

小型高速旅客船 省エネマニュアル 【基本編】

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

1. はじめに

本マニュアルは、離島航路等に就航する小型高速旅客船の建造や運航の経験が少ない方に向けて、船の省エネルギー対策等について紹介するものです。

小型高速旅客船を建造するときの要点は、安全・旅客サービス・省エネのバランスです。定期航路を運航する小型高速旅客船においては、船舶建造後に大幅な省エネルギー化をはかるのはとても難しく、建造時に省エネルギー化を考えておくことが大切です。このマニュアルは、小型高速旅客船を対象として、建造時の省エネルギー化を考えるための対策を示しています。

さらに、運航時にも船員の方とともにできる省エネルギー対策がありますので、その具体的な省エネルギー対策についても示しています。

2. 小型高速旅客船におけるエネルギー消費

小型高速旅客船の省エネルギー化を考えるにあたって、小型高速旅客船のエネルギーの使い方を知ることが大切です。いつ、どのようにエネルギーを使われているのかを知ることによって、どのように省エネルギーを行えば効果的であるかがわかります。

図1は、実際に就航している小型高速旅客船 A 船（表1）のエネルギー消費の内訳です。航行時、入出航時、アイドリング時、停泊時それぞれにおいて、各機器が稼働しているときの1分当たりの燃料費を示しています。また、図2は、標準的な運航における A 船の一航海当たりの燃料費内訳を示しています。停泊時以外は、主機関の割合が大きく、特に航行時は主機関の燃料費が多くなっていることがわかります。

表1 小型高速旅客船 A 船の要目概要と運航形態

要目等	A 船の値	要目等	A 船の値
全長	約 26m	満載排水量	約 55 トン
垂線間長	約 22m	連続定格出力	約 600kW × 2 基
幅	約 5m	速力	約 20 ノット
深さ	約 2m	航行時間（片道）	約 45 分
満載喫水線	約 1m	1 日の運航数	4 往復
総トン数	約 58 トン	備考	バウスラストを装備

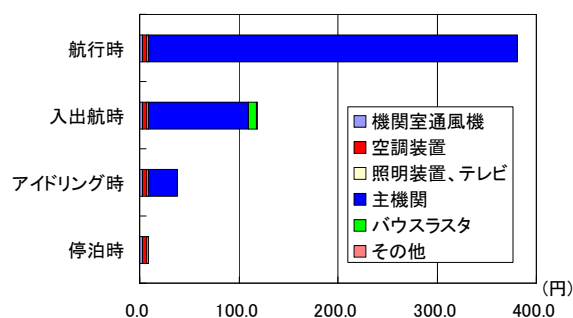
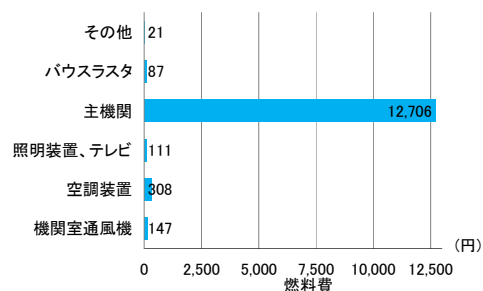


図1 A船の各機器の1分当たりの燃料費



いずれも A 重油 1kg100 円として計算
図2 A船の一航海当たりの燃料費

3. 船の寸法と省エネ

小型高速旅客船は、寸法（トン数）を小さくすることで、小型・小出力な主機関を使っても同じ速力を得ることができます。図3は、総トン数60GT（航海速力25ノット）の小型高速旅客船を30GT、19GTに小型化したときの主機出力を推定した結果です。

さらに、船を小型化することで、同じ速力を得るときに必要な燃料費が大幅に低減します。図4は、総トン数60GTの小型高速旅客船を小型化したときの燃料費を試算した結果です。総トン数60GTの小型高速旅客船を19GTに小型化することで40%近くの省エネ効果があることがわかります。

一方、船を小型化すると海象が悪いときに安全性を保つことが難しくなります。冬場に波が高い海域を航行する船舶では欠航率が高まる可能性がありますので注意が必要です。すなわち、航路に適した寸法（トン数）とすることが重要です。

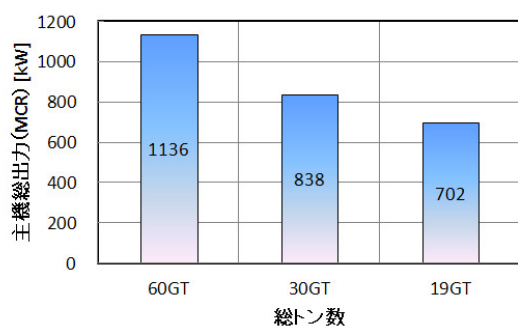


図3 船の小型化と機関出力の低減

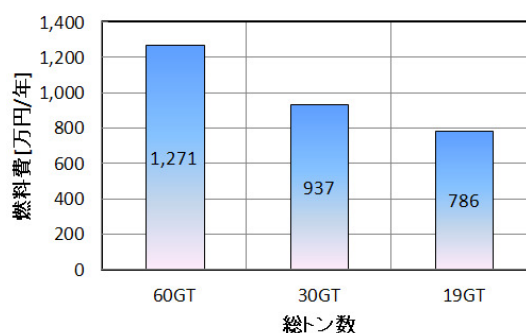


図4 船の小型化と燃料費の低減

4. 小型高速旅客船の省エネのポイント

1) 運航と省エネを考えた機関の選定

主機の出力は、船の寸法と必要とされる航海速力から決められます。図5は、総トン数60GTの小型高速旅客船において、航海速力に対する主機出力を推定した結果です。例えば、航海速力25ノットの船（1航海24分×4航海/日を想定）を23ノット（26分）にすることで5.5%の燃料消費削減、21ノット（28分）にすることで11%の燃料消費削減となります。わずかな速力の違いで燃料消費量が大きく変わることがわかります。

また、ディーゼル機関は負荷率によって燃料消費率が変わります（図6）。燃料消費率の値が低いほど出力あたりの燃料消費が少ない、すなわち熱効率が高いことを示しています。一般に、主機は負荷率75~90%程度で、燃料消費率が最も低くなります。このような特性をしっかりと理解して主機を選定することが大切です。

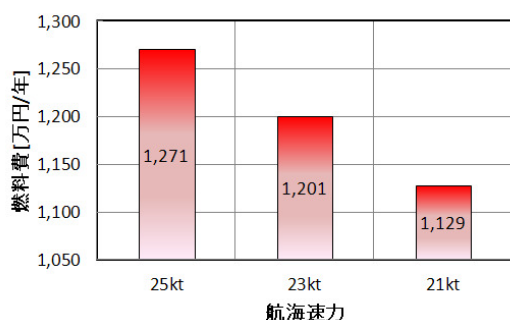


図5 船の速力と燃料費

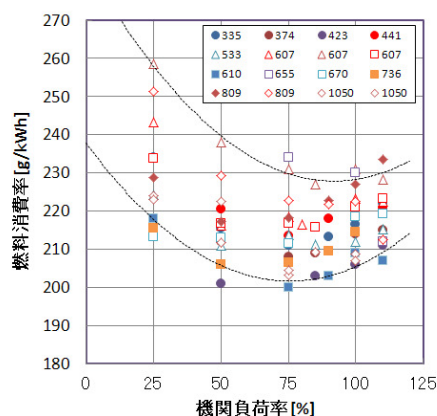


図6 ディーゼル機関の燃料消費率

2) 船員の方とともに行う省エネルギー対策

省エネは重要ですが、小型高速旅客船としては、安全性及び旅客サービスと両立することが当然必要です。建造時には、気象海象の厳しい時期にも欠航が少なく、安定して航行できるような総トン数、船型を選定することとなります。

さらに、就航後にも、船員の方の就労環境に配慮しつつ、船員の方とともにできる省エネルギー対策があります。ここでは、主機関とその他の機器に分けて、運航前、運航中、運航後のそれぞれについての省エネルギー対策の項目と概要を紹介します。

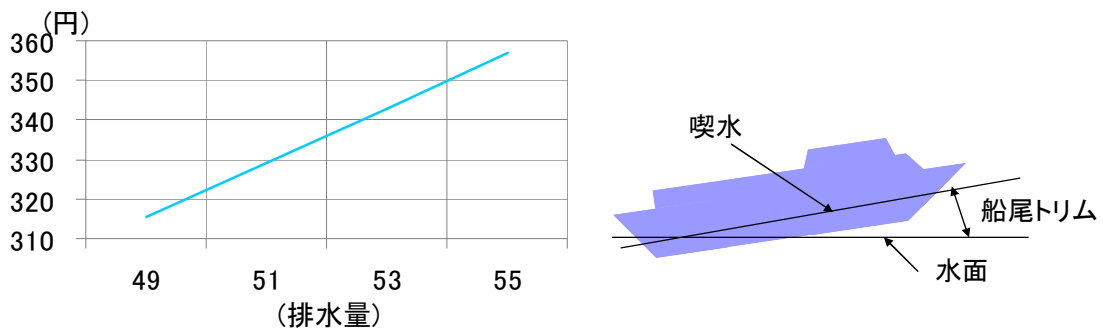
小型高速旅客船省エネルギー対策一覧

1) 主機関		2) その他の機器	
① 運航前	排水量及びトリム管理等	① 運航前	空調等の合理化
② 運航中	減速航行、航海計画の見直し等	③ 運航中	稼働台数の合理化
④ 運航後	主機関の性能保持等	② 運航後	発電機の性能保持、船体等の洗浄

1) 主機関

① 運航前の対策

図3は、A船の50%載貨状態から満載状態まで排水量を変化させたときの主機関の燃料費を示しています。A船の場合、排水量が1トン増えると燃料費が1分当たり7円程度増加することが示されています。このように、エネルギー消費において排水量を少なくすることは重要です。また、適正な滑走姿勢を確保することが効率的な航行につながります。



速力は20ノット、A重油1kg100円として計算

図3 A船の排水量と主機関燃料費の関係

排水量及びトリム管理では、搭載している燃料の重量を抑えることも考慮する必要があり、そのために、可能な限り運航に最低限必要な燃料のみ搭載する補給スケジュールを検討することが必要です。ただし、燃料タンク内の燃料が少な過ぎて主機関が燃料と一緒に空気を吸い込んでしまうことは絶対避けなければなりません。

また、燃料タンクが船首船尾両方に複数ある場合は、適正トリムとなるように、それができない場合は、できるだけ船尾位置で左右均等に搭載するような燃料搭載計画を検討する必要があります。

さらに、船内で使用済みの排水や船底に溜まってしまふ余分な水を計画的に陸上に揚げることも、排水量管理には必須です。なお、これらの余分な水は、FRP 船の場合は、構造材である合板等に吸収され重量増加と構造材の脆弱化を引き起こし、アルミ船の場合は、電食の要因になります。

余分な荷物を船内に積まないためにも、予備品の使用実績を踏まえて船内に保管する量は最小限とし、それ以外は陸置きできるような陸上施設の用意も必要です。

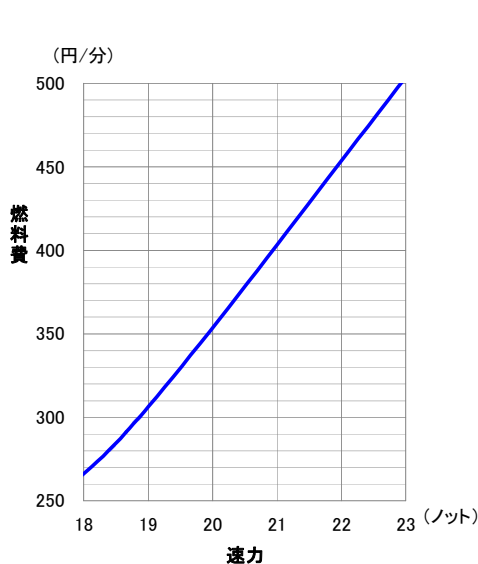
さらに、主機関の起動時刻を出港時刻に基づき適正にすることが必要です。

② 運航中の対策

図4は、満載排水量55トン時のA船の速力と主機関の燃料費の関係を示しており、速力が増すと燃料費が顕著に増えることがわかります。

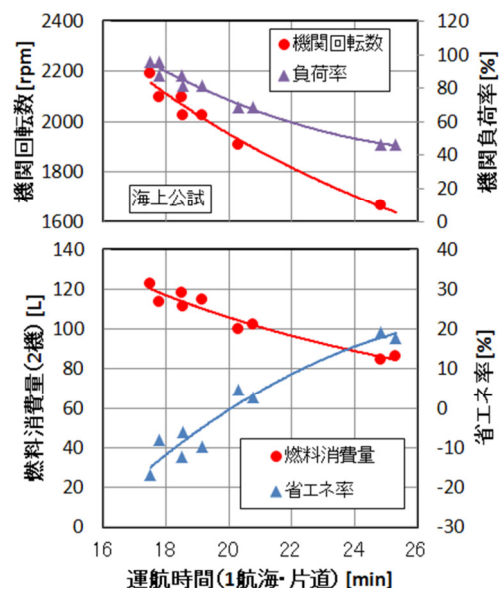
図5は、A船と類似のB船での減速航行の効果を試算した結果です。B船は27ノット片道20分で航行していますが、約24.5ノット22分で航行すれば10%の燃料消費削減、約21.5ノット25分で航行すれば、20%の燃料消費削減が見込まれることが示されています。このように、減速航行は、エネルギー消費を減少させる方策としての効果が大きくなっていますので、許容される範囲での減速運航を検討しましょう。

なお、運用時には、利用者との協議、時刻表の改訂等が必要になります。



A 重油 1kg100 円として計算

図4 A船の速力と燃料費の関係



B船は主機関連続定格出力約800kW×2基

図5 B船の減速運航の効果の試算

安全航行のためには、気象・海象情報、潮流情報の入手が必須ですが、安全を確保した上で、運航の合理化を図ることも必要です。

波浪状況が悪いときに定時運航を確保するために速力を維持すると、大きなエネルギーが必要となります。そこで、波浪と速力・必要馬力、風圧側面積の影響といった自船の特性と照らし合わせ、波浪状態が悪いときには、減速や最適となる針路を選択するなど、航海計画を見直すことにより安全で合理的な航行ができるよう船長との調整が必要です。

その他にも、船長、機関長とともに、余分な燃料を消費する急激な加減速は回避、予定時刻に合わせた計画的入港、エネルギー消費の大きいバウスラストの使用を最小限とするような岸壁への進入コースの検討、主機関のオーバーロードの防止について共通認識を持つことが重要です。主機関の適正負荷による運航は、主機関各部への負担を減らし、オーバーホール間隔を保ち交換部品の減少にも繋がります。

③ 運航後の対策

着岸後、主機関は、アフタークーリング後の速やかな停止をすることが必要です。主機関の稼働時間の短縮は、オーバーホールまでの期間延長が図られ、メンテナンスコストの削減にも寄与することとなります。

夏季においては、主機関の冷却海水の管系が海洋生物により閉塞され、冷却効果が低下することがあることから、これを防止するため、定期的な冷却海水管系等の清掃が必要です。メンテナンスについては、主機関・減速機メーカー推奨の点検整備項目やオーバーホール間隔を踏まえつつ、オーバーホール結果を詳細に見直した上で、的確に実施できるよう、点検・整備計画及び部品交換計画の適正な策定が重要です。

2) その他の機器

① 運航前の対策

旅客船において客室用の空調設備は通常欠かせない設備ですが、設備の清掃を定期的に行うとともに、運航中も含め、設定温度と電力消費量の把握、日々の天候・気温の確認、乗客の乗船時刻を考慮した適時の空調設備の稼働開始と適切な設定温度管理を、船員の方と協力して実施することが必要です。

さらに、照明器具についても、乗客の乗船前の客室をはじめ、不在時の消灯は必須です。

② 運航中の対策

船舶の電気機器は使用状況が最も厳しい状態を考慮して設計されているため、季節または運航状況によっては能力が過剰となります。よって、この点を考慮した節電を図ることが可能です。

③ 運航後の対策

発電機をはじめその他の機器も、主機関と同様に性能保持を図るため、計画的な整備を行うことが必要です。

一方、船舶の推進抵抗は、入渠後の就航時間とともに悪化します。推進抵抗の増加は、直接主機関の負担の増加につながります。これを防ぐには、水中または乗架して、船体の洗浄を行うことが有効です。

毎日運航する定期航路の高速旅客船の場合は、フジツボ等の海洋生物の付着まで至らず、清掃しやすい海苔やスライムの付着に留まっていることもありますので、浮上中の清掃方法（水中清掃を含む）についても検討してください。ただし、船体は洗浄により塗装面が荒れるため、洗浄直後は抵抗が減りますが、汚れがつきやすくなる場合もあることに注意してください。

また、船体と同様に、プロペラの汚れもエネルギー消費を悪化させます。高速船のプロペラは回転数が高いので汚れが少ない傾向にありますが、プロペラの状態を確認して、汚れている場合は洗浄を行うことが有効です。

5. おわりに

船の運航は、船員の方が、日々の船の状態、季節ごとや経年での船の運航状態の変化を把握しつつ、責任を持って行われています。建造や運航に初めて携わる方は、それら船の状態を的確に把握し、船員の方と共通認識を持って、船の建造及び運航に関与することが重要です。そこで、運航に関するデータを収集し、表計算のソフトを使ってグラフ化することで、携わっている船の運航の状態やエネルギー消費の情報を把握することができます。是非、船員の方と協力して、定期的にデータを収集し、電子ファイル化してください。これらのデータを何カ月、何年と蓄積することで、計画的なメンテナンスや新造船の建造時に役に立ちます。そして、関係者が、継続的に、省エネルギー対策に取り組める環境を育てていただければ幸いです。

このマニュアルの他に、建造時の初期検討段階の参考資料となる【建造編】と運航事業者が日常的に用いる【運航編】を作成しています。