

# バウスラスターによる岸壁直下の局所洗掘とその対策工に関する研究

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 篠田 陽介  
 名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 中村 友昭  
 名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 水谷 法美

## 1. 研究の目的

港湾のコンテナ化の進展とともに、港湾の活性化を目的として荷役作業の効率化が求められている。船舶の離着岸時間の短縮も港湾の効率的運用の実現の大きな要因になり得る。船舶には離着岸の効率化を目的としたバウスラスターが装着されていることが多く、バウスラスターによって側方への推進力を得て離着岸がスムーズに行えるようになる。しかし、バウスラスターによる強い流れは岸壁直下の局所洗掘を誘発し、岸壁の安定性に影響を及ぼすことから、その使用に制限が設けられることも少なくない。したがって、この洗掘現象を把握し、対策を行うことは、バウスラスターを制限無しに使用でき、離着岸を効率的に行う上で重要である。本研究は、水理模型実験と数値解析によるバウスラスターによる洗掘現象の解明と、袋型被覆材であるフィルターユニット（以下FUとする）による被覆工の岸壁直下における局所洗掘対策工としての有用性について検討を加えるものである。

## 2. 研究の内容

水理模型実験は平面水槽（30m×11m×0.8m）内で1/27スケールを想定して行った。水槽壁を岸壁に見立て、その前面に木製枠（2m×1m×0.21m）を設置し、 $d_{50}=0.1\text{mm}$ の砂を充填した（図-1）。なお、砂面上の静水深 $h_0$ は0.37mとした。バウスラスターによる水流（以下ジェット流と呼ぶ）を水平な塩ビ管を接続した水中ポンプによって発生させることでモデル化した。ジェット流の位置を砂面上0.13mとし（図-2）、ジェット流の噴出口と壁面の距離 $L$ を0.15mと0.45m、ジェット流発生時間 $t$ を60s

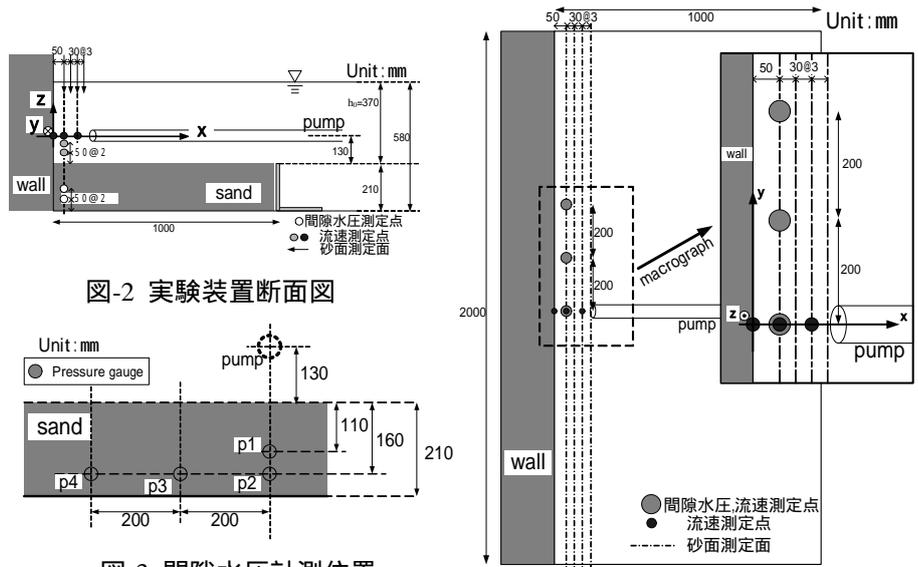


図-1 実験装置平面図

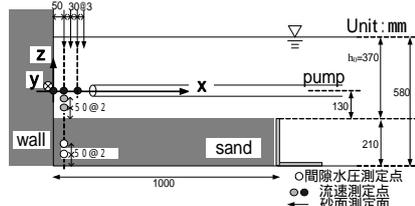


図-2 実験装置断面図

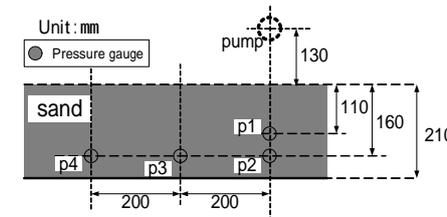


図-3 間隙水圧計測位置

と180sに変化させた。砂中の間隙水圧は $x=0.05\text{m}$ の位置で4点測定した（図-3）。局所洗掘対策工として捨石による被覆とFUによる被覆を行った場合、対策無しの場合を対象に、ジェット流による砂面の変化を計測した。

一方、地盤内間隙水圧の計算が行える中村ら（2007）と同様に、VOF法による計算手法を用いた数値解析も行った。さらに漂砂の計算にはRoulundら（2005）の手法を用いて地形変化の計算も実施した。この手法は、斜面上の砂粒子に作用する力の釣り合いを考えているため、斜面勾配がある場合に漂砂の方向が流れの方向と一致せず、転がり落ちる方向に若干偏るような現象も考慮できることが特徴である。

## 3. 主要な結論

図-4に示すように、壁面に近く、また、ジェット流の流軸（ $y=0$ ）に近いほど、洗掘深は深くなることが明らかとなった。また、洗掘対策として被覆材を使用する場合、洗掘量の比較から捨石よりもFUのほうが洗掘防止効果の大きいことが明らかとなった。これは被覆材設置の際に、捨石の場合は被覆材間の空隙が大きくな

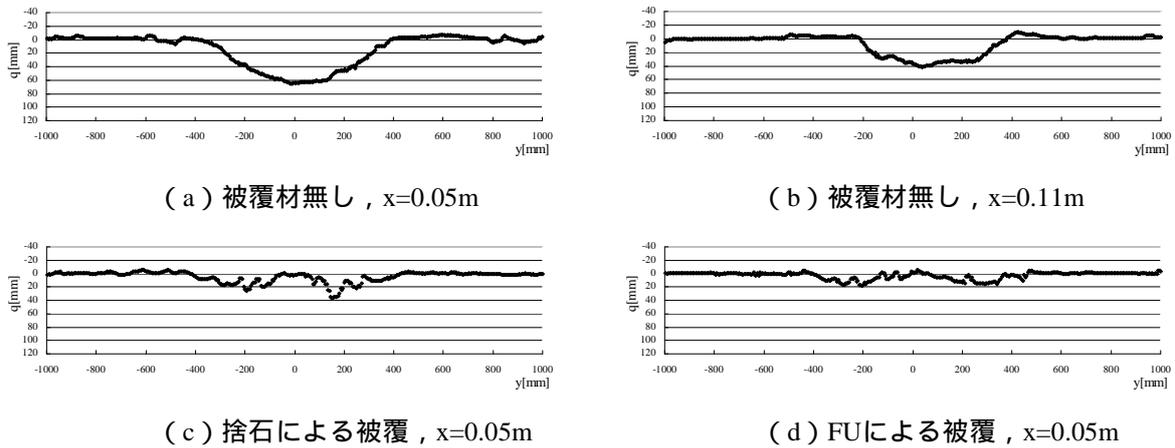


図-4 砂面の変化量の例 (t=60s, L=0.15m, ジェット流の流速v=2.5m/s)

り, そこから砂が吸い出され, 捨石層全般が沈下するとともに, 壁面方向へ捨石が移動するが, FUの場合は可撓性のために隙間がほとんど生じず, 下層の砂の吸い出しが抑えられることが差の原因であると考えられる。

図-5に洗掘状況やジェット流作用時の写真を示す。同図より, 洗掘は壁面近傍の領域で発生し, そこに安息角を満たすように周囲の砂が落ち込むようにして洗掘領域が拡大していくと考えられる。

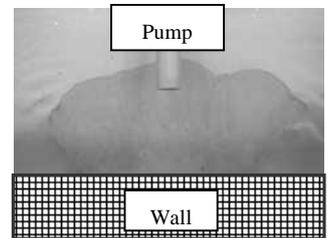


図-5 水流作用後の砂面の例

図-6に, 間隙水圧の時間変化を示す。ジェット流が作用すると, 流軸下部の砂層内の間隙水圧が上昇し, その後間隙水圧は消散する。また, 流軸下部の間隙水圧は洗掘の進行や局所的な液状化などにより深さ方向で大小の逆転現象が生じる。この現象は局所洗掘と密接に関係していると思われる。捨石による被覆

を行った場合, 間隙水圧は被覆材が無い場合と同様の特性を示すがFUによる被覆を行った場合, 間隙水圧はほぼ一定で安定している。したがって, 間隙水圧の観点からもFUによる洗掘対策の有用性が指摘できる。

図-7は本数値解析による洗掘深や間隙水圧の結果である。一般的に実験結果との対応は良好であり, 本計算手法の妥当性が指摘できる。

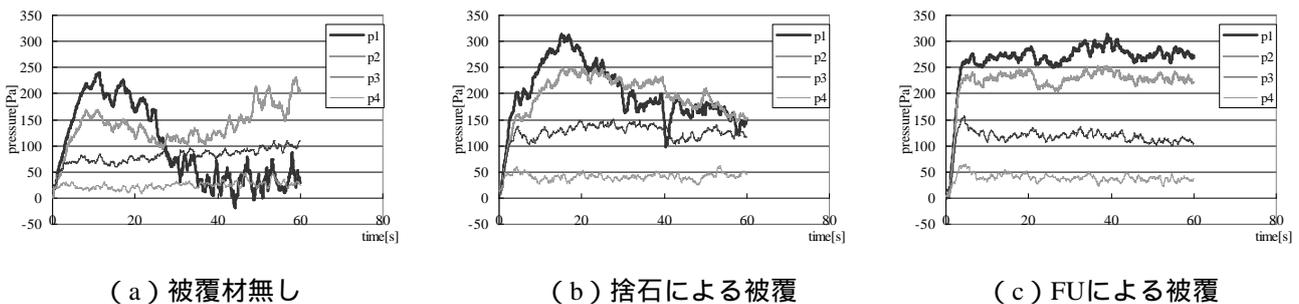


図-6 間隙水圧の時間変化 (t=60s, L=0.15m, v=3.0m/s)

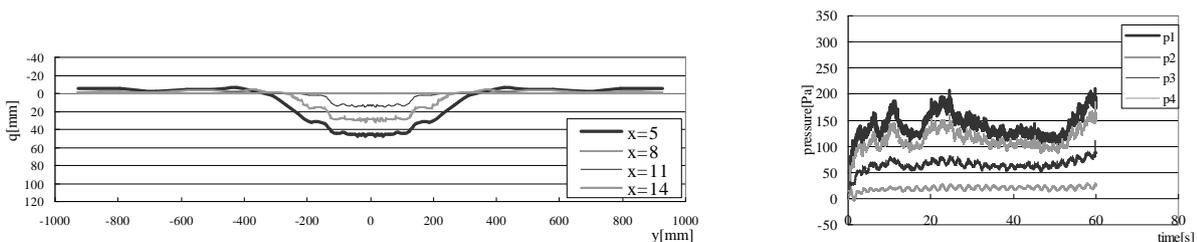


図-7 数値解析結果の一例 (左: 洗掘深, 右: 間隙水圧)

参考文献: 1) 中村友昭・倉光泰樹・水谷法美: 遡上津波による陸上構造物周辺の局所洗掘に関する研究, 海岸工学論文集, 第54巻, pp.856-860, 2007 2) Andreas Roulund・B.Mutlu Sumer・Jorgen Fredsoe・Jess Michelsen: Numerical and experimental investigation of flow and scour around a circular pile, J.Fluid Mech., vol.534, pp.351-401, 2005