Osaka University Knowledge Archive

Title	Probabilistic Assessment of Ship Stability in Beam Seas
Author(s)	Daeng, Paroka
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48426
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【125】

氏　　名	Daeng Paroka（ダエン パロカ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２１２３６　号
学位授与年月日	平成 19 年３月 23 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科船舶海洋工学専攻
学　位　論　文　名	Probabilistic Assessment of Ship Stability in Beam Seas （横波中の船舶復原性の確率論的評価）
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

本論文は、新しい国際船舶復原性基準策定の方法論として、不規則横波横風状態における船舶の転覆確率を区分線形近似により計算する方法を工学的に利用可能なところまで発展させ、１例として基準検討にも応用した。

第１章では、本論文の背景と目標を述べた。すなわち現在船舶の復原性基準について従来のルールベースから性能ベースへの変革が国連の国際海事機関（IMO）で議論されている。特に、荒天下で操船手段を喪失した究極的な状況では設計基準の果たす役割が決定的である。そこでは通常船舶は横波横風状態で長時間荒天にさらされる。そこで本論文では、横波横風状態での転覆の確率を計算する方法を完成させることにより、リスクアナリシスによって船舶の復原性を判断するという次世代の基準実現に貢献することを目標とした。

第２章では、本来非線形の横揺れ運動方程式を区分線形近似することで解析的に転覆確率を計算する手法に着目し、従来の横波についての計算式の誤りを正したうえで、実用上必要な復原性要素である、突風、船内への海水流入、荷崩れなどを扱いうるように計算法を拡張した。

第３章では、得られた計算法を自動車運搬船や巨大旅客船に適用し、関係する諸要素の影響を検討した。すなわち、復原力の区分線形近似の方法や海洋波スペクトル形状の選択、減衰力の等価線形化の方法、復原力勾配負の区間での強制力の近似などが転覆確率の計算値にどのような影響を与えるかをまとめた。

第４章では、不規則な海洋波を乱数発生により模擬したうえ運動方程式を直接数値積分する数値実験と本論文の提案する解析的理論の比較を行った。その結果、現行基準で想定するような海象下では、理論値は実験値の信頼区間内に存在することを見出した。しかしながら、さらに厳しい海象下では、理論に含まれるポアソン過程の仮定のため理論は危険を過小に評価した。また、厳しくない海象下では、小さな転覆確率のため比較すべき数値実験の実行が不可能であった。

第５章では、漁船など小型船で問題となる甲板上滞留水も考慮した転覆確率の計算法を提案した。すなわち、まず甲板上滞留水の平均値を推定し、それによって変化した復原力を区分線形近似し、前述の手法で転覆確率を計算した。そして、日本の代表的まき網漁船４隻についてこの計算法を適用した。その結果、重心位置を下げることで転覆確率は減少するものの、積載量を小さくすることは必ずしも転覆確率の減少に繋がらなかった。これは、船底勾配の大きさにも依存するためであった。現行基準は重心位置と積載量のみで規定しておりその限界がここに明確となった。ま

た国際基準についても、本論文の方法との比較を行い、その許容する安全レベルを明らかにするとととともに、甲板滞留水を考慮した基準の有効性を確認した。

第６章では、以上を総括して結論とした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、新しい国際船舶復原性基準策定の方法論として、不規則横波横風状態における船舶の転覆確率を区分線形近似により計算する方法を工学的に利用可能なところまで発展させ、１例として基準検討にも応用している。

第１章では、本論文の背景と目標を述べた。すなわち現在船舶の復原性基準について従来のルールベースから性能ベースへの変革が国連の国際海事機関（IMO）で議論されている。特に、荒天下で操船手段を喪失した究極的な状況では設計基準の果たす役割が決定的である。そこでは通常船舶は横波横風状態で長時間荒天にさらされる。そこで本論文では、横波横風状態での転覆の確率を計算する方法を完成させることにより、リスクアナリシスによって船舶の復原性を判断するという次世代の基準実現に貢献することを目標としている。

第２章では、本来非線形の横揺れ運動方程式を区分線形近似することで解析的に転覆確率を計算する手法に着目し、従来の横波についての計算式の誤りを正したうえで、実用上必要な復原性要素である、突風、船内への海水流入、荷崩れなどを扱いうるように計算法を拡張している。

第３章では、得られた計算法を自動車運搬船や巨大旅客船に適用し、関係する諸要素の影響を検討している。すなわち、復原力の区分線形近似の方法や海洋波スペクトル形状の選択、減衰力の等価線形化の方法、復原力勾配負の区間での強制力の近似などが転覆確率の計算値にどのような影響を与えるかをまとめている。

第４章では、不規則な海洋波を乱数発生により模擬したうえ運動方程式を直接数値積分する数値実験と本論文の提案する解析的理論の比較を行っている。その結果、現行基準で想定するような海象下では、理論値は実験値の信頼区間内に存在することを見出している。しかしながら、さらに厳しい海象下では、理論に含まれるポアノン過程の仮定のため理論は危険を過小に評価している。また、厳しくない海象下では、小さな転覆確率のため比較すべき数値実験の実行が不可能としている。

第５章では、漁船など小型船で問題となる甲板上滞留水も考慮した転覆確率の計算法を提案している。すなわち、まず甲板上滞留水の平均値を推定し、それによって変化した復原力を区分線形近似し、前述の手法で転覆確率を計算している。そして、日本の代表的まき網漁船４隻についてこの計算法を適用している。その結果、重心位置を下げることで転覆確率は減少するものの、積載量を小さくすることは必ずしも転覆確率の減少に繋がらなかったとしている。これは、船底勾配の大きさにも依存するためと説明している。現行基準は重心位置と積載量のみで規定しておりその限界がここに明確となったとしている。また国際基準についても、本論文の方法との比較を行い、その許容する安全レベルを明らかにするとととともに、甲板滞留水を考慮した基準の有効性を確認している。

第６章では、以上を総括して結論としている。

以上のように、本論文は現在国際海事機関で検討中の機能要件化された新復原性基準の骨格となる方法論を提供するものであり、その方法論は国土交通省関係部局の理解のもと日本政府として国際海事機関に提案された。これについてアメリカ合衆国政府などの全面的な支持から日米蘭共同提案に発展するなど、現在最も有力な復原性基準策定理論と考えられている。また、その方法論の応用として実施した漁船の安全性評価については、水産庁、国土交通省における国内復原性規則検討の基礎データとして活用されている。このように、本論文の社会的貢献度は卓越している。また、学位申請段階では印刷中であった国際学術誌論文２編もその後予定通り出版され、国際学術誌発表の原著論文も計４編を数える。このように本論文の内容は学術的にも、新規性が高く、十分な信頼度を有していることを審査委員会は合意した。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。