

Monohakobi Techno Forum 2013

燃料流量計の評価および 新型サウンディングスケール開発

株式会社MTI 船舶情報グループ
上級研究員 大石 智生

目次

1. はじめに
2. 主機燃料消費重量の計測誤差の改善結果
3. 補油量の計量誤差の改善結果
4. 軸馬力計/対水船速計の計測誤差の改善
5. まとめ

1. はじめに

- 性能に関する計測値の誤差の許容範囲を、今までより精緻に管理する時代が来ている。なぜならば、省エネ装置の2～3%の効果検証には本船性能評価誤差が1%以内である必要がある。

例：現在の一般的な精度：

燃料消費重量 0.6% 主機馬力 3% 対水船速 0.5%

1%の本船性能評価に必要な計測精度：

燃料消費重量 0.4% 主機馬力 0.4% 対水船速 0.3%

- 本船における燃料消費量を考えるときの大前提は

「本船の燃料消費量＝燃料供給量(補油量)」

今までは、本船で消費する量と供給量を一致させることが機関長の重要な仕事で、無理やりつじつまを合わせるというやりたくない帳簿調整作業をする必要があった。

消費量と供給量が自然と一致すれば、調整するというやりたくない作業をする必要がなくなってくる。

幸せな職場環境になります。

2. 主機燃料消費重量の計測誤差の改善結果

2-1 現状と問題点

現状： 現在の主機燃料消費重量計測の算出方法：

（容積式流量計の計測値）

×（バンカーデリバリーノート* 記載の密度を温度換算した密度）

問題点： 精度1%での性能評価のために要求される精度0.4%に対し、
現在の算出方法の燃料消費重量の計測精度は0.6%程度

改善着眼点

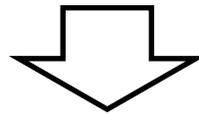
これが0.4%以内になれば、関係者が幸せになる。

バンカーデリバリーノートとは
供給者が発行し、補油量、燃料油の
品質、含有硫黄分、比重等の情報を
記載した書類。

2. 主機燃料消費重量の計測誤差の改善結果

2-2 目標

精度0.4%で主機燃料消費重量を計測すること



1. コリオリ流量計(質量流量計)の船上使用の検討
精度0.1%が期待できるが、船上使用にあたって問題ないことを確認する。
コリオリ流量計は高価(300万円～500万円)で大型である。
2. コリオリ流量計を使わない計測算出方法の検討
精度0.4%の条件を満たし、より安価な機器による計測・算出方法を追求する。

2. 主機燃料消費重量の計測誤差の改善結果

2-3 検証内容

1. コリオリ流量計の船上使用適性の検証

- ・ 振動台試験（船上環境を模した振動の精度に対する影響評価）
結果：振動有無での計測値偏差＝0.12%

2. 密度計と容積式流量計の組み合わせの評価

- ・ 船上試験で「(密度計)×(容積式流量計)」による算出値の、コリオリ流量計計測値を正とした比較検証
結果：密度計と容積式流量計の組合せによる算出値の偏差＝0.22%

密度計の追設により、燃料消費重量の計測に必要とされる精度0.4%を達成できることがわかった。

2. 主機燃料消費重量の計測誤差の改善結果

2-4 結果

結果:

1. コリオリ流量計は、船上使用でも十分な精度を有すると判断された。
2. 高価(300～500万円)なコリオリ流量計を装備しなくても、密度計(70万円)の追設で当初の目的である精度0.4%での計測を達成できることが分かった。

結論:

NYKは流量計と密度計の組み合わせによる方法を採用する。
乗組員は温度換算の手間なく自動で燃料消費重量が計測されて便利になった。
NYKはより安価な方法で目的を達成することができる。

3. 補油量の計量誤差の改善結果

3-1 現状と問題点

現状： 消費量と供給量のアンマッチング

問題点：

1. 供給者申告補油量に対し本船計測値が不足する、「ショートバンカー」が発生していること。

タンク計測に時間がかかるため、結果として交渉時間が不足し、供給者に申告供給量を実測値に合うよう修正させることができない。

2. 「カプチャーノバンカー*」を見破れないこと。
時間の経過とともに燃料タンクの液位が下がってくる。

カプチャーノバンカー： バージが送油する際に、重油に空気を混入することにより見かけの容積を増加させること。時間経過により、（見かけ）容積が減少し、実容積に戻る。

3. 補油量の計量誤差の改善結果

3-2 目標

補油量を効率的に計測できる「新型サウンディングスケール」の開発

1. タンク当たりの実サウンディング作業時間の大幅(50%)短縮
供給者との交渉時間を捻出する。

要求される機能:

- ・ 一回で油面検知が可能
- ・ 着油と同時にアレージが直接読み取り可能

2. カプチャーノバンカーを見破る

要求される機能:

- ・ 泡に反応せず、その下の実油面で反応



3. 補油量の計量誤差の改善結果

3-3 サウンディングスケールの開発

1. 実サウンディング時間短縮のための着目点

- ・超音波センサ検出部形状(油切れのよい下向き「コ」の字)
- ・導線内包型ガラス繊維メジャー採用(巻乱れなし)
- ・スケール本体を可能な限り小型化(縦横330mmx210mm)



超音波センサー

2. カプチャーノバンカーに対する反応検証

- ・グリセリンに空気を混入した模擬カプチャーノバンカーにて検証

3. 実船トライアル

- ・コンテナ船(日本人 & フィリピン人)及びバルカー(フィリピン人)にて検証

セムコ株式会社との共同研究開発 特許出願中

3. 補油量の計量誤差の改善結果

3-4 結果

結果:

新型サウンディングスケールの試作機を開発した。

1. 本船上でのトライアルを通して、従来型に対して以下の長所を確認した。

- 作業の失敗がなく、一回で確実に計測が可能
- 平均計測時間が約30%短縮(コンテナ船で交渉時間40分捻出)

2. 陸上模擬試験により、カプチャーノバンカー対策としても有効であることを確認した。

結論:

セムコ(株)が商品化し、10万円/個程度で販売する。

NYKは採用する。

乗組員は今までの苦勞から解放されて幸せになる。

機関部員はサウンディングの手間隙が減る。

機関長は補油量の誤差が減るので帳簿調整作業が軽減する。

NYKはバンカークレームの交渉がスムーズになり、クレーム額も減り、

ショートバンカーによる損失がミニマイズできる。

4. 軸馬力計/対水船速計の計測誤差の改善

4-1 軸馬力計精度の向上

軸馬力計による軸馬力の算出方法

$$\text{軸馬力} = 2\pi \times \text{計測振れ量} \times \text{軸断面二次モーメント} \\ \times \text{軸の横弾性係数} \times \text{軸回転数}$$

- 振れ量と軸馬力を結びつける横弾性係数の数字は約40年前(SR117研究部会)のものが長く使用されている。
- 近年横弾性係数を実測した研究はほとんど事例がない。



「中間軸の横弾性係数・縦弾性係数の調査研究」(2012年度)

協力会社: 神戸製鋼株式会社、一般財団法人日本海事協会

内容: 中間軸メーカーにおいて採取した試験片に対し、静的試験(引張試験)および動的試験(超音波法)を適用し、横弾性係数を実測

結果: 計測手法としては動的試験(超音波法)が適している。

中間軸ごとに横弾性係数は最大1%程度のばらつきを持つ。

4. 軸馬力計/対水船速計の計測誤差の改善

4-2 対水船速計精度の向上

実船の性能計測の精度向上にとって、対水船速の計測精度向上は最も重要な課題。目標精度: 0.3%以下

対水船速計の改良案

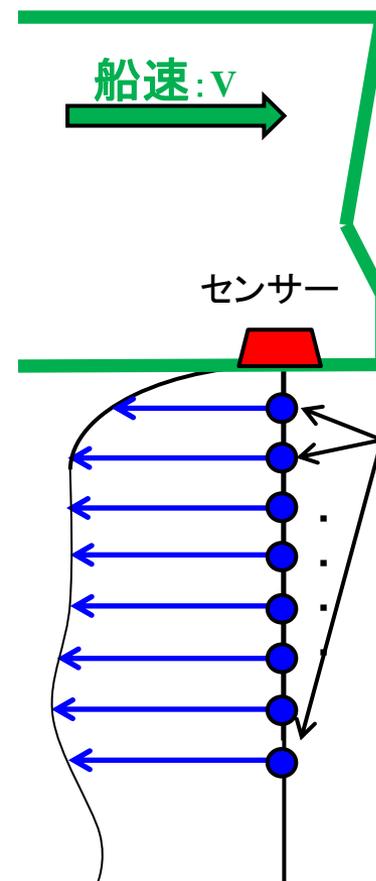
- 現状: 船底下の一点で流速を計測
- 改良案: 船底下の複数点で流速を計測

期待効果:

- 複数点の計測の値に基いて、真の対水船速を測定
⇒ 境界層厚の変化や潮流等の外乱影響による計測誤差低減

装置開発と実証実験:

- 現在、古野電気株式会社と共同開発、実船実験実施中



複数点での対水船速計測から、
真の対水船速を推定する

日本国特許登録済み

5. まとめ

みんなで幸せになりましょう

皆が幸せになれる研究開発に携わって自分は幸せです。

MTIは、要求される計測精度を満たすことのできる計測機器など、日々変わっていく「必要なもの」を追いかけ続けます。

それを実現するための手法や製品を共に研究開発することは、造船所・メーカー・関係機関の皆様にとっても、利益があるものと考えます。

Win-winの関係をつくり、お互いに幸せになりましょう。

