



海上高速輸送の現状と将来

木原 和之

Kazuyuki Kihara

三菱重工業（株）船舶海洋事業本部 新製品部 技術部長

States and Trends of High-Speed Sea Transportation

1 はじめに

船による海上輸送は、最も古い輸送手段であるが、新幹線や高速道路等の陸上輸送、また航空機のジェット化等に比べ、一部の小型旅客船以外は高速化が進んでいない。船を高速化するために、従来より様々な試みがなされているが、最も基本となるのは、船体重量の軽減であり、現在では、船体材料として、ほとんどの場合アルミニウム合金が使用されるようになってきている。従って、船の高速化の歴史はアルミニウム合金船の歴史とも言える。すなわち、ここでは、我国における例を取り、アルミニウム合金船に始まる各種の高速船の歴史を述べるとともに、現状をベースに高速船の将来を展望する。さて、我国における高速艇の発展は、1954年に建造された我国最初のアルミニウム合金船である海上保安庁15m型巡視艇“あらかぜ”に始まると言える。本艇は、高速化の先駆けとなった記念すべき船として、現在四国の琴平神社にある海洋科学館に保管展示されており、航走中の写真を図1に示す。本艇は、27年もの長期間に亘り使用された後、1981年に引退したが、その際、船体構造の一部を切断して、種々の調査が行われた¹⁾。その結果、船体材料の劣化は認められず、アルミニウム合金の優秀性が立証され、現在のアルミニウム合金船の大型化につながる事となった。このように、“あらかぜ”によって幕を開けたアルミニウム合金製高速艇は、1956年の防衛庁による実験的試みによって、その優秀性が確認されるという経過を辿っている²⁾。すなわち、27m型魚雷艇6隻の建造に際し、木製、鋼製、アルミニウム合金製の3種類の船体材料を用いて同一設計条件のもとで建造し、実用試験を行った結果、アルミニウム合金製の艇が最も優れていることが立証され、その後、この種の高速艇は、アルミニウム合金製に統一されることになり、海上保安庁高速巡視艇のアルミニウム合金化を経て、次第に一般化するようになった。

民間における船体のアルミニウム合金化は、最も軽量化が要求されるところから、1960年代の日立造船および三菱

重工業による水面貫通型水中翼船の建造に端を発しており、その後、1975年以降になって通常の単胴高速艇のアルミニウム合金化が実現し、高速化が進んだ。現在では、一部を除いて、船体材料にアルミニウム合金を用いるのは半ば常識になっており、特に最近の大型高速艇においては、構造強度の面より他の材料が用いられることはない。このような状況の中で、我国においては、海上輸送の大型高速化に対する要求が急速に高まり、軽量化だけではなく、新しい技術開発の実用化が進展しており、テクノスーパライナー（TSL）に代表される大型高速船が現実のものになりつつある。

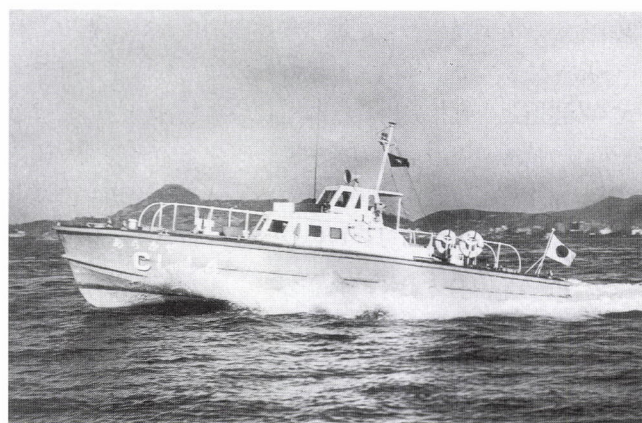


図1 あらかぜ

2 高速艇の分類と発展

高速船として最も一般的で最も古くから存在しているのは、高速航走により水面が船底に作用する揚力で船体重量の大部分または一部分を支える滑走艇または半滑走艇であり、35ノット程度までのほとんどの高速艇に採用されている。このような古典的な船型を一般船舶を含めて浮力で船体重量を支えているとして、浮力支持船型と称する。これらについては、長い間にわたって、性能の向上のための船型改良が行われ、現在ではディープV船型が主流を占めて

いるが、船体中央から船尾にかけてV度が減少していく際の船型形状に直線型、ラウンド型、オメガ型等の種類があり、また、Vの度合いも多岐にわたり、設計条件に合わせて適宜選定されている。なお、波浪中においては、船体運動のために乗り心地が悪化するが、耐航性能上は最もフレキシビリティが大であるため、巡視船や取締船等哨戒・救難を目的とする業務艇には、細長型の半滑走艇が用いられている。このように、滑走・半滑走船型は、業務艇としては外洋においても最も適した船型といえるものの、旅客船としては、一般的な交通機関の快適性に対する要求が高まる中で、乗り心地の面より就航航路が制限される場合が生じる。従って、我国において、離島航路に就航する旅客船においては、一層の高速化と乗り心地の向上が要求される。この実現のためには、船体が水面の影響を受けにくいようにする必要があり、水の浮力で船体を支えるという船の概念から抜け出し、何らかの方法で船体の大部分を水面から切り放すかまたは水面を貫通する部分を細くしなければならなくなる。これらを実現するためのアイデアとしては、水中翼の揚力または船底に閉じこめた空気の圧力（エアクッション）により、船底を水面上に持ち上げる方法が、既に100年程前にヨーロッパにおいて考案され、小型の実験艇等が製作された例もあったが、実用化のためには相当の開発費用と期間を要するため、いずれの方法も最初は軍事目的として開発された。従って、我国においても、これらの高度技術の高速船は、欧米からの製品輸入またはライセンス建造となっていたが、最近に至って、国内における陸上貨物輸送の逼迫よりのモーダルシフトの必要性や国内外の航空貨物輸送の伸びに見られる高速貨物輸送品の増大予想等により、大量高速貨物輸送手段の必要性が認識され、国家プロジェクト“テクノスーパーライナー”として、大型高速貨物船の開発が行われるようになった。既に、翼揚力及び空気圧力支持の両形式の実験船が建造され、各種試験が終了しており、我国の高速船の技術は、急速に発展しつつある。

また、時を同じくして、余暇の増大や所得の増大に伴い、海上旅客輸送においても高速化・快適化への要請は一段と高まり、将来的に多くの旅客船の需要が見込めそうであるため、就航海面、速力、大きさ等の条件に合わせて、船体を非常に細長くした双胴型や船体の一部を變形した単胴型等の浮力支持船型の改良型、浮力と翼揚力をハイブリッドした双胴複合支持船型、新方式の水中翼船、新方式のエアクッション船等が開発され、それらの一部は既に実用化されている。また、推進方式についても、図2に示す電磁推進船の実験艇が建造される等、広範囲にわたる技術開発が続いている。

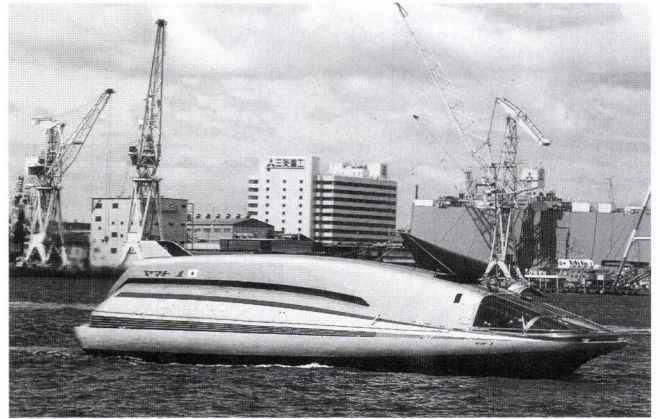


図2 超電導電磁推進船 ヤマト1

3 浮力支持船型

滑走艇や半滑走艇で代表される浮力支持の高速船型の中で、伝統的な単胴船型は、速力の連続的な選択、波浪中における操船性等、取扱いの容易さもあり、船型改善を行いながら業務艇を中心に継続的に用いられている。旅客船としては、専ら内海において用いられているが、外海に就航している大型船もあり、図3に示す三菱重工業製の全長48.5mのシリーズは、乗り心地の向上のため、アンチピッチングフィンおよびスタビライザーを装備している。

一方、双胴船型については、我国においては従来採用されることが稀であったが、近年、大型の高速旅客船では、主流を占めるようになってきている。旅客船においては、就航航路速力が定まっていることや、運航限界波高が定められていることから、巡視船や取締船等の業務艇のように性能上のフレキシビリティが要求されず、幅広の甲板を有していることで、広い客室面積が取り易いことが理由と考えられる。特に、速力性能や波浪中性能の向上のために船体を細長くする場合は、復元性能の確保の面より必然的に双胴になり、就航航路は瀬戸内海や大阪湾であるが、速力35ノットを越える大型旅客船も登場している。図4は、全長43m、航海速力36.5ノット、旅客数300名の三井造船“ス

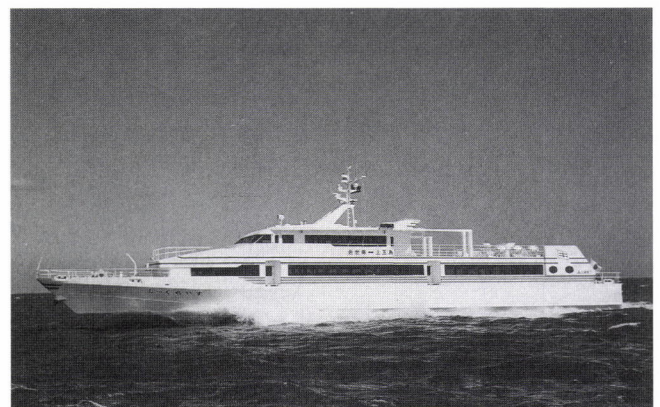


図3 三菱単胴旅客船

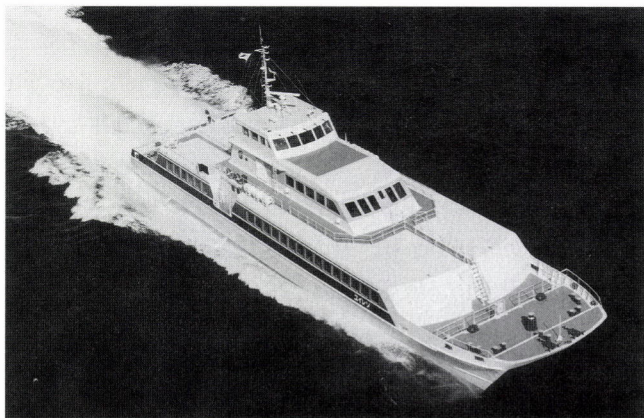


図4 双胴旅客船 三井スーパーマラン

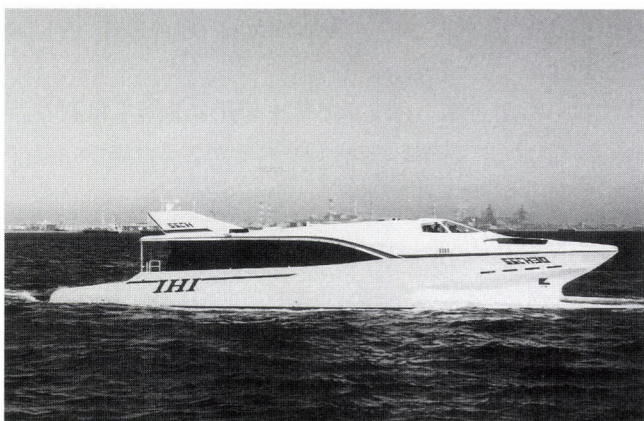


図5 双胴旅客船 石川島播磨SSTH

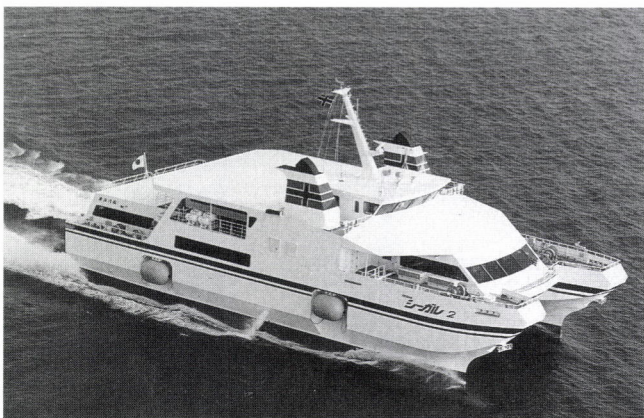


図6 三井半没水型双胴船

ーパーマラン”である。半滑走型高速旅客船としては、最高の試運転速力40.5ノットを記録している。

図5は、全長30m、旅客数65名の石川島播磨重工業建造のSSTH（細長型双胴船）である。東京大学との共同開発で、船体を極度に細長くすることにより、605PS 2基の推進機関で試運転速力28.2ノットを記録している。小型高速艇であるが、船体を細長くしているため、半滑走型ではなく、一般の大型船と同じ排水量型である。このような船体を細長くすることによる性能向上の方法は、まず豪州で“ウェーブピアサー”として実用化され、現在では、全長

74mを越える大型船まで登場しており、細長船体による縦方向の復元性減少を補うため船首に第3胴を付加していることや、横方向の復元性確保のため双胴間が大きく離れていることもあり、独特の形状で知られている。我国にも302人乗りの39m型が豪州より輸入され、伊豆半島航路に就航している。また、最近では、豪州AMD社との技術提携により、川崎重工業が全長100m、載貨重量570t、速力30ノットの世界最大のアルミニウム合金製細長双胴船型フェリー“はやぶさ”を建造、大型高速輸送の先駆けとして、大分県臼杵～愛媛県八幡浜間に就航を開始している。

図6は、三井造船建造の半没水型双胴旅客船“シーガル”である。全長39.3m、旅客数310名、速力27.5ノットで、波浪中の船体動揺が少ない船型の特徴を発揮して、外洋伊豆大島航路に就航している。高速であるが、水面下に没水体を抱えており、完全な浮力支持船型である。

4 翼揚力支持船型

水中翼で船体重量を支える翼揚力支持船型として、最初に実用化されたのは、水面貫通型水中翼船であり、我国においては、早くも1960年代に、日立造船と三菱重工業により旅客船が建造された。しかしながら、当時はまだ旅客の運賃負担力もなく、また高速化による時間短縮に対しても十分な対価を払う時代でもなかったため、1964年には、三菱重工業が撤退した。日立造船は、その後も建造が続けたが、就航数は次第に減少し、現在では瀬戸内海広島・尾道～松山航路に残っているだけである。代わりに、今では水中翼船といえば、川崎重工業の全没型水中翼船“ジェットフォイル”を指すようになっている。全長30.3m、航海速力43ノット、旅客数265～280名であり、図7に示す。全没型水中翼船は、水面貫通型に比べて翼面積が小さく、離水性能を確保するため極度の軽量化が要求され、ガスタービンを搭載している。また、全没水中翼であるため自己安定性がなく、高度の姿勢制御装置を装備していること等、い



図7 全没型水中翼船 川崎ジェットフォイル

わゆるハイク船であり、米海軍のためにボーイング社が開発したミサイル艇の民間版である。“ジェットフォイル”の我国への導入は、佐渡汽船がボーイング社より購入したことで始まったが、高速と乗り心地の良さが旅客を増加させることとなり、川崎重工業がライセンス建造を行うことによって、現在ではほとんどの主だった離島航路に就航している。

図8は、三菱重工業建造のディーゼル駆動全没型水中翼双胴船“スーパーシャトル400”である。全長33m、航海速力40ノット、旅客数341名の世界最大級の全没型水中翼船であり、ディーゼル駆動の大型全没型水中翼船は実用化が困難とされていたが、大型水中翼、水中翼船用のウォータージェット推進機、軽量大出力高速ディーゼル機関、姿勢制御装置等、全て国産開発品を装備して完成された。



図8 全没型水中翼双胴船 三菱スーパーシャトル400

5 浮力・翼揚力複合支持船型

高速旅客船において、高速化と乗り心地を向上するには、高性能と波浪中性能を兼ね備えた全没型水中翼船とするのが最も望ましいが、外洋の航路でなければそこまでの性能を必要としないため、運航経済の面では過剰性能となる。従って、就航航路に相応した速力と波浪中性能を満足するためには、船体重量を浮力と水中翼の両方で支持する浮力・翼揚力複合支持船型が、経済性の面よりも最も適当な選択といえる。ただし、設計を誤れば、船体抵抗と翼抵抗の悪いところ取りとなる可能性もあり、また、水中翼の設計製作も容易ではないため、従来試みられることはなかった。しかしながら、半滑走船型に水中翼船の長所をうまく取り入れることができれば、波浪中性能だけでなく、速力性能の向上も期待できるため、最近では、水中翼を装備した双胴船が実現しており、翼無しの場合に比べ、性能の向上に成功している。ただし、このような複合支持船型の場合、水中翼の支持分担を増加するほど、浮力による復原力

が減少し、船の特性が全没型水中翼船に近づいてくることになり、船体姿勢制御装置の装備が必要になってくるが、同時に姿勢制御による波浪中の船体運動低減効果も増加し、乗り心地が向上する。このような複合支持船型は、三保造船所が1987年に建造した150名乗り、27ノットの“エスポール”が最初であり、その後次第に大型・高速化され、最新型で全長34m、旅客数235名の“アクアジェットスーパー”シリーズは、試運転速力39.6ノットを達成している。

図9は、日立造船が、東京大学、瀬戸内クラフトと協力して開発建造した翼揚力による支持率が高く全没型水中翼船に近い複合支持船型“スーパージェット30”である。船主により旅客数や姿勢制御装置が若干異なるが、合計7隻のシリーズとなっており、全長31.5m、旅客数160名、試運転速力38ノットとなっている。

なお、テクノスーパーライナーTSL-F船型も単胴の浮力・翼揚力複合支持船型に分類されるが、これについては後述する。



図9 翼付双胴船 日立スーパージェット30

6 空気圧力支持船型

高速化のために船体重量を空気圧力で支持する船型は、まず英国で全周スカート型エアクッション船ホバークラフ



図10 全周スカート型エアクッション船 三井ホバークラフト ドリーム

トとして実用化され、現在も大型船がフェリーとしてドーバー海峡に就航していることはよく知られている。我国では、三井造船が英国の技術を導入して始めたが、その後独自の技術を展開し、困難とされていたディーゼル駆動を実現、“ドリーム”シリーズを建造している。全長23.1m、最高速力50ノット、旅客数105名であり、図10に示す。

7 浮力・空気圧力複合支持船型

細長型双胴船の船首尾にスカート（シール）を装備し、船底の空間に空気を吹き込むことで船体を持ち上げ、船体重量を空気圧力と双胴船の浮力の両方で分担する複合支持船型である。全周型エアクッション船（ホバークラフト）に対して、側壁型エアクッション船（SES）と呼ばれるが、アイデアとしては古く、小型の実験船は全周型エアクッション船と同じ頃に登場したが、本格的に検討が開始されたのは、米海軍の3KSESプロジェクトであることはよく知られている。SESは、全周型エアクッション船に比べ、水陸両用性を無くした代わりに、スカート（シール）が前後だけになる、空中プロペラの代わりに効率のよいウォータージェット推進機が利用できる、大型化が容易、船体を細長くできるため耐航性能が向上する等の利点がある。また、大きさ、速力、海象条件等の設計条件に応じて浮力と空気圧力の最適な分担を選定することができる。しかるに、米国では3KSESプロジェクトの中止により、SESの本格的実用化は行われず、その後欧州において、米国の技術をベースにFRP製の中・小型旅客SESが実用化され今日に至っており、我国にも輸入されている。

さて、我国におけるSESの自主開発の歴史は比較的新しく、三井・三菱の共同開発による1989年建造の全長18.5m、速力40ノットの防衛庁実験艇に始まっている。この防衛庁の研究は、その後も継続されており、1994年には、全長25mに改造延長して、最大速力68ノットを記録している。

なお、テクノスーパーライナーTSL-A船型は、大型のSESであるが、これについては次項で述べる。

8 テクノスーパーライナー

世界的な経済発展に伴い、製品の付加価値化、生産拠点の国際的な広域化が進み、これら製品の大量高速輸送手段が求められている。また、国内では、輸送の大部分を担っているトラック輸送が、運転手不足、道路事情等で限界に近づきつつあり、陸から海へのモーダルシフトの必要性が高まっている。このような状況の中で、平成元年より、国家プロジェクトとして“従来の2倍以上の高速で、多量の貨物が積載可能であり、500海里以上の航続距離を有す

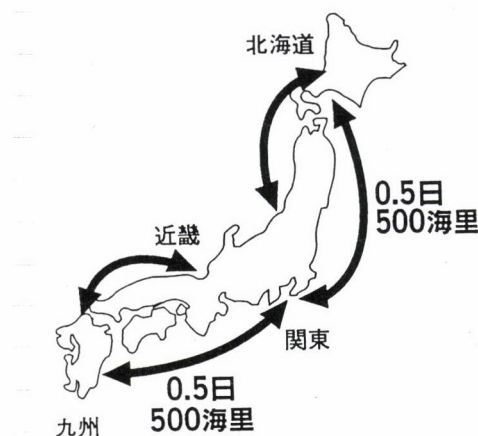


図11 TSLによる高速輸送

る超高速貨物船”の研究開発が開始された。具体的な開発目標としては、速力50ノット、貨物積載量1000トン、波浪階級6程度の荒天でも航行可能ということであり、従来の常識を越えた船である。テクノスーパーライナーと名付けられたこの超高速貨物船が国内に就航すれば、図11に示すように、500海里の距離にある首都圏～九州および北海道が半日で結ばれることになる。

コンセプトとしては、石川島播磨重工業、川崎重工業、住友重機械工業、日本鋼管、日立造船グループによる没水体の浮力と水中翼揚力で船体を支持する“翼揚力式複合支持船型（TSL-F）”と三井造船、三菱重工業によるSES型の

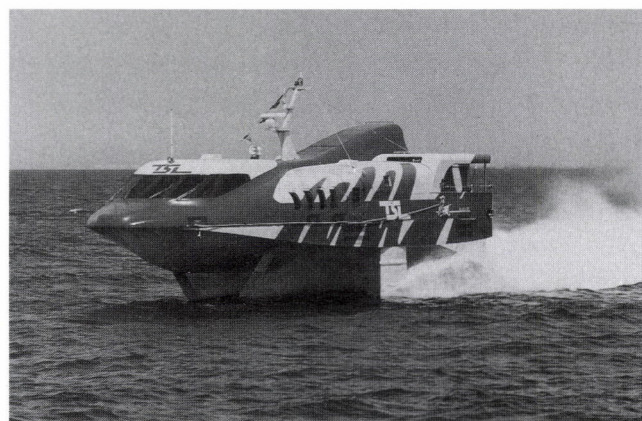


図12 TSL-F実験船

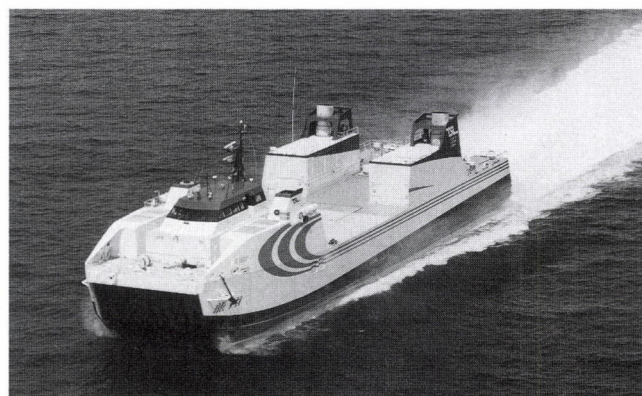


図13 TSL-A実験船

“空気圧力式複合支持船型 (TSL-A)” の2種類であり、実験船を建造し、各種試験を行って、早期の実用化を目指している。

TSL-Fの実験船を図12に示すが、全長17mであり、海上試験において速力41ノットを記録している。また、TSL-Aの実験船を図13に示すが、全長70mの世界最大の超高速船であり、海上試験において、大型船としては初めて50ノットの壁を突破し、54ノットを記録している。なお、本船には、冷凍コンテナ等実際に流通しているコンテナ貨物を積載できるようにしており、実用化推進のため、夜間航海を含めて何回もの試験輸送を行い、台風に遭遇した荒天においても、定時航行可能なこと、貨物の損傷がないことが検証されている。

9 おわりに

我国における高速海上輸送を担う高速船の歴史と現状および将来の方向について述べた。地球の7割は海であり、古来より輸送手段として利用されてきたが、高速船の技術開発の進展により、今後ますます海上輸送の特徴、利点が活かされていくことが期待される。

終わりに、本稿をまとめるに当たり、テクノスーパーライナー技術研究組合、石川島播磨重工業（株）、川崎重工業（株）、日立造船（株）、三井造船（株）各位のご協力を頂いたことに対し、厚くお礼申し上げます。

参考文献

1. あらかぜ資料作成委員会：“全アルミニウム合金製15m型巡視艇あらかぜ
2. 金子幸雄、他：“全軽合金船製高速艇の変遷と大型化について” 西部造船会会報、第65号、(1983)

(1995年10月31日受付)