九州工業大学大学院 学生会員 池田 隼人 九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎 九州工業大学大学院 正会員 重枝 未玲 国土交通省九州地方整備局 非 会 員 古賀 満

1.はじめに

本研究は、"レジーム則を満たす条件"³⁾の係数等を経年的に安定した状態にあると判断/推定された国内外の自 然安定河道の資料(以下「Data S」という)より定め,同条件に基づく安定河道の式を,遠賀川水系の安定河道区間 の河道データ(以下「Data O」という)に適用・検証するとともに,遠賀川河道の縦断変化について検討し,その 有用性を明らかにしたものである.

安定河道の式

 $\alpha = (h / d_p)^{1/3} (h / B)^{2/3}$

 $|A / d_{\rm R}^{2} = (\tau_{*_{\rm S}} \cdot (s / I))^{-1/2} \cdot \phi^{-1} \cdot (Q / (gId_{\rm R}^{5})^{1/2})(3)$

(10)

2.安定河道の式とレジーム則を満たす条件

(1) 安定河道の式

表-1に安定河道の横断形状を規定する条件とし $\left|\frac{h/d_{R}}{h/d_{R}} = \tau_{rs}$ て動的平衡状態の無次元掃流力 $\tau_{*S}(=u_{*S}^2/(sgd_R))$ を $|B/d_R = (\tau_{*S} \cdot (s/I))^{-3/2} \cdot \phi^{-1} \cdot (Q/(gId_R^5)^{1/2})$ (2) 用いた式(以下「式」という)と、"レジーム則を 満たす条件"を用いた式(以下「式」という)を まとめて示す 式 , の詳細については前報^{1),2),3)} を参照されたい.なお, τ_{*s} には山本の $\tau_{*s}=f(d_R)$ の経験則⁴⁾を用いている.

(2) セグメントグループ, レジーム則を満たす条件および K 値の検討

安定河道の特性量が , 各セグメントでの土砂流送形態が異なるためにセグメントグル - プA(1と2-1)とセグメントグループB(2-2と3)に大きく分かれること^{3),5)}, また式(10) 🖽 の"レジーム則を満たす条件"は式(11),式(12)で表され,同条件が安定河道の τ_{ss} とB/hとの関係を規定する条件となっていることが確認されている^{3),5)}.なお,図は割愛する が Data O もこれらの関係に従うことが確認されている.



 $\tau_{*s} = (K^{3/2} \cdot (B / h))^2$

(5)

(9)

(12)

図-1は,式(12)の係数 K(Kはセグメントグループ単位で定められる係数)と I との関係 図-1 K~ Iの関係 を調べたものである.ここに,図中の黒の実線は,Data Sより得られた各グループの K 値の平均値(K^S値)を示し たもので , グループ B で約 0.1 , A で約 0.05 である ³⁾ . なお , Data O の各グループの K 値の平均値も K^S値とほぼ 同様である.

3.安定河道の式の遠賀川水系の適用

(1) 式 の検証

式 が全セグメントにわたって安定河道の資料の横断形状とcasを良好に予測できることが確認されている^{3),5)}. なお, Data O についても良好に予測できることが確認されている.

(2)

図-2 は 2012 年 7 月の河道を対象として, $\tau_{*s}=f(d_R)$ の経験則 $^{4)$ より得られた τ_{*s} を式 に適用したときの横断形 状(h/d_R, B/d_R, B/h)の縦断方向変化の予測結果と、式より得られる予測結果を実測値と比較検討したものである. 図中の○は定期横断測量,縦断測量および河床材料調査より得られた横断形状(2002 年 8 月),縦断形状(2002 年 8 月)および d_R(2003 年 3 月)の実測値,青の実線は τ_{εs}=f(d_R)を式の τ_{εs}に適用したときの横断形状,赤の実線は式 に各セグメントグループの K^Sを用いたときの予測結果である.

*ҡ*_сの実測値に着目すると,33~35k,38~40kで*ҡ*_с未満の区間となっている.このうち,33~35k は一本木堰下流, 38~40k は洗越井堰の直下となっており、いずれも土砂の堆積により水路幅が狭くなっている箇所である.以上の ように, T*C未満の区間は堰下流で土砂の堆積が生じている区間となっている.

次に T*s の実測値に着目すると, 6.5k 付近, 32~33k, 35k で T*s の急減が見られる.このうち, 6.5k 付近について

表-1 式まとめ

 $B / h = (\tau_{*s} \cdot (s / I))^{-5/2} \cdot \phi^{-1} \cdot (Q / (gId_{R}^{-5})^{1/2}) \quad (4) |_{\tau_{*s}} = K^{1/2} (I / s)^{5/6} \cdot (\phi^{-1}Q / (gId_{R}^{-5})^{1/2})^{1/3}$

 $\alpha = K \cdot (I / s)^n$

安定河道のも

(1) $h / d_{\rm R} = K^{1/2} (I / s)^{-1/6} \cdot (\phi^{-1} \overline{Q / (gId_{\rm p}^{-5})^{1}})^{-1/6}$

(11)

 $B / d_{\rm p} = K^{-3/4} (I / s)^{1/4} \cdot (\phi^{-1}Q / (gId_{\rm p}^{-5})^{1/2})^{1/2}$ (6)

 $A / d_{\rm R}^{2} = K^{-1/4} (I / s)^{1/12} \cdot (\phi^{-1}Q / (gId_{\rm R}^{5})^{1/2})^{5/6}$ (7)

 $B / h = K^{-5/4} (I / s)^{5/12} \cdot (\phi^{-1}Q / (gId_p^{-5})^{1/2})^{1/6} (8)$



は河床材料調査地点の設定に起因している.32~33k については,32k よりやや上流が穂波川の合流点になっており,当該区間の川幅がやや狭くなっていることによる.35k は一本木堰の下流で川幅が狭くなっているためである.一方, *τ**S が急増している箇所は,20.5k,35k,40k である.20.5k については,19k の少し下流が彦山川の合流点で,その上流の水路幅が狭い 20k が直近の河床材料調査点であることによる.35k および 40k については, *τ**C 未満の箇所と同じ理由である.

*τ**sの予測値と実測値に着目すると,*τ**s=*f*(*d*_R)の経験則は実測値の傾向を予測できないことがわかる.これは*τ**s=*f*(*d*_R) が限定された国内河川資料に基づく経験則であることと,*τ**sを規定する*d*_R以外のパラメータ(水理量等)が考慮 されていないためである³⁾.一方,式 は*τ**sの縦断変化を良好に予測している.ただし,6~10k,18~19k,33~35k の各区間で実測値と差異が見られる.これらの箇所は,6~10kは河口堰の湛水域の上流側,18~19kは彦山川合流 点直下,33~35kは一本木堰の直下であると同時に33~34kは鯰田用水堰の湛水域にあたっている.以上のように, 予測値と実測値に差異が見られる箇所は,いずれも湛水域,規模が大きい支川合流点と堰の直下となっており, これらは Data O で除外された箇所である.

h/d_R, B/d_R, B/h の縦断変化についても,式 は t_{*S}の予測精度が低い区間で,当然ながら予測精度が低下している 一方,式 は先に考察したように,安定河道となり得ない一部の区間を除き,実測値を良好に予測している.な お, B/h については,別報^{3),5)}で述べられているように I に依存しないことから,実測値が縦断方向にほとんど変 化していないことも併せて確認できる.

4.まとめ

筆者が提案する安定河道の式を遠賀川水系に適用し,横断形状と動的平衡状態にある無次元掃流力でs について 検討し,i)同水系の安定河道区間における特性量が,国内外の自然安定河道のものと大きな違いはないこと,ii) 遠賀川における無次元横断形状の特性量の縦断変化を良好に予測できること,また予測誤差が大きな箇所は,河 床材料が自然安定河道と異なる一部の区間に限定されることを明らかにした.

参考文献:1)秋山ら:砂礫河川の平均スケールと動的平衡条件,土木学会論文集B1(水工学),2014.2)秋山ら:安定した砂礫河川低 水路の無次元掃流力について,土木学会論文集B1(水工学),2015.3)秋山ら:自然安定河道の特性に基づく砂礫床河川の横断形状と 無次元掃流力の予測,土木学会論文集B1(水工学),2016(掲載予定).4)山本:河道特性論,土木研究所資料,第2662号,1988. 5)秋山ら:自然安定河道の特性に基づく砂礫床河川の横断形状と無次元掃流力の予測,西部支部研究発表会,2016(掲載予定).