

拡幅部を有するモノパイル基礎の波・流れによる局所洗掘および対策工効果の実験的検討

五洋建設（株） 正会員 ○小林誠・松本正一郎・三好俊康・吉田誠・三浦成久・白可・片山裕之
正会員 肥後陽介・音田慎一郎・澤村康生

1. はじめに

海岸・海洋に設置される柱状の構造物が抱える問題の一つである局所洗掘は、構造物の安定性への影響が大きい。ため、着床式洋上風力モノパイル基礎においても、長期安定性の観点から洗掘対策が要求されている。しかし、実測は難しく、現象解明や対策工検討のため、多くの水理模型実験が行われている¹⁾。著者ら²⁾は、波・流れを外力とした移動床模型実験によりモノパイル基部の局所洗掘と、袋型根固材を用いた洗掘対策工敷設範囲の検討を行い、袋型根固材による洗掘対策効果と、洗掘対策工の必要敷設範囲は片幅 1.5D 程度であることなどを確認した。また、モノパイル基礎では水中で直径が変化する場合があるが、特に水中で拡幅する場合を対象に移動床模型実験を行ったのでこれを報告する。

2. 実験概要

水中で拡幅するモノパイル基部の波と流れによる局所洗掘の検討のため、幅 0.6m の 2 次元造波・還流水路において Dean Number を考慮した縮尺 1/35 の規則波による移動床模型実験を実施した（図-1）。水路中に、延長 4m×奥行 0.6m×高さ 0.23m の移動床を設置し、その中央に直径 D=10cm の透明アクリル製モノパイル模型を設置し、底面から 25cm の位置から高さ 23cm、直径 15cm の円筒形の拡幅部を設けた。移動床部分の水深は 0.45m（一様水深）とした。洗掘対策工は袋型根固材（現地換算で 8t 型）を使用し、洗掘対策工の敷設範囲は、モノパイル側面から全方位に片幅 1.5D とした。なお、洗掘対策工はモノパイル際の 1 列のみ 2 層、それ以外は 1 層とした。底質は粒径 0.1mm（8 号硅砂）を使用した（図-2）。

表-1：実験ケース一覧

種別	ケース名	波高 cm	周期 s	断面平均 流速 cm/s	底質 中央粒径 mm	モノパイル 径D cm	袋型根固材 敷設範囲	拡幅部 外径 cm
洗掘実験	Case1	19.1	2.0	—	0.1	10	—	—
	Case2	—	—	26.1	0.1	10	—	—
	Case3	19.1	2.0	17.4	0.1	10	—	—
	Case4	19.1	2.0	17.4	0.1	10	1.5D	—
	Case5	19.1	2.0	17.4	0.1	10	—	15
	Case6	19.1	2.0	17.4	0.1	10	1.5D	15
流速測定	Case3'	19.1	2.0	17.4	固定床	10	—	—
	Case4'	19.1	2.0	17.4	固定床	10	1.5D	—
	Case5'	19.1	2.0	17.4	固定床	10	—	15
	Case6'	19.1	2.0	17.4	固定床	10	1.5D	15

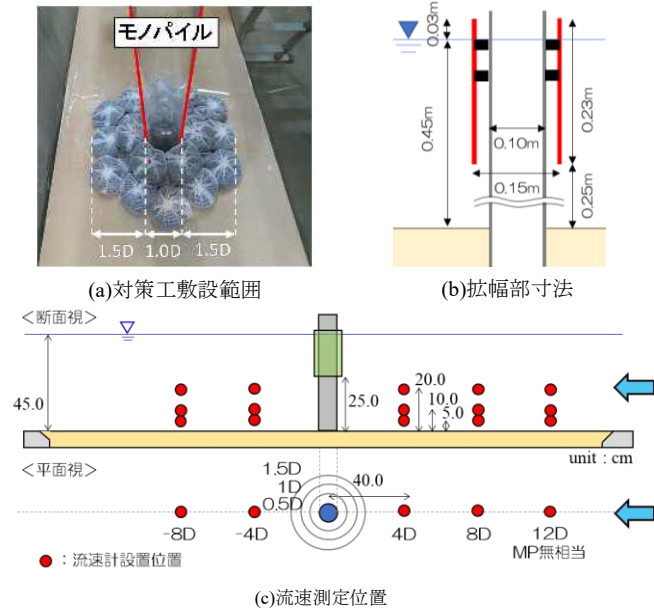


図-2：実験概要(2)

実験は波のみ、流れ (26.1 cm/s) のみ、波と流れ (17.4cm/s) を同時に作用させる 3 パターンと、拡幅部と洗掘対策工の条件を変化させた計 6 ケースを実施した（表-1）。波浪条件は日本海側の年最大波クラスを想定した規則波で、KC 数は 7.5 である。また、予備実験の結果、波と流れを同時に作用させると局所洗掘現象

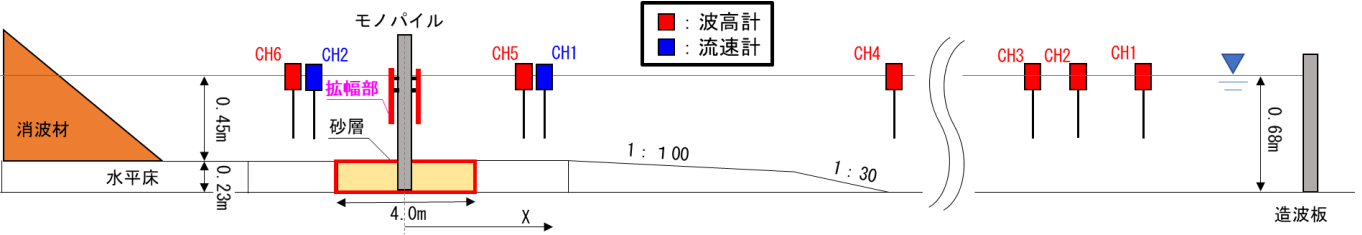


図-1：実験概要(1)（実験設備側面図）

キーワード：着床式洋上風力発電，洗掘防止工，水槽実験

連絡先：〒112-8560 東京都文京区後楽 2-2-8，五洋建設(株) 洋上風力事業本部技術部，TEL 03-3817-7587（代表）

は造波 4 時間程度まで継続していたため、造波時間は 4 時間として本実験の各ケースを実施した。

拡幅部・洗掘対策工による流速場への影響を確認することを目的とし、洗掘実験 Case3～6 と同様の条件で、固定床として流速測定を実施した（表-1、図-2）。

3. 実験結果および考察

(1) 移動床実験

Case1～Case3 の造波後の砂面を比較したところ、波のみでは全体的に地形変化があったものの杭周りは杭側面のみにわずかな洗掘が見られた。流れ(26.1cm/s)のみでは杭周りに局所的な洗掘が見られた。そして、波と流れ(17.4cm/s)の共存場では全体的な地形変化と杭周りの局所的な洗掘が見られた。Case3～Case6 の造波後の砂面を比較したところ、対策工無し・有りのいずれの場合でも、拡幅部の有無でモノパイル周辺の砂面には大きな違いは見られなかった（図-3）。従って、本実験の条件では、拡幅部の有無による洗掘現象への影響はほぼなく、いずれの場合も袋型根固材による対策工は有効であると考えられる。

(2) 流速測定

いずれのケースでも、モノパイル無しの流速分布（理論値）と比較するとモノパイル背面側の 4D の位置で流速が小さくなる傾向が見られる。また、拡幅部の有無により、中層以上の高さ 10cm 以上では流速に多少の変化があるが、底面に近い高さ 5cm の位置ではほぼ流速に変化がなかった（図-4）。従って、本実験の条件では、洗掘対策工への影響に着目すると、拡幅部の有無による流速場への影響は少ないと考えられる。

5. まとめ

本研究では、基礎検討としてモノパイルに拡幅部を設けた場合について断面水槽による移動床模型実験および流速測定を実施した。その結果、本実験の条件では、拡幅部の有無による洗掘現象や流速場への影響は見られず、いずれの場合でも袋型根固材による対策工は有効であることがわかった。

参考文献

- 1) 小林ら：袋型根固め材による洋上風力発電設備の洗掘防止効果と模型の縮尺効果に関する大規模水理模型実験，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.78, No.2, I_709-I_714, 2022
- 2) 青木ら：波・流れによるモノパイル基礎局所洗掘および対策工効果の実験的検討，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.78, No.2, I_475—I_480, 2022.

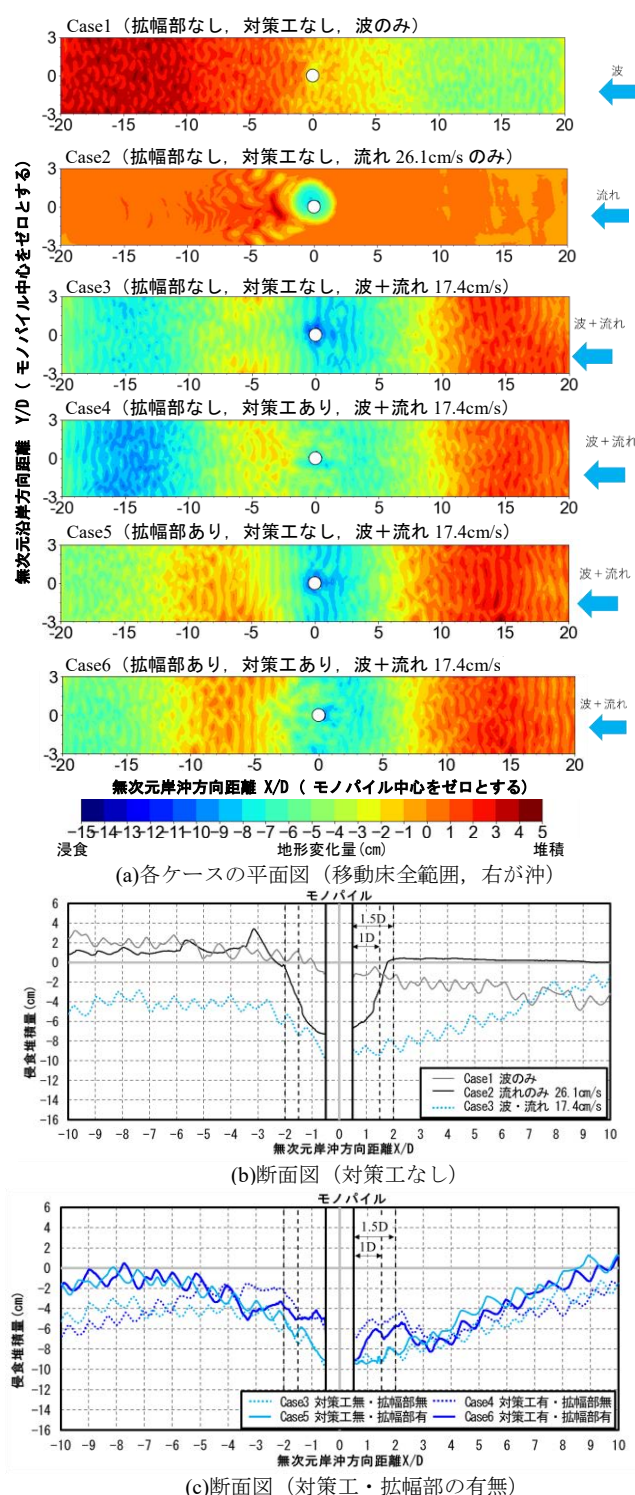


図-3：移動床実験結果

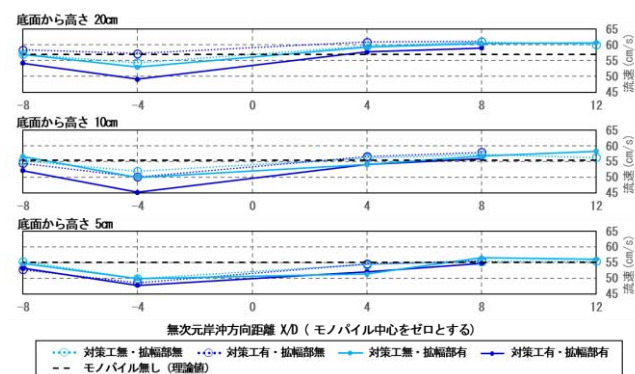


図-4：流速測定結果