

捨石マウンドの透水性の違いに着目した混成堤周辺の洗掘現象

名古屋工業大学 学生会員 ○後藤 麻衣
名古屋工業大学大学院 学生会員 今瀬 達也, 伊藤 嘉
名古屋工業大学 正会員 前田 健一

1. はじめに

津波による洗掘現象については、地盤表層において、流体力によるせん断力と土粒子の有効重量とのつり合い条件に着目した掃流力や、浸透現象やダイレイタンスーによる地盤内部の応力変化に着目したメカニズム解明が進められている¹⁾。

本研究では、捨石マウンドの透水性が混成堤下地盤の変状に与える影響について、流速および地盤内応力変化に着目し、水路実験を行った。

2. 実験装置概要

図-1(a),(b), (c)に実験装置の概要及び実験時の洗掘の様子を示す。実験では長さ 2.0m×幅 0.3m×高さ 0.3m のアクリル水槽を用いた。水路上流より 1.0m を起点に長さ 0.5m×幅 0.3m×高さ 0.1m の土槽区間を設置し、地盤を堆積させた。それ以外の区間は不透水の実底床区間とし、海底床の摩擦を考慮して表面には平均粒径 $D_{50}=0.17\text{mm}$ の豊浦砂を付着させた。土層上部には捨石マウンド及びケーソン模型を設置し、水路側面に固定した。水路最下流部には止水壁を設け、実験初期の水位を調節した。流体の循環には水中ポンプを使用し、 0.1kl/min の流量を継続的に作用させた。実験時には小型間隙水圧計により地盤内の間隙水圧の計測を行った。

3. 実験の結果

3.1 実験ケース

表-1 に実験に用いた試料の代表粒径 D_{50} と D_{10} 、透水係数 k 、表-2 に実験ケースを示す。実験では、基礎地盤に豊浦砂を用い、相対密度が $Dr=40\%$ なるように作成した。捨石マウンドには2種類の礫材 A, B を使用し、捨石マウンドの透水性の違いによる洗掘現象の違いに着目した。また、地盤表面からの実験初期の水位を 20mm と 80mm に設定し、ケーソン模型の背後水位の違いによる洗掘現象の違いについて検討した。

3.2 洗掘の様子

case1 における洗掘幅上流 X_u 、下流 X_d 、最大洗掘深 $D_{s_{max}}$ の位置の時刻変化を図-2 に示す。また、ケーソン模型の上流側と下流側との水位差の時刻変化を図-3 に示す。

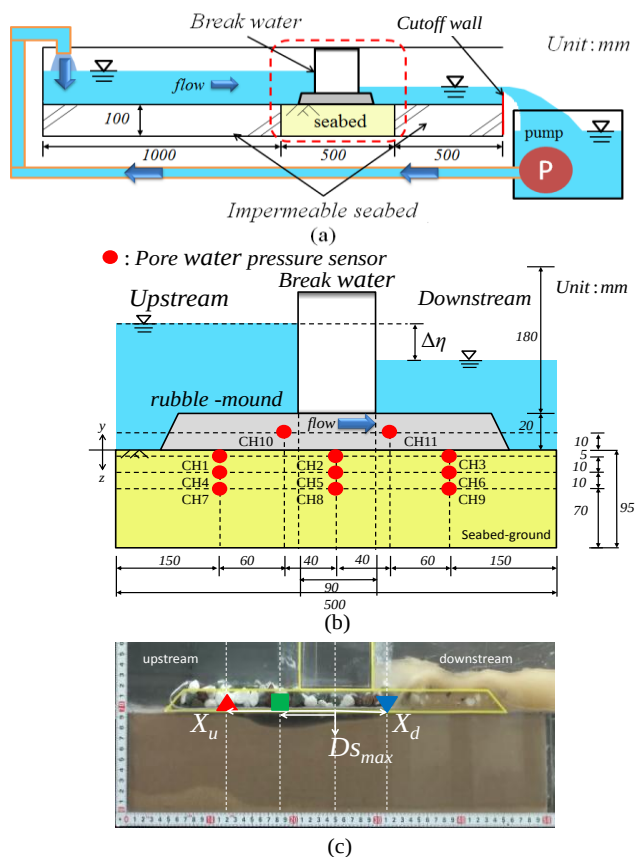


図-1 実験装置の概要及び実際の洗掘の様子

(a) 実験装置概略図, (b) 間隙水圧計設置位置, (c) 洗掘の様子

表-1 地盤材料の代表粒径 D_{50} 、 D_{10} および透水係数

地盤材料	豊浦砂	礫材 A	礫材 B
D_{10} (mm)	0.116	5.335	2.319
D_{50} (mm)	0.173	8.57	4.73
透水係数 k (cm/s)	2.21×10^{-2}	7.64×10^{-0}	6.04×10^{-0}

表-2 実験ケース

実験ケース	地盤材料	捨石マウンド材料	初期水位
case1	豊浦砂	礫材 A	20 mm
case2	豊浦砂	礫材 B	20 mm
case3	礫材 B	礫材 B	20 mm
case4	豊浦砂	礫材 A	80 mm
case5	豊浦砂	礫材 B	80 mm
case6	礫材 B	礫材 B	80 mm

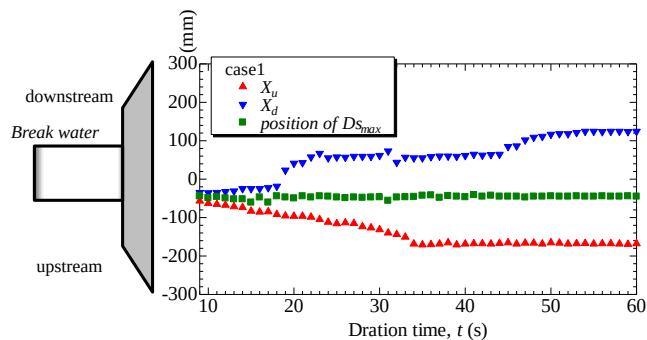


図-1 洗掘幅 X_u - X_d ・最大洗掘深 $D_{s_{max}}$ の位置の時刻変化

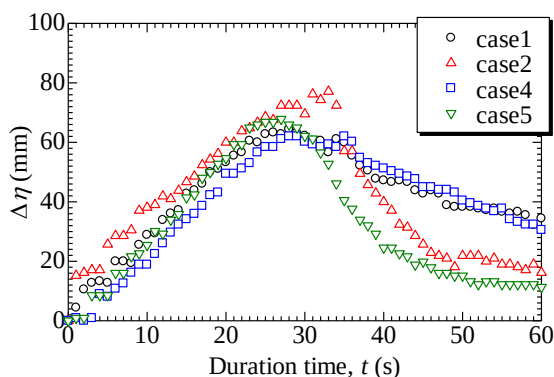


図-2 水位差 $\Delta\eta$ の時刻変化

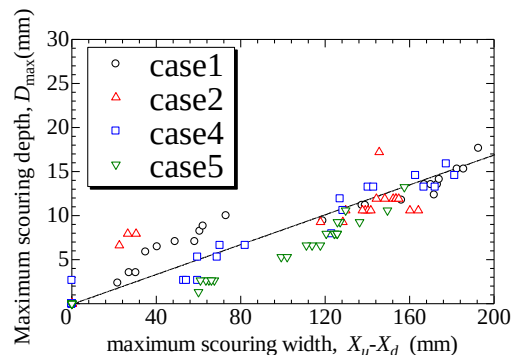


図-3 洗掘幅 X_u - X_d と洗掘深 $D_{s_{max}}$ の関係

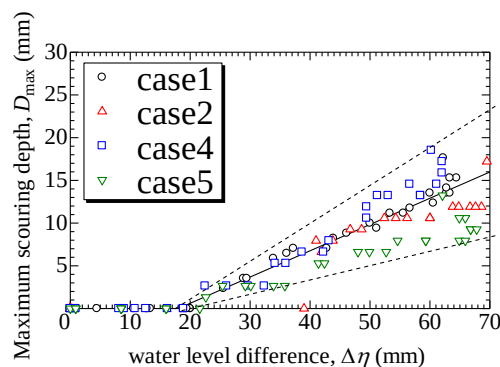


図-4 洗掘深 $D_{s_{max}}$ と水位差 $\Delta\eta$ の関係

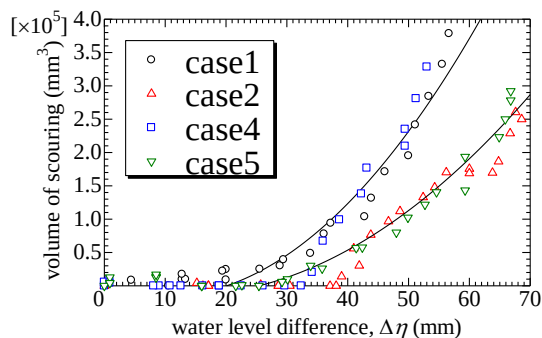


図-5 洗掘量と水位差 $\Delta\eta$ の関係

本稿では、この水位差を $\Delta\eta$ と定義した。水位差 $\Delta\eta$ は実験ケースによらず、実験開始から 30 秒前後まで上昇し、その後緩やかに減少した。水位差 $\Delta\eta$ の変動によって発生した、ケーソン模型直下を回り込む流れにより、捨石マウンドと基礎地盤の境界面に洗掘が発生した。この洗掘は、ケーソン模型前面の隅角部を起点とし、水位差 $\Delta\eta$ の変動に伴って上流から下流へと拡大した。最大洗掘深 $D_{s_{max}}$ の位置は、常に、洗掘の起点であるケーソン模型前面の隅角部であった。

3.3 洗掘深 $D_{s_{max}}$ と洗掘幅 X_d - X_u の関係

図-4 に洗掘幅 X_u - X_d と洗掘深 $D_{s_{max}}$ の関係を、図-5 に洗掘深 $D_{s_{max}}$ と水位差 $\Delta\eta$ の関係を示す。図-4 では、実験条件によらず、洗掘幅 X_u - X_d と洗掘深 $D_{s_{max}}$ には直線関係がみられた。また、図-5 では、深さ方向の洗掘は水位差 $\Delta\eta=20\text{mm}$ の時点から始まったことがわかる。このとき、洗掘深 $D_{s_{max}}$ と水位差 $\Delta\eta$ においても直線関係がみられた。このことから洗掘幅と洗掘深は水位差 $\Delta\eta$ によって一義的に決まるものといえる。次に、洗掘量と水位差 $\Delta\eta$ の関係を図-6 に示す。洗掘量は、洗掘断面から奥行が同じであると仮定して算出した。case1 と 4, case2 と 5 が同じ曲線を描くことから、初期水位の影響はほぼないといえる。しかし、捨石マウンドの粒径の違いによって、洗掘量に違いがみられた。この要因として、粒径の違いによる捨石マウンド内の流速の違いが挙げられる。この

ように、捨石マウンドの粒径の違いによって洗掘の進行度合いが変化することがわかった。

4. 結論

以上の結果から、捨石マウンドの透水性の違いにより、洗掘の進行度合いが変化することがわかった。このように洗掘の進行度合いに影響を与える要因について分析する必要がある。実験時に間隙水圧の計測を行ったが、基礎地盤内部に過剰間隙水圧の発生が確認された。今後さらに地盤内圧力分布の影響について検討する必要がある。

謝 辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金黄基盤研究(B)21360222 と基盤研究(B)21360222 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 今瀬達也・前田健一・伊藤嘉・三宅達夫・鶴ヶ崎和博・澤田豊・角田紘子(2012): 間隙圧の変化に着目した開水路流れ及び越流による洗掘メカニズムの実験的考察, 土木学会論文集 B2, vol.68, No.2, 2012, I_836-I_840.