

## レーザー測距器による小型漁船の船型測定法に関する考察

川崎潤二, 下川伸也, 奥田邦晴, 山口正人

### A Study of Measuring Method to Hull Form of Small Fishing Boats by Laser Telemeter

Jyunji Kawasaki, Shin-ya Shimokawa, Kuniharu Okuda and Masato Hamaguchi

**Abstract** : About 98% of fishing boats in Japan are registered as less than 20 gross tonnages. In such a small fishing boat, the hull performance standards have not been examined enough, because the data of hull forms are unpublished in general from the production site in major manufacturer and local shipyard. To understand and discuss for improving of hull performance of fishing boat, lines of hull which are now used in the surface of the sea are essential.

The authors examined the accuracy of characteristics of laser telemeter by the distance to object and measurement accuracy by angle. And these examinations confirmed to measure accuracy according to the condition in setting the range of the measurement. In consideration of such a result of the accuracy characteristics, the measuring method of hull of small fishing boats by laser telemeter is considered in this paper. In addition, the effectiveness of the examined measuring method is able to be verified by measuring a small fishing boat.

**Key words** : Small fishing boat, Hull form, Laser Telemeter, Measuring method

### 緒 言

現在, 下関西方沿岸海域を漁場とする漁業を対象に, 漁業生産技術や漁業を行う上で必要な漁業従事者の技能を対象とした調査研究を行っている。すなわち漁船, 漁具, 魚探や航海計器などハード面に関する性能評価と, 漁船運用, 漁法, 計測機器取り扱い等ソフト面の, 両側面について調査研究対象としている<sup>1)</sup>。このような沿岸漁業の現場において, 漁船や漁具に必要とされる諸性能や, 安全・効率面について今後改善していかなければならない要素技術については, 「漁船舶体」「機関(推進力)」「漁獲方法」「漁獲物取り扱い」「漁獲物積載」「労働条件」「メンテナンス」など, 非常に多くの側面を有する。中でも船体性能については, 漁港から漁場までの航海及び漁場で漁労作業を行なう上で, 作業の安全性や効率性に影響することから, これまで多くの調査研究がなされてきた<sup>2-6)</sup>。

船舶安全法において, 20t以上の漁船については, 船舶検査申請資料の中で, 船体復原性に関する提出書類として

船体線図や排水量等曲線図の提出が規定されている。しかし, 20t未満の漁船については登録時に一般配置図, 船体中央断面図は必要とされているが, 船体線図等の詳細な図面は必要書類となっていないことから, 一般に船体線図を入手するのは困難な状況である。漁船舶体の復原性や操縦性, 耐航性等の船体性能を正確に把握するためには, 船体線図は欠かせない資料である。そのため, 20t未満の漁船については, 漁船舶体を計測し, 線図を作成する必要がある。今日まで様々な方法・手法により小型漁船の船型が測定されてきた。代表的な方法として, 測量に用いられるセオドライトを用いた方法<sup>7)</sup>, 振り子及び角棒等を用いる水準器法, 拡大器の原理を応用したパンタグラフ法, ゴム紐の弾性を用いるゴム紐法などがある<sup>8)</sup>。それぞれの方法には長所・短所があるが正確な測定を行うためには, 例えば計測場所(足場)の状態によっては測定器具を船体に対して水平・垂直に保つための工夫を要する場合や, 計測する上で基準線の設定が困難であるなど取扱に熟練を要する場合が多い。小型漁船の多くはFRPを船質としているた

2008年12月15日受付. Received December 15, 2008.

水産大学校海洋生産管理学科(Department of Fisheries Science and Technology, National Fisheries University)

別刷り請求先 (Corresponding author) : kawasaki@fish-u.ac.jp

め成形・加工が容易であり、流線型の表面を有する船体形状が主流である。特に船首、船尾の形状は複雑な船型を有しており、従来の測定方法では船型の高精度な計測が困難となってきた。

現在、土木や建設関連の分野ではレーザーを用いた測量方法が広く普及してきた。レーザー測距器を用いた測量は精度が高く、遠方の対象物に光線を当てる、いわば非接触で測定が可能であり取扱が容易であるなど、多くの利点を有する。これまでの研究により、20t未満の沿岸小型漁船(以下、小型漁船という)を測定対象とした船型測定において、レーザー測距器の測定精度は非常に優れていることを確認している<sup>9-10)</sup>。本報では、レーザー測距器を用いた船型調査方法について検討した結果得られた知見について報告する。

### 測定環境の特徴

精度良く、短時間で船型の測定を行なうための方法について検討する上で、船体に対する基準線の設定や、測定箇所に応じて測定装置の設置場所を移動するなど、測定装置(レーザー測距器)の特性や上架状態や船型の特徴を考慮する必要がある。ここでは、測定装置及び漁港における小型漁船の上架状態や船型の特徴について、漁港での漁船調査や文献調査により資料収集し、パターン化するなど分析を行った。

使用したレーザー測距器の仕様と測定精度については前報<sup>(5)</sup>で報告しているが、船体形状の測定を行なう際に考慮する必要がある仕様及び測定精度の概要は以下の通りである。船体の測定は、年に数回行う船底洗浄後の塗装作業時や機関の整備点検時に、船台などに上架している状態で行うこととした。従って、隣接する他の漁船との距離が近い場合や、建物が隣接している状況等が想定されることから、測定装置を設置するスペースは最小限に抑える必要が

あり、さらには現場での可搬性を重視すると、装置に必要な電源はバッテリー式で供給されることが望ましい。これら使用条件や操作性を考慮して、基本的な性能とコスト面以外に、現場での測定装置は出来るだけコンパクトに抑えるように配慮した。測定精度については、標準値と最大値はメーカ保証値であるが、測定条件をレーザー射出口と測定対象物間の距離(5m~45m)、及びレーザー光と測定対象物の角度(0°~80°)を変えて測定誤差に関する実験計測を行った結果として、距離10m以内であれば、測定条件を変えても、60cm幅の測定に対して、誤差±2mmと高精度の測定を行なうことが出来ることを確認している。

測定場所や測定方法を検討する際に、最近の小型漁船船型の特徴について、漁船メーカーが出しているパンフレットや雑誌等で情報収集を行なった。小型漁船の船底形状は大きく分けてラウンドボトムタイプとハードチャインタイプに分けられる(Fig. 1-1)。ラウンドボトムタイプはキールから舷側まで丸みをもつ面で作られており、チャインと呼ばれる水流を切り落とす平面の部分がない。一方、ハードチャインタイプは船底と舷側の接合部にチャインがあり、小型漁船の多くがこのハードチャインタイプに属している。ハードチャイン型の種類についてFig. 1-2に示す。ハードチャイン型の種類はフラットボトムタイプと直線Vに分けられる。フラットボトムタイプは船底が平らな形状をしていて小型底曳き漁船などに採用されている。直線Vはハードチャイン型の代表的な形状で、一本釣り漁船などに採用されている。これらの改良型としてより安定した高速航行が可能なディープVや滑走性能や耐波性能を向上させたコンケーブVなどがあり、漁業種類ごとに必要とされる船体性能や海域特性を反映して、小型漁船の船底は様々な形状をしている。

漁港における漁船の上架状態については、伊崎、安岡及び吉見地区(いずれも下関市内)の各漁港で調査を行った。その結果、漁港における漁船の上架状態には、photo 1に

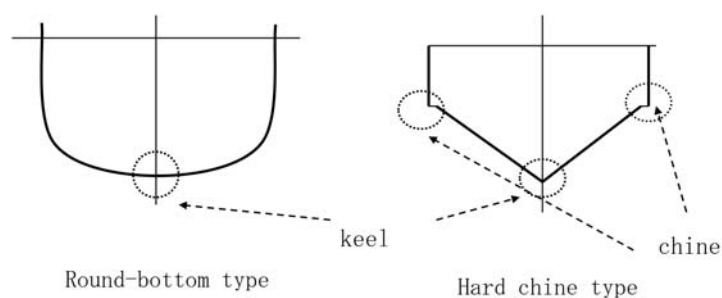


Fig. 1-1. Feature of small fishing boat type

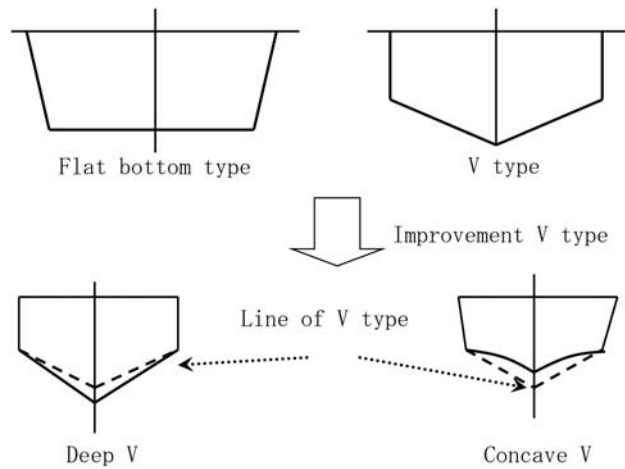


Fig. 1-2 . Hard chine type and its improvements



(a) Upsets to the tire (b) On the boat stand



(c) On the block

Photo 1 . Boat under keeping in the fishing port

示すように、主に3つのパターンがあることが分かった。すなわち、photo 1-(a)のように刺網や採貝藻で使用される小型の和船で、タイヤ等に船底を上にして上架されている場合。この場合はどの位置からでも船体を測定する事が出来、測距器の設置場所を制限される事はない。次はphoto 1-(b)のように、船体長さが10m前後の、沿岸漁船においては比較的大きな船型で、漁港のスリップウェイ等

に設置されている船台に上架されていて、船体に基準点と船首尾上の船体中心線がとれる場合。この場合は測距器を船体の横方向や船首、船尾方向また船体下方に移動させて測定が行なえる。そしてphoto 1-(c)のように船底と上架した設置面の間が非常に狭く、船体に基準点がとれない場合。特に小さい角材やタイヤ等に直に設置されている場合は、レーザー測距器による船底部分の測定は難しいと考え

られる。

## 結果及び考察

測定装置の特性や上架状態、船型の特徴を考慮した上で、船体の測定箇所について検討を行った。船体線図は、シアラインやキールライン等の船体外周の線に加えて、船首尾及び水線方向に等分割した線により構成される。レーザー測距器により計測した船体表面上の測定点から、これら線図の基となる線を作成する必要がある。

まずはFRP模型船 (photo 2) を測定対象とし、船体の測定場所に応じてレーザー測距器を移動するなど実験を行い、漁港での計測を想定した測定手順について検討を行った。模型船の計測結果として、Fig. 2-1には測定点を上面及び側面からみた図を、そしてFig. 2-2には正面図を示す。同計測を行なう中で、レーザー射出口からの見通しと、レーザー光と測定面とのなす角度を考慮すると、船体の測定箇所毎に、レーザー測距器を移動する必要があることが分かった。船底部の計測を容易にするために模型船を傾斜させることが出来たために、Fig. 2-1, Fig. 2-2に示すように“Center”すなわち船体中央に測距器を設置して測定、“Bow”は船首方向から、“Stern”は船尾方向から測定を行なうことで、レーザー測距器の特性を考慮した測定を行なえることが分かった。しかし、漁港での漁船の計測を想定すると、船底部を測定する際に上架されている漁船を計測のために傾けるなど移動することは困難である

ため、漁船の測定手順としてはFig. 3に示すように、測距器を①船体中央部②船首部③船尾部④船底部の、計4回移動することとした。図中の星印(基準点)は、測距器を移動した際に収集したデータの座標変換等、データを補正する際に使用する。従って測定手順と要点として、測距器を設置した後に基準点の測定を行ない、①ではシアライン、船体主部、チェーンの計測、②ではステムライン、船首部及び船首船底部、③ではトランサム中心線、トランサムの外形及び船尾船底部、④では船底部の中心線、チェーンからキールまでの船底部及びキール、をそれぞれ測定することになる。これら船体の測定箇所についてTable 1にまとめた。さらには前記の測定環境で述べたように、漁港における漁船の上架状態は一律ではない。船体線図の作成を行なう際に、Table 1に示すように、測距器の移動によるデータ補正を行なうための基準点(4箇所)以外に船体中心線など、基準線を把握しておく必要がある。従って上架状態毎に、計測時に重要な船体に対する基準線の取り方については、次のような指針を検討した。「タイヤ等に船底を上にして上架されている場合」及び「漁港のスリップウェイ等に設置されている船台に上架されていて、船体に基準点と船首尾上の船体中心線がとれる場合」はマーカー(シール等)で、ステムライン、トランサム、キールライン等の基準線の設定を行い、「船体に基準線がとれない場合(特に船底部全体の測定が不可能)」はチェーンやキール等、測定可能な場所を計測し、測定点によりデータ補間を行なう。



Photo 2. Examination of measurement by model ship

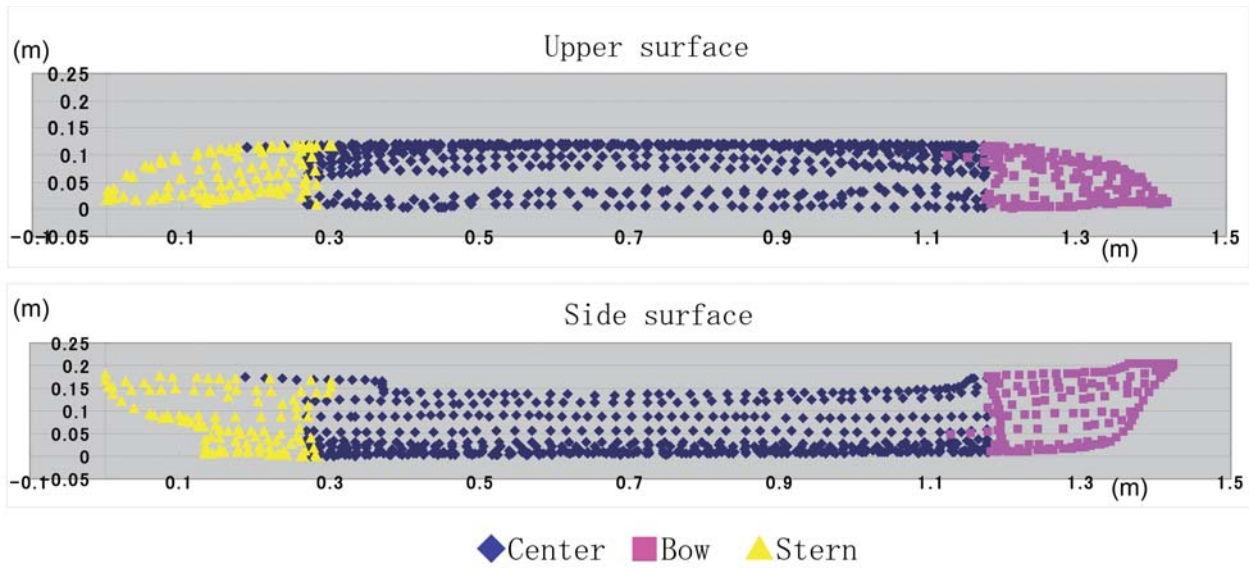


Fig. 2-1 . Points measured model ship from each place

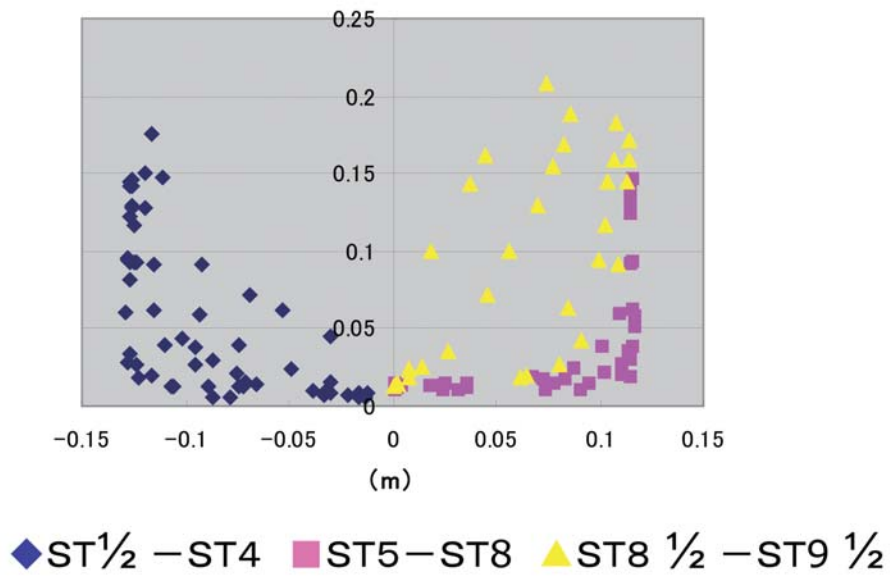


Fig. 2-2 . Viewed from the front by each station

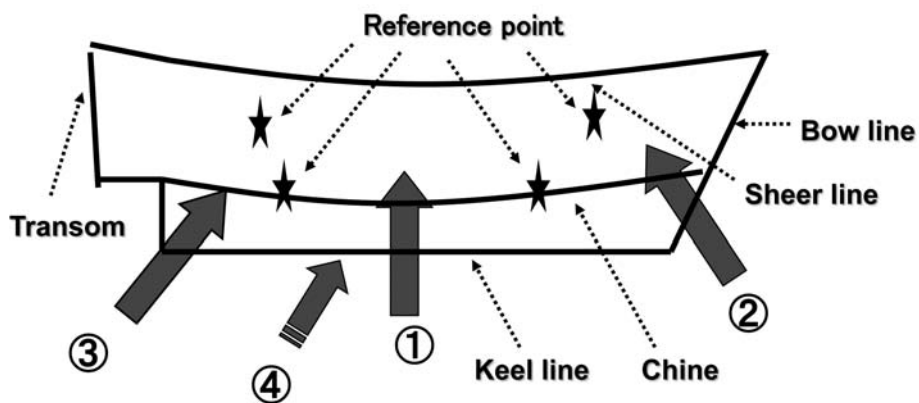


Fig. 3 . Movement of laser telemeter by measurement parts

Table 1. Measurement places

①- 1	Sheer line	③- 1	Transom (center)
2	Center of hull	2	Transom (outline)
3	Hard chine	3	Stern (bottom)
②- 1	Bow line	④- 1	Center line
2	Bow (hull)	2	Bottom (hull)
3	Bow (bottom)	3	Keel



Photo 3-1. Fishing boat (Setting net fishery) of measuring in the fishing port



Photo 3-2. High-speed boat of measuring on the boat stand

模型船で検討した測定方法により、たて網漁業従事漁船 (Photo 3-1) と水産大学校実習艇「海燕」(Photo 3-2) を対象に測定を行なった。たて網漁業従事漁船は一人乗り漁船であり、時期により漁場は移動するが概ね漁港を出港後30分程の航海で漁場に到着し、船首作業甲板上で投網及び揚網の漁労作業を行なう。漁場が漁港に近いこともあり、船速よりは作業性(船体の安定性)を重視することから、Photo 3-1に示すようにハードチェーン型でフラットボトムタイプの船型を有する。ただし船首部は緩いV字の船型であり、チェーンから船底にかけて若干ではあるが曲線の形状となっている。また実習艇「海燕」は滑走艇であり、Photo 3-2に示すようにハードチェーン型で船首から船尾

にかけて深いV字の船型を有し、船底部は緩やかな曲線の形状をなすコンケーブ型に分類される。たて網漁業従事漁船は、船底塗料塗り替えのため漁港のスリップウェイに設置された船台に上架されていた状態で計測を行なった。同上架状態において、満潮時には船尾方向への測距器の設置が困難であり、しかも船台に乗っている時間が限定されていたため、測定機材の準備や基準点の設定も含めて2時間で測定を行なう必要があった。実習艇「海燕」については、水産大学校艇庫前に専用の船台に上架した状態で計測を行い、計測時間はおおよそ4時間であった。測定結果として、Fig. 4-1にたて網漁業従事漁船、Fig. 4-2に実習艇「海燕」の、それぞれ正面から見たスクエアステーションごと

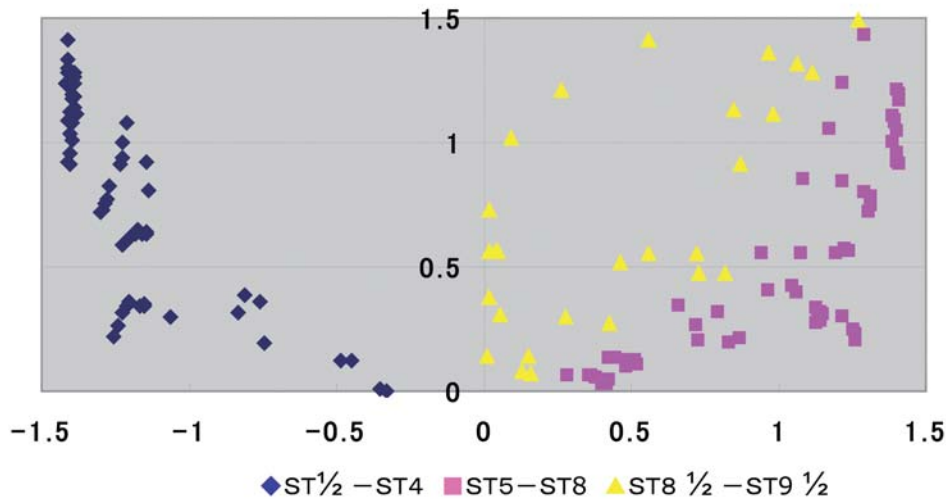


Fig. 4-1. Viewed from the front of fishing boat by each station

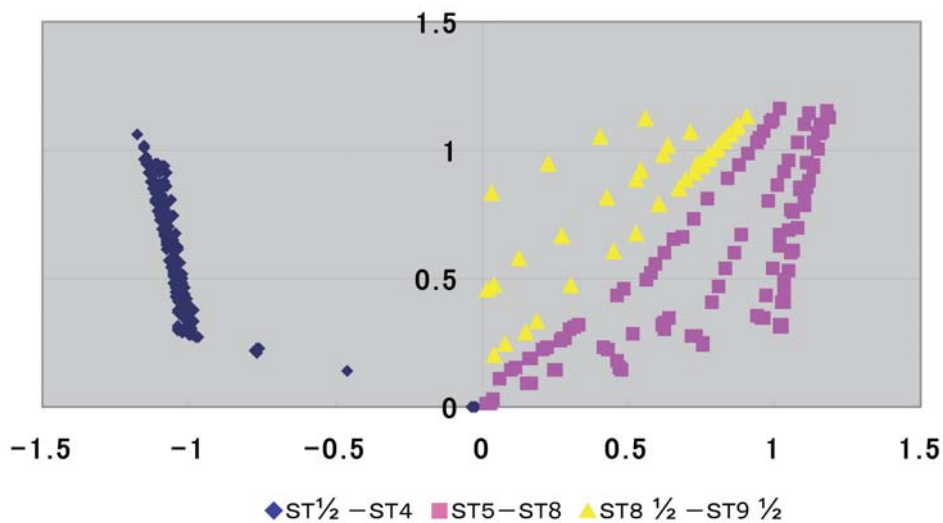


Fig. 4-2. Viewed from the front of high-speed boat by each station

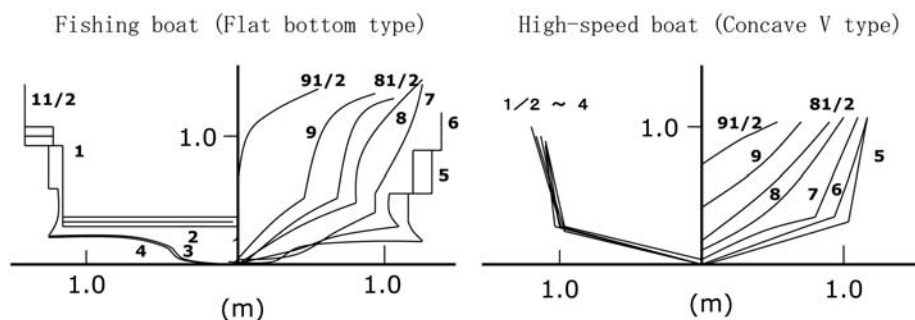


Fig. 5 .Body plan by measuring points

の測定点を示す。またFig. 5には測定点を基に作成した線図(正面図)を示す。今回計測を行なった漁船については上架されている日数(時間)や測定可能な時間帯など測定時間に制限があり、漁港での測定を行なう際には測定手順の習熟等により線図作成に必要な測定点の選択と測定を迅速に行なうことで、測定効率を向上する必要があると考えられる。また船体表面という3次元の面を、点で測定した結果を基にスプライン曲線等で近似して線で表現する必要があることから、船体表面形状の曲線部、特に深いV字型の船型である場合には船首部の湾曲が大きく、測定点を増やす必要があることが分かった。

## 結 言

最近の小型漁船の特徴として、船底と舷側の接合部にチェーンのある、しかも船底部がV字状のハードチェーン型が主流となっている。今回模型船で検討した船型測定手順で実船の計測を行なった結果として、船底部の勾配が緩やかな船型に対しては、船底を測定する際にレーザー測距器を低い位置で設置し、さらには船体に出来るだけ近づけて測定する必要があることが分かった。これらの船型の特徴やレーザー測距器の設置場所を考慮した上で、船体測定場所の特定やレーザー測距器を移動した際の基準点の設定などの測定手順を明らかにすることが出来た。模型船で検討した方法及び手順で実船2隻を計測し、漁港で船台上架されている状態において想定される様々な測定条件下での、レーザー測距器を使用した船型の測定方法について明らかにすることができた。今後の課題として、特に船底部の湾曲面を測定する際に測距器の設置位置を低くするなど測定精度への配慮、及び線図作成に必要な点を集中的に測定するなど測定効率の向上について検討する必要がある。またTable 1に示した各測定場所での計測データについて

は、漁業種類毎にデータベース化するなど、現在使用されている漁船の船型の特徴を定量的に示すことで、漁船船体の改良を提言する上での資料として活用することができると考えている。

## 文 献

- 1) 川崎潤二, 下川伸也, 中村武史, 梶川和武, 毛利雅彦, 二口正人: 沿岸漁業における漁業技術・技能を対象とした研究. 平成16年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 249-250 (2004)
- 2) 土屋孟: 水戸丸の船型改良に関する研究報告. 漁船, 195, 20-28 (1975)
- 3) 高橋生, 川島利兵衛: 漁船の船型, 状態に関する船体運動力学的考察-I. 日航論58, 61-83 (1977)
- 4) 天下井清, 川島利兵衛: 最近の漁船の性能について. 日航論62, 113-124 (1979)
- 5) 川島利兵衛, 天下井清: 小型漁船の安全性について. 日航論68, 9-14 (1982)
- 6) 川島敏彦: 漁船の船型改良法に関する一考察. 漁船 265, 25-32 (1986)
- 7) 佐々木寛, 川島利兵衛: レーザーセオドライトによる小型漁船の船型測定について. 日航論55, 143-148 (1976)
- 8) 小型船舶の船型に関する調査研究報告書, 日本小型船舶検査機構, 1-171 (1981)
- 9) 川崎潤二, 下川伸也, 二口正人: レーザー測距器による小型漁船船型の測定精度について. 水産工学, 42, 121-128 (2005)
- 10) 川崎潤二, 下川伸也, 奥田邦晴, 二口正人: 沿岸小型漁船を対象とした船型調査方法の考察. 平成19年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, 127-128 (2007)