交互砂州の発生・発達過程における 底面位の伝播速度式の適用性

石原 道秀1)・安田 浩保2)

1) 新潟大学大学院 博士後期課程, 2)新潟大学 災害・復興科学研究所

為新潟大學

❖ 研究の背景・目的

- 交互砂州は波動現象として見做されているが、交互砂州の伝播性について不明
 - 既往の研究では、底面位zに関する双曲形偏微分方程式および伝播速度を定式化
 - 伝播速度式の適用性は未確認かつ、伝播速度の支配物理量は未解明
- 交互砂州の発生・発達過程における伝播速度式の適用性と支配物理量について検討

❖底面位の伝播速度の理論式

- 流砂の連続式、流砂関数、水面形方程式から底面位の双曲方偏微分方程式を導出
- 流砂関数はM.P.M式、水面形方程式は流れの非定常性を考慮した水面形方程式を使用

双曲形偏微分方程式

$$\frac{\partial z}{\partial t} + M \frac{\partial z}{\partial x} + M I_e = 0$$

z:河床高[m] s: 土粒子の水中比重

t:時間[s] g: 重力加速度 $[m/s^2]$ d:河床材料の粒径[m]

x:縦断方向の距離[m]

| 底面位の伝播速度式 |

$$M = \frac{(\tau_* - \tau_{*c})^{1/2} \sqrt{\text{sgd}^3 I_e}}{sd(1 - \lambda) \left\{ 1 - \frac{4}{9} \left(F_r^2 \right) \right\}}$$

M: 伝播速度[m/s]

 I_e : エネルギー勾配

 τ_* :無次元掃流力

非定常の水面形方程式

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{-\frac{3\lambda}{\partial x} - I_e}{1 - \frac{4}{9}Fr^2}$$

h:水深 [m]

u:縦断方向の流速 [m/s]

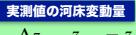
 $F_r = u/\sqrt{gh}$: フルード数

 τ_{*c} :限界無次元掃流力

λ:空隙率

❖底面位の伝播速度式の適用性の検証方法

- 交互砂州の発生条件で模型実験を実施
- 通水中に底面を時空間で高分解に計測
- 計測した底面の河床変動量と理論式によ る算定値の比較によって適用性を検証



$$\frac{\partial z}{\partial t} = -M \frac{\partial z}{\partial x} - MI_e$$

❖伝播速度式の適用性の検証

適用性の検証結果とその低下要因

- 伝播速度式の十分な有効性を確認
 - 交互砂州の発生後(60分)と発達後(240分) の Δ_{Z_*} が領域全体でほぼ100%以内
 - 粒径と同じ精度で河床変動量を予測
- Fr>1になる箇所では適用性が急激に低下
 - 要因はFr=1.5で伝播速度が無限に発散

伝播速度とその支配物理量

- o 伝播速度は時間と空間で広く分布を持つ
 - 平坦床時の伝播速度の空間分布は少ない
 - 交互砂州の発達にかけて空間分布が増大
- o 式形から支配物理量は I_p , au_* , F_r の三つ

