

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 3 日現在

機関番号：82708

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560196

研究課題名(和文) 商船・客船・漁船等が自動発信するAISデータに基づく津波の早期検知システムの開発

研究課題名(英文) Development of an early detection system of tsunami based on AIS data automatically transmitted by merchant ship, passenger ship, fishing vessel

研究代表者

寺田 大介(Terada, Daisuke)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産工学研究所・主任研究員

研究者番号：80435453

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、商船などが自動発信するAISデータを用いて、陸上で津波を早期に発見する枠組みに関して検討した。まず、津波によって流される船の運動のモデル化を行った。次に、逐次データ同化により、東日本大震災の際に得られた実船データと開発したモデルを用いて、船の運動から津波流速を逆推定することを試みた。その結果、若干の課題はのこるものの、船の運動データから津波流速を逆推定することが可能であることが示せた。また、日本近海を航行する船の要目等をデータベース化し、AISデータで発信される識別番号から船の要目を特定するシステムの構築を行った。

研究成果の概要(英文)：In this research, we examined the framework of early detection of tsunami on land using AIS data automatically transmitted by merchant ship and so on. First of all, we modeled the motion of the ship being tumbled by the tsunami. Next, by successive data assimilation, we attempted to estimate the tsunami velocity inversely from ship motions using the actual ship data obtained in the Great East Japan Earthquake and the developed model. As a result, it was shown that the tsunami velocity can be estimated inversely from ship motions data, although some problems remain. In addition, we made a database of the details of vessels sailing around Japan and constructed a system that identifies ship's items from the identification number transmitted by AIS data.

研究分野：船舶海洋工学

キーワード：船舶運動性能 逐次データ同化 津波 AISデータ

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災を引き起こした津波は非常に大きなインパクトを残した。発生が近いとされている南海地震に備え、地震や津波の早期検知のための技術の一つでも多く保有しておくことがニーズとしてある。一定トン数以上の商船・客船・漁船等には、AIS (船舶自動識別装置) が取り付けられており、自船の位置、時刻および針路等の種々のデータを自動発信している。また、陸上でインターネットにアクセスすることが可能であれば、船が存在する海域の気象・海象データの推定値を常時得ることができる。一方、沖合における津波は非常に速い流れとみなすことができる。実際、過去の研究において、沖合を航行中の船に津波が作用した場合は船が非常に速い速度で流されていることを確認した。したがって、船が流される速度と当該船の流体力微係数が分かれば、津波の流速を推定することが可能である。

2. 研究の目的

前述のとおり、船が流される速度と当該船の流体力微係数が分かれば、津波の流速を推定することが可能である。本研究課題では、この原理に着目し、AIS データを用いた津波の早期検知とその流速推定を行うためのシステムの開発を目的とする。

3. 研究の方法

船の運動モデルとして日本船舶海洋工学会の前身である日本造船学会で考案された MMG モデルに着目し、このモデルの物理パラメータの同定を逐次データ同化の枠組みで行った。物理パラメータは、船の推進に関する係数に関しては日本船舶明細書のデータベースに基づいて概略推定が可能であることから、船に作用する操縦流体力微係数とした。逐次データ同化において使用する観測データは、AIS が発信する船速と旋回角速度とした。検証のためのデータは東日本大震災を引き起こした津波の影響を受けていたフェリーで観測されたものである。

4. 研究成果

(船の操縦運動)

まず、MMG モデルによる船の操縦運動シミュレーションが実現できることを確認した。船の旋回シミュレーションの結果の一例を図 1 に示す。図は左段が船の位置であり、右

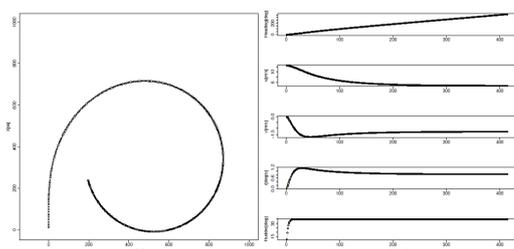


図 1 船の旋回運動

段は上から船首方位、船首方向速力、船横方向速力、旋回角速度および舵角のデータをそれぞれ示している。この結果は先行研究のデータとほぼ一致している。

次に、船の旋回運動データを用いて逐次データ同化を行い、操縦流体力微係数が同定できることを明らかにした。結果の一例を表 1 に示す。表は左から同定した項目、真値、同定結果およびそれらの誤差を示している。逐次データ同化では速力と旋回角速度のデータしか使用していないにもかかわらず、同定結果は概ね良く真値を再現できている。また、このときの船の運動に関する状態推定の結果を図 2 に示す。図中の黒線が真値であり、赤線が推定結果である。これらは良く一致しており、状態推定に関しては提案する方法の有用性が示された。

表 1 逐次データ同化による操縦流体力微係数の同定結果

Items	True	Identified	Error(%)
X'_{vv}	-0.0795	-0.0545	-31.5
X'_{rr}	0.0041	0.0033	-19.4
X'_{vr}	-0.0640	-0.0681	6.3
X'_{vvvv}	0.0000	0.0000	0.0
Y'_v	-0.2478	-0.2276	-8.2
Y'_r	0.0605	0.0442	-27.0
Y'_{vvv}	-2.2443	-2.6129	16.4
Y'_{vvr}	-0.6786	-1.0542	55.3
Y'_{vrr}	-0.8339	-1.0108	21.2
Y'_{rrr}	-0.0283	-0.0329	16.2
N'_v	-0.0791	-0.0782	-1.1
N'_r	-0.0500	-0.0608	21.7
N'_{vvv}	-0.1977	-0.1420	-28.1
N'_{vvr}	-0.8730	-0.6534	-25.2
N'_{vrr}	0.0321	0.0389	21.2
N'_{rrr}	-0.0472	-0.0330	-30.2

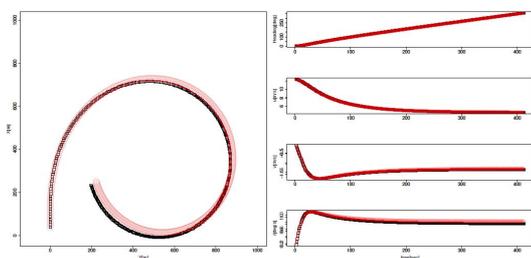


図 2 逐次データ同化による船の運動の状態推定の結果

さらに、流れの中での操縦運動を再現するために、MMG モデルを拡張した。同モデルと東日本大震災時の津波の影響下で航行していたカーフェリーの運動データを用いて、逐次データ同化の方法により、船の運動から津波の流速を逆推定する方法を検討した。検討

のためのデータを図3および図4に示す。図3は東日本大震災当日の対象船の航跡であり、図4は14時から17時までの時系列データである。図4は上から、南北方向の速力、東西方向の速力、横揺れ、縦揺れ、船首方位、横揺れ角速度、縦揺れ角速度、旋回角速度、船首尾方向加速度、船横方向加速度および上下方向加速度をそれぞれ示している。図3からわかるように、対象船は地震発生時には震源地の至近を航行しており、地震および津波の影響を何らかの形で受けている。図4は対象船が地震および津波の影響をどの程度受けていたかを客観的に示している。すなわち、地震発生直後は地震波のうちのP波の影響が角速度および加速度のデータに現れており、その後の15時30分過ぎの大津波の影響が船速と船首方位のデータに現れている。津波の流速推定は、これらのデータの内、AISが発信する船速と旋回角速度のデータを用いた。逐次データ同化で推定した。結果を図5に示す。図中の黒線は流速の南北方向成分であり、

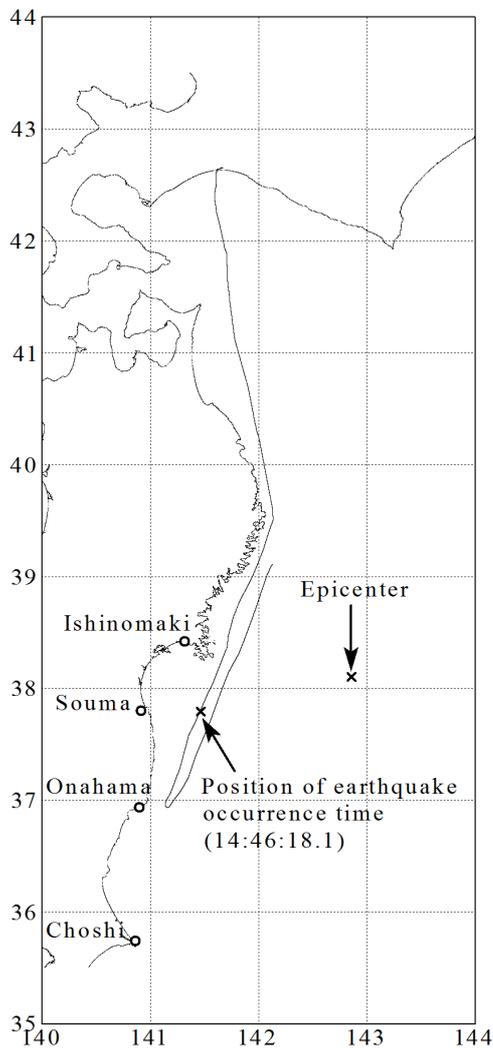


図3 船の軌跡

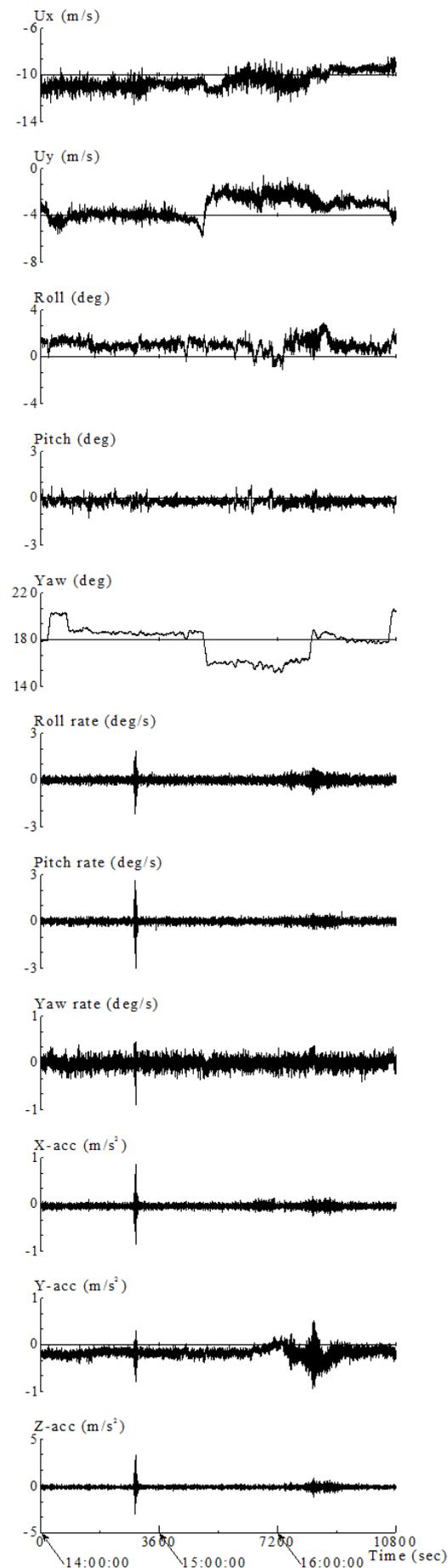


図4 船の運動データ

赤線は流速の東西方向成分である。この図から、地震発生直後およびそれ以降の数分で、30m/s を超える推定結果を示した。当該船の航路上は概ね推進 100m 程度であることから、津波の流速は長波理論にしたがえば約 31m/s である。したがって、まだ改良すべき点は残されているものの、船の運動から津波の流速を逆推定することは可能であると結論付ける。

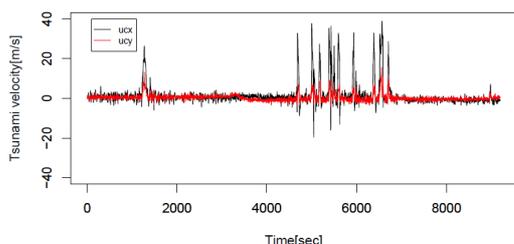


図 5 津波流速の推定結果

(船のデータベース化)

日本船舶明細書に記載された船の主要目などの種々の情報をデータベース化し、AIS が発信する船舶コードから当該船の情報を取り込むシステムの開発を行った。なお、AIS データの受信に関するシステムは連携研究者の神戸大学教授の若林先生から提供して頂いた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

- 1) Daisuke Terada, Jun Miyoshi, Akihiko Matsuda: Parameter identification of a mathematical model on maneuverability, Proc. of Asia Navigation Conference 2014, pp.417-425 (2014.11 Xiamen)
- 2) Daisuke Terada: Novel identification method of maneuverability indices concerning drift motion based on successive data assimilation, Journal of Maritime Researches, vol. 5, pp.1-13 (2015.3)
- 3) Daisuke Terada, Kenji Sasa, Nobukazu Wakabayashi: Basic study on estimation of tsunami velocity using data of ship drifting by tsunami, Proc. of the 3rd international Conference on Violent Flows, CD-ROM pp.1-7 (2016.3 Osaka)

[学会発表](計 5 件)

- 1) 寺田 大介、三好 潤、松田 秋彦: 実船データを用いた操縦運動予測モデルのパラメータ同定, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 19 号, pp.387-390 (2014.11)
- 2) 寺田 大介: 船の操縦運動予測モデルで

使われる物理パラメータの同定, 統計数理研究所共同研究リポート「No.367 26 - 共研 - 2016 パーティクルフィルタに基づくマルチメディア計算知能(代表者:生駒哲一)」, 情報システム・研究機構統計数理研究所(2015.3)

- 3) 寺田 大介、松田真司: 針路に関する統計的モデル予測制御, 日本船舶海洋工学会第 5 回推進・運動性能研究会(2016.10)
- 4) 寺田 大介: 船の運動データを用いた津波流速の推定, 平成 28 年度神戸大学海事科学部国際海事研究センター海事輸送研究部門講演会(2017.2)
- 5) 寺田 大介: 船体運動データを用いたデータ同化による潮汐流の逆推定, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 24 号, pp.597-600 (2017.5)

[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]

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

寺田大介 (TERADA DAISUKE)
水産研究・教育機構・水産工学研究所・主任研究員
研究者番号: 80435453

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

若林伸和 (WAKABAYASHI NOBUKAZU)
神戸大学・学内共同利用施設等・教授
研究者番号: 60242351

(4)研究協力者

なし