

船外機の航走テスト用Pmiメータ

Pmi Meter for Boat Test of Outboard Motor

大谷 弘昭*

Hiroaki Otani

1 まえがき

船外機の性能開発において動力計上で出力が出ているにもかかわらず、実際に航走するとスピードが予想通り出ないことがある。これは背圧など様々な外部条件が異なるため、開発をスムーズに進めるためには実航走条件で出力を把握する必要があった。

そこでボートテスト時に船に積んで、リアルタイムに出力を測定する目的で、小型・簡便・精度のよいPmiメータ（爆発圧力を計測し出力を把握する）を開発した。

これにより船上で実出力がわかり、開発時のやり直しを防止できるようになった。

2 システム概要

従来Pmi計測は実験室向けの高価な燃焼解析装置を用いる必要があり、実航走での計測は準備及び使用環境の厳しさなどより現実的には使えない状況にあった。

ここに、これらの改善を主眼としたシステムを開発した。（図1）下記に特徴を示す。

(1)簡便である。

①クランク角検出はフライホイールの歯を流用。ロータリエンコーダなどの取り付け準備不要。

②点火プラグ一体型圧力センサの使用。シリンダヘッドの加工不要、冷却水準備不要。

③バッテリー内蔵。

(2)小型かつ実航走の使用に対応。

(3)電氣的精度±1%を有し、計測結果のリアルタイム表示が可能。

これにより特別な準備なしで多くの船外機がノーマルカウリング装着状態のまま実航走でのPmi計測を実施することができる。

3 主要課題と対応

開発において燃焼解析装置の基本部分及び電源の

バッテリーを小型ケース内に収める苦勞はあったが技術的な主要課題としては

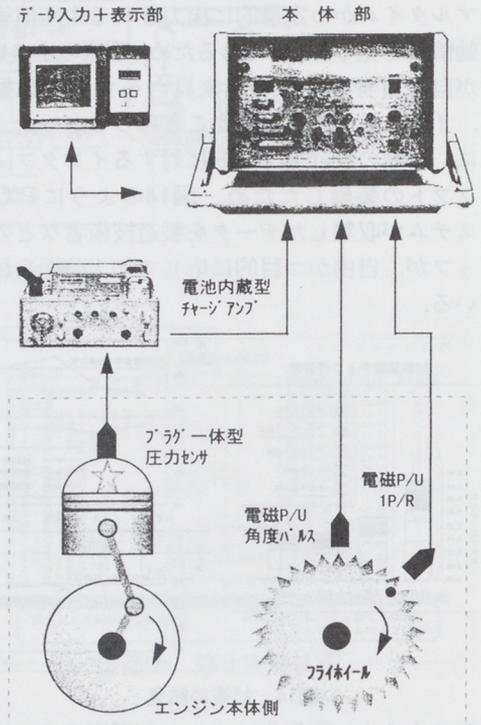


図1 Pmi計のシステム概要

- (1)クランク角信号検出の簡便性と精度の両立。
- (2)リアルタイム表示のための処理スピード向上。
- (3)爆発圧計測のアナログ処理絡みのノイズ対策であった。

上記(2)(3)はマイコン装置開発に付きものの課題であり、ハード的にはマイクロボルト・ナノセカンド域の信号の押さえや逆に周波数特性の劣るデバイスの組み合わせなどを実施。またソフト的には演算アルゴリズム及びマイコンの1命令単位の最適化などを実施して”計測器”のレベルを確保した。

一方、(1)はPmi計測特有のもので使い勝手と精度に大きくかかわる最重要課題であった。

*三信工業(株) 技術部

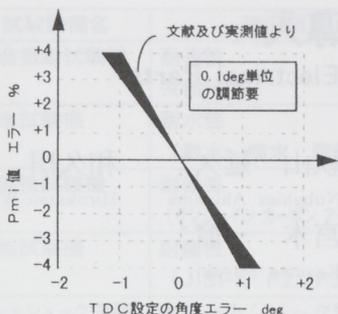


図2 クランク角検出と精度

モータリング（他気筒運転）で最大筒内圧の角度とTDC（上死点）角度位置が正確に一致するように合わせる必要がある。

簡便な角度信号検出と精度を両立するには3～5度間隔の角度信号を分解能0.1度程度で管理しなければならない。（図2）このため、

- (1)電磁P/U（ピックアップ）の応答遅れ補正
- (2)角度信号の連続的な角度オフセット

がフライホール1歯の検出パルスごとに行える電子回路（図3）と良否判定ソフトを作製した。

安定したモータリング時にこれを用いて電氣的に調節することで簡便に精度のよいクランク角度信号の検出ができるようになった。

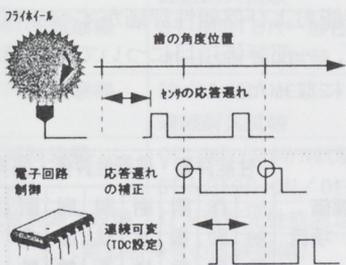


図3 角度パルス制御

4 計測状況

実航走中、各気筒とトータルについてのPmi値／出力値が約1秒ごとに表示されるため、回転計をみるように出力をリアルタイムでモニターすることができる。（図4）

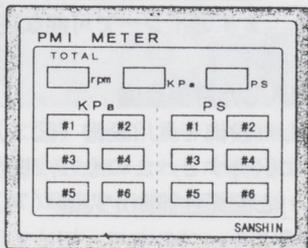


図4 モニター表示

回転変化による各気筒の出力状態の変化や、トップスピードにおけるエンジン発生状態の変化などを、とてもよく読みとることができる。

ボートが走る水域の、外乱変化に応じて出力が変化する様子を十分に検出できる分解能（1%以内）をもっている。

圧力センサの静動的校正、電気信号処理系の伝達チェックや絶対電圧値の校正などにより市販品と同等のレベルの性能を持っていることを比較検証している。

5 業務改善

船外機の性能開発において、動力計による改良評価後に実航走のスピード評価を実施しているが、両者評価間にズレが生じる場面が多くなってきている。

この原因がパワー部の出力性能にあるのか、水没部の推進性能にあるのか不明なため対策のやり直しが発生し効率低下になっていた。

ここに本システムを活用することで正しい評価ができるようになり、推測がなくなってやり直しがなくなり、開発日程の短縮が可能になった。

また、本システムの機能及び効果に対する適用例を表1に示す。

表1 システムの適用分野例

機能\性能	性能向上	評価精度向上	日程短縮
発生出力計測	<ul style="list-style-type: none"> ■実航走でベスト設定 ■ロス馬力の改良 	<ul style="list-style-type: none"> ■他社比較 ■航走・動力計・水櫃の相関性把握 	<ul style="list-style-type: none"> ■性能異常の調査
発生出力管理	<ul style="list-style-type: none"> ■ローワープロベラ系の性能開発 	<ul style="list-style-type: none"> ■ローワープロベラ系効率 ■スピード再現性 ■耐久テストの条件管理 ■騒音測定 	<ul style="list-style-type: none"> ■再現性向上によるデータ蓄積 →予測精度向上 →実験効率向上
個別気筒評価	<ul style="list-style-type: none"> ■実航走でベスト設定 ■現象説明と新技術 	<ul style="list-style-type: none"> ■オイル種類別の条件管理 ■ピストン表紙別の条件管理 	<ul style="list-style-type: none"> ■個別気筒のみによるピストン評価可

6 むすび

今まで、推測が多かった実航走状態の性能把握を、商品開発フローの中に組み込める状態で一歩前進させることができた。

新たなデータが分かることで、今までと違った開発形態や新技術につなげたいと考える。

開発は一段落したものの定常状態の計測に限られているため、過渡対応や記録機能などの追加要望があり今後さらに改良していく。

最後に、本開発にあたり社内外の多くの方々にお世話になり深く感謝申しあげる。