

船舶のGHG削減技術について

<既存技術>

(1) 船体抵抗・粘性抵抗の軽減

★ 船首改良型の船舶の開発

AX-Bow: 波浪中での性能改善を意図して水面上の形状を工夫した船首形状

SEA-Arrow: Cb がやや小さい中速船を狙った楔形船首形状で波浪中の性能向上を図る

Delta Bow: 肥大船型への適用を考慮した逆傾斜の船首形状

★ マイクロバブル

船体の摩擦抵抗を低減させる方法:

大型油タンカーのような肥大船は全抵抗の約 80%が摩擦抵抗であるので、船首近くの船体表面から微細な気泡は浮力の作用のよりかなり下流の範囲まで船底表面近くに留まるので 10%程度の省エネ効果を得ることができる。

(2) 推進効率の改善

推進効率の改善を目的として各造船所は各種の省エネ装置(プロペラ周りの付加物を開発している。

★ プロペラ前方設置型

ダクト型: プロペラの前方に加速流を与える。

プレスワール型: プロペラ回転方向と反対方向に回転流を与える。

水平フィン型: 伴流利得の改善を主たる目的

★ プロペラ後方設置型

舵に取付られプロペラ後流の回転エネルギーを回収する。

ステータフィンを除けば、現在は水平フィンとバルブ(Rudder Bulb)との組み合わせが主流となっている。

(3) プロペラの効率改善

★ 二重反転プロペラ

一つの軸上に二つのプロペラを直列に配置し、前方のプロペラから流出する回転エネルギーを逆回転する後方のプロペラで回収して推力に変換するプロペラである。海上試運転で約 15%の効果が確認されている。

★ プロペラハブ渦回収装置

代表的例としてプロペラボスキャップフィン(PBCF)がある。無駄に捨てられていたプロペラハブ渦のエネルギーをフィンに取付けたボスキャップで回収する装置で既に約 1,700 隻の採用実績があり、約 5%の省エネ効果がある。

★ ポッド推進装置

ポッド(鰻の意)には360度回転可能なものと非回転式の型式とがあり、回転式のものにはアジマススラストとも呼ばれている。

ハイブリッド型 CRP ポッド推進装置は従来のディーゼル推進装置とポッド推進装置を組合せたもの。1軸のハイブリッド型 CRP ポッド推進装置は従来の2軸推進装置と比較して約13%の省エネ効果がある。

★ プロペラ翼の最適設計

従来型のハイスキュープロペラに新開発の翼断面形状を採用し、さらに遺伝的アルゴリズムによる最適設計を取入れることにより従来型より2~3%の効率改善が可能であると報告されている。

(4) 廃熱回収

船用主機関システムのヒートバランスから、燃料の持つエネルギーを100%とした場合、その49.3%が軸出力として取り出され、その他として放熱されるエネルギーの中で最も高い比率は排ガスであり、27.8%が機関から放出される。

その排ガスの有効利用が省エネに繋がる。

★ Wartsila 社提案の廃熱回収システム

エンジンからの排ガスでパワータービン(ガスタービン)を駆動し、歯車装置で上記タービンに動力を伝達し、発電機を駆動している。また推進軸系には推進モータ(兼軸駆動発電機)が装備され、取出した排ガスエネルギーを推進用の動力として使用している。このような廃熱回収によりシステム効率が約10%上昇すると報告されている。

★ ハイブリッド過給機

パワータービンを使用しない比較的簡単な構造。

過給機のロータに発電機(兼モータ)を接続したもので次の特徴を持つ。

- * パワータービンとその関連機器、配管が不要で余分なスペースが不要
- * モータとして機能させ、過給機性能を補う。(2ストローク機関では電動補助ブロアの代用が可能)
- * 排ガス配管内のロスが無く、過給機のタービンでエネルギー変換するので高効率。機関出力の5%を回収するとしている。

(5) 運航オペレーション

運航オペレーションによりGHG排出を削減するためには

★ 運航管理の最適化

複数船舶からなる船団或いは単一船舶の調達及び運用の効率化

★ 航路の最適化

個船における洋上での航路選択の効率化

モニタリング機能や保守・管理機能だけでなく、最適航路探索機能をも含む運航支援システムが開発されている。

<新技術開発の動向>

(1) 新燃料(代替燃料)

★ ガス焼きエンジン

陸上で使用されるガス焼きエンジンはガス専焼の形式であるが、LNG 船で使用されるガス焼きエンジンは、重油と天然ガスの二元燃料(Dual-Fuel)を使用する形式で、二元燃料ディーゼル機関(Dual-Fuel Diesel Engine)と言う。

従来の LNG 船の推進装置は天然ガスの一部のボイルオフガスをボイラ用の燃料として使用できるため、蒸気タービンが主流であったが、近年は DFD 機関で発電機を駆動する電気推進システムが採用されるようになっている。

★ 燃料電池

水素等の燃料と酸素等の酸化剤を供給し続けることで断続的に電力を取出す化学電池であり、水の電気分解の逆反応である $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ により電力を取出す場合が多い。水素以外の燃料を使用する場合は燃料から水素を取出す改質器と呼ばれる装置が前処理として必要である。

★ バイオ燃料

生物体(バイオマス)の持つエネルギーを利用したアルコール燃料、その他の合成ガス燃料であり、代表的な例であるバイオマスエタノールは乗用車や小型トラック用のガソリン代替燃料として普及しつつある。バイオマスエタノールはサトウキビ、小麦、トウモロコシ等の植物を利用している。

(2) 新エネルギー(再生可能エネルギー)

★ 太陽電池

太陽電池の発電には次の特徴がある。

- * 発電のための燃料不要。
- * 製造、廃棄時を除き、CO₂ や大気汚染物質の排出がない。
- * 発電量が日射により変動するため、季節や天候の影響を受け夜間は発電出来ない。
- * 大きな電力を得るには広大な面積が必要。

★ 風力

風力の利用には陸上では風力発電が一般であるが、船舶では発電用と推進用に利用出来る。

風力推進船の特徴と克服しなければならない課題は以下のとおり。

- * 大面積で高揚力を発生し、伸縮機構を有する軽量・高強度の翼帆装備のため、新素材の軽量・高強度の翼帆の開発。
- * 旋回・縮帆等の自動操帆機構の開発。
- * 無風微風時及び出入港時に備え補助推進装置の装備。
- * 風が強く追い風の海域を選択して航路を設定するための海象・気象等のデータ、予報に関する情報を的確に判断する運航支援システムの開発。

<船舶における GHG 削減の取組み>

(1) 既存技術の組合せによる削減取組み

★ ハードウェア技術による効率改善

- ① 船体抵抗／粘性抵抗軽減
- ② 推進効率改善／プロペラ効率改善
- ③ 廃熱回収(機関室内の効率改善)

★ ソフトウェア技術による効率改善

- ① 運航オペレーション
- ② 減速航行
- ③ 適切な航路の選択
- ④ 機器類の頻繁な保守

(2) 港内ゼロエミッション

陸電供給システム (AMP: Alternative Maritime Power) を採用して港内における NO_x、SO_x、CO₂ をゼロにすることが出来る。

AMP 以外での港内ゼロエミッションの実現には蓄電池の利用がある。

蓄電池への充電には太陽電池が有望である。

(3) 新技術導入による大幅削減

GHG 排出の大幅な削減には太陽電池、燃料電池、蓄電池、風力利用技術或いはこれらの組合せた技術が必要と考えられる。

これらの技術を採用した船舶が海外はじめ国内でも実現しつつある。