



Title	漁船の転覆とブローチングに関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	中村, 充博
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第12208号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61547
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Mitsuhiro_Nakamura_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：中 村 充 博

学 位 論 文 題 目

漁船の転覆とブローチングに関する研究

わが国の漁船は、転覆事故が多く、近年では減少傾向にあるが、40~70 隻件発生し、多くの犠牲者を生んでいる。これらの転覆事故には、大中型旋網漁船などの比較的大型の漁船も含まれており、第五十八寿和丸や第十一大栄丸転覆事故では、多くの乗組員が犠牲となっている。漁船の安全性については、総トン数制限によって予備浮力が小さい船型である点が指摘(天下井 2009)されている。

この総トン制限は、漁船の漁獲能力を制限するために行われているもので、わが国独自の方法となっている。ところが、漁業者からの漁獲能力向上のニーズは高く、高速化と大型の漁労機器の搭載が行われた。結果として、船長と幅が大きな船型となり、トン数制限をクリアするために深さが削られ、予備浮力となる乾舷の小さな船型が生まれた。オリンピック方式と呼ばれる「先取り勝ち」の漁業形態を古くから採用していることも、大型の漁具や漁労機器の搭載に拍車をかけ、過積載となる場合が多く、復原性の面で厳しい運用状態と言える。また、高速で航行しがちになり、追波・斜追波中に波乗りし、転覆につながるブローチング現象に陥りやすい。

本研究では、漁船の安全性について、転覆とブローチングの面から議論する。まず、漂泊中に発生した転覆事故に焦点を当て模型実験を行い、漁船の転覆原因を改めて指摘する。ブローチングについては、その発生機構と発生予測を行うために、追波・斜追波中の自由航走試験と運動シミュレーションを行う。以上の結果を踏まえ、漁船の転覆及びブローチング対策として、船尾船底への付加物設置と高揚力舵の適用を提案する。

【大中型旋網漁船の転覆事故解析】

135 トン旋網漁船を供試船として、漂泊中に発生した第五十八寿和丸転覆事故の発生状況を再現した模型実験を行った。波長が船長と同程度のとき、向波中で、転覆事故の発生状況と酷似した非常に短時間で発生する転覆を確認した。実験結果を踏まえて考察すると、小さな予備浮力・滞留水の発生・復原力減少の3点が第五十八寿和丸転覆事故の一因として考えられた。これらは、旋網漁船のみならず全ての漁船に共通した船型が原因であり、多くの漁船転覆事故原因となっていると考えられる。

【波乗り・ブローチングの発生機構の検討】

波乗り・ブローチングの発生機構を明らかにし、その発生予測を行うために、135 トン旋網漁船を供試船として、追波・斜追波中の自由航走試験と運動シミュレーションを行った。

近年では、4 自由度運動シミュレーションモデルが提案(Umeda, Hashimoto 2002)され、ブローチングによる転覆推定が行われている。本論では、波乗り・ブローチング発生に大きく寄与する波浪強制力・モーメントと舵直圧力に焦点を当て、3 自由度(surge-sway-yaw)運動シミュレーションモデルを新たに構築した。

・波浪強制力のモデル化

追波・斜追波中の拘束模型試験を行い、船体が受ける前後・左右・回頭方向の波浪強制力・モーメントを計測し、モデル化を試みた。波浪強制力・モーメントを排水量・波岨度で無次元化し、波の谷から

谷を基本周期とし、平均値・振幅・位相から成るフーリエ級数(sin 関数)として取り扱った。波向角の正負に対する物理的な特性を考慮し、それぞれの平均値・振幅・位相を波向角に対する奇・偶関数で多項式近似することで、モデル化することができた。ただし、左右方向の波浪強制力の振幅に関しては、前進速度影響が少なからず認められたため、線形的にそれを考慮した。

・追波・斜追波中のプロペラ推力・トルク，舵直圧力

波粒子速度を考慮して舵直圧力を評価した例として、2 軸 2 舵船型を対象にした研究(Umeda, Furukawa et al. 2014)が行われている。その結果、船体によって、波粒子速度が低下し、その影響を考慮しなければ波粒子速度の影響を過大に推定してしまうと結論付けられている。そこで、追波・斜追波中の拘束模型試験を行い、プロペラ推力・トルク，舵直圧力を計測し、モデルとの計算結果と比較した。その結果、本論でもちいた 1 軸 1 舵の供試船においては、波向角によって、モデルの推定精度が低下するものの、精度良く推定できることを確認した。精度が低下する原因は、プロペラによる左右の回転流や伴流分布の違いよると考えられる。

・追波・斜追波中の自由航走試験と運動シミュレーション

小型模型船を用いて、追波・斜追波中の自由航走試験を行い、波乗り・ブローチング中の航跡・船体運動を計測した。本論では、新たな自由航走試験方法を確立し、計測例の少ないプロペラ推力・トルク，舵直圧力の計測も行った。また、小型模型船の扱いやすさを生かして、多くの実験条件で実験を行うことで、波乗り・ブローチングの発生条件を把握した。

運動シミュレーションによる、船体運動の推定と、波乗り・ブローチングの発生予測の結果を自由航走試験と比較した。運動シミュレーションの結果は、実験と比べて操舵とは反対の回頭角速度が大きくなる傾向にあり、全ての条件で、航跡・船体運動が一致することはなかったが、ブローチングが発生する条件においては、よく推定できた。また、シミュレーション・実験共に、公称フルード数 0.35 以上になると波乗りが発生し始め、波岨度 1/15 程度以上になると、ブローチングが発生した。したがって、波乗り・ブローチング発生予測も定量的に精度良く行うことができた。

【転覆とブローチング対策の検討】

・転覆防止付加物の検討

予備浮力と復原力減少に注目し、船尾船底の両舷へ付加物を設置する方法を検討した。転覆防止のメカニズムは、波浪中に船尾船底が露出した場合においても、水線面の幅を確保し、復原力減少を抑制する。また、既存漁船へ設置した場合を考慮し、喫水・トリムへの影響が小さくなるように、流体密度と同程度にした。その結果、船体が傾斜し付加物が水面から露出すると、その部分で浮力が失われ、復原モーメントが生まれる。模型実験と復原力計算を行い、転覆防止効果を検討した。

135 トン旋網漁船を供試船として、向波中の模型実験を行うと、転覆・大傾斜が減少し、転覆防止効果を確認することができた。また、復原力計算の結果、復原力減少を抑制し、最大復原艇や消失角を大きくする効果を確認することができた。実用化にあたり、付加物の形状・取り付け位置の最適化を進める必要があるが、転覆防止の一策として有効な方法と言える。

・高揚力舵によるブローチング対策の検討

ブローチング対策として、操舵力の向上が最も効果的であるが、船体に対して大きな舵・プロペラを備えた漁船において、舵面積をさらに大きくすることは望めない。そこで、同じ舵面積でも、より大きな舵力を得ることのできる高揚力舵の一つである、フィッシュテール舵の適用を検討した。

通常舵でブローチング及びそれに近い運動が計測された条件で、フィッシュテール舵に換装して自由航走試験を行い、効果を確認したところ、操舵とは反対の回頭運動が小さくなり、ブローチングを防止することができた。また、運動シミュレーションを行うと、ブローチング発生条件が、通常舵に比べて小さくなることが確認できた。高揚力舵は、港内操船などでも有用な舵であり、現実性の高い対策方法の一つとして推奨できる。