

着床式洋上風力設備の洗掘対策に関する一考察

大成建設（株）技術センター 正会員 ○本田 隆英

大成建設（株）技術センター 正会員 織田 幸伸

1. はじめに

着床式洋上風力施設の代表的な洗掘対策として、基礎周辺への袋詰根固め工（以下、FU）の敷設がある。ただし、モノパイル1基あたりのFUの設置数は100個を超えることも多く、これらの吊降し・敷設作業には多大な時間が必要となる。そこで、洗掘対策施工の工期短縮が期待できる円盤型構造の対策工を提案し、その効果を確認するための水理模型実験を実施した。

2. 実験方法

実験縮尺は1/50とし、実験には大成建設（株）技術センターの二次元水槽（長さ47.0m、幅0.8m、高さ1.6m）を使用した。基礎杭径 $D=8\text{m}$ の周辺に移動床を配置し、水深20mの条件で暴浪時を想定した規則波（波高9.6m、周期12.7s）を作用させた（図-1）。現地で中央粒径0.2mmの砂を想定し、Dean Numberを考慮して移動床には珪砂8号と珪砂粉A3を質量比1:1で混合した中央粒形0.064mmの底質を使用した。実験に用いた洗掘対策工は図-2に示す5ケースとした。対策工A～Cは直径 $2D$ の円盤型の構造とし、杭近傍の流況制御や洗掘の直接防止を考慮して各形状を設定した。実験中、対策工A～Cは基礎杭に固定し、波による地形変化によって設置高さは変わらないものとした。FUは8t型を想定した。

移動床は、底質砂の敷き均しおよび突き固めを厚さ5cmごとに行い、移動床天端まで注水後、表面を水平に整地して作製した。注水により移動床表面に沈下が生じた場合は、底質砂を追加投入し再整地した。その後、移動床表面が乱れないように留意しながら、二次元水槽内に所定の水深まで注水し、造波を行った。波作用時間は4,000波相当の2時間とした。波作用前後の地形は、杭中心から片側 $2D$ の範囲を4cm（ $=D/4$ ）ごとに8測線でレーザー変位計により計測した。

3. 実験結果

波作用後の洗掘状況の一例を写真-1に示す。すべてのケースで移動床区間全体に侵食が発生しており、これに局所洗掘が重なった地形変化が得られている。なお、移動床区間全体の侵食は、波条件が設計波相当の侵食性波浪であったために生じたと考えられ、対策工なしケースの場合でこの地盤低下は平均2.35mであった。FUを使用

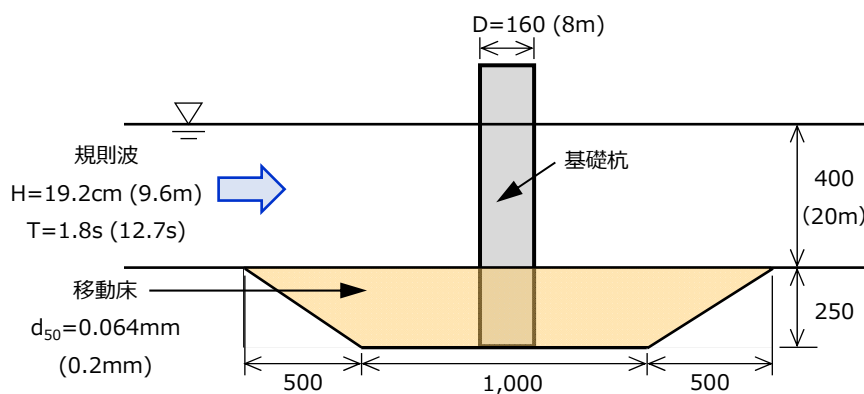


図-1 実験概要図
(単位：mm, かっこ内は現地換算値)

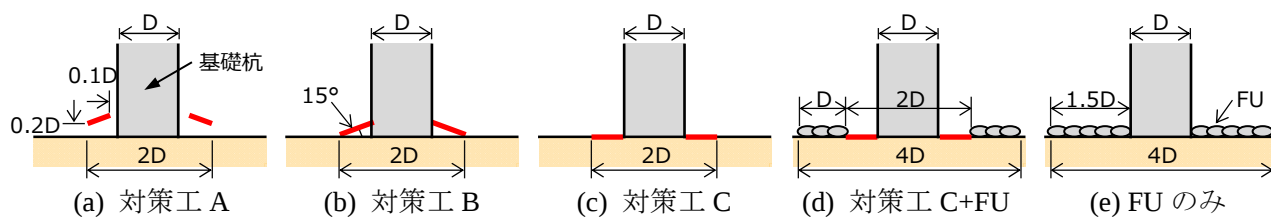


図-2 洗掘対策工ケース

キーワード 着床式洋上風力発電設備, 洗掘, 移動床実験

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL090-4912-0368



(a) 対策工なし

(b) 対策工 A

(c) 対策工 C+FU

(d) FU のみ

写真-1 波作用後の状況

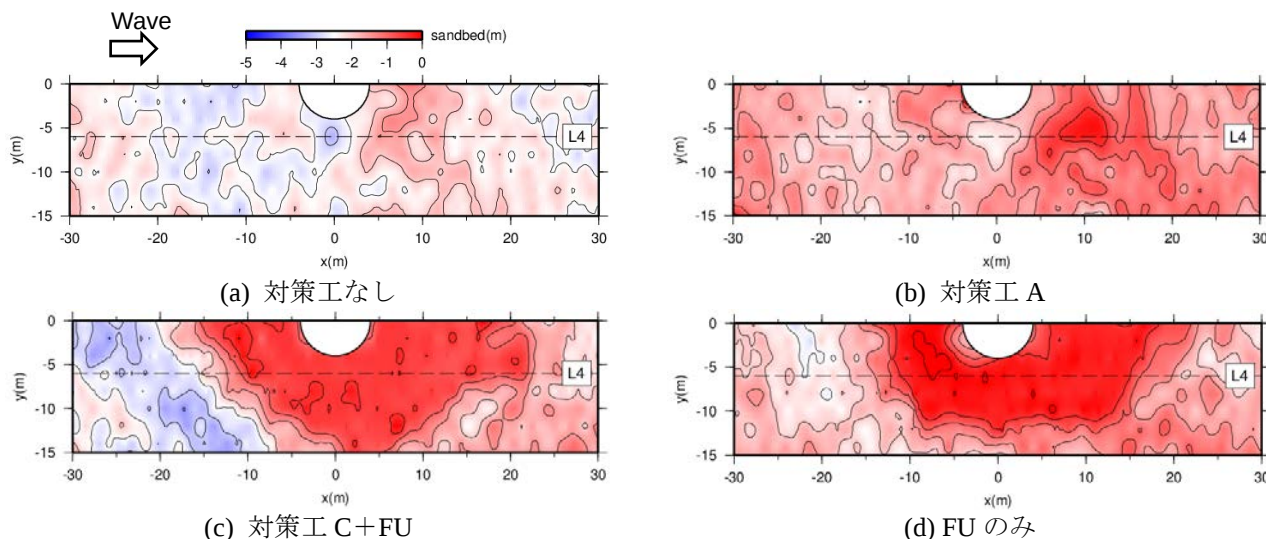


図-3 波作用後の地形変化量

した写真-1 (c), (d)では, FU の飛び出しは見られず, 周辺の地盤低下に伴い外周側の FU に沈下が見られるものの, 基礎杭に近い内側の FU は初期の設置高を維持できている. 波作用後に対策工および FU を撤去した後の地形変化コンターを図-3に示す. 図-3 (c), (d)の FU を用いたケースでは, 基礎杭周辺の洗掘が抑制されている.

図-3 (a), (b)では, 杭側方で最大侵食深が発生しており, この傾向は既往報告^{例えば1)}と整合している. 侵食が顕著であった測線 L4 について, 全ケースの変化地形を図-4に示す. 対策工なしでは, 杭側方で最大 3.30 m の侵食が発生した. 対策工 A, B では, 最大侵食深は抑制されたものの, 杭周りで 2.5 m 程度の侵食が発生した. 対策工 C では, 杭周りの侵食は 1.0 m 程度にまで抑制された. 対策工 A, B については対策工下端で渦が発生・発達したため, 洗掘抑制には至らなかったと考えられる. 対策工 A~C のうちもっとも洗掘抑制効果の高い対策工 C と FU を併用したケースは, FU のみによる従来工法と同等の洗掘抑制効果を確認できた. なお, 対策工 C+FU ケースは杭周辺で 0.5 m 程度の吸出しが見られたが, 今回は洗掘対策工の効果比較を目的としたため, 対策工と移動床の間にフィルター層を設けておらず, 実適用にあたってはフィルター層を設置することで吸出しは抑制されることが考えられる.

4. 結論

移動床実験の結果より, 円盤型対策工単体では十分な洗掘抑制効果は得られなかったが, 円盤型対策工と袋詰根固め工を併用することで, 袋詰根固め工のみの場合と同等の洗掘防止効果を得られることが確認できた.

参考文献

- 1) 小林ら (2022) : 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), 78 巻 2 号, pp. I_709-I_714.

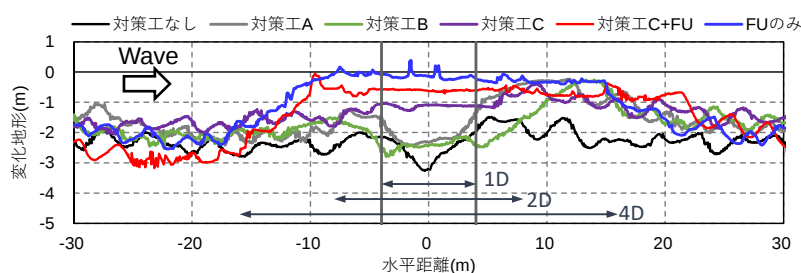


図-4 波作用後地形の比較 (L4 測線)