

## 小丸川における混合砂礫河床の1次元変動計算と土砂収支に関する考察

○九州大学大学院工学部 学生員 宮崎 遼  
九州大学大学院工学研究院 正員 橋本 晴行  
㈱建設環境研究所 正員 原田民司郎

### 1. はじめに

宮崎県中部を流れる小丸川では、上流域ではダム堆砂の進行、中・下流域では局所的な侵食による河床低下、海岸域では海岸侵食など土砂管理上の問題が発生している。これらの問題はその要因や仕組みが複雑であり、個別領域による対応では限界がある。そのため、総合的な土砂管理の観点からの対策が必要である。総合土砂管理を進める上で、河道部における現状の土砂動態、特に「土砂の量と質」についての把握が重要である。本研究は、小丸川中・下流河道を対象とし、水位・河床高の観測情報をもとに、洪水時マクロな河床変動の実態、河床砂れきの粒度分布の変化、粒径別流砂量特性などを明らかにしたものである。まず、河道を混合砂れき河床とし、平野の交換層モデルをもとに1次元河床変動計算を行う<sup>1), 2)</sup>。次いで、それをもとに中・下流河道区間の土砂収支について考察する。

### 2. 流域の概要

小丸川は流域面積 474km<sup>2</sup>、流路延長 75km の一級河川である。図-1 に小丸川中・下流域の流域図を示す。比木橋付近（河口から 10.2km）から下流の区間における最近 40 年間の河床変動は、全区間で低下している。一方、2005 年 9 月の台風 14 号による災害の前後においては、大略、竹鳩橋より下流では侵食を、上流では堆砂の傾向を示している。



図-1 小丸川中流域及び下流域の平面図

### 3. 河床変動計算

計算対象区間は比木橋付近から河口までの長さ

10.0km の区間である。2003 年 1 月測量の横断方向平均河床高の縦断図を初期条件とし、2006 年 1 月測量の横断方向平均河床高の縦断変化を再現する河床変動計算を行う。その期間内に発生した洪水流の中から最大規模の洪水（2005 年 9 月の台風 14 号による洪水）について計算を行う。表-1 に洪水流の計算対象時間と河道条件を示す。

表-1 計算条件

計算対象時間	2005年9月5日 6時～9月7日12時
初期河床	2003年1月測量の河床高
時間刻み幅	$\Delta t = 0.5 \text{sec}$
空間刻み幅	$\Delta x = 50 \text{m}$
Manning粗度係数	$n = 0.035$
交換層厚さ	$a_* = 0.1 \text{m}$
交換層濃度	$C_a = 0.5$

#### (1) 基礎式と計算方法

流れを、長方形断面の非定常 1 次元漸変流とし、開水路非定常流の基礎式を採用する。ここに、河床は混合砂礫河床とし、流砂形態は礫河床の変化に有意に作用していると考えられる掃流砂のみを想定し、粒径別流砂量式は Meyer-Peter-Muller の式をもとにする。粒度分布の連続式は平野の式<sup>1), 2)</sup>を用いる。境界条件として、上流端では高城観測所の流量ハイドログラフを、下流端では河口での観測潮位を与える。初期条件は、初期時刻における流量と潮位を基に、不等流計算により求められた水位である。計算の底質モデルは、6 種類の異なった粒径粒子から構成されるものとする。それらは  $d_j = 0.00085, 0.00475, 0.019, 0.053, 0.075, 0.1 \text{ (m)}$  とし、その割合  $P_j$  は現地調査結果より決定した。粒度分布の初期条件は 1999 年調査の底質モデルを用いる。基礎式の差分化は MacCormack 法に基づいた<sup>3), 4)</sup>。

#### (2) 計算結果と考察

図-2 は高城、小丸大橋、御屋敷観測所の水位ハイドログラフの計算値と観測値の比較を示している。図-3 は河床高の縦断変化を示している。ここに、同図中の点線は洪水前の河床高、実線は洪水後の計算河床高、1 点鎖線は洪水後の実測河床高を示す。図-3 から、計算河床高は、0.5km～2.5km 4.5km～5.5km, 7km～8.5km の区間を除くと、概ね実測結果を再現していることが分かる。

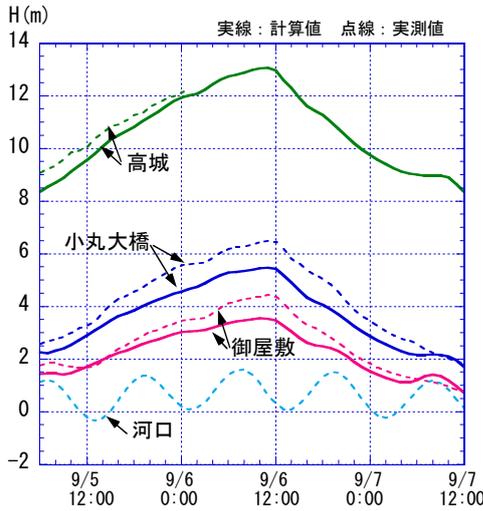


図-2 観測点における水位の時間変化

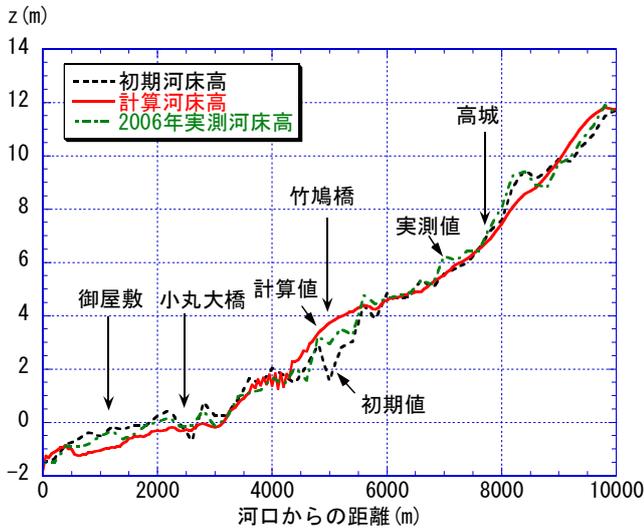


図-3 小丸川中・下流河道の平均河床高縦断面図

4. 土砂収支

河床変動計算の結果を用いて対象区間の土砂収支について考察する。図-4 に土砂収支の模式図を示す。洪水時に、上流から対象区間には  $734,000\text{m}^3$  の土砂が流入し、下流の河口から海岸域には  $733,000\text{m}^3$  の土砂が流出したと推測され、 $1,000\text{m}^3$  の土砂が堆積したものと評価された。しかしながら、1次元河床変動計算結果による評価は横断方向の平均河床高に基づくものであり、実際の河床変動量とは異なるものと考えられる。より厳密な評価を行うには、2次元河床変動解析が必要である。

図-5 は、上流端、河口においてそれぞれ流入、流出する粒径別流砂量を示している。上流からは、粗粒土砂が主として流入し、下流の河口から海岸域には、主に比較的小さな土砂が流出したことが推測される。



図-4 小丸川中・下流河道区間における土砂収支の計算

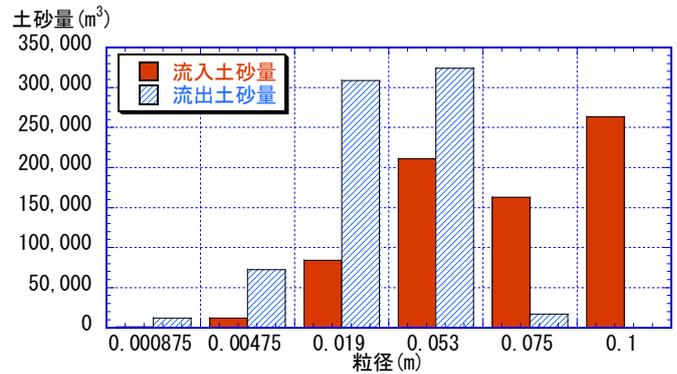


図-5 小丸川中・下流河道における流入・流出の粒径別土砂量

5. おわりに

本研究は、小丸川中下流河道を混合砂礫河床として、水位・河床高の観測情報から1次元河床変動の再現計算を行い、洪水時の土砂動態を推測した。その結果、河床変動の傾向は概ね観測結果と同様になった。本計算では、河道を直線の長方形断面とし、洪水流を1次元非定常流れとして解析した。また、流砂の形態としては掃流砂のみを想定し、浮流砂、ウォッシュロードは無視した。従って、計算の精度は自ずと限界がある。特に、1次元解析のため、観測河床高は横断方向に平均化された値を用いている。本研究は、研究の第一段階として、マクロな視点から「土砂の量と質」について小丸川の土砂動態を評価することを目指している。従って、本研究の計算もそのような観点からの考察には一助になるものと考えられる。今後は、1次元解析の精度向上を図るとともに、より厳密な評価を行うため、平面2次元混合砂礫河床の変動計算を行い、ミクロな局所的河床変動も考察できる精度の高い計算を行う予定である。

**謝辞:** 本研究に際して、小丸川の水位、河床高など種々の資料を国土交通省宮崎河川国道事務所より提供いただいた。また、河床変動計算に際しては、当時、九州大学大学院博士課程の高岡広樹氏（現：八千代エンジニアリング株）に助力を受けた。ここに記して謝意を表します。

**参考文献:** 1) 平野宗夫：土木学会論文報告集，第195号，1971年11月。2) 平野宗夫：土木学会論文報告集，第207号，1972年11月。3) Kichan Park, 橋本晴行：九州大学工学集報，第73巻，第6号，2000。4) 高岡広樹, 橋本晴行, 池松伸也, 下大迫博志：第4回土砂災害に関するシンポジウム論文集，2008年8月。