

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18560510
 研究課題名 (和文) 瀬戸内海における異常潮位・濃霧に起因する船舶運航と海難の防止に関する検討
 研究課題名 (英文) A Study on Ship Operation and Prevention of Casualty due to Abnormal Tide and Heavy Fog in the Seto Inland Sea
 研究代表者
 水井 真治 (MIZUI SHINZI)
 広島商船高等専門学校・商船学科・教授
 研究者番号：50249843

研究成果の概要：

港湾計画においては構造強度や海洋環境など様々な観点から多面的に検討されるが、その中でも最も重要な指標の一つに港内静穏度、特に波浪や風による影響の検討がなされる。瀬戸内海など外洋に面していない海域の港湾の場合、波浪条件が静穏であることから外洋性港湾ほど詳細な安全性の検討がなされているとは言い難い。しかし、著者らは瀬戸内海における港湾において、強潮流時にも船舶が運用困難となる事例から潮流による運用困難な影響も詳細に検討する必要性を示した。当初は潮流による船体運動への影響評価として、静止した船舶が潮流を受けた場合に移動する距離を潮流条件ごとに比較検討した。しかし、実際には船体が栈橋に着岸する局面では舵とプロペラの力を用いて姿勢制御を行う操船方法であり、これらの影響を考慮した船体運動の数値解析法は検討できていない。潮流が卓越する中で運用せざるを得ない港湾の運用限界を定量的に評価するため、舵とプロペラによる操船制御の動作を考慮した船体運動の解析手法へ改良する必要があると考えられる。瀬戸内海の船舶運航者を対象に潮流下での運用の困難度をアンケート調査で把握し、港湾運用の現状を改めて整理した。これをもとに前報で対象とした潮流影響が顕著な離島航路のフェリー港湾まわりの潮流・水質調査を大潮日に数回実施した。さらに潮流中における着岸操船時の船体運動について、舵力、プロペラ推力、ポンツーン衝突時のエネルギー吸収などの影響を再現できる数値計算法の開発を実施し、再現精度を検証するとともに強潮流下における港湾での新たな運用限界の検討方法を提案した。この結果、実際の着岸局面での船体運動を定量的に評価することが可能となり、強潮流が卓越する港湾での運用の困難度を評価する一手法を確立することができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	1,100,000	0	1,100,000
平成 19 年度	500,000	150,000	650,000
平成 20 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	330,000	2,530,000

研究分野：港湾工学，海岸工学，船舶運用学

科研費の分科・細目：土木工学・水工水理学

キーワード：強潮流，港湾計画，船体運動，狭水道，海象観測，操縦性理論，運航限界，海上輸送

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国と中国などアジア諸国との貿易量の急激な増加に伴い、瀬戸内海を航行する外国船は増加傾向にある。一方、瀬戸内海は複雑な地形の閉鎖性水域であり、明石海峡航路、関門海峡航路及び来島海峡航路など航海上の難所が数多い。過去の対策としては海上交通安全法の改訂・整備等、海上交通法規にて航路上の航法を規定し事故防止に努めているが、瀬戸内海での海難事故は太平洋に次ぐ件数が発生しており人的要因や航法の検討のみでは抜本的な解決にはならないと申請者らは考えている。

2. 研究の目的

このような背景から申請者らは瀬戸内海の船社を対象にアンケート調査を行い、異常潮位など潮位変動による水深変化で入出港や着岸局面で操縦性が低下し、座礁、強潮流時に防波堤へ衝突、岸壁と船体が満潮水位による高低差により接岸・荷役不能のほか、濃霧時の視界不良による操船障害、衝突事故などの深刻な運用実態が明らかとなった。さらに現場では港湾施設の改良や船舶運用の予測システムなど有効な対策を望んでいる状況も把握し、何らかの対策を講じる必要があると思われる。今後、瀬戸内海の事情に不慣れな外国船の事故増加が見込まれ、閉鎖性水域における船舶の運航障害に関するデータを観測・分析し、海岸工学、船体運動論など科学的手法により海難の防止に向けた諸項目を明らかにしたい。

3. 研究の方法

港湾計画においては構造強度や海洋環境など様々な観点から多面的に検討されるが、その中でも最も重要な指標の一つに港内静穏度、特に波浪や風による影響の検討がなされる。瀬戸内海など外洋に面していない海域の港湾の場合、波浪条件が静穏であることから外洋性港湾ほど詳細な安全性の検討がなされているとは言い難い。しかし、著者らは瀬戸内海における港湾において、強潮流時にも船舶が運用困難となる事例から潮流による運用困難な影響も詳細に検討する必要性を示した。昨年度は潮流による船体運動への影響評価として、静止した船舶が潮流を受けた場合に移動する距離を潮流条件ごとに比較検討した。しかし、実際には船体が棧橋に着岸する局面では舵とプロペラの力を用い

て姿勢制御を行う操船方法であり、これらの影響を考慮した船体運動の数値解析法は検討できていない。潮流が卓越する中で運用せざるを得ない港湾の運用限界を定量的に評価するため、舵とプロペラによる操船制御の動作を考慮した船体運動の解析手法へ改良する必要があると考えられる。本研究では瀬戸内海の船舶運航者を対象に潮流下での運用の困難度をアンケート調査で把握し、港湾運用の現状を改めて整理した。これをもとに前報で対象とした潮流影響が顕著な離島航路のフェリー港湾まわりの潮流・水質調査を大潮日に数回実施した。さらに潮流中における着岸操船時の船体運動について、舵力、プロペラ推力、ポンツーン衝突時のエネルギー吸収などの影響を再現できる数値計算法の開発を実施し、再現精度を検証するとともに強潮流下における港湾での新たな運用限界の検討方法を提案した。

4. 研究成果

最終的な研究成果は以下のように要約できる。

- (1)24%の回答者が潮流による着岸困難を感じており、同じく着岸時の潮流と船体の相対角度が $45\sim 90^\circ$ であった。これは現状の港湾計画では実際の運用困難を検討し切れていないことを示唆している。
- (2)T 港での下げ潮時の最大流速は約 1m/s であった。潮流計算より、上げ潮時の流速は 1.5 倍程度のため、上げ潮時の最大流速は 1.5m/s 前後と推察される。水温・塩分の観測結果より、OK 島北端を境に連続性が失われ、複雑な水温・密度環境にて潮流が卓越している。
- (3)着岸時の船体運動の観測結果をもとに、船体を微速でポンツーンに衝突させた後、舵とプロペラを用いた姿勢制御を行う数値解析モデルに改良した。この結果、観測された状況を概ね再現できることが確認された。
- (4)潮流の流向・流速を変化させながら検討した結果、流向 45° の場合は 0.5m/s 、 90° の場合は 1.0m/s が着岸限界であり、 0° の場合は 1.5m/s でも着岸可能であることが分かった。着岸時間と回頭直径の関係で見ると、着岸時間が 120s 以下かつ回頭直径が 10m 以下になるような港湾計画の詳細な検討が必要である。
- (5)本研究では水深方向に流速が一定の流れとして流圧力を検討したが、観測結果より複雑な密度場が形成され、密度流による影

響を考慮する必要がある。さらに陸岸付近は本流と逆向きの流れとなるワイ潮や水深方向に不均一な湧昇流などのモデル化を検討する必要がある。

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 6 件)

笹健児、水井真治、永井紀彦、清水勝義、三井正雄：A Study on Accuracy of the On-Air Acoustic Tide Gauge at Sea Areas with Large Tide Amplitudes, Proceedings of the 17th International Conference of Offshore and Polar Engineering, pp.2398-2404, 2007

笹健児、Atila Incecik、永井紀彦、清水勝義、水井真治：荒天時の観測波を用いた港外避泊船の船体運動の再現性に関する研究、海岸工学論文集、第 54 巻、pp.1321-1325、2007

日比野忠史、金キョンヘ、越智達郎、松永康司：瀬戸内海開境界での水位条件の決定法、海岸工学論文集、第 54 巻、pp.971-975、2007

笹健児、Atila Incecik、永井紀彦、水井真治：荒天時における沿岸域での海難事故から見た船体強度に関する基礎的研究、海洋開発論文集、Vol.24、pp.987-992、2008

笹健児、日比野忠史、金キョンヘ、水井真治：瀬戸内海の離島での強潮流時の船舶運航から見た港湾計画のあり方、海岸工学論文集、第 55 巻、pp.1356-1360、2008

笹健児、寺田大介、永井紀彦、河合弘泰：船体運動と沿岸波浪に基づくフェリー欠航の判断基準に関する検討、日本航海学会論文集、第 120 号、pp.99-106、2009

[学会発表] (計 1 件)

笹健児、日比野忠史、金キョンヘ：瀬戸内海・芸予地区における気象海象および船舶の運航障害に関する基礎的研究、土木学会中国支部研究発表会、2008 年 5 月

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水井 真治 (MIZUI SHINZI)

広島商船高等専門学校・商船学科・教授

研究者番号：5 0 2 4 9 8 4 3

(2) 研究分担者

笹 健児 (SASA KENZI)

広島商船高等専門学校・商船学科・准教授

研究者番号：1 0 3 6 0 3 3 0

日比野 忠史 (HIBINO TADASHI)

広島大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：5 0 2 6 3 7 3 6

永井 紀彦 (NAGAI NORIHIKO)

(独) 港湾空港技術研究所・統括研究官

研究者番号：0 0 3 5 9 2 3 3

清水 勝義 (SHIMIZU KATSUYOSHI)

(独) 港湾空港技術研究所・首席研究官

研究者番号：8 0 3 9 2 9 8 4)

(3) 連携研究者

なし