

筑後川河口域における洪水流と土砂移動に関する研究

中央大学大学院 学生会員 ○鈴木 健太

中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所 正会員 松尾 和巳

1. 序論

筑後川では、有明海の潮位変動により 4m 以上の大きな水位変動が生じる。これにより、有明海から運ばれてきたガタ土(粘着性の細粒分)が河道内に堆積していると言われてきた。しかし、これまでの報告や、詳細な地盤高の測量結果から、下流域の河床に波長約 10m、波高約 1m の河床波が発生していることが分かっている¹⁾。これより、洪水中に土砂が移動し有明海に流出していると考えられる。そこで本研究では、潮位変動の大きな筑後川において、水面形の時間変化を解とした非定常平面二次元解析を行い、洪水中の流れ場を明らかにするとともに砂の移動を検討する。

2. 検討区間の河床材料特性

対象区間は図-1に示す有明海から筑後大堰(22.8km)までの区間とした。河床勾配は約 1/7500 と緩く、全域で感潮河道である。図-2は平成 20 年に行われた 0.0km の超音波地底探査の結果と、平均的な干潮水位を示す。比較的横断勾配が緩い河道中央部に砂の層が存在しており、河道中央部と比べ、横断勾配が急な河岸際では河床上層部を粘性土が覆っている。砂と粘性土の境界は、概ね平均的な干潮水位と一致している。これは、潮位変動が大きいため、上げ潮時に有明海から運ばれてきたガタ土が、下げ潮時に河岸際に堆積しているものと考えられる。また、図-3に平成 14 年度に実施されたコアサンプル調査の結果を示す。図-3から対象区間の河道内には、縦横断的に多くの砂が存在していることが分かる。特に 0.0km から 10.0km の区間では砂の存在比率が高く、図-4に示す 10km 地点の粒度鉛直方向の様に、砂層(河床面から 0.4m~0.9m)の d_{60} 粒径は約 0.8mm であることが分かる。

3. 非定常平面二次元解析

福岡・渡邊らの非定常平面二次元解析²⁾を対象区間に適用し、洪水中の流れ場と砂の移動の関係について検討する。この解析法の特徴は、上下流の境界条件に観測精度の高い水位ハイドログラフを与え、観測された水面形の時間変化と解析の水面形が一致する様に抵抗分布を決定することで、実用上十分な精度で流れ場を求め



図-1.対象区間

(国土地理院 2万5千分1 地図閲覧サービスを利用)

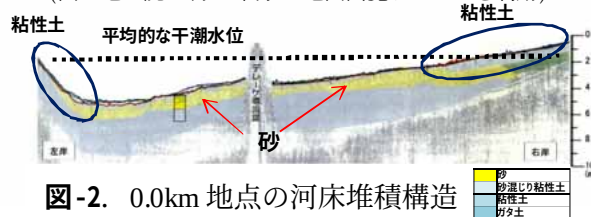


図-2. 0.0km 地点の河床堆積構造

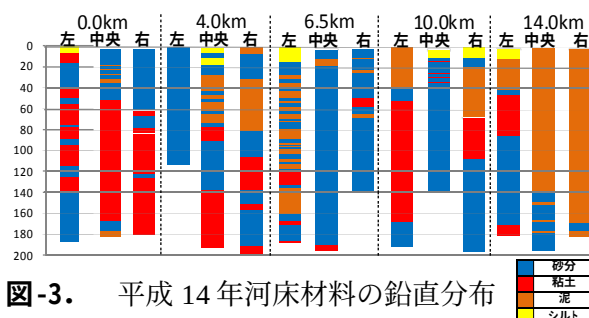


図-3. 平成 14 年河床材料の鉛直分布

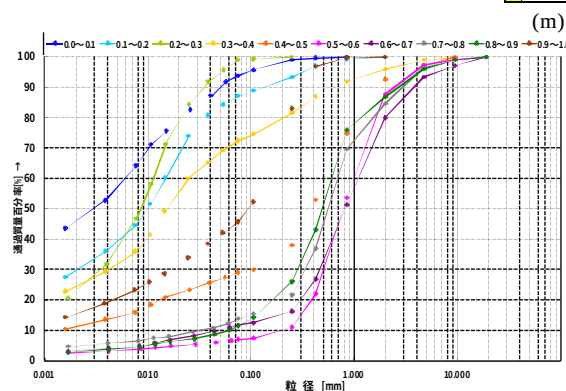


図-4. 平成 20 年測量 10km 地点粒度鉛直分布
(凡例は河床面からの距離を表す)

キーワード 非定常平面二次元解析, 水面形の時間変化, 土砂移動, 掃流力

連絡先 〒112-8851 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1611

ることが出来る。本研究では、近年の洪水の中で規模の大きい平成19年7月洪水を対象とした。図-4に対象洪水の各観測地点における観測水位の時間変化を示す。最干潮時に筑後大堰下流で洪水ピークが発生している。解析では、上流端境界条件に筑後大堰直下(22.8km)で観測された水位ハイドログラフを与えた。下流は、河道内から有明海への土砂移動を検討する為に、海域にも解析領域を設けた。河口(0.0km)で観測された水位が解析水位と一致する様に、最下流端の水位を遅れ時間を考慮して、動的に調整した³⁾。また、観測された若津水位観測所(6.8km)、六五郎橋水位観測所(14.6km)水位が解析水位と一致する様に抵抗分布を決定し洪水流解析を行った。水位上昇期における水面形の時間変化を図-5(a)に、ピーク付近の水面形の時間変化を図-5(b)に示す。実線は解析により求めた水面形の時間変化、プロットは観測水位を示している。図-6より、解析水位は観測水位を概ね再現できており、解析結果は洪水時の流れ場を概ね再現出来ていると考えられる。また解析により求められた筑後大堰下流の流量は4000 m³/sを超えており大きな出水であったことがわかる。

4. 洪水時の土砂移動の考察

解析により求めた無次元掃流力のコンターを図-7に示す。コンター図は10.0kmにおける砂の d_{60} 粒径(0.8mm)を河道内に存在する砂の代表値とし、無次元限界掃流力($\tau_{*c} = 0.05$)を超えた箇所のみを描写している。図-7(a)は7月7日1時の無次元掃流力コンター図で、この時間は有明海の潮位が満潮の時刻であり、図-5(b)に示す水面形の様に大きな水面勾配は付いていない。しかし、河床材料が主に砂で構成されている10kmより下流において、掃流力は砂の移動に十分な大きさとなっており、砂が移動していると考えられる。図-7(b)にピーク時刻(7月7日8時)の無次元掃流力コンター図を示す。ピークは有明海の潮位が干潮を迎えた時刻に発生しており、図-5(b)に示す様に縦断的に水面勾配が大きくなっている。そのため掃流力が大きく、有明海から上流までの広い範囲で無次元限界掃流力を超えていることが分かる。特に4km付近では、河床波が発生している区間であり、洪水時に砂が河床波を形成しながら有明海へ流出していると考えられる。

5. 結論と今後の課題

平成19年7月洪水に水面形の時間変化を解とした非定常平面二次元解析を適用し、洪水時の流れと土砂移動について考察を行った。河道内には多くの砂が存在し、砂の限界掃流力と、解析により求めた掃流力の大小関係から、砂の移動に十分な掃流力となっていることを示した。今後は洪水と河床変動を一体的に解析することにより、洪水時の砂の移動を定量的に評価していく予定である。

参考文献 1) 久保 石博基, 前田昭浩, 山口弘喜, 坂本哲治, 福岡健二, 渡邉英策, 筑後川感潮域における洪水流と土砂移動, 河川技術論文集, 第15巻, 2009.
2) 福岡健二, 洪水の物理と河道の設計法, 森山出版, 2005.
3) 内田龍彦, 福岡健二, 工藤孝男, 河川流域における利川・支川流入量ハイドログラフの合理的推定法, 河川技術論文集, 第15巻, 2009.

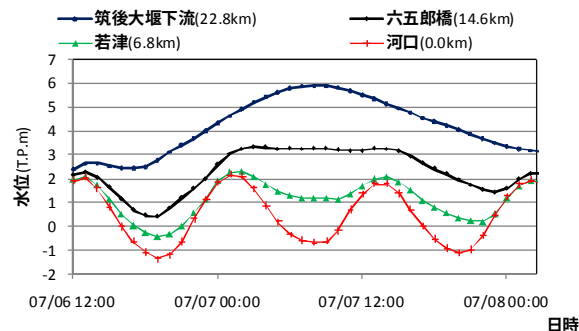
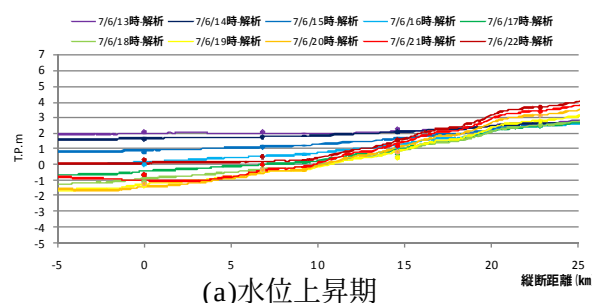
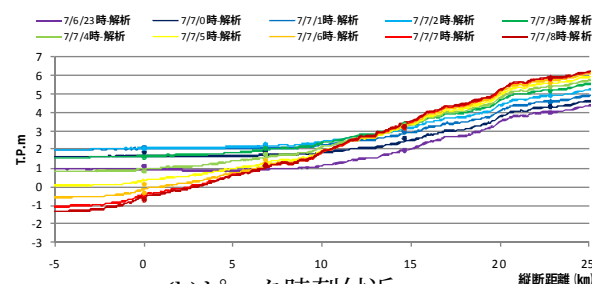


図-4. 各観測点水位ハイドログラフ

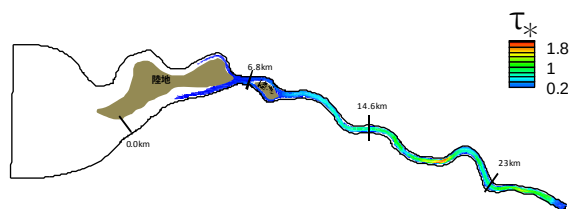


(a)水位上昇期

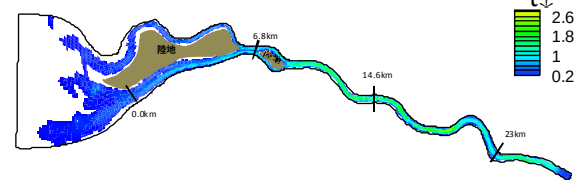


(b)ピーク時刻付近

図-5. 水面形の時間変化



(a).2007年7月7日1時(有明海満潮時)



(b).2007年7月7日8時(ピーク時)

図-7. 無次元掃流力コンター