



〈連載(355)〉

## 次世代のショート・シー・ SHIPPING 用 RORO船の開発



大阪府立大学 名誉教授  
池田 良穂

Short Sea Shippingという言葉をよく聞くようになったのは、2002年に欧州での国際連合EUが誕生した頃からと思う。これにより総人口4億人を超える一大経済圏が成立し、欧州域内では国を超えた経済活動が活発化し、それまでの国境が実質的になくなった。各種の海事政策も、大きなEUという枠組みの中でたてられるようになり、そうした中で経済・環境の両面で優れている海運に光があたり、欧州全体としての海上物流網の近代化が模索される中でShort Sea Shippingという用語がよく使われるようになった。英語を母国語とする英国ではCoastal Shippingの方が一般的であったが、大洋を渡るDeep Sea Shippingの対比的な意味で広く使われるようになって、今では英国でもすっかり定着している。このショート・シー・SHIPPINGについては、その近代化に向けてEUを挙げてハードおよびソフトの研究開発が進められ、先進的なRORO船や港湾自動荷役システムの開発等が行われた。

このショート・シー・SHIPPINGを日本

に当てはめれば、内航および近隣諸国との間の短距離海運ということとなり、日本国内航路と、日本と韓国、中国、台湾、極東ロシアとの間の短距離海上輸送航路を指すことになる。日本の国内航路では、モーダルシフトの追い風もありRORO貨物船や内航コンテナ船の定期航路の拡充が進んでいる。先行していたカーフェリー(ROPAX)による国内定期輸送は、高速道路の無料・低廉化政策等によって業界の縮小を強いられたものの、その後の政策転換、モーダルシフトやドライバー不足の追い風もあって復活基調にある。

一方、日本発着の東アジア国際航路については、欧州のような国境を越えたシームレスな車両の相互乗り入れが完全には実現していないこともあって、RORO客船およびRORO貨物船の運航はまだ限られているのが現状だが、フィーダー航路のコンテナ船の航路網は、幹線海上航路のハブ&スポーク化に伴ってかなり発展している。こうした国内・海外の国際航路の未来について欧州での事例と比較しながら考えてみたい。

欧州では、ROPAX (RORO客船) の大型化が先行して、1990年代には7万総トン級船がバルト海航路に登場し、その後、ドイツ～ノルウェー航路、オランダ～イギリス航路にも同規模の巨大フェリーが続々と登場した。これらの船はクルーズフェリーとも呼ばれ、いわゆる移動客だけでなく、船旅を楽しむ観光客需要を掘り起こして大きく成長した。日本のフェリーの大きさと比べる時には、国際総トン数表示になっているため注意が必要だが、日本船の総トン数にすると4万総トン前後になる。

一方、欧州のRORO貨物船が、最近になって急激に大型化の傾向を示している。欧州ショート・シー・ SHIPPING界の最大手のグリマルディラインの例では、2022年建造の「エコ・リボルノ」クラスでは、総トン数が67,311トン、載荷重量が18,128トンとなっている。同船のレーン長は7,800mであり、これを歴代船のレーン長と比べてみると、1999年建造船は2,600m、2011年建造船は3,850mであり、この20年間でレーン長が3倍にまでなっていることがわかる。この大型化によって輸送コストが減少していることはもちろんだが、CO<sub>2</sub>の排出量が激減している。同社の資料によると、CO<sub>2</sub>の排出量をkg/(海里×積載トレーラー台数)で表すと、1999年建造船に比べると2020年建造船では1/7にまで減少している。一方、航海速力は1999年建造船も、2020年建造船も21ノットであり、変わっていない。ただし、この20年の間で、航海速力は、一時期CO<sub>2</sub>排出削減の流れの中で17～20ノットまで低減していたが、大型化によって積載トレーラー1台あたりのエネルギー効率を向上させることによって航海速力を21ノ

ットまで復帰させたと見ることもできる。

欧州の大型のRORO貨物船の建造所が、欧州から中国にシフトしていることも最近の顕著な傾向と言える。船主自身が、船舶設計会社や研究所・大学と連携して新造船の設計を行い、その上で入札により建造所を選択するというやりかたは、欧米では一部の船種で30年ほど前からとられてきていたが、近年、ショート・シー・ SHIPPINGに使われるROPAXおよびRORO貨物船においても広がっており、建造所としてアジアの造船所、中でも中国の造船所に白羽の矢がたっているようだ。LNG燃料船、自動運航船などの最先端船舶技術が、欧州から中国へと急速に流れている。



グリマルディラインの最新鋭RORO貨物船



中国の造船所で連続建造中のフィンランド向けの7万総トン級RORO貨物船

さて、今から20～30年後のショート・シー・ SHIPPINGに使われる船について考えてみよう。船舶燃料が石油中心であった

21世紀初頭には、CO<sub>2</sub>排出削減が叫ばれ、化石燃料削減のための航海速力低減が主流となっていたが、次の世代にはあらゆる輸送機関の燃料のゼロエミッション化がなされ、船の競争力は再び大量輸送による経済性と、サプライチェーンの中でのリードタイム削減の2点が重要になるように思う。

リードタイム削減には、船舶の高速化が必然となり、航路によっては25～30ノットの航海速力が必要になると考えられる。船舶の高速化は、これまでも幾度も試みられては頓挫している。コンテナ船ではシーランド社の30ノットの航海速力を誇ったSL-7の7姉妹船、大型カーフェリーでは30ノットの「フィンジェット」から始まり、石油価格の乱高下の中で姿を消した。また、日本では、50ノットの高速貨物船開発プロジェクト「テクノスーパーライナー」もあったが、成功しなかった。

しかし、30ノット級の高速船が成功している事例はショート・シー・ SHIPPINGの世界ではいくつもある。例えば、日本では、久々の長距離フェリー航路の新設となった関東～北九州航路では、29ノットの高速カーフェリーの投入により、従来の2泊3日の航海が1泊2日に短縮され、貨物輸送だけでなく、旅客輸送の新しい需要も創成している。こうした成功事例に接すると、遠くない将来に燃料のゼロエミッション化が定着した後の海運界では、再び高速化がひとつのキーワードになりそうに思う。

船の高速化に必要なことは、水から受ける抵抗を減らすことである。かつての船は人力、風力などで走っていたので、抵抗を減らすために細長く、痩せた船型をしてい

た。その究極の形が、競技用の細長いボートであり、例えばアメリカズカップの痩せたヨットである。

一方、動力船の時代になって、大きな推進力が得られるようになってから、船はできるだけたくさんの荷物が積めるように箱型の船型が好まれるようになった。一定の長さ、幅、喫水という条件下では、箱型の船型が一番たくさんの荷物を積めるからである。

さて、抵抗の小さい細長いボート船型は、カタマランやトリマランといったマルチハル船型に進化して、高速旅客船や高速カーフェリーの分野で花開いたが、痩せたヨット船型のよさを取り入れた高速商船はまだ見当たらないように思う。

そこに目を付けて開発したのがヨット船型PCCであり、筆者が現役時代に、学生の卒業研究の一つとして取り組み、成果を学会で公表したのが10年ほど前のことである。この研究成果<sup>1)2)</sup>は、次世代のショート・シー・SHIPPINGのための高速RORO船には適していそうなので、ここで改めてご紹介したい。

モデルにしたのは、アメリカズカップ用に開発されたモノハル型の船型で、それをPCCに適用してみた。全長199mで、幅が32.2mの旧パナマックス型のPCCと同じ積載台数を確保することとすると、幅をかなり広げた船型になった。幅広船型になったため、復原力が増加してバラスト水を90%程度削減することができた。船体断面は丸型で船首尾船底が切り上がった特殊な船型である。ヨットの場合には、重心を下げまた横流れを防ぐためのセンターボードが必須だが、このヨット型PCCには取り付け

ていない。比較対象とした在来型PCCと、新たに開発したヨット型PCCの正面線図をFig.1及び2に示す。

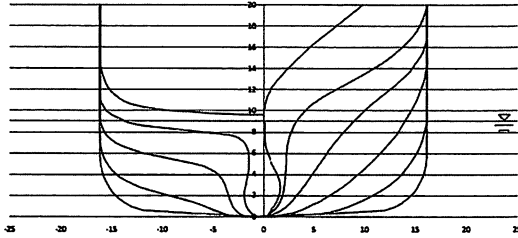


Fig.1 Conventional-type PCC's body plan

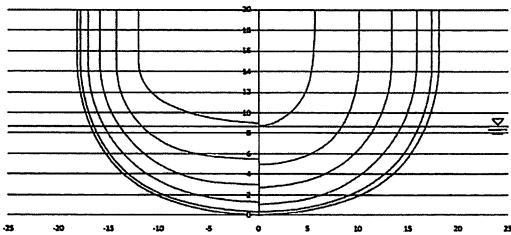


Fig.2 Yacht-type PCC's body plan

両船型の2m模型を用いた、摩擦抵抗の推定値、剰余抵抗の計測値、実船寸法での有効馬力を計算した結果をFig.3～5に示す。Fig.3に示す結果から、船体を丸い船型にしたため浸水表面積が大幅に減少したため、20ノットの航海速度に当たる $F_n=0.24$ において摩擦抵抗が約14%減少することがわかる。

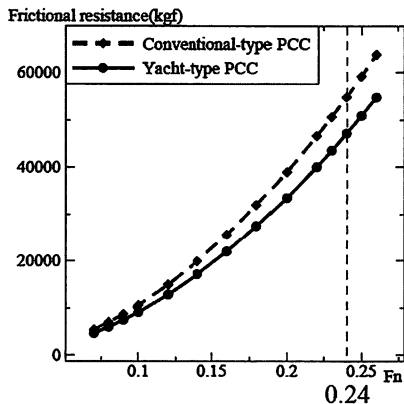


Fig.3 Measured frictional resistance of conventional-type and yacht-type PCCs

模型実験によって求められた剰余抵抗はFig.4に示すように28%減少しており、これは造波抵抗成分の減少と、バトック船尾形状にしたための粘性圧力抵抗の減少によるものである。これらの結果からヨット船型の有効馬力は、Fig.5に示すように在来型PCCに比べて19%減少する結果となった。

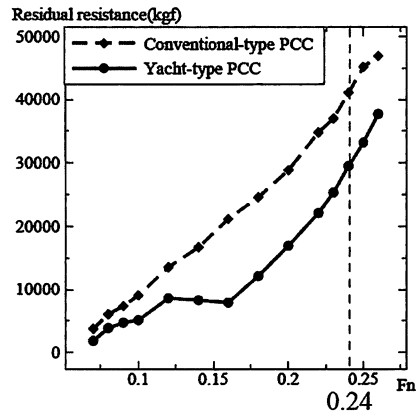


Fig.4 Measured residual resistance of conventional-type and yacht-type PCCs

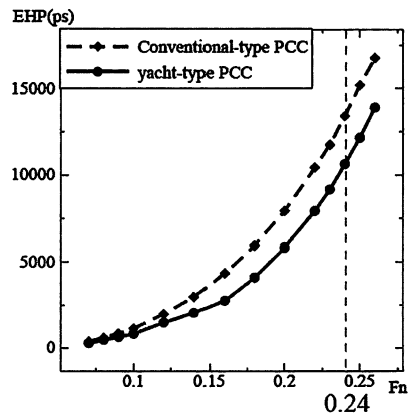


Fig.5 EHP of conventional-type and yacht-type PCCs obtained by using measure resistance.

次に波浪中抵抗増加を模型実験にて計測した結果をFig.6に示す。入射波の全周波数域においてヨット船型PCCの方が、抵抗増加がかなり減少することが分かる。

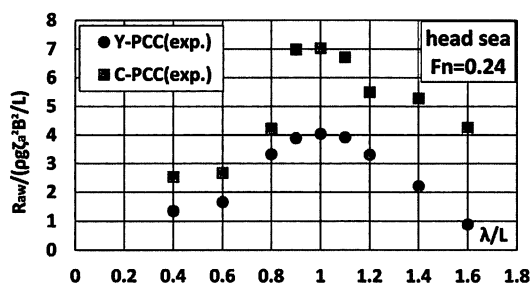


Fig.6 Measured added resistance of conventional-type and yacht-type PCCs in head seas

最後に、横風中の抵抗増加について述べる。水面上の船体構造物が大きいPCCは、横風中で漂流することによって斜航することによる抵抗増加が大きくなることが指摘されている。このため、両船型の模型の斜航試験を行って、斜航時の抵抗増加と横力の計測を行った。その結果がFig.7である。驚くことにヨット船型PCCは、斜航角の増加に伴って抵抗が漸減することが明らか

になった。横力の計測では、ヨットに特有のセンターボードを付けていないことからヨット船型の方が大きくなり、斜航角は大きくなることが予想されるがその時の抵抗増加はそれほど大きくはならないと思われる。ただし、総合的な評価は行っていないのでセンターボードの必要性の判断はできないが、操縦性の向上も意図して船尾にスケグまたはセンターボードを取り付けることも考えられる。

前述したように、20～30年後、輸送機関のゼロエミッション燃料が浸透した先には、再び、船には高速化が求められるように思う。この時に向けて、世界に先駆けて高速な優秀船の開発に取り組むことが大事だと思う。ご紹介したヨット船型の適用以外にも、それぞれの航路、求められる速力によって様々なアイデアが考えられる。若い研究者の柔軟な思考に期待したい。

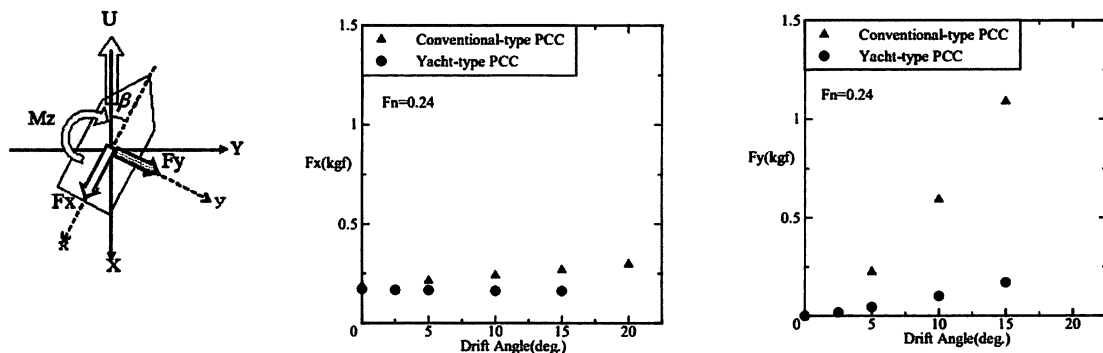


Fig.7 Measured resistance  $F_x$  and side force  $F_y$  acting on conventional-type and yacht-type PCCs in oblique towing model tests

## 《参考文献》

- 1) 服部、田井、桃木、池田: PCCへのヨット船型適用に関する研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第13号、2011
- 2) 矢野、三宅、田井、清水、井畑、池田: PCCへのヨット船型適用に関する研究(第2報)、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第21号、2015