



Title	斜め追波中の漁船の復原性に与える甲板上滞留水の影響
Author(s)	政本, 慎弥
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/101676
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

論文内容の要旨

氏 名 (政 本 慎 弥)	
論文題名	斜め追波中の漁船の復原性に与える甲板上滞留水の影響
論文内容の要旨 日本のまき網漁船の多くは、海上での漁ろう作業のため、暴露甲板を広く、その乾舷を低くするため、ブルワークで囲まれた低い暴露甲板が船の長さ方向に伸びた形状となっており、荒天下航行中には暴露甲板上に滞留水が発生しうる。そこで十分な排水がなされず多量の滞留水が溜まると、船舶の横復原性に影響する。一方で、国際海事機関 (IMO) が策定した第2世代非損傷時復原性基準は、簡易基準と直接計算基準により構成されるが、その解説文書 (MSC.1/Circ.1652) によると、追波中復原力喪失現象に関して、甲板上滞留水の影響を考慮することが難しいため、「長く低い暴露甲板を持つ船」はこの基準の適用対象から除外されるとしている。そのため、後部甲板の船尾部分に大開口を有するという点以外は概ね同様な甲板形状である沖合補給船について、模型船試験が実施され、滞留水の挙動の計測、位相差解析がこれまでになされている。その結果、追波中において設計速力付近で航行する場合、滞留水が減揺タンクのような影響を及ぼすことが明らかとなっている。しかしながら、これまでまき網漁船についても種々実験的検討が行われてきたが、その影響は明らかとなっておらず、また理論的にその影響を明らかにする方法は示されていない。このような現状を踏まえ、実験および数値シミュレーションにより甲板上滞留水がまき網漁船に与える影響を明らかにするとともに、力学的な観点から滞留水の影響を評価する簡易手法の構築に関する研究を実施した。 本論文は、以下の6章で構成した。 第1章では、本論文の研究背景と目的について述べた。 第2章では、斜め追波中の前後揺れ・左右揺れ・船首揺れ・横揺れの4自由度モデルに、滞留水の影響を考慮する数学モデルの構築について検討した。すなわち、甲板上滞留水の表面が水平で、水の流入・流出を瞬間的なものと仮定する準静的な滞留水による横揺れモーメントのモデルを適用した数値シミュレーションを実施した。同モデルは、既存の模型実験での船体運動計測結果との比較による検証が行われ、従来の数学モデルに比べ有効であることを示すと同時に、発生する滞留水の多寡による横復原性への影響を異なる甲板状態の比較により間接的に明らかにした。 第3章では、まき網漁船に与える甲板上滞留水の影響について実験的検討を行った。規則波および短波頂不規則波における斜め追波中自由航走模型試験において、船体運動のみならず甲板上の滞留水の挙動についても直接計測した。船体横揺れ角と滞留水の水位の時系列データの位相差解析を行うことで、両者の位相差の関係により甲板上滞留水の横復原性に与える影響を定量的に評価した。設計速力付近で航走する場合、横揺れと滞留水挙動の間には位相差がほとんど存在せず、滞留水が横傾斜モーメントとして専ら作用することを示した。これは設計速力付近で滞留水が減揺モーメントとして作用することが知られている沖合補給船の場合とは異なる結果であった。 第4章では、第2章で規則波中実験により検証された滞留水による横揺れモーメントを準静的に取り扱うモデルを用いた数値シミュレーションを実施し、第3章の実験結果と比較を行うことによりその有効性について規則波のみならず実海域相当の短波頂不規則波でも検討し妥当性の確認を行った。このような数値シミュレーションモデルは、IMOで必要とされる直接計算基準での利用の候補の1つとも考えられよう。 第5章では、沖合補給船とまき網漁船で異なる甲板上滞留水の影響を力学的に把握するために、甲板上滞留水の表面傾斜に関する簡易モデルによる方法を提案した。これは船体横揺れ運動を外部入力として、甲板上滞留水の表面傾斜角を出力とする2次遅れ系の方程式を用いる方法である。さらに、線形水波理論の分散関係式により滞留水の固有周期を計算し、沖合補給船とまき網漁船の両方の波浪条件および運航条件で船体の横揺れ周期を計算した。これにより、横揺れ周期が滞留水の固有周期よりも十分長い場合に船は大傾斜することがある一方、横揺れ周期が滞留水の固有周期と概略等しい場合には船の横揺れは抑えられうることが確認された。このような簡易な甲板上滞留水と斜め追波中船体横揺れの関係についての判定法は、IMOで求められている「長く低い暴露甲板を持つ船」の明確な定義とその復原性評価を行う簡易基準を今後開発するための重要な指針となりうるものと期待される。 第6章では、以上の内容を総括した。さらに、本研究の今後の展望を示し本論文の結論とした。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (政 本 慎 弥)			
論文審査担当者	(職)		氏 名
	主 査	教 授	飯 島 一 博
	副 査	教 授	牧 敦 生
	副 査	准 教 授	酒 井 政 宏

論文審査の結果の要旨

日本のまき網漁船の多くは、海上での漁ろう作業のため、暴露甲板を広く、その乾舷を低くするため、ブルワークで囲まれた低い暴露甲板が船の長さ方向に伸びた形状となっており、荒天下航行中には暴露甲板上に滞留水が発生する。そこで十分な排水がなされず多量の滞留水が溜まると、船舶の横復原性に影響する。一方で、国際海事機関 (IMO) が策定した第 2 世代非損傷時復原性基準は、簡易基準と直接計算基準により構成されるが、その解説文書 (MSC.1/Circ.1652) によると、追波中復原力喪失現象に関して、甲板上滞留水の影響を考慮することが難しいため、「長く低い暴露甲板を持つ船」はこの基準の適用対象から除外されるとしている。そのため、後部甲板の船尾部分に大開口を有する沖合補給船について、模型船試験が実施され、滞留水の挙動の計測、位相差解析がこれまでになされている。その結果、追波中において設計速力付近で航行する場合、滞留水が減揺タンクのような影響を及ぼすことが明らかとなっている。しかしながら、これまでまき網漁船についても種々実験的検討が行われてきたが、その影響は明らかとなっておらず、また理論的にその影響を明らかにする方法は示されていない。本論文は、このような現状を踏まえ、実験および数値シミュレーションにより甲板上滞留水がまき網漁船に与える影響を明らかにするとともに、力学的観点から滞留水の影響を評価する簡易手法の構築に関する研究を実施している。

本論文は、以下の 6 章で構成されている。

第 1 章では、本論文の研究背景と目的について述べている。

第 2 章では、斜め追波中の前後揺れ・左右揺れ・船首揺れ・横揺れの 4 自由度モデルに、滞留水の影響を考慮する数学モデルの構築について検討している。すなわち、甲板上滞留水の表面が水平で、水の流入・流出を瞬間的なものと仮定する準静的な滞留水による横揺れモーメントのモデルを適用した数値シミュレーションを実施している。同モデルについて、既存の模型実験での船体運動計測結果との比較による検証を行い、従来の数学モデルに比べ有効であることを示すと同時に、発生する滞留水の多寡による横復原性への影響について、異なる甲板状態間の比較を通して間接的に明らかにしている。

第 3 章では、まき網漁船に与える甲板上滞留水の影響について実験的検討を行っている。規則波および短波頂不規則波における斜め追波中自由航走模型試験において、船体運動のみならず甲板上の滞留水の挙動についても直接計測している。船体横揺れ角と滞留水の水位の時系列データの位相差解析を行うことで、両者の位相差の関係により甲板上滞留水の横復原性に与える影響を定量的に評価している。設計速力付近で航走する場合、横揺れと滞留水挙動の間には位相差がほとんど存在せず、滞留水が専ら横傾斜モーメントとして作用することを示している。これは設計速力付近で滞留水が減揺モーメントとして作用することが知られている沖合補給船の場合とは異なる結果であり、特筆すべき事項である。

第 4 章では、第 2 章で規則波中実験により検証された滞留水による横揺れモーメントを準静的に取り扱うモデルを用いた数値シミュレーションを実施し、第 3 章の実験結果と比較を行うことによりその有効性について規則波のみならず実海域相当の短波頂不規則波でも検討し妥当性の確認を行っている。このような数値シミュレーションモデルは、IMO で必要とされる直接計算基準での利用の候補の 1 つとも考えられる。

第 5 章では、沖合補給船とまき網漁船で異なる甲板上滞留水の影響を力学的に把握するために、甲板上滞留水の表面傾斜に関する簡易モデルによる方法を提案している。これは船体横揺れ運動を外部入力として、甲板上滞留水の表面傾斜角を出力とする 2 次遅れ系の方程式を用いる方法である。さらに、線形水波理論の分散関係式により滞留水の固有周期を計算し、沖合補給船とまき網漁船の両方の波浪条件および運航条件で船体の横揺れ周期を計算している。これにより、横揺れ周期が滞留水の固有周期よりも十分長い場合に船は大傾斜することがある一方、横揺れ周期が滞留水の固有周期と概略等しい場合には船の横揺れは抑えられうることを確認している。このような簡易な甲板上滞留水と斜め追波中船体横揺れの関係についての判定法は、IMO で求められている「長く低い暴露甲板を持つ船」の明確な定義とその復原性評価を行う簡易基準を今後開発するための重要な指針となりうるものと期待できる。

第 6 章では、以上の内容を総括するとともに、本研究の今後の展望を示し本論文の結論としている。

以上のように、本論文は、日本近海で漁ろうに従事するまき網漁船の復原性に与える甲板上滞留水の影響を明らかにしたものである。実験および数値シミュレーションを通じ、甲板上滞留水の復原性に与える影響の解明と力学的な観点から滞留水の影響を評価する簡易手法の構築の両者にいずれも成功している。前者の成功は、荒天下航行時の甲板上滞留水の挙動とその影響を知悉できたことにより、安全性の高いまき網漁船の設計や運用が可能になることを意味し、さらに、後者の成功は、IMO で求められている「長く低い暴露甲板を持つ船」の明確な定義とその復原性評価を行う簡易基準を今後開発するための重要な指針となりうることを意味している。本論文の成果は、今後の工学の発展に対して裨益するところ大である。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。