

「数値波動水路」を用いた風力発電塔に働く波力の評価

足利工業大学 学生員 ○関山直樹
 東北工業大学 正 員 新井信一
 足利工業大学 正 員 長尾昌朋

1. はじめに

自然エネルギーの有効利用の観点から洋上風力発電が注目されている。しかし、我が国の海底は斜面であることが多く、発電塔を斜面に建設できるようにする必要がある。そのためには、斜面に設置された塔体に働く波力の推定法を確立しておく必要がある。これまで、海岸の波動現象による問題を理論的に理解し解決することが不可能または不十分である場合、さまざまな現地観測や室内実験が行われてきた。しかし、それらには多大な労力と費用が必要となり、さらに計測項目には限界があることなどが難点となっている。本研究では、風力発電塔に働く波力について、「数値波動水路 CADMAS-SURF¹⁾」の利用を試みることとした。「数値波動水路」は磯部雅彦らが作成し、沿岸開発技術研究センターから発行している波動数値シミュレーションソフトウェアで、多くの研究者・実務者が利用し、その適用範囲を確認していく必要がある。

2. 実験方法および計算方法

実験には、全長 27m の造波水路を使用した。図 1、図 2 のように塔体模型を設置し、水位および波力を測定した。数値計算では、塔体模型が無い状況の波の挙動を CADMAS-SURF を用いて再現し、シミュレーション結果から塔体設置位置の水粒子速度を出力し、これを用いて次のモリソン式から塔体に作用する時々刻々の波力を計算した。これを実験値と比較し、数値計算法の是非を調べる。

$$dF_T = C_D \rho \frac{|u|}{2} u D dz + C_M \rho \frac{\partial u}{\partial t} \frac{\pi D^2}{4} dz, C_D = 1.2, C_M = 2.0$$

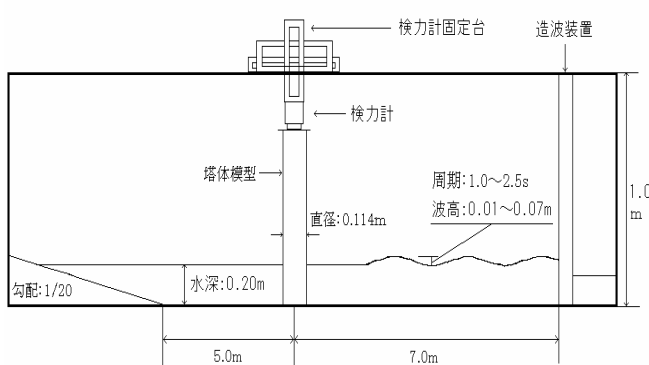


図 1 塔体が水平床上に置かれた場合

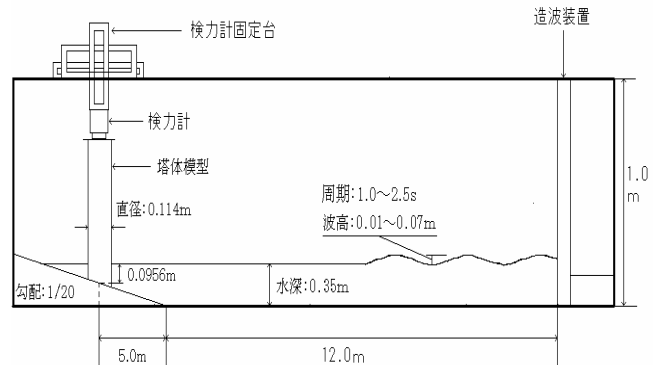


図 2 塔体が斜面上に置かれた場合

3. 波力の比較

図 3 は塔体が水平床上に置かれた場合における周期 $T=2.0s$ 、波高 $H=3.0cm$ の実験値と計算値の水位 η と波力 F である。計算結果、実験結果のそれぞれの波形を比較すると、計算結果の波高と波力がともに実験結果よりも大きくなっているものの、その波形はほぼ同じ形になっているのがわかる。図 4 は $H=6.0cm$ と波高を大きくした場合の実験値と計算値の結果である。計算結果の波力がやや大きくなっているが、その波形はほぼ同じである。図 5 は塔体が斜面上に置かれた場合における $T=2.0s$ 、 $H=3.0cm$ の実験値と計算値の結果である。実験結果の波力が計算結果よりもやや大きくなっているが、両者の波形はほぼ同じである。ただ

キーワード：風力発電，数値波動水路，波力，モリソン式

連絡先：〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学工学部都市環境工学科 Tel.0284-62-0605

し、水位と波力の位相差は、実験結果に対して計算結果がやや大きくなっており、水平床上の場合と違うことがわかる。図6は $H=6.0\text{cm}$ とした場合の実験値と計算値の結果である。この場合、模型の手前で碎波しており、実験結果には衝撃力による模型の振動の影響が記録されているが、これをならした波形は計算結果とほぼ一致している。

4. おわりに

数値波動水路を用いて波運動を再現し、モリソン式を使用して塔体に作用する波力を評価したところ、波力の波形と大きさを、おおむね正しく推定できることがわかった。水位と波力の位相関係に不満は残るが、塔体設計のための波力の推定には十分な精度がある。

【参考文献】

- 1) 財団法人 沿岸開発技術研究センター：数値波動水路の研究・開発（CADMAS-SURF），沿岸開発技術ライブラリーNo.12，2001年10月。

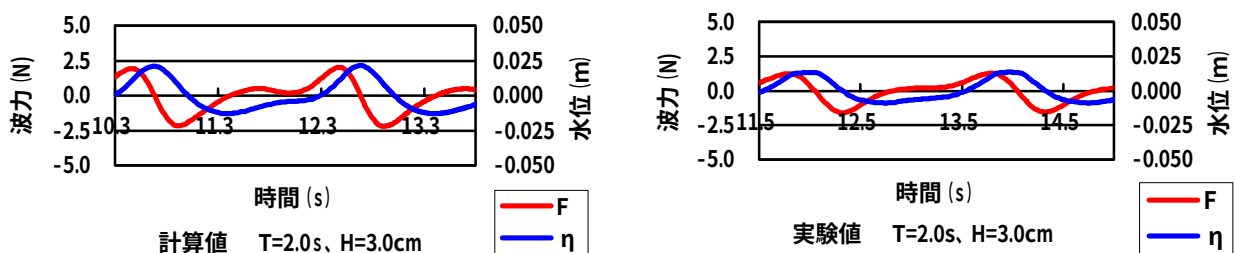


図3 塔体が水平床上に置かれた場合の計算値と実験値の波力

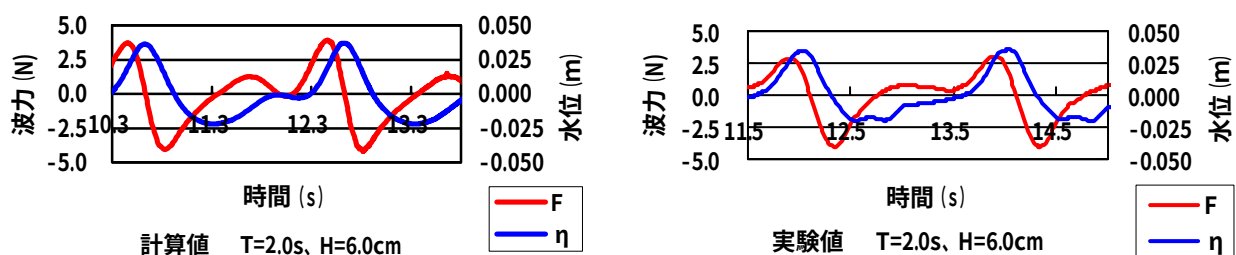


図4 塔体が水平床上に置かれた場合の計算値と実験値の波力

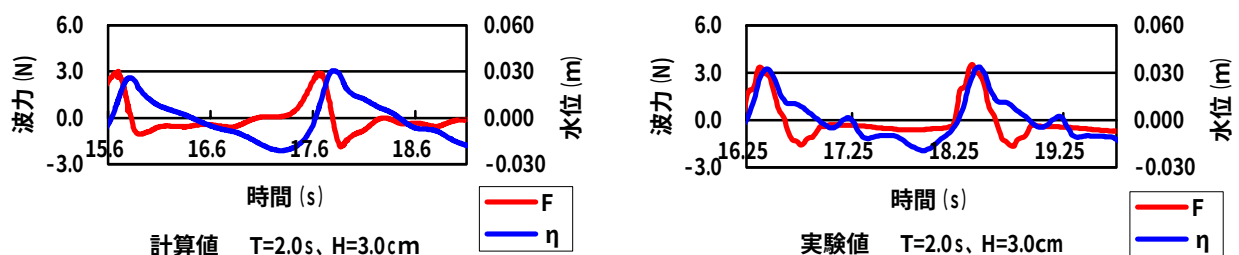


図5 塔体が斜面上に置かれた場合の計算値と実験値の波力

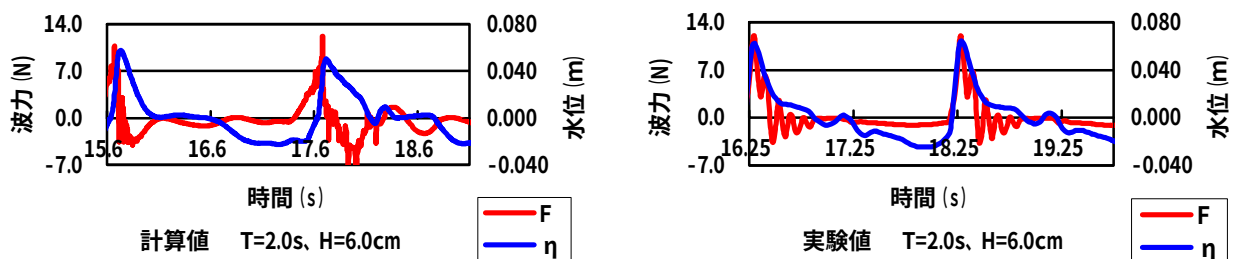


図6 塔体が斜面上に置かれた場合の計算値と実験値の波力