



大規模数値シミュレーションによる 波力発電システムの性能評価

研究・開発機関 : 海洋エネルギーエンジニアリング(株)、(株)CAEソリューションズ
 利用施設 : (公財)計算科学振興財団 FOCUSスパコン
 計算規模 : 96並列~256並列、200万メッシュ~700万メッシュ、700秒~1500秒の事象
 利用ソフトウェア : OpenFOAM-2.1.x (waveFoam)

Before

- 波力発電システムの性能評価に従来は水槽実験が用いられていました。しかし水槽実験がそのまま実機の性能評価に結びつかないという課題がありました。
- 波浪計算も2次元に留まっていた。

After

- 波浪計算を波力発電システムのシミュレータに連成させ、海面の水位、粒子運動、発電システム内の空気流動の把握、波エネルギー吸収効率の評価等を行うことが可能となりました。

背景と目的

再生可能エネルギーの中に海洋エネルギー利用技術の一つである波力発電(図1)があります。この波力発電の開発において、従来は水槽実験等により性能把握を行っていましたが、水槽実験には相似則等の課題があり技術的検討に限界がありました。

数値シミュレーションを用いて精度良く波力発電システムの性能評価を行うことができれば、設置個所の選定や、発電装置の設計に活用することができます。

本プロジェクトでは海岸に設置される振動水柱型の波力発電システムを対象とし、海岸および海底地形、現実に近い不規則波、設置される波力発電システムまで模擬した3次元自由表面計算を行い、海面の水位、粒子運動、発電システム内の空気流動を把握し、波エネルギー吸収効率の評価を行いました。

波力発電の効率評価を行うための非定常計算には多くのCPU時間を必要とします。このためFOCUSの計算資源と、ライセンスフリーの流体解析ソフトウェアOpenFOAMTM[1]を使用した大規模並列計算を実施しました。

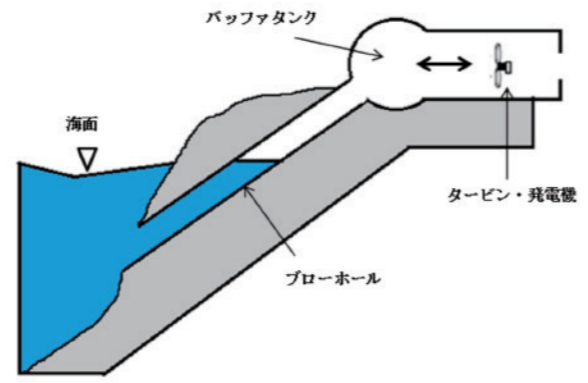


図1. 振動水柱型波力発電システム
波の上下動を振動する空気流に変換し、タービンを回して発電します。

利用成果

発電システムが設置される海岸の地形を、水深データや測量データをもとにCADファイル化し、OpenFOAMに付属の自動メッシュを用いて3次元計算メッシュを作成しました。また、OpenFOAMを用いて開発された波浪計算用ソルバwaveFoam(VOF法の波浪解析ソルバ)^[2]により不規則波の入射等の条件を与えました。

3次元計算の沖側境界における入射条件として、広域のメッシュを用いた2次元計算の結果から抽出した波形を使用しました。

この計算手法を用いて約700万メッシュ(サイズは0.12m~1.5m)で700秒(約100周期分)までの非定常計算を行いました。計算結果から、波のエネルギーと生成された空気エネルギーの算出を行い、他の解析手法と比較して妥当と考えられる結果を得ました。当初の計算にはFOCUSシステム10ノード120コアを使用して約20日を要しました。その後、メッシュ粗さ等の調整を行い、5日から10日程度で計算が遂行できるようになりました。図2に計算結果の一例を紹介します。

今後は実証実験等との比較により計算手法の検証を行い、適地の探索、環境影響評価、タービンなどの発電装置の設計などに活用してゆく予定です。

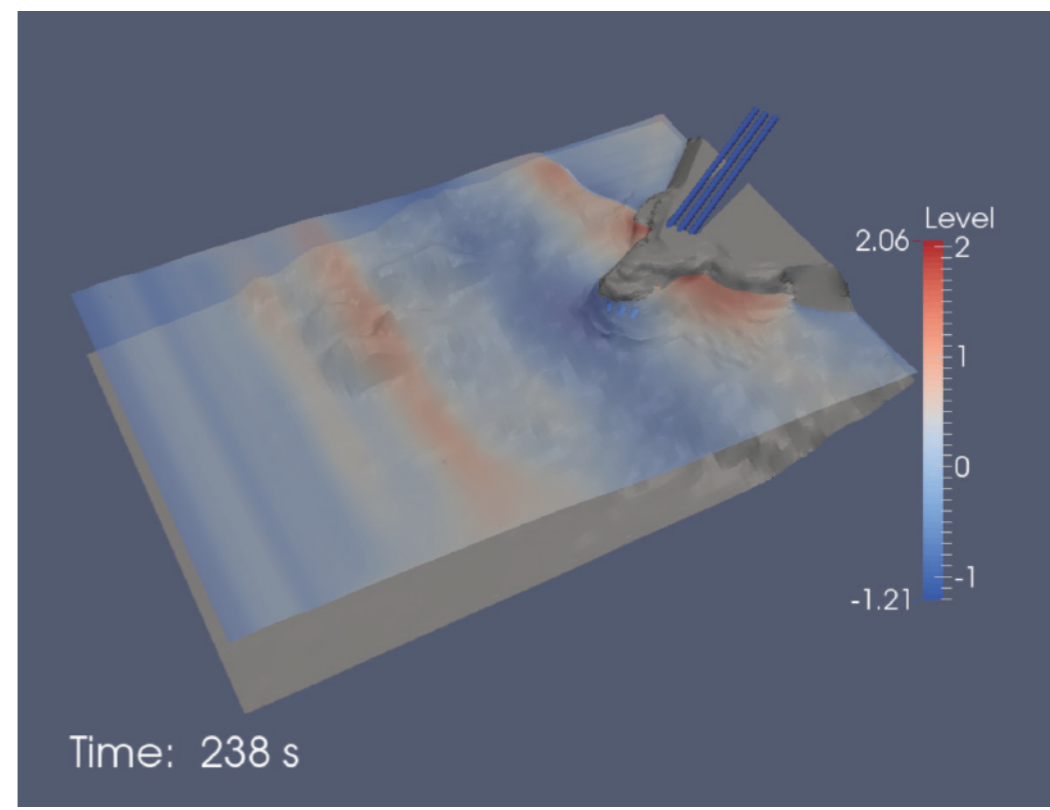


図2. ある瞬間の海面の計算結果
(カラーバーは平均海面を0とした場合の水位(m)を示す。)

■参考資料: [1] <http://www.openfoam.org/>
 [2] <http://openfoamwiki.net/index.php/Contrib/waves2Foam>