

海洋におけるフリーク波の統計的予測とその船舶設計への応用に関する研究

石黒, 仁規

<https://doi.org/10.15017/1441214>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済



氏 名 : 石 黒 仁 規

論文題名 : 海洋におけるフリーク波の統計的予測とその船舶設計への
応用に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

船舶設計では、20年～30年に一度生起する異常波を設計条件として取り扱う。異常波は海難事故の主要な原因の1つであると考えられており、その設計条件の適否が乗組員・乗客の生命の安全ならびに積荷の保全へ直接影響を与えるため、波浪を評価する方法の選択が最重要課題の1つとなっている。

波浪を評価する方法として、波浪を確率・統計的に考慮する予測法、いわゆる“短期予測”及び“長期予測”と呼ばれる手法がある。これらの手法は海洋の波浪を不規則現象であるとして定式化し、短期の海象のスペクトル解析を実施して、海象を統計パラメータにより表現することで短期の統計的予測を可能にする。さらに、短期の統計的予測の結果と長期間に渡る短期海象自体の発現頻度を組み合わせることで船体応答のある一定値を超える確率いわゆる長期予測値を求めるものである。これらの手法を用いて異常波を設計条件として取り扱うことが可能となり、歴史的に、原油タンカーの大型化、コンテナ船の設計開発、新型の船舶の開発等に貢献した有効・有力な設計手法として確立されて、現在、造船所の標準的な設計ツールとなっている。

波浪の設計条件を合理的に設定することで、船舶の安全性・信頼性が大幅に向上することになったわけであるが、海象（特に波浪）が原因と思われる海難事故を詳細に分析してみると、標準的な設計ツールでは捉えることが出来ない想定を超えた異常波に遭遇した可能性が示唆される事例が少なからず存在することが判明している。大型の撒積貨物船が船体を折損して沈没という海難が発生し、救助された乗組員への事情聴取によりさほど極端に厳しい海象ではない状況下で一発大波に遭遇したことが証言されている。異常波を設計条件として取り扱うことができるとされている標準的な設計ツールでは捉えることが出来ない波浪の存在が予見され、このような波浪の存在を織り込んだ船舶設計の手法の開発が切実に希求されている。

本研究では異常波の1つとしてフリーク波に着目し、フリーク波を統計学的に評価する方法を構築することで、標準的な設計ツールでは捉えることが出来ない波浪を船舶の設計条件に取り込む手法を提案することを目的とする。フリーク波についての研究は少ない。一般的に、波高確率分布の裾野すなわち異常に大きな波高の発現確率に対応する波という条件に加えて、時間的・空間的な不規則変動の両面において、事象の直前・直後の変動の大きさに比較して卓越した大きさの変動の波がフリーク波として想定される。従来手法における波高分布から得られる最大波高の予測とは異なり、フリーク波の突発性という物理的特性を組み込むために、連続する2つの波の波高差に関する統計的特性を取り入れ、より精度の高いフリーク波の統計的予測を実施し、フリーク波を評価して、船

体応答長期予測計算を行うことを可能にすることが本研究の目標である。

本論文は6章から構成されており、各章の内容は次の通りである。

第1章は、緒論であって、研究の背景と目的、フリーク波に関する研究の現状と本研究の位置付けならびに本研究の内容について説明する。

第2章では、異常波の1つとしてのフリーク波について説明する。観測機器の発達により存在が改めて認知されるようになったフリーク波について実海域における観測例を紹介する。用語としての異常波について文献探査による分類・整理を行い、異常波の1つとされているフリーク波の特徴を明らかにしてその他の異常波との違いを明確にする。さらに、フリーク波の数理的、物理的、統計的特性について考察しフリーク波の定義を確定する。

第3章では、フリーク波発現確率の予測に利用する長期波浪統計データベースについて説明する。短期海象における波浪の波高の確率分布が利用され、長期の波浪統計情報として海象の発現確率である有義波高と平均波周期の同時確率が利用される。長期波浪統計データベースに基づいて海象の発現確率とフリーク波の大きさの関係を分析し、フリーク波発現確率の予測可能性を明証する。

第4章では、物理的特性を考慮したフリーク波の短期海象における推定結果について説明し、フリーク波の長期予測法の提案を行って具体的なフリーク波の長期予測例を紹介する。物理的特性を考慮したフリーク波の統計的予測では連続する2つの波の波高差を確率変数として取り扱い、モンテカルロシミュレーションを実施し、フリーク波の統計的特性とを推定することが骨子となる。

第5章では、フリーク波の統計的予測を利用した船体応答に関する長期予測を実施する。船体応答長期予測法の1つである福田法にフリーク波の統計的予測プロセスを組み込むことで構成される、フリーク波環境下における船体応答予測法について説明する。フリーク波の環境下における船体応答推定計算を実行し、その推定結果を従来の手法による船体応答長期予測値と比較検討して、提案した予測法が有効であることを示した。

第6章は結論であり、本研究の総括と展望について述べる。