

令和元年5月21日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02433

研究課題名(和文) 洋上風力発電施設における洋上作業リスク低減のためのシミュレーターの開発・実証

研究課題名(英文) Development and demonstration of a marine operation simulator for reducing the risk in offshore wind installations

研究代表者

宇都宮 智昭 (Utsunomiya, Tomoaki)

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：10211773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,200,000円

研究成果の概要(和文)：洋上風力発電施設の導入において、洋上作業(Marine Operation)はリスクの高い作業であるにも関わらず、現状、我が国においてはその事前検討はもっぱら経験に基づく計画によっており、シミュレーションに基づく検討は十分には行われていないのが実情である。そこで、本研究では、日本の洋上風力発電施設の施工環境の実態にあった洋上作業(Marine Operation)のための数値シミュレーションソフトウェアを開発した上で、これを実際の洋上風力発電施設の洋上施工過程に適用し、その有効性の検証・実証をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果により、洋上風力発電施設の建設過程の計画が数値シミュレーションを基盤として実施されることで、より安全性が確保され、事故ならびにこれに伴う保険金支払いの低減に寄与することが考えられる。このことにより、我が国においても洋上風力発電の導入が進むため、エネルギーの脱炭素化に貢献すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Although marine operation is a high-risk work when introducing offshore wind power facilities, in the present situation, in Japan, the preliminary examination is based solely on experience-based planning, and simulation-based examination is not sufficiently conducted. So, in this research, after developing numerical simulation software for marine operation according to the actual conditions of construction environment of offshore wind power generation facilities in Japan, this is applied to the actual offshore construction process of offshore wind power generation facilities, and we validate its effectiveness.

研究分野：海洋エネルギー資源工学

キーワード：海洋工学 海洋資源 海洋利用 再生可能エネルギー 風力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

洋上風力発電施設の導入において、洋上作業 (Marine Operation) はリスクの高い作業であるにも関わらず、現状、我が国においてはその事前検討はもっぱら経験に基づく計画によっており、シミュレーションに基づく検討は十分には行われていないのが実情である。その理由として、

- 1) Marine Operation の専用ソフトウェアは主に Offshore Oil&Gas 分野向けで高額であること、
 - 2) 日本の洋上風力発電施設の施工環境の実態にあったソフトウェアが見当たらないこと、
 - 3) 事前にシミュレーションで施工検討をおこなう習慣が海洋建設会社に根付いておらず、その有効性に対する理解も進んでいないこと、
 - 4) シミュレーション実施に対するインセンティブが働いていないこと、
- 等が考えられる。

本研究では、上記のうち、1)~3)に対する解決を図ることを目的とする。4)は、今後、Marine Warranty Survey などの洋上施工における第3者機関による認証・評価による制度上の改善もあわせて考えることが必要である。

2. 研究の目的

本研究では、日本の洋上風力発電施設の施工環境の実態にあった洋上作業 (Marine Operation) のための数値シミュレーションソフトウェアを開発した上で、これを実際の洋上風力発電施設の洋上施工過程に適用し、その有効性を検証・実証する。また、実際に有効であったものについては無償公開し、その普及を図る。

3. 研究の方法

- ・ シミュレーションの対象とする洋上作業 (Marine Operation) を抽出する。
- ・ 開発するシミュレーターは、汎用機構解析プログラム ADAMS をベースとし、ADAMS モデル作成のためのプリプロセッサと、ADAMS 実行時に読み込ませる DLL の2種類より構成する。
- ・ 実際の洋上風力発電事業の施工過程に適用し、現場での実測値との比較から本シミュレーターの適用性を確認の上、適宜、必要な改良を施す。
- ・ 有効性の確認されたものについて、プリプロセッサおよび実行時 DLL の無償公開をおこなう。

4. 研究成果

[平成 28 年度]

- (1) シミュレーションの対象とすべき洋上作業 (Marine Operation) の抽出・整理：洋上クレーン作業 (Marine Lifting and Lowering)、洋上輸送 (Marine Transportation)、浮体たておこし (Upending)、等を主な解析対象とすることとした。具体的作業手順として、海洋 OIL&GAS 分野で使用実績のある Marine Operation 用ソフトウェアである MOSES の解析機能を網羅することを目標とすることとし、まずは MOSES の習熟を図ることとした。
- (2) シミュレーションソフトウェアの構築：本研究で作成するシミュレーションソフトウェアにおいては、汎用機構解析プログラムである ADAMS をベースとすることとし、これに、浮体に作用する流体力計算プログラム、風荷重計算プログラム、係留力計算プログラム、制御力計算プログラム、等を外部 DLL として組み込む構成とすることとした。また、MOSES 入力データから ADAMS 用入力データに変換するプログラムを用意することとし、MOSES と等価な解析を ADAMS の環境で実行できることを目標とすることとした。
- (3) 起重機船の動揺解析：吊荷を有する起重機船の波浪中動揺解析シミュレーションを MOSES および ADAMS により実施し、両者の解析結果を比較・検討した。一部、解析結果に差が生じていたが、その主たる原因が初期釣り合い計算の有無にあることを特定した。

[平成 29 年度]

- (1) 起重機船による吊荷の動揺解析プログラムの、実際の施工シミュレーションへの適用：研究協力者 ((一財) 日本海事協会、(株) 吉田組) の協力のもと、ケーソンの浜出し・移動・設置の一連の作業について、実海域において動揺計測をおこない、ADAMS による動揺シミュレーション結果との比較・検討を行った。吊荷および浮体動揺に関して、実測値とシミュレーション結果は概ね一致する結果が得られたものの、長周期の動揺成分の過小評価や、吊台具まわりの詳細なモデル化において課題があることが分かった。
- (2) シミュレーションソフトウェアの構築：MOSES 入力データから ADAMS 用入力データに変換するプログラムの開発については、MOSES が当初想定した解析精度が必ずしも確保できていないことが明らかになった等により、一旦中断することとし、ADAMS による構築を基本とすることとした。
- (3) 様々な施工場面に対するプログラムの開発：スパー型浮体の立て起こし解析とその実験的検証を平成 30 年度に実施することとし、文献調査の実施と、実験および解析の準備作業を行った。

[平成 30 年度]

- (1) 平成 30 年度は、特に、スパー型浮体の立て起こし解析について重点的に実施することとし、2MW クラス実機の約 1/36 のスケールモデルを用いた水槽実験を実施し、その精度と適用性の確認をおこなった。実験の結果、入射波の有無に関わらず、スパーへの注水によって安定的に浮体が立ち上がることが確認でき、注水による立て起こし施工が安全に実施可能であることがわかった。一方、浮体重心位置によっては、一時的に立ち上がり傾斜角が戻る現象も確認されたため、釣合位置が複数存在する可能性が考えられた。これを検討するため、ポテンシャルエネルギーを解析的に求め、各注水段階における傾斜角とポテンシャルエネルギーとの関係を求めたところ、ポテンシャルエネルギーは唯一の最小解を持つことが確認され、各注水段階で安定な釣合位置は唯一であることを確認した。
- (2) 浮体動揺解析において基本となる線形 Diffraction/Radiation コードの開発・整備をおこない、その精度検証をおこなった。本プログラムは、Irregular frequency の問題点を回避しており、精度が保証されていることから、今後、広く一般に使ってもらえるよう公開を含めて整備していきたい。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 4 件)

佐伯康太, 福王翔, 宇都宮智昭: 起重機船を用いた洋上施工シミュレータの開発, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 24 号, pp. 781-783, 2017.

Sho Oh, Tomoaki Utsunomiya, Kota Saiki : Numerical simulation of lifting operations using floating crane for installation and maintenance of floating offshore wind turbines, Offshore Wind Energy 2017, London, June 6-8, 2017(査読有).

Sho Oh, Tomoaki Utsunomiya, Kota Saiki : On-site measurement and numerical modelling of a lifting operation for caissons using floating crane, Proceedings of the ASME 2018 37th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2018-77132, 2018(査読有).

Tomoaki Utsunomiya : Irregular frequency removal and convergence in higher-order BEM for wave diffraction/radiation analysis, Proceedings of the ASME 2019 38th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2019-95482, 2019(査読有).

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 梶原 宏之

ローマ字氏名: Hiroyuki Kajiwara

所属研究機関名: 九州大学

部局名: 工学研究院

職名: 教授

研究者番号(8桁): 30114862

研究分担者氏名: 吉田 茂雄

ローマ字氏名：Shigeo Yoshida

所属研究機関名：九州大学

部局名：応用力学研究所

職名：教授

研究者番号（8桁）：80620137

(2)研究協力者

研究協力者氏名：(一財)日本海事協会

ローマ字氏名：NIPPON KAIJI KYOKAI

研究協力者氏名：戸田建設(株)

ローマ字氏名：TODA CORPORATION

研究協力者氏名：(株)日立製作所

ローマ字氏名：HITACHI, LTD.

研究協力者氏名：(株)吉田組

ローマ字氏名：YOSHIDA-GUMI Inc

研究協力者氏名：日立造船(株)

ローマ字氏名：Hitachi Zosen Corporation

研究協力者氏名：(株)風力エネルギー研究所

ローマ字氏名：WIND ENERGY INSTITUTE OF TOKYO INC

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。