

Ice Force Distribution around a Ship Hull

船体周りの氷荷重分布

泉山 耕、若生大輔、宇部正太郎

平成11年 8 月

Proceedings of 14 th International Conference
on Port and Harbour Engineering under
Arctic Conditions

水中を航行を船舶は、周囲の氷との接触によりその船殻に大きな力、氷荷重を受ける。氷荷重は一般に、全体荷重及び局所荷重という二つの観点に分けて取り扱われる。全体荷重は、砕氷抵抗という形で船舶の水中航行性能に対する支配因子となる。氷海水槽における模型実験は、砕氷船・耐氷船等の水中船舶の設計における重要な手法である。近年、WAAS 船型、スプーンバウ船型等の従来のものとは大きく異なる船型を有する船舶が建造され、実績を上げているが、これらの新船型開発にあたって、氷海水槽実験の果たした役割は大きい。氷海水槽における実験の主要な目的は、対象船舶の砕氷抵抗を求めてその水中性能を推定することにある。砕氷抵抗は、船体各所に働く局所氷荷重の和として与えられる。従って、船体周囲の局所荷重の分布を知ることが、砕氷抵抗の観点から効率的な船型を設計するという意味において重要である。本研究では、シート状の圧力センサーを用いて船体周りの局所荷重の計測を試みた。

本研究で用いた圧力センサーは、厚さ0.3 mm 程度のセンサーシートと制御用コンピューターからなる。センサーシート上には、約2,000点の感圧スポットがあり、各スポットで計測された圧力はコンピューターに取り込まれ、二次元の圧力分布として表示される。実験では、センサーシートを模型船舶体上に貼り付け、模型船を平坦水中に曳航する時にセンサーに加わる氷荷重を計測した。実験は、実船状態で、1 m の厚さの平坦水中において1及び5ノットの船速に対して実施した。実験並びに解析結果の概要は以下のとおりである。まず、氷板と船体との接触は、水平の細長い領域で起きることが観測された。このような氷と船体との接触状態は、特殊な観測窓を取り付けた実船実験においても観測され、line-like contact として知られているが、模型実験においても同様の接触状態が確認されたこととなる。次に、船体上における氷荷重の分布について考察した。まず、氷荷重の鉛直分布については、喫水線から喫水深の約30%の深さまでの領域に卓越的に発生していることが示された。なお、ピーク荷重に関しては、模型船の速度による明瞭な差は認められない。一方、氷荷重の水平方向の分布については、船速5ノットの場合が1ノットの場合に対して船首部の荷重が卓越していることがわかった。この差が砕氷抵抗の差となっているものと考えられる。

Ship-based Sea Ice Observations in the Southernmost Part of the Sea of Okhotsk

船舶による南部オホーツク海の水氷観測

宇部正太郎、下田春人、田村兼吉

平成11年 8 月

Proceedings of the 15 th International Conference on
Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions

サハリン沖の石油・ガス開発プロジェクトの進展に伴って、オホーツク海の海上交通量が飛躍的に拡大するとともに海洋汚染の危険性が高まることが懸念される。特に流水季に当該海域を航行する船舶の安全性を確保することは緊急の課題であるが、当該海域の海水状況、特に海水の厚さに関する情報は極めて限られている。

当所では海上保安庁装備技術部と共同で、1991年以来、砕氷巡視船「そうや」及び「てしお」の水氷試験を実施している。本試験では船舶の水中性能の基礎データとして各種の水氷観測を実施してきた。主な計測項目は氷厚及び積雪深、密接度、表面高度、温度及び塩分濃度である。このうち氷厚観測はビデオカメラを用いるとともに、いくつかの氷盤ではドリルによる掘削観測を行った。本研究ではこれらの氷厚観測結果を用いて、北緯45度以南の南部オホーツク海域の氷厚分布の特性について考察した。本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- 1) 南部オホーツク海域で最も頻繁に観察される氷盤は、厚さ0.3~0.4 m の変形していない平坦氷である。
- 2) 厚さ0.4 m 以下の氷盤のほとんどは非変形氷である。

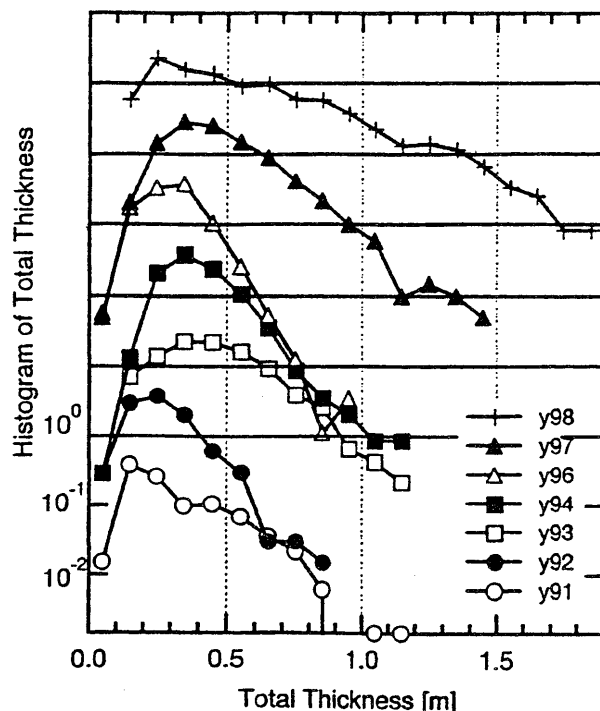


Fig.8 Histogram of Total Thickness by Video Measurements-2

る。これは理論式による非変形氷の最大厚さの推定結果と良く一致する。

- 3) 一方、当該海域を航行する船舶の障害による厚さ0.5 m以上の氷盤のほとんどは変形氷であり、その性質を明らかにすることが航行安全を確保する上で必要不可欠であると考えられる。
- 4) 変形氷の割合はビデオ観測による氷厚分布のヒストグラムを片対数表示した Fig. 8 の傾きによって表現される。変形氷の割合は年によって変化が激しいことがわかった。
- 5) ビデオによる氷厚観測結果は、南部オホーツク海の平均氷厚とオホーツク海全体の海水面積の総和に正の相関があることを示唆している。
- 6) レーザ高度計を用いた表面高度計測結果を用いて氷厚を推定し、氷盤掘削結果と比較したが満足する結果は得られなかった。本推定は積雪の深さ及び密度の影響を強く受けるので、本手法による氷厚推定の精度を高めるためには積雪観測データの充実を図る必要がある。

砕氷巡視船に関する調査研究（その2） 第10報（速報）

宇都正太郎、金田成雄、下田春人、瀧本忠教、
岡 修二、山田安平、野口雅史、東 繁樹、
白鳥孝司、七崎直幸

平成11年 8 月

海上保安庁装備技術部船舶課

船舶開発技報 第25号

サハリン沖原油・ガス開発プロジェクトは平成11年7月から無氷期のための原油生産に着手し、21世紀初頭には本格生産を開始するといわれている。これに伴い、オホーツク海海上交易の飛躍的増加が予想されるとともに、油流出等による海洋環境汚染に対する対応をさらに強化することが求められるであろう。今後、同海域における海上保安業務は拡大し、砕氷巡視船に期待される役割はますます大きくなると思われる。

同海域を流水季に航行可能な巡視船は、ヘリコプター1機搭載型砕氷巡視船「そうや」（PLH-01）及び中型砕氷巡視船「てしお」（PM-15）の二隻である。特に「そうや」は厚さ1 mの氷盤を連続砕氷航行できるほどの高い氷海航行能力を有するが、船齢が21年に達し、代船建造の基本計画に着手する時期が近づきつつある。

この様な認識に鑑み、海上保安庁装備技術部船舶課と当所氷海技術部との間で、「そうや」代船の設計建造を想定した基礎資料収集を目的とした共同研究「砕氷巡視船の設計手法の高度化に関する研究」を平成8年度より開始した。

オホーツク海流水域での運用に最適な巡視船を設計するためには、既存巡視船による実船計測を行い氷海航行性能及び海水状況に関するデータを取得し、解析することが必要不可欠である。例年、流水が北海道沿岸に接岸する2月上旬に巡視船「そうや」によるアイスパトロールが行われているが、この時期の海水の状況は概ね穏やかである。そこで流水の勢力が強い2月下旬の約一週間を選び、巡視船「そうや」（平成8年度）及び巡視船「てしお」（平成9年度）を用いて、航行限界に近い厳しい氷況の下で本格的な氷海試験を企画・実施した。平成10年度は3年計画の最終年度であり、昨年度に引き続いて巡視船「てしお」氷海試験を実施するとともに、過去3年間の研究成果のとりまとめを行った。

平成10年度氷海試験は平成11年2月21日～27日の7日間行われ、巡視船「てしお」のラミング性能試験及び平坦氷中での直進航行試験を実施した。これらの試験で構造応答、軸出力、氷況データ等を取得し、航行性能の評価及び運航・操船上の諸問題の抽出を試みた。特に今年度は本船の航行限界を超えるような厳しい氷況下で各種計測を成功させることができた。

本報告では、はじめに過去3年間の研究成果の概要を2節で述べた。続いて本年度の氷海試験結果の概要を3節及び4節で記述した。氷海は極めて特殊な環境であり、そこでの試験を感覚的に理解するのは必ずしも容易ではない。そこで末尾に本試験に従事した二名の手記を掲載した。