

支持杭を有するスリット式離岸堤の洗掘特性—作用波の違いが及ぼす影響—

東洋建設株式会社 正会員 ○山野 貴司
 東洋建設株式会社 正会員 藤原 隆一
 明石工業高等専門学校 松島 翔子

1. はじめに

著者らは、3枚の鉛直スリット壁で構成された函体を鋼管杭により支持された低天端有脚式離岸堤(図-1参照)を開発し、消波特性や堤体に作用する波力、また局所洗掘の特性を水理模型実験により検証を行なってきた^{1), 2), 3)}。特に杭周辺の局所洗掘においては、構造物の安定性に重大な影響を及ぼすため、洗掘特性を把握する事が重要である。従来の壁状構造物における洗掘の実験的研究では重複波に起因する地形変化となることが示されているが、本構造形式のように消波工を杭で支持する構造に対する知見は少ない。そこで、著者らは二次元移動床実験により局所洗掘特性の検討を行なったが、不規則波と規則波を用いた場合に生じる構造物の前面における地形変化に大きな違いが生じることがわかった。本研究では、堤体周辺で発生した地形変化の特性を明らかにし、従来の知見を踏まえ、その原因を考察する。

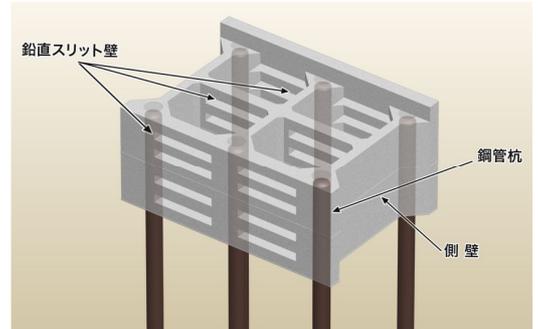


図-1 低天端有脚式離岸堤

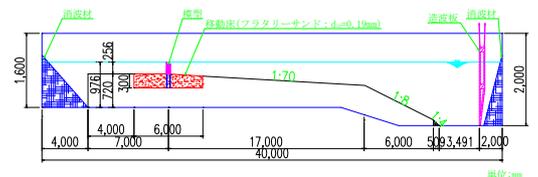


図-2 水路断面

2. 実験方法

実験は図-2に示すように水路内に仮設床を設け、一部を移動床とした。移動床は厚さ30cmとし、模型設置位置を中心として6mの長さで、中央粒径 $d_{50}=0.19\text{mm}$ のフラタリーサンドを用いて作成し、海底勾配は1/70とした。堤体は2函並べて設置した。実験ケースは表-1に示すとおりで、地形が安定するまで波を作用させた。実験中には各時刻の砂面高を可視化ガラスより測定し、実験終了後に地盤高を測定することにより洗掘形状、地形変化の特性を把握した。

表-1 実験ケース

ケース名	$H_{1/3}(\text{cm})$ $H(\text{cm})$	$T_{1/3}(\text{s})$ $T(\text{s})$	シールズ数 Ψ	$h(\text{cm})$	備考
I-1	15.2	2.19	0.31	25.6	不規則波
I-2	11.7		0.20		不規則波
R-1	15.0	2.19	0.31	25.6	規則波
R-2	7.3		0.09		規則波

3. 実験結果

3.1 洗掘形状の経時変化

図-3に、水路の可視化ガラスにて測定した断面地形の経時変化を示す。造波開始から10分で杭を中心とした洗掘が始まり、特に岸側の杭周辺での洗掘深が最大となる傾向は同じである。しかし、堤体の沖側では不規則波の場合では堆積しているのに対し、規則波の場合は逆に経過と共に洗掘が生じている。また、図-4に示すよう洗掘断面積 A の経時変化に着目すると、規則波の最洗掘断面積は不規則波の約1.5倍であった。

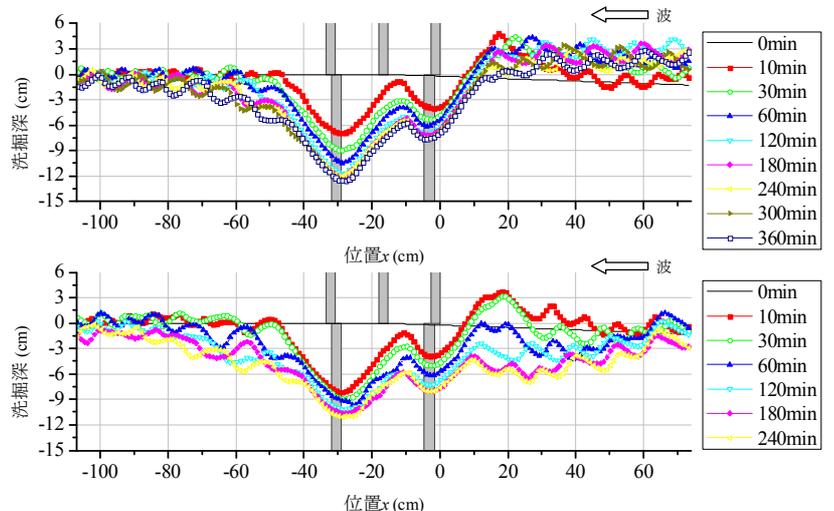


図-3 断面地形の経時変化(上段: ケース I-1, 下段: ケース R-1)

キーワード 局所洗掘, 低天端有脚式離岸堤

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 東洋建設(株) 鳴尾研究所 TEL .0798-43-5902

則波のそれに比べ、造波時間 240 分(有義波周期相当で約 6500 波相当)では 2 倍程度となっている。このように、不規則波に比べて規則波の地形変化量は大きく、地形変化のパターンも逆になるなど、作用波による違いが大きい。一方、無次元化した最大洗掘深 Z_s/D (D : 杭径) に着目すると、その経時変化は図-5 に示すようであり、造波時間 240 分(約 6500 波相当) 時点での最大洗掘深は、不規則波および規則波の場合であまり変わらず、最大洗掘深の発生する位置も岸側の杭の位置となっており、同じである。

3. 2 地形の変化

図-6 に、造波終了後の地盤高の変化を示す。堤体間の開口部 ($y=0\text{cm}$) および水路壁面付近 ($y=\pm 50\text{cm}$) に近い岸側の杭周辺で大きな洗掘が発生しているのが分かる。この洗掘には、堤体の開口部や水路壁付近での縮流効果により流速が増大することの影響が入っている。堤体から沖側の地形変化に着目すると、重複波による洗掘の発生限界を表す指標から L 型洗掘に分類されるケース (I-1, R-1) および N 型洗掘に分類されるケース (I-2, R-2) で、不規則波のケースでは重複波による洗掘と同じ地形変化となった。一方、規則波のケースでは $x/L=0.0\sim 0.4$ での地形変化が重複波による洗掘とは異なるものの $x/L=0.5$ 程度になると不規則波の場合と同じ地形変化となった。これらの違いは、従来示されている規則波の場合の位相干渉効果が不規則波のそれに比べて大きいことが影響したと考えられる。すなわち、規則波の場合、堤体前面で大きな底面流速が繰り返されることで底質の巻き上げが不規則波の場合に比べて大きくなり、それが沖向きの流れにより沖側へ輸送され、堤体前面の洗掘が大規模になったと考えられる。このように、規則波実験によって堤体周辺の地形変化を検討する場合、堤体前面の地形変化については注意をすることがある。

4. まとめ

二次元移動床実験により、低天端有脚式離岸堤の作用波による洗掘特性を比較し、規則波においては反射波の影響で堤体前面において不規則波の場合とは異なる大規模な洗掘が発生した。規則波による移動床実験では、洗掘の規模が過大評価となる可能性があり、注意が必要である。

参考文献

- 1) 藤原, 山野, 野村, 長山: 低天端有脚式離岸堤に関する実験的研究, 海洋開発論文集, 第 25 巻, pp.611-616, 2009.
- 2) 山野, 藤原, 野村: 低天端有脚式離岸堤の消波性能と波力特性について, 海洋開発論文集, 第 26 巻, pp.969-974. 2010.
- 3) 藤原, 山野, 野村: 低天端有脚式離岸堤の局所洗掘に関する水理模型実験, 海洋開発論文集, 第 27 巻, 2011 (投稿中).

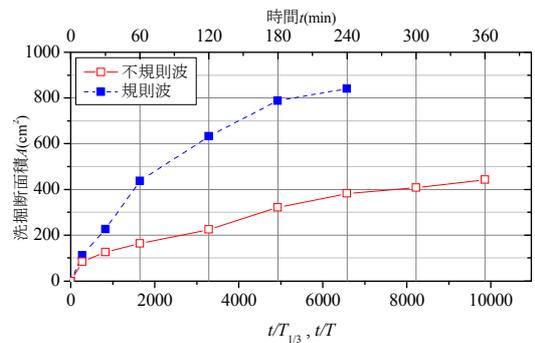


図-4 洗掘断面積の経時変化 (ケース I-1, R-1)

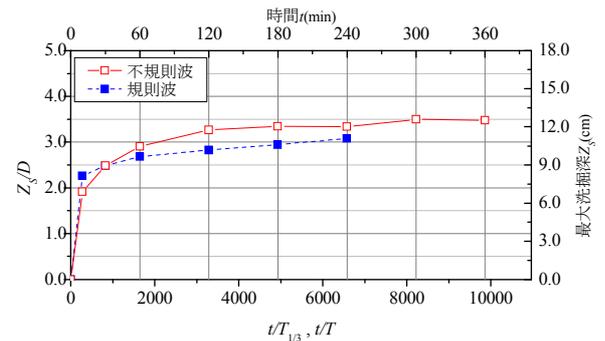


図-5 最大洗掘深の経時変化 (ケース I-1, R-1)

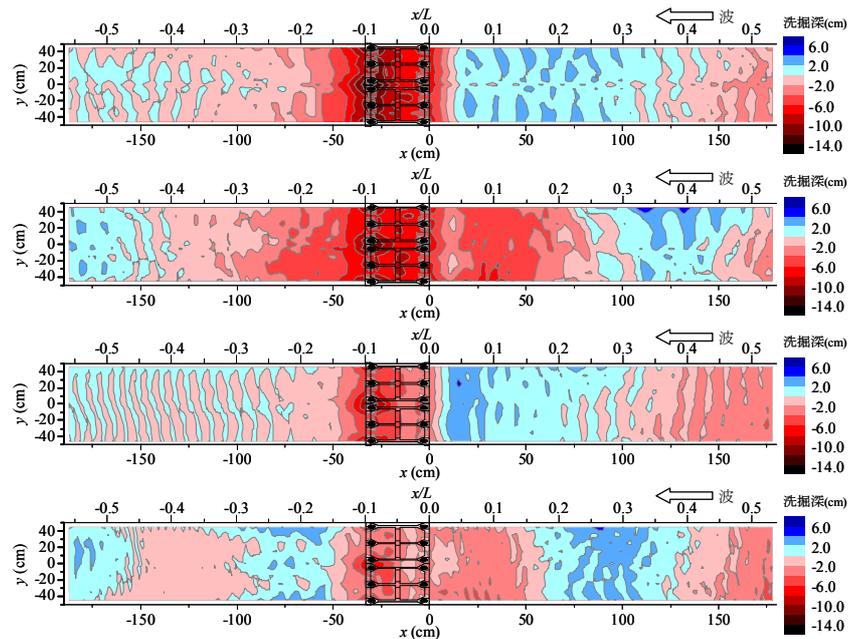


図-6 地盤高の変化 (上からケース I-1, R-1, I-2, R-2)