

テクノスーパーライナーの実用化に向けて

西村博和*

テクノスーパーライナーの研究開発は、積載重量1,000トン、速力50ノットの大洋航行が出来る貨物船を実現しようとするものである。実現されれば、航空機と在来船舶の中間的な新しい輸送手段として国際物流、国内物流のいずれにも変革をもたらすものとして期待されている。物流システムとして実現するためには、港湾整備等の周辺環境整備を研究開発と並行して進めることが重要な課題である。

Problems Surrounding Practical Use for Techno Super Liner

Hirokazu NISHIMURA*

The research and development plan for Techno Super Liner is intended to realize high speed cargo-ships which has 1,000 tonns of carrying capacity and 50 knots of speed as well as ocean going sea-worthiness. When accomplished, it is expected to bring revolutionary reform over international cargo transport and Japanese domestic cargo transport. The most important task to materialize the Techno Super Liner project as a new cargo transportation system is to consolidate infrastructures such as port establishments.

1. はじめに

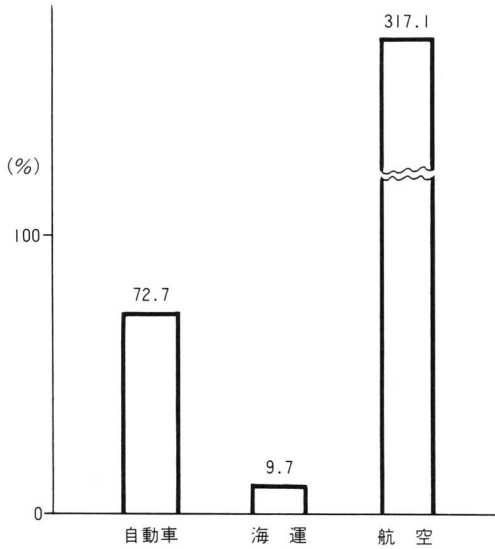
我が国の造船界は、過去約40年間に船舶の専用船化、大型化、自動化、省エネ化等に対する技術開発において、世界の最先端を歩み続けてきた。唯一、遅れをとっていた高速艇の技術開発分野においても、今、新しい輸送ニーズに対応した新しい輸送モードを実現するという形で最先端に近づこうとしている。それがテクノスーパーライナー計画の技術的側面である。

新しい輸送ニーズの1番目は、高速貨物輸送である。極東・東南アジアの近隣諸国と我が国の国際水平分業の進展は目覚ましく、製品、半製品、部品の輸出入が軽薄短小化、高付加価値化等の様々の形態変化を伴いながら著しい進展を見せている。また、養殖エビに代表される生鮮食料品の輸入量の伸びも

著しい。これらの輸送に共通して望まれているのが高速性と定時性である。航空貨物はその高速性を生かして著しい伸びを見せており、一方、定期船の分野では大型のフルコンテナ船による定時性を生かした定曜日ウィークリーサービスが進展している。また、航空機とコンテナ船を組合せたシー&エア輸送も高速性と輸送コストについての妥協的輸送形態として著しい伸びを示している。このような状況において、航空機よりは遅いが、運賃は安く、コンテナ船よりもはるかに輸送時間が早いという中間的な海上貨物輸送が望まれている。

新しい輸送ニーズの2番目は、国内貨物輸送におけるモーダルシフトの担い手である。近年の国内物流はトラック輸送の伸びによって支えられて来たといっても過言ではない (Fig. 1 参照)。しかしながら、トラック輸送の進展は一方で道路混雑や大気汚染という社会的問題を引き起こし、更に運転手不足による輸送能力の限界は、国内貨物の海上輸送への転換を迫っている。ここにおいても、従来のトラック輸送のドア・ツー・ドアの高速性と利便性を確保

* 運輸省海上技術安全局技術課開発企画官
Planning Officer, Technical Div., Maritime Technology
and Safety Bureau, Ministry of Transport
原稿受理 1991年1月16日



注1) 昭和50年度～62年度。
2) 運輸省「陸運統計年報」「貨物地域流動調査」より作成。

Fig. 1 主要輸送モード別輸送量の伸び
(国内、トンキロベース)

した海上輸送でなければ新たなニーズに対応することにはならないことは論を待たない。

テクノスーパーライナーの研究開発は、このような新しいニーズに対応した超高速貨物船を実現しようとするものであり、造船技術的に見れば、材料工学、機械工学、システム工学等の最先端技術を採用することにより、従来の造船技術では突破することのできない技術的な壁をブレイクスルーし、超高速船の実現に必要な設計技術を確認しようとするものである。

テクノスーパーライナー研究計画の具体的な開発目標は、以下のとおりである。

- 積載貨物重量：1,000トン
(但し、20ft コンテナ換算で150個の積載容量を確保する。)
- 速力：50ノット (時速93km)
- 航続距離：500海里 (約1,000km) 以上
- 耐航性能：sea state 6 (有義波高6m) での耐航性能を有すること
- 船型：複合支持型 (浮力、翼揚力、空気圧力の複合的組合せによるもの)

この開発のために、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、三井造船、三菱重工業の造船大手7社を構成組合員とする「テクノスーパーライナー技術研究組合」が設立さ

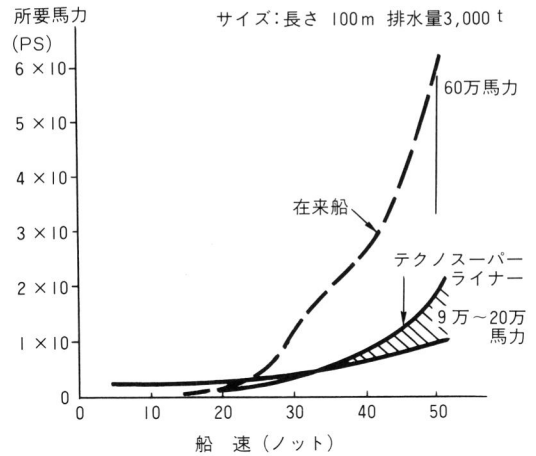


Fig. 2 新形式超高速船と在来船の所要馬力比較

れ、平成元年度から5年度の5年間で実用化の一手前に至る研究を行い、設計技術の確認を目指している。

2. 既存技術の応用と

テクノスーパーライナー計画

2-1 高速船

船舶は、「積載する」、「移動する」という輸送機関一般の性質に加えて「水の浮力を利用する」という性質を持っている。この「水の浮力を利用する」という特質は、他の輸送機関に較べて一面、非常に有利な特質である。空気の比重は、水の1/800であり、例えばヘリコプターは1トンを持ち上げるために数百馬力のエネルギーを必要とするが、排水量型の船舶は浮かぶことについては何等のエネルギーも必要としない。しかしながら「積載する」、「移動する」となると話が違ってきて、空気の800倍もの質量を排除して動かなければならない。高速になればなるほど推進力として非常に大きなエネルギーが必要となるのである。Fig. 2は船舶のスピードと推進馬力の関係を描いたものである。通常の排水量型の船舶の場合、馬力はスピードの3乗に比例する。このため長さ100mで排水量3,000トンの排水量型船舶の場合、50ノットのスピードを出すためには約60万馬力もの高馬力が必要となってしまう。所要馬力の問題に加えて、船舶が水と空気の境界層を移動することから避けることが出来ない「波浪による動揺」という問題がある。Fig. 3は、速力と耐航性能の関係を見たものである。水中翼船の場合、従来の水面貫通型の水の中翼ではなく、翼全体を没水させてフラップ

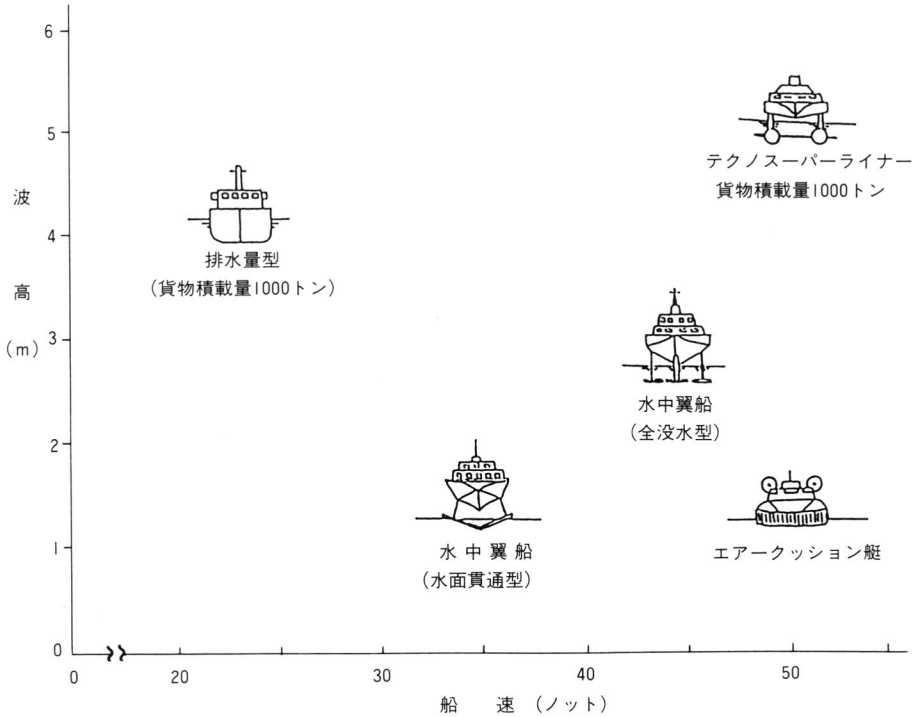


Fig. 3 速力と耐航性能の関係

により翼角を変化させることにより波浪の影響を受けずに荒天でも航走できる船もある。しかしながら、この場合は積載重量が数十トン程度のものに止まっているのが現状である。エアークッション艇のように海面から浮上して抵抗を減少させる考えもある。この場合、積載重量は100トン程度まで実用化されているが、波高1m程度までしか航行できないのが実状である。耐航性と所要馬力という2つの問題が従来の高速船の分野を排水量が小さくても成り立つ旅客船の範囲に限定し、沿海区域という波浪の小さい海域に航行区域を限定して来たのである。最近、小型旅客船のみならずカーフェリー等の分野においても高速化に対するニーズが増加し、水中翼や空気圧力の利用の仕方に新しい工夫を加えた船舶や、浮力を利用する在来の排水量型の分野でもカタマラン船型の細長化といった在来造船技術の改良が図られてはいるが、いずれも積載能力、高速性能及び耐航性能のいずれかを優先すると他方が成立しないという限界に突当たっている。

2-2 テクノスーパーライナー研究計画の4つのブレイクスルー

テクノスーパーライナーは、積載能力と高速性能、高速性能と耐航性能という2種類の互いに排斥し合う性能を2つとも両立させて、大洋を定期船とし

て航行できる超高速貨物船を実現しようとするものである。誤解を恐れずに言うと、先に見た具体的開発目標は、造船技術的にみれば象徴的な開発目標にすぎない。象徴的という意味は、「到達できない目標を象徴として置く」という意味ではなく「種々の応用範囲の中の代表として置く」という意味である。例えば、積載重量は500トンから3,000トン程度の範囲をカバーできるであろうし、速力は40ノットから60ノット程度の範囲をカバーできるであろう。航続距離についていえば、太平洋を横断するに必要な4,000~5,000海里は無理でも、東南アジアと日本を結ぶために十分な距離としての1,000海里という値は、十分応用範囲の中に入っているのである。しかしながら、これらの応用は1,000トン、50ノット、sea state 6という具体的な開発目標を造船技術的に達成し上げたうえでの問題である。「造船技術的に達成する」という意味は、5年間の共同研究期間の中で設計技術を確認し、更に実際の建造に当たって現実の問題になってくる工作上的問題、溶接施行上の問題等も解決するということである。

開発目標は、速力、積載重量、耐航性能のいずれをとってみても従来船舶技術の常識を破るものになっており、これを実現するためには、機械工学、航空工学及び制御工学上の最新技術を造船技術に取り

込む必要があるが、これを造船技術上の問題としてとらえた場合、ブレイクスルーすべき課題は「船型概念の確立」、「構造・材料」、「推進システム」及び「船体姿勢制御」という4つにまとめられる。

まず船型概念について述べる。Fig. 4及びTable 1はTSL研究開発を開始するに当たって船型の目安をつけるための検討に使用されたものである。船体を支持する方式は、水の浮力を利用する浮力支持方式、水中翼の揚力を利用する揚力支持方式と空気圧力支持方式の3つの支持方式に大別される。

浮力支持方式のうち、在来の排水量型船舶ではFig. 2で見たように高速化に問題が大きすぎる。細長化、双胴化を図っても高速化、高耐航性には限界がある。潜水船や半没水船等の没水浮体方式は、波浪の影響を受けないという大きな魅力を持っているが、高速化を中心としたその他の評価指標が難しいことに加えて、商船として採用されるためには港湾施設等の造船技術以外の様々な制約条件が大きすぎる。

揚力支持方式は、近年、ジェットフォイルという全没水翼を利用した画期的な高速船が開発され、小型船としての改良は十分見込まれるが、大型化、高経済化が難しい。

空気圧支持方式のうち、在来の周辺噴流型では耐航性能の向上が望めない。

このような検討の末、これら3つの支持方式の複数を組合せて、航空機と同程度以上の就航率を確保することを目指してsea state 6でも安全運航できる高耐航性能、50ノットの高速性能に加えて1,000トンの貨物重量と500海里以上の航続距離を確保できる燃料搭載能力を持つ大型船を実現するための複合支持方式を検討することになった (Fig. 4)。

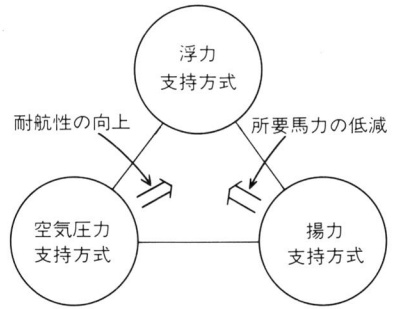


Fig. 4 船体支持方式

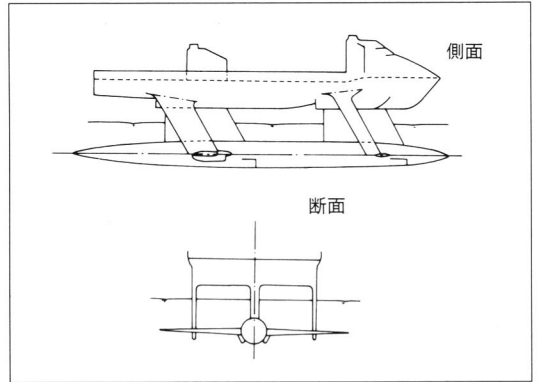


Fig. 5 複合支持型（揚力式）

2-3 TSL実用化への2つのアプローチ

複合支持船型は、浮力、翼揚力、空気圧力の支持3分力の分担割合の変化によって無数の組合せが考えられる。TSL研究組合では、この中から、3分力各々の基本特性と相互干渉特性が良く判り、かつ、目標値を達成する可能性が最も高い2つの基本船型を選び出した。これらの船型は、複合支持船型という概念の中では要素船型として位置づけられる。

その1つは翼揚力と没水体の浮力で支持する方式である (Fig. 5 参照)。この船型は、水面貫通部を極

Table 1 船体支持方式の検討

	評価項目 具体的目標	高速化 50ノット	高耐航性 SS 6	大型化 100t/500海里以上	高経済化	総合的評価	備考
浮力	水上						
	在来船型	×	△	○	○	×	
	細長船型	△	△	△	△	△	一般に双胴 (L/B(単明)=15~20)
	水中						
	没水浮体	△	○	△	△	△	
揚力	水中翼	○	○	△	△	△	
空気圧	周辺噴流型	○	×	△	△	×	
	サイドウォール	○	△	○	○	△	L/B= 2~3
複合支持		○	○	○	○	○	

注1) ○可能性がある △難しい ×非常に難しい。
2) 総合的可能性：全ての評価項目を同時に達成出来るかについての評価。

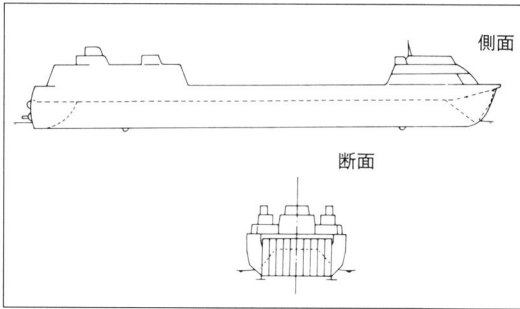


Fig. 6 複合支持型（空気圧力式）

小化することによって波と船体の縁を切り耐航性能の向上を図るという発想に立っている。水面貫通部を極小化するという同様の理由から空気圧力は利用しない。翼揚力と没水体の支持力分担割合は、載貨重量と航海速力の変化に応じて異なることになる。推進特性は、定性的には載貨重量が小さい、または速力が大きい場合は翼揚力の分担割合を大きくした方が、また載貨重量が大きい、または速力が小さい場合は没水浮体の分担割合を大きくした方が良くなることが判っている。この船型の最大の課題は船体抵抗の低減—所要馬力の低減である。定性的にみれば翼の抵抗は翼面積すなわち「長さの2乗」に比例する。一方、没水体の抵抗は没水体の表面積すなわち「長さの3乗」に比例する。これだけなら、没水体を止めて水中翼だけで船体を支持すれば抵抗性能は良くなるということになるが、1,000トンという貨物重量に自重を加えれば3,000~4,000トンにも登る排水量を翼だけで支えることは強度的に成り立たない。翼の枚数を増やすと翼相互間の干渉によって性能が急激に低下するといった問題をかかえている。TSL研究組合では、没水体と水中翼で支持力を各々50%ずつ分担する船型を基本船型に据えて、翼と没水体の形状、翼の位置等を様々に変えることによって船型の最適化研究を行っている。一方、この船型の最大のメリットは抜群の耐航性能である。これまでの模型試験によっても波浪中の抵抗増加が殆どないことが判っており、例えば大型の超高速旅客船としても応用されるのではないかと期待もかけられるところである。

もう1つは支持力の大部分（約8割）を空気圧力で保持するとともに、残りを水中翼と側壁の浮力で保持しようとするものである（Fig. 6参照）。この船型の最大のメリットは所要馬力が少ないことである。船型コンセプトとしてはSESに近いものであるが、以下の点で船型・船体構造的に根本的な違いがある。

まず翼揚力と側壁の浮力を積極的に利用することによって、船型の概念を変革したことである。次に船型の大型化と共に細長化（小型SESの長さ／幅比が2~3であるのに対し、この船型では4~6）を図り、加えて、前後部の大型柔軟シール構造を改革することによって高耐航性能を確保しようとしているのである。更に、在来の小型SESの姿勢制御がルーバー（圧縮空気を船体外部に逃がす弁）制御のみに頼っていたのに対し、ルーバー、空気圧力ファン（空気を船体内部に送り込むファン）と水中翼を能動的に制御することにより耐航性能の格段の向上を図っている点である。

この船型は、波浪による影響を、まず「浮上る」ことによって極小化すると共に、「正面から受けた波の形をそのまま船体後方に送る」という発想に立っている。このため、前後部の大型柔軟シールの材料と構造が重要な役割を果たすことになる。しかしながらsea state 6での耐航性を確保するためにはこれだけでは不十分であり、先に述べたアクティブな姿勢制御によって十分な耐航性能を確保しようとしている。これまでの模型試験では姿勢制御システムを搭載した性能確認は行われていないが、船型上の改革のみによってもsea state 6での耐航性は確保できるとの見通しが得られているところである。

2つの船型に共通した特長は、積載重量と比較して積載面積、積載容積が大きくとれることである。例えて言うならば、重厚長大貨物には不向きで軽薄短小貨物に向いているということである。

TSLの2つ目のブレイクスルー技術は構造・材料の改革である。在来の大型船で使用される鋼以外の新材料を採用して可能な限りの軽量化を図るとともに、直接強度計算と信頼性手法に基づく新しい強度評価法を確立してスキャンリングに採用し、在来船舶と同等の構造強度を確保することが課題になっている。このため、高い強度を要求される部材については100キロ級の高張力鋼（従来の船舶に利用されているものは30キロ級）やチタン合金を、余り強度を要求されない構造材料には耐食アルミ合金を、上部構造にはFRPの使用を考慮するなど様々な異種材料の組合せを検討するとともに、波浪外力や衝撃外力を予測し構造応答を正確に求める構造解析のシステム化が課題になっている。また、シール構造については、在来のものが300kg/m²程度であるのに対し、本開発では1,000kg/m²以上のクッション圧力に耐える必要がある。シール構造が巨大化するため高

強度かつ高耐久性のシール材の開発が重要な課題になっている。

これまでの研究において、テクノスーパーライナーの構造材料として可能性のあるもののデータベースの作成をほぼ完了し、溶接性、加工性等の材料試験もほぼ終了した状況にある。シール構造についても陸上大型模型による性能確認で所期の目的を達成できる目処がついた状況にある。構造解析システムについても、船全体の3次元FEMモデルを効率的に解析できるシステムを作り上げ、現在、様々な構造解析を実施しているところである。

3番目の技術課題に推進システムの課題がある。テクノスーパーライナーの原動機には軽量で高出力の航空機用ガスタービンを採用することを前提にしており、原動機についての技術開発は行わない。船用ガスタービンの大幅な省燃費化は技術的には重要な課題ではあるが、膨大な開発費が予想されること、研究開発期間も長大になることが予想されるために、早期の実用化を目指すテクノスーパーライナー開発では断念せざるを得ないテーマである。

しかしながら、推進システムは従来のプロペラ推進に替って全く新しいウォータージェット推進システムが選ばれた。これは、40ノット程度の速力を境界にして推進効率がプロペラ推進よりも良くなることが予想されたことによる。逆に言えば、50ノットを前提とした場合、プロペラ推進ではキャビテーション等の技術的問題に解決の目処が立ち難い。一方でウォータージェット推進の場合は、解決すべき技術課題が明確で5年間の研究期間のうちに解決できる目処が立ったために選ばれたものである。この推進方法は現在、小型高速艇の領域でかなり利用され、注目されているものであるが、大型高速船での使用は今回のプロジェクトが初めてである。

推進システムの開発要素は、ガスタービンからの動力を伝達する減速装置、ウォータージェットポンプ本体、船体下部の水取入口から空中への吐出口に至る管路システムに分かれる。減速装置とウォータージェットポンプについては、現在4千馬力程度に対応するものが商品化されているが、本開発においては2～5万馬力の高馬力に対応させ、かつ、小型、軽量、高効率が最大限に要求されることから原動機事業部門の精鋭による共同開発が行われている。管路システムについても、高速域でのキャビテーション問題という大きな問題を抱えていたが、システム設計がほぼ終了し、大型模型による確性試験によ

て確認が行われる等、着々と開発成果が上げられている。

4番目の技術開発課題は、船体姿勢制御システムである。複合支持型船型では翼揚力や空気圧力を船体支持力として利用するだけでなく、波浪中での船体姿勢制御にも使う。この船が外洋を航行する定期船として利用されるためには、航空機と同程度以上の就航率を確保する必要があり、そのためにはsea state 6という荒天にあっても支障なく航行できる堪航性が必要である。通常の排水量型船舶はもちろん、大部分の高速艇においても能動的な姿勢制御は行われていない。しかしながら長さ100m程度の複合支持船型でこの要件を満たすためには、波浪中での自船の動揺特性を完全に認識し、動揺を翼角や空気圧力などの制御で速やかに安定させる能動的なコンピュータ姿勢制御システムを確立することが必要不可欠の条件になっている。このシステムでは、姿勢制御の遅れによる動揺を避けるためにフィード・フォワード機構も重要な課題となっている。

現在研究は、現代制御理論に基づく制御アルゴリズムの試設計を行い、制御システム開発用のシミュレータのプログラムに適用された段階まで進展している。制御装置についても、翼のフラップや舵とのリンク機構、アクチュエータの制御方式やシステム構成等について試設計を行い、模型による特性試験によって改良が図られている他、空気圧-水中翼制御系についても模型による特性試験が順調に進んでいる。

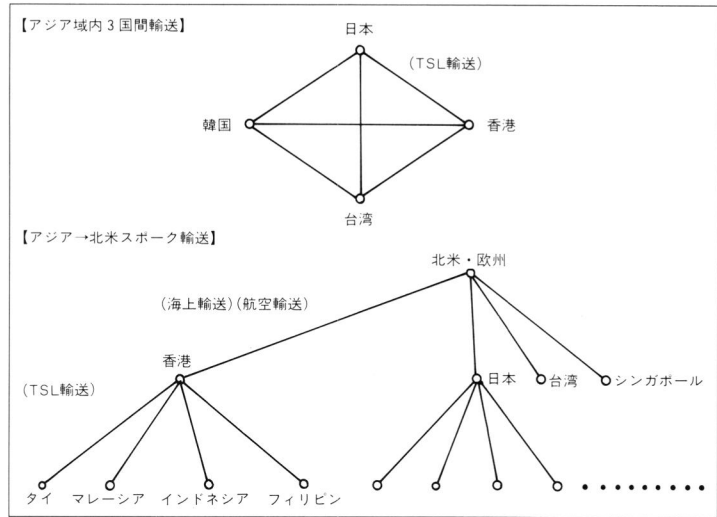
技術研究組合の開発スキームでは、以上述べた要素技術を3～4年でブレイクスルーし、平成4年度から5年度にかけて実海域を航行する縮尺モデル船を建造し、各種性能の検証評価を行うことになっている。

2-4 実用化に向けての技術課題

先にも述べたとおり、この開発は造船大手7社による共同研究として進められている。企業間の共同研究は、各社の競争とか技術的ノウハウの漏洩による自社の不利益といったネガティブな一面を持っている。技術研究組合ではこのような共同研究の弊害を避けるために様々の事前取決めを行っている。例えば、既得の技術ノウハウについては事前に申告することによって当該企業の権益を守るという措置をとっている。一方で、共同研究だからこそ進展するという大きな側面も持っている。本研究開発の場合、国の補助金が出される国家プロジェクトということ

もあり、参加各社の得意とする最先端の技術を利用できるという一面に加えて、解決すべき諸問題を各年度の事業計画等で明確にし、ひとつひとつ着実に目的を達成して実効をあげていくという方法がとれることも有効な側面のひとつである。これまでのところ、5年間の事業計画は着実にこなされており、研究は順調に進展している。

技術研究組合での7社の共同研究は、設計技術を確認する平成5年度で終了し、その後は各社独自に実用商船としてのテクノスーパーライナーの開発に進むことになる。この段階には、実際の需要に対応した応用設計とともに工作・建造上の幾つかの問題が残される。同時に乗組員の配乗計画や船内の高速荷役システムといった現実的で重要な問題も残されることになる。テクノスーパーライナーは船体姿勢制御システムに見られるようにコンピュータ制御をフルに活用した船舶である。これは操船・操機システムにも当てはまる。50ノットの高速で安全運航を行うためには徹底した自動化によって乗員の判断操作を極少にしなければならない。このためには、航海設備、機関設備の区別なく船内のあらゆる設備を統轄管理する高機能のコンピュータ制御システムが必要になって来る。このシステムには、平成元年度までの5年間「知能化船プロジェクト」として研究された高度自動運航システムのノウハウが生かされることになるであろう。テクノスーパーライナーは、本船に荷役設備を持たず、陸上からの高速荷役に頼る方式で計画されている。荷役設備は持たないとしても、高速荷役を実現するためには本船側に何等かの対応策がとられなければならない。例えばバケット方式による大量一括荷役とか、高速ロールオン・ロールオフ荷役等の構想があるが、その具体化は実用化段階の



資料) (助)シップ・アンド・オーシャン財団「超高速船導入円滑化委員会」
 Fig.7 テクノスーパーライナーによるハブ・アンド・スポーク輸送



注1) 積載量1,000トン級速度50ノット船舶で1日1便又は2日に1便が前提。
 2) 1日1便は2日に1便における採算ベースの貨物量と2000年における想定地域間貨物量(雑貨貨物量の10%又は20%)の比較及びトラック、鉄道との時間差により想定。
 3) 従って、船舶、積載量、輻輳海域における夜間運航の可否。燃費等諸条件が変化すれば、様々な運航形態、ネットワークが考えられる。
 4) 図中の太線は国幹道計画における整備計画区間までを示している。
 出典) 運輸省港湾局編「豊かなウォーターフロントをめざして」

Fig.8 超高速貨物船対応ターミナルの配置(想定)

問題として残されている。このような実用化に当たっての諸課題は、1~2年で解決されるであろうというのが開発に携わって

問題として残されている。このような実用化に当たっての諸課題は、1~2年で解決されるであろうというのが開発に携わって

いる関係者の大方の見解である。

3. テクノスーパーライナー物流システムを 実現するための周辺環境整備

冒頭で述べたとおり、貨物船としてのテクノスーパーライナーの用途は大きく2つに分かれる。国内輸送におけるモーダルシフトの担い手としての役割と国際輸送における新たな高速物流の担い手としての役割である。国内物流については、鉄道、トラックという既存の競合輸送手段があることから輸送需要がどの程度のものかを予測することは現段階では非常に難しい。ただ定性的には、運転手不足や道路混雑によりトラック輸送の伸びは鈍化するであろうという予測、NO_x、SO_x等の環境問題により総量規制措置がとられれば必然的に海上輸送へのモーダルシフトが行われるであろうとの指摘、鉄道による貨物輸送は、旅客輸送におけるダイヤの過密化のため能力増強には限界に近づいているとの指摘がなされているところである。

一方、国際輸送については、アジア域内の3国間輸送や香港・台湾・シンガポール・日本をハブ港にし、ハブ拠点までをテクノスーパーライナー、ハブ拠点から先の北米・欧州には海上コンテナ船や航空貨物輸送を用いるハブ・アンド・スポーク輸送 (Fig. 7 参照) というような具体的な提案がなされており、輸送需要の定量化も試みられようとしている。

国内物流、国際物流のいずれの場合においても、周辺のインフラストラクチャーの問題がテクノスーパーライナー物流システム実現のための最大の課題になっている。50ノットの高速性を生かすためには、荷役の高速化と並んで背後消費地への2次輸送の高速化が鍵を握っている。超高速船に対応した港湾の全国配置の設定 (Fig. 8 参照) には、2次輸送の高速化を優先した検討が行われようとしていることはこの点の重要性を示すものである。港湾整備においては、超高速船に適合した大量かつ高速の荷役システムの開発も待たれるところである。国際輸送に関しては、通関などの貿易手続きの迅速化、シーアンドエアを考慮した航空から海上へ、またその逆に積み換えの迅速化も課題である。

また、航行安全の問題がある。テクノスーパーライナーは、一般の排水量型船舶と較べると旋回能力や緊急停止能力等の操縦性能に卓越した能力を持つ船舶である。この特徴を生かして、速力制限や夜間航行の問題を中心とした高速航行の安全性の評価や安全対策の確立を図ることが重要な課題になっている。

このような周辺の諸問題を抱えながらも研究開発は、各界の期待を担って着実に進展している。20世紀の最後の5年間、しかもその遅くない時期には様々のバリエーションに応用されたテクノスーパーライナーが実現している可能性が強いのである。