

円柱構造物の配置条件が波浪場の土砂移動に与える影響

豊橋技術科学大学 学生会員 ○牧野 凌弥, 高柳 林太郎, 岡本 遥河
豊橋技術科学大学 正会員 松田 達也, 三浦 均也

1. 緒言

洋上風力発電のモノパイル基礎をはじめとする大口径構造物を対象として、波浪による底面せん断力（掃流力）と海底地盤内の有効応力応答を考慮した構造物周りの洗堀・堆積現象について造波水路実験により検討した。特に、円柱径波長比（ D/L ）や円柱径に対する円柱間距離（ l/D ）をパラメータとして違いを比較した。

2. 造波水路実験の概要

2. 1 実験装置および実験模型の概要

2次元造波水路を用いて、フルード相似則に従い、縮尺比 1/25 で実験を行った。全長 25.0m の造波水路内に長さ 2.7m、幅 0.6m、高さ 0.2m の移動床区間を設け、移動床より沖側には 1/10 勾配の不透水斜面を設置した。本研究では、図-1 に示すような入射波の波向に対して直交で、かつ等間隔に設置された円柱構造物を想定し、その一部を移動床区間内でモデル化した。実験は側壁に対して写像条件とし、円柱構造物は半円柱とした。また、設置した円柱底部は水路に定着させ、頭部を水面より突出させた着底頭出型とした。波の進行方向に対して二基設置した場合を想定し、円柱構造物間距離を変化させた際の移動床変化について検討した。

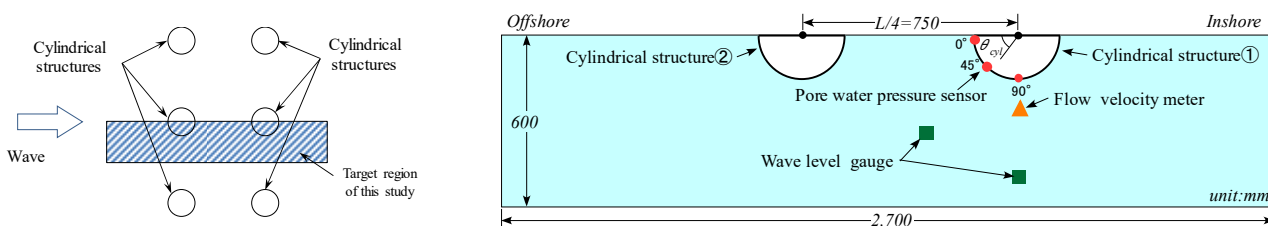


図-1 円柱構造物周辺での計測機器の設置位置：対象領域，（左）；移動床区域と各計測機器の配置，（右）

2. 2 実験条件およびデータ計測

表-1 に実験条件を示す。円柱径 $D=0.2\text{m}$, 0.4m の 2 種類を用いた。すべてのケースにおいて 1 つの構造物を円柱の中心が移動床沖側から 1800mm に設置し、もう一方の構造物を、Case 1-1 では円柱間距離 $l=375\text{mm}$, Case 1-2, Case 2-1 では円柱間距離 $l=750\text{mm}$ となる沖側の位置にそれぞれ設置した。移動床には Dean Number を適用した地盤材料（三河珪砂 8 号： $D_{50}=0.09\text{mm}$ ）^{1), 2)}を用いて、水中落下法により相対密度 $D_r=80\%$ となるように堆積させた。波浪条件は海岸波動（土木学会）³⁾を参考に、周期 $T=1.6\text{s}$ で波高 $H=0.11\text{m}$ の規則波とした。すべてのケースにおいて 2400 波载荷した。

波高計と流速計を円柱周辺に設置し、地盤内に間隙水圧計を半円柱の沖側を $\theta_{cyl} = 0^\circ$ とした時（図-1）、 0° および 45° の位置に地盤深度 $z=0\text{m}$, 0.025m , 0.05m , 90° の位置に $z=0\text{m}$, 0.025m の計 8 箇所を設置した。また、超音波式砂面計を用いて 100, 200, 400, 600, 1200, 2400 波時に造波を停止し、移動床地形を計測した。

3. 実験結果および考察

3. 1 2400 波载荷後の移動床変化

図-2 に各ケースにおける 2400 波载荷後の移動床変化を示す。コンターは、初期地形からの差分値を示して
キーワード 円柱構造物, 波浪, 底面せん断力, 有効応力, 土砂移動

連絡先 〒441-8580 愛知県豊橋市天白町雲雀ヶ丘 1-1 TEL:0532-44-6849 E-Mail:t.matsuda@ace.tut.ac.jp

表-1 円柱構造物周辺での計測機器の設置位置

Cases	Number of structures	Diameter of structure, D (m)	D/L	l/D	H (m)	T (s)	L (m)
Case 1-1	2	0.2	0.074	1.875	0.11	1.6	2.7
Case 1-2				3.75			
Case 2-1		0.4	0.148	1.875			

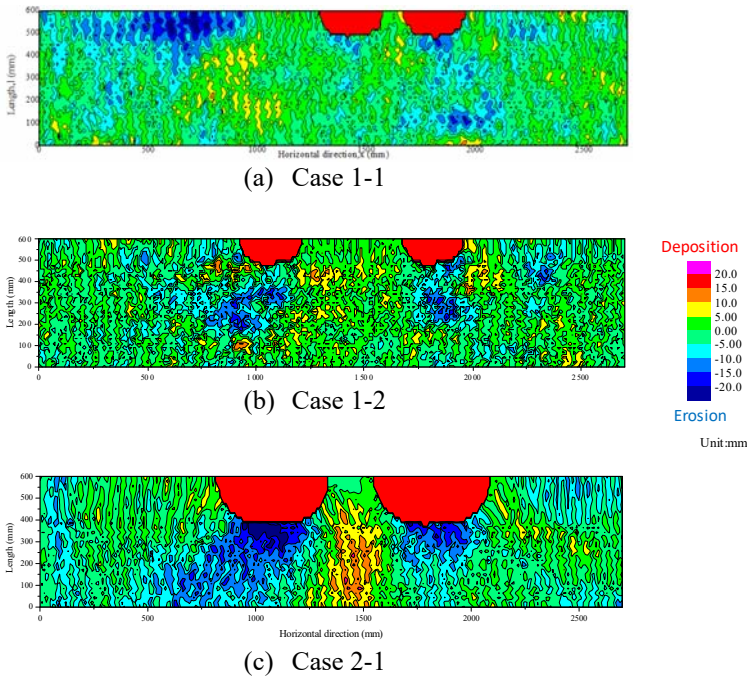


図-2 2400 波後の移動床の初期地形からの変化

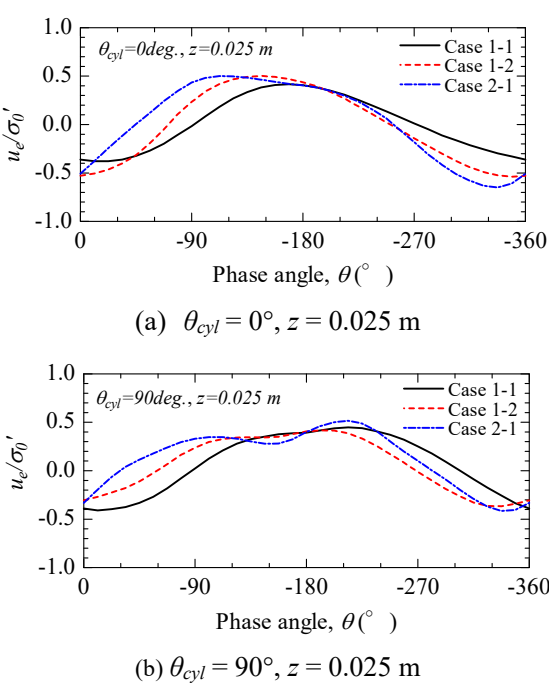


図-3 円柱近傍の過剰間隙水圧比の変化

いる。岸側の円柱構造物周りに着目すると、すべてのケースで構造物側面に洗堀が発生していることがわかる。一方で、構造物の背後は堆積傾向にあることがわかった。 D/L が大きいほうが洗堀・侵食の傾向が明確に表れている。

3. 2 円柱構造物近傍における地盤内の過剰間隙水圧比変化

図-3 に $\theta_{cyl} = 0^\circ$, 90° の $z = 0.025\text{ m}$ における地盤内の過剰間隙水圧の変化を示す。各ケースともに 225～300 波載荷時のデータをフーリエ変換により平均化した 1 波分の変化を示している。過剰間隙水圧比は約 0.4～0.5 程度上昇しており、構造物の設置条件に応じて位相のタイミングが異なることがわかった。このことは、構造物の安定性や土砂移動に影響を与えると考えられるため、今後は詳細に検討を進める。

4. 結言

波浪による底面せん断力（掃流力）と海底地盤内の有効応力応答を考慮した円柱構造物周りの洗堀・堆積現象について造波水路実験により検討した。円柱径波長比 (D/L) や円柱径に対する円柱間距離 (l/D) の違いによる洗堀・堆積状況の違いや構造物近傍の過剰間隙水圧比の変化に違いが生じることがわかった。

謝辞：本研究は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)17K06553，財団法人中部電気利用基礎研究振興財団の助成を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1) Dean, R. G.: Proc. Conf. Eng. Dyn. in Surf zone, pp.208-214, 1973. 2) 松田達也，三浦均也，佐藤隼可，諫山恭平，澤田弥生：土木学会論文集 B2, Vol.73, No.2, pp.I_1117-I_1122, 2017. 3) 土木学会：海岸波動，pp. 430-503, 1994.