

遷移層が砂州の形状特性に与える影響

北海道大学大学院 学生員 中西哲
北海道大学大学院 フェロー 黒木幹男

1. はじめに

混合砂床においては河床変動に伴う各粒径の粒度分布を数値的に求めることが重要であり、従来より、河床面を含む河床表層(混合層あるいは交換層と呼ばれる)の概念がよく用いられてきた。この概念によると交換層下は常に元河床ということになる。しかしながら、実現象において交換層下には元河床ではない粒度分布が堆積した分だけ存在するはずである。そのため混合砂床上のある地点における河床表面層の粒度分布を解くためには交換層のみならず、交換層下の粒度分布が必要となる。

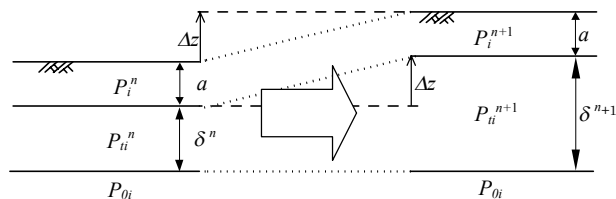
本研究では直線水路に混合砂の河床材料を用い、交換層下に存在する層を一時的な層(遷移層)としたモデルを導入することにより、遷移層または遷移層中の粒度分布が砂州の形状・挙動に対する影響を考察する。

2. 計算方法

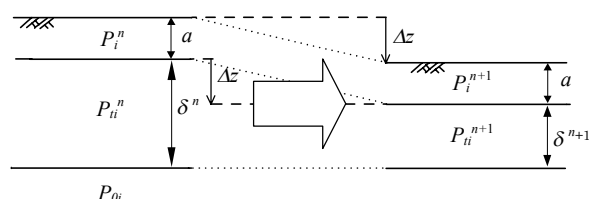
本研究では流れに関しては清水・板倉¹⁾と同様に、二次元浅水流モデルを用いる。各粒径の流下方向、横断方向の流砂量は粒径別の Meyer・Porter-Muller の及び式長谷川の式よりもとめる。各粒径の無次元限界せん断力 τ_{*ci} は浅田の式²⁾で求める。

各層における粒度分布は河床が上昇、下降の場合によって分けられ、また本研究では遷移層を考慮したため、河床下降の場合は河床変動量が遷移層厚よりも大きいか小さいか合計3つの場合について想定しなければならない。以上3つのケースのステップ n と次ステップ $n+1$ における概略図を図-1に示す。ここで、 a は交換層厚、 δ は遷移層厚、 z は河床高とする。また、粒径 d_i が交換層、遷移層、元河床に占める割合をそれぞれ、 P_i 、 P_{ti} 、 P_{0i} とした。各ケースの交換層中の粒度分布 P_i は(a)の場合、交換層下の粒度分布の影響を受けず、(b)の場合では遷移層の粒

(a) $\Delta z > 0$ のとき



(b) $\Delta z < 0$ かつ $|\Delta z| < \delta$ のとき



(c) $\Delta z < 0$ かつ $|\Delta z| > \delta$ のとき

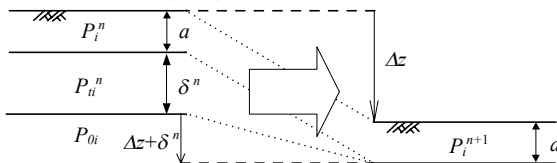


図-1 各ケースの概略図

度分布の影響を受ける。また、(c)では遷移層全体と元河床の粒度分布の影響を受ける。よって、各ケースの P_i は式(1)~(3)になる。

$$a \frac{\partial P_i}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_{Bsi}}{\partial s} + \frac{\partial q_{Bni}}{\partial n} \right) + P_i \frac{\partial z}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

$$a \frac{\partial P_i}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_{Bsi}}{\partial s} + \frac{\partial q_{Bni}}{\partial n} \right) + P_{ti} \frac{\partial z}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

$$a \frac{\partial P_i}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_{Bsi}}{\partial s} + \frac{\partial q_{Bni}}{\partial n} \right) \quad (3)$$

$$+ P_{0i} \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\delta^n}{dt} (P_{0i} - P_{ti}) = 0$$

遷移層中の粒度分布 P_{ti} は(a)の場合 Δz の P_i の影響を受け、(b)の場合侵食されなかった遷移層の粒度分布が次ステップの P_{ti} となるので変化しない。また(c)では侵食によって遷移層が消滅するため、 P_{ti} は存

キーワード： 混合砂 遷移層 交換層

連絡先： 〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目

在しない。以上より(a)、(b)の P_{ti} は式(4)、(5)のようになる。

$$\delta^{n+1} P_{ti}^{n+1} = \delta^n P_{ti} + P_i \frac{\partial z}{\partial t} dt \quad (4)$$

$$P_{ti}^{n+1} = P_{ti}^n \quad (5)$$

遷移層厚 δ は(a)、(b)の場合、 Δz だけ上昇または下降するので式(6)のようになり、(c)では遷移層厚 0 となる。

$$\delta^{n+1} = \delta^n + \frac{\partial z}{\partial t} dt \quad (6)$$

3. 計算条件

水理条件は流量 $Q=0.0114 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、水路長 $L=15 \text{ m}$ 、水路幅 $B=0.9 \text{ m}$ 、河床勾配 $I=1/250$ 、河床材料の水中比重 $S=1.65$ とし、黒木・岸³⁾の砂州

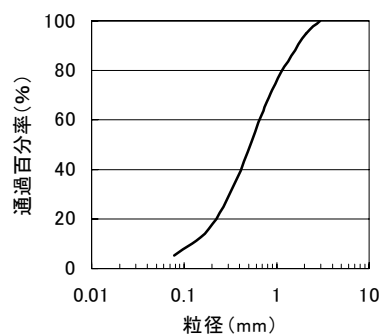


図-2 混合砂の粒径加積曲線

の形成領域区分では交互砂州が発生するものとした。粒度分布は図-2に示すような平均粒径が 0.9 mm である混合砂を与えた。以上の計算条件を用い遷移層を考慮しないケース、粒径が混合差の平均粒径 0.9 mm と等しい一様砂、表-1に示す合計3つのケースについて計算し、比較し考察する。

	遷移層	河床材料
Case1	考慮する	混合砂
Case2	考慮しない	混合砂
Case3		一様砂

表-1

4. 計算結果・考察

図-3に波高の時間変化を示す。Case1とCase2で大きな違いが見られる。また、今回の計算時間内ではCase1において波高は安定せずに上昇している。混合砂と一様砂の波高を比較した場合、計算経過時間1100分付近で一様砂と混合砂が逆転した。図-4は河床が安定したと思われる時間の河床コンター図を上流から 7.5 m の位置まで表したものである。15mの直線水路では各ケースとも砂州の波長は2波長と等しくなった。砂州形状に注目すると、Case1で

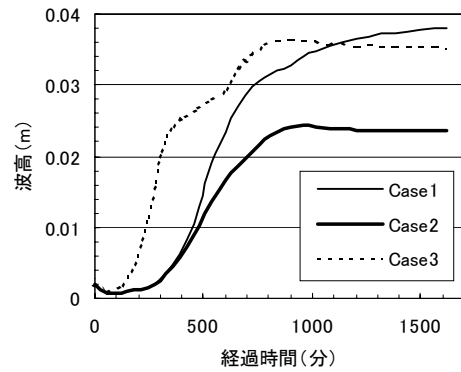


図-3 波高の時間変化

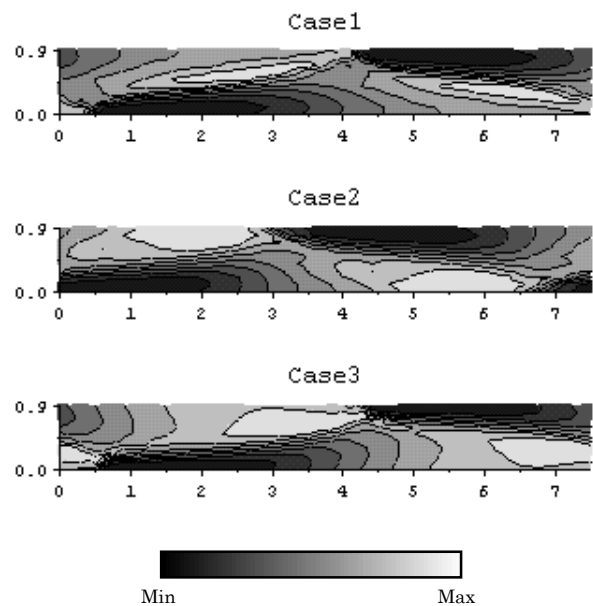


図-4 河床コンター図

は切り立った細長い形状となった。

5. 終わりに

本研究によって、波高、河床形状について遷移層の有無で異なる結果を得ることが確かめられた。広範囲に及ぶ粒度分布を有する河床材料では、その傾向はより顕著なものになると考えられる。今後の課題は、本研究のモデルもとにした精度の高い数値計算モデルを開発し詳細な検討をしていくことである。

参考文献

- 1)清水康行, 板倉忠興: 河川における2次元流れと河床変動の計算, 北海道開発局土木試験所報告 第85号, 1986.
- 2)浅田: 山地河川の流砂量と貯水池における堆砂過程に関する研究, 北海道大学博士論文, 1974.
- 3)黒木幹男, 岸 力: 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告集 第342号, pp.87-96, 1984