

令和 5 年 10 月 24 日現在

機関番号：55402

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01314

研究課題名（和文）沖に停泊した船舶を活用した大規模災害時の電力供給に関する研究

研究課題名（英文）Study on electric power supply in case of large-scale disaster using anchoring ship

研究代表者

河村 義顕（KAWAMURA, Yoshiaki）

広島商船高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：90300615

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、災害等により広範囲にわたって停電している地域に対し、沖に停泊している船舶から電気を陸上へ給電するシステム開発及びその検証を行うことを目的に実施された。本システムを開発するにあたり、簡易に展張揚収が可能な海底ケーブルによる給電システムの構築、海底ケーブルに接続された錨泊船舶の船体ならびにケーブルの運動と力学的負荷について風洞水槽における水理実験、海上での実船を使用した検証実験を行った。

急激な風向の変化により棧橋から送り出す部分にケーブルへの損傷がみられたことから、ケーブル配置には再検討が必要であることが明らかとなったが、おおよそ安定した給電状態を保つことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

風水害や地震等の大規模災害発生後の被災地における「停電」は、被災後の生活や復興において大きな障害となっている。離島や沿岸地域のようにアプローチが難しいインフラが脆弱な被災地域では、地域全体の配電網が損壊すると、復旧までに相当な時間を要する。役場や医療施設、避難所における停電の長期化は、被災地の混乱と生活水準の低下を招き、被害の拡大だけでなく、被災後の人口離散が懸念される。

船舶はこうした地域に対して接近し、本研究のシステムを使用することで直接送電することが可能となる。また、衣食住の環境が整っているため、災害支援拠点としての活躍も期待することができる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to develop the system which supplies electric power to the offing to land in electricity from ship anchored offshore to the area where the electric current is cut off according to the disaster. In this study, we constructed a power supply system with a cable that can be easily extended and retracted, and conducted an experiment using the Hiroshima Maru.

In the experiments in actual waters using the training ship Hiroshima Maru, a power cable with a buoy attached was sent out from the pier to the anchored ship, and the ship was connected to a power supply device on land. The power supply status was checked by the charging display and the power supply panel of the ultra-compact electric vehicle "C+pod" connected to the power supply device on land. As a result of the experiment, the power supply situation was stable all the time, and the cable was not subjected to excessive tension.

研究分野：海洋工学

キーワード：大規模災害 電力給電 災害復興支援 船舶 錨泊

1. 研究開始当初の背景

風水害や地震等による停電は、被災後の復旧作業の遅延や避難生活の生活水準の低下を招く。特に医療や福祉、通信ではこの影響が大きく、迅速な電源供給の回復が求められる。日本の復電技術は世界トップクラスであり、東日本大震災の際、発災後1週間で9割以上の復電を果たしている。しかし、島嶼地域や郊外の沿岸地域等の交通インフラが途絶した地域では、地理的条件等により復旧が他の地域より遅延化し、全ての地域が復電したのは3か月以上経過していた。

2. 研究の目的

船は被災した地域までの道路が損壊した場合においても、海からアプローチすることが可能である。本研究では、被災地沖に錨泊した船舶で発電した電気を、海底ケーブルを介して陸上受電盤に送り、そこから電気自動車へ給電し、さらに電気自動車により電気需要のある施設へ電気を搬送するシステムを考案した。本システムは、被災により港湾設備が使用できない状況においても利用が可能であり、かつ、港湾の被災により荷物の積み下ろしができず、やむを得ず沖に停泊している多数の船舶を有効に活用することが可能であることが特徴である。

3. 研究の方法

本研究は、以下の手順で進めた。

簡単に展張揚収が可能な海底ケーブルによる給電システムの全体構成を考案する

海底ケーブルに接続された錨泊船舶の船体ならびにケーブルの運動、力学的負荷について風洞での水理実験を行い、ケーブルの取り回しを確定する

海上での実船を使用した実海域実験を実施し、その効果を検証する

4. 研究成果

(1) 給電システムの概要

本研究は港湾設備が使用できない場合でも稼働できるようにするため、沖に錨泊した船舶からケーブルを送り出し、陸上の給電盤に接続して電力供給するシステムを考案した。その概要をFig.1に示す。

本システムは、陸上からの電力供給をするための双方向給電盤にケーブルを接続し、陸上に設置した受電装置にて440Vを200Vに変圧し、給電することが可能である。ケーブルは海底や浮遊物との接触に対しても耐えうるよう、芯線の外側にワイヤーでシールドする「鉄線外装」と防食用の保護樹脂が施されたキャプタイヤケーブルを使用した。

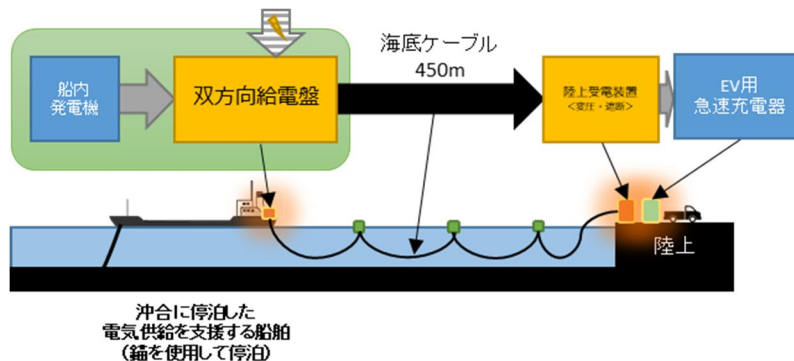


Fig.1 錨泊船舶を利用した陸上への給電システムの概要図

(2) ケーブル挙動に関する水理実験

錨泊船舶より海中ケーブルにより陸上へ電気を供給する際の、ケーブルの挙動及び安全性の評価を水理実験により検証した。水中ケーブルが接続された錨泊船舶の振れ回り運動に関する相互影響について、風力階級6以上において、水理実験による船舶の挙動、ケーブルにかかる張力の時間的変化の比較により検討を行った。対象とした船舶の使用すべき水中ケーブルよりも重量のあるケーブル模型を使用したことにより、船舶の振れ周り運動をケーブルが抑制作用を示すことが確認された。

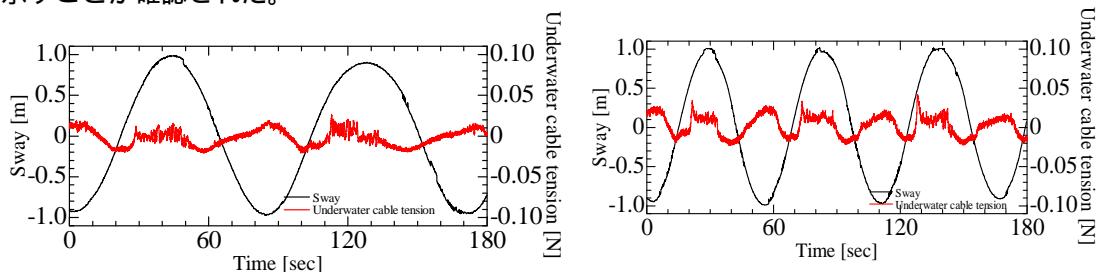


Fig.2 船体運動 (sway) とケーブル張力の関係 (11.5m/sec・17.2m/sec 相当)

(3) 実海域実験

令和4年2月17日、広島商船高等専門学校学校棧橋沖にて練習船広島丸を使用した実海域実験を行った。実験海域周辺の海底は砂ないしは泥であり、水深は概ね 25m未満である。当日の天候は晴天であり、風向は WNW、風力は 10~15m/s と良好な条件であった。

まず実験海域付近の棧橋に電力ケーブルドラムを据え付け、沖に錨泊している広島丸までにブイを取り付けながらケーブルを送り出し、船側の双方向給電盤に接続した。ブイは海底に接触せずかつ適度な間隔で浮遊するようにするため、60m 間隔で取り付けた。ケーブルにかかる張力は広島丸のクレーンにロードセルを取り付け、測定した。

陸上側は、ケーブルを変圧器に接続し、そこから陸上分電盤、急速充電器を順次接続した。急速充電器には大崎上島町がシェアリング事業で所有している超小型電気自動車「C+pod」を接続し、給電状況をこの給電盤と C+pod の充電表示で確認することとした。広島丸の電気系統に安全に接続できたことを確認した後、給電と計測を開始した。



Fig.3 実験海域 (左)・ケーブルの展開 (中)・陸上受電装置と電気自動車への給電 (右)

(4)実験結果

Fig.4 は実験中における広島丸の船位を示したグラフである。実験開始時から 13 時までは風向が WNW ということもあり、船首方位 280° を中心に 8 字運動をしていたが、13 時過ぎから風向が NE、風力もしばしば 20m/s を超えたため、船首方位も大きく変化した。ふれ回りの範囲は南北方向に 67m、東西方向に 23m であった。風が強まった実験終了間際には、風下側である南西方向に落とされ、あまりふれ回りをしていなかった様子が観測された。

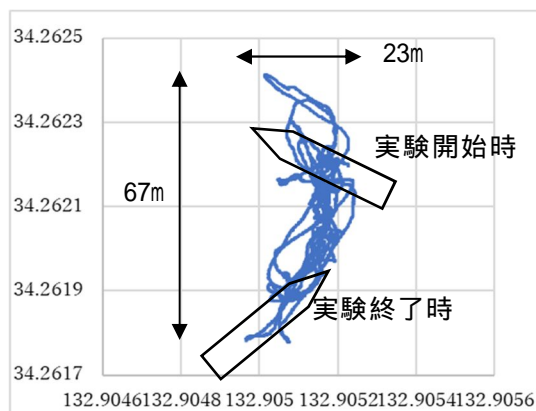


Fig.4 広島丸の船位

Fig.5 は電力ケーブルにかかる張力を時系列に示したグラフである。このグラフより実験開始から 13 時までは、張力が 1340[N] から 1450[N] あたりで推移しており、風が強まった 13 時以降においても 1600[N] 程度であり、ケーブルの許容設計張力である 9500[N] を大きく下回っていることが観測された。このことから、この実験条件下において安全性は確保できたものと考えられる。しかしながら、風向が変わったことで棧橋から繰り出した電力ケーブルが張る方向が変わり、ケーブルと棧橋が接触し、ケーブルの被膜が損傷する現象が見られた。そのために実験を終了したが、大きな課題を残すこととなった。また、実験開始から 13 時あたりまではふれ回りの周期が約 5~8 分であり、風が強まった 13 時以降では張力が周期的に変化することはないことが観測された。

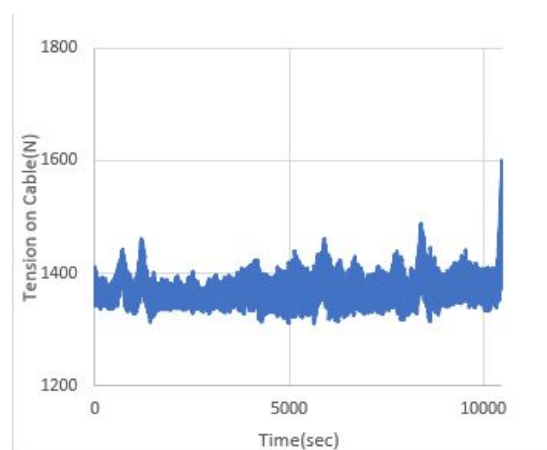


Fig.5 ケーブルにかかる張力

なお、給電状況であるが、給電開始時に陸上給電盤で 210[V] の電圧が確認され、接続した電気自動車「C+pod」の充電表示は 50% であった。実験を終了した 13 時 30 分では 70% の表示になっていたことから、実験終始、安定した給電状態を保つことができたといえる。

本実験により、錨泊船舶からの給電方法については、終始安定した給電状況が観測され、かつ船体運動による電源ケーブルの負荷も安全基準に抵触することはなかったことが明らかとなった。また、電源ケーブルの展張と回収についてもそれぞれ 1 時間程度と、実用性についても問題なく、錨泊船舶からケーブルを利用して給電する方法は有効であることが確認できた。一方で、急激な風向の変化により、棧橋から送り出す部分についてケーブルへの損傷がみられたことから、ケーブルの保護については今後の検討が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 河村 義顕, 岸 拓真, 小林 豪, 茶園 敏文
2. 発表標題 錨泊船舶の船内電源による陸上への給電システムの開発 -実海域によるシステム検証実験（その1）
3. 学会等名 日本航海学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大内 一弘 (OUCHI Kazuhiro) (90610064)	広島商船高等専門学校・その他部局等・准教授 (55402)	
研究分担者	水井 真治 (MIZUI Shinji) (50249843)	広島商船高等専門学校・その他部局等・教授 (55402)	令和3年3月31日付けで退職したため、令和3年度より削除
研究分担者	岸 拓真 (KISHI Takuma) (70748938)	広島商船高等専門学校・その他部局等・講師 (55402)	
研究分担者	小林 豪 (KOBAYASHI Go) (90311076)	広島商船高等専門学校・その他部局等・教授 (55402)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------