

防波堤背面に設置した没水型長周期波対策工の津波越流に対する安定性

株式会社不動テトラ 正会員 ○三井 順
 株式会社不動テトラ 正会員 田中 真史
 株式会社不動テトラ 正会員 松本 朗
 株式会社不動テトラ 正会員 半沢 稔

1. はじめに

多くの港湾において長周期波による荷役障害が問題となっている。その対策の一つとして、防波堤の港内側にマウンド形式の消波構造物を設置する方法が挙げられる。本研究で対象とした没水型長周期波対策工は天端が静水面に位置する構造であり、従来の干出型より高い消波機能を有することが確認されており¹⁾、越波に対する安定性も検討されている²⁾。一方、防波堤港内側にこのようなマウンド形式の構造物を設置することにより、津波波力に対するケーソン滑動抵抗の増大や越流によるマウンドの洗掘にかかる時間を稼ぐといった津波対策としての機能も有することが考えられる。

そこで本研究では、没水型長周期波対策構造物の津波波力に対する滑動抵抗力について検討するとともに、水理模型実験により越流に対する安定性を検討した。

2. 津波に対する滑動抵抗力の検討

対象とした防波堤断面を図-1に示す。津波波力は静水圧差による算定式³⁾、背面マウンドによる滑動抵抗力の増分は港湾の基準⁴⁾を基に算定した。越流水深と滑動安全率の関係を図-2に示す。捨石部のみが滑動抵抗に寄与するとして算定しているため、被覆材の層厚が薄い被覆ブロックのケースが最も滑動抵抗が大きくなっ

平面図（奥行き方向5倍で表示）

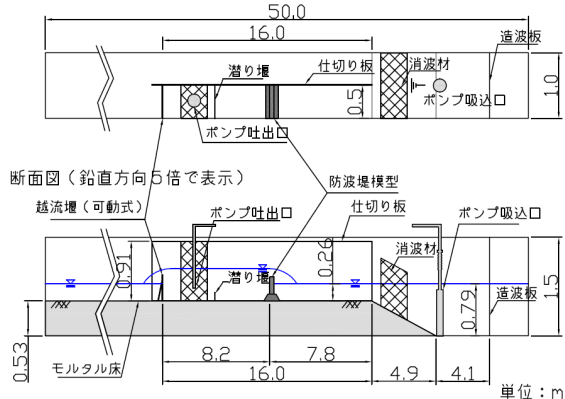


図-3 実験装置

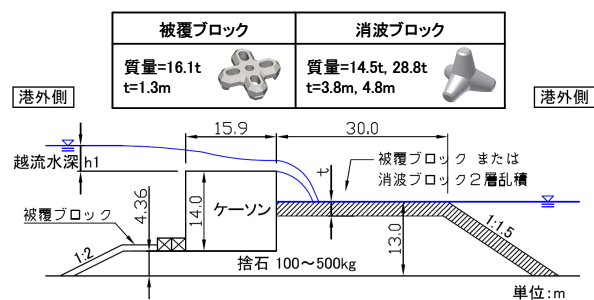


図-1 防波堤断面図

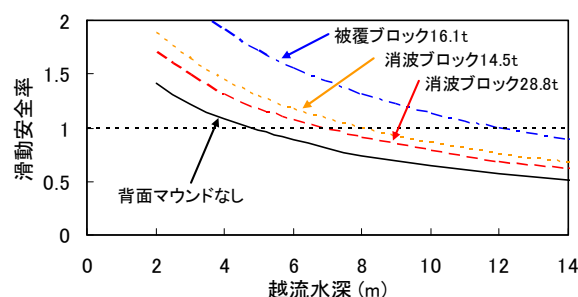


図-2 越流水深と滑動安全率の関係

ている。滑動安全率が1.0となる越流水深を比較すると、背面マウンドの設置による越流水深の増分は消波ブロックの場合2.0mから3.2m、被覆ブロックの場合7.2mであった。なお、後述のようにマウンドが越流により洗掘を受けると滑動安全率は低下する。

3. 安定実験方法

実験には長さ50m、幅1.0m、高さ1.5mの二次元水槽を使用した。実験装置を図-3に示す。水槽の水平床の一部を幅方向に2つに仕切り、手前側（幅50cm）に防波堤模型を設置した。水中ポンプを用いて定常的な越流を発生させた。津波の高さは防波堤模型の港外側に設置した越流堰の高さを変えることで調整した。

実験断面図は図-1に示したとおりであるが、背面マウンドの天端幅は15mと30mの2種類で実験を行った。ケーソン模型は津波作用により動かないように固定した状態で実験を行った。また、模型縮尺は1/50とした。

津波の高さは、越流水深の小さい条件から実験を始

キーワード 没水型長周期波対策工, 津波, 越流, 洗掘, 安定性, 滑動抵抗

連絡先 〒300-0006 茨城県土浦市東中貫町 2-7 (株)不動テトラ総合技術研究所 TEL:029-831-7411

め、現地量で0.5m刻みで越流水深を大きくしていった。津波の継続時間は、越流が定常状態となつてから現地量で15分間とした。港外側水位は防波堤前面から模型量で2mの位置、港内側は防波堤後面から2mの位置で計測し、ケーソン天端高を基準とした港外側の水位を越流水深として定義した。安定実験の際は、津波ランクごとに被覆材の積み直しは行わず、継続して次のランクの津波を作用させた。

4. 安定実験結果

実験結果を図-4に示す。消波ブロックの場合、ブロックが被災し始める越流水深とマウンドが洗掘される越流水深にある程度の幅があることがわかる。また、どのケースも天端幅が長い方が安定性が高かった。

港外側水位、背面マウンド高さ、および滑動安全率の時系列の例を図-5に示す。背面マウンド高さは、洗掘を受けて最も低くなっている位置の高さであり、滑動安全率は津波作用時のマウンド形状を用いて算出した値である。マウンド形状はビデオ画像を解析して求

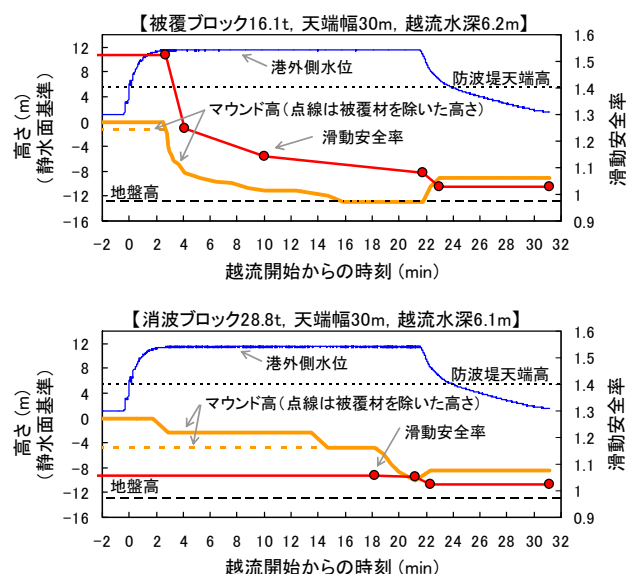


図-5 水位、マウンド高さ、滑動安全率の時系列

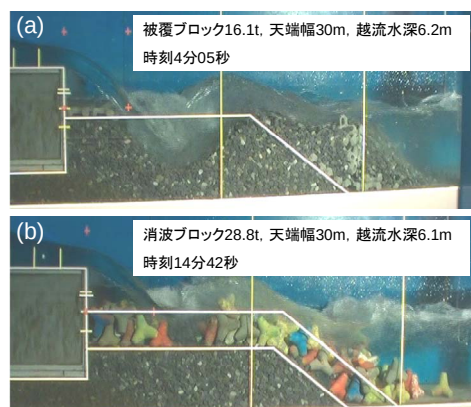


図-6 実験状況写真

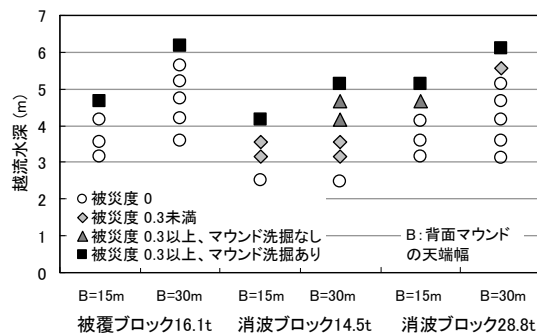


図-4 安定実験結果

めた。被覆ブロック（質量16.1t、天端幅30m）のケースでは、越流開始後2分30秒に天端部と法面全体のブロックが滑るようにして被災した。被災と同時に急激に洗掘が進行し（図-6(a)）、滑動安全率も急激に低下した。その後洗掘の進行は緩やかとなるが、時刻15分50秒にはモルタル床まで洗掘が進行した。滑動安全率は津波作用前の1.52から作用後の1.03へと大きく低下した。

消波ブロック（質量28.8t、天端幅30m）のケースでは、時刻2分頃に天端表層のブロックが離脱し、13分頃には天端底層のブロックが離脱した。底層のブロックが離脱した後も打ち込み位置背後に離脱したブロックが堆積することで、約3分間半は捨石部の洗掘は起きなかった（図-6(b)）。また、津波作用前後の滑動安全率はそれぞれ1.06、1.03であり、殆ど変化しなかった。これらの結果から、消波ブロックで被覆した場合はブロックの安定限界を超える津波に対してもマウンド洗掘の進行や滑動抵抗力の低下が緩やかであることがわかった。

5. まとめ

本研究では、没水型長周期波対策構造物の津波対策としての機能を明らかにするために、津波波力に対する滑動抵抗力について検討するとともに、津波越流に対する安定性を把握した。今後は、ケーソンの滑動を含めた実験を実施する予定である。

参考文献

- 1) 田中真史, 松本朗, 半沢稔 (2012): 没水型長周期波対策工の消波特性に関する実験的検討, 土木学会論文集B3 (海洋開発), 第68巻, pp.I_816-I_821.
- 2) 田中真史, 松本朗, 半沢稔 (2013): 混成堤背面に適用した没水型長周期波対策マウンド構造物の越波に対する安定性, 土木学会論文集B3 (海洋開発), 第69巻. (投稿中)
- 3) 国土交通省港湾局 (2013): 防波堤の耐津波ガイドライン (案), <http://www.mlit.go.jp/common/000235379.pdf>.
- 4) 日本港湾協会(編) (2007): 港湾の施設の技術上の基準・同解説, p.838.