OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Estimation of broaching danger probability using experimentally obtained wave forces and moments
Author(s)	Thet, Zaw Htet
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/73582
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name (Thet Zaw Htet)	
Title	Estimation of broaching danger probability using experimentally obtained wave forces and moments (実験により得られた波の力とモーメントを用いてブローチング危険確率を推定する研究)

Abstract of Thesis

In this thesis, the simulation models for the estimation of broaching probability of tumblehome and flare topside vessels were improved using the wave-induced forces and moments measured in captive model tests. Then, the effect of above-waterline hull shape on broaching danger in the North Atlantic were numerically investigated.

The introduction of the research is described in the first chapter.

In the second chapter, the simulation models for the estimation of broaching probability of the tumblehome and flare topside vessels were improved using the wave-induced forces and moments measured in captive model tests. Broaching is a stability failure that involves many force components. Wave-induced forces, in particular, play an important role in the estimation of broaching, and it is necessary for these forces to be estimated accurately. Therefore, captive model experiments of wave forces in regular waves were conducted for both vessels. Empirical correction factors of the wave forces for different wavelength to ship length ratios and heading angles were obtained; the difference between theoretical calculations and experimental values obtained in the present were used to develop these factors. A comparison study before and after using the empirical corrections was carried out with existing and newly conducted free-running model experiments for the tumblehome vessel in regular waves. The results indicate that the numerical simulation after using the newly obtained corrections has better agreement with the experiments.

In the third chapter, a study on the impact of the changes to the empirical corrections was carried out with existing and newly conducted free-running model experiments for both vessels in irregular waves. After confirming that the upgraded simulation models can predict the reasonable broaching probability in irregular waves after using the newly obtained corrections, the effect of above-waterline hull shape was also investigated. To indicate the danger of broaching, the probability of a broaching-induced large roll angle of the two vessels was also examined along with the probability of broaching. The probabilities were calculated as the functions of the autopilot course, speed and rudder gain because the master of the ship could choose these operational factors to prevent broaching. The results indicate that the tumblehome topside vessel is a more dangerous vessel because of its smaller calm water resistance and calm-water damping coefficients in sway and yaw.

In the fourth chapter, the reason of discrepancy of wave forces between experiment and theoretical calculation was attempted to explore by considering the effect of separation vortices. The sway force and yaw moment formulae with doublet and separation vortices in waves were derived based on Hamamoto's theory of the hydrodynamic lift force. Then, the vortex strengths and positions in waves to be used in the derived formulae were obtained by analyzing the existing CFD (Computational Fluid Dynamics) calculation. The numerical result indicates that the calculation with the effect of separation vortices in waves cannot quantitatively explain the reason of discrepancy between theory and experiment, but it could qualitatively describe the reason of discrepancy between theory and CFD.

In the fifth chapter, the conclusions are mentioned.

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（ Thet　Zaw　Htet ）		
	(職)	氏　名	
論文審査担当者	主査　教授	梅田　直哉	
	副査　教授	戸田　保幸	
	副査　准教授	牧　敦生	
	副査　准教授	橋本　博公	（神戸大学海洋底探査センター）

論文審査の結果の要旨

船舶の転覆事故に至る危険な運動モードのひとつとしてブローチングが知られており，目下その発生確率を尺度とした安全基準が国際海事機関で検討中である．本研究では，この船舶のブローチング発生確率の推定法の精度向上について取り組んでいる．これまで漁船など１軸１舵船については実験的検証の成功例も示されているが，２軸２舵船についてはいまだ十分といえず，船体に働く波力に何らかの修正係数を導入している状況であり，この点の解明を目的としている．

本論文は，以下の５章から構成される．

第１章では，上記の観点より，本論文の背景と目的を説明している．対象船としては，２軸２舵船として水面上がフレアーおよびタンブルホームの２船型を取り上げている．

第２章では，上記 2 船型について，規則斜め追波中を曳航する船体に働く波力の模型実験を実施した結果を報告している．そして，フルード・クリロフ成分に加えて，入射波の水粒子速度と船体前進速度のなす迎角による揚力の和として求めた理論計算と比較し，種々の波長に対する理論の修正係数を求めている．この修正係数を導入することで，規則斜め追波中の自由航走模型実験でのブローチングを含む船体運動の時刻歴をよりよく推定できることを確認している．

第３章では，同じ波力の修正係数を用いて不規則波中のブローチング発生確率を理論的に推定し，自由航走模型実験で求めた結果とよく一致することを確認している．そのうえで，北大西洋でのブローチング発生確率およびブローチングによる大横傾斜の発生確率を計算し，水面上がタンブルホームの船型がフレアーの船型よりもブローチングの危険性が高いことを示している．

第４章では，波力の修正係数の物理的意味を明らかにするため，ナビエ・ストークス方程式に基づく数値流体力学の計算結果から船体周りの剥離渦を求め，その剥離渦を考慮した細長体理論により揚力を計算している．その結果，波力の実験との一致を顕著に改善している．これより，剥離渦発生が船尾端に限定されていた修正前の理論と異なり，剥離渦が船尾より上流側でも発生する効果が，波力の修正係数の意味するところであると説明している．

第５章では，以上を総括して結論としている．

以上のように，本論文は，ブローチング発生確率の推定法の精度向上を実現するとともに，そこで導入した波力の実験的修正係数が船尾より上流側で発生する剥離渦の効果に概略相当することを明らかにしており，推定法の適用性を明確にするうえで重要な貢献である．

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．