

船体抵抗の増加に伴う速力の低下について (試算例)

船舶の船体抵抗は、海象や船体の状態等によっては大幅に増減することが知られています。そこで今、船体抵抗が増加したときに船舶の速力がどの程度低下するのかを考えてみることにします。直感的には、たとえば船体抵抗が10%増加したとき、有効馬力があまり変化しないとすれば速力は10%程低下するように入れます。然しながら、船体抵抗自体が速力の関数ですし、プロペラの効率も変化するはずですので話はそれほど単純ではありません。

このような素朴な設問を想定して抵抗増加に伴う速力低下の大きさを試算してみました。以下にその試算結果を紹介します。

1. 計算方法

あらかじめ計算対象船について基準状態の船体抵抗を速力の関数で表しておき、この基準状態の船体抵抗（速力の関数）を一定の割合で増加させたとき、増加した船体抵抗と推力とが均衡する速力とプロペラ回転数を、自航要素は変化しないとの仮定の下に、基本的な推進抵抗理論に基づいて計算しました。

主機関の運転条件は2種類のモードを想定し、それぞれ以下に述べる条件の下で計算いたしました。

(1) 常用出力（NOR）を原則とする運航するモード（NORモード）

- ① 船体抵抗が小さく主機出力がNOR以下でも計画速力が維持できる領域では、速力は計画速力（23ノット）とし、このときの船体抵抗と推力が均衡するようにプロペラ回転数を計算しました。

計算結果によれば、速力は計画速力（設定値）ですが、プロペラ回転数と主機出力は抵抗増加に伴って漸次大きくなります。

- ② 船体抵抗がある程度以上に大きくなると、NOR以下の主機出力では計画速力が出せなくなります。この領域では、計画速力で運航をあきら

め、主機出力はNORに固定し、このときの推力が船体抵抗と均衡するようにプロペラ回転数と速力を計算しました。

計算結果によれば、主機出力はNOR（設定値）ですが、速力とプロペラ回転数は抵抗増加に伴ってほぼ直線的に低下します。

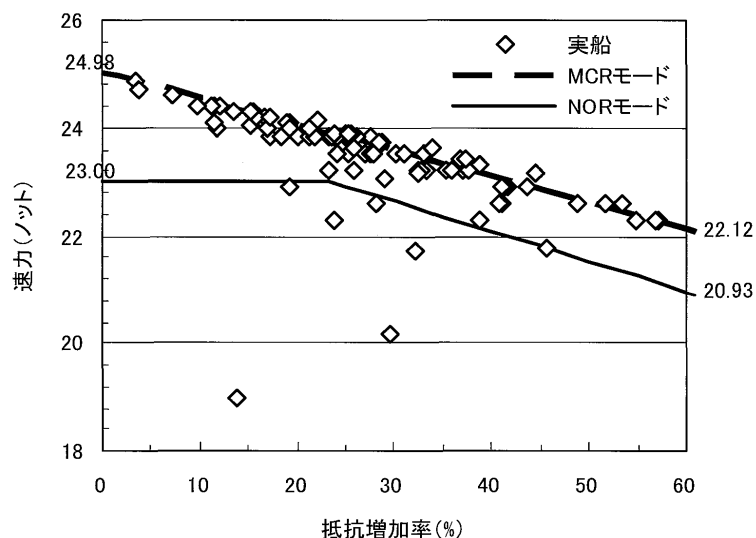
(2) 定格出力（MCR）を原則とする運航するモード（MCRモード）

- ① 船体抵抗が小さい領域では、主機出力をMCRまで上げると回転数が定格回転数を超えてしまいます。このためこの領域では、プロペラ回転数は定格回転数に留め、この時の推力と船体抵抗が均衡するよう速力を計算しました。

計算結果によれば、プロペラ回転数は定格回転数（設定値）ですが、速力は船体抵抗の増加に伴って漸次やや穏やかに低下し、主機出力はMCR以下の範囲で漸次増加します。

- ② 船体抵抗がある程度以上に大きくなると、定格回転数を維持したままでは、主機出力がMCRを超えてしまいます。このためこの領域では主機出力はMCRに固定し、この時の推力と船体抵抗が均衡するよう速力

図 抵抗増加と速力低下
太平洋沿岸航路（南行）の実船データとシミュレーション



を計算しました。

計算結果によれば、機出力はMCR（設定値）のままですが、速力とプロペラ回転数は抵抗増加に伴ってほぼ直線的に低下します。

2. 抵抗増加と速力の低下

上記1. の計算結果に基づき、抵抗増加率と速力の関係を図に示します。この図には、計算対象船舶の航海記録から計算した各航海毎の抵抗増加率を、「実船」として重ねて表示しました。

MCRモードの場合、図に示すように、抵抗増加率が0%から60%まで増加する間に速力は約25ノットから約22ノットへと12%低下しています。すなわち、船体抵抗が10%増加する毎に速力は2%程度ずつ低下すると見ることができます。

一方NORモードの場合、ジーマージン（本船の場合25%）があるのでやや複雑となります。まず常識通り、抵抗増加率がジーマージンの範囲では主機出力NOR以下でも速力はほぼ維持されると考えてよいようです（今回の計算例の場合、抵抗増加率を0%から25%まで引き上げるとプロペラ効率が2~3%程低下するため計画速力が維持できるのは抵

抗増加率23%程度までとなりました。)。そして、これ以降は、抵抗増加率10%当たり2.5%程度低下すると見るができます。

3. 補足—「実船」の計算値について

今回の試算は、長さ150m、計画速力23ノットの高速内航貨物船（雑貨輸送）を対象として行いました。図中に示す「実船」の値は、本船の航海記録に基づく計算値です。基準の船体抵抗は2/3載貨状態の計測値を速力の関数で表しまし

たが、本船は定期運航の雑貨輸送船ですので実際の載貨状態は様々です。また、実船データ（航進距離、航進時間、プロペラ回転数等）は通常の航海記録から収集したものであり、速力は航進距離と航進時間から計算した対地速度です。このため「実船」の計算値はこれら元データに起因する誤差を含みます。抵抗増加率の計算は本誌の本年1月号（No.70）に掲載した「実海域における推進抵抗増加率について（試算例）」の方法で行いました。

「実船」の計算値について見ると、本船は抵抗増加率が低い領域でも頻繁に

MCR付近で運航されているように見えます。もちろん実船データの誤差の影響があると思われます。但し、NORモードとMCRモードの速力差は1ノット（4.3%）～1.5ノット（6.5%）に過ぎません。本船の計画航海時間（27時間）には殆ど余裕がありませんので、荷役の都合等で出港に1時間から1時間半程の遅れが生じた場合には、スケジュールを取り戻すために、このような運航をせざるを得ない場合もしばしば生じます。

（常務理事 松本）

アフリカ内陸水運の現状

アフリカ大陸には大きな河川あるいは内陸湖沼が多数あり、至る所で道路ネットワークが未完成なうえ、寸断又は迂回を余儀なくされ（ミッシングリンク）、これらが内陸交通整備・発展の大きな妨げになっており、物資の移動、人の移動を非常に難しくしている。ミッシングリンクは特に内陸国にとって、対外貿易ルート（しばしば回廊と言う表現で表される）を失うという重要な問題であり、これが現在のアフリカの経済、社会の発展障害、貧困の原因の1つになっていると考えられています。

昨年度、一昨年度と2年度に亘り南部アフリカ地域の内陸国ザンビア国及びマラウイ国の内陸水運を調査し、内陸水運の現状と船舶のニーズの調査を実施しましたので、これらのうち、ザンビア国の

水運の現状について紹介します。ザンビア国は、1964年に英領ローデシア・ニヤサランド連邦より独立したアフリカ大陸南部の内陸国で、国土の大部分が海拔1000～1600mに位置しています。

ザンビアには多数の湖、河川が存在し、水運は内陸湖水を航行する船舶及び河川を航行する船舶に分類されます。湖はタンガニーカ湖を始め大きな湖水が幾つもあり、一部は国境を有して域内貿易が実施され、またザンベジ河（ヴィクトリアの滝がある河）は国を南北に分ける大河で、特に雨季には湿地帯の道路は寸断されます。



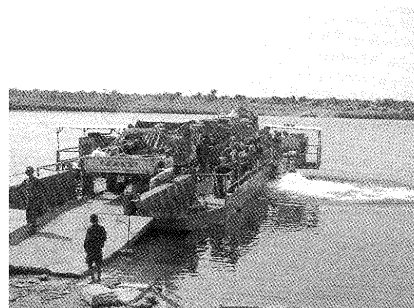
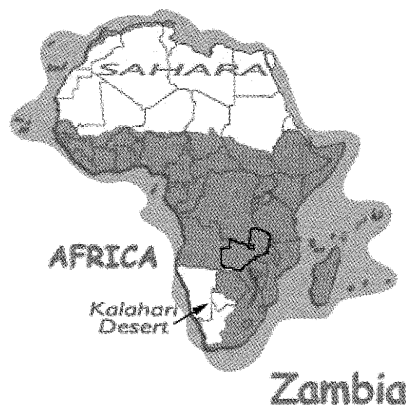
人力河川フェリー

川フェリー（現地ではポンツーンと呼ばれる）、湖水フェリー、民間運航の観光船及び個人所有のボートに分かれます。

河川フェリーは、推進器付きのフェリー、ワイヤーを通した人力フェリーなどがありますが、構造は写真のようにポンツーンをピン結合、側面をL字型フランジによるボルト締め連結した構造であり、推進器として船体横にハイドロマスター（アクアマスター）を使用しています。

このように、アフリカ内陸国では船舶輸送力整備のニーズは高いにも拘わらず、ニーズに合った船舶を適切に運航し、運航・維持管理する体制は、組織、施設ともに極めて不十分であり、これらに対する技術支援、資金援助が望まれています。

（海外協力室 仲條）



コンゴ国境のフェリー

これらの水運で使用される船舶は、種類別では住民の移動、貨物輸送及び漁業に供される伝統的な丸木船、小型FRP船、小型木造船と、国が運航する動力付き河