

疑似波浪発生ジンバルの評価波浪データの取得

Standardization of evaluation methods for wave-generator

○学 越智 舜介 (弓削商船), ◎正 前田 弘文 (弓削商船)

Shunsuke OCHI, National Institute of Technology, Yuge College,
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan
Hirofumi MAEDA, National Institute of Technology, Yuge College,
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Key Words: Rescue robot, Vessel investigation, Prototype, Wave-generator, Estimation

1. 緒言

東日本大震災や阪神大震災, アメリカ合衆国で起きた同時多発テロなど大規模な災害や事件などを我々は目の当たりにしている. このような現場において, 救助活動を行っている隊員は常に2次災害の危険にさらされている. これらの2次災害を軽減させるためには, 被災者の正確な位置や倒壊状況を安全かつ迅速に把握し, 詳細な救助計画を立てる必要がある. そこで現在, 災害現場において2次災害を伴わず情報を迅速に得る方法として, レスキュー機器やレスキューロボットの研究が盛んに行われている⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾. 特に災害探査用レスキューロボットの開発が盛んで, 国内においては, Quince, UMRS, KOHGA など日本を代表するロボットが開発されている⁽⁵⁾⁻⁽⁷⁾. また, 米国では軍事兵器である Talon, PackBot, Matilda などの開発が行われている. 我々も NEDO による"戦略的要素技術開発プロジェクト"において, UMRS の開発に参画し, 現在も研究を継続中である⁽⁸⁾⁻⁽¹⁰⁾.

一方, 海上に目を向けてみると海上を活動現場とするレスキューロボットの研究開発は鳴りを潜めている. 平成 27 年 7 月 31 日に発生した北海道苫小牧市の商船三井フェリー「さんふらわあ だいせつ」の火災事故は記憶に新しい. このような事故が頻繁に発生しているにもかかわらず, 研究が活発化しない大きな原因の1つとして, レスキューロボットの研究開発の多くが教育機関によって行われていることが挙げられる. これは教育機関で海上実験を行うためにはそれなりの施設が必要となり, 実験可能な機関に限られるからである. また, もう1つの原因として波による影響が挙げられる. これまで陸上を想定してきたレスキューロボットの多くは, ロボット内部に搭載された加速度センサによって, 自身の自己姿勢を検知している. しかし, 波の影響を受ける船舶では波の揺れが加速度センサのデータに加算されるため, これらのデータがまったく意味をなさない. さらに船舶で火災が発生した場合は, 狭隘空間に煙が充満することでカメラの視界が遮られ, 探査活動の難易度が大幅に高くなる.

そこで本研究では, これらの問題を解決するために小型・軽量で船内も探索が可能なレスキューロボットの開発を目指す. しかし, 実際の開発を行っていく上で, 再々に渡って船上で実験を行うことは, コスト的にもスケジュール的にも容易ではない. そこで, 波浪を再現するための疑似波浪発生ジンバルの開発を試みる. 本論文では, このジンバルへの入力データとして用いられる小型センサユニットで得られた推定値についての比較検証を行うための評価波浪データの取得方法について述べる.

2. 離散データの補間方法の比較・検証

評価波浪データの取得には, 図 1 に示す株式会社トプトン製の Total Station IS を用いる. 測定には自動追尾機能を使用するとともに, データ取得要求の通信は手動によるコマンド送信で行う. そのため, 今回使用した 1 [mm]測定モードでは, データの受信間隔が 2 [msec]となる. そこで, この測定データ(離散データ)を補間することで, 連続的な評価波浪データを取得することとした.



Fig. 1 Total Station IS

次に補間するにあたって, 以下の2種類についてシミュレータ上での比較・検証を行った(図2).

- ・区分的多項式曲線補間法
- ・ラグランジュ補間法

その結果, 補間にはラグランジュ補間法を用いることとした.

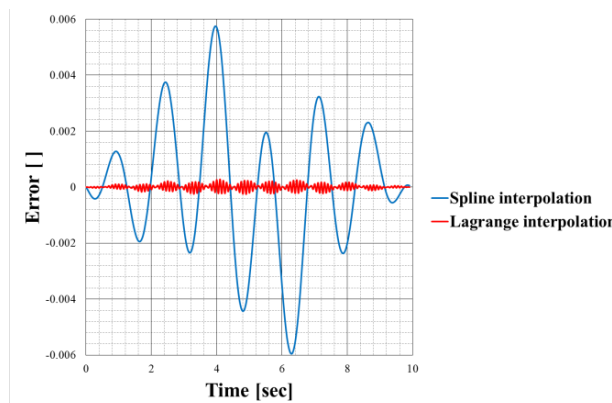


Fig. 2 Accuracy comparison of interpolation method

3. 波浪データの計測

本校が所有する練習船弓削丸のための栈橋を用いて、2018年1月6日に計測を行った(図3, 図4)。この計測データを基に、ラグランジュ補間式(式(1))を用いて補間を行った(図5)。なお、それぞれの変数は以下と定義する。また図5の計測時間は、10時4分からの1分間である。

本校は愛媛県越智郡上島町に位置しており、同時刻の愛媛県今治市小島の潮汐による水位の上昇は、20 [mm/min]である。図5のデータの線形近似(赤の直線)の傾きが11.85 [mm/min]でほぼ一致する。このことから、図5の水位が時間とともに増加している原因は、潮汐によるものと考えられる。

t :時刻 [sec]

t_n : n 番目のサンプリング周期 [sec]

N_n : n 番目のサンプルデータ [mm]

$$f(t) = \frac{N_n(t-t_{n-1})(t-t_{n-2})(t-t_{n-3})}{(t_n-t_{n-1})(t_n-t_{n-2})(t_n-t_{n-3})} + \frac{N_{n-1}(t-t_n)(t-t_{n-2})(t-t_{n-3})}{(t_{n-1}-t_n)(t_{n-1}-t_{n-2})(t_{n-1}-t_{n-3})} + \frac{N_{n-2}(t-t_n)(t-t_{n-1})(t-t_{n-3})}{(t_{n-2}-t_n)(t_{n-2}-t_{n-1})(t_{n-2}-t_{n-3})} + \frac{N_{n-3}(t-t_n)(t-t_{n-1})(t-t_{n-2})}{(t_{n-3}-t_n)(t_{n-3}-t_{n-1})(t_{n-3}-t_{n-2})} \quad (1)$$



Fig. 3 Experimental landscape of wave data measurement



Fig. 4 Prism for Total Station IS

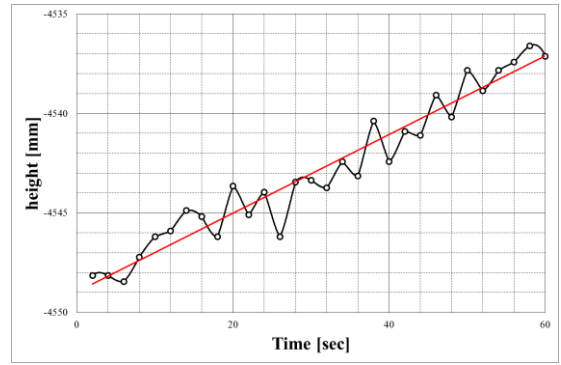


Fig. 5 Linear approximation and measurement data after linear interpolation

4. 結言

本論文では、Total Station ISを用いて評価波浪データの取得を行った。また、取得した波浪データのデータ補間と潮汐の影響について述べた。しかし、今回の計測では栈橋を使用したために、上下に動きを拘束するためのポールへの衝突が見られ正確な波浪データとならなかった。また、手動によるコマンド送信で計測を行ったため、サンプリング周期が遅かった。今後は、計測の自動化を行い、船上での計測を行っていく予定である。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP16K21582 の助成を受けたものである。

文献

- (1) 田所 諭, 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト, ロボット等次世代防災基盤技術の開発, 日本ロボット学会誌, Vol.23, No.5, pp.541~543, (2005) .
- (2) 国際レスキューシステム研究機構, レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発 H14~17 報告書, 大都市大震災軽減化特別プロジェクト, (2003-2006) .
- (3) 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト, レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発, 総括成果報告書, (2007) .
- (4) 横小路 泰義, レスキューロボットの操縦インターフェース-大大特「ヒューマンインタフェースグループ」の研究紹介-, 日本ロボット学会誌, Vol.22, No.5, pp.566-569, (2004) .
- (5) 田所 諭, 閉鎖空間内高速走行探査軍ロボット, 日本ロボット学会誌, Vol.27, No.10, pp.1107-1110, (2009) .
- (6) 佐藤 徳孝, 松野 文俊, レスキューロボット遠隔操縦インターフェース技術, 日本ロボット学会誌, Vol.28, No.2, pp.156-159, (2010) .
- (7) 大野 和則, 城間 直司, レスキューロボットの遠隔操縦支援技術, 日本ロボット学会誌, Vol.28, No.2, pp.160-163, (2010) .
- (8) 前田 弘文, 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 小林 滋, 高森 年, 遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレーション部門学術講演会 (SI2013), pp.1133-1136, (2013) .
- (9) 竹本 玲央, 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 前田 弘文, 小型制御基板を用いたマニピュレータ制御, 日本機械学会中国四国学生会第44回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 613, (2014) .
- (10) 前田 弘文, 伊藤 嘉基, 小林 滋, 高森 年, 遠隔協調作業を目的とした協調マニピュレーションの改良, 第15回システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2014), pp.238-243, (2014) .