

最近の大型コンテナ船の技術動向

Technical Trend of Recent Large Container Ships



上田直樹*1
Naoki Ueda

大竹和彦*1
Kazuhiko Ohtake

坂本利伸*2
Toshinobu Sakamoto

西村信一*3
Shinichi Nishimura

森英男*4
Hideo Mori

1968年に日本で最初のコンテナ船“箱根丸”を引き渡して以来、当社は常に最先端の技術を織り込んだコンテナ船を開発・建造し、技術的なリーダーシップを取ってきた。80年代後半にそれまでの常識であったパナマックス（パナマ運河可航最大）サイズを越えるポストパナマックス船が登場してから、コンテナ輸送需要増加と運航経済性追求のために船型の大型化に拍車がかかっており、最近では7000 TEUを越えるメガコンテナ船が大量に建造されている。本報では最近の大型コンテナ船の技術的特徴と大型化、環境対策、高速化とライフタイムサポートをキーワードに今後の大型コンテナ船開発における当社の取り組みについて紹介する。

1. はじめに

コンテナ船の約40年の歴史はその大型化の歴史といっても過言ではない。ことに80年代後半にポストパナマックス船が登場して以来、新船型が発表される度に最大の記録が更新されるほど大型化は加速しており、当初わずか700 TEU（20 ft コンテナ換算個数）程度であった積み個数はいまや9000 TEU 積みが登場し、10000 TEU クラスのメガキャリアーの出現もまもなくとなっている。

本報では、まず2章で伸張を続ける海上コンテナ輸送の現況を概説し、つづく3章で最近の大型コンテナ船の技術的特徴を船のサイズ、主機を中心に述べ、さらに4章では今後の技術動向を示すキーワードである、大型化、環境対策、高速化とライフタイムサポー

トについて解説する。

2. 海上コンテナ輸送の現況

近年、中国の経済発展を起爆剤としたアジア経済の急速な発展と国際経済のグローバル化により、海上コンテナ総取扱量は年10%に迫る勢いで増加し続けている（図1）。特にコンテナ取扱量の伸びが著しい東西幹航路と呼ばれるアジア 北米、アジア 欧州の2航路への投入を見越して、スケールメリットを狙った大型船が大量に発注されており、2004年6月時点での4000 TEU 超の発注残は240隻に達している。2003年以降の新造船をサイズ別に見ると7000 TEU を越える大型船への先行投資が進んでいることが分かる（図2）。近年の傾向として船社の多くは経営体質強化のため船舶を資産として保有せず、チャーター料

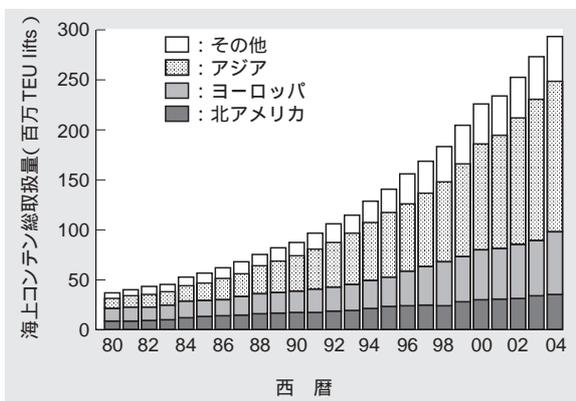


図1 増加するコンテナ輸送量

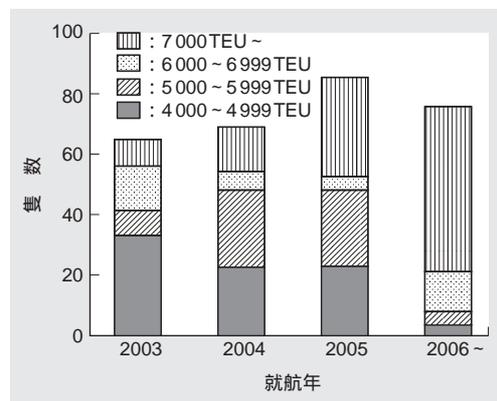


図2 積載個数の推移

*1 船舶・海洋事業本部船舶技術部商船計画グループ主席
*2 技術本部長崎研究所船舶・海洋研究推進室主席

*3 神戸造船所船舶・海洋部計画設計課長
*4 神戸造船所船舶・海洋部計画設計課主席

を支払って傭船する傾向にある。実際に船を保有しているのは税制面での優遇措置を背景に民間投資家から資金を集めているドイツ船主やギリシャ船主、国内リース会社であり、先行きの明るいコンテナ輸送市場に巨額の資金を投資していることがその背景にある。

両航路に投入されるであろう新造大型船の輸送能力はこれら航路のコンテナ荷動きの伸びを上回るものと予想され、就航中の不経済船の他航路への配船替えなど、サービス再編の動きも出てくるものと思われる。

3. 近年の大型コンテナ船とその特徴

表1に近年の代表的な7000 TEU超の大型コンテナ船の主要目を示す。

いずれも全長は300 mを越え、船幅42.8 m (倉内15列/甲板上17列積み)、深さ24~25 m (倉内9段積み)という船型で、甲板上は部分的に8段まで積載している船もあるが、現実にはコンテナ自身の強度も考慮して上段は空コンテナを載せている。またポストパナマックス船では甲板上の積荷の重量を高める効果があるラッシングブリッジの装備が一般的である。

大型船型の主要目はこれを受け入れる港湾インフラとも密接な関係があるが、この整備もほぼでき上がった。アウトリーチが48 m (甲板上18列積みに対応可能)を越えるクレーンは既に世界で600基規模あると言われており、更なる幅広船型を計画する際の制限条件にはならない。ただし、一部の航路ではその下を通過する橋梁の高さによりAir Draftが制限されることがある。また、当面岸壁水深は大幅には増加しないため、更なる大型化は長さと同幅を増加する傾向にある。

速力は、基幹航路では一般的なウィークリーサービスと経済性を両立させる25 kt前後で設計されている。7000 TEU超の大型船の主機関にはWärtsilä社製12RTA96CまたはMAN-B&W社製12K98MCという世界最大の低速ディーゼル機関が搭載されており、カタログによる最大馬力は共に68640 kWである。更に

表1 近年の大型コンテナ船の主要目

コンテナ積個数 (TEU)	7500	8063	8100
運航船社	Hapag Lloyd社	OOCL社	Conti Reederei社
竣工	2001	2003	2005
全長 (m)	320.4	323.0	334.0
型幅 (m)	42.8	42.8	42.8
型深さ (m)	24.5	24.6	24.6
吃水 (m)	14.5	14.5	14.5
総トン数	88493	89000	(不明)
載貨重量 (t)	100000	99500	98500
主機馬力 (kW)	68640	68520	68640
船速 (kt)	25.3	25.0	25.2

船型が大型化すると、荷役時間が増えること、大量の貨物集荷のために寄港地が増えることから更に速い速力が求められるものと思われ、更なる大出力の推進機関が必要となる。エンジンメーカーもその準備を始めており、MAN-B&W社は前述の機関のパワーアップ、14シリンダーあるいは108 cm ボア径といった8万kWを超える機関を発表、Wärtsilä社も14シリンダーを用意しており、更なる大型化への準備はできつつある。

当社建造船(表2)では2000年に竣工したエバーグリーン社向け6332 TEU型(図3)が現時点の最大船型である。この船型は低燃費高経済性船型を採用、主機馬力を5000 TEUクラスと同じレベルに抑えているが、同船主向けに現在建造中の7024 TEU型では更に船型改良を加え経済性を高めている。ここ数年間のうちに性能を改善できた背景には、CFD (Computational Fluid Dynamics) の実用化がある。CFDで幅広い船型の性能を評価し、的を絞った候補船型の模型試験を実施することで、船型開発の効率は大きく向上している(図4)。また最近では、CFDとCAD (Computer Aided Design) 技術を統合して、船体形状を表現する幾つかのパラメータの最適値を自動探索する技術も実用化している。なお、当社では、過去半世紀の間に蓄積した2000船型近くの模型試験

表2 当社建造コンテナ船の主要目

コンテナ積個数 (TEU)	6332	4646	4648
運航船社	エバーグリーン社	(株)商船三井	現代商船社
隻数	5	4	1
竣工	2001~2003	2003	2004
全長 (m)	299.99	294.09	294.09
型幅 (m)	42.80	32.22	32.22
型深さ (m)	24.20	21.85	21.85
吃水 (m)	13.50	13.50	13.50
総トン数	76022	53822	53352
載貨重量 (t)	75898	63160	63404
主機馬力 (kW)	48600	49410	43920
船速 (kt)	24.5	25.5	25.1



図3 エバーグリーン社向け6332 TEU型

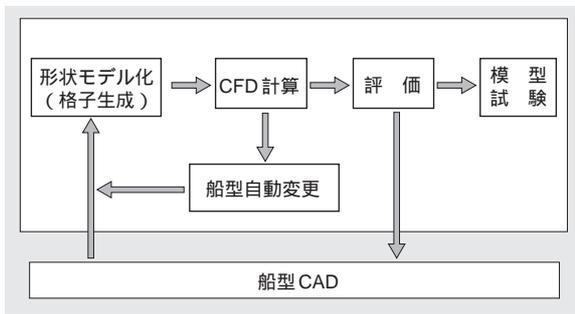


図4 CFDを利用した船型開発システム

結果をデータベースとして保有しており、CFD計算の適用性、信頼性を確認するために、模型試験の結果と突き合わせることでCFD計算の信頼性を高めながら、新しい船型を開発している。

環境負荷への配慮も近年の非常に大きなトレンドである。燃料油の流出事故を防止するための法規制を先取りして、二重殻構造のタンクを採用する場合があるが、タンクの大部分を貨物倉仕切壁の部分に設置することになるため燃料油の重心が高くなり、ことに船幅の制限のあるパナマックスクラスの場合は積み個数に直接影響することになる。当社建造の(株)商船三井向け4 646 TEU型(図5)及び現代商船社向け4 648 TEU型(図6)では、二重底タンク配置の工夫によって影響を最小限にしている。

図7には2段ラッシングブリッジの実施例を示す。従来の1段ラッシングブリッジと比べ甲板上に積載可能なコンテナ重量増というメリットがあり、特に復原性能面で比較的余裕があり甲板上の積み段数の多いポストパナマックスクラスでは今後採用が増えるものと考えられる。

4. 今後の技術動向のキーワード

今後のコンテナ船の技術動向について以下のキーワードに沿って概説する。

4.1 大型化

パナマ運河を通過する航路や取扱高の比較的小さい航路を対象とする既存船型も一定量の需要がある

が、今後とも大型化の傾向は進んでいくと考えられる。既にデンマークのマースクライン・シーランド社は10 000 TEU積みを発注したとも言われている。

大型化の技術的限界としては、板厚50 mmを超える極厚板の高張力鋼を多用するメガキャリアの構造の信頼性、直径10 m級の超大型のプロペラを支持する推進系など現時点で認識されている課題がいくつかあり、当社ではこれらのブレイクスルーに取り組んでいる。

例えば構造信頼性に関しては、板厚の限界に関する諸課題を解決する必要がある。6 000～7 000 TEUクラスでは、船体の縦強度を確保するために、上甲板付近の縦通部材に板厚60 mm前後の降伏点(YP: Yield Point) 390 N/mm²級高張力鋼が採用されていたが、8 000 TEU以上のメガキャリアでは板厚70～80 mm前後のYP 390 N/mm²級高張力鋼を採用する事例が出て来ている。このような極厚板では、溶接継手靱性の安定確保と、溶接欠陥の排除や検知が容易でなくなり、かつ、板厚増加に伴い低下する母材の脆性亀裂伝播停止性能にも十分な配慮が必要となる。

当社では、溶接材料メーカーと共同で2電極エレクトロガスアーク大入熱溶接装置を開発し、厚板溶接継手の靱性安定確保と溶接欠陥排除の両者を可能にした。さらに、大入熱溶接対応のYP 460 N/mm²級高張力鋼を鉄鋼メーカー及び船級協会と共同開発した。これにより大幅な板厚減が可能になり、溶接継手の靱性安定確保と溶接欠陥の排除及び検知が一段と容易になり、かつ、母材の十分な脆性亀裂伝播停止性能確保も可能にした。これらの当社技術をメガキャリアに適用することにより、極厚板化に伴う構造信頼性上の諸問題を解決することが可能である。

4.2 環境対策

船からの環境汚染を防止するためIMO(国際海事機関)を中心にさまざまな規制が議論され、既にその一部は適用されている。例を挙げると、

- (1) ディーゼル機関の排気ガス中のNO_x規制
- (2) 燃料油タンクの二重殻構造化



図5 (株)商船三井向け4 646 TEU型



図6 現代商船社向け4 648 TEU型



図7 2段ラッシングブリッジ実施例

- (3) 水バラストの排出規制
- (4) 防汚塗料の錫フリー化
- (5) SOx 規制

その他、特定の地域・海域でのCO₂排出規制(ディーゼル発電機の使用禁止)などの動きもある。京都議定書によるCO₂の総量規制を船舶に対して数量規制をしていく方法についても議論されており、このような国際的な取り組みを受けて、環境対策はコンテナ船でもますます重要視されていくと思われる。中でも、当社としては主機関の技術開発と省エネルギー船型を提供することに注力していきたいと考えている。

4.3 高速化

アライアンス(共同運航)によるウィークリーサービスが定着する中、当面現在の運航サービス全体が飛躍的に高速化していく状況にはないと見られている。一方、船社間の厳しい生存競争の中での戦略としてニッチマーケットを狙った差別化があり、その一案として高速化サービスが考えられる。この場合、1隻あたりの初期投資額と燃料消費量が増えるが、高速化により1つのループを構成する隻数を減らすことができれば、コンテナ1個あたりの輸送費を通常のサービスと同じレベルに抑えられる可能性がある。当社では本年6月に引き渡したポッド推進加勢ハイブリッド型高速フェリーの技術を生かした30kt超の超高速コンテナ船の研究開発に着手した。ポッド推進加勢方式は主機やプロペラの製造限界を超える10万kW超の推進プラントを実現でき、また副次的なメリットとして、2つの独立した推進系を持つことによりシステムの確実性が増す。高速化のニーズは燃料価格の動向にも左右されるが、高速船分野での技術力を生かした製品開発を行っている。

4.4 ライフタイムサポート

コンテナ船は稼働率が高く、また海陸一貫のコンテナ輸送の一翼を担っているため、運航に支障をきたすトラブルは運航の遅延にとどまらず、サービス全体に副次的な影響も与えかねない。船社のみならず荷主がこうむる被害は甚大であり、就航率と定時運航の確保は船社にとって非常に重要な使命である。

建造を受け持つ当社としては信頼性の高い製品作りに加え、引き渡し後のアフターサービス体制を強化して、万一のトラブルに対する万全の体制で顧客満足度の向上に努めてきた。更に、客先の適切な保守・運航を技術サポートし、トラブルを未然に防ぐために就航船のリモートモニタリング技術を開発するなど、ライフタイムサポートの充実に取り組んでいる。また、これらの貴重な実船データは次の船の設計に活用されている。

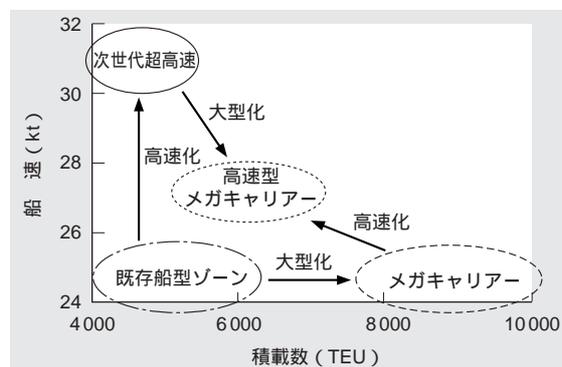


図8 今後のコンテナ船マーケット

5. ま と め

図8には大型コンテナ船のサイズと速力の分布を示しているが、今や船型はますます大型化しメガキャリアーに移行しつつあることは既に述べたとおりである。当社でも既にエバーグリーン社からの7024 TEU型10隻の大量受注に引き続き、本年に入り(株)商船三井からも8100 TEU型4隻を受注し、設計展開中である。そのコンセプトには前述のキーワードが随所に織り込まれている。

新たな推進システムを持つ次世代超高速コンテナ船の研究開発に着手していることは前述のとおりだが、この技術の応用として、次世代超高速船と8000 TEU超のメガキャリアーの中間に位置づけられる、28kt前後の速力を持ち6000 TEU程度を積載できる高速型メガキャリアーも既存輸送サービスの質的向上を目指した客先に対して近い将来に需要が見込まれるものと期待している。

海上コンテナ総取扱量の堅調な増加を背景にコンテナ船のタイトな需給バランスは今後も続くと思われる。当社はこれまで培ってきた技術に新たな技術的挑戦を積み重ね、船社個々のニーズにきめ細かく応える付加価値の高いコンテナ船を提供していきたいと考えている。



上田直樹



大竹和彦



坂本利伸



西村信一



森英男