

波・流れ中における洗掘防止ユニットの安定性に関する実験 Experimental Study on Stability of Anti-Scouring Unit in Wave and Current

○平石哲也・橋口萌乃

○Tetsuya HIRAISHI, Moeno HASHIGUCHI

Offshore wind power station is strongly demanded to complete the zero-emission society. The stations are usually located in shallow water area where sea waves and currents may cause the scouring in the support ground of the center pier. In order to prevent the scouring at the footstep of the pier-structure, a permeable filter-unit is proposed. The filter-unit is composed with the strong outside net and inner rubble. The paper describes an experimental study on the stability of the filter-unit in stormy waves and currents. The test is done in a large basin 45m long and 4m wide, and the scale of the model is 1/60. The limitation wave height and current velocity for 8t model is revealed.

1. はじめに

二酸化炭素排出量を 2030 年までに 50%削減する政府目標を達成する施策の一つとして、再生エネルギーを利用した発電システムの活用が望まれている。洋上風力発電は、すでに一部の港湾域で実用化が図られている将来有望なシステムである。洋上風力発電システムは、大水深域に作られることが多い浮体式と浅海域に作られる設置型に分けられる。それぞれ各種の課題を抱えているが、設置型の大きな課題は、風を受けるブレードを支える円柱の海底部における地盤洗掘である。図-1 に示すように、今後、波浪や流れが強い港外へ設置が進むと、波・流れによる地盤洗掘は大きな問題となる。砂地盤の最大洗掘深さは波高とほぼ等しいといわれており、支持構造物の安定性に危険を及ぼす。

洗掘を防止するために、現在、図-2 に示すような可撓性のフィルターユニットを使用する方法が提案されている。フィルターユニットは強化繊維の網の中に碎石を詰めたもので、これまでに海浜の浸食防止、被災後の護岸・堤防の仮止め工などで広く活用されている。本研究では、このフィルターユニットの洗掘防止工としての適用性を検討するために、実験によって波と流れを作用させて安定性を調べたものである。

2. 実験の内容

使用水槽は、宇治川オープンラボラトリー内の津波再現水槽である。水槽内の 1/10 勾配斜面を改造し、1/30 斜面から水平床に変化するような底面

を作成した。模型縮尺は造波機と流れ発生装置の

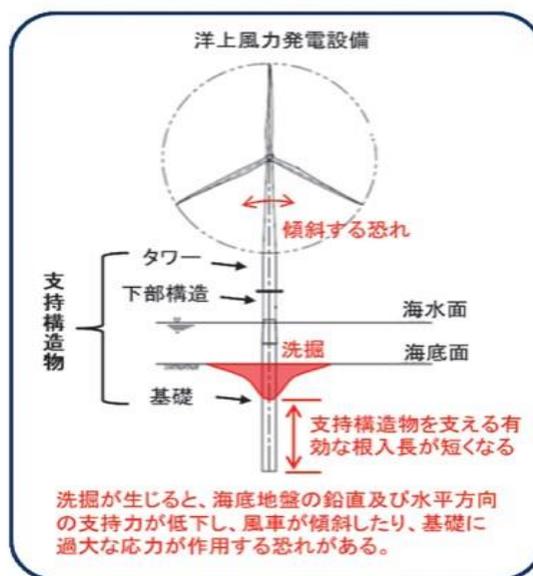


図-1 (一財)沿岸技術研究センターによる洗掘の危険性を示したモデル図



図-2 8t 型 フィルターユニットの外観



図-3 津波再現水槽における実験の様子
(手前が岸側、奥が造波機と流れ発生装置)

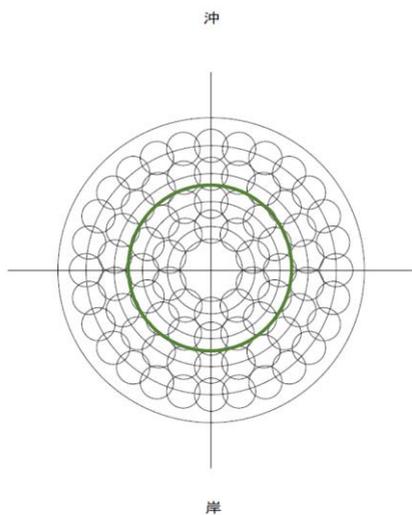


図-4 フィルターユニットの配置
(緑円内は2層で配置されている)



図-5 径6m円柱構造物での被災状況
(水深33m, 流速2.0 m/s, 周期16 s, 波高15 m)

能力を考慮して1/60とした。実験対象とした海域の水深は、現地量で20m、33mとし、支柱の直径は6m、12mとした。図-3に水槽内の円柱構造物の設置状況を示す。図の江前が岸側で、奥側が沖で造波装置と流れ発生装置が設置されている。むか

って右側に円筒が直径12m、左側が6mである。作用させた波と流れは、現地量で、目標値で有義波高 $H_{1/3}=9\sim 15\text{m}$ 、有義波周期 $T_{1/3}=9\text{s}\sim 20\text{s}$ の不規則波と流速 $V=0\sim 2.0\text{m/s}$ の一定の流れとした。ユニットは、支柱の周りに配置され、径6m支柱および12m支柱それぞれに対して、4列及び8列が配置される。図-4にユニットの配置を、径6mの支柱を例にとって示す。ユニット列の内側2列は2段として防護効果を高めた。ユニット重量は8tタイプとした。

実験では、周期、流れの速さを固定して、波高を下位レベルから上位へ向かって順次高くしていきユニットの動きを観測していく。1ケースの作用波数は1000波である。ただし、 $T=20\text{s}$ のケースについては、流れ発生装置の連続運転時間が限られているという制約があるため、約700波ずつ3分割して、波列を変えた波を3回作用させた。

3. 実験の結果

$V=0\text{m/s}$ すなわち波だけを作用させた場合、いずれの水深においても $H_{1/3}$ が12mになると、ユニットは微動をする。ここで、滑動のみの運動は、現地では砂層内での動きとなり、摩擦が働いたために大きな変位が生じないと考え、実験場では被災と考えない。 $H_{1/3}=15\text{m}$ では、2層目の転倒や、1層目ユニットのころがりによる動きも目立つようになる。波と流れを同時にかかるケースにおいては、流れの影響により、ユニットが動きやすくなり、 $H_{1/3}$ が12mを越えると被災は大きくなり、特に支柱の下手側で集中してユニットがもとの位置から大きく動いてしまい、洗掘が目立つようになる。図-5に被災状況の一例を示す。

したがって、本実験の結果によって8tの洗掘防止ユニットの安全な設置条件は、 $V=1.5\text{m/s}$ 以下、波高9m以下と考えられ、この限界値を超えて海象条件が厳しくなった場合には、潜水調査の上、被災したユニットを補充しておく必要がある。

4. おわりに

本研究では、可撓性の洗掘防止ユニットの波と流れの中における安定性を模型実験で検討した。その中では、8tタイプのユニットを用いた場合には、 $H_{1/3}=9\text{m}$ 、 $V=1.5\text{m/s}$ がほぼ海象の限界値となることがわかった。今後は、フィルターユニット層に作用する流体力を数値計算で求め、安定性と流体力の相関を定量的に示していく予定である。