

明石工業高等専門学校 学生員○ 岸 優希
 明石工業高等専門学校 正会員 鍋島 康之

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震では津波により港湾構造物に甚大な被害が発生した。特に津波が防波堤を越流することにより、直立堤背後の捨石マウンドが洗掘されて支持力を失い、直立堤が転倒する被害が多く見られた。本研究では、防波堤基礎としてサクシオンケーソン基礎を用いた場合に、津波による越流によって防波堤背後地盤の洗掘挙動を解明することを目的としている。

2. サクシオンケーソン基礎

サクシオンケーソン基礎とは、円筒形の基礎構造物であり、地盤に円筒基礎部分を貫入して防波堤基礎とするものである。サクシオンケーソン基礎はコンクリートまたは鋼製の構造物なので基礎自体が洗掘されることはなく、背面の地盤が洗掘されても根入れ部があるため、根入れ深さまで洗掘されない限り、波力に対して抵抗することができる。

3. 実験方法

本実験では、津波の越流による防波堤背後地盤の洗掘量および洗掘形状を計測するため、図1に示すような長さ1130cm、幅40cm、高さ40cmの断面水路を用いて、水平床に防波堤模型装置を設置した。水位は堰で調整し、ポンプで一定流量の流れを発生させることにより、防波堤を越流する津波を模擬した。実験条件は表1に、防波堤と一体となったサクシオンケーソン基礎模型の寸法を図2に示す。模型の奥行きは400mm、基礎幅100mmである。また、防波堤模型は転倒や移動しないよう、水路に固定している。砂地盤はあらかじめ水で満たした木枠（奥行き400mm、長さ600mm、高さ150mm）の上面から珪砂4号を自由落下させて作成し、完全に水で飽和した状態となっている。また、層厚は150mmとした。実験方法としては、通水前に地盤を撮影し、ポンプを用いて所定の流量を5分間発生させた後、水深等のデ

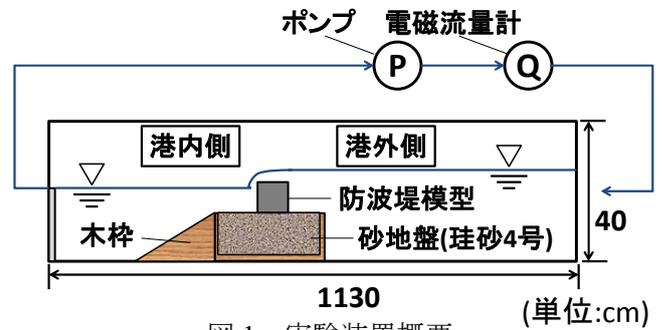


図1 実験装置概要

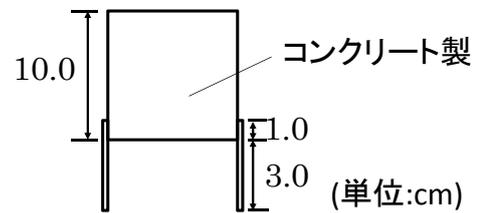


図2 サクシオンケーソン基礎模型

表1 実験条件

Case	根入れ	流量(L/s)
1-1	なし	3.40
1-2		5.65
2-1	あり	3.44
2-2		5.68

ータ計測を行った。また、越流による洗掘の様子を確認するため、動画の撮影も行っている。撮影した写真および動画をもとに画像解析を行い、洗掘形状を分析する。

4. 実験結果および考察

図3は防波堤背後地盤が洗掘されている状況である。図4は各実験ケースにおける砂地盤の形状を示している。図中に示している3種類の線は、通水前、洗掘最大時および通水終了時における防波堤背後地盤の形状である。Case1-1では通水前と洗掘最大時の洗掘形状を比較すると、越流により砂地盤が洗掘されるだけでなく、堆積も発生している様子がわかる。また、通水時間の経過とともに堆積した砂が削られ、通水終了時には堆積した砂の形状が変化している。その他のケースでも防波堤背後地盤において洗掘が

発生し、その背後で堆積する挙動を示していることから、洗掘・堆積挙動は流量や根入れの有無によって変化しないと考えられる。

次に、図4(a)のCase1-1と図4(b)のCase1-2を比較すると、流量が大きいCase1-2の方が防波堤背面側に近い位置で堆積が発生していることが分かる。また、洗掘の形状も異なっており、Case1-1において洗掘が発生しているエリアの範囲の方が長い。また、Case2-1と2-2でも同様の傾向が見られることから、流量が増加することで洗掘範囲は縮小することがわかる。そして、洗掘深さはCase1-1で1.0cm、Case1-2で1.1cm、Case2-1で1.0cm、Case2-2で1.0cmであった。表1で示すようにCase1-1、1-2とCase2-1、2-2では、流量が異なっているが洗掘深さの変化はあまり見られなかった。また、Case1-1とCase2-1では流量はあまり差がなく、防波堤の根入れの有無による差のみである。図4(a)と図4(c)の比較から、洗掘位置や洗掘深さが異なっていることが分かり、図4(b)と図4(d)でも同様のことが読み取れる。これは、根入れの有無によって洗掘深さが変化することを示している。また、堆積した砂の形状にも差が見られる。このことから、流量が増加すると、洗掘が発生するエリアの距離や深さが変化し、防波堤背面に近い位置で堆積が発生すると考えられる。そして、根入れの有無により洗掘量が増減することがわかる。

5. まとめ

本研究では津波による防波堤の越流を模擬し、サクシオンケーソン基礎背後地盤の洗掘形状および洗掘過程について検討した。以下に主な結果を述べる。

➤ 洗掘過程

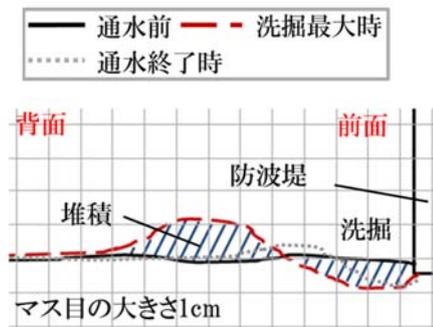
越流により防波堤背面直近で、砂地盤が洗掘され、洗掘と同時に洗掘された箇所の背後で砂が堆積する。また、時間の経過とともに堆積した砂が削られ、通水終了時には堆積した砂の形状が変化する。このような洗掘・堆積挙動は流量や根入れの有無にかかわらず変化しない。

➤ 洗掘形状

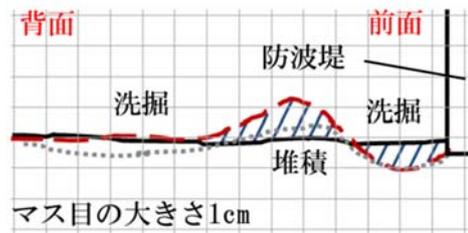
流量が増加すると、洗掘が発生するエリアの距離や深さが変化し、防波堤背面側に近い位置で堆積が発生する。また、防波堤背後の根入れにより洗掘量



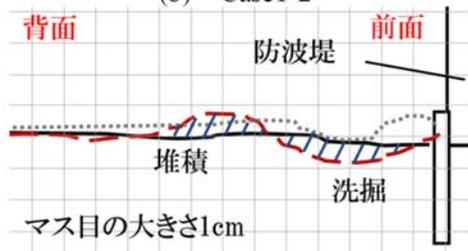
図3 背後地盤の洗掘



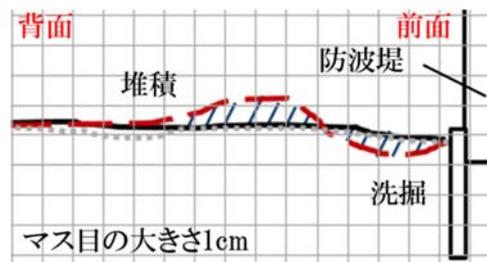
(a) Case1-1



(b) Case1-2



(c) Case2-1



(d) Case2-2

図4 防波堤背後地盤の洗掘形状

が小さくなり、堆積が減少する。

【参考文献】

- 1) 国土交通省, 新潟港湾空港技術調査事務所: サクシオン基礎の開発, <http://www.gicho.pa.hrr.mlit.go.jp/library/pdf/suction.pdf>, 2015年2月9日取得。