

腐食孔を有する矢板式岸壁背後からの埋め立て土砂の吸い出し現象に関する一考察

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 福田 俊
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 フェロー 水谷 法美

1. はじめに：適切な維持管理がなされていない矢板式岸壁では、施工後長い年月が経過することで矢板の腐食が進行し、結果として腐食孔の発生に至る可能性がある。このような矢板式岸壁では、背後の埋め立て土砂が腐食孔から流出する吸い出し現象が生じる恐れがあり、そのために背後地盤が陥没した事例が報告されている。これまでに、ケーソン型防波護岸（例えば高橋ら，1996），海岸堤防（例えば山本ら，2015）等を対象に吸い出し現象の研究が行われてきた。しかし、腐食孔を有する矢板式岸壁を対象に埋め立て土砂の吸い出し現象を検討した事例は少なく（例えば中村ら，2014），吸い出し機構の解明には至っていない。本研究では、腐食孔を有する矢板式岸壁における埋め立て土砂の吸い出し現象を水理模型実験により考究する。

2. 水理模型実験の概要：図-1 に造波水路の概略図を示す。

同図に示すように、名古屋大学にある片面ガラス張り 2 次元造波水路（長さ 30 m，高さ 0.9 m，幅 0.7 m）を木製隔壁を用いて二分し、その片方にアクリル製の箱を設置した。アクリル製の箱の沖側面は図-2 に示す位置に腐食孔が存在する矢板式岸壁となっており、背後地盤は中央粒径 $d_{50} = 0.2 \text{ mm}$ の珪砂 6 号（トーヨーマテラン製）をアクリル製の箱に投入することにより造成した。なお、着脱可能なアクリル製パーツを取り付けることにより、任意の位置の腐食孔を塞ぐことができるようにした。そして、腐食孔位置を 5 パターン（A~D，A+B）変化させたとき、入射波高 $H_i =$ 約 0.5，約 1.0，約 2.0 cm，入射波周期 $T = 1.0, 1.8 \text{ s}$ ，静水深 $h = 40.0, 42.5, 43.5, 49.0 \text{ cm}$ の規則波を 24 時間作用させた。

このとき、図-3 に示す位置の水位変動，流速，地下水位，間隙水圧をそれぞれ電気容量式水位計（KENEK 製 CHT6-30），電磁流速計（KENEK 製 VM-801H），地下水位計（KENEK 製 CHT6-43-SQ），間隙水圧計（共和電業製 BPR-A-50KPS）を用いて造波開始直後とその後 1 時間毎に計測した。また、腐食孔からの埋め立て土砂の吸い出し状況を記録するために、腐食孔付近の背後地盤をデジタルビデオカメラ（VICTOR 製 GZ-HD7）により造波開始後 1 時間毎に撮影した。

3. 背後地盤内部の流動場：図-4 と図-5 に、造波終了直前における背後地盤内部での波高 H と間隙水圧の全振幅 p の空間分布を示す。ここで、 H_q は W2 の位置で計測された岸壁前面の波高， ρ_w は水の密度， g は重力加速度， x は矢板沖側面からの水平距離（岸方向を正とする，図-3 参照）である。図-4 より、全てのケースにおいて、最も沖側にある地下水位計 G1 の位置でも波高 H が岸壁前面の波高 H_q の約 4% 以下しかないと

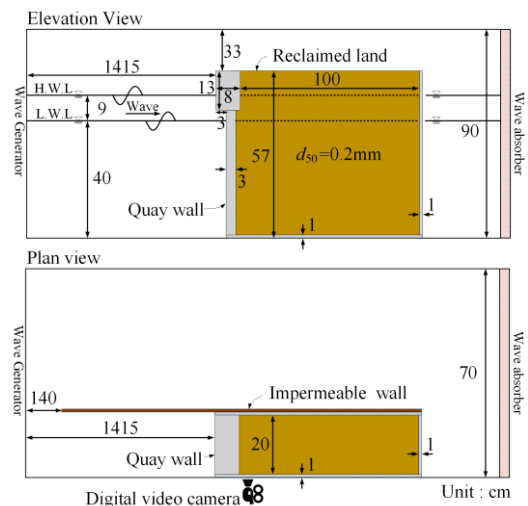


図-1 造波水路概略図

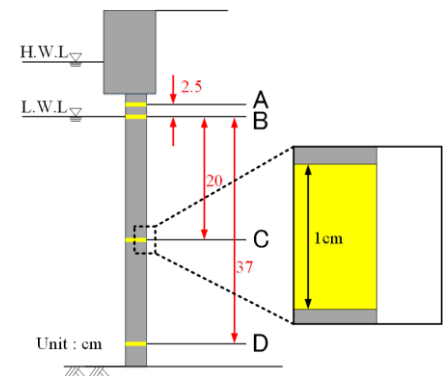


図-2 岸壁の腐食孔位置

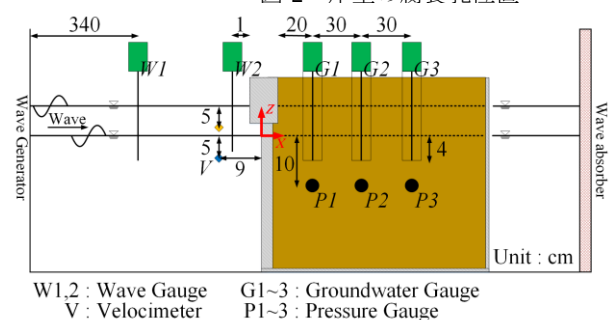


図-3 計測装置の設置位置

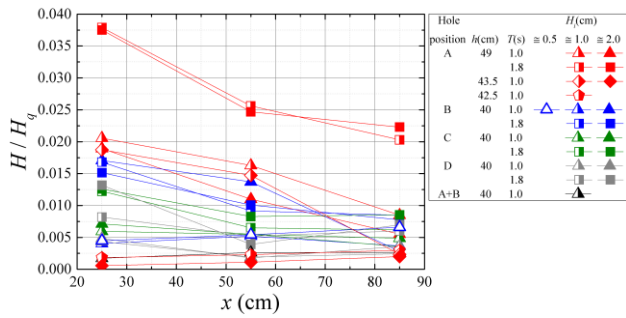


図-4 背後地盤における波高 H の空間分布

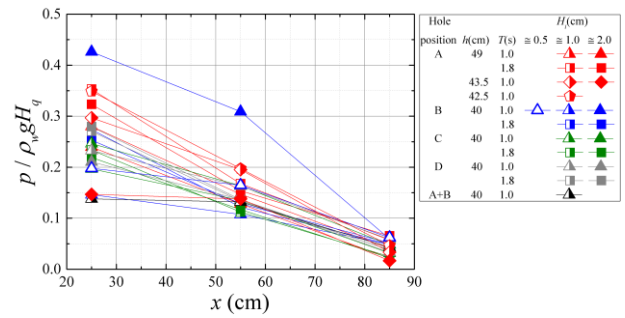


図-5 背後地盤における間隙水圧の全振幅 p の空間分布

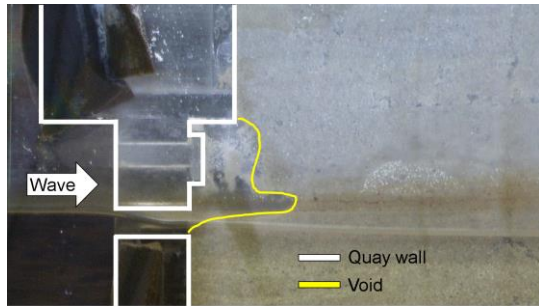


写真-1 背後地盤における吸い出し状況（空洞発生： $T = 1.0$ s, $H = 1.0$ cm, $h = 40$ cm, 腐食孔位置 B）

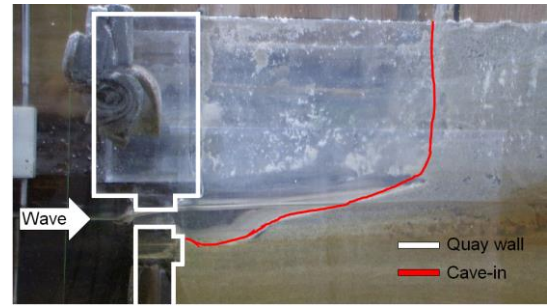


写真-2 背後地盤における吸い出し状況（陥没発生： $T = 1.0$ s, $H = 2.0$ cm, $h = 43.5$ cm, 腐食孔位置 A）

が分かる。また、G1 で H/H_q が非常に小さいケースの一部を除き、G1 よりも岸側では H/H_q がさらに小さくなっている。同様の傾向は間隙水圧の全振幅 p を示した図-5 から確認でき、矢板沖側面から離れるほど $p/\rho_w g H_q$ が小さくなっていることが分かる。以上より、腐食孔を有する矢板式岸壁背後の地盤内部では、波高は岸壁前面と比較して大幅に小さくなっていること、また間隙水圧の振幅は伝播とともに徐々に減衰していくことが確認できた。

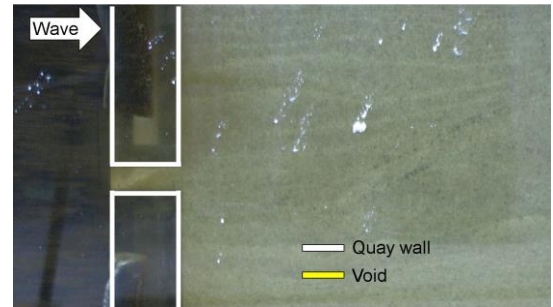


写真-3 背後地盤における吸い出し状況（吸い出し無し： $T = 1.8$ s, $H = 1.0$ cm, $h = 40$ cm, 腐食孔位置 C）

4. 背後地盤における吸い出し現象：写真-1 から写真-3 に、造波終了後に確認された背後地盤における吸い出しの状況を例示する。写真-1 に示すように、腐食孔が静水面と同じ位置にあるケースでは、入射波の波高や周期に関わらず、腐食孔背後の埋め立て土砂が沖側へ吸い出され、空洞が発生する現象が確認できた。また、腐食孔よりも若干高い位置に静水面があり、水位変動とともに腐食孔が空気中に周期的に露出するケースでは、腐食孔から大量の土砂が吸い出され、結果として背後地盤の陥没に至った（写真-2）。その一方で、腐食孔が常に没水しているケースでは、入射波の波高や周期に関わらず、実験中に土砂の吸い出しは発生せず、空洞も形成されなかった（写真-3）。以上より、本研究の条件の範囲では、腐食孔が静水面の位置にある、もしくは水位変動により腐食孔が空気中に周期的に露出する場合に土砂の吸い出しが発生し、吸い出し量が多い場合には背後地盤の陥没に至ることが判明した。

5. おわりに：本研究では、腐食孔を有する矢板式岸壁背後からの土砂吸い出し現象を水理模型実験により考究した。今後は、矢板式岸壁周辺の流動場、入射波の条件や腐食孔の位置が土砂吸い出し現象に与える影響等に対する考察をさらに進め、腐食孔からの土砂吸い出しの発生条件を明らかにしていく所存である。

参考文献：[1] 高橋ら（1996），港研技術研究所報告，35 巻，No. 2，pp. 3-63. [2] 中村ら（2014），土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol. 70，No. 2，pp. I_528-I_533. [3] 山本ら（2015），土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol. 71，No. 1，pp. 30-41.