

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：82627

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23360397

研究課題名(和文) 安全な帰港のための残存復原性及び残存強度評価法の研究

研究課題名(英文) A study for residual stability and strength for the safe return to port

研究代表者

小川 剛孝 (Yoshitaka, Ogawa)

独立行政法人海上技術安全研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：50360714

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円、(間接経費) 4,110,000円

研究成果の概要(和文)：(1)水槽試験結果にもとづき物理モデルを構築して、自航または曳航中の損傷船舶の波浪中における船体運動及び波浪荷重推定法を開発した。
(2)上記(1)の推定法を用いて、破損確率と損傷を基点とする破壊の影響を考慮した転覆確率の数理モデルを開発した。強度評価については、縦曲げ最終強度を評価指標にした評価プログラムを開発した。
(3)開発した転覆確率及び破損確率推定法を組み合わせて、双方を条件つき確率で評価できるようにした。さらに、これらの確率についてシリーズ計算を行い、両方を俯瞰的に評価した場合に支配的となる因子(確立)の特定を行う等の知見を集積した。

研究成果の概要(英文)：Firstly, by applying a physical model which is based on the model test, a estimation method for wave loads of the damaged ship under towing is developed. Secondly, mathematical model for probability of capsizing that takes the probability of structural failure of ship hull is also developed. In this study, ultimate strength is assumed as a threshold value for a structural failure. Finally, by the combination of those probability, conditional probability of capsizing and failure was developed. Furthermore, series computation of those probability was carried out to find the dominant probability in the comprehensive assessment.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：海事流体力学 損傷船舶 残存復原性 残余強度 構造信頼性

1. 研究開始当初の背景

近年の世界的な海上輸送量増大に伴い客船及び貨物船ともに大型化が進んだ。このため、事故が発生した場合の人命及び環境に対するリスクも大きくなっている。しかし、現行の安全基準は、策定時の船をベースに策定するため、想定外的大型船に対して十分な基準であるかどうかは、決して明らかでない。年々、人命及び環境に対する社会の目は厳しくなっており、事故発生後に基準改正をするのではなく、適切な安全性評価にもとづく事前の事故防止が強く求められている。

このような状況のもと、国際海事機関(IMO)では、近年のばら積み貨物船の浸水・折損事故、大規模油流出事故等を背景として、目標指向型構造基準(GBS: Goal Based Standard)が策定された。GBSには、従来の基準にはない「損傷船舶の残存強度」、「構造冗長性」に関する基準が導入された。

また、大型客船については、海難時に荒天中を退船・避難するよりも、大きな救命艇として残存し、海象が穏やかになってから自航あるいは曳航により帰港する方がリスク低減につながるとの思想のもと、「損傷船舶の自航あるいは曳航による安全な帰港要件」が近年IMOで策定された。

しかしながら、現状では、この要件の中で具体的に規定されているのは、主機の二重化と「いかなる1区画が浸水しても転覆しないこと」についての基準だけであり、「安全な帰港要件」は具現化していない。このため、IMOにおいても引き続き審議が続いている。これは、自航あるいは曳航中の損傷船舶の転覆確率が定量的に評価できないことが最大の要因である。

さらに、このような技術的状況にありながら、貨物船についても主機の二重化と「安全な帰港要件」が必要との議論があった。貨物船の場合、安全な帰港要件を規定するためには、転覆と破損の両方の指標で判定する必要があった。

2. 研究の目的

- (1) 自航または曳航中の損傷船舶の波浪中における船体運動及び波浪荷重推定法の開発
- (2) 自航または曳航中の転覆確率及び破損確率推定法の開発
- (3) 安全な帰港のための海象条件(限界海象)設定法の開発とケーススタディによる評価

3. 研究の方法

- (1) 自航または曳航中の損傷船舶の波浪中における船体運動及び波浪荷重推定法の確立

運動の非線形性、初期条件(波だけでなく損傷及び船体の姿勢等)依存性、曳航船との連成運動、損傷口での海水の出入りを考慮した自航あるいは曳航中の損傷船舶の船体運動推定法を確立する。ベースとなる計算法には、非線形ストリップ法を用いた。

- (2) 自航または曳航中の転覆確率及び破損確率推定法の確立

(1)で開発する推定法により与えられる船体運動の時系列を用いた転覆確率推定法を開発する。本研究では、損傷によりトリムやヒールした状態での復原てこを区分直線近似する事で横揺れの復原力として横揺れを解析できるようにした。

また、破損確率については、(1)で開発する推定法により与えられる波浪荷重を用いた破損確率の推定法を確立した。本研究では、最終強度に到達したときに破損するものと仮定し、最終強度をスミス法に基づく逐次崩壊解析法をベースに手法を構築した。

- (3) 安全な帰港のための海象条件(限界海象)設定法の開発とケーススタディによる確立

損傷により残存復原力や剛性が低下した船体の運動と波浪荷重を計算し、海象条件との相関を把握する。また、予備計算結果をもとに転覆確率と破損確率の相関を評価する数理モデルを検討した。

4. 研究成果

(1) 水槽試験結果にもとづき物理モデルを構築して、自航または曳航中の損傷船舶の波浪中における船体運動及び波浪荷重推定法を開発した。

(2) 上記(1)の推定法を用いて、破損確率と損傷を基点とする破壊の影響を考慮した転覆確率の数理モデルを開発した。強度評価については、縦曲げ最終強度を評価指標にした評価プログラムを開発した。

(3) 開発した転覆確率及び破損確率推定法を組み合わせ、双方を条件つき確率で評価できるようにした。さらに、これらの確率についてシリーズ計算を行い、両方を俯瞰的に評価した場合に支配的となる因子(確立)の特定を行う等の知見を集積した。

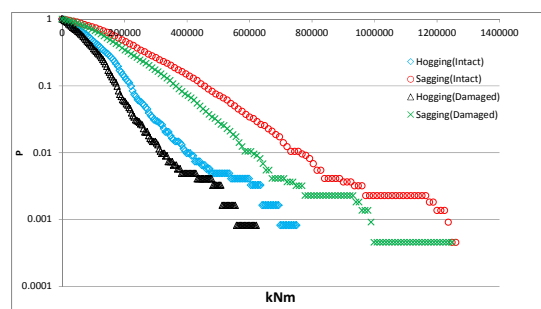


図1 不規則波中において、非損傷時及び損傷時船舶に作用する縦曲げモーメントの解析例

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 1件)

- ① Yoichi Sumi, Yoshitaka Ogawa et. al., Fracture control of extremely thick welded steel plates applied to the deck structure of large container ships, Journal of Marine Science and Technology vol. 18, No. 1, 査読有, pp. 21
-34

[学会発表] (計 13 件)

- ① 小川 剛孝, Studies on an Assessment of Safety with regard to the Damage Stability of Passenger Ships, 第12回国際復原性ワークショップ, 2011年6月12日, 米国, ワシントン
- ② 小川 剛孝, Research on Damage Stability in Japan, 欧州プロジェクト GOALDS (GOAL based damage stability) ワークショップ, 2011年10月31日, ノルウェー船級協会 (DNV) 本部 (オスロ)
- ③ 小川 剛孝, A Study for An Application of Whole Ship Structural Analysis to Structural Design and Safety, 11th INTERNATIONAL MARINE DESIGN CONFERENCE (IMDC2012) 2012年6月13日, ストラスクライド大学(英国, グラスゴー)
- ④ Koichiro Shiraishi and Yoshitaka Ogawa, A study for the harmonized probabilistic approach for damage stability taking account of the difference between Collision and Grounding, The 11th International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles, 2012年09月23日~2012年09月28日, ギリシャ アテネ
- ⑤ Kunihide Ohashi, Yoshitaka Ogawa and Koichiro Shiraishi, Study on the evaluation for performance of the cross-flooding arrangements by means of the Computational Fluid Dynamics, The 11th International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles, 2012年09月23日~2012年09月28日, ギリシャ アテネ
- ⑥ Yoshitaka Ogawa, A Study for An Application of Whole Ship Structural Analysis to Structural Design and Safety, IMDC2012, 2012年06月10日~2012年06月15日, UK グラスゴー
- ⑦ Yoshitaka Ogawa, STUDY FOR THE STATISTICAL CHARACTERISTIC OF SLAMMING INDUCED VIBRATION OF LARGE CONTAINER SHIP, Hydroelasticity2012, 2012年09月19日~2012年09月21日, 東京
- ⑧ Yoshitaka Ogawa, A STUDY FOR THE EFFECT OF OPERATION ON HYDROELASTICITY OF HULL, Hydroelasticity2012, 2012年09月19日~2012年09月21日, 東京

- ⑨ 小川 剛孝, 将来のための性能評価技術についての考察, 日本船舶海洋工学会平成25年度春季講演会, 2013年05月27日~2013年05月28日, 広島
- ⑩ Yoshitaka Ogawa, A study for an evaluation of safety level in terms of the dynamic stability performance, The 12th International Symposium on Practical Design of Ship and Offshore Structures, 2013年10月21日~2013年10月25日, 韓国, 釜山
- ⑪ 小川 剛孝, 将来のための性能評価技術についての考察, 日本船舶海洋工学会平成25年度秋季講演会, 2013年11月22日~2013年11月23日, 大阪
- ⑫ 白石 耕一郎, 小川 剛孝, 大型船の動的・非損傷時復原性に関する実験的研究, 日本船舶海洋工学会平成26年度春季講演会, 2014年05月26日~2014年05月27日, 仙台
- ⑬ 小川 剛孝, 荒天中での2方向波により大型船にはたらく波浪荷重について, 日本船舶海洋工学会平成26年度春季講演会, 2014年05月26日~2014年05月27日, 仙台

[図書] (計 1 件)

- ① K. Takagi and Y. Ogawa, Hydroelasticity2012, 2012年09月

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小川 剛孝 (OGAWA Yoshitaka)
海上技術安全研究所・構造系・構造基準研究グループ長
研究者番号: 50 360714

(2) 研究分担者

高木 健 (TAKAGI Ken)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・

教授

研究者番号： 90183433

山田 安平 (YAMADA Yasuhira)

海上技術安全研究所・構造系・主任研究員

研究者番号：90443241

(平成 23 年度のみ)

岡 正義 (OKA Masayoshi)

海上技術安全研究所・構造系・主任研究員

研究者番号： 70450674

(平成 23 年度のみ)

高見 朋希 (TAKAMI Tomoki)

海上技術安全研究所・構造系・研究員

研究者番号： 50586683

(平成 23 年度のみ)

白石 耕一郎 (SHIRAISHI Koichiro)

海上技術安全研究所・構造系・研究員

研究者番号： 40586591

(3) 連携研究者

なし