

第Ⅱ部門

粒子法による海岸堤防裏法尻洗掘シミュレーション

京都大学工学部	学生員	○樋口 優一
京都大学工学研究科	正会員	五十里 洋行
京都大学工学研究科	正会員	後藤 仁志

1. はじめに

津波越流時に海岸堤防裏法尻で発生する洗掘は堤防の主要な破壊要因として注目されている。粒子法による数値シミュレーションを用いて海岸堤防裏法尻の洗掘現象の解析を行い、流れ場と底面変動が相互に及ぼし合う影響について注目する。

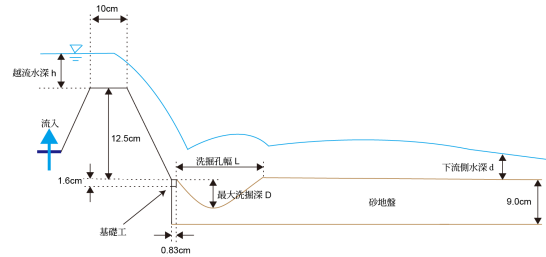


図-1 計算領域

2. 数値解析手法

本計算では、種々の高精度化手法を導入した ISPH 法^{1),2)}を基盤とした流体-地盤連成解析モデルを用いて計算を行った。土砂の変形は弾塑性モデルによって解き、一方で、移流拡散方程式によって浮遊砂の輸送も考慮する。

3. 津波越流時の海岸堤防裏法尻洗掘解析

(1) 計算条件

本研究では金子ら³⁾の水理模型実験と同様の条件でシミュレーションを実施し、本モデルの妥当性及び流れ場と底面変動の相互作用について議論する。計算領域は実験にならない図-1のように設定し、法面勾配 $S = 1 : 2$ 、越流水深 $h = 5.0 \text{ cm}$ の条件で計算を行った。

(2) 計算結果

図-2は最大洗掘深と洗掘孔幅についての時系列データである。洗掘孔幅については概ね実験値と近い値で推移しているが、最大洗掘深については実験値よりも低い値で推移している。これは、本モデルでは土砂が再堆積した際に地盤表面近傍の応力の回復が遅く、傾斜を維持するのに十分な強

度が得られずに埋め戻しが発生したためである。

金子ら³⁾は実験において異なる2つの流れ場 (Type I, II)を確認しており、本計算においても実験と同様に2つの流れ場が交互に発生しながら洗掘が進行した(図-3)。ここで、Type Iは主流が洗掘孔内に潜り込むような流れ場であり、Type IIは波状跳수가起こり洗掘孔内に時計回りの渦が形成されるような流れ場である。流れ場と底面変動の相互作用について、図-4のように面積比を定義し、それぞれの時系列データを図-5及び図-6に示す。図-5から、 $A1/A$ がおよそ0.7を越えるとType IからType IIへと遷移していき、また図-6から、 $A2/B$ がおよそ0.2を下回るとType IIからType Iへと遷移していくことが分かる。これについて、上流側面積比の増加は主流と底面との間隙の拡大を意味し、時計回りの渦が発達しやすくなることで流れ場がType IからType IIに変化する。一方、下流側面積比の減少は、砂堆高の低下および洗掘孔斜面の緩勾配化を意味し、主流が洗掘孔に衝突するようになり、上方に跳ね返った流れが次第に上流側に戻って流れ場がType IIからType Iに変化する。

Yuichi HIGUCHI, Hiroyuki IKARI and Hitoshi GOTOH

higuchi.yuichi.23u@st.kyoto-u.ac.jp

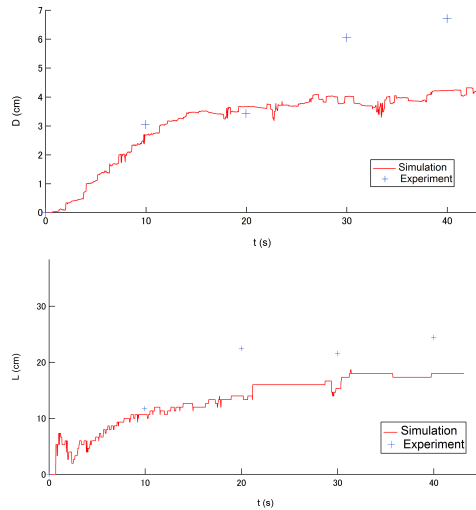


図 - 2 最大洗掘深，洗掘孔幅の時系列データ

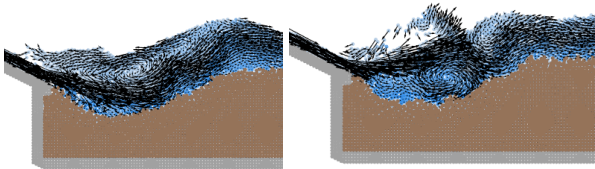


図 - 3 Type I 及び Type II の流れ場

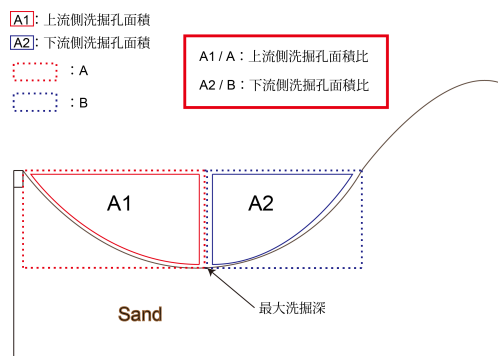


図 - 4 面積比の定義

4. おわりに

本研究では，粒子法を用いて津波越流時における海岸堤防裏法尻の洗掘解析を行い，既往の水理実験との比較を通して本モデルの妥当性を検証するとともに，流れ場と底面変動の相互作用について議論した。

今後はさらなるモデル改良を行うなかで，様々

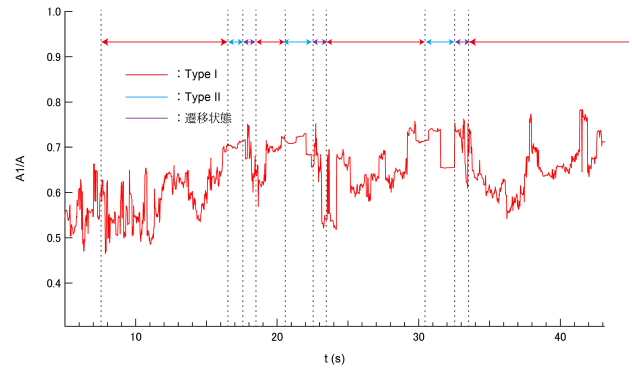


図 - 5 洗掘孔上流側面積比

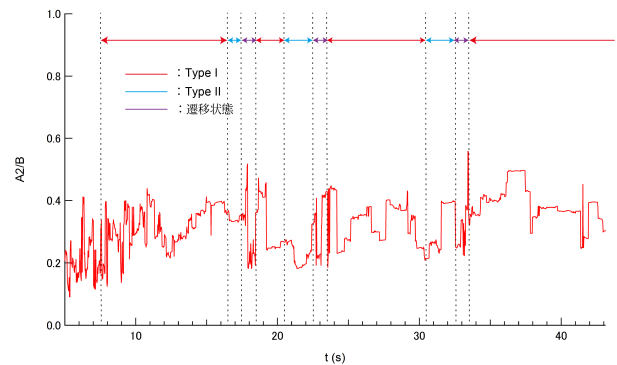


図 - 6 洗掘孔下流側面積比

な計算条件での数値シミュレーションを行い，洗掘孔形状と流れ場の関係性についてさらに議論を深めていきたい。

参考文献

- 1) 後藤仁志：粒子法 ―連続体・混相流・粒状体のための計算科学―，森北出版，289p.，2018.
- 2) 五十里洋行，後藤仁志，小林祐司，小西晃太：土運船による投下土砂の堆積形状予測に対する高精度固液混相型粒子法の適用性，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.74，No.2，pp.43-48，2018.
- 3) 金子祐人，三戸部佑太，田中仁，会田俊介，小森大輔：海岸堤防裏法尻の洗掘孔の発達過程と津波減勢効果に関する水理実験，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.73，No.2，pp.871-876，2017.