河幅及び断面形状を考慮した掃流砂量式を用いた石狩川河口部昭和56年洪水の河床変動解析

中央大学大学院	正会員	○岡村	誠司
国土交通省北海道局		岡部	和憲
中央大学研究開発機構	フェロー	- 福岡	捷二

1. 序論

現在,提案されている掃流砂量式の多くは,主に水路実験の流砂量観測結果に基づいている.そのため,河 道形状や河床状態が複雑な河川において洪水中の掃流砂量を必ずしも精度良く推定できない課題がある.また, 河床変動解析では上流端境界における流砂量の与え方も課題である.福岡ら¹⁾は,沖積地河川の安定した河道

形状(河幅・水深)は、流域の特徴を表す河道形成流量, 河道勾配,河床材料粒径に支配されると考え、次元解析 による検討を行い、河道の無次元河幅・無次元水深が無 次元流量によって表現できることを、国内外の河川の実 測データを用いて示した.また、福岡ら^{1),2)}は、この考 えに基づき、河幅及び断面形状を考慮して河川における 洪水中の掃流砂量を説明できる無次元流量と無次元掃 流砂量の関係式を導いた(図-1および式(1)).

本研究では、洪水流-河床変動解析に福岡の掃流砂量 式を適用し、掃流砂量式が河床変動解析の精度に与える 影響を検討する.

2. 単位幅の福岡の掃流砂量式

式(1)に示す河幅全体にわたる福岡の掃流砂量式より, 式(2)に示す単位幅の福岡の掃流砂量式が得られる. 図 -2 より,式(2)についても現地河川の実測データを良く 説明できている.局所の掃流砂量を算定する必要がある 平面二次元河床変動解析では式(2)を適用する.

$$\frac{Q_B}{\sqrt{sgId_r^5}} = 0.02 \left(\frac{Q}{\sqrt{gId_r^5}} I \left(1 - \frac{I_c}{I} \right) \right)$$
(1)
$$q_B = 0.02 \left(\frac{Q}{\sqrt{gId_r^5}} I \left(1 - \frac{I_c}{I} \right) \right)$$
(2)

$$\frac{q_B}{\sqrt{sgId_r^3}} = 0.02 \left(\frac{q}{\sqrt{gId_r^3}} I \left(1 - \frac{T_c}{I} \right) \right)$$
(2)

ここに、Q:流量、 Q_B :掃流砂量、s:砂粒子の水中比重、g:重力加速度、I:河床勾配、 d_r :河床材料の 60%粒径、 I_c :河床材料の移動限界勾配($\tau_*=0.05$ に相当する勾配)、 q_B :単位幅掃流砂量、q:単位幅流量である.





図-1 勾配を乗じた無次元流量と無次元掃流砂量の関係^{1),2)}

図-2 勾配を乗じた無次元単位幅流量と無次元単位幅 掃流砂量の関係

3. 石狩川河口部における昭和56年8月洪水中の河床変動解析

著者ら³⁾は、河口部で大きな河床洗掘が生じた石狩川昭和 56 年 8 月洪水を対象に、観測された縦断水面形の時間変化を解として非定常準三次元流解析と河床変動解析を一体的に行うことで、洪水流と河床変動をかなりの程度説明できることを示した.本研究では、これと同様の解析手法を用い、掃流砂量の算定に式(2) に示す福岡の式を用いる.これにより掃流砂量の算定値および洪水後の縦横断河床形状の再現性がどのように変化するか、従来の掃流砂量式(芦田・道上の式、佐藤・吉川・芦田の式)を用いた解析結果と比較検討する.

キーワード 福岡の掃流砂量式,河床変動解析,石狩川,河口,洪水縦断水面形 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

-91-

4. 解析結果

図-3には、福岡の式、芦田・道上の式および佐藤・ 吉川・芦田の式を用いた解析による地点ごとの勾配 を乗じた無次元単位幅流量と無次元単位幅掃流砂量 の関係を示す.石狩川河口部では、福岡の式と佐藤・ 吉川・芦田の式で算定される掃流砂量は比較的近く、 芦田・道上の式で算定される掃流砂量が多い.

図-4 に縦断水面形の時間変化について観測結果と 解析結果を比較して示す.いずれの掃流砂量式を用 いた解析でも観測水面形を良好に再現できており, 石狩川河口部では掃流砂量式の違いが水面形に与え る影響は小さい. 図-5 に示す洪水前後の河床高縦断 形の比較より、低水路平均河床高については掃流砂 量式による違いが小さく、いずれの解析結果も 0k~ 8k 区間における河床低下を良好に再現できている. このため解析水面形の違いが小さいと考えられる. それに対して,局所洗掘が表れる最深河床高をみる と、3k~6k付近の蛇行区間では、掃流砂量が多く算 定される芦田・道上の式を用いた解析の洗掘深が他 の解析や実測値と比べて深くなる. 図-6 には 3.5k と 6.0k の洪水前後の横断河床形状を示す. 福岡の式と 佐藤・吉川・芦田の式を用いた解析結果は実測と良 く一致しており, 掃流砂量が適切に算定されたと考 えられる.以上に示したように、河床変動を適切に 説明する掃流砂量式を多くの河川で検討することに よって河川の特性と掃流砂量の関係を調べる必要が

ある.また,流砂の上流端境界条件として与えられる掃流砂量を 見積もるためにも河床変動と掃流砂量の算定が重要である.

5. 結論

本研究では、石狩川昭和 56 年 8 月洪水を対象とした洪水流-河床変動解析に河幅と断面形状を考慮した福岡の掃流砂量式を 適用し、他の掃流砂量式を用いた解析結果と比較した.その結果、 石狩川河口部では、福岡の式と佐藤・吉川・芦田の式を用いた場 合に洪水による河床変動を精度良く説明できた.特に、蛇行区間 における横断河床形状の再現性が向上した.

今後,河道特性に応じてどのような掃流砂量式を用いれば適切 に河床変動を説明できるか,多くの河川や洪水を対象に検討を行 い,その上で適切な掃流砂量式を用いることが必要である.

参考文献

1) 福岡捷二:温暖化に対する河川の適用技術のあり方-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, No.4, 2011. 2) 浅野文典・福岡捷二:河幅及び断面形状を考慮した掃流砂量式の導 出とその適用性に関する研究,水工学論文集,第55巻,2011. 3) 岡村誠司・岡部和憲・福岡捷二:洪水流の縦 断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中の河床変動解析,河川技術論文集,第16巻,2010.













