

衝突海難時に船体に刻まれる傷の形状等に関する研究
ー第2報 航走する2船間における衝突実験ー

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-04-05 キーワード (Ja): キーワード (En): Ship Collision, Collision Test between Two Ships, Relative Angle, Relative Motion 作成者: 中山, 喜之, 北島, 完哉, 潮平, 巖, 藤本, 雄紀, KITAJIMA, Kanya, SHIOHIRA, Itsuki, FUJIMOTO, Yuki メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15053/0000000092

【論文】

衝突海難時に船体に刻まれる傷の形状等に関する研究 —第2報 航走する2船間における衝突実験—

中山 喜之¹ 北島 完哉² 潮平 巖² 藤本 雄紀²

A Study on Shapes of Scratches on a Ship Damaged in Ship Collision —2nd Report; A Collision Test between Two Ship Models—

Yoshiyuki Nakayama¹, Kanya Kitajima², Itsuki Shiohira² and Yuki Fujimoto²

Abstract

In case of criminal investigation for ship collision, it is important to determine the situation at the time of the accident. However, there are few studies focused on determining the collision situation of ship accident. So, in this study, to accumulate scientific knowledge about ship collision, the results of collision test between two ship models are presented. In the test, two free-running ship models were collided each other in various speeds and crossing angles, and, the shapes and angles of scratches on a ship damaged in the collision were measured. As a result, we confirmed that in case of the collisions in crossing situations diagonally front, the angles of scratches on a ship damaged in the collision agreed well with the relative angles between two ship motions rather than the crossing angles between two ship courses. In the future, we would like to clarify the mechanism of ship collision and contribute to criminal investigations for ship collision.

Keywords: Ship Collision, Collision Test between Two Ships, Relative Angle, Relative Motion

1 緒言

船舶衝突事故にかかる事件捜査において、衝突時の状況を明らかにすることは必須の事項であるが、同事故には以下のような特徴があるため、その状況の特定が難しくなる場合がある。

- 衝突した船舶に乗船していた者が、衝突時の衝撃により海に投げ出され、そのまま行方不明、または死亡してしまう場合がある。
- 陸岸から遠く離れた洋上において発生した衝突事故の場合、その事故を目撃した第三者が居ることは稀である。
- 洋上での事故であるが故に、自動車事故の現場に残されるブレーキ痕のような客観的な証拠が現場に残ることはほぼ無く、陸上のように、防犯カメラ等により映像が常時記録されている海域も少ない。事故の発生に深く関わった者が死亡しており、かつ、第三者による目撃情報も無いなど、正にその事故状況の特定が困難となる場合については、船舶衝突事故を専門に取り扱う調査官等により、衝突状況の推定が行われるこ

とが一般的であるが、併せて実際の衝突状況を再現するような実証実験が行われる例はほとんどない。よって、その調査官等による衝突状況の推定結果に関する妥当性を裏付け、さらには補強するための客観的・科学的根拠や実験結果の蓄積が望まれているところである。

前報¹⁾では、半滑走型高速船の模型船を対象とし、自由航走状態にある同船と漂泊／固定状態にある他船とによる衝突・乗揚げ実験を実施し、そのような衝突状況において両船に刻まれる傷の形状等について把握するとともに、それらの傷が生成されるプロセスについても検討・考察を行った。前報に引き続き、船舶衝突にかかる実験結果の蓄積のため、本報では、両船ともに自由航走状態とした場合の衝突模型実験の結果について報告する。また、前報で示した実験手法について幾つか改善を行った結果についても併せて示す。実験結果から、衝突時における両船の針路交差角（いわゆる衝突角）が90°以上の場合、船体には、両船の針路交差角に相当する角度の方向からではなく、両船による相対運動を示す角度の方向から傷が刻まれることを確認した。

Received November 15, 2022

¹ 海上保安大学校 y-nakayama@jcga.ac.jp

² 海上保安大学校

2 航走する2船間による衝突模型実験の概要

船舶の衝突を伴う模型実験については、衝突前後における船舶の挙動が重要な要素を占めるため、曳航水槽で実施される拘束模型試験のように例え1自由度であっても船舶の運動を拘束した状態にて実験を行うことは望ましくない。そこで、本研究では、海上保安大学校が所有する訓練用プール（長さ25.0m、幅14.0m、深さ1.5m）を角水槽に見立て、自走可能なRCボート2隻を使用した自由航走模型試験の要領により実験を行うこととした。なお、2隻のうち、自船の正船首から相手船に衝突する側の船舶を衝突船、衝突船により自船の舷側等に衝突される側の船舶を被衝突船として定義し、以後、記述する。

実験の主目的は、両船ともに航走している状態における衝突の場合に各船に刻まれる傷の形状・角度等について計測することである。衝突時に生成される傷の計測手法については、前報で示した手法（一方の船の船底等、相手船に衝突するであろう部分に塗料を塗っておき、衝突時に相手船にその塗料が色移りした部分を衝突によってできた傷とみなすという手法）を踏襲したが、より精度よく計測が行え、かつ、より衝突の過程が分析しやすくなるよう各種の改善を施している（詳細については後述する）。また、計測手法の都合上、今回の実験では衝突時に被衝突船側に刻まれる傷を中心に計測を行うこととしたので、本報ではその結果について報告する。衝突時に衝突船側に刻まれる傷については、次報等で改めて報告することとしたい。

2.1 対象船

前報同様、衝突船として、プレジャーボート型RCボート（MAJESTY600：KYOSYO製）を、被衝突船として、レースボート型RCボート（JETSTREAM888VE：KYOSYO製）を採用した。両船とも無線のコントローラにより、任意に速力・舵角の変更が可能となっており、それぞれの主要目を表1に、船体側面外観を図1及び図2に示す。また、被衝突船にあつては、図3に示す通り、実験時における衝突部位の乾舷（水面からの高さ）が常に一定となるよう、ウェイトにより同船のヒール及びトリムについて調整を行っている。この船体姿勢の調整の結果、衝突船に比べて被衝突船の排水量がやや大きくなっているが、今回使用する模型船とは船型は違えども、実現象におけるプレジャーボートと漁船（満載状態）との衝突を想定したとすれば、それほど矛盾の無い条件であると考ええる。なお、図3において被衝突船の両舷に設置されている白色長方形の物体は、衝突時の衝撃を吸収するための緩衝材であり、実験時の乾舷はその緩衝材高さを含めて0.028mで一定としている。これは、船速によってやや異なるが、航走状態における衝突船の船首端の水面からの高さのおよそ半分程度に相当する高さである。

表1 衝突船及び被衝突船の主要目

	衝突船 (プレジャーボート型)	被衝突船 (レースボート型)	
船長 [m]	0.600	0.800	
船幅 [m]	0.168	0.190	
深さ [m]	0.090	0.065	
排水量 [kg]	1.25	1.31	3.45
		(ウェイト無)	(ウェイト有)



図1 衝突船(プレジャーボート型)の船体側面外観



図2 被衝突船(レースボート型)の船体側面外観

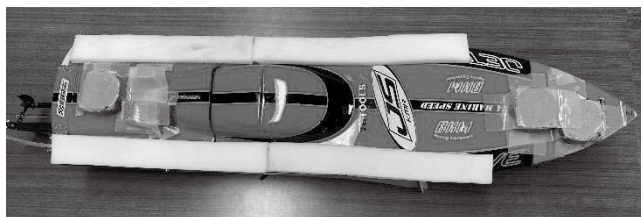


図3 被衝突船へのウェイト搭載状況

上述した手法により衝突時に被衝突船に刻まれる傷について計測を行うため、前報では、ある程度衝突状況を単純化して把握することを目的とし、衝突船の船体中心線上、ステムからキールに至る部分にのみ塗料を塗布したところであるが、当然ながらこの方法では塗料を塗布した部分以外が衝突した状況については全く把握することができないため、衝突の過程を正しく分析することには限界があった。そこで、本報では、図4及び図5に示す通り、衝突船の船首部から船体中央部にかけての船底部・舷側部全体について塗料を塗布することとし、さらに、衝突部位の明確化のため、塗色については箇所ごとに計9色に塗り分けることとした。なお、塗料については、耐水性、衝突時の色移りの良さ、利便性等を考慮し、市販のクレパスを採用している。この結果、衝突船が被衝突船に衝突し、同船上を乗揚げていく過程について分析することが容易になったことに加え、衝突角等の

実験条件の差異により衝突船側の衝突部位が変化することについても改めて確認を行うことに成功した。

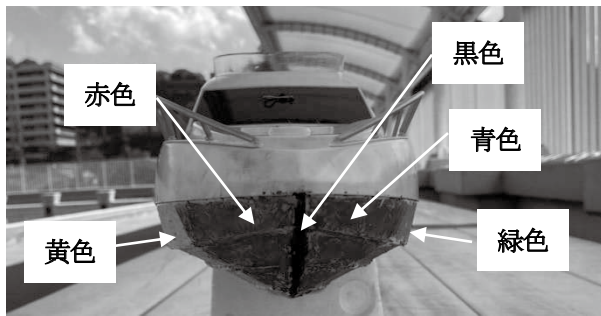


図4 衝突船への塗色状況（船首から）

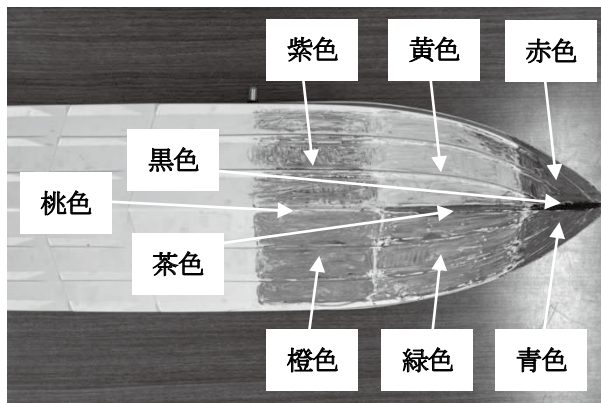


図5 衝突船への塗色状況（船底から）

一方、被衝突船について、前報では、衝突時の傷（衝突船の塗料が色移りした部分）の形状・角度等を計測・記録するため、同船の甲板上に直接、耐水性の記録紙を設置していたところであるが、衝突船と被衝突船が衝突時の衝撃により互いに反発することで、衝突時の傷の記録自体が難しくなる、または、その傷の形状・角度等に関する連続性が確保できないという状況が確認された。よって、本報では、図3に示した通り、衝突時の両船による反発を抑える（衝撃を吸収する）ため、被衝突船の甲板上に緩衝材を設置し、その上に記録紙を張り付けるといった手法を採用することにより、衝突時に生成される傷について、その形状・角度等を正しく計測・記録できるようにした。実際の船舶間における衝突においては、衝突に伴い船体が破壊されることにより衝撃を吸収しているものと考えるが、そのような破壊を伴う力学的条件について模型実験において相似とすることは一般に難しいため、上記の通り緩衝材を設置することにより、できるだけ実現象に即した衝突の状況となるよう試みたところである。なお、各種の素材について試行錯誤を行った結果²⁾、設置する緩衝材としては市販のメラニンスポンジ（厚さ1cm）が最適であるとの結論に至った。被衝突船に緩衝材を設置し、その上に記録紙を張り付けた状況について図6に示す。

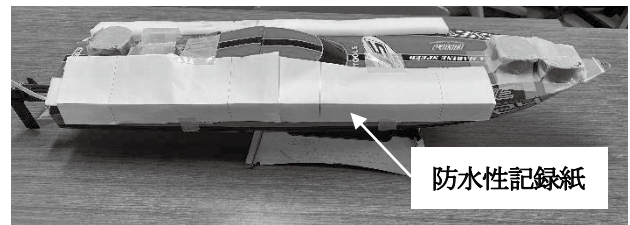


図6 被衝突船への記録紙設置状況

2.2 実験条件

衝突船の船速については0.67m/s及び1.07m/sの2種類を設定し、一方、被衝突船の船速については0.67m/sで一定とした。つまり、模型船ベースの船速において、衝突船と被衝突船の船速が同一である場合、及び、衝突船の船速の方が被衝突船の船速よりも速い場合の計2ケースの条件を設定したこととなる。なお、上記の模型船船速は、実際の船舶衝突事故にかかる資料³⁾に基づき決定したものであり、それらを実船ベースの船速に換算すると、いずれも8～12ノット程度に相当する（衝突船実船長：20m、被衝突船実船長：32m）。

次に、衝突船の針路と被衝突船の針路の交差角、いわゆる航走する2船が衝突する際の衝突角については、被衝突船の針路を一定とし、衝突船が被衝突船の真正面から向かってくる場合の角度を180°と定義することとした。衝突角の条件として、衝突船が被衝突船の斜め前方から横切る場合について3ケース（衝突角：150°，135°，120°）、衝突船が被衝突船に対して正横から横切る場合について1ケース（衝突角：90°）、衝突船が被衝突船の斜め後方から横切る場合について3ケース（衝突角：60°，45°，30°）の計7ケースを設定した。それぞれの状況に関する模式図の一例を図7に示す。

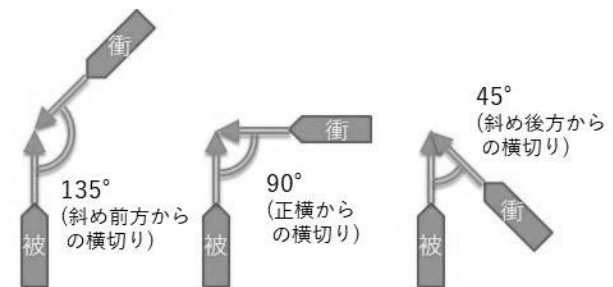


図7 被衝突船の針路を基準として定義した衝突角の例（衝突船と被衝突船の船速が同一である場合の例）

2.3 計測項目及び計測要領

前節で示した各種の実験条件において航走状態の2船を衝突させ、衝突時に被衝突船に刻まれる傷について計測を行う。航走する2船間による衝突の場合には、両船ともに運動状態にあるため、その衝突状況の分析には「相対運動」の考え方を導入することが必須となる。一例として、A船とB船がともに航走しており（運動状態にあり）、位置Cにて衝突した場合における衝突直前の状

況に関する模式図を図8に示す。真運動で考えると、A船とB船の針路はそれぞれの運動ベクトルの方向であり、その針路を保ったまま位置Cにて衝突することとなるが、相対運動で考えると、A船とB船は互いに相対運動ベクトル上を進み、相手船と衝突することとなる。よって、理論上、各船には、相手船の針路（船首方位）がどうあれ、同図における相対角（各船から見て相手船が向かってくる角度）が示す方向からの傷が刻まれるはずである。

本実験では、図8におけるA船が衝突船、B船が被衝突船に相当する。各実験条件において衝突時に被衝突船に刻まれる傷の船首尾線からの角度がその条件において作図した場合の相対角Bと実際に一致するか否かについて検証を行うことが、本報における主目的である。

航走する2船間による衝突の場合、各船には相対角に相当する方向からの傷が刻まれるということは理論としては間違いのないことであると言えるが、このことについて実船を用いて検証実験が行われたことは未だ無いため、本報が初めての実験結果の提示となる。ここで、被衝突船に刻まれる傷の角度に関する検証を容易にするため、表2に各実験条件における被衝突船側の相対角（図8の要領で作図し決定）について一覧として示す。

実際の実験実施状況について図9に示す。実験はいずれも風のない晴天時に実施しているため、風波等の外乱の影響は微小であると考ええる。また、全ての実験条件において、計測は最低3回ずつ行っており、計測された傷の形状・角度等に再現性があることを確認した。



図8 両船の相対運動を考慮した衝突直前の状況 4)に基づき作成

表2 衝突時における衝突角と被衝突船側の相対角の関係

衝突船の船速(0.67m/s) = 被衝突船の船速(0.67m/s) の場合							
衝突角（両船の針路交差角）	150°	135°	120°	90°	60°	45°	30°
相対角（被衝突船から見て衝突船が向かってくる角度）	15°	23°	30°	45°	60°	67°	75°
衝突船の船速(1.07m/s) > 被衝突船の船速(0.67m/s) の場合							
衝突角（両船の針路交差角）	150°	135°	120°	90°	60°	45°	30°
相対角（被衝突船から見て衝突船が向かってくる角度）	19°	28°	38°	58°	82°	96°	116°



図9 訓練用プールでの衝突模型実験の実施状況

3 実験結果

実験結果として、図10に示す通り、衝突時に被衝突船に刻まれた傷（衝突船に塗布した塗料が被衝突船記録紙に色移りした部分）について拡大表示したものを以下に示す。全ての実験条件において、衝突船を被衝突船の右舷側に衝突させているため、拡大表示した記録紙については右側が船首方向、左側が船尾方向となるので留意されたい。なお、記録紙には予め舷側線を示す直線を記入しており、その舷側線と記録された傷との間の角度を計測することで、衝突時に被衝突船から見て実際に衝突船が向かってきた角度について決定している。また、記録された傷のどの部分が衝突の瞬間に付いた傷（本研究が対象とする衝突時の相対運動を示す傷）であるかに関する判断については、実際の衝突事件に対する著者のこれまでの鑑定経験に基づき、傷の強弱の度合い、傷が記録される位置の如何、さらには衝突時の映像等の情報から総合的に判断し、傷の角度については決定している。



図10 衝突状況の一例（衝突角150°の場合）

3.1 衝突船と被衝突船の船速が同一である場合

まず、衝突船の船速と被衝突船の船速が共に0.67m/sの場合、両船の衝突角を種々に変化させた際の結果について、図11にまとめて示す。

衝突船が被衝突船の斜め前方から横切る場合（衝突角：150°、135°、120°）については、衝突時における両船の相対速力が大きいため、被衝突船には相対運動を示す方向の傷が比較的明確に記録された。いずれの計測結果についても表2に示した理論上の相対角の大きさとはほぼ一致しているため、これらの場合について、被衝突船には衝突角（両船の針路交差角）に相当する角度ではなく、被衝突船側における相対角に相当する角度をもって傷が刻まれるということが確認できた。また、計測された傷の色に着目すると、衝突角が150°の場合は赤色と黄色の塗料のみとなっているため、衝突船は右舷側舷側部のみで被衝突船に衝突していることが分かる。一方、衝突角が135°及び120°の場合は黒色と赤色の塗料のみとなっているため、船体中心線を示すキール部と右舷側舷側部にて被衝突船に衝突している。この両者の差異は、衝突角（または相対角）の違いにより、衝突船側の衝突部位が変わるということを示した結果であると言え、これは同時に、衝突船側に付いた傷の状況（衝突部位の範囲）を分析することにより、その船体形状にもよるが、衝突船がどの程度の角度をもって被衝突船に衝突したのかを類推できる可能性があることを示唆する結果とも言える。

衝突船が被衝突船に対して正横から横切る場合（衝突角：90°）については、斜め前方からの横切りの場合に比

べて衝突時における両船の相対速力が小さいため、被衝突船には相対運動を示す方向の傷が記録されにくいことが判明したが、傷を詳細に分析した結果、正横からの横切りの場合についてもその相対角は表2に示した理論上の値とほぼ一致することを確認した。また、計測された傷の色に着目すると、斜め前方からの横切りの場合とは異なり、黒色、赤色に加えて青色の塗料も記録されていることが分かる。これは、船体中心線を示すキール部と右舷側舷側部に加え、左舷側舷側部についても被衝突船と衝突していることを意味し、さらに、他の2色に比べて赤色の塗料の範囲が狭いことから、衝突時、衝突船は図8のA船が示す通り、左斜め前方向への相対運動を有していたということが分かる。

衝突船が被衝突船の斜め後方から横切る場合（衝突角：60°、45°、30°）については、衝突時における両船の相対速力がさらに小さくなるため、被衝突船には相対運動を示す方向の傷が記録されにくくなり、傷を詳細に分析するもその方向を判断すること（相対角を計測すること）ができなかった。よって、このような相対速力の小さな衝突の場合の傷であっても明確に記録ができるよう、計測手法については今後も改善を図っていきたい。ただし、この結果を逆に応用し、被衝突船に衝突による損傷があるにも関わらず、その傷から相対運動の方向を判断できないという場合、その衝突を斜め後方からの横切りの場合の衝突と推定することには一定の妥当性があるようにも思われる。また、計測された傷の色に着目すると、衝突角が60°の場合は黒色と青色の塗料のみとなっているため、船体中心線を示すキール部と左舷側舷側部にて被衝突船に衝突していることが分かる。一方、衝突角が45°及び30°の場合は青色と緑色の塗料のみとなっているため、衝突船は左舷側舷側部のみで被衝突船に衝突している。この両者の差異は、斜め前方からの横切りの場合と同様、衝突角（または相対角）の違いにより、衝突船側の衝突部位が変わるということを示した結果である。

3.2 衝突船の船速の方が被衝突船の船速よりも速い場合

次に、衝突船の船速を 1.07m/s に増加させ、被衝突船の船速を 0.67m/s のままとした場合、両船の衝突角を種々に変化させた際の結果について図 12 にまとめて示す。衝突時の相対速力が前節よりも大きくなったことから、総じて被衝突船に刻まれる傷（色移りの範囲）についても大きくなっていることが分かる。

両船の船速が異なることから、各条件において前節とは相対運動の状態（衝突時の被衝突船に対する衝突船の姿勢）が変化したため、計測される傷の色には多少変化があったが、傷の形状・角度等に関する傾向については前節とほぼ同様であった。結論としては、前節同様、衝

突船が被衝突船の斜め前方から横切る場合（衝突角：15°、135°、120°）及び衝突船が被衝突船に対して正横から横切る場合（衝突角：90°）については、被衝突船には相対運動を示す方向の傷が比較的明確に記録され、いずれの計測結果についても表2に示した理論上の相対角の大きさとはほぼ一致した。一方、衝突船が被衝突船の斜め後方から横切る場合（衝突角：60°、45°、30°）については、やはり衝突時における両船の相対速力が小さいため、被衝突船には相対運動を示す方向の傷が記録されにくく、傷を詳細に分析するもその方向を判断すること（相対角を計測すること）ができなかった。

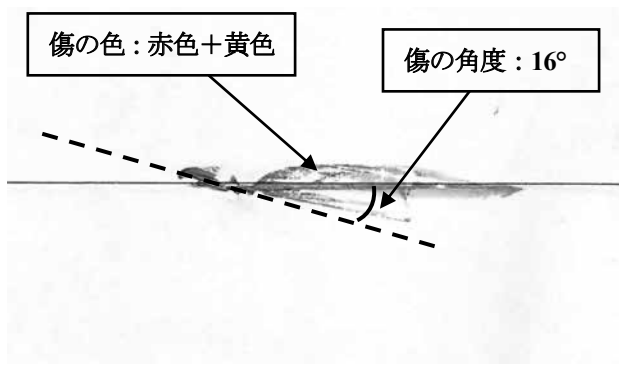
4 考察

実験の結果について表3にまとめて示す。今回の実験条件においては、衝突角が 90°未満（または被衝突船側の相対角が 60°以上）の場合に衝突時における両船の相対速力が小さくなり傷の角度について計測不能となったが、それ以外の場合については、被衝突船に理論通り相対運動方向の傷が刻まれることを確認した。

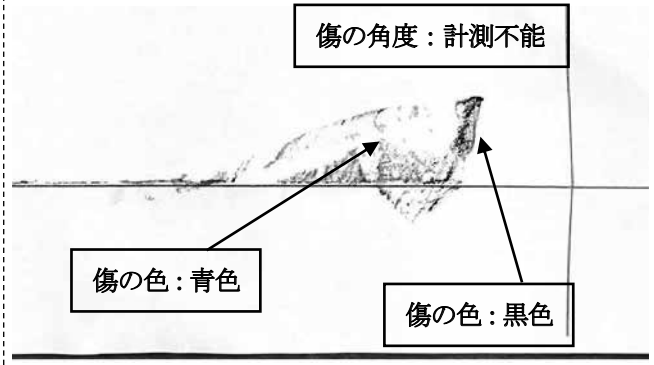
結果として、航走する2船間における衝突の場合、被衝突船側に刻まれる傷に関する船首尾線からの角度は、相対運動理論が示す通り、衝突角（両船の針路交差角）ではなく、相対角（被衝突船から見て衝突船が向かってくる角度）になると考えて基本的には問題ないと言えるが、斜め後方からの横切りの場合における衝突のように、衝突時の傷から相対運動の方向を判断できない場合もあることに注意が必要である。一方、衝突船側に刻まれる傷に関する船首尾線からの角度についても、相対運動理論を踏まえると、同様の傾向を示すことが推察されるが、この点については改めて実験にて確認することとしたい。また、各船に相対運動方向の傷が明確に刻まれる条件として、相対速力、相対角、衝突角等が関係していると考えられるが、その具体的な数値については今回の実験結果だけでは確定できないため、それらについても引き続き検討を進めていきたい。

5 結言

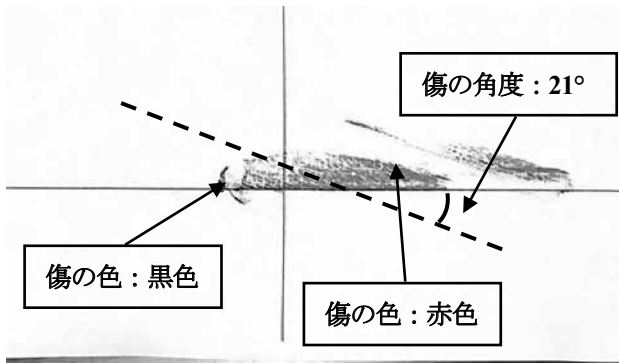
本研究では、船舶衝突にかかる実験結果の蓄積のため、両船ともに自由航走状態とした場合の衝突模型実験の手法（前報からの改善点を含む）及び実験を実施した結果について報告するとともに、衝突時に被衝突船側に刻まれる傷の形状・角度等について解析・考察を行った。結果として、衝突船が被衝突船の斜め前方又は正横から横切る場合の衝突において、被衝突船には、両船の針路交差角に相当する角度の方向からではなく、被衝突船側における相対角に相当する角度の方



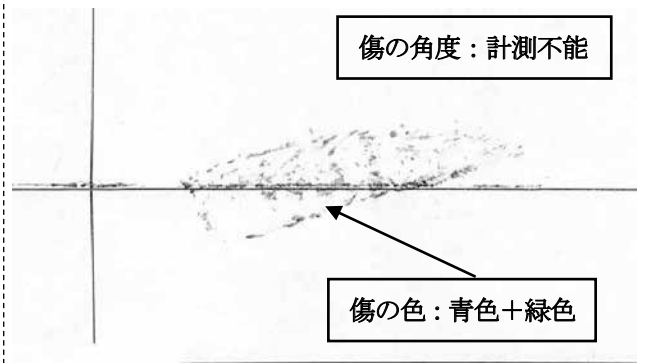
<衝突角 150°の場合>



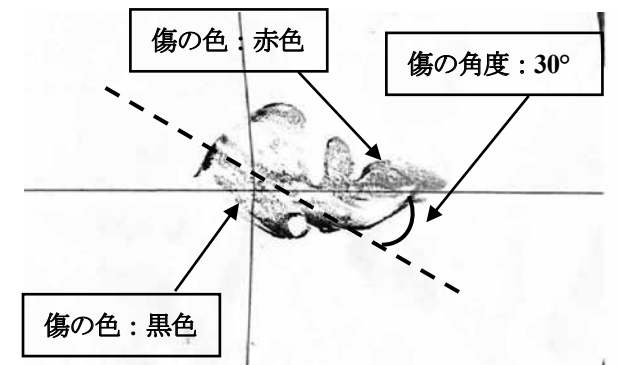
<衝突角 60°の場合>



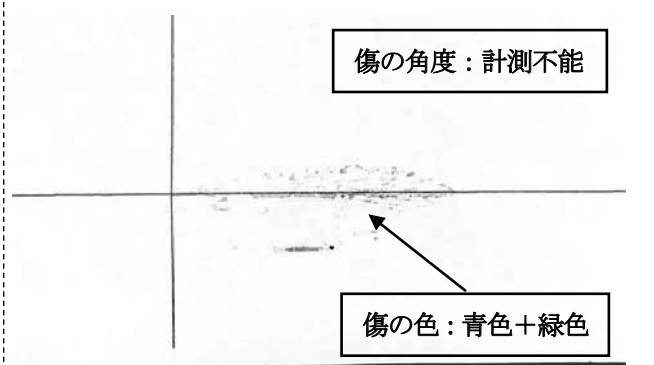
<衝突角 135°の場合>



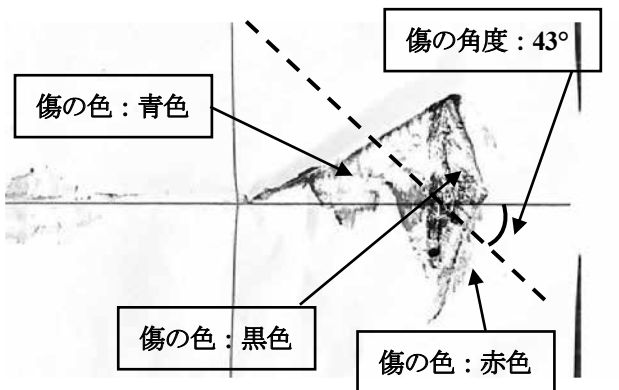
<衝突角 45°の場合>



<衝突角 120°の場合>



<衝突角 30°の場合>



<衝突角 90°の場合>

図 11 衝突船の船速と被衝突船の船速が共に 0.67m/s の場合における結果

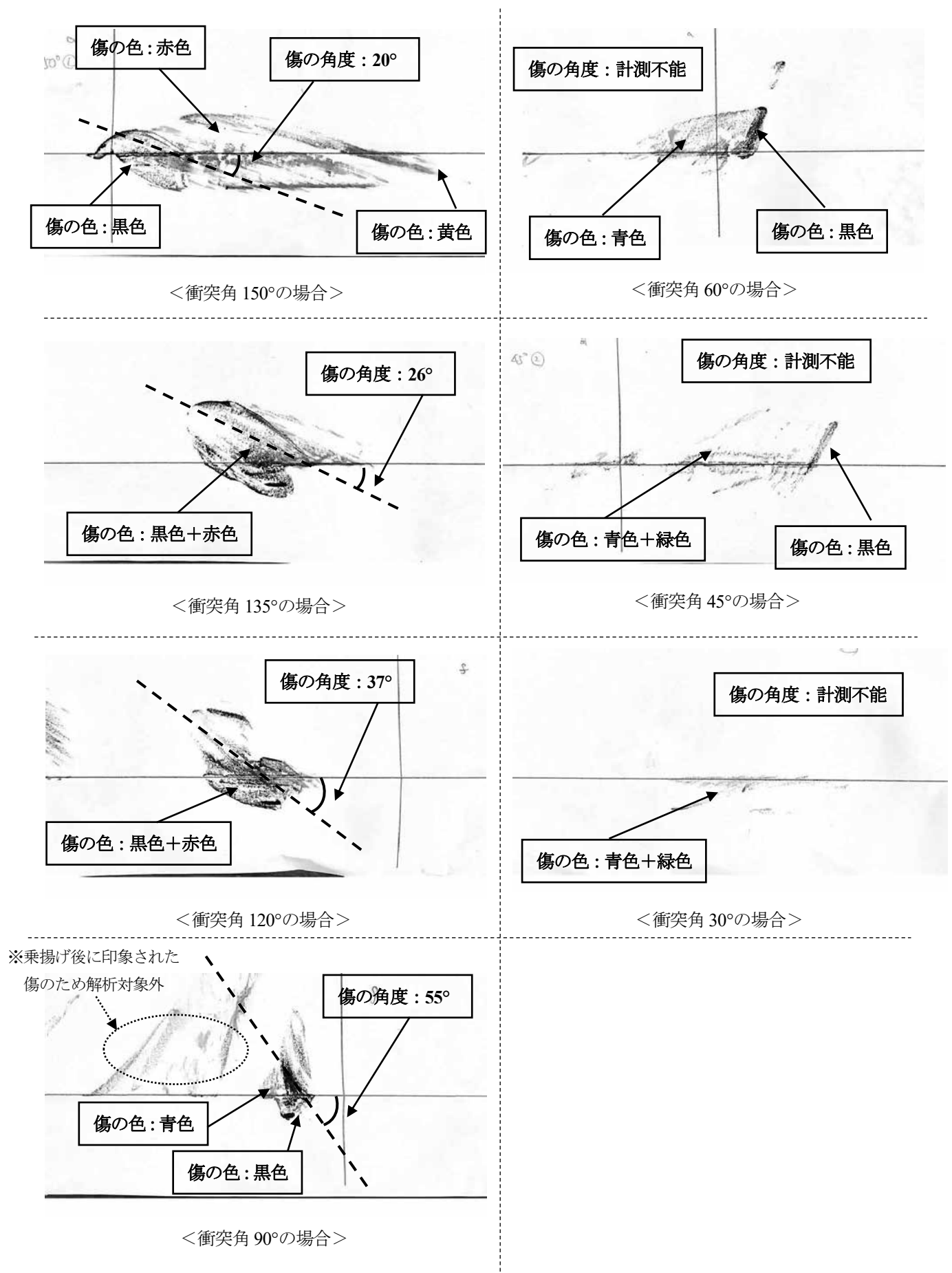


図12 衝突船の船速 1.07m/s、被衝突船の船速 0.67m/s とした場合における結果

表3 実験結果のまとめ(理論上の相対角と実験時に計測された傷の角度との差)

衝突船の船速(0.67m/s) = 被衝突船の船速(0.67m/s) の場合							
衝突角 (両船の針路交差角)	150°	135°	120°	90°	60°	45°	30°
相対角 (被衝突船から見て 衝突船が向かってくる角度)	15°	23°	30°	45°	60°	67°	75°
実験時に被衝突船に刻まれた 傷の角度 (計測された角度)	16°	21°	30°	43°	—	—	—
理論上の相対角と実験時に計 測された傷の角度との差	+1°	-2°	±0°	-2°	—	—	—
衝突船の船速(1.07m/s) > 被衝突船の船速(0.67m/s) の場合							
衝突角 (両船の針路交差角)	150°	135°	120°	90°	60°	45°	30°
相対角 (被衝突船から見て 衝突船が向かってくる角度)	19°	28°	38°	58°	82°	96°	116°
実験時に被衝突船に刻まれた 傷の角度 (計測された角度)	20°	26°	37°	55°	—	—	—
理論上の相対角と実験時に計 測された傷の角度との差	+1°	-2°	-1°	-3°	—	—	—

向から傷が刻まれるということを確認した。また、衝突船が被衝突船の斜め後方から横切るときの衝突においては、被衝突船に刻まれる傷の角度を計測すること自体が困難となる場合があることがわかった。さらに、被衝突船に刻まれた傷の形状・色等について分析することで、衝突の瞬間における衝突船の姿勢、同船の衝突前後の挙動等についてもおおよそ把握することができた。詳細については引き続きの検討が必要となるが、本結果は、現状の調査官等による衝突状況の推定結果に関する妥当性を裏付け、また、補強するための一助となったものとする。

今後の課題として、本研究で得られた知見はあくまで模型船ベースの実験によるものであるため、その結果については定性的には正しいものと確信しているが、実際の船舶衝突事故において適用する際には、尺度影響や衝突時における船体の破壊による影響等についても考慮する必要があると考えるため、定量的な評価については、今後も慎重に検討して参りたい。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP18K13947 の助成を受けたものである。ここに記し、関係各位に謝意を表する。

また、本研究の遂行にあたり、捜査資料等の収集にご協力いただいた海上保安庁刑事課及び各管区海上保安本部警備救難部の皆様に深く御礼申し上げます。加えて、実験の実施方法等について貴重なご助言を賜った海上保安大学校海上安全学講座西村知久教授にも心よりの感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 中山喜之, 細川魁, 伊藤維哉, 衝突海難時に船体に刻まれる傷の形状等に関する研究—第1報 半滑走型高速船の衝突・乗揚げ実験—, 海上保安大学校研究報告(理工学系), 第63巻, 第1・2号合併号(2020), 7-16.
- 2) 北島完哉, 潮平巖, 藤本雄紀, 船舶の衝突時に生成される傷からその状況を推測する手法に関する実験的研究, 海上保安大学校 2021 年度本科第68期特別研究論文(2021).
- 3) 海上保安庁刑事課, 過去の衝突海難事件に関する捜査報告書・実況見分調書等.
- 4) 西村知久, 衝突角度の鑑定について, 海上刑事, 第21号(2014), 107-116.