

学 位 論 文 題 名

大中型まき網漁船の実操業中における
耐航性能に関する研究

学位論文内容の要旨

まき網漁業は多獲性回遊魚を対象とした漁法で、漁獲高からみても我が国の中心的漁業として位置づけられている。最近、経営上の問題もあり、操業形態の省人化・省隻化を図るため、新しい漁業技術が検討され試験操業も行われている。しかし、操業法の違い、船の大小、地域性など運航実態は千差万別であり、さらには法的な問題もあって、新しい漁業技術の導入実現にはまだ時間を要すると考えられる。一方、現在稼働しているまき網漁船は、より高い収益性を求めて漁労装置の改良、網規模の拡大を行い漁獲性能の向上を図っている。しかし、これら漁労装置、網規模の大型化に伴い船体への搭載重量が増加し、乾舷の不足、重心の上昇をきたす傾向にある。漁船の耐航性や安全性については理論的な解析と実船・模型船実験により明らかになりつつあるが、いまだ漁船の海難事故は商船に比べて多い。漁船は船体の大きさと海洋波の波長、波高などとの相対的關係から考えて、商船より波浪の影響を受けやすく、このため商船の通常の航海性能に加え、操業時の運動性能および安全性についても十分な配慮が必要となる。本論文は、大中型まき網漁業の網船を対象として、その安全運航について操船者の立場から実海面での実船実験を通して、波浪中における網船の船体運動を把握し、操業中の船体動揺の安全限界ならびに漁労作業中の乗組員の安全性、さらに一航海中、一操業中の耐航性能、復原性能の変動について検討した。

[解析方法]

供試船は、中央船橋型の135 GT型大中型まき網漁船である。船体動揺については、バーチカル・ジャイロを用いた動揺計測装置により計測し、解析に用いたデータの単位時間は5分間、サンプリング間隔を0.2secとしてA/D変換を行ったデータを用いた。データ解析はスペクトラム解析、全振幅解析の2方法によった。さらに、スペクトラム解析と並行して、ストリップ法により船体運動の周波数応答特性を求めて実海面での応答を推定し、実測スペクトラムと比較検討を行った。また、復原性の判定では、安全性示数を用いて検討した。

[結果および考察]

(1) まき網漁船の海難事故発生状況を把握するために、海難審判庁裁決例集より20年間の海難についてデータベースを作成して検討した。その結果、まき網漁船の海難発生件数は、全漁船(275件)の14.2%(39件)で曳網漁船、延縄漁船に次いで多く、その内網船の海難は16件で、この50%に相当する8件が転覆、沈没事故であった。この8件をパターン化すると、①揚網中、魚群の移動により船体が大傾斜して転覆する場合、②航行中、斜め追い波により傾斜の増大をまねき、復原力の喪失によって転覆する場合の2パターンに分類できた。この海難に至る過程の人的な要因は、危険認識不足、転覆回避の技術能力不足、怠慢航行などであった。特に、荒天航行中の転覆事故では、多くの人命が失われており、船体の安全確保の重要性が改めて認識された。

(2) 魚群探索中(航行中)の船体動揺特性を出会い波向別に検討し、動揺軽減のための針路選択法を明確にできた。また、探索時間を同一波向20分とした時の動揺の最大期待値を求めた。その結果、縦揺れについては、実験中最も時化していた海況(S4)で、船首構造破損の危険性があった。横揺れについては、乾舷が低いことから、海況が最も良い状態(S1)の向かい波以外は全ての海況、出合い波向で舷端没入角以上の傾斜となった。このことより、海水流入によって漁具移動、網崩れなどが誘発されるならば転覆する可能性が示唆された。

(3) 大中型まき網漁業は、船団操業形態をとっていることから、一操業中の網

船には、漁具の重量による船体への影響だけでなく、裏こぎや運搬船への漁獲物積載時の曳航索、係留索による張力・応力が複雑に作用する。そこで、これらが操業中の網船の動揺にどのように影響しているかを、一操業を6段階に分けて検討した。その結果、集魚時を基準にすると各段階の横揺れおよび加速度スペクトラムのピークパワーは $1/3 \sim 1/10$ となり、抑制されていることが判明した。また、実験中の海況下では、船上に生じる加速度により、乗組員がバランスを崩して海中転落などの事故に出会うおそれはないことが推定された。しかし、航行中と同様、操業中において舷端が海中に没入する可能性は高く、作業中に波や網崩れによる人身事故に注意が必要と考察された。

(4) 一航海中および一操業中における復原性能の変動について検討した。一航海中では、燃料、清水タンクの容量の関係で約10日毎に燃料、清水を補給することから、復原性能は10日を1サイクルとして変動している。重量重心計算から推定される出港から帰港までの船体コンディションは、満載喫水線以上に過載していることが伺われ、特に満載出港時の復原性は非常に危険な状態となっていた。したがって、斜め追い波状態での航行には十分注意が必要であり、転覆パターンが検証された。一操業中では、投網することにより復原力は投網前より大きくなっている。C係数 (C_1 , C_2 示数) 判定の結果、操業中の鰹が締まる前後以外は、両係数とも1以上で問題はなかった。また、裏こぎによる傾斜モーメントと鰹締めによる傾斜モーメントは、傾斜角について実験値と計算値が合致していることが確認された。そして、鰹締め時の船体傾斜モーメントが最大になる状態で有する復原力に見合う魚群の遊泳力を考慮して、網中の魚群を調整することによって転覆を防止できる目安が求められた。

(5) ストリップ法を用いて、船体横揺れ運動の周波数応答特性を求め、探索中と集魚中の各出会い波向別に波スペクトラムに対する応答について検討した。その結果、最も大きく応答したのは、海況に関係なく出会い波向が横波の場合で、波周期 6.25secであった。このことは、スペクトラム解析の結果ともよく一致していた。次に大きく応答したのは、探索中では斜め向かい波で、集魚中

では斜め向かい波と斜め追い波の場合であった。また、探索中に比べ集魚中の応答は、停船しているため横揺れ減衰力が減少することから応答値が大きくなっていた。しかし、実海面での実験結果と計算結果を比較すると、実海面では海況が最も時化していた場合(S4)、斜め追い波で応答が大きくなった。このことから、計算に用いた波スペクトラムで一様に近似表現することは、耐航性能を推定する場合に危険な要素を含むことになる。

[まき網漁船の運用方法と今後の問題点]

我が国の漁業生産の50%以上を支えているまき網漁業は、生産性を向上させるため大規模な漁労機械・漁具を積載することから船体の安全性が危惧されている。特に、転覆を防止するには十分な復原力を確保しなければならないが、自船の復原力を熟知した操業法、運用に留意することが重要である。実船実験の結果から、大中型まき網漁船では、適切なGMの確保だけでなく、十分な乾舷の確保が必要であることが判明した。生産性向上の努力は必要であるが、それにより海難に遭遇、多数の死亡者や行方不明者を出してはならない。そのためには、海難防止思想の普及ならびに安全運航の励行に対する指導、海上交通関係法令などの周知徹底など官民一体となった一層の取り組みが必要となろう。

今後に残された問題としては、現在漁業後継者の不足から省人省力化を目的とする高性能漁業機械の開発、単船操業形態への移行が進められている最中であるが、国連海洋法条約下における、我が国の漁船漁業の生産性と船体の十分な安全確保など、新たな漁業生産秩序を考慮して、健全な産業としての技術課題を明確にし、早急にこれに取り組む必要があることである。

学位論文審査の要旨

主 査	教 授	天 下 井	清
副 査	教 授	梨 本	勝 昭
副 査	教 授	烏 野	慶 一
副 査	助教授	木 村	暢 夫

学 位 論 文 題 名

大中型まき網漁船の実操業中における 耐航性能に関する研究

まき網漁業は多獲性回遊魚を対象とした漁法で、200カイリ排他的経済水域の設定や円高による輸入魚依存等によって衰退の一途をたどっている我が国の漁船漁業の中で、漁獲量、漁獲高からみても中心的漁業として位置づけられている。しかし人件費の高騰や魚価安による経営の悪化が問題となっており、省人化、小隻化を図る新しい漁業技術が検討され試験操業も行なわれているが、現実にはまだ時間を要している。一方、現在稼働しているまき網漁船は厳しい経営状況の中で、より高い収益を求めて漁獲性能の向上を図っている。その結果として漁労装置、漁具の大型化に伴い船体への搭載重量が増加し、乾舷の不足、重心の上昇をきたす傾向にあると言われている。申請者はこの問題に対して、現在約200ヶ統が稼働している135トン型大中型まき網漁業の網船を対象として、その安全運航について操船者の立場から実海面での実船実験を通して、波浪中における網船の船体運動を計測し、操業中の船体動揺の安全限界ならびに漁労作業中の乗組員の安全性、さらに一航海中、一操業中の耐航性能、復原性能の変動について検討し、転覆防止のためにまき網漁船の安全性能の実態を明らかにすることが重要であるとしている。

本論文では先づ、海難審判庁裁決例集より20年間の漁船海難事故発生状況をまとめ、まき網漁船の海難は全漁船の14.2% (39件) で、その内網船の海難16件中8件が転覆、沈没事故であり、大別すると①揚網中、魚群の遊泳移動により船体が大傾斜して転覆。②斜め追い波状態で航行中大傾斜をして転覆。の2パターンに分類し、転覆事故防止のための着眼点を明らかにしている。そして実船実験において、出港から帰港までを、向い波、斜め向い波、横波、斜め追波、追波の5種類の波との出会角別の航行中、そして集魚のための漂泊中、投網旋回中、錨締め中、揚網中、揚網終了時の5段階の操業中に区分し、4段階の海況状態において船体動揺の計測、重心移動の計算を行い、網船の船体動揺特性と復原性能を明

らかにしている。横揺れの最大期待値の推定を行い網船の乾舷が低いことから全ての海況、出会い波向において舷端没入角以上の傾斜の発現確率があることを示唆した。また、船上に生じる加速度によって海中転落や漁労機械や漁具に接触して傷害を受けるおそれのある乗組員がバランスを崩すことのある可能性についても検討し、まき網漁船においてはその心配はないことを示した。網船の一航海は約25日間でありその間には燃料、清水はタンク容量の関係で約10日毎に補給されることから、復原性能は10日を1サイクルとして変動している。特に満載出港時の復原性は一番危険な状態となっており、漁場に向う間の斜め追い波状態での航行には十分注意が必要であり、転覆パターンの可能性を検証し、運航者の注意を喚起している。

本論文中審査員一同が特に評価した点次の通りである。

1. 135トン型網船の動揺特性として斜め追い波状態での航行中に最大横揺れが発生するが、いずれの波方向においても乾舷が低いために、舷端が海中に没入する可能性が高く、波によって網崩れが誘発されると転覆の確率が高いことを指摘し、これが過去20年間の転覆海難例と符合していることを明らかにした点。
2. 各操業状態を特定し復原性能の判定指数を用いて 135トン型網船が風速19 m/s以上の海況下では転覆の危険確率を有すること、習熟した人間による運用の重要性を指摘した点。
3. 網中の魚群の遊泳力による転覆防止の目安として、錨締め時の船体傾斜時に有する復原力を明らかにした点。
4. 適切なGM（横メタセンター高さ）の確保だけでなく、十分な乾舷の確保が必要であることを明らかにした点。

以上の諸点は大中型まき網漁船の網船の安全対策を考える上での貴重な実データに基づく知見であり、この実態が今後の技術革新に生かされるものと高く評価することができる。

よって審査員一同は、本論文が博士（水産学）の学位論文として価値があるものと認定した。