造物で維持管理を行う。しかし、高水敷の緩傾斜化が可能な区間では、現況河道の護岸を取り除き、過去に生じた最も大きな洪水流量を設計外力として、洪水流・河床変動計算から自由な浸食によって形成される縦横断面形を求め、これを与えた外力に対する安定な河道断面形と考える。与えた外力の大きさを十分超える洪水が発生する河道にあつては、河幅がさらに広がることが考えられる。このような場合には、高水敷利用、河川景観や親水性を考慮して、石積護岸等を設置し低水路河岸を守ることが考えられる。

5. 結論

遠賀川の複断面蛇行区間において平水位が変化しないように低水路護岸を残したまま外岸を緩勾配化したとき、河道断面形状が維持できるかどうかについて検討を行った。その結果、護岸前面では、大きな河床洗掘が発生することを示した。このため、複断面形から船底形河道への改修にあたっては、低水護岸を取り除き検討した安定した河道断面を優先的に考える。しかし、設計外力を超える大洪水に対しては治水と環境に配慮した石積み護岸等で、高水敷斜面部を維持することが望ましいと考えている。

参考文献

1)福岡捷二：大規模洪水に適応可能な河道の設計・管理技術，第50回水工学に関する夏季研修会講義集A-7, pp.1-20, 2014. 2)笹木拓真，福岡捷二，内田龍彦：外岸に斜面を有する移動床湾曲流れへのBVC法の適用性—船底形河道設計法に向けて，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.72, No4, I_763-I_768, 2016. 3)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.

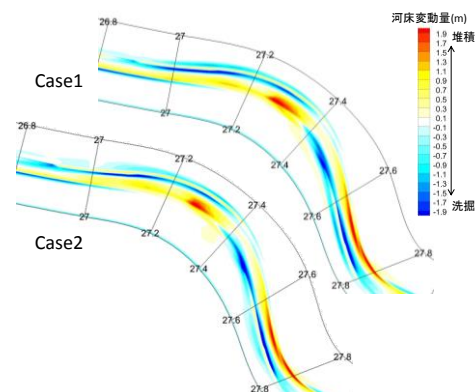


図-4 洪水終了後河床変動量コンター図

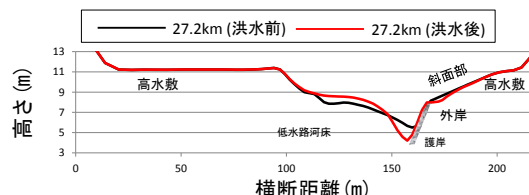


図-5 洪水前後の横断面形の比較

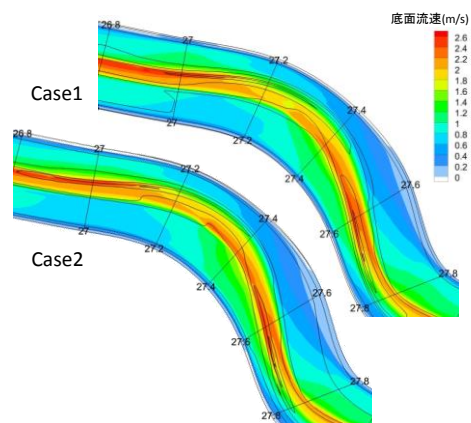


図-6 改修河道における底面流速コンター図

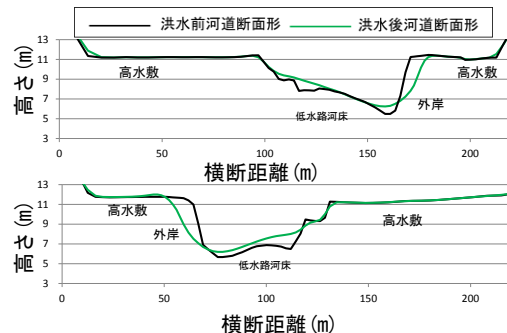


図-7 護岸を取り除いた場合の断面形の変化