

**INSTRUCTION  
MANUAL  
—取扱説明書—**

**Kyma Shaft Power Meter**

**Model : KPM-P**

**(Kyma Performance Monitor)**

# TABLE OF CONTENTS

<b>1. KYMA PERFORMANCE MONITOR - KPM .....</b>	<b>.....</b>
1.1 概要 .....	2
<b>2. KYMA DISPLAY UNIT - KDU .....</b>	<b>4</b>
2.1 KDUの基本動作 .....	5
2.2 パワーモード .....	6
2.2.1 積分時間 .....	6
2.2.2 ゼロ点調整 .....	7
2.3 パフォーマンス・モード (オプション) .....	12
2.4 燃料モード (オプション) .....	13
2.4.1 ボイラーと補機 .....	12
2.4.2 燃料積算計のリセット .....	13
2.4.3 燃料油比重のセット .....	13
2.4.4 実際の Lower Heating Value のセット .....	14
2.4.5 参考の Lower Heating Value のセット .....	15
2.5 実測値モード .....	17
2.6 構成 .....	18
2.6.1 表示単位の変更 .....	17
2.6.2 セットアップの概要 .....	19
2.6.3 アナログ出力のテスト .....	22
2.6.4 入力のテスト .....	22
2.6.5 リセット .....	22
2.7 単位表 .....	23
2.8 変換値 .....	24
<b>3. SHAFT POWER SENSOR - SPS .....</b>	<b>24</b>
3.1 データー伝送フォーマット .....	.....
3.2 動作原理 .....	27
3.3 信号受信エットの分解 .....	31
3.4 信号受信エットの再組み立て .....	.....
<b>4. METHOD OF CALCULATIONS .....</b>	<b>31</b>
4.1 軸馬力データ .....	32
4.2 燃料油の計算 (オプション) .....	33
4.3 パフォーマンス・パラメーター (オプション) .....	35
<b>5. SYSTEM SPECIFICATIONS .....</b>	<b>36</b>
5.1 標準仕様構成 .....	37
5.2 オプション用入力/出力 .....	37
<b>6. CALIBRATION CHART .....</b>	<b>37</b>

# 1. キーマ社 軸馬力計 : KPM

## 1.1 概要

キーマ社のパフォーマンスモニターはエンジンへの燃料注入(オプション)と軸馬力を連続して計測する計器です。

代表的な装置は軸馬力センサー (SPS) に接続された主表示装置 (KDU) とブリッジにある副指示装置から成立っています。通常 ECR の表示装置には燃料流量計よりのパルス信号と燃料油温度センサーよりのアナログ信号が接続されています、またブリッジの指示装置にはスピードログよりのパルス信号が接続されています。

(図1. 1参照)

追加の表示装置は必要な場所に取り付けることができます。

キーマ社の表示装置は CPU データー処理装置と平面 LCD 画面で構成されています。

表示装置はコンソール表面や取付台の上など どこにでも取り付けることができます。CPU ユニットは燃料流量計信号、燃料温度信号 (Pt-100) そしてスピードログよりのパルス信号を接続出来ます。2つ以上の表示装置を取り付けたとき、それらどうしはシリアルケーブルで接続され全装置同じ情報が同時に得られます。

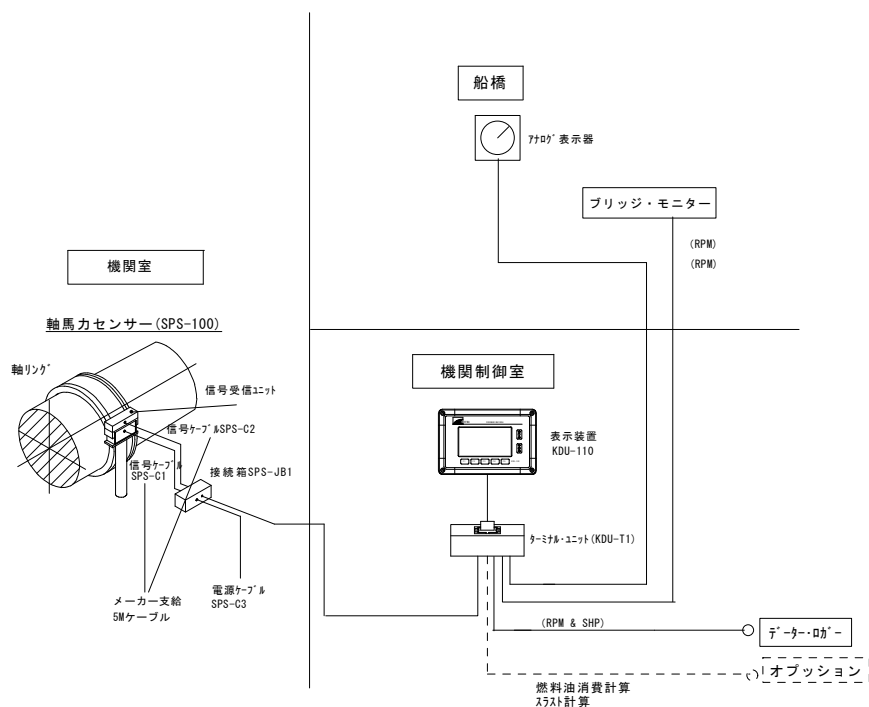
軸馬力センサーはストレインゲージ技術によりシャフトトルクとスラストを測ることが出来ます。装置は軸に取り付けるアルミ製シャフトリング、その側に取り付ける固定ユニット それに電源や信号線を接続するジャンクションボックスからなります。シャフトリングは信号処理や信号発信する電子部品、及びシャフト上に貼り付けたストレインゲージの保護をしています。計測されたシャフトトルクやスラスト信号は周波数に変調され固定ユニットへ無接点で送信されます。

軸回転数はシャフトリング内に埋め込まれたマグネットより検出されます。軸馬力やその他のデーターは固定ユニット内の信号処理装置で計算されます。SPSは独立装置としても働きシリアルI/Oポートで接続できる どんなシステムへもデーター信号を送ることが出来ます。

出力可能なさまざまな情報や取扱い方法は画面に表示されます。

表示切替は画面下部に表示される項目の下側の押しボタンで行います。

Fig. 1.1  
Example of typical system arrangement.  
代表的なシステム構成図の例



下記のデーターが SPS で計測され表示装置に表示されます。

<b>Rpm</b>	(回転数)	<b>Power</b>	(軸馬力)
<b>Torque</b>	(トルク)	<b>Thrust (optional)</b>	(スラスト(オプション))
<b>Total Energy</b>	(積算エネルギー)	<b>Total revolutions</b>	(積算回転数)

オプションとしてシステムに主機燃料流量計、温度計そしてスピードログが接続されていれば下記の性能データーが得られます。

<b>M/E Fuel consumption per hour</b> 時間あたりの燃料消費量	<b>M/E specific fuel rate</b> 固有の燃料消費率
<b>Ship Speed</b> 船速	<b>M/E Fuel consumption per n.mile</b> 1マイル(海里)当りの燃料消費量

燃料油の比重と熱量をシステムに入力しなければなりません。  
実際の燃料流量(質量)と比重は計測された温度より自動的に修正されます。  
温度センサーは出来るだけ流量計の近くに取り付けなければなりません。

システムは確定された過熱熱量から質量などの修正データーを計算することも出来ます。  
これは主機固有の燃料消費率の表示にとりわけ興味深いものです。

表示用の積分時間は4秒から数時間まで段階的に選ぶことが出来ます。  
システムの表示単位は Metric, SI, US と変える事が出来ます。

### アナログ出力

表示装置はオプションで 4-20mA 又は 0-20mA のアナログ出力が 4つ まで追加出来ます。  
出力はトルク、スラスト、回転数、馬力、SFR (Specific Fuel Rate) が出せます。

### シリアル インターフェース

それぞれの表示装置KDUに他の Computer と通信するための RS232 シリアルインターフェースが装備出来ます。

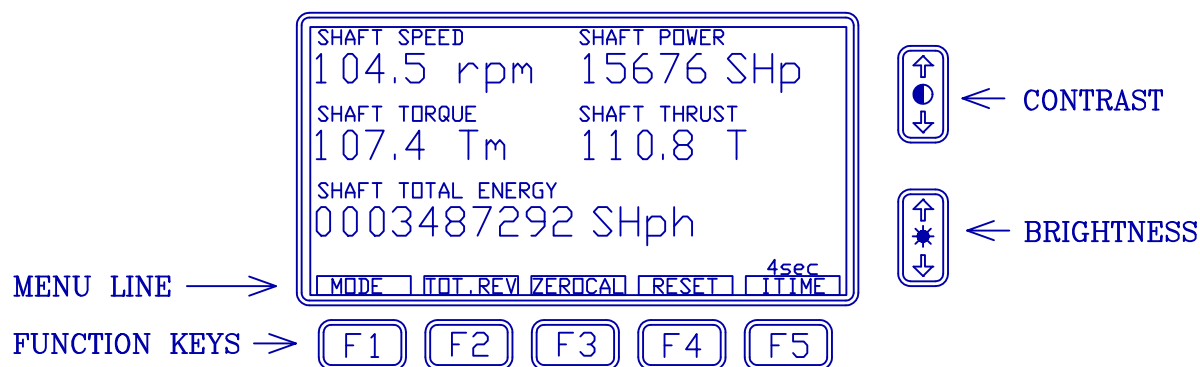
全般的なシステム概念として、データーラインによる独立した各ユニット間の通信が可能であり、多数の入出力、他のモニタリングシステムとのインターフェース等の自由なシステム構成が構築出来るようにしています。  
キーマ製軸馬力計装置は燃料注入から軸馬力を通じ最終的にスピードに至るとい主なエネルギーのフローを重要なデーターとして記録する事が出来るため、各種船用推進装置に簡単に適応できます。  
これらのデーターを同一システム内でオンライン共有する事により、メインエンジン、プロペラ、船体 その他全般的なエネルギー効率を本装置を通じて連続して監視することが出来るために毎日のログ記入、性能試験(試運転)など船舶運行の手間を最小にする事が出来ます。

## 2 Kyma display unit - KDU

### 2.1 Basic operation of the KDU

#### 表示装置 KDU の 基本操作

表示装置には9つの押しボタンがあります。



#### Function Keys : 機能ボタン

F1, F2, F3, F4, F5 とマークされた機能ボタン(Function Key)と呼ばれる5つの押しボタンがあります。これらは MENU LINE の表示によって異なった機能を持っています。

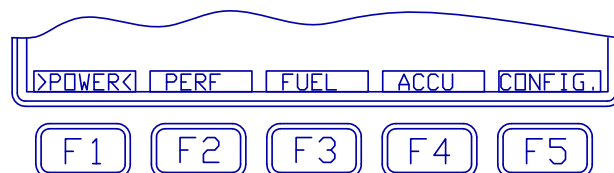
#### Menu Line : メニューライン

メニューラインにはスクリーンの最下部に5つの文字領域があります。

#### Mode : モード

上のスクリーンは POWER 表示モードを示しています。

表示モードは F1 メニュー領域に MODE と表示されている時に変更することが出来ます。



#### Display Modes : 表示モード

メニューラインに表示モード名が表示されています。どんな表示モードでも相当する Function Key を押すと表示できます。下記の表示モードが可能です。

**POWER** : 軸馬力センサ(SPS-100)からの計算されたデータ。

**PERF**ormance : 馬力や船速、時間などに対する燃料消費量。

**FUEL** : 時間あたりの燃料消費量や合計の消費量。

**ACCU**mulated : 全ての合計値の概要。

**CONFIG**uration : 機器設定値の表示と表示単位を変更できます。

## 2.2 Power mode: パワーモード

パワーモードではシャフトへの主機出力の情報を表示します。下記のデータが表示可能です。

**Torque** : プロペラシャフト上のストレインゲージで測ったシャフトトルク。

**Thrust** : プロペラシャフト上のストレインゲージで測ったシャフトスラスト (オプション)。

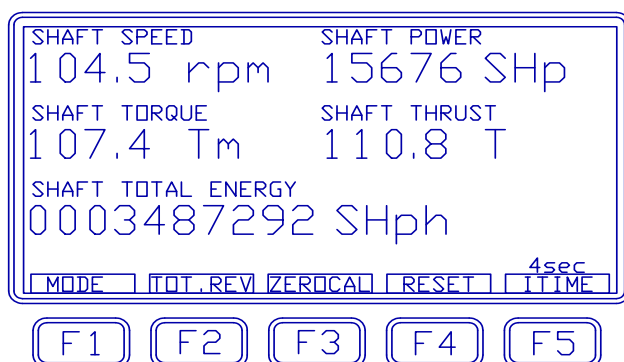
**Shaft Speed** : シャフトリング内のマグネットよりのパルス信号より計算された回転数。

**Engine Power** : トルクと回転数より計算されたエンジンパワー。

**Total Energy** : 総時間に統合されたパワーより計算された積算シャフトエネルギー。

**Total Revolution** : シャフト積算回転数。

スラスト計測が取付けていない場合を除いてパワーモードスクリーンはいつも同じ割付です。

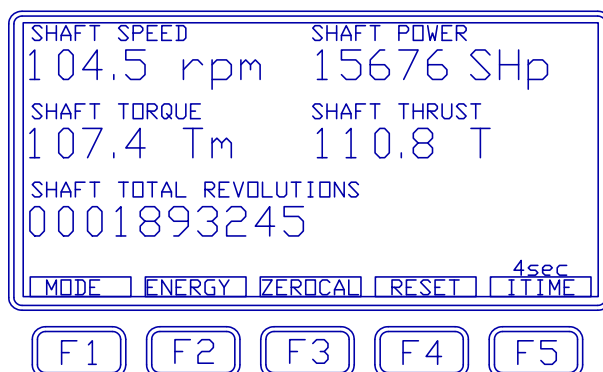


スラストが取り付けられていない場合は SHAFT THRUST のところは空白です。

### Totalizers (counters). : 積算計(カウンター)

パワーモードには2つの積算計があります。1つはエネルギー、もう1つはシャフト回転数です。最初はエネルギー積算計が表示されています。

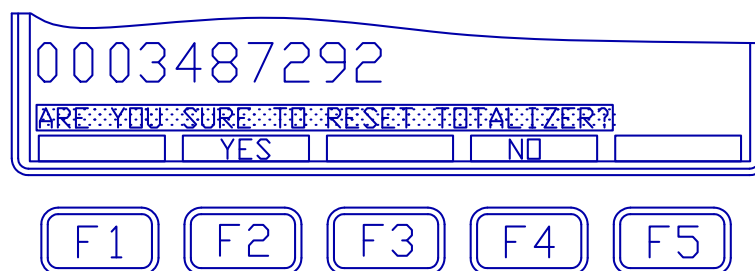
F2 (TOT.REV)を押すとシャフト回転数の積算計が表示されます。



そして F2 メニュー域の表示が変わります、今度は ENERGY と表示され再度 F2 を押すとエネルギー積算計が表示されます。

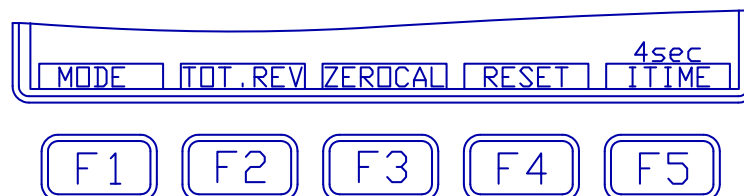
## **Resetting totalizers : 積算計リセット**

F4 (RESET) を押すと現在表示されている積算計はリセットされゼロ になり積算値は失われます。  
この積算値の喪失を防ぐために F4 (RESET) を押した時、表示部下部に次の様なメッセージが現れます。



もし本当に積算計をリセットしたい時は F2 (YES) を、そうでない時は F4 (NO) を押します。

Normal screen menu line : : 通常のメニューラインの画面



### **2.2.1 Integration time : 積分時間**

画面に表示されている数値は現在表示されている積分時間 (ITIMT) 中の平均値です。表示値は 1 秒おきに更新再計算されます。それで例えば 5 分にセットしても表示値は頻繁に変化するかも知れません。積分時間は F5 (ITIME) を次々と押すことで変えられます。

パワーモードでの最小積分時間は 4 秒です。

その他のモードでは 1 分です、

積分時間を 4 時間 又は 24 時間 にセットしている時、最小積分時間には 5 分かかります。

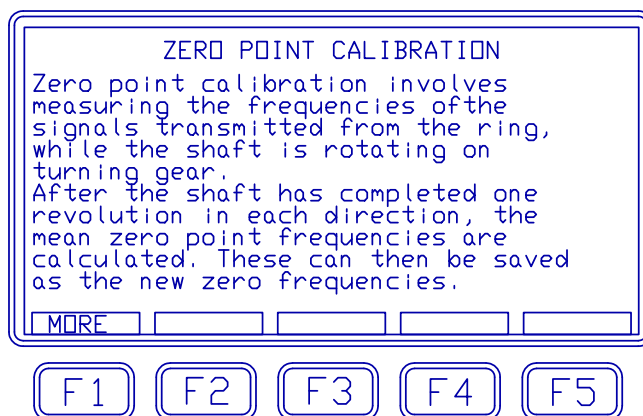
そして 4 時間 又は 24 時間で表示中は 15 分 おきにデータ更新をします。

## 2.2.2 Zero point calibration : ゼロ点調整

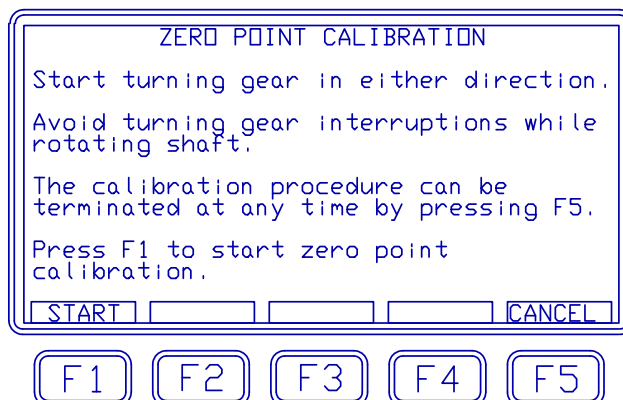
システム精度を確保するために、機器のゼロ点調整を1年に1回か2回実施しなければなりません。調整は船が港に停泊中か海流の少ない場所にアンカーしている時に行ってください。なるべくプロペラシャフト(エンジン)が止まってから短時間で、シャフトや軸馬力センサ(SPS-100)が通常作動温度の状態で行ってください。

ゼロ点調整はシャフトを前進、後進各一回転させて行います。シャフトにかかる曲げの力や軸受けの摩擦からくる負荷の変化を打ち消すために前後進回転させます。

パワーモード画面のとき、F3 (ZEROCAL) を押すと調整手順が表示されます。オペレーターは各段階で何を行うのかわかるようになっています。最初のスクリーンはゼロ調整作業の手順についての説明です。



F1 (MORE) を押すと、調整作業手順の続きが表示されます。



上の画面を読み終わったら、ターニングをスタートさせてください。回転方向はどちらでも構いません。シャフトが回転しているのを確認できたら、F1 (START) を押してください。

### 警告!

ゼロ調整中は両方向とも完全に一回転(画面にその方向の100%終了が表示される)するまで、ターニングを止めない様にしてください。途中で止めて又スタートすると一時的に信号が変化してしまいゼロ点調整の精度が悪くなってしまいます。途中で止めたときは又最初からやり直して下さい。



**F1 (START)** を押すと下記の画面があらわれます。

ZERO POINT CALIBRATION

	TORQUE	THRUST
Old zero point freq. [Hz] :	4012	3999
1st dir. mean freq. [Hz] :		
2nd dir. mean freq. [Hz] :		
Current measured f. [Hz] :	4015	3983
First direction : nn% completed		
Second direction: 0% completed		

[ ]
[ ]
[ ]
[ ]
CANCEL

F1
F2
F3
F4
F5

スラスト計測が仕様に入っていない場合、スラスト関係の数値は無視して下さい。

ディスプレイの周波数の数値は左側の数値がトルク用、右側の数値はスラスト用になります。

最初にある“Old zero point freq.” の数値は現在使用されているシステムのゼロ点の数値です。

“1st dir. mean freq.” の数値はシャフトが回転している間に測定された周波数を計算していただける数値で、最初の回転が終了するまでディスプレイには現れません。

“2nd dir. mean freq.” も同様に2回目の回転が終了するまで数値はディスプレイに現れません。

“Current measured f.” は現在計測中の数値で毎秒更新されます。これで回転角度によるゼロ点周波数の変化を確認することができます。通常変動幅は±2%以内になります。

“% completed” の数値は調整がどの程度すすんでいるかを現しており数値は0%、20%、40%、60%、100% 徐々に増えていきます。100% になるとこの方向の測定(回転)は終わりです。

一方向の測定(回転)が完了すると、それを自動検知し下記の画面があらわれます。

ZERO POINT CALIBRATION

	TORQUE	THRUST
Old zero point freq. [Hz] :	4012	3999
1st dir. mean freq. [Hz] :	4013	3981
Start turning gear in opposite direction, then press F1 to resume the calibration procedure.		
First direction : 100% completed		
Second direction: 0% completed		

RESUME
[ ]
[ ]
[ ]
CANCEL

F1
F2
F3
F4
F5

上の画面が出たらターニングを止め、今度は逆方向に回転させて下さい。逆方向の回転を確認できたら、**F1 (RESUME)** を押してください。

注意：一方向が終わってから5分以内に逆方向を始めないと前の測定データがリセットされます。

**F1 (RESUME)** を押すと下記の画面に変わります。

ZERO POINT CALIBRATION		
	TORQUE	THRUST
Old zero point freq. [Hz] :	4012	3999
1st dir. mean freq. [Hz] :	4013	3981
2nd dir. mean freq. [Hz] :		
Current measured f. [Hz] :	4029	4007
First direction :	100% completed	
Second direction :	0% completed	
		CANCEL

F1   F2   F3   F4   F5

この画面では " First direction " が100% 完了しています。

" Second direction 0% completed " の数値はシャフトが回転しそれが検知されると前回同様に徐々に増えていきます。

" 1st dir. mean freq. " のラインは計算された数値が表示されています。

2回目の回転(逆転)が終了すると下記の画面が表示されます。

ZERO POINT CALIBRATION		
	TORQUE	THRUST
Old zero point freq. [Hz] :	4012	3999
1st dir. mean freq. [Hz] :	4013	3981
2nd dir. mean freq. [Hz] :	4026	4006
New zero point freq. [Hz] :	4020	3994
Zero point calibration is now finished. To save the new zero point frequencies and return to the normal screen, press F1. To return without saving, press F5.		
SAVE		CANCEL

F1   F2   F3   F4   F5

" New zero point freq. " は両方向の回転で計算された数値の平均値を表示しています。数値は通常3500Hz から4500Hz の間になります。

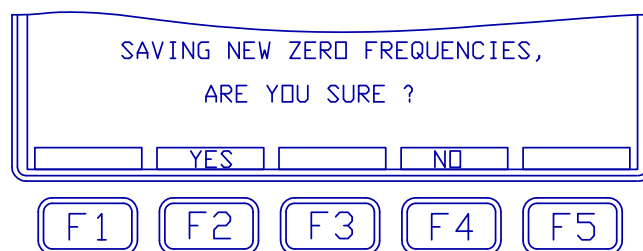
このマニュアルの最後にある Calibration Chart に調整毎のゼロ点数値の傾向を記録しておくことをおすすめします。

新しいゼロ点数値をシステムに記憶させるには **F1(SAVE)** を押してください。

新しい数値がノイズや他の要因によって、明らかに正常ではないと思われたら **F5 (CANCEL)** を押してその数値を破棄してください。

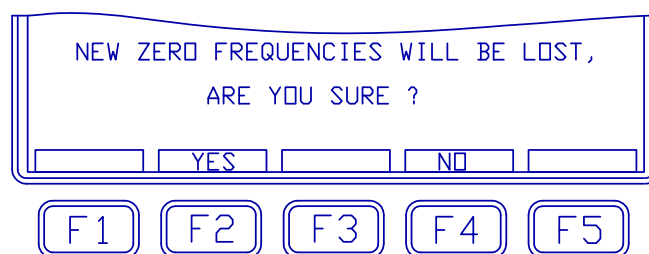
調整中の色々の問題で、間違って **SAVE (F1)** や **CANCEL (F5) Key** を押してしまった場合、正規数値の消失を防ぐため保護機能が付いています。

**F1(SAVE)** を押すと下記のメッセージが画面にあらわれます。



オペレーターは **F2 (YES)** を押すと新しい数値はセーブ(コンピューターに記憶される)され通常の画面に戻ります。セーブしたくない場合は、**F4 (NO)** を押すと元の数値のまま通常の画面に戻ります。

前の画面で **F5 (CANCEL)** を押すと、下記の画面があらわれます。

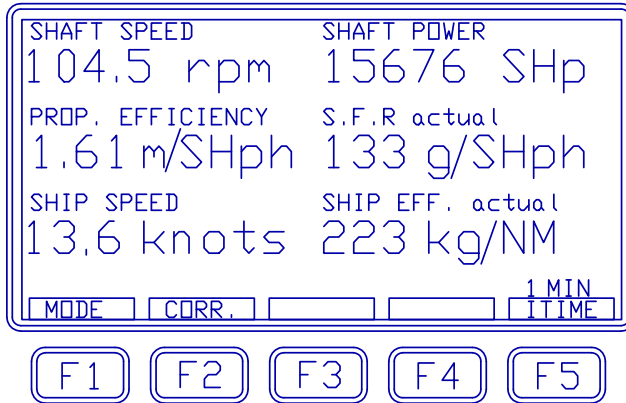


**F2 (YES)** を押すと新しい数値は消失され通常の画面に戻ります。間違った Key を押してしまった場合、**F4 (NO)** を押すと前画面をセーブし通常画面に戻ります。

### 2.3 Performance mode: パフォーマンス モード (オプション)

パフォーマンスモードではいろいろの数値が表示されます。メインエンジン効率は S. F. R. g/SHph で表示されます。この値の計算には軸馬力、燃料油流量、燃料油温度と比重の信号が必要です。スピードログの信号が接続されていると船全体の効率が 1 マイル当り燃料消費量が何キログラムと表示されます。パフォーマンス値の為に使用される軸馬力、回転数、スピードがスクリーン上に表示されています。

これは全てのオプションが付けられたパフォーマンス画面です。

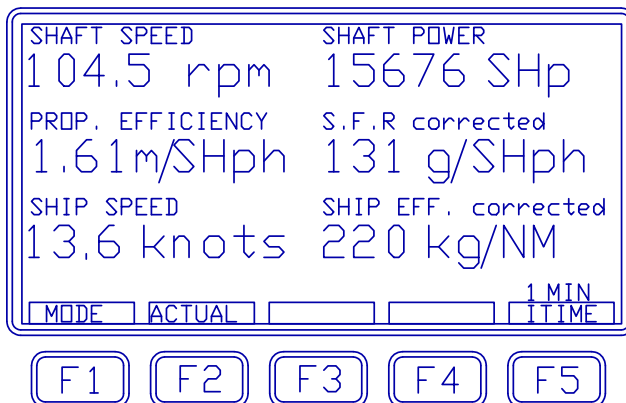


#### Abbreviations : 略語

S.F.R. - Specific Fuel Rate  
SHIP EFF. - Ship Efficiency

上図に示された値は実際の値です。すなわち計測した値がそのまま計算されています。使用されている燃料油の品質や比重が効率計算のための要因となります。効率要因に関係する燃料の品質の影響をなくす為に通常その燃料の固定カロリー値を使用します。個々の燃料油品質の効率評価のために CORRECT VALUE を使用することが出来ます。燃料油の設定は次の 2.4 を参照下さい。計算方法の詳細に関しては 2.4 を参照下さい。

CORRECTED VALUE は F2 (CORR.) を押すと表示されます。



積算時間については 2.2.1 を参照下さい。又、パフォーマンスモードの積分時間の最小は 1 分です。

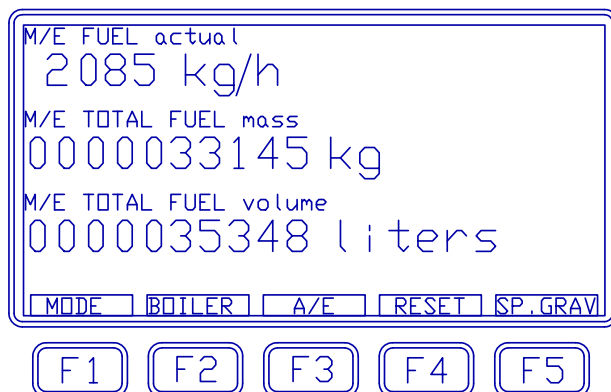
## 2.4 Fuel mode

FUEL MODE を選ぶと燃料消費についての情報が得られます。

FUEL MODE では次の4つの情報が表示されます。

- FUEL actual: 1時間あたりの燃料消費量 (実際に計測した値)
- TOTAL FUEL mass: 流量より比重や温度で換算した値の積算計
- TOTAL FUEL volume: 直接計測した消費量の積算計
- FUEL TEMP: 燃料油温度 (実際に計測した値)

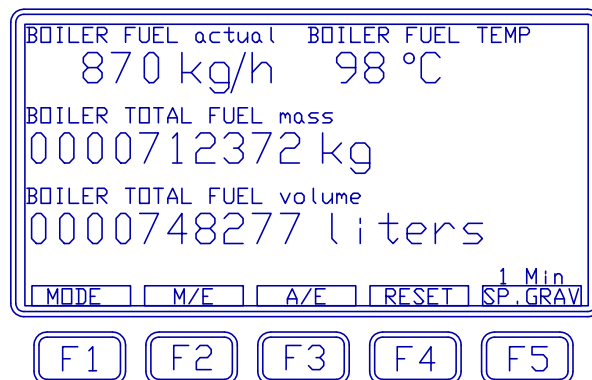
最初に表示される主機燃料データの画面:



### 2.4.1 Boiler and auxiliary engine

もし流量計や温度計が補機や又はボイラーに設置されていれば4つのデータ表示が可能です。これは Menu Line に BOILER や AUX と表示されていてその下の Function Key F2 や F3 を押すと表示されます。

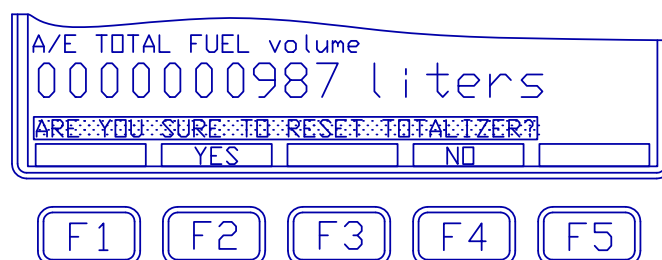
F2 (BOILER) を押して表示された画面:



Menu Line はその度が変わります。Main Engine (主機) の Fuel Mode は F2 (M/E) を押すことで再び呼び出す事が出来ます。F3 (A/E) を押すと補機の Fuel Mode が表示されます。

## 2.4.2 Resetting fuel totalizers : 燃料積算計のリセット

燃料画面の2つの燃料積算計はF4 (RESET) でリセット出来ます。



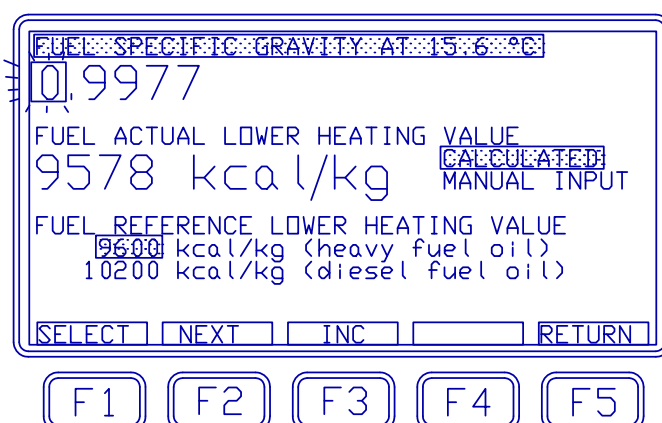
間違いをなくす為に、リセットはF2 (YES), キャンセルはF4 (NO) で確認して行います。

## 2.4.3 Setting fuel oil specific gravity : 燃料油比重の設定

燃料油には比重と低位発熱量 (LHV) が違う多くの種類があります。

これらの値はその度に更新しなければなりません。FUEL MODE 画面の MENU LINE 右端に燃料油特性をセットする為の押しボタン F5 (SP.GRAV) が有ります。

F5 (SP.GRAV) を押すと下のような画面が表示されます。



上のスクリーンの中で“FUEL SPECIFIC GRAVITY AT 15.6°C” が選択されていて一番左の数字が点滅しています。この数字はF3 (INC) で望む数字に合わせられます。F2 (NEXT) でその右の数字に移りそれが点滅します。この数字が F3 (INC) で調整できます。この様にして右端まで調整が終わって F2 (NEXT) を押すと一番左の数字が再び点滅します、この様にして何回でも調整できます。数値が正しければ F1 (SELECT) で次の項目のインプットが出来ます。

**注意：** 比重は 0.8 – 1.1 の範囲だけ受け付けます。もしこの範囲でない場合は F1 (SELECT) を押しても選択範囲は適正な数値が入力されるまで移動しません。

## 2.4.4 Setting actual Lower Heating Value : 使用燃料油の低位発熱量の設定

比重が正しく入力された後 F1 (SELECT) を押すと “FUEL ACTUAL LOWER HEATING VALUE” が選択されます。それでこの値が調整出来ます。

F1 (SELECT) を押すと選択範囲が移動します :

The screenshot shows a menu with the following text:

```

FUEL SPECIFIC GRAVITY AT 15.6 °C
0.9977
FUEL ACTUAL LOWER HEATING VALUE
9578 kcal/kg  CALCULATED
MANUAL INPUT
FUEL REFERENCE LOWER HEATING VALUE
9600 kcal/kg (heavy fuel oil)
10200 kcal/kg (diesel fuel oil)
SELECT  [ ]  [ ]  MANUAL  RETURN
  
```

Below the screen are five buttons labeled F1, F2, F3, F4, and F5.

上図の見本では “CALCULATED” が選択されています。この意味はこの値が経験を基に修正された値を与えられた比重で計算されたものであることを示しています。結果は相当正確ですが実際の値が製油会社のレポートや分析などから判っている場合は “MANUAL INPUT” で入力します。

F4 (MANUAL) を押すと Calculated LHV から Manual input LHV に変わります。

The screenshot shows the same menu as above, but with the following changes:

```

FUEL SPECIFIC GRAVITY AT 15.6 °C
0.9977
FUEL ACTUAL LOWER HEATING VALUE
9578 kcal/kg  CALCULATED
MANUAL INPUT
FUEL REFERENCE LOWER HEATING VALUE
9600 kcal/kg (heavy fuel oil)
10200 kcal/kg (diesel fuel oil)
SELECT  NEXT  INC  CALC.  RETURN
  
```

Below the screen are five buttons labeled F1, F2, F3, F4, and F5.

LHV (Lower Heating Value : 低位発熱量) も比重と同じ方法で調整できます。

F3 (INC) を押すと点滅している数字が増え F2 (NEXT) を押すと次の数字に移ります。

## 2.4.5 Setting reference Lower Heating Value : 低位発熱量参考値の設定

修正された燃料データは、決まった低位発熱量と対比されます。基準燃料はパフォーマンス・モニタリングシステムの中で選択できます。ディーゼル・エンジンの船では基準として、LHV=10200kcal/kg のディーゼル油かまたは LHV=9600kcal/kg の重油が使われるのが普通です。通常ディーゼル油の標準は、メーカーがエンジン仕様を想定する場合の基準或い工場テストや海上公試などに使われます。重油の標準は実務上や積荷の燃料消費を計算するなどの場合に使われます。

**F1 (SELECT)** を押す事で基準燃料を選択できます。

**F2 (NEXT)** を押す事で二つの基準発熱量から選択できます。

### 保存/主燃料画面への復帰

主燃料画面に戻るには **F5 (RETURN)** を押します。何も変更しなかった場合、画面はすぐ出てきます。もし変更した場合は、保存するかどうか聞いてきます。

調整後 **F5 (RETURN)** を押す事でこのメッセージが出てきます。

もし画面上数値を変更しても、**F2 (YES)** を押すまではその数値は保存されません。新しい数値を棄ててもとの数値にしようとする事も **F4 (NO)** を押すことで出来ます。

### ディーゼル・エンジン船と蒸気タービン船

燃料とパフォーマンスの事例として示した画面は、ディーゼル・エンジン船の場合で、蒸気タービン船に搭載した場合は主エンジン、補助エンジン、補助ボイラーのく代わりに、画面には *boiler 1* と *boiler 2* が表示されます。蒸気タービン船では熱発熱量の基準を選ぶ事は出来ません。いつも 10280kcal/kg という高位発熱量 (HHV) と対比する事になります。HHV が分からない場合は燃料の比重から計算で算出します。



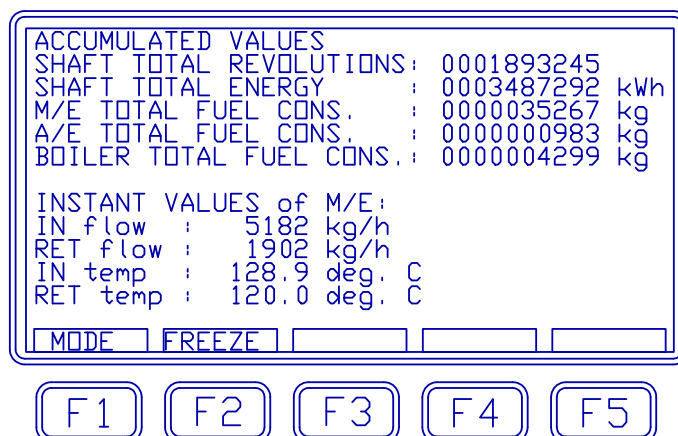
## 2.5 Accumulated values mode : 実測値モード

前述の5つの積算値は *Accumulated values mode*. で見る事が出来ます。

- 2.2: パワーモードで述べたトータル回転数とトータルエネルギー
- 2.4: 燃料モードでの流量計につながれた全燃料

ME 燃料消費計算は流入量と戻り量から計算できます。これらの流量パラメーターの瞬時値はコントロールのためここに示しています。

*mode menu line* が示されている時を押すと次の画面が表示されます。

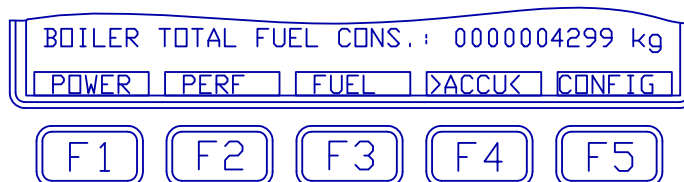


### FREEZE:表示画面をそのままの状態にする

画面のデータは毎秒更新されます。F2 (FREEZE) を押しますとデータの更新は内部的には継続されますが表示上は止まります。

画面が FREEZE している時 F2 キーの表示は "RESUME." (復帰) となります。このことは、再び F2 を押すと画面のデータは再開し、更新されることを意味します。

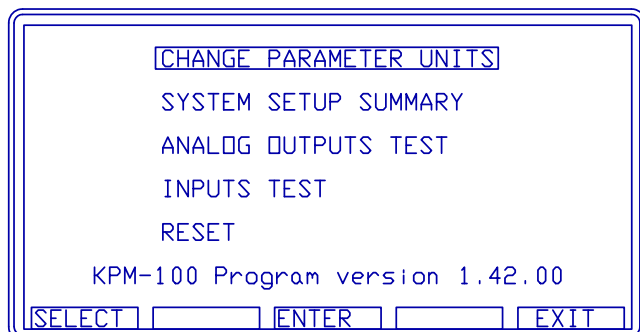
F1 (MODE) を押しますと表示モードの選択はメニューラインに現れます。



ACCU は現状表示モードとなります。

## 2.6 Configuration mode : 構成モード

Configuration mode 表示で、下記のメニューがスクリーンにあらわれ、この画面でパラメーター単位の切り替え、システムの状態の確認、出力信号のテスト等ができます。



構成モード画面は初期画面で F1(MODE)を選択した後 F5 (CONFIG) を押す事で表示されます。  
2.1 基本操作を参照下さい。

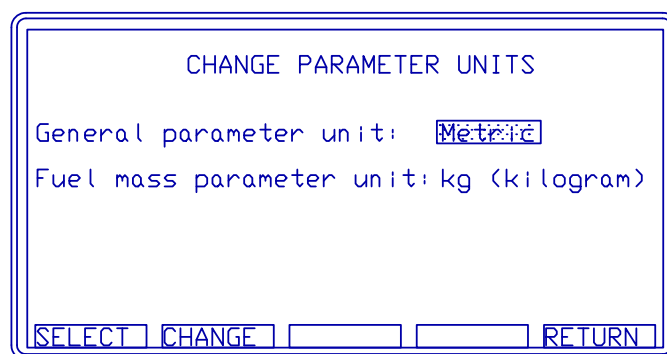
明るく光っている（現在選ばれている）部分は F 1 Key（SELECT）を押すことにより上下に移動させることができます。

F 3 Key（ENTER）を押すとそのとき明るく光っている（現在選ばれている）項目の機能が動作します。

元のスクリーンに戻すには F5 Key（EXIT）を押します。

### 2.6.1 Change parameter units : パラメーター単位の変更

F3“ CHANGE PARAMETER UNITS ”が光っているとき、F3 Key（ENTER）を押すと、下記の画面が表示されます。



表示させたいパラメーター単位は F2 Key（CHANGE）で選択することができます。

各パラメーターの表示単位は 2.7 の Table of Units に示しています。

使用できる単位は SI, Metric, US(british) です。

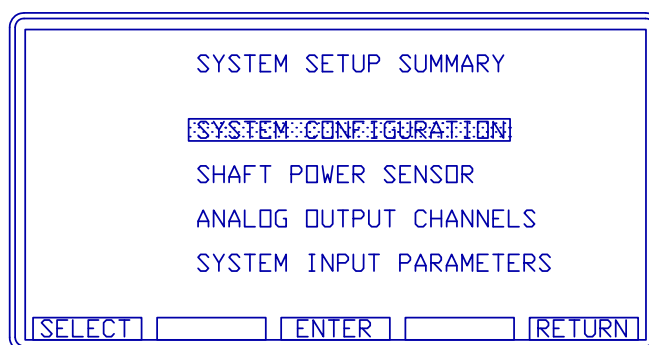
F1 Key(SELECT)を押すと” Fuel mass parameter unit ”が明るく光ります。

F2 Key を押すと SI, Metric 用として単位が Kg と Ton に変わり,US 用は単位は Pound になります。

F5 KEY（RETURN）を押すと Configuration Menu に戻ります。

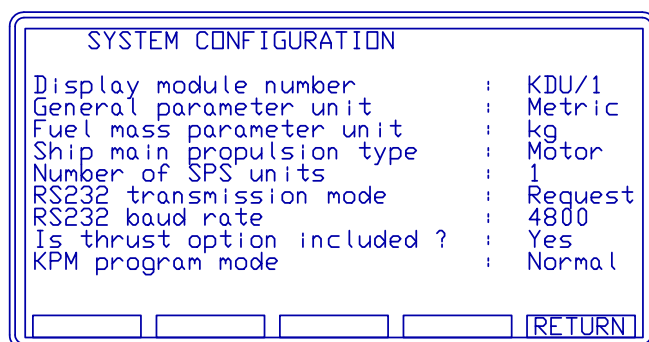
## 2.6.2 System setup summary : システムセットアップの概要

System setup summary では下記の画面が表示されます。



### System Configuration : システムの構成

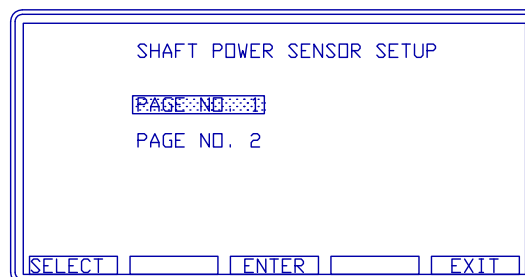
システムの構成は客先発注仕様書に沿って設定されています。



- Display module number は現在どの KDU (ディスプレイユニット) が使用されているかを示しています。  
KDU/1 はメインの KDU で全ての KDU と信号受信ユニットとのデータの流れを制御しています。他の KDU はそれぞれ独自の番号を持っており、例えばブリッジやチーフエンジニアールームに設置します。
- General parameter unit は表示の単位で、Metric がオリジナルで他の単位がリセットされた場合にはこの単位が使われます。使用可能な単位は SI, Metric, US(british) です。セクション 2.7 に説明があります。
- Fuel mass parameter unit は軸馬力計では使用されません。  
これは燃料流量やスピードログ等からの信号入力での燃料消費量等の計算をさせるようにディスプレイユニットをセットした時に使用されます。そのシステムは KPM-PFS (パフォーマンスモニター、上級のシステム) です。
- Ship main propulsion type は Motor, Steam 等に切り替えられます。Diesel Engine か Steam Turbine 等の設定用です。
- Number of SPS units は SPS Unit の番号で 1 か 2 に設定します。通常は 1 です。
- KPM program mode は normal(ノーマル) と demo(デモンストレーション) に切り替えることができます。船に取り付ける場合は Normal です。デモの時は Demo です。その都度切り替えてください。

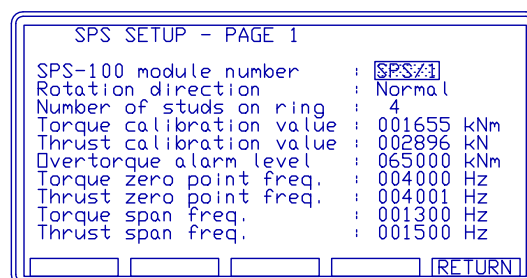
## Shaft Power Sensor Setup

軸馬力計センサーのセットアップモードは 2 つのページがあります。先 Page No.1 を選択して F3 Key(Enter)を押してください。



### Page 1:

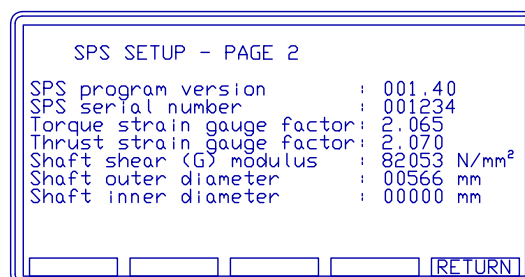
- **SPS-100 module number:** 通常は SPS/1 にセットします。
- **Rotation direction:** Normal or Inverted は Pick up unit (受信ユニット)の取り付け方により選択します。
- **Number of studs on ring:** 通常は 4 にセットします。
- **Torque and thrust calibration values:** Shaft の条件により計算した値を固定値としてセットします。
- **Overtorque alarm level:** トルクのアラーム値の設定です。船主等の要求によりセットしますが、それが無い場合は通常 65000kNm にセットされています。
- **Zero point frequencies:** 機器取付け調整時の値をセットします。又は自動的にセットされます。
- **Span frequencies:** 機器取付け調整時の値をセットします。



注意：ゼロポイントの周波数以外は KYMA 又は KYMA 社代理店サービスエンジニア以外は変更してはならない。

### Page 2 :

- **SPS program version:** プログラムバージョン
- **SPS serial number:** 製造番号
- **Strain gauge factors:** ストレインゲージ係数
- **Shaft shear modules :** Shaft 横弾性係数
- **Shaft outer diameter :** Shaft 外形
- **Shaft inner diameter :** Shaft 内径(中空の場合)



SPS センサが Version1.40 より古い場合は Program version, serial number は表示されません。

## Analog Output Channel: アナログ出力の設定

SYSTEM SETUP SUMMARY の画面で **F1 Key (SELECT)** で “ANALOG OUTPUTS” の項目を選び **F3 Key (ENTER)** を押すと下記の画面が表示されます。

- **Analog output unit type:** Metric, US ,SI. に対応することができます。Table of Units section 2.7 を御参照ください。
- **A01....A04:** 4 つの各出力の設定がそのラインに表示されます。
- **Span:** 出力電流形態。 0-20 , 4-20 mA が選択できます。
- **Parameter:** 各パラメーターがどのチャンネルにあるかを示しています。RPM, トルク, スラスト、馬力の4種類があります。これらの順序は自由に変更できます
- **Min.Val:** 各パラメーターの最小指示値
- **Max.Val:** 各パラメーターの最大指示値
- **Unit:** *output units type.* でパラメーターの単位を設定します。

ANALOG CURRENT (mA) OUTPUTS SETUP					
Analog output unit type : METRIC					
	Span	Param.	MinVal	MaxVal	Unit
A01:	0-20	RPM	-00100	000100	rpm
A02:	0-20	TORQUE	000000	000300	Tm
A03:	4-20	THRUST	000000	000250	T
A04:	4-20	POWER	000000	030000	SHp
					RETURN

F1   F2   F3   F4   F5

## System Input Parameters : システム入力パラメーター

画面は流量計、温度センサー、スピードログなどの接続状況を示します。

"System setup summary" 画面が表示されている時 "System Inputs Parameters" オプションが選べます。選択はそのラインをハイライトし、**F3 (ENTER)**を押すことで選べます。

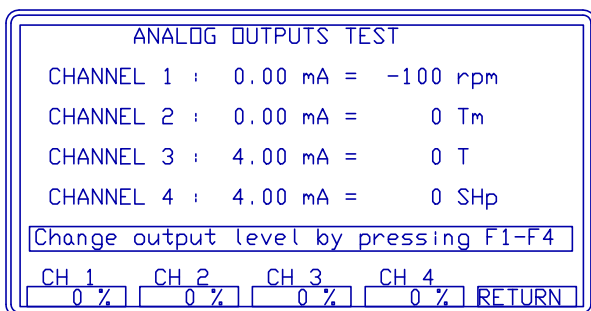
- 流量計とスピードログのパルスは製造時か、またはサービスマンが取り付ける時に入力します。
- 2 段目はどの表示にどの入力信号がつながっているかを示し、最後の段はどの入力チャンネルが使われているかを示します。
- 軸発電機は S P S の前または後ろに取りつけます。もし、軸発電機が S P S の前に取り付けられますと、特定の燃料率を計算する時軸発電機の出力が加算されます。そうでない時は、軸発電機の出力は無視されます。
- 軸発電機出力の信号は 0-20 または 4-20 mA です。

M/E Flow In	:	01.000	P/l	KDU/1	PlsIn1
M/E Flow Ret	:	01.000	P/l	KDU/1	PlsIn2
A/E Flow	:	01.000	P/l	KDU/1	Unused
Boiler Flow	:	01.000	P/l	KDU/1	Unused
Speed Log	:	00200	P/NM	KDU/1	X
Shaft gen.	:	0000	kW/Lo	KDU/1	AnaIn3
Shaft gen.	:	1000	kW/Hi	Fwd	4-20mA
M/E Temp In	:			KDU/1	AnaIn1
M/E Temp Ret	:			KDU/1	AnaIn2
A/E Temp	:			KDU/1	Unused
Boil Temp	:			KDU/1	Unused
					RETURN

### 2.6.3 Analog output test : アナログ出力テスト

このアナログ出力テストは画面が下記の表示の時に起こいます。

**F5 (RETURN)** を押すと通常運転時の画面に戻ります。



この画面内の数字はマニュアルのセクション 2.2にある Configuration Mode と関係しています。”

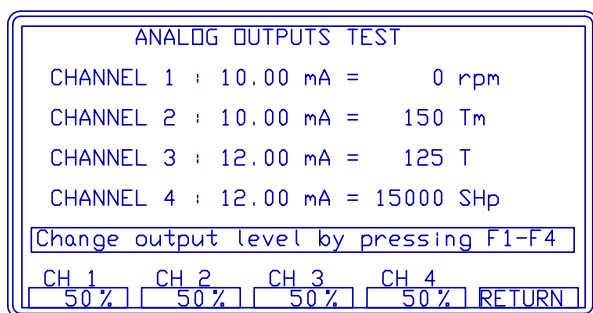
このアナログ出力テストはシステムにアナログ出力（オプション）が設定されている時だけ動作します。

上記ディスプレイのテスト画面はこの項目が呼び出されたときの状態です。全てのチャンネルは最低レベルの 0 % に設定されています。

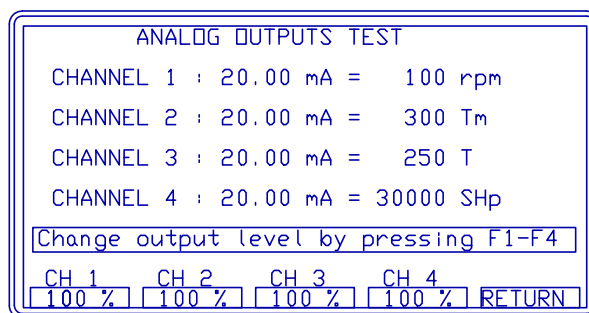
アナログ出力チャンネルのレベルは 0%, 50%, 100% に調整することができます。

F1 Key を押すと Channel1, F2 Key は Channel 2, F3 Key は Channel 3, F4 Key は Channel 4 を調整します。

**F1 - F4** を 1 回押すと 50% 出力 :



**F1 - F4** をもう一回押すと 100%出力 :



**TEST 1:** ディスプレイの表示値（右側の rpm, Tm, T, SHp）と接続されている機器、Monitoring System等の指示値とを比べてください。

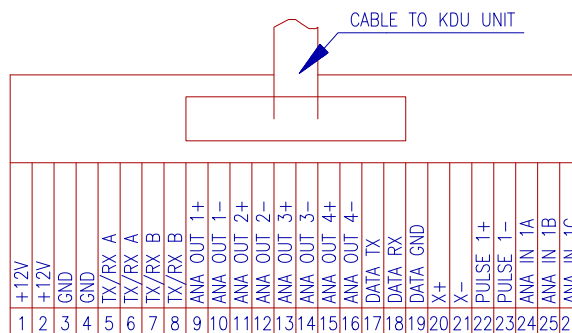
**TEST 2:** 出力電流を測定してください。スクリーンの中央に出力電流値（mA）が表示されています。この値は表示値の±0.1mA（フルスケールの 0.5 %）以内でなければなりません。

**注意）** 測定前には接続されている機器を外して下さい。

アナログ出力電流を測定するには、測定するチャンネルに相当する接続端子番号の端子に接続してください。

チャンネル番号と端子接続番号

Channel no. : 1 2 3 4  
 Terminal no. : 9,10 11,12 13,14 15,16



## 2.6.4 Inputs test : 入力テスト

入力信号を調べるには *inputs test* 画面を使います。

COUNTERS	Freq.(Hz)	Pulses/min	T(sec)	
Ch. 1 :	1.60	96.2	0.62	
Ch. 2 :	1.60	96.2	0.62	
Ch. 3 :	1.60	96.2	0.62	
ANALOG	Volt	(mA)	Ohm	Celsius
Ch. 1 :	3.82	15.91	149.4	128.9
Ch. 2 :	0.96	3.97	112.4	31.9
Ch. 3 :	0.96	3.97	112.4	31.9
Ch. X :	2.00	8.27	137.1	70.0
ANALOG VALUES ARE 5 SEC. AVG.				
COUNTERS, AVG. OVER NO. OF PULSES : 5				
		[PULSES]		[RETURN]

通常パルスレートは直近の5つの数値の平均で算出されます。もしパルスレートが遅い場合、何回の数値を平均するかを **F3 (PULSES)** を押すことで変更できます。

アナログ入力では直近の10秒の値を平均します。

X チャンネルはアナログまたはパルス入力用です。その、画面上の位置は、本セクションの *System Input Parameters* で説明した設定によります。

## 2.6.5 Reset : リセット

構成メニューの“RESET”でシステムは完全にイニシャライズできます。“RESET”では、リセットが必要かどうか聞いてきます。すべての内部データはデフォルト値に設定され通常ゼロです。本稿で述べたセットアップデータの **エラー! 参照元が見つかりません。** は影響されません。

あまり起こらない事ですが、KDU表示装置が正しく対応しない場合は、このオプションを使う必要があるかもしれません。

## 2.7 Table of units

PARAMETER UNIT			
PARAMETER NAME	SI	METRIC	US (british)
SHAFT SPEED	rpm	rpm	rpm
SHAFT POWER	kW	SHp	SHp
SHAFT TORQUE	kNm	Tm	lbft
SHAFT THRUST	kN	T	lb
SHAFT TOTAL ENERGY	kWh	SHph	SHph
SHAFT TOTAL REVOLUTIONS			
M/E FUEL actual/corrected (kg)	kg/h	kg/h	lb/h
M/E FUEL actual/corrected (Ton)	T/day	T/day	T/day
S.F.R. actual/corrected	g/kWh	g/SHph	g/SHph

SHIP SPEED	knots	knots	knots
SHIP EFFICIENCY actual/corrected (kg)	kg/NM	kg/NM	lb/NM
SHIP EFFICIENCY actual/corrected (Ton)	NM/T	NM/T	NM/T
PROP. EFFICIENCY	m/kWh	m/SHph	m/SHph
FUEL TEMPERATURE	°C	°C	°F
TOTAL FUEL mass (kg)	kg	kg	lb
TOTAL FUEL mass (Ton)	T	T	T
TOTAL FUEL volume	liters	liters	gallons
FUEL SPECIFIC GRAVITY			
LOWER HEATING VALUE (LHV)	kJ/kg	kcal/kg	Btu/lb

あるパラメーターは2行で表示されます。といたしますのは、"Fuel mass parameter unit" が、本稿の最初に説明したように kg または ton に設定されているからです。

#### US (british)単位で表示されるトルク及びスラスト値について:

画面ではパラメーターの数値と単位を表示するにはスペースに限りがあります。

したがってトルク **1,447,000 lbft** などは **1447 E3 lbft.** と表示されます。

スラストの **3,856,000 lb** は **3856 E3 lb.** と表示されます。

#### 2.8 Conversion factors:変換係数

Power	: 1 kW	= 1.3596 SHp (Metric)	= 1.3412 Shp (US)
Torque	: 1 Tm	= 9.81 kNm	= 7.233E3 lbft
Thrust	: 1 T	= 9.81 kN	= 2.2046E3 lb
Volume	: 1 liter	= 0.26418 US Gallon	
Mass	: 1 kg	= 2.2046 lb	
Temp.	: 1 °C	= 1.8·°C + 32 [°F]	
LHV	: 1 kJ/kg	= 0.23889 kcal/kg	= 0.430 Btu/lb



### 3. SHAFT POWER SENSOR - SPS 軸馬力センサ

#### **Parts : 部品構成**

シャフトパワーセンサーは主に3つの部品から構成されています。

- 軸リング
- 固定ユニット:これは受信ユニットと電源ユニット(トランス)とからなります。
- 接続箱

#### **Rotating Unit : 軸リング**

軸リングはアルミニウムでできており、トルク変換装置、スラスト変換装置(オプション)、電源ユニット、回転信号発生装置が中にはいっています。軸リングはシャフトに取り付けます。

シャフトの歪みを測定するために、4つのストレインゲージがシャフトの上に貼られ、それらはホイートストンブリッジとして働きます。ホイートストンブリッジの電源は変換装置から直接供給されその信号はDC電圧として変換入力信号となります。

変換装置からの信号は周波数変調で出力され、トルク信号はゼロ点で約4000Hz、最高で約2000Hz変化します。その信号は軸リングの溝に取り付けられているアンテナに導かれます。トルク用アンテナは回転検知用マグネットの近いところ(通常はAFT側)、スラスト用は反対側(通常はFWD側)にあります。

トルク用とスラスト用の変換装置は同じものを使用しています。しかしスラスト信号はトルク信号よりも小さいので、絶縁された変換装置プラグ内の抵抗値で感度設定されています。

変換装置の電子部品は絶縁体のエポキシ樹脂で保護されています。

#### **Receiver Unit : 受信ユニット**

Stationary receiver unit (受信ユニット又はピックアップユニット)はトルクとスラスト信号受信部と回転検出部とからなります。

リングからの信号はマイクロプロセッサによって解析され、軸馬力出力値等に計算されます。

出力値と回転数の積算値は機器使用中継続して測定され更新されています。

データーの送信についてはセクション3.2.を参照してください。

電子部品はアルミウム箱の中に防水用の絶縁体で保護された状態ではいっています。

ユニットは軸リングに取り付けられています。

基本的には受信ユニットと軸リングとのクリアランスは約2~3mmに調整されていなければなりません。

受信ユニットは端子箱(JB1)の中にあるAC/DC電源モジュールから12VDCが供給されます。

### **Power supply : 電源**

システム用電源 (Power Supply, トランス) は 100~240VAC で使用できます。  
電源は受信ユニットに取り付けられた防水用絶縁体で内部を保護されたアルミニウムボックス (電源ユニット) から供給されます。電圧の損失、オーバーヒートを防ぐため電源ユニットと受信ユニットとの間隔は出来るだけ小さく設定しなければなりません。3.5. の Reassembling the Stationary Unit を参照下さい。

### **Junction Box : 接続箱**

受信ユニット及び電源ユニットからのケーブルは保護用ホースで保護されており接続箱に接続されています。

メインのAC電源はここに供給されます。内蔵AC/DCコンバーターよりの定電圧12VDCは受信ユニットと KDU表示装置の両方に供給されます。

## **3.1 . Data Transmission Format**

算出されたデータはASCII 信号に変換されテキストデータとして外部機器 (通常はKDU表示装置) に送られます。又、外部機器はKDU表示装置でなくてもシリアルポートを持つマイクロプロセッサ対応機器であれば使用可能です。

データのフォーマットは以下の通りです。

SA#1#2,torque,thrust,rpm,power,energy,tot.rev<CR><LF>

Parameter #1 is the module number of the pick-up.

Parameter #2 is a code : A - normal, B - overtorque.

Torque, thrust, rpm, power, energy and tot.rev are ascii strings of the corresponding values.

<CR> is hex code 0D<sub>H</sub> for Carriage Return.

<LF> is hex code 0A<sub>H</sub> for line feed.

一般的なデータの並びは次のようになります、

SA8A,1074,1108,1045,21450,0003456789,0000343434

このデータは各パラメーターが次の値を含んでいる事を示しています、

torque = 107.4 Tm

thrust = 110.8 T

engine speed = 104.5 rpm

power = 21450 SHp

energy = 3456789 SHph

total revolutions = 343434

注意)

トルク、スラスト、rpmの数値は十進法で、小数点は送られません。

上記パラメーターの単位は METRIC ですが SI にすることもできます。

詳細は Section 2.7. Table of Unit と Section 2.8. Conversion Factorsを参照下さい。

外部機器に接続する場合も通常は上記のデータ形式で送られますが、要求により変更できます。

### 3.2 Principles of operation : 軸馬力計算の原理

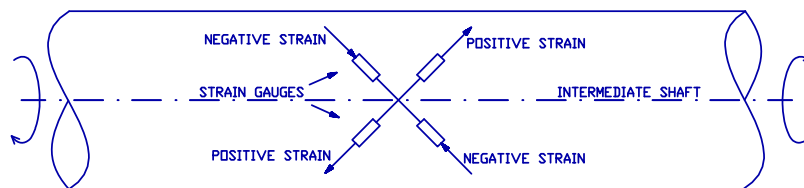
#### Torque measurement. : トルク測定

プロペラシャフトにねじりの力がかかったとき、軸の表面には  $45^\circ$  の方向に引っ張る力がかかります。このねじりによるひずみはストレインゲージにより測定することができます。

ストレインゲージは細いワイヤーがプラスチック片に平行に固定されて構成されています。

ストレインゲージの原理はゲージに機械的な力が加わったとき、その力による伸張と比例してゲージの抵抗が変化することを利用してしています。

4個のストレインゲージを軸の上にブリッジ状に取り付けます。(下図参照) 2個は表面が伸びる方向に、もう2個は表面が縮む方向に取り付けます。これらを電気回路に接続し、ホイートストンブリッジ (Wheatstone bridge) として使用します。



このトルクの数値を計算式であらわすと:

$$M = \varepsilon \cdot G \cdot W / 2 \quad \text{kNm}$$

ここで  $W = \pi \cdot D^3 / 16$  (Modulus of resistance)  
 $D$  = shaft diameter m  
 $G$  = shear modulus (せん断係数) (typical  $8.18 \cdot 10^7$  kN/m<sup>2</sup>)  
 $\varepsilon$  = relative elongation (伸び) m/m

ひずみの方向による伸縮の関係は:

$$\varepsilon = \Delta l / l = 8 \cdot M / (\pi \cdot G \cdot D^3) \quad \text{m/m}$$

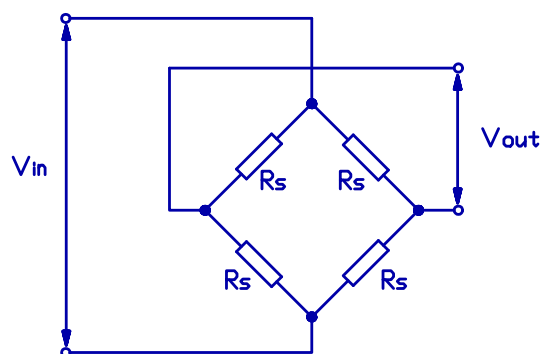
トルク、出力 (kW)、回転数 (rpm) の関係は下記の方程式であらわされます。:

$$M = 9.552 \cdot P / n \quad \text{kNm}$$

ひずみ、抵抗値、電圧の関係は下記の通りとなります。:

$$\varepsilon = \Delta l / l = \Delta R_s / (R_s \cdot e \cdot k) = 4 \cdot V_{\text{out}} / (V_{\text{in}} \cdot e \cdot k)$$

ここで  $e$  = ブリッジファクター (= 4 for torque measurement)  
 $\Delta R_s$  = 歪による抵抗値の変化  
 $R_s = 350 \Omega$ , ストレインゲージの抵抗値.  
 $k$  = ストレインゲージ・ファクター( 2.00 - 2.10)



ゼロトルクの場合は全てのストレインゲージの抵抗値は同じで電氣的にバランスがとれており出力電圧はゼロになります。その出力電圧信号は周波数に変換されアンテナより受信ユニットに送られます。

ゼロ出力電圧、いわゆるゼロ点での周波数 ( $f_0$ ) は 3500~4500Hz になります。

プラス方向の出力電圧に対して周波数は比例して増加していきます ( $f_1$ )。

$$V_{out1} = c \cdot (f_1 - f_0)$$

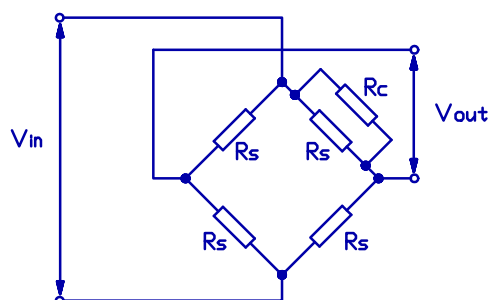
ブリッジ回路のゼロ調整はターニングギアで軸を両方向に 1 回転ずつ回転させて行います。

その時表示された両方向の平均周波数値がゼロ点となります。

ゼロ点調整方法は Section 2.5. を参照ください。

スパン調整は機器取り付け時に行います。

これはブリッジ回路の一辺に補正用抵抗を並列接続し最高出力値をシミュレーションして行います。



この補正抵抗  $R_c$  (Calibration resistance) は通常  $150k\Omega \pm 0.1\%$  です。

この  $R_c$  はブリッジ回路に下記の計算でアンバランスを生じさせます。

$$\Delta R_s = R_s - \frac{R_s \cdot R_c}{R_s + R_c}$$

抵抗値の変化と張力、トルクの関係は前章で説明しましたが、補正抵抗  $R_c$  のトルクは下記の2つの計算式であらわされます。:

$$\varepsilon = \Delta R_s / (4 \cdot k \cdot R_s)$$

$$\varepsilon = 8 \cdot M / (\pi \cdot G \cdot D^3)$$

これより

$$M = \frac{R_s}{R_s + R_c} \cdot \frac{\pi \cdot G \cdot D^3}{32 \cdot k} \quad \text{kNm}$$

補正抵抗のトルク  $M$  は軸データーから計算されます。

この値は機器の中のメモリーにデータとして保存され後の計算に使用されます。

スパン調整は機器取り付け時一回だけでその後は必要ありません。

ゼロ点周波数は経年により若干変化する事がありますので、定期的に補正しなければなりません。

トルク測定用の抵抗ブリッジは下記の利点があります。

- 温度の影響を受けない
- 曲げ力の影響を受けない
- 通常の外力の影響を受けない

トルク測定の基本的な精度は

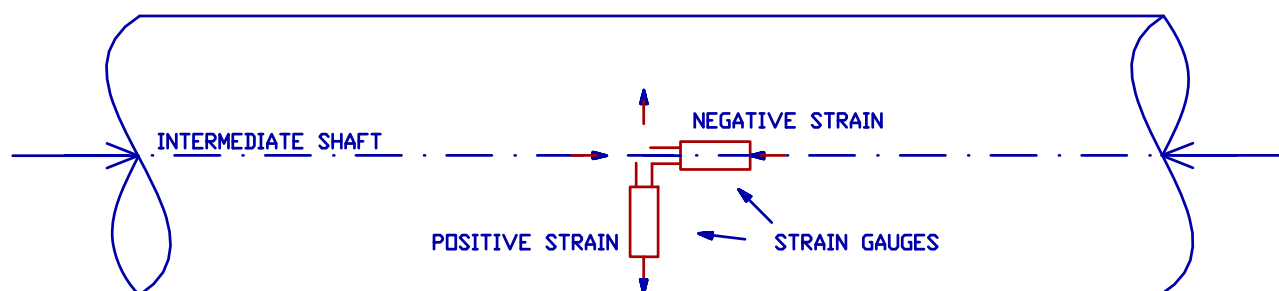
- 絶対精度 : 測定トルク値の±0.5%
- 相対精度 : 測定トルク値の±0.5% (ゼロ点調整の状態によります。)

### **Thrust measurement : スラスト測定**

スラストの測定は4ヶのストレインゲージが2枚ペアで軸上の正反対（180度）の位置に貼り付けます。

ペアのストレインゲージの1つは軸方向に沿って、もう1つは軸に対して90°の方向に貼り付けます。

(下図参照)



軸方向の圧縮量は下記の計算で求められます:

$$\varepsilon = T / (E \cdot A)$$

where	T = thrust	kN
	E = elasticity modulus	( $2.06 \cdot 10^8$ kN/m <sup>2</sup> )
	A = shaft area	m <sup>2</sup>

$\varepsilon$  とストレインゲージブリッジの抵抗値との関係は:

$$\varepsilon = \Delta R_s / (2.5 \cdot k \cdot R_s)$$

この中の数値 2.5 はこのブリッジの係数で軸の圧縮と表面膨張より計算されたものです。

k はストレインゲージの係数です。(通常 2.1)

ブリッジ抵抗  $R_s$  と補正抵抗  $R_c$  よりスラスト回路のスパン調整は次式で計算されます。

:

$$T = \frac{R_s}{R_s + R_c} \cdot \frac{A \cdot E}{2.5 \cdot k} \quad [\text{kN}]$$

ゼロ点調整及びスパン調整はトルクのとおりです。

このブリッジによるスラスト測定は以下の利点があります。

- 温度の影響を受けない。
- 曲げモーメントの影響を受けない。
- ゲージが正確に貼られていればトルクの影響を受けない。

スラスト測定の基本的な精度は :

- 絶対精度 :  $\pm 5\%$  (軸の特性による)
- 相対精度 :  $\pm 2\%$  (ゼロ点調整の状態による)

### 3.3 Disassembling the Stationary Unit : 信号受信ユニットの取り外し

図面番号 SPS-201, SPS-208 を参照ください。

中間軸を取り外す場合、機器を保護する為、下記の手順を守ってください。

- a) 先ず、機器の電源を切ります。もし信号受信ユニットと軸リングとのクリアランスが規定値 (Max,2.5mm) よりも広がっている場合、オーバーヒートが起こっている可能性があります。注意してください。
- b) ブラケットを止めてある 4つのねじを緩めて信号受信ユニットと電源ユニットを取り外してください。
- c) それらは落としたりしないよう安全に取り扱ってください。又、保護ケーブルが届く範囲で作業スペースから離れた場所に保管してください。
- d) 固定ユニット取り付け用のスタンドがリングを傷つける恐れがある場合はそれを取外してください。
- e) 軸リングユニットはばらさずに軸に取り付けたままで、埃や傷、油や湿気等からの保護を行ってください。

### 3.4 Reassembling the Stationary Unit : 電源、信号受信ユニットの取り付け

- a) シャフトを取り付けたら、電源、信号受信ユニットを再び組み込みます。
- b) もし電源ユニットと受信ユニットをばらさずに一体でブラケットから取り外している場合は d) に進む。
- c) 電源ユニット (Transformer) を取り付ける場合は信号受信ユニットをブラケットから取り外してください。  
ブラケットを台の上に乗せて電源ユニットをリングユニットに近づけその表面をリングの表面と平行になる様に角度を調整し横のボルトを締めます。それからブラケットの位置を調整し隙間を 1.5-2.5mm になるよう調整します。  
軸径が 600 mm 以上の場合は 2 mm 以下に調整して下さい。
- d) 受信ユニットと軸リングとのギャップは約 2.5mm です。  
アルミニウムケースの上のノッチマークがリングの右端 (通常はAFT側) と一直線になる様に取り付け位置を調整し振動などで位置がはずれたり各ユニットの取り付け角度が変わらないように確実に締め付けます。
- e) 主電源を入れ作動確認します。

## 4. METHOD OF CALCULATIONS : 計算方法

### 4.1 Shaft Power Meter data

軸馬力は測定されたトルクと回転数より次式で計算されます。

$$P = Mn / 9.552 \text{ kW}$$

ここで M = Torque in kNm (トルク kNm)

n = revolutions in rpm (回転数 rpm)

トータルエネルギーは軸馬力を積分する事で求められます。

$$E = \int_0^t P dt \text{ kW}$$

ここで t = time since last reset (前にリセットされてからの時間)

固定角プロペラでの馬力は回転数の三乗に比例します。次式参照

$$P = cn^3$$

比例定数 c はドラフト等が変化しなければ一定です。

この事は各段階でのプロペラシャフトに加えられる力は回転数によって決定されます。

軸馬力と回転数の関係 (プロペラカーブ) は次図に示されます。Fig. 4.1. 参照

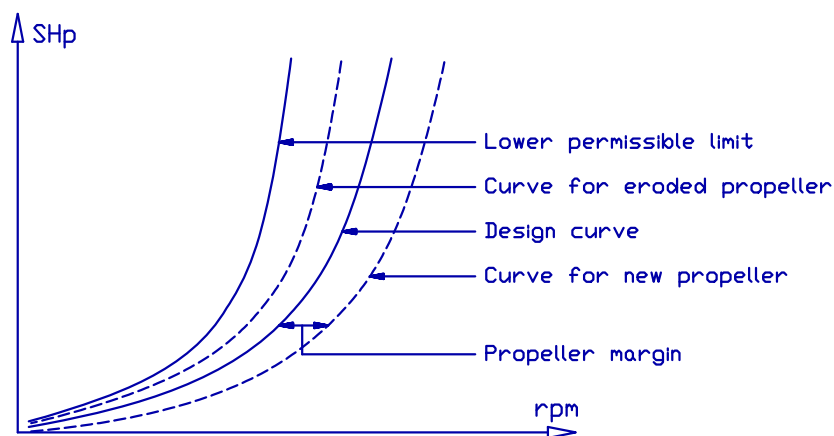


Fig. 4.1



色々の理由でプロペラへの負担が増えていくと、出力は同じでも回転数は下がっていきます。このことはプロペラに加えるトルクが増加しエンジンに高い負荷を与えることとなります。船体の汚れはプロペラの対水速度を下げたてしまい、プロペラのスピードを落としてしまいます。同じことは荒天の場合も考えられます。特にプロペラ負荷が高いときは、エンジンに過負荷を与えないように注意してください。

通常は、出力と回転数の関係の下限は規定されています。 Fig. 4. 1. 参照

設計上の出力と回転数の関係図はある程度のマージン（安全率）が含まれています。それは船が新しい場合にプロペラマージンとして fig. 4. 1. に示されています。

前述のプロペラカーブ (fig. 4.1)上で、ある一点 (P1) での馬力と回転数がわかっているれば他の点 (P2) のそれらは次式で計算できます。:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

$$P_2 = P_1 \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

## 4.2 Fuel oil calculations : 燃料油計算

### Fuel oil properties : 燃料油の特性

KDU-100 表示装置 モニターの中では燃料油の比重は 15.6 °C (60 °F) という定数に設定されています。

燃料油が熱せられて t になると、比重は次の式で表されます。

$$\gamma_t = \gamma_{15,6} - ((t - 15,6)0,0007)$$

燃焼中に放出された燃料油の熱量定数は次の式で定義されます。

LHV = Lower heating value (for motor ship)=低位熱量

HHV = Higher heating value (for steam turbine ships)=高位熱量

もし LHV (or HHV) が市場や分析で分かっているなら、この値を KDU 表示装置 (2.2.4 で説明)に 入力する必要があります。

もし、油の熱量値が不明の場合、システムは比重の関数として次の経験式で計算します。

$$LHV = -18837 \gamma_{15,6}^2 + 15141 \gamma_{15,6} + 43379 \text{ kJ/kg}$$

$$HHV = -14542 \gamma_{15,6}^2 + 4477 \gamma_{15,6} + 52091 \text{ kJ/kg}$$

バンカーに使われる重油はその物理的特性や熱価のカロリーに大きな変動があります、したがって、燃料消費データをベースとしてパフォーマンスを評価する時、燃料消費率をある固定の熱量値に対比させるのが普通です。

次のような熱量値が普通使われます。

ディーゼル・エンジンでは：  
 $LHV^* = 42700 \text{ kJ/kg (Diesel F.O.)}$   
 $LHV^* = 40600 \text{ kJ/kg (Heavy F.O.)}$

蒸気タービン船では：  
 $HHV^* = 43032 \text{ kJ/kg (Heavy F.O.)}$

基準の熱量値に対比した燃料のますフォローの計算では、実際の燃料マスフローは燃料修正係数  $F$  をかけることになります。

ディーゼル・エンジンでは：  
 $F = LHV / LHV^*$

蒸気タービン船では：  
 $F = HHV / HHV^*$

### **Fuel Consumption calculations. : 燃料消費計算**

燃料の流量は流量計で測られ、データロガーに対してリッター当たりの固定パルスとして送ります。

燃料流量の増加：

$$\Delta V = \Delta p / \text{Scale} (L)$$

ここで、  
 $p = \text{pulses since last logging}$   
 $\text{Scale} = \text{Flow meter scale (pulses/Liter)}$

全流量：

$$V = \Sigma \Delta V (L)$$

流量率：

$$v = \Delta V / \Delta t (L/h)$$

$$\Delta t = \text{logging interval (time corresponding to } p)$$

燃料油密度：

$$\rho_t = \gamma_t 0.999 \text{ kg/L}$$

マスフロー増加：Mass flow increment:

$$G = \rho_t \Delta V (kg)$$

全マスフロー :

$$G = \Sigma \Delta G$$

マスフロー率 :

$$g = \Delta G / \Delta t \text{ (kg/h)}$$

### 4.3 Performance parameters : パフォーマンスのパラメーター

#### **Specific fuel rate. : 燃料消費率**

燃料消費率の実際 :

$$SFR = \frac{g1000}{P} \text{ (g/kWh)}$$

ここで、  
g = mass flow rate to M/E (kg/h)  
P = power output to shaft (kW)

修正 :

$$SFR^* = SFR \cdot F \quad (\text{g/kWh})$$

ここで、F = 選択した基準熱量値の修正要素 (4.2.参照)

特定の燃料消費率は主エンジンの効率を規定する数字です。

エンジン負荷と燃料の質が考慮された時の燃料消費率の増加は、主エンジンの劣化または誤操作を意味します。

SFR は主エンジン負荷とともに変わります。最低値はエンジン負荷が 80-90%のときに得られます。それより上または下の場合は数値は高くなります。

ディーゼル・エンジンの典型的な、SFR-load curve は Fig. 4.2.に示してあります。

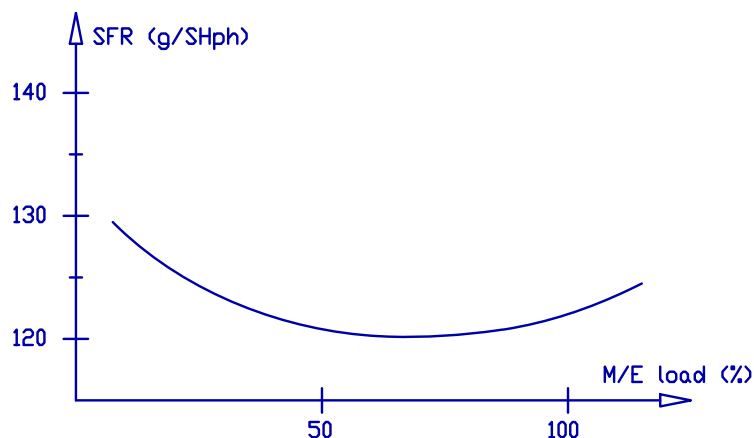


Fig. 4.2

### **Ship overall efficiency : 船全体の効率**

実際の船全体の効率 (SOE)は:

$$\text{SOE} = g/v\text{kg/mile}$$

ここで、 $g$  = M/E mass fuel oil rate (kg/h)

$v$  = ship speed (knots = N.miles/h)

修正後の効率は:

$$\text{SOE}^* = \text{SOE} \cdot F \quad \text{kg/mile}$$

ここで、 $F$  = 選択された熱量値基準に対する修正係数

*Ship Overall Efficiency* (SOE) は船が A 地点から B 地点へ移動する時の全体の効率を規定します。

船が 1 マイル移動するときの使用された燃料で示されます。このことは推進するための必要な全エネルギーを表します。

そして、燃料価格 US\$/Ton by SOE を使って 1 マイル当たりのコストに換算されます。

SOE は船の全体の効率が下がると増加します。

このパラメーターは負荷と深いかわりがあり、ドラフトやトリム、天候などにも左右されます。

## System specifications : システム仕様

### 4.4 Standard components : 標準コンポーネント

#### 軸馬力センサー : Shaft Power Sensor SPS-100

電源:	100-240 Volt AC, 48-62 Hz.
電力消費:	70-100W リングサイズとシステム構成による
データインターフェース:	シリアル RS-485 信号, ASCII コード出力データ, 4800 ボー・レトさらに必要なことがありましたらご相談ください
寸法:	静止ユニット: 250 x 180 x 120 mm (W x H x D) 重量: 8 Kg
ジャンクションボックス:	180 x 120 x 100 mm (W x H x D) 重量: 2 Kg
	回転ユニット: Diam. x 190 x 30 mm (Dia x W x H) 重量: 20-40 Kg (diam. dependent)

#### Kyma Display Unit KDU-110. : 表示ユニット

電源:	12V DC, 0.2-0.5Amp. (Delivered from SPS-100 power supply)
寸法:	242 x 162 x 120 mm (W x H x D)
重量:	2 kg

### 4.5 Optional inputs / outputs : オプション入力/出力

#### Analog outputs : アナログ出力

0-20 または 4-20 mA の電流ループ出力は4チャンネルまで。また、チャンネルは非アイソレーション型で共通グランドを持っています。各チャンネルごとの最大負荷は 300Ω です。

0-5 Volt 入力が必要なシステムでは 0-20 mA オプションを使い、データローガーの入力端子に 250 Ω の抵抗を接続します。それぞれの出力チャンネルは、トルク、スラスト、RPM、軸馬力です。

#### Serial I/O. : シリアル I/O

ほかのコンピューターなどへのシリアルデータ通信のために RS-232 I/O チャンネルがつかえます。この出力力チャンネルの Rx, Tx および Ground terminals は電氣的に、ほかの KDU システムとは絶縁されています。ほかのコンピューターシステムにつなぐときなど接地ループでトラブルを起こすことを避けることが出来ます。データ - 伝送プロトコルやデータ - フォーマットなど詳しいことをお知りになりたい場合は KYMA までお問い合わせください。

