

# 裏込め石内の水位変動が埋立土砂の吸出しに与える影響について

防衛大学校 学生会員 ○五百路俊介  
防衛大学校 正会員 多田 毅  
防衛大学校 正会員 重村利幸

## 1. はじめに

吸出し災害に関する本格的な取り組みは 1996 年に旧港湾技術研究所で開催された護岸シンポジウムで始まったと言ってもよいであろう。高橋ら(1996)は吸出しに関する広範な模型実験を行い、埋立土砂内に誘起される過剰間隙水圧の増大によって液状化現象が発生すると防砂シートの破損部から埋立土砂の落下が始まり、そこに空洞が形成されて行くことを報告した。しかし、当研究室(2002)では埋立土砂層が液状化する以前でも、裏込石内に誘起される水位の変動域で裏埋砂は防砂シートの破損部から顕著に落下し、その上部に空洞が形成されていくことを確認している。

本研究はこの事実をさらに定量的に検討するため、防砂シートを裏込石内の静水位附近でのみ破損させ、変動圧に対応させるためにピストンを用いて裏込石内の水位を周期的に変動させる事により、埋立土砂の落下量と空洞成長の経時変化を実験的に明らかにしようと試みたものである。

## 2. 実験装置及び方法

図-1 は縮尺 1/30 を想定して作製したケーソン式防波護岸のマウンド部とケーソン背後の模型である。模型は幅 15cm の 2 次元模型とし、両側の側壁は観察の便を考慮して厚さ 10mm の透明アクリル板を用いて作製した。ただし、側壁以外の部分は木製とした。マウンド用捨石及び裏込石には直径 10mm の透明ガラス玉を用い、埋立土砂には福島産の珪砂 5 号 (d50=0.31mm, 比重=2.64) を使用した。なお、裏込石層と埋立土砂層の間には両層を分離して、

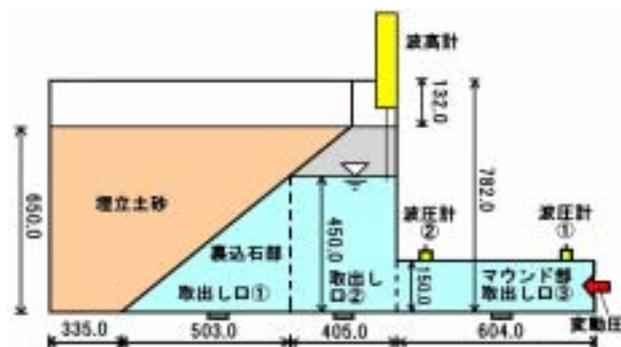


図-1 実験装置及び計器類の配置

防砂シートを敷くため、網目 1.27mm の金網を張った鋼製枠を設置した。防砂シートには市販の医療用ガーゼを用いることにし、これを金網上に展張、固定した。ただし、水深 45cm の位置を中心とする斜面上の長さ 2.0cm、幅 15cm の区間には防砂シートの損傷部を設けることにし、この部分のガーゼを切除した。

模型はマウンド及び裏込部にガラス玉を詰め込んだ後、防砂シート用のガーゼを敷き、水位が 60cm に成るまで注水した後、埋立土砂を水面から少量ずつ自然落下させて埋立部を作製した。計測器はマウンド入り口と出口に圧力計（共和電業 PGM-02KG 型）を設置し、ケーソン背後の裏込石層にはサーボ式波高計（計測技研株式会社）を設置した。なお、裏込石の上部は水位変動の抑制を防ぐ意味で、大気に開放した。

実験は直径 20cm の直立型シリンダー内の水位をピストンを用いて振幅 5cm、周期 1.93 秒で振動させることにより裏込石内に水位変動を誘起させて行った。波圧と水位の変動は、実験開始後 10 分毎にサンプリング間隔 10ms で計測し、PC 内に記録した。また、空洞の形成状況と埋立土砂の落下および堆積状況も側壁を通してカメラで同時に撮影した。実験は空洞上の埋立土砂層が落下するか空洞自体の成長が終了したとみなせる時点で取りやめ、空洞上方の埋立土砂を表層から深さ 1cm 毎削除しながら、空洞断面の写真撮影を行った。次いで、模型下方に設けた 3 個の土砂取出口（図-1 参照）から、それぞれガラス玉と落下・堆積した土砂を取

キーワード：防波護岸 吸い出し現象 水位変動

絡先：239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校システム工学群建設環境工学科

り出して両者を分離し、堆積砂については、それぞれ炉乾燥を行った。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3-1. マウンド内圧力と裏込石内の水位変動

図-2は、実験開始5分後に計測したマウンド内2箇所での圧力 $p$ と水位変動 $\eta$ との記録例である。この図から判るとおり、裏込石層の内部には波によって誘起される変動圧に対応するほぼ正弦波的な圧力が载荷重されており、同層内に振幅約6.5cmの水位変動が誘起されていることが判った。

#### 3-2. 落下砂量の時間的变化

図-3は3個の取出し口から回収した各落下砂量 $q_i$ および全落下砂量の経時変化を示す。データにかなりのバラツキはあるが、以下のような事実が明らかになっている。

(a) 落下砂量の約88%は、取出し口①から回収した量である。このことから、埋立土砂は防砂シート破損部の直下より取出し口①寄りに、あまり分散することなく堆積することを示している。

(b) 埋立土砂の落下率は空洞の初期形成期までは約10grf/min程度と小さいが、空洞が成長するに連れて落下率も急増し、空洞の成長がほぼ停止する60分以降では落下も停止する。

#### 3-3. 空洞の成長過程

図-4は、砂の落下によって埋立土砂層内に形成された空洞の経時変化を模型側面から撮影した写真から合成して表示したものである。また、写真1, 2は実験開始後80分後にできた空洞の砂の表面から各深さでの水平断面である。この写真から、実験開始80分後には底面幅約8cm、高さ約3cmの半円筒状の空洞ができることがわかった。

### 4. おわりに

本研究から、埋立土砂は裏込め石内の水位変動によっても明らかに落下し、そこに大きな空洞が形成されることが確認された。今後、変動圧の諸元や防砂シートの破損状況をさらに変えて、実験を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) 高橋重雄ほか(1996)護岸の吸出しに関する水理模型実験, 港湾技術研究所報告, 第35巻 No. 2, pp. 3-63.
- 2) 重村利幸ほか(2002)防波護岸背後からの土砂吸出しに関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 871-875.

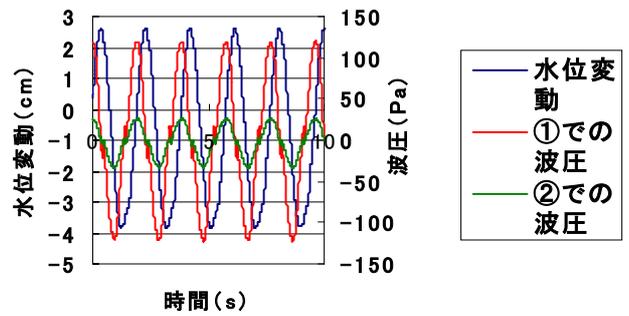


図-2 圧力および水位変動の記録例

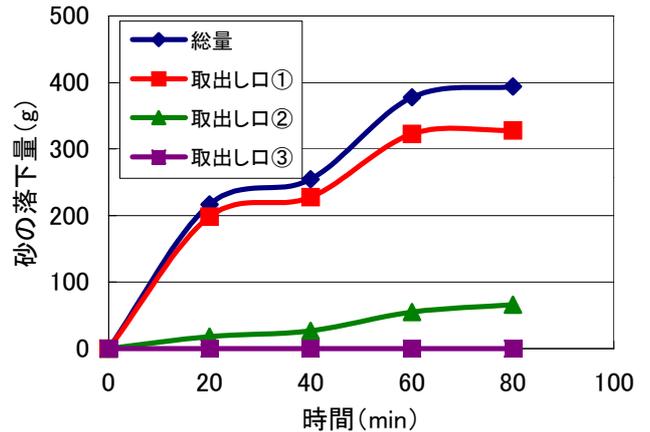


図-3 落下砂量の時間的变化

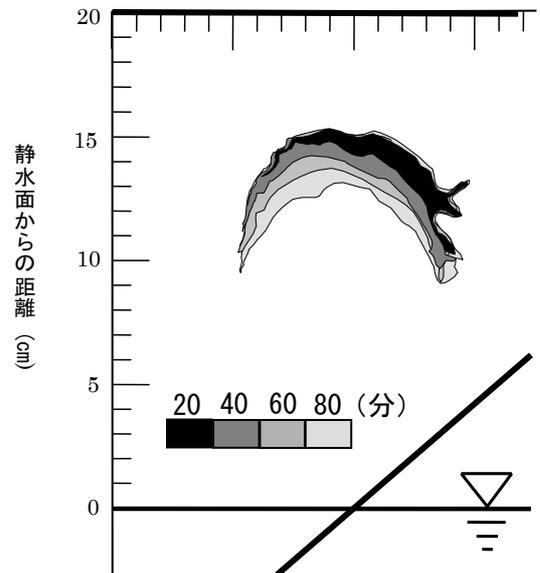


図-4 空洞断面の成長過程



写真-1

4cm での水平断面



写真-2

6cm での水平断面