

令和 6 年 6 月 2 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04502

研究課題名（和文）横揺れ減衰力推定法（池田の方法）の改良と横揺れの長期予測法の構築

研究課題名（英文）Improvement of Ikeda's rolling damping prediction method and development of long-term prediction method for rolling

研究代表者

片山 徹（Katayama, Toru）

大阪公立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：20305650

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、池田の方法のビルジキール成分推定式の構成に立ち戻り、まず自由表面の影響を考慮しない場合において、推定式作成時に考慮していなかった半幅喫水比および横揺れ回転軸の水面からの距離（下向き+）と喫水の比がビルジキールの抗力係数および船体表面圧力分布に与える影響を調査し、その修正法を提案した。さらに、喫水が極端に浅い場合や運動振幅が大きく横揺れ回転軸が低い場合には、ビルジキール直圧力成分に自由表面の影響が表れることを指摘しその修正法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

横揺れの推定は、対象とする現象（同調横揺れ、パラメトリック横揺れ、ブローチング、短期予測）に合った運動方程式の選定とその流体力係数の精度が重要であるが、粘性の影響が大きい横揺れを精度良く推定することは難しく未解決な課題が存在する。本研究ではこれら残された問題のうち2つの課題を検討し、横揺れの推定精度を向上させた。

現在広く用いられている池田の横揺れ減衰力推定法を近年の多様な船型に対応可能とした。船舶の一生涯で遭遇する最大横揺れ角推定のための横揺れ振幅角の確率密度関数を、横揺れの非線形性を考慮した定係数非線形微分方程式から理論的に導出し、水槽試験結果と比較してその確率密度関数の精度を検証した。

研究成果の概要（英文）：Ikeda's prediction method of roll damping is used for wide-breadth, shallow-draught and low KG vessels, however the results may be overestimated. Because the bilge-keel component of Ikeda's method does not sufficiently consider the effects of shallow draught and low KG. The purposes of this study are to investigate the effects of shallow draught and low KG and to improve Ikeda's method. In this report, effects of half breadth to draught ratio and vertical position of roll axis to water surface on normal force acting on bilge-keels and hull pressure distribution caused by bilge-keels are investigated. Taking correction factors of those effects into account, the estimation accuracy of Ikeda's method is improved. However, it is insufficient under conditions with significant free surface effects, such as shallow drafts and large roll angles.

研究分野：船舶工学，復原性，浮体安全性

キーワード：横揺れ減衰力 ビルジキール 直圧力成分 船体表面圧力成分 自由表面影響

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

波浪中船体運動の中で横揺れは、転覆に至る大運動が発生する船舶の安全性を担保する上で最も重要な運動モードの一つであり、1800年代の William Froude 以来数多くの研究が行われて来た。横揺れの推定は、その他の運動モード(上下揺れ、縦揺れ、左右揺れ、船首揺れ、前後揺れ)に比べると理論的に取り扱うことは難しい。その要因には、復原力の非線形性、大波高時の波崩れによる波浪強制力の非線形性、粘性影響による横揺れ減衰力の非線形性がある。特に減衰力の粘性影響は、例えばビルジキールのように積極的に粘性影響を増大させて横揺れを減少させていることもあり、この粘性影響を精度良く考慮できることが横揺れの推定精度に直結する。しかし、この粘性影響は船体まわりの流れの剥離現象に基づくものであり理論的に扱うことは難しい。さらには、実海域での規則波中横揺れ推定においてもこの粘性影響を精度良く考慮することが重要であるが、不規則横揺れを推定する場合はこの粘性影響が非線形性のみならず履歴影響を持つためにさらに扱いを困難にする。

横揺れ減衰力に関する国内における研究は、古くは加藤(1958)、田中(1957, 1958, 1959, 1961)、笹島ら(1953)の粘性減衰力に関する考察、菱田(1952, 1954, 1955)、花岡ら(1960)の造波減衰力に関する研究、渡辺・井上(1957)、山内ら(1961)の実用船型による実験などがある。その後、ポテンシャル理論に基づくストリップ法の推定精度の調査に関連した流体力の計測が盛んに行われ、藤井・高橋(1971)、高木・田才(1972)、竹沢ら(1974)の強制動揺試験、高石ら(1971)、田中ら(1972)による自由横揺れ試験などにより実用船型に対する横揺れ減衰力の計測例が蓄積されてきた。また、日本造船研究協会(SR)においても、SR108, 125, 131, 161の各部会の中で同様の計測を実施する一方、特に SR161 では大阪府立大学を中心として横揺れ減衰力の合理的推定法の確立を目指した研究が行われ、横揺れ減衰力を成分(摩擦、造波、造渦、揚力、ビルジキール等付加物)に分けて推定し、これらを足し合わせる成分分離型推定法が提案された。現在この方法は、池田の方法として世界中で知られ、IMO(国際海事機構)や ITTC(国際試験水槽会議)でその利用が推奨されている。池田の方法は、各成分が理論に基づく定式化と実験に基づく修正係数で構成されており、この修正係数は、池田の方法開発当時に主流であった貨物船やタンカーなど商船の標準的な船型を用いた水槽試験結果に基づいて決定された。そのため、近年の使用目的に合わせた専用船化と最適船型の開発による船型の多様化により、同推定法開発当時の船型との違いが大きくなり、例えば超大型コンテナ船、大型客船、LNG 船がノンパラスタの浅喫水状態の場合に同推定法推定精度が悪化することが報告されており、実験に基づく修正係数の見直しが必要である。

また、長期間使用される船舶にとって、一生涯中の最大横揺れ知ることは、転覆や破損の回避において重要である。このような運動を予測する場合、不規則波中の水槽試験や時間領域シミュレーションが考えられるが、非常に長い時間を必要とし実用的ではないため一般には統計的手法(いわゆる短期予測および長期予測)が用いられる。横揺れ以外の船体運動は、線形理論を用いて実用上十分な精度でその運動推定が可能であり、不規則波中の運動は正規確率過程で表現が可能である。そのため、短期海象下の不規則波パワースペクトルと船体の応答関数の線形重ね合わせにより船体運動パワースペクトルを求め運動振幅の発生確率をレイリー分布で表すことでその期間に発生する最大振幅を予測できる。ところが、横揺れは粘性影響が大きく非線形性が強く前述のような正規確率過程の適用が難しい。横揺れ減衰力の履歴影響や過渡影響、大波高時の波崩れに伴う波浪強制力の非線形性は無視できるとし、横揺れ運動方程式が一自由度の非線形定係数微分方程式で表せる仮定のもと、この運動方程式を出発点とした非正規確率過程における確率密度関数に関する研究が行われてきた。例えば Haddara(1974)、Roberts(1982)、Francescutto, Naito(2004)、Kougioumtzoglou ら(2014)、Chai, Naess(2015)などの研究がある。また最近、Dostal(2012, 2014, 2017)は Roberts(1982)の確率論的平均化法を用いる考え方を拡張した結果を示している。これらの結果は、Naess(2000)が提案した経路積分法による数値計算結果やモンテカルロシミュレーション(MCS)結果などとも比較されている。牧(2017)は、木村(1995, 1998)の提案した非正規確率密度関数を導入した。しかし、横揺れ減衰力の非線形が大きくなると実験結果との不一致が顕著になるという結果が指摘されており、新たな確率密度関数の提案が必要である。

2. 研究の目的

横揺れの推定には、対象とする現象(同調横揺れ、パラメトリック横揺れ、ブローチング、短期予測)に合った運動方程式の選定と運動方程式中流体力係数の精度の良い推定が重要であるが、粘性成分の割合が大きい横揺れを精度良く推定することは難しく未解決な課題が存在する。本研究の目的はこれら残された問題のうち以下の2つの課題について検討し、横揺れの推定精度を向上させることである。

- (1) 現在広く用いられている横揺れ減衰力推定法(池田の方法)には、船型の適用限界がある。近年の多様な船種と船型に対応が可能となるように、池田の推定法を改良する。このことにより、同調横揺れの振幅角推定精度が向上する。
- (2) 船舶の安全性担保には一生涯で遭遇する最大横揺れ角の推定が重要である。横揺れを定係

数の微分方程式で表せたとしても、減衰力、復原力の非線形性が強く、また大波高時には波崩れによる波浪強制力の非線形性も現れる。横揺れ振幅角の確率密度関数を、横揺れの非線形性を考慮した定係数非線形微分方程式から理論的に導出することを試みるとともに、シミュレーション結果と比較して確率密度関数の精度を検証する。一方、定係数で表現できない現象を定係数非線形微分方程式に考慮する方法を検討し、実験結果とシミュレーション結果を比較することで精度を検証する。以上により、合理的な横揺れの短期予測が可能となり、船舶の安全性向上に寄与する。

3. 研究の方法

本研究では、前述の研究課題に合わせて以下の内容を実施した。

(1) 池田の方法（ビルジキール成分）の改良

本研究課題開始時にすでに大阪府立大学に、最新の大型 LNG および PCC の模型船があり、横揺れ減衰力の特長についての調査が完了すると共に、池田の方法と比較し横揺れ減衰力推定精度の悪化の原因が、主としてビルジキール成分の推定法にあり、近年の幅広浅喫水化と重心高さの上昇の影響および自由表面影響を考慮する必要があることを明らかにしていた。また、これら問題のうち幅広浅喫水化と重心高さ上昇の影響は、CFD によるシリーズ船の計算からビルジキールの抗力係数への影響を定式化し、この影響を考慮することで推定精度が向上することを確認していた。そこで、自由表面影響についての残る検討を行った。

自由表面影響の詳細の検討では、まず池田の方法開発時に用いた 2 次元断面模型（現存）を対象に、水槽試験で横揺れ減衰力のビルジキール成分の計測を行い、CFD の数値実験で得られた同ビルジキール成分と比較して精度確認を行った。次に CFD により自由表面の有無の計算を行い、この時のビルジキール成分を比較し、同成分に自由表面の影響が現れる条件と、同影響が現れたときの推定式の修正箇所を検討した。さらに CFD により、喫水、回転中心高さ、振幅、周期を系統的に変えた数値実験を行い、流場の詳細を調査すると共に、ビルジキール後方の圧力係数の修正式を導き、池田の方法の改良法を構築した。

(2) 横揺れの非線形性を考慮した横揺れ振幅角の短期予測法の確立

本研究課題開始時にすでに非線形横揺れ運動方程式を出発点とした、非正規確率密度関数導出法を提案し、新たな確率密度関数をもとめていた。さらに、非線形運動方程式を用いたシミュレーションと非正規確率密度関数の比較を行い、この関数の妥当性を確認していた。しかし、不規則横波中の横揺れ計測実験結果との比較では、従来の関数に比べて一致が良いものの、まだ両者には差があることが明らかになっており、その原因が不規則波中の横揺れ波浪強制力または横揺れの連成粘性影響にあるのではないかと考えていた。

そこで、まず既存の装置を用いて、不規則波中の横揺れ波浪強制力の計測を行い、非線形運動方程式中の既存の波浪強制力推定結果と比較し、波浪強制力の推定法を改良した。その結果に基づく横揺れのシミュレーションと実験結果を比較し、その効果を確かめるとともに、非線形運動方程式を出発点として新たな非正規確率密度関数を導出した。また、横揺れ減衰力のビルジキール成分推定には、運動に伴うビルジキール先端の流速および流体に対する相対運動振幅が重要であるが、これに左右揺れの影響があるのではないかと考え、不規則波中の運動計測を行い、この影響の大小を確認した。

4. 研究成果

横揺れの推定は、対象とする現象（同調横揺れ、パラメトリック横揺れ、ブローチング、短期予測）に合った運動方程式の選定とその流体力係数の精度が重要であるが、粘性の影響が大きい横揺れを精度良く推定することは難しく未解決な課題が存在する。本研究ではこれら残された問題のうち 2 つの課題を検討し、横揺れの推定精度を向上させた。

現在広く用いられている池田の横揺れ減衰力推定法を近年の多様な船型に対応可能とした。

船舶の一生涯で遭遇する最大横揺れ角推定のための横揺れ振幅角の確率密度関数を、横揺れの非線形性を考慮した定係数非線形微分方程式から理論的に導出し、水槽試験結果と比較してその確率密度関数の精度を検証した。

(1) 横揺れ減衰力推定法について

横揺れ減衰力推定法の一つに池田の方法¹⁾²⁾があり、ITTC Recommended Procedure³⁾に収録されるとともに IMO 第 2 世代非損傷時復原性基準（暫定指針）においても使用が認められている。しかし、田中ら⁴⁾はこの推定法を浅喫水船に適用した場合、減衰力を過大評価する可能性があることを指摘し、その原因がビルジキールと主船体の造る波の干渉による造波成分の減少および自由表面影響によるビルジキールへの流入速度低下に伴う放出渦の規模減少であり、この影響は横揺れ回転軸高さ KG が低いほど顕著であることを示した。

本研究では田中ら⁴⁾が指摘した問題を修正するために、池田の方法のビルジキール成分推定式⁵⁾⁶⁾の構成に立ち戻り、まず自由表面の影響を考慮しない場合において、推定式作成当時に考慮していなかった半幅喫水比 H_0 および横揺れ回転軸 G の水面 O からの距離（OG 下向き +）と喫水の比 OG/d がビルジキールの抗力係数に与える影響を調査し、この影響をビルジキールへの

流入速度を修正する二つの新たな係数 g と h として考慮することを提案した⁷⁾⁸⁾。

池田の方法に従えば、上記方法によりビルジキール直圧力成分のみならず船体表面圧力成分も修正されるので推定結果は実験結果に近づくが、喫水が深くかつ横揺れ回転軸が低い自由表面影響が表れにくいと考えられる状態においても依然過大評価の傾向がみられた⁷⁾⁸⁾。そこで、 H_0 および OG/d が船体表面圧力成分におよぼす影響についても詳細に調査し、左右ビルジキールの横揺れ角速度方向前後にできる船体表面圧力分布を明らかにした結果、横揺れ回転軸が低くなるに伴って左右ビルジキール近傍の圧力係数に差が生じ、これが船体表面圧力成分に影響を与える可能性を指摘した⁹⁾。

一方、喫水が極端に浅い場合や運動振幅が大きく横揺れ回転軸が低い場合には、依然推定結果は実験値に比べて大きく、この原因が横揺れ速度後方のビルジキール直圧力成分が自由表面の影響によって減少するためであることを示すとともに、その修正係数 i を提案した¹⁰⁾。

(2)横揺れの確率密度関数

現在の規則では、船体構造強度検討のために用いる横揺れ振幅角は、船舶の設計寿命である 25 年間に遭遇する波の数から、超過確率 $Q=10^{-8}$ の最大期待値としている。この横揺れ振幅角は、不規則波中横揺れ振幅角の長期予測値であり、長期間における短期不規則海象の発現確率と各短期不規則海象下での横揺れ振幅角の短期予測値の積の積分で求め、この短期予測値は波浪の短期予測値を正規確率密度関数によって求めてこれに横揺れの応答関数を掛け合わせ、さらに横揺れの非線形性を実験的および経験的に修正して求めている。

しかし、この方法が作られてから現在に至るまでに、船舶は使用目的に合わせ専用化および最適化された。その結果、商船の船型は多種多様となり、前述の方法ではこの多様化に対応することが難しくなった。そのため、根本的な改正として、現在の算式の諸係数を近年の船型に適用できるように拡張するだけでなく、今後さらに多様化するであろう船型にも対応できるように、横揺れの非線形性を合理的に考慮した新たな長期予測の方法を確立することを検討している。

本研究では、横揺れの非線形性を考慮した合理的な短期予測法として、横揺れの非線形性を考慮した非正規確率密度関数¹¹⁾¹²⁾と、非正規確率密度関数の導出に用いた横揺れ運動方程式に一部水槽試験（模型試験）結果を用いて MCS（モンテカルロシミュレーション）法¹³⁾によって解く方法を検討した。その結果、非正規確率分布および横揺れ運動方程式に復原力曲線の非線形性ならび大波高時には上下揺れおよび縦揺れの連成影響を考慮することが重要であることが明らかとなった¹⁴⁾。また、横揺れ運動方程式の波浪強制力として左右揺れの影響を考慮することが重要であることも明らかとなった¹⁵⁾。

参考文献

- 1) Yoshiho Ikeda, Yoji Himeno, Norio Tanaka: A Prediction method for Ship Roll Damping, Report of Department of Naval Architecture, University of Osaka Prefecture, No.00405, 1978.
- 2) Yoshiho Ikeda: Prediction Methods of Roll Damping of Ships and Their Application to Determine Optimum Stabilization Devices, Marine Technology, Vol 41. No.2, pp.89-93, 2004.
- 3) 26th ITTC Stability in Waves Committee: ITTC Recommended Procedure Numerical Estimation Method of Roll Damping, International Towing Tank Conference, Report 7.5-02-07-04.5, 2011.
- 4) 田中紀男, 姫野洋司, 池田良穂, 磯村幸次: 浅喫水船のビルジキールの効きに関する実験的研究, 関西造船協会誌, 第 180 号, pp.69-75, 1981.
- 5) 池田良穂, 姫野洋司, 田中紀男: 横揺れ減衰力について - 摩擦成分とビルジキールの直圧力成分 - , 関西造船協会誌, 第 161 号, pp.41-49, 1976.
- 6) 池田良穂, 小松清, 姫野洋司, 田中紀男: 横揺れ減衰力について - ビルジキールによる船体表面圧力効果 - , 関西造船協会誌, 第 165 号, pp.31-40, 1977.
- 7) Toru Katayama, Masaki Matsuoka, Toshiya Adachi, Kazuki Ikusima: Effects of half breadth to draught ratio of hull under water surface on bilge-keel roll damping component, Ocean Engineering, Volume 188, 8pages, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106283>, 2019.
- 8) 片山 徹, 足立俊哉, 杉本 圭, 福元佑輔: 幅広浅喫水船対応横揺れ減衰力ビルジキール成分推定法 - 喫水, 回転中心高さおよび自由表面のビルジキール直圧力への影響 - , の本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 30 号, pp.417-423, 2020.
- 9) 片山徹, 吉田尚史: ビルジキールによる船体表面圧力分布の回転中心高さ影響, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第 35 号, pp. 429-432, 2022.
- 10) 片山徹, 吉田尚史, 山本裕介: 横揺れ減衰力ビルジキール成分の自由表面影響, 日本船舶海

洋工学会講演論文集，第 34 号, pp.369-372 , 2022 .

- 11) Maki, A. : Estimation Method of the Capsizing Probability in Irregular Beam Seas Using Non-Gaussian Probability Density Function, *Journal of Marine Science and Technology*, Vol.22, No.2, pp.351-360, 2017.
- 12) Maki, A., Sakai, M. and Umeda, N. : Estimating a Non-Gaussian Probability Density of the Rolling Motion in Irregular Beam Seas, *Journal of Marine Science and Technology*, Vol.24, pp.1071-1077, 2019.
- 13) Dalzell, J. F. : A Note on the Distribution of Maxima of Ship Rolling, *Journal of Ship Research*, Vol.17, No.4, pp.217-226, 1973.
- 14) Toru Katayama, Mai Kankaku, Atsuo Maki, Kei Sugimoto, Yusuke Fukumoto: Study on Short-term Prediction of Roll in Beam Sea, *Contemporary Ideas on Ship Stability : From Dynamics to Criteria* edited by Kostas J. Spyrou, Vadim L. Belenky, Toru Katayama, Igor Bačkalov, Alberto Francescutto, Springer, 2023,04, pp.143-156. eBook ISBN 978-3-031-16329-6, Print ISBN 978-3-031-16328-9.
- 15) Toru Katayama, Yusuke Yamamoto, Atsuo Maki, Kei Sugimoto: Experimental investigation of wave excitation roll moment in irregular beam waves, *Proceedings of the 19th International Ship Stability Workshop*, pp.23-26, 2023.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Toru Katayama, Naofumi Yoshida, Yusuke Yamamoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Effects of Free Surface on Normal Force Component of Bilge-keel Roll Damping and Improvement of Ikeda's method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 18th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 片山 徹;吉田 尚史;山本 裕介	4. 巻 34
2. 論文標題 横揺れ減衰カビルジキール成分の自由表面影響 : 池田による直圧力成分推定法の改良	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本船舶海洋工学会講演会論文集	6. 最初と最後の頁 369-372
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 片山 徹, 吉田 尚史	4. 巻 35
2. 論文標題 ビルジキールによる船体表面圧力分布の回転中心高さ影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本船舶海洋工学会講演会論文集	6. 最初と最後の頁 429-432
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Toru Katayama, Naofumi Yoshida, Yusuke Yamamoto, Masashi Kashiwagi, Yoshiho Ikeda	4. 巻 1
2. 論文標題 Correction of Eddy Making Component of Ikeda's method and its Modification for Shallow Draught Effects	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 18th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toru Katayama, Mai Kankaku, Burak Yildiz, Kei Sugimoto, Yusuke Fukumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Characteristics of Roll Damping of Pure Car Carrier and Liquefied Natural Gas Carrier and Applicability of Ikeda's Method with some Modifications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 1st International Conference on the Stability and Safety of Ships and Ocean Vehicles	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 片山 徹, 勸角真依, 牧 敦生, 杉本 圭, 福元佑輔	4. 巻 32
2. 論文標題 横波中横揺れの短期予測に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本船舶海洋工学会講演会論文集	6. 最初と最後の頁 507-511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 片山徹, 吉田尚史, 山本裕介, 柏木正, 池田良穂	4. 巻 33
2. 論文標題 横横揺れ減衰力造渦成分の回転中心高さと浅喫水影響 - 池田の方法の造渦成分推定式の訂正と改良 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本船舶海洋工学会講演会論文集	6. 最初と最後の頁 187-190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toru Katayama and Naofumi Yoshida	4. 巻 1
2. 論文標題 Effects of half breadth to draught ratio on pressure distribution on hull caused by bilge-keels	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 15-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toru Katayama, Yusuke Yamamoto, Atsuo Maki, Kei Sugimoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Experimental investigation of wave excitation roll moment in irregular beam waves	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 23-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toru Katayama, Mai Kankaku, Atsuo Maki, Kei Sugimoto, Yusuke Fukumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Study on Short-term Prediction of Roll in Beam Sea	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Contemporary Ideas on Ship Stability : From Dynamics to Criteria	6. 最初と最後の頁 143-156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 片山 徹;吉田 尚史;山本 裕介
2. 発表標題 横揺れ減衰カビルジキール成分の自由表面影響 : 池田による直圧力成分推定法の改良
3. 学会等名 日本船舶海洋工学会春季講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片山 徹, 吉田 尚史
2. 発表標題 ビルジキールによる船体表面圧力分布の回転中心高さ影響
3. 学会等名 日本船舶海洋工学会秋季講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Katayama, Naofumi Yoshida, Yusuke Yamamoto
2. 発表標題 Effects of Free Surface on Normal Force Component of Bilge-keel Roll Damping and Improvement of Ikeda's method
3. 学会等名 18th International Ship Stability Workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Katayama, Naofumi Yoshida, Yusuke Yamamoto, Masashi Kashiwagi, Yoshiho Ikeda
2. 発表標題 Correction of Eddy Making Component of Ikeda's method and its Modification for Shallow Draught Effects
3. 学会等名 18th International Ship Stability Workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Katayama, Naofumi Yoshid
2. 発表標題 Effects of half breadth to draught ratio on pressure distribution on hull caused by bilge-keels
3. 学会等名 19th International Ship Stability Workshop (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Toru Katayama, Yusuke Yamamoto, Atsuo Maki, Kei Sugimoto
2. 発表標題 Experimental investigation of wave excitation roll moment in irregular beam waves
3. 学会等名 19th International Ship Stability Workshop (国際学会)
4. 発表年 2023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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------