

〈連載(261)〉

摩擦抵抗の低減法



大阪府立大学大学院 海洋システム工学分野教授
池田 良穂

前回、気泡を船底から噴き出して摩擦抵抗を低減するシステムを搭載したフェリーとして鹿児島～奄美諸島～沖縄本島航路の新鋭船「フェリー波之上」を紹介した。同船では実質的には、約3%の燃料削減に成功している。同じ三菱重工建造で、同様の空気潤滑システムを搭載したモジュール船「ヤマタイ」では、比較的低速でさらに浅喫水幅広の特殊な船型であることから、この船では10%近い抵抗削減効果が得られているという。

高速域で急増する造波抵抗の低減については、球状船首の開発などがこの40年間ほどの間に理論的な裏付けのもとに着実に進んだが、摩擦抵抗については、浸水表面積(水面下船体の表面積)に比例するというその特性上、大きな削減は難しいと考えられてきた。船の省エネ開発にとっては、最後に残された大きな技術課題と言える。

摩擦抵抗は、浸水表面積に比例するから、同じ排水量であれば表面積が最小の形状が摩擦抵抗が最も小さくなることは自明である。この究極の形状は「球」であるが、これ

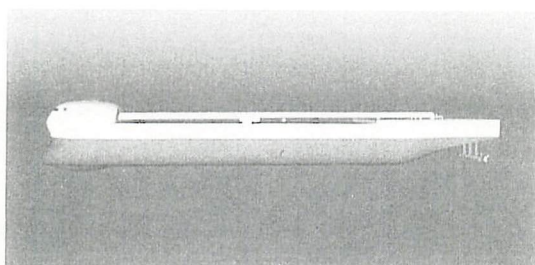
では走行時に球の背後に大きな剥離渦が生じて、大きな粘性圧力抵抗が働く。そこで球を前後に引き延ばして細長くすると、この粘性圧力抵抗が減少して、抵抗の小さな形状ができ、これがいわゆる流線形である。空を飛ぶ飛行機は、造波抵抗とは無縁なので、摩擦抵抗と粘性圧力抵抗が最小になるようにその胴体が考えられている。すなわち、丸い前端と、円形断面の細長い胴体と、後端を剥離がないように絞り込んだ形状になっている。

筆者らは、ノンバラストのタンカー、バルクキャリアの開発にあたって、このコンセプトを導入して、満載状態で在来船に比べて17%ほどの抵抗軽減が可能であることを示した。この船型は、これまでのタンカーやバルクキャリアの太った船型とは全く違って、非常に痩せた船型であり、これまでの常識を覆すものである。

しかし、このように船型を理想的なものにしても、浸水表面積の削減はこのあたりが限界であり、これ以上の省エネは原理的に不可能となる。



粘性抵抗(摩擦抵抗+粘性圧力抵抗)が最も小さいのは、飛行機の胴体部分。



飛行機のように丸い断面の中央部と流線形の船尾をもつ筆者考案のノンバラストタンカー

そこで、次に空気で浸水表面を覆って、水との接触面を減らすというアイデアが浮かぶ。この考え方は、150年も昔の1880年代には考案されて、特許もとられているという。しかし、実用化はなかなかできなかった。すなわち、社会のニーズがそれほどはなかったということ、実用化には技術的な高い壁があったということであろう。1960年代には、当時のソビエトで研究が進み、気泡を船底に注入する方法、薄い空気膜で覆う方法、船底に空気槽を設けて空気を溜める方法などの開発が行われ、河川用船舶での実船実験も幅広く行われたことが、最近の調査で明らかになった。

また、日本でも、1990年代半ばから、大学、研究所、大手造船等での研究が行われ、

空気を使った摩擦抵抗低減法についての可能性の調査研究が行われた。この研究の成果として、気泡を船底から噴出させて船底を覆って摩擦抵抗を低減する空気潤滑法が、最も有望な方法として着目され、今では、実用化レベルにまで達しており、冒頭に紹介したように実船による実績で3~10%のエネルギー削減が報告されている。

ここでは、空気を使った摩擦抵抗低減の究極の可能性について考えてみたい。筆者が、最初に空気による摩擦低減の可能性に出会ったのは、沖縄の石垣島でグラスボートに乗った時であった。船底にガラス窓があり、そこから海底の珊瑚礁が見られるようになっていた。ガラス窓は船底とつらいちではなく、少し凹んでいるようで、そこに空気が溜まっていた。乗場から沖合の珊瑚礁まで結構高速で移動する間、この空気がガラス面に薄く広がってほぼ全面を覆うようになっていた。この空気は船底の摩擦抵抗を減らしているに違いない。綺麗な珊瑚礁や熱帯魚の姿よりも、このことの方が筆者には新鮮で、いつか研究をしてみたいと思った。

最近のノンバラストのタンカーとバルクキャリアの開発が一段落して、さらなる抵抗低減策を考えている時に、この空気による摩擦抵抗低減が浮かんできた。そして、これまでの研究について調査してみて、船底の空気膜や空気槽については、船体の航行中の姿勢や波による運動で空気が流出して、抵抗がかえって増えるなどの技術的な壁があって、ヨーロッパやアメリカで細々と研究は続けられているが、ほぼその開発

が断念された状況にあることが分かってきた。こうなると俄然として、この技術の壁に挑戦してみたいと思った。

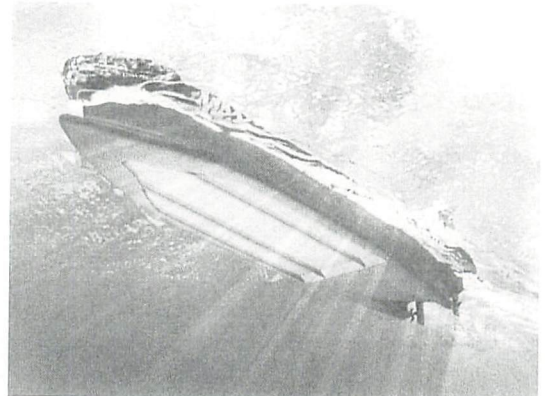
空気泡を噴出する方法に比べると、空気槽法や空気膜法はその船底空気面の面積分だけ摩擦抵抗は減るはずである。すなわち船底に大きな空気面を確保できれば、その面積分だけ摩擦抵抗は減少することとなる。すなわち、喫水が浅く、広い平らな船底があれば、例えば80%を超えるような摩擦抵抗低減の可能性もあるということとなる。この究極の潜在ポテンシャルの高さからも、研究をしてみる価値は十分にありそうだ。

そこで空気循環槽と名付けた空気槽を考案し、この空気槽を船底に設置した模型船を製作して、学生と共に実験を始めてみると、いろいろなことが分かってきた。まず、浸水表面積の40%の船底空気槽を設置した模型船で実験をしてみると、低速の状態では空気の漏れも少なく、35%程度の摩擦抵抗の低減効果が得られることがわかった。これはなかなかの効果である。しかし高速になるに従い(フルード数で0.2以上)、船底の空気面に波が発生し、それが空気を流出させると共に、空気槽の後端の壁に水が当たることによる抵抗が発生することも分かった。この波の発生と抵抗増加をいかに防ぐかがひとつの技術課題として浮かびあがってきた。

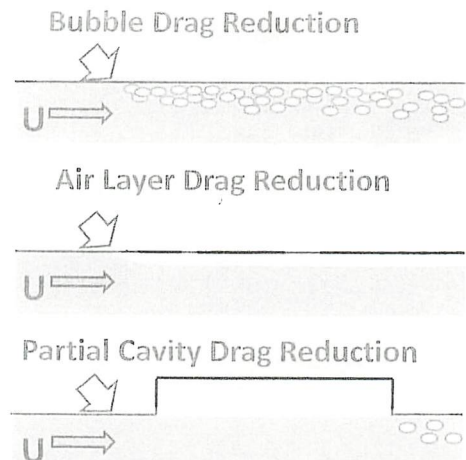
また、急加速をするとその姿勢変化で大量の空気が漏れることも分かった。これは、ゆっくりと加速をする大型の実船では、たぶん発生しない現象だと思われるものの、なんらかの対策が必要だ。

さらに空気槽内の空気の量を減らすと、

こうした姿勢変化や波浪中での運動での空気流出が発生しにくいこと、また横傾斜時の空気流出対策も可能であることもみえてきた。



空気槽を船底に設置したイメージ図(ステナライン)



3種類の空気潤滑システムのイメージ
(上:気泡、中:空気膜、下:空気循環槽: 古尾氏作図)

こうして、1年間の基礎研究を通じて、空気循環槽による摩擦抵抗の低減に関する大きな可能性と共に、数々の技術課題も見えてきた。

次に、こうした空気潤滑技術による大幅の抵抗低減が可能となった場合の理想の船

舶の在り方についての検討もしてみた。もちろん、浅喫水で平らな船底をできるだけ広くした船型が理想的となり、船の形が現在の形からは大きく変わる事となる。

内航で使われている1万総トン級のRORO船と、2万TEUの超大型船についての試設計も行った結果、シャーシ1台当た

りまたはコンテナ1TEU当たりの抵抗が30~40%低減できる可能性があることが分かった。今後、1つ1つの技術課題についてブレイクスルーを図り、空気循環槽の実用化を目指し、それに適した新しい船舶の在り方について考えてみたい。

フェリー航路は自動車航路 —瀬戸内海島嶼部の交通政策と地域振興—

風呂本 武典 著

都市圏から離れた地域は、過疎化と高齢化によって衰退が振興しており、それは大きな問題となっている。とくに「島」の場合は、顕著にその傾向が見られ、瀬戸内海の島嶼部にも同様の懸念が拡大している。

しかし、瀬戸内海島嶼部といえ、もともとは地理的に辺地・限界地である「離島」とは異なる特殊性を持つ地域であった。北前船の例など古くは交通網の幹線上にあり、海上交通が隆盛を極めた時代にあつては物流拠点に位置していたことから、比較的恵まれた地域であったのである。

それが高度成長期にともなうエネルギー革命によって輸送される物資は変化し、また、モータリゼーションの発達により、海上輸送はトラック輸送にとって替わられることとなる。

こうしたなか、「再生をめざして」瀬戸内海の島嶼部では、地域振興策が急務とされる。本書は地域の自立的発展には交通政策が必要不可欠である、ということを知らしめ訴えるもの。①瀬戸内海島嶼部の衰退過程とその要因を交通政策の視点から究明する。②瀬戸内海島嶼部の自立的発展に何が必要であるかを明らかにする。それにはパラダイムシフト(=発想の転換)が必要。③パラダイムシフトを実現するうえで不可欠な政策論拠を先行研究に探求するという内容で、家島群島

(兵庫)、笹岡諸島(岡山)、大崎上島(広島)、中島群島(愛媛)などでのデータをもとに実証的に論ずる。

高速道路1000円、さらには無料化という新しい社会の動きのなかで、島と本土・島と島を結ぶ重要なライフラインであるフェリー航路は、今後どのような施策をとるべきか。航路政策を道路政策と捉えるパラダイムシフトが必要ではないか。広島商船高専(大崎上島)で教鞭をとる著者が、島の「離島化」を解消し、島が自立的・内発的に発展していくための真の交通政策を考察・提言する。

交通政策に携わる関係者やNPO組織など瀬戸内海での地域活動者、自治体の関係者はもちろん、海運や港湾、道路関係の事業者、地域経済論・交通論を学ぶ方には是非一読いただきたい。



A5判・224頁・上製カバー付・定価3,570円(5%税込)
発行所・成山堂書店
〒160-0012 新宿区南元町4-51 成山堂ビル
TEL.03-3357-5861 FAX.03-3357-5867
URL <http://www.seizando.co.jp>
E-mail(注文専用アドレス)
order@seizando.co.jp