



超高速船時代の幕開け

テクノスーパーライナー 実用化へ

東京から上海まで、半日で貨物を運ぶ。こんな高速貨物輸送が近い将来実現するかもしれない。超高速と大量輸送を可能にする次世代の船、テクノスーパーライナーは、1980年代から研究開発が進められてきた。現在東京-小笠原航路へ2004年度末の就航を目指し、着々と準備が進められている。テクノスーパーライナーの登場は、旅客輸送や貨物輸送の形態を大きく進化させる可能性を秘めている。



静岡県の防災船として航行する
テクノスーパーライナー「希望」
(TSL-A「飛翔」を改造)

大陸から文化を運んできた船

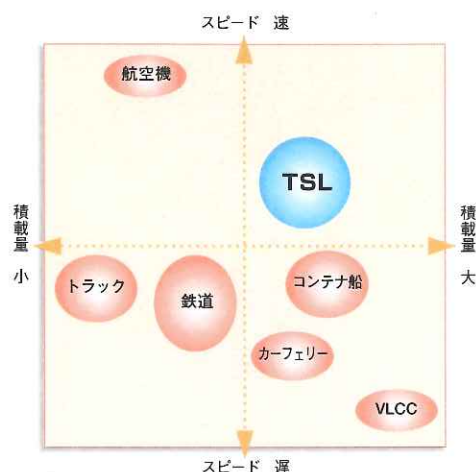
現代に生きる私たちは、長距離の移動にさまざまな交通手段を選ぶことができる。速さで選ぶなら飛行機や新幹線となるが、「ゆっくりと旅の気分を味わうなら船を選ぶ」という意見も多い。ゆとりが求められる時代にあって、クルーズへの人気が高まっているのもうなずける。

島国の日本の場合、船は昔から重要な交通手段だった。人が移動するだけでなく、荷物を運ぶにも船が多く使われてきた。

日本では古代から船を利用し、人の交流や物の運搬とともに、文化をも運ぶ役割を持っていた。奈良時代から平安時代にかけて、唐の文化を日本に伝えた遣唐使は、東シナ海を渡るのに片道2〜3ヵ月を要した。季節風が頼りの当時の船旅は、スピードも2〜3ノット程度だったと伝えられる。それから長い時を経て、いま日本では高速船の時代を迎えようとしている。その主役が「海の新幹線」と呼ばれるテクノスーパーライナー (Techno-Superliner:TSL) である。

*1ノットは1.852km/hに相当

■輸送モードの速力及び積載能力の比較 (国土交通省資料より)



モーダルシフトの主役を担うTSL

1980年代、日本で電子機器や精密機器などの産業の成長に伴い、国内では小口貨物の輸送量が増え始め、機動性にすぐれたトラックの輸送量が増加した。この結果、道路の渋滞、騒音、排気ガスなどの問題が深刻化するようになった。これを解決する考え方として「モーダルシフト」が提唱された。モーダルシフトとは「幹線における貨物輸送を、トラックからより低公害で効率的な大量輸送機関である内航海運や鉄道へ転換していくこと」である。内航海運、つまり船による輸送や鉄道輸送では、少ない人数で一度に大量の貨物を運ぶことができ、騒音や大気汚染がより少ないという特徴がある。このため、トラック輸送に比べて省エネルギー化、低公害化が図れるという特徴が生かせるのである。ただし、モーダルシフトを推進することにも課題がある。例えば、トラックで運んできたコンテナなどの貨物をいったん船や鉄道に積み替えて長距離輸送し、再度トラックに積み替えて輸送するというように、異なる交通機関と連携する必要がある。また船については、モーダルシフトに適した港湾や荷役設備などの整備が必要となる。航空輸送は、スピードを要求される貨物を中心に需要が増加している。しかし、貨物量に限界があり運賃が高い、などの問題がある。

このような背景の中で、高速大量輸送に適した船舶への期待が高まった。1989年、当時の運輸省の支援のもとに、造船大手7社が「テクノスーパーライナー技術研究組合」(以下、TSL技術研究組合)を設立し、次世代造船技術を担う重要な大型プロジェクトとしてTSLの研究開発に取り組んだ。

TSLの開発では、以下の4つの開発目標が設定された。

- ①速力50ノット(約93km/h)
- ②貨物積載重量1,000t
- ③航続距離500海里(約930km)以上
- ④輸送機関として外洋でも航行可能

この目標を達成するために解決すべき技術課題は数多くあったが、大きくまとめると以下の4つとなった。

- ①画期的な推進・耐航性能を有する複合支持船型の開発
- ②軽量化に適した材料と船体構造の開発
- ③大出力・高効率・軽量のウォータージェット推進システムの開発
- ④高速で航行する船体の姿勢を確実にコントロールする制御システムの開発

このプロジェクトでは、1989年から4年の間に要素研究を行い、その後、実海域模型船の建造および試験を行うこととした。目標とするTSLは、大型の超高速船という、それまでにない画期的な船舶である。したがって、新形式船としてのコンセプトづくり、要素技術の研究から、船の建造、加工技術の研究に至るまで、広い意味での設計技術の確立を目指して、広範な研究開発が進められた。

高速化に適した2つの船型

このプロジェクトでは、2つのモデル船型が研究された。1つは水中翼の揚力を利用した複合支持船型(TSL-F)、もう1つは空気圧力を利用した複合支持船型(TSL-A)である。

TSL-Fは、船による輸送に「定時性」という付加価値を付



水中翼の揚力を利用したTSL-F実海域模型船「疾風」(全長約17m、全幅約6m)



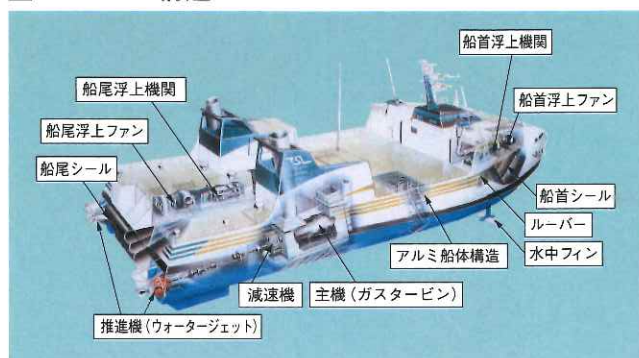
空気圧力を利用したTSL-A実海域模型船「飛翔」
(全長約70m、全幅約18m)

けるというコンセプトを持って開発された。外洋を定時性を持って安全に航行するには、耐航性がすぐれること、船体動揺が小さいことなどの性能が求められる。そのために、人や貨物を載せる上部船体を海面の波から離して空中に位置させ、重量を支える浮力や揚力を発生させる没水体や水中翼は海中に沈め、海面貫通部は細いストラットだけとするような船型が考えられた。1993年度には、実海域模型船「疾風」(想定実船の6分の1縮尺の模型)を完成し、最大出力で船速約41ノットを記録するなど、耐航性のある外洋航行型超高速船としての十分な性能を持つことを確認した。

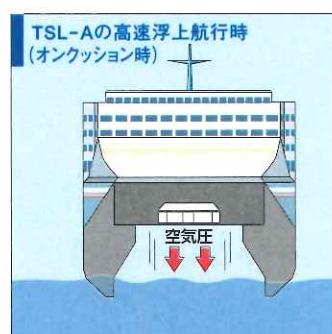
もう一方のTSL-Aは、台風時の荒れた海に相当する波浪階級6(波高約4~6m)程度の波の中でも安全航行可能なものという設計目標を設定した。船型は、ホーバークラフトの原理を応用して、これを双胴船と組み合わせて大型化を可能にしたものだ。双胴船体間の船底にできる空間を船体前後にある柔らかな膜でシールし、加圧された空気をこの空間に閉じ込めて船体を浮かせ、水中のウォータージェットポンプで推進する方式である。この船型の特徴は、水中部分の船体が薄く浅いため水の抵抗が小さくすることが可能となり、高速化が図れること、大型化しても安定していることなどの長所がある。TSL-Aの実海域模型船「飛翔」は、想定実船の約2分の1にあたる船長70mの大きさで作られ、実海域試験が行われた。

このプロジェクトは、2つの船型が当初の目標を達成できることを実証し、設計や建造に関する技術をほぼ確立したことにより、1994年度末をもって終了した。1995年度には、「飛翔」を活用し、TSLを実際の輸送システムに組み込むための研究として、実際に流通しているコンテナ貨物を輸送するなどの「総合

TSL-Aの構造



高速浮上航行時には船体下部に空気を噴出し、船体と前後の軟式構造のシールで空気を閉じ込め船体を浮上させ、水の抵抗を大幅に低減させる



TSL-Aの船体の前半部と後半部の接合工程、船殻には耐食アルミニウム合金を使用



船体内部にはステンレス製のタービンシャフトが伸びている

実験研究」を行った。その後、「飛翔」は静岡県の防災船兼カーフェリー「希望」として生まれ変わり、現在は清水-下田間を結んで航行している。

徹底した軽量化で高速化を支える

前述プロジェクトにおいて、TSLの設計に共通していることは、2つのモデル船型とも徹底的な軽量化が図られたことである。TSLの船体にはアルミニウム合金が採用され、またそれ以外にも軽量化に対する開発がなされている。「飛翔」を改造した「希望」を例に、使用された材料をみてみよう。

船体構造では、船殻に耐食アルミニウム合金(A5083合金など)が使用され、安全性を確保するために構造信頼性が考慮された。船体前後部で船底の空間を塞いでいるシール

高速化が進む ヨーロッパのカーフェリー



1990年にドーバー海峡航路に投入されたウェイブピサー型カーフェリー

1990年代になって、世界の多くの航路に高速カーフェリーが登場した。これは、水の抵抗をできるだけ少なくした船型の開発、軽くて強い船体構造材料（アルミニウムや強化プラスチックなど）の採用、および高出力エンジンの開発などによるところが大きい。

1990年にイギリス―フランス間のドーバー海峡に登場したのが74mウェイブピサー型のカーフェリーである（オーストラリア・インキャット社開発）。この船は細長角型双胴船で総トン数約3,000トン、航海速力36ノット、当時の大西洋横断のスピード記録（3日7時間54分、平均速力36.65ノット）を樹立し、有名になった。ヨーロッパの短距離航路では、従来のカーフェリーと遜色のない経済性と、抜群の高速性が評判となり、この後高速カーフェリー投入の動きが本格化した。



イギリス―アイルランド航路などに就航しているHSS1500型カーフェリー



デンマークの国内航路に就航しているシージェット型カーフェリー

シージェットは総トン数約4,000トン、航海速力43ノットのカーフェリーで、デンマークの国内航路に就航している。また、HSS1500型は水に対する低い抵抗特性と良好な耐航性を持つ総トン数20,000トンの大型双胴船で、航海速力は40ノットであり、自動係船装置や自動操船装置などの最新装備も整え、イギリス海域の航路に就航している。

ヨーロッパはもともと異国間の旅客移動が活発であり、陸路より海上をまっすぐ走った方が速いという事情もあり、高速フェリーの普及が進んでいる。

（資料提供：大阪府立大学海洋システム工学科教授 池田良穂氏）

（「TSL-Aの構造」図参照）は、船首部と船尾部のいずれも軟式膜構造となっている。

船体下部の常に海中に没している水中フィンには、軽量であると同時に、キャビテーション（高速で海流にぶつかるときに起きる空洞現象）に耐えられるような強度が求められ、高強度ステンレス鍛鋼品が使われている。

機関部でも軽量化が図られた。特に推進機関のガスタービンには強度と耐熱性が求められ、圧縮機翼にはニッケルクロム鋼、高圧タービン静翼および燃焼器にはニッケルクロム鋼やニッケルベースの鋼材が使用された。推進装置のウォータージェットポンプには、ポンプ、軸およびケーシングに、強度と耐海水腐食性にすぐれた特殊ステンレス鋼が用いられた。このほかの各種ポンプでは、羽根車にリン青銅、軸にステンレス鋼、ケーシングに青銅や鋳鋼品が用いられた。減速器には、歯車箱にアルミニウム合金が使用され、軽量化が図られた。

地球温暖化問題への対応として

TSL技術研究組合が予定した研究を終えた1996年、景気は低迷し、トラック運賃やそれに伴うフェリー運賃が下落するなどの状況から、すぐにTSLは事業化に至らなかった。

一方、TSLの研究開発を支援した当時の運輸省（現、国土交通省）は、TSLの導入が想定される航路を、国内物流の基幹航路、離島航路およびアジア近海航路の3種類に分類されるものとし、これらのうち事業化のための条件が整ったところからTSLを導入する計画を立て、検討を進めていた。

1997年9月、政府は、地球温暖化問題への対応として、モーダルシフト化率（500km以上の国内海運・鉄道貨物の輸送比率）を当時の40%から50%に引き上げる方針を決定した。これによりモーダルシフトの推進に拍車がかかることになった。これを受けて当時の運輸省は、TSL事業化促進協議会を設置し、

TSLの事業化に向けた課題の整理と対応を進めた。その結果、建造コストが高額であること、保守管理システムや検査システムの整備が必要なこと、などが明らかになった。そこで、TSL保有管理会社を設け(2002年6月)、事業化にあたってはここから運航事業者にはTSLをリースする形態とすることや、最適な運航管理や保守整備等、TSLの運航にかかる総合的な技術支援システム(トータル・サポート・システム)を開発することなどを盛り込んだ支援策に取り組むことになった。トータル・サポート・システムとは、航行中船舶の高度モニタリングシステム、運航支援システムおよび保守管理システムで構成されている。これにより、船の状況を常時監視し、航行中の故障発生を防止し、就航率の維持、定時性の確保などが図ることを目的としている。

2000年2~3月には、「希望」は清水港から和歌山、志布志、長崎を経て中国・上海への国際実験航海を行った。この時、長崎-上海間を約19時間で航行し、外洋航路でもTSLが十分に性能を発揮することが確認された。

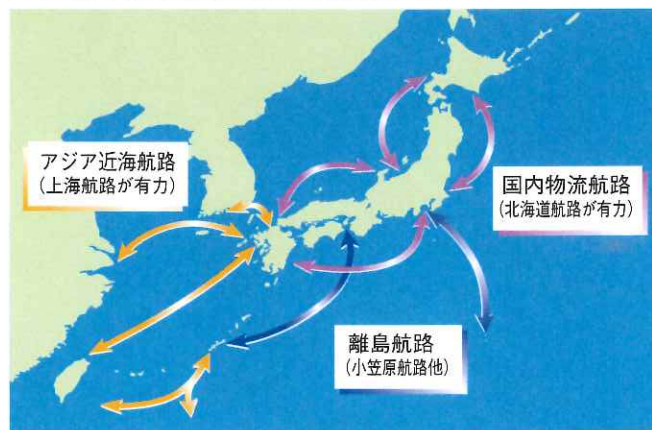
2000年、TSLは政府のミレニアムプロジェクト「地球温暖化防止のための次世代技術開発」の一つとして取り上げられ、次世代の環境配慮型輸送を担うプロジェクトとして、事業化への期待はさらに高まった。

第1号は東京-小笠原間に就航予定

2000年8月、国土交通省では、TSL運航希望事業者の公募を行い、企業や自治体などから全国の14航路での応募があった。これには300km以上の長距離航路、離島航路、近海国際航路が含まれている。また「希望」のようなカーフェリーのほか、RORO船(Roll on/Roll off、渡橋上をフォークリフトやトレーラーで積み降ろしを行うコンテナ船)および貨客船が想定されている。

この中から実用化第1号として、2004年度末を目指して小笠原村(父島)-東京(竹芝)間で就航させる計画が決まった。船型は、研究開発プロジェクト時の2つのモデル船型のうち、大型化により適した「飛翔(現在の希望)」を基本とすることになった。

■TSLの投入予定航路(国土交通省資料より)



現在、小笠原-東京間は片道25時間半かかるが、TSLでは約16時間となる。これにより、島を訪れる観光客は現在の年間2万人から2倍以上に増加することが期待されている。東京から南約1,000kmにある父島では、島外と結ぶ新しい交通路の整備に大きな期待が集まっている。

現在、三井造船(株)が小笠原に就航するTSL船の設計を進めている。この船は、現在の「希望」と同様の船型である。全長約140m、全幅約30m、総トン数約14,500トン、速力約38ノットであり、旅客サービスとして725名分の宿泊設備やレストランなどを有する世界最大のアルミニウム船となる見込みである。また、この航路は離島航路であるため、生活物資輸送用としてコンテナ40個分の搭載スペースも設けられる。

TSLの実用化は、わが国の海運業界に大きな波及効果をもたらすことが期待される。これまで海上輸送が利用される最大の理由は、大量輸送が可能であることであった。TSLによる輸送が本格化することにより、海上輸送には新たに「速さ」という強みが加わり、海上輸送全体への信頼性はさらに高まることだろう。TSLの登場をきっかけとして、海運業界のみならず、新たな流通、造船や素材産業など、今後大きな可能性が開かれることも期待される。

●取材協力 国土交通省海事局造船課、三井造船(株)



東京-小笠原航路に2004年度就航予定のTSL(予想図)