

Title	船舶復原性評価のための極限運動推定法に関する研究
Author(s)	橋本, 博公
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46968
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	橋本博公
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第19776号
学位授与年月日	平成17年9月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	船舶復原性評価のための極限運動推定法に関する研究
論文審査委員	(主査) 助教授 梅田 直哉 (副査) 教授 長谷川和彦 教授 内藤 林

論文内容の要旨

近年、海上輸送が担う物流の役割は世界経済にとって極めて重要であり、海上貿易の健全な発展には船舶の事故防止が重要な課題である。現在、船舶の復原性はIMOの定めるISコードにより担保されているが、この基準は過去の事故統計にもとづく経験則であるがゆえに、最新の船舶への適応が疑問視されており、現在、改正審議が行われている。この改正ではより高い安全レベルの追求のため、模型実験や数値シミュレーションによる安全性の承認という機能要件基準の導入が検討されている。これは近年の船舶の高速化、大型化がもたらしたブローチングやパラメトリック横揺れによる転覆について、とりわけ期待が大きい。そこで本研究では、新基準策定への積極的な提言を目的とし、ブローチング、パラメトリック横揺れという船体極限運動の推定法について研究を行った。

ブローチングの推定については、既存の4自由度操縦性数学モデルをもとに、これまで微小として無視されていた高次項を取り入れた高次数学モデルを構築して、運動推定精度の向上を図った。各高次項については拘束模型実験結果をもとに、理論的、実験的にモデル化を行い、それぞれの項が運動予測、ブローチング予測にどの程度影響があるか、自由航走模型実験との時系列上、運動発生領域での比較を行い、系統的に検証を行った。全ての高次項を取り入れた数学モデルを用いて数値シミュレーションを実施した結果、ブローチングを含めた追波、斜め追波での船体運動の定量的予測が可能であることを確認した。また大域的分岐に着目した非線形力学理論を用いて、ブローチングの発生条件である波乗り現象の理論推定を試み、ヘテロクリニック分岐としての波乗り発生限界を与える図を示した。

パラメトリック横揺れの推定については、その発生の主要原因である波浪中での復原力変動と減衰力を模型実験により計測し、これらの実験値を用いた現実的な数学モデルを構築した。この1自由度数学モデルを用いて、非線形力学における幾何学的手法であるポアンカレ写像法と解析的手法である平均法を用いて、パラメトリック横揺れの理論推定を試みた結果、両手法は同程度の精度にてパラメトリック横揺れを推定可能であることを示した。次にポアンカレ写像法、Mathieuの安定判別曲線、平均法を用いたパラメトリック横揺れ発生限界の推定を試み、発生限界の推定に限れば、平均法が最も優れていることを示した。また4自由度数学モデルを用いて1自由度モデルと同様の解析を行うことにより、パラメトリック横揺れや転覆の発生限界推定に、モデルの自由度がどの程度影響があるかを検討した。

論文審査の結果の要旨

近年、海上輸送が担う物流の役割は世界経済にとって極めて重要であり、海上貿易の健全な発展には船舶の事故防止が重要な課題である。現在、船舶の復原性は国際海事機関 (IMO) の定める非損傷時復原性 (IS) コードにより担保されているが、この基準は過去の事故統計にもとづく経験則であるがゆえに、最新の船舶への適応が疑問視されており、現在、改正審議が行われている。この改正ではより高い安全レベルの追求のため、模型実験や数値シミュレーションによる安全性の承認という機能要件基準の導入が検討されている。これは近年の船舶の高速化、大型化がもたらしたブローチングやパラメトリック横揺れによる転覆について、とりわけ期待が大きい。そこで、新基準策定への積極的な提言を目的とし、ブローチング、パラメトリック横揺れという船体極限運動の推定法について研究を行っている。

ブローチングの推定については、既存の4自由度操縦性数学モデルをもとに、これまで微小として無視されていた高次項を取り入れた高次数学モデルを構築して、運動推定精度の向上を図っている。各高次項については拘束模型実験結果をもとに、理論的、実験的にモデル化を行い、それぞれの項が運動予測、ブローチング予測にどの程度影響があるか、自由航走模型実験との時系列上、運動発生領域での比較を行い、系統的に検証を行っている。全ての高次項を取り入れた数学モデルを用いて数値シミュレーションを実施した結果、ブローチングを含めた追波、斜め追波での船体運動の定量的予測が可能であることを確認している。また大域的分岐に着目した非線形力学理論を用いて、ブローチングの発生条件である波乗り現象の理論推定を試み、ヘテロクリニック分岐としての波乗り発生限界を与える図を示している。

パラメトリック横揺れの推定については、その発生の主原因である波浪中での復原力変動と減衰力を模型実験により計測し、これらの実験値を用いた現実的な数学モデルを構築している。この1自由度数学モデルを用いて、非線形力学における数値的手法であるポアンカレ写像法と解析的手法である平均法を用いて、パラメトリック横揺れの理論推定を試みた結果、両手法は同程度の精度にてパラメトリック横揺れを推定可能であることを示している。次にポアンカレ写像法、Mathieuの安定判別曲線、平均法を用いたパラメトリック横揺れ発生限界の推定を試み、発生限界の推定に限れば、平均法が最も優れていることを示している。また4自由度数学モデルを用いて1自由度モデルと同様の解析を行うことにより、パラメトリック横揺れや転覆の発生限界推定について、モデルの自由度の影響を明らかにしている。

以上のように、本論文は、これまで不可能とされてきた船舶の転覆限界条件を数値シミュレーションなどにより定量的に評価することを初めて可能とした点で、船舶の復原性を理論的に評価する課題に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。