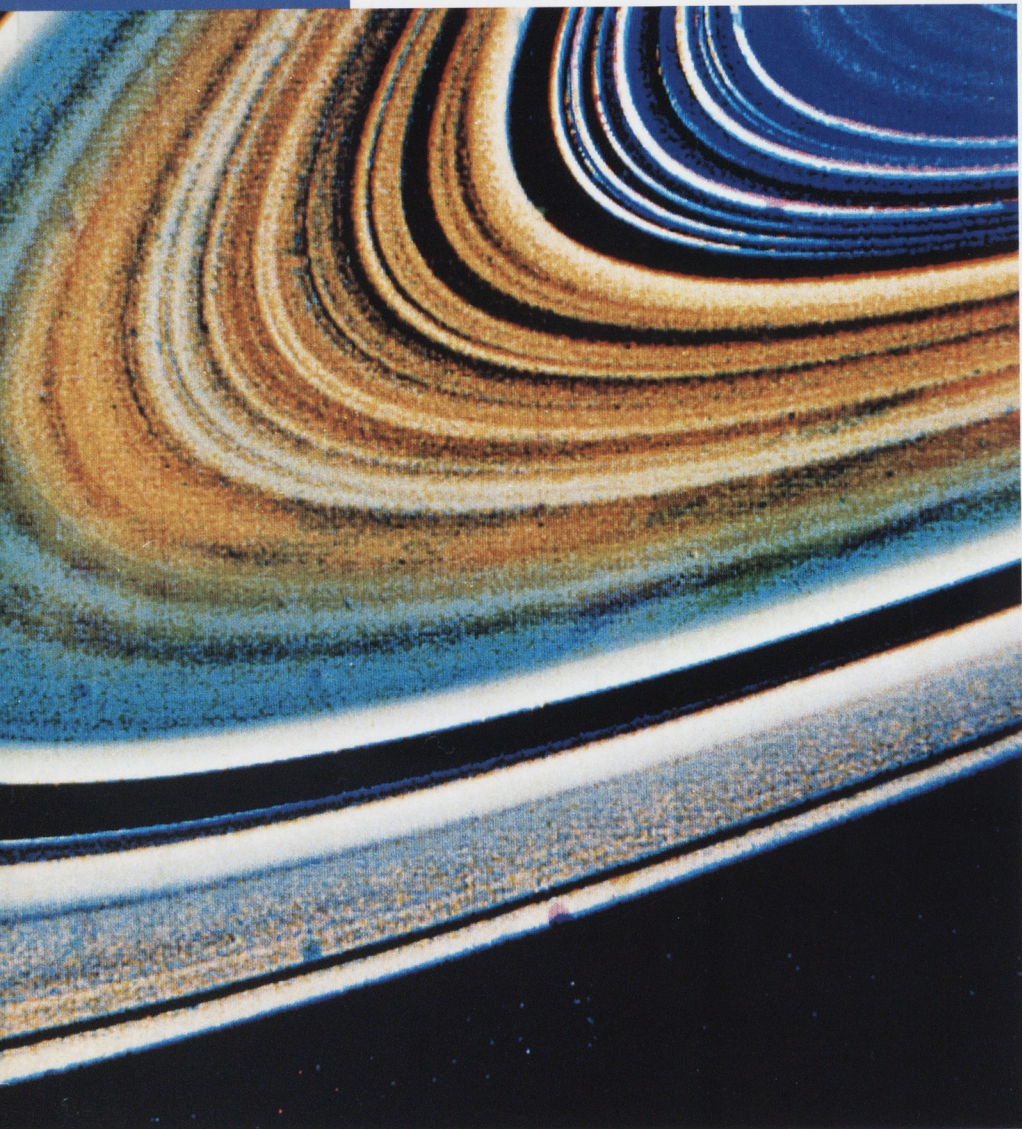


YAMAHA MOTOR ヤマハ技術会 技報

TECHNICAL REPORTS

No.19



1995-3

目次

技術論文

- ◇産業用無人ヘリコプタの飛行特性と制御…………… 1 佐藤 彰
- ◇自動車エンジン用高速めっき装置
ーライナレスアルミシリンドラブロックへの採用ー…………… 7 磯部 正章／池ヶ谷裕彦
- ◇2ストロークマリンエンジンへの触媒適合……………14 五十川 敦／藤本 博昭
松本 直人／中山 学
鈴木 雄久
- ◇コネクティング・ロッド大端部における実験的考察……………20 都竹 広幸／土田 直樹

技術紹介

- ◇小型ボート用アルミブリッジの開発……………26 岡 龍祐／山田 利治
- ◇ヒューマノマリンシートの開発……………28 稲毛 秀行／大城 昌夫
- ◇船外機用機能集中ハンドルの開発……………30 阿部 晃志／恒川 弘之
- ◇船外機用シングルシリンドラパワートリム&チルトの開発……………31 中村 大介
- ◇ヤマハPS(Power Shift)コントローラの開発……………33 石川 公一
- ◇トリプルYPVSの紹介……………35 大野 敦史／嶋中 勝則
山本 伸行
- ◇モーターサイクル加速騒音測定システムの紹介……………37 丸山 美大
- ◇F1レース用ニューマチック・バルブシステムの紹介 ……40 木村 隆昭／西 賢悟
- ◇GHP「Y-HOT」システムの紹介 ……42 三沢 誠／有村 正嗣

製品紹介

- ◇新屋形船「御座船」の開発……………44 河野 俊平／伊庭 照雄
- ◇ウォータービークル用110馬力推進機の紹介 ……46 吉田 真次／中瀬 良一
塚原 康寿／永房 誠
加藤 直樹／鈴木 勝
- ◇4サイクル船外機「F50A」の紹介 ……49 柴田 保彦／中井 弘
干場 昭彦／川向 謙次
亀山 逞
- ◇ビッグツインスポーツ「TRX850」の紹介……………52 北田 三男／林 三智也
小栗 幹夫／平野 和行
神村 薫／中村伊久雄
- ◇XJ900S Diversionの紹介 ……55 橋本 政幸／倉井 宣好
佐野 文基
- ◇スーパースポーツ「YZF750R/SP」の紹介 ……57 三輪 邦彦／瀧本 宏
川北 茂樹／田中 陽
竹上 政喜
- ◇エンジンウエルダー「EFW150S」の紹介……………59 大塚 邦彦／山口 佳久
平野 嘉男
- ◇新世代ビル用マルチGHP「M」シリーズの紹介 ……62 河合 康成／三沢 誠
有村 正嗣／小栗 真
鈴木 茂人／長坂 弘文

INDEX

TECHNICAL PAPERS

| | |
|---|--|
| Flight Characteristics and Control of Unmanned Aerial Vehicle | A. Sato 1 |
| Rapid Plating System of Automobile Engine -Application to Linerless Aluminum Cylinder Block- | M. Isobe/H. Ikegaya ... 7 |
| Application of Catalytic Converter on Spark-Ignited Two Stroke Cycle Marine Engine | A. Isogawa/H. Fujimoto T. Suzuki/N. Matsumoto M. Nakayama.....14 |
| An Experimental Study of Connecting Rod Big Ends | H. Tsuzuku/N. Tsuchida...20 |

NEW TECHNOLOGIES

| | |
|--|---|
| Development of Aluminum Bridge for Small Boat | R. Oka/T. Yamada26 |
| Development of Humano Marine Seat | H. Inage/M. Oshiro28 |
| Development of Integrated Handle on Outboard Motor | K. Abe/H. Tsunekawa.....30 |
| Development of Single Cylinder Power Trim and Tilt for Outboard Motor | D. Nakamura31 |
| Development of YAMAHA PS Controller | K. Ishikawa33 |
| Triple YPVS(YAMAHA Power Valve System) | A. Ohno/K. Shimanaka N. Yamamoto35 |
| Realtime Analysis System of Pass-by M/C Noise Tests | Y. Maruyama37 |
| Pneumatic Valve System for Formula One Engine | T. Kimura/K. Nishi40 |
| Development of GHP Y-HOT System | M. Misawa/M. Arimura ...42 |

NEW PRODUCTS

| | |
|---|--|
| Development of New Yakatabune "GOZABUNE" | S. Kono/T. Iba44 |
| 110PS Engine and Pump for Water Vehicle | S. Yoshida/R. Nakase M. Suzuki/K. Tsukahara M. Nagafusa/N. Kato46 |
| Four-Stroke Cycle Outboard Motor "F50A" | Y. Shibata/H. Nakai A. Hoshiba/T. Kameyama K. Kawamukai49 |
| Big Twin Sports "TRX850" | M. Kitada/M. Hayashi M. Oguri/K. Hirano K. Kamimura I. Nakamura52 |
| XJ900S Diversion | M. Hashimoto/N. Kurai F. Sano55 |
| Super Sports "YZF750R/SP" | K. Miwa/H. Takimoto S. Kawakita/A. Tanaka M. Takegami57 |
| Engine Welder "EFW150S" | K. Otsuka/Y. Yamaguchi Y. Hirano.....59 |
| New Generation Multi-GHP "M" Series for Buildings | Y. Kawai/M. Misawa M. Arimura/M. Oguri S. Suzuki/H. Nagasaka ...62 |

産業用無人ヘリコプタの飛行特性と制御

Flight Characteristics and Control of Unmanned Aerial Vehicle

佐藤 彰*

Akira Sato

要旨

産業用無人ヘリコプタ R-50 の運動解析を行い、自己回帰モデルを用いて動特性モデルを導出した。これをもとにして応答モデルを決定し、モデルフォローイング制御を 4 自由度で行った。モデルは「上級者モード」、「中級者モード」、「初心者モード」の 3 モードを設定し、安定性を損なうことなく、操縦性を操縦者の技量にあわせて変更できるようにした。操縦者の官能評価により、制御性能の評価を行ったところ、初心者から上級者まで満足できるレベルであることが確認できた。また、操縦者の操舵量の周波数分析を行ったところ、制御することにより操舵量が半分以下になることが確認できた。

1 はじめに

当社の無人ヘリコプタ R-50（以下 R-50 と呼ぶ）の普及にともない、いわゆるラジコンマニア以外の人が必要にせまられて、操縦訓練をして免許を取得する機会が多くなった。この時、発生してきた問題が操縦の難しさである。R-50 の操縦は基本的には、ホビー用のラジコンヘリコプタの操縦方法と同じで送信機の 2 本のスティックを同時に微妙に操作して、フライトさせる。（ホバリング時は約 3 mm 以内の動かし量であり、普通の人が考える以上に微妙な操作である。）

ホバリングを行いやすくするためには安定性を増大させるような制御が必要になる。しかし、農薬散布作業を行う時には、かなり急激な操作も必要となるため、操縦性も損なうことは許されない。そこで、R-50 の制御として、SCAS（Stability and Control Augmentation System）を開発することにした。

2 飛行特性の解析

R-50 には、安定性と操縦性の向上のために図 1 のようなベル・ヒラー混合型のスタビライザがついているため、その操縦性、安定性は有人ヘリコプタとは大きく異なる。⁽¹⁾

その飛行特性の解析を、自己回帰モデルを用いて行った。

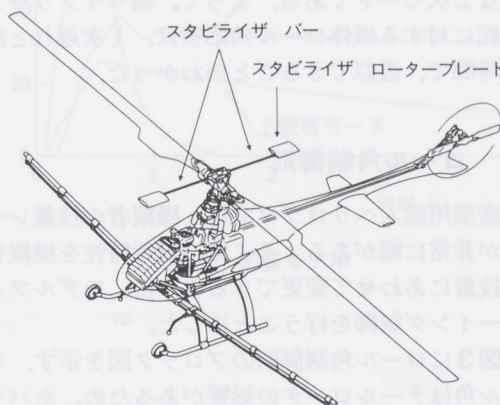


図 1 スタビライザ

$$\phi(t) = \sum_{n=1}^m a_n \cdot \phi(t-n\Delta t) + \sum_{n=\text{lag}}^{\text{lag}+k-1} b_n \cdot \delta x(t-n\Delta t)$$

- ϕ : ロール角
 δx : 横サイクリック角（操縦者入力）
 Δt : データの刻み幅
 m : 自己回帰モデルの項数
 k : 操舵の影響を表す項数
 lag : 時間遅れ

*スカイ事業部 技術開発室

安定したホバリング状態から、一定の横サイクリック角を与えて、機体ロール角の計測を行った。これを前記自己回帰モデル式に従い、分析を行った。

理論計算によると、横方向には2つの振動モードが存在する。1つはスタビライザによって発生する速い周期のモード（以下「スタビライザモード」と呼ぶ）もう一つは、周期の遅いほとんどニュートラルのモードである（以下「長周期モード」と呼ぶ。これらのモードの減衰率と振動数を自己回帰モデル式により計算した。1 deg・secのパルス入力に対するロール角応答は表1のようになる。

（1次および2次モードは長周期モード、3次モードはスタビライザモード）横サイクリック角を与えたときの応答を図2の「ロール角機体応答」に示す。

応答特性に大きく寄与しているのは、減衰の小さな2次モードである。よって、横サイクリック操舵に対する機体ロール角応答は、1次遅れと無駄時間で、近似できることがわかった。

3 ロール角制御則

産業用無人ヘリコプタでは、操縦者の技量レベルが非常に幅がある。そこで、飛行特性を操縦者の技量にあわせて変更できるように、モデルフォロ잉制御を行うことにした。⁽²⁾

図3にロール角制御則のブロック図を示す。ロール角はテールロータの影響があるため、ホバリングの中立姿勢角が0 (deg)ではなく、テールロータ推力の逆側に傾く。その推力は、機体の重量やフライト状況によって変動する。そのため、横方向の加速度を検出して中立姿勢角を決めている。

表1 ロールの応答特性

| モード | 振幅(deg) | 減衰(a) | 振動数(rad/s) |
|-----|---------|----------|------------|
| 1次 | -0.0560 | -42.8520 | |
| 2次 | 4.38634 | -0.0374 | |
| 3次 | 4.1411 | -1.7738 | |

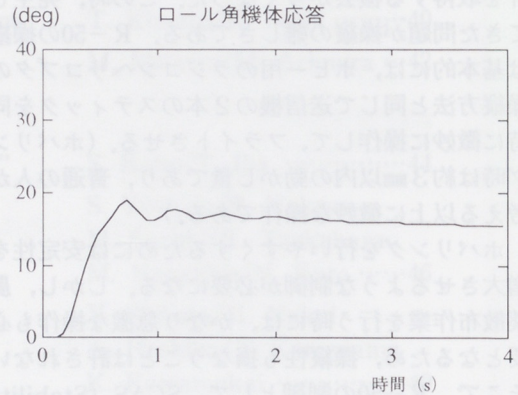
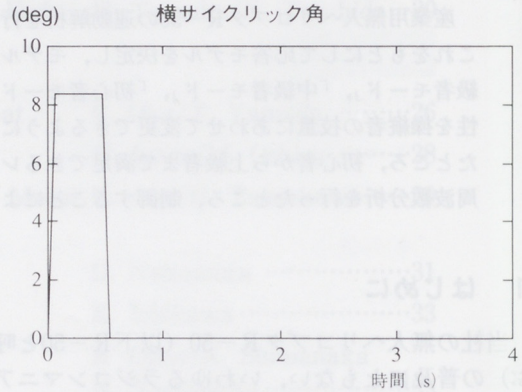


図2 ロール角機体応答

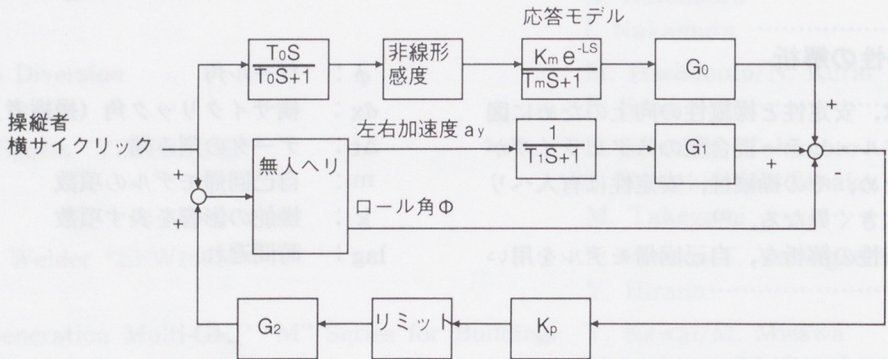


図3 ロール角制御則ブロック図

1次遅れと無駄時間の応答モデルに追従させ、そのモデルを操縦者の技量によって変更することにした。図4に応答モデルを示す。

「上級者モード」は、旋回フライトを行うことのできる経験の豊富な操縦者用のモードである。操縦者は、安定性よりも操縦性を重視する。特に、ロール角の中立への戻りが速いと、旋回中に姿勢を戻されて操縦がやりにくくなるので、大きな一次遅れの時定数とした。

「中級者モード」は、免許保有者の大部分をしめる経験のあまりない操縦者用のモードである。操縦者は、旋回フライトは行わず、常に機体を後方から見ながら、前後左右にフライトさせる。

特に後進フライトは不安定になりやすいので、安定性も必要となる。また、前進から急停止を行う時は操縦性も必要となる。そこで、立ち上がり量を大きくして、また中立への戻りも速くなるように、小さな一次遅れの時定数とした。

「初心者モード」は、まだ免許のない人の練習用のモードである。安定性を重視するために、応答モデル量は0として、単なるSAS(安定増大装置)とした。

図5に「上級者モード」のフライト結果を示す。モデルと機体応答が良く一致していることが確認された。

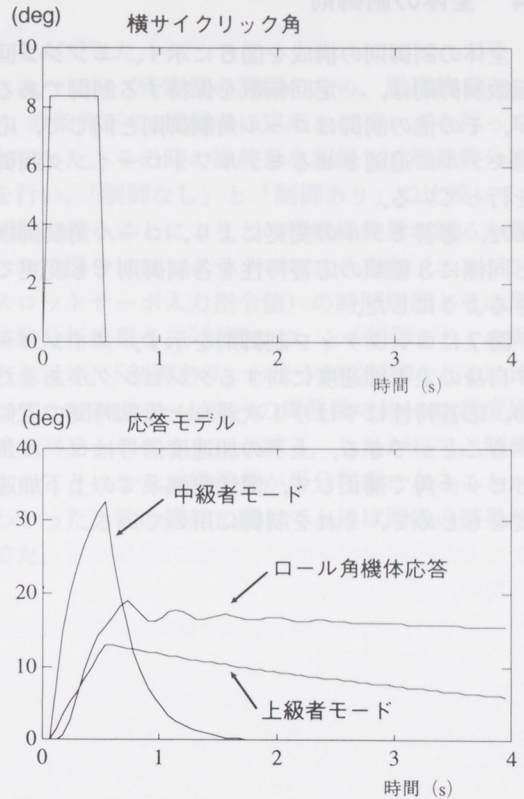


図4 応答モデル

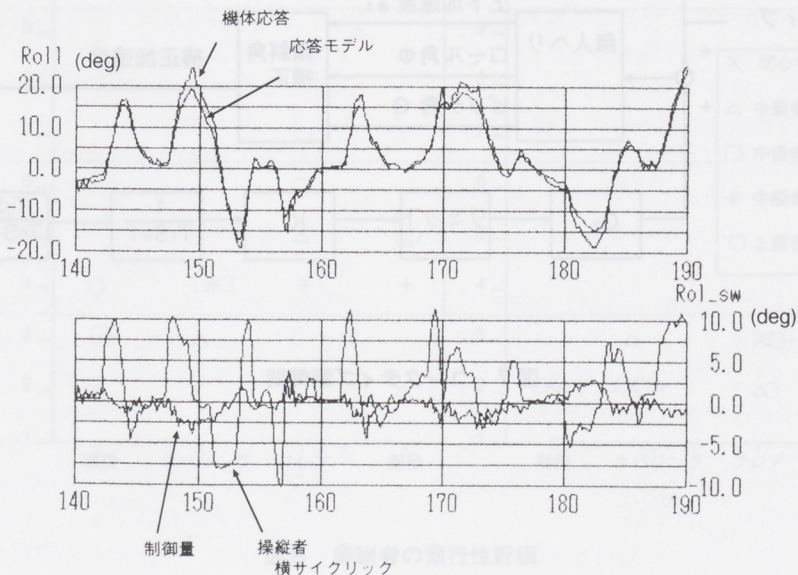


図5 ロール角制御則フライト結果

4 全体の制御則

全体の制御則の構成を図6に示す。エンジン回転数制御則は、一定回転数を保持する制御であるが、その他の制御はロール角制御則と同じで、応答モデルに追従させるモデルフォロ잉制御を行っている。

また、応答モデルの変更により、ロール角制御則と同様に3種類の応答特性を各制御則でも変更できるようにした。

図7にコレクティブ制御則を示す。メインロータ自身の上下加速度に対するダンピングがあるため、応答特性はやはり1次遅れと無駄時間で近似することができる。上下の加速度信号はロール角とピッチ角で補正して、慣性座標系での上下加速度をもとめて、それを制御に用いている。

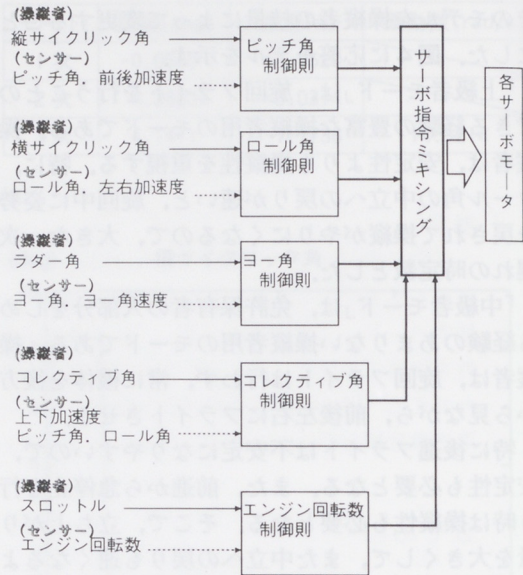


図6 全体の制御則

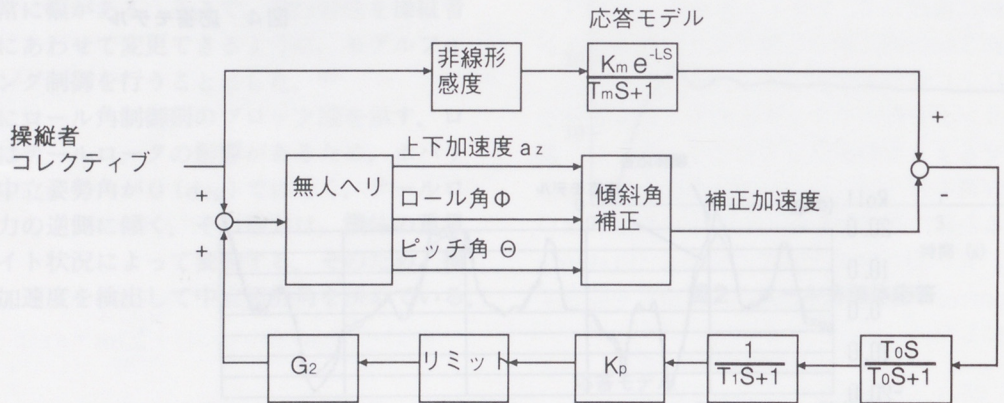


図7 コレクティブ制御則

5 制御性能の評価

5名の操縦者により、飛行性の評価を行った。5名の操縦者のうち、1名は制御装置なしでは操縦できない初心者、3名は旋回フライトのできない中級者、1名はラジコン歴の長い上級者である。離陸から着陸までの一連のフライトパターンにおいて、クーパー・ハーパー・レーティングスケールを用いて、「制御なし」と「中級者モード」の制御の比較評価を行った。(図8参照)

P.R. (パイロット・レーティング) は、値が小さいほど飛行性が良いことを示す。「制御なし」では、「制御不能」の初心者もレベル1「改善なしに満足」になった。また、「制御なし」ではレベル3「改善必要」になった。また、「制御なし」ではレベル3「改善必要」からレベル2「改善すれば満足」の評価をした操縦者も、「制御あり」ではレベル1「改善なしに満足」になり、非常に良い評価をもらう

ことができた。
ホバリング安定性の評価のため、風速約5(m/s)の条件下で、操縦者に定点ホバリングを行ってもらった。その時の操舵量を記録して周波数分析を行い、「制御なし」と「制御あり」で比較して、制御を行うことによりどの程度操舵量が減るか調べた。図9にコレクティブピッチ方向(エンジンスロットサーボ入力指令値)の時間履歴とその周波数分析結果を、「制御なし」と「制御あり」の両方を示す。「制御あり」のほうが「制御なし」に比べて、0.2(Hz)~4(Hz)の周波数で約10db程度操舵のパワースペクトルが減る。したがって、制御することにより、操舵量が半分程度になることがわかった。他の操舵に関してもほぼ同様の結果がでた。

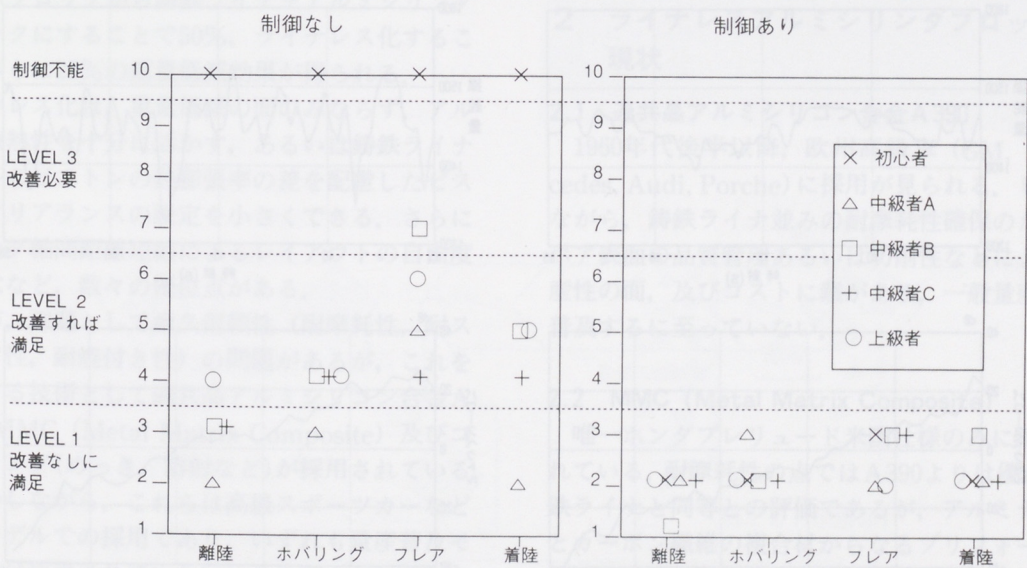


図8 操縦者の飛行性評価

6 おわりに

無人ヘリコプタは、人間が同乗していないが故に有人ヘリコプタよりもある面では、操縦が難しいといえる。しかも操縦者が、ラジコンヘリコプタの全日本選手権出場者から、女性の農業従事者の方まで、その技量レベルや知識には非常に幅がある。どのような操縦者にも本当に満足していただける飛行性能を有する制御システムを構築することは、非常に難しいことである。とくに、いわゆるラジコンマニアの人達は、自分自身の操縦性に対する好みがはっきりしていて、しかもそれが人によってかなりばらついている。しかしながら、今回多くの操縦者に満足していただける制御システムが出来たのではないかと自負している。

今後も産業用無人ヘリコプタの制御装置という、まだまだ未知のことが多い分野の開発を行ってみたい。

参考文献

- (1) 上村誠他：ヘリコプタとCCV，日本航空宇宙学会誌，35(1987)，PP468-PP474
- (2) 加藤寛一郎：CCVの利点と限界，日本航空宇宙学会誌，35(1987)，PP455-PP460

著者



佐藤 彰

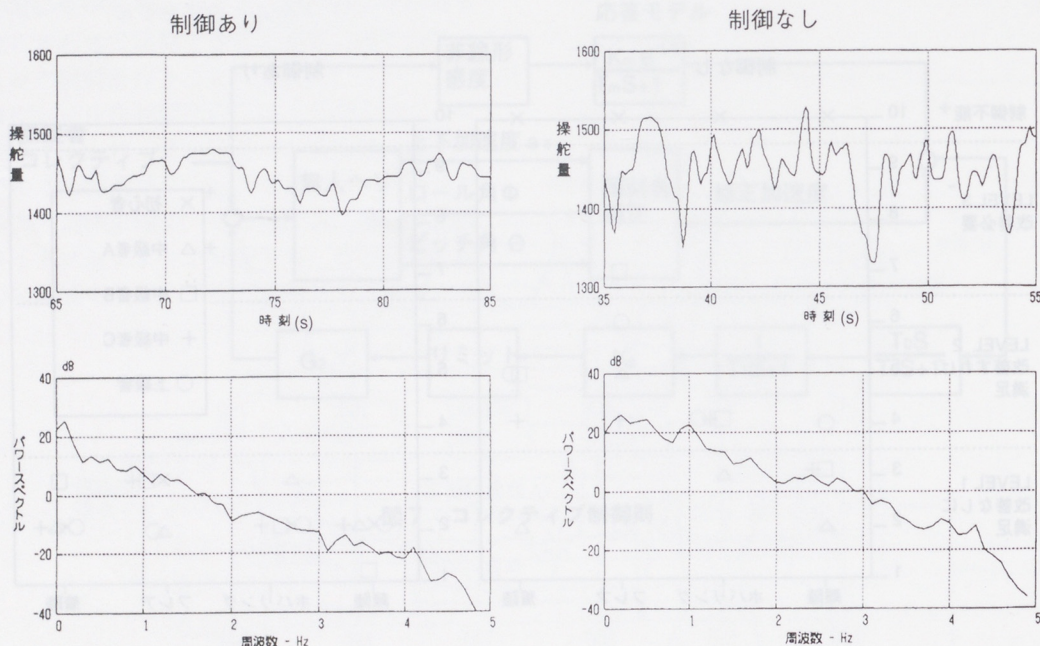


図9 ホバリング時のコレクティング方向操舵量の周波数分析

自動車エンジン用高速めっき装置 —ライナレスアルミシリンダブロックへの採用—

Rapid Plating System of Automobile Engine
-Application to Linerless Aluminum Cylinder Block-

磯部 正章*

Masaaki Isobe

池ヶ谷 裕彦*

Hirohiko Ikegaya

要旨

地球環境問題に関心が高まり、自動車メーカーの排ガス削減や燃費向上に向けたエンジンの軽量化の研究にしのぎを削っている。シリンダブロックのアルミ化が進み、当社においてもライナレスシリンダへのニッケル複合めっきの高速化技術（めっき品質）の開発により、従来のめっき方法に比べ10倍以上の析出速度とアルミ素地上への強固で安定した密着性が得られるに至った。

一方、長年培われてきたヤマハ高速めっきシステム（YRPS：YAMAHA Rapid Plating System）は、インライン設備として多くの生産実績があり従来のめっきランニングコストを約50%削減可能な量産技術（システム）として確立している。

これらのYRPS技術・ノウハウは、めっきシリンダブロックの普及に貢献できるものと考えられる。

1 はじめに

自動車エンジンのライナレスアルミシリンダブロック化は、燃費低減要請に応えるエンジンの軽量化という観点で当面の終着点といえる。

鋳鉄ブロックから鋳鉄ライナ+アルミシリンダブロックにすることで50%、ライナレス化することでさらに25%の重量低減効果が得られる。ライナレス化は、重量低減の面のみならず、アルミの放熱性を十分に活かす、あるいは鋳鉄ライナとアルミピストンの熱膨張率の差を配慮したピストンクリアランスの設定を小さくできる。さらにシリンダ軸間距離短縮によるレイアウトの自由度の拡大など、数々の優位点がある。

一方、課題として耐久信頼性（耐摩耗性、耐スカッフ性、耐焼付き性）の問題があるが、これを解消する技術として過共晶アルミシリコン合金A390、MMC（Metal Matrix Composite）及びコーティング（めっき、溶射など）が採用されている。しかしながら、これらは高級スポーツカーなど特定モデルでの採用であり、いずれも量産普及モデルには採用されていない。その理由として耐久信頼性のレベル及びコストが挙げられる。

これらの普及阻害要因を解消し、ライナレスア

ルミシリンダブロックの量産モデルの採用をも可能とする一つの解として、従来のめっきシステムの概念を変えるYRPSについて紹介する。

2 ライナレスアルミシリンダブロックの現状

2.1 過共晶アルミシリコン合金A390

1960年代後半以降、欧州高級車（GM、Mercedes、Audi、Porche）に採用が見られる。しかしながら、鋳鉄ライナ並みの耐摩耗性確保のためのボア表面の品質管理あるいは切削性などによる生産性の面、及びコストに難があり、一般量産車に普及するに至っていない。

2.2 MMC（Metal Matrix Composite）

唯一ホンダプレリユード米国仕様のみを採用されている。耐摩耗性の点ではA390よりは優れ、鋳鉄ライナと同等との評価であるが、アルミナ繊維とカーボン繊維の複合材からなるプリフォームの製造コスト及び量産性（MMCブロック）に難がある。

2.3 コーティング

コーティングとしては陽極酸化皮膜、線爆溶射および静止浴ニッケル複合めっきがある。A390、

* IM事業部 技術部

MMCも含めたこれらの中では、ニッケル複合めっきが最も多種のエンジンに採用されている（Corvette ZR1, Porsche 911のスポーツカー用エンジン、モータサイクル、チェーンソーなど）。

しかしながら、静止浴ニッケル複合めっきにしても高度の量産型車用のエンジンでの採用はない。この理由は比較的高価である点と、量産速度の遅い点が挙げられている。

ライナレスアルミシリンダブロックの自動車用量産エンジンへの普及阻害要因として、耐久信頼性の確保、及びコストもさることながら、既成の量産システムに対する適合性が重要な要因として挙げられる。

3 YRPS

3.1 開発の考え方

工場を概念を図にすると模式的に図1となる。生産施設を介して素材にエネルギー、生産財を投入して製品に変換する。この際の変換効率の良いことが低コストにつながり、余剰物質、余剰エネルギーが環境汚染の元となる。

YRPSは、この“変換効率を大きくする”及び“余剰物をなくす”の2点を追求した結果、従来のめっきのプロセスを根底からくつがえした。

すなわち、“めっき層に対象物を持ち込むのではなく、対象物のめっき部にめっき液を持ち込む”という考え方、及びこれにより“1個流しの機械

加工工程の中にめっき処理を取り込んでしまい、一貫工程とする（インライン化）”の2点を実現している（図2）。

3.2 高速めっきの原理

従来は静止しためっき液の中に一度にたくさんの被めっき物を長時間保持するやり方であった（図3(a)）。皮膜の析出速度は、流す電流の大小に依存する。高速めっきでのめっきは、負極となるめっき対象面と正極の間をめっき液を流動させる方式としている。このため、極間距離を短くし、まためっき液を高速で流動させ、めっき対象面周辺のイオン拡散層を薄くすることで、低電圧でありながら、大電流を流すことが可能となる。

これによりめっきの高速化に加え、かつ皮膜の高度な品質管理をも可能とした（図3(b)）。

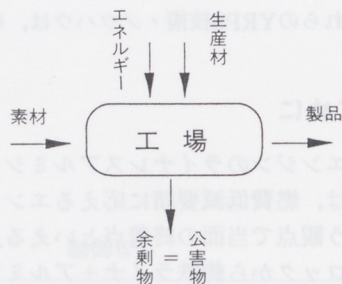


図1 工場概念

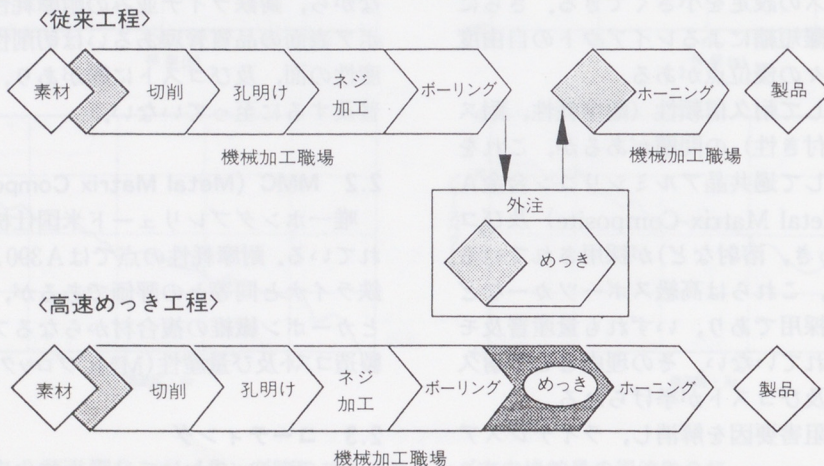
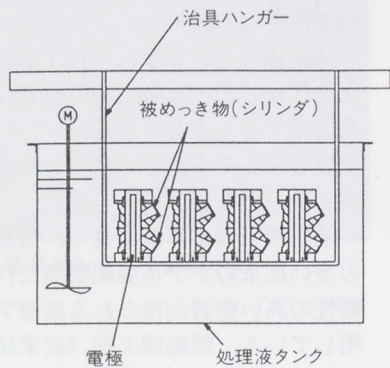
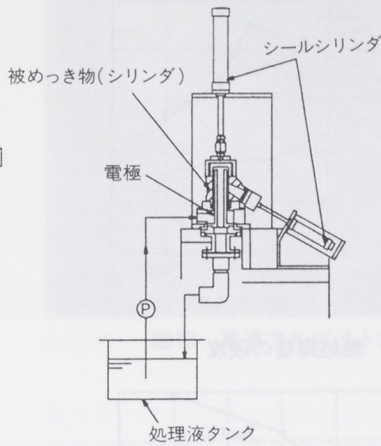


図2 YRPSによるインライン化



＜a＞ 従来法(静止浴)



＜b＞ 高速めっき法

図3 めっき方法の比較

3.3 ニッケル複合めっきの高速化

従来のめっき方法としては、アルミシリンダ及びライナの内側に硬質クロムめっき処理を施す技術が実用されてきた。しかしながらクロム皮膜は、耐スカッフ性などエンジン機能面で、また生産面においては、処理装置周辺の作業環境、廃水処理などの問題が多い。

ことに、最近の地球環境問題として、クロムめっきは将来的にきびしい状況下にある。一方、ニッケル複合めっき（静止浴法）は硬質クロム代替皮膜として（最近盛んに使われ、耐久信頼性及び環境面から、あるいはディーゼルエンジンのEGR対策としても）さらに用途拡大は必至であり、このたび当社が開発した、これら複合めっきの高速化技術は、他の量産システム（機械加工設備など）に適合させる最も有効な手段の一つといえる。

(1)ニッケル複合めっき ニッケル金属またはニッケル系合金マトリックスの中に種々のセラミック系微粒子や繊維状物質を共析させ、金属マトリックスに複合機能を付与させるめっき皮膜である。

自動車部品などへの耐摩耗性及び耐スカッフ性機能を有する皮膜としては、炭化ケイ素(SiC)を含有するニッケル複合めっきが代表的であり、その皮膜破断面を図4また、摺動特性及び諸特性を図5、図6、図7に示す。

(2)高速化レベル 要求されるSiCの共析量にもよるが実用可能な析出速度は、従来法に比し10～50倍速くなっている。

| | |
|-----------|----------------|
| 従来法（静止浴） | 0.8～3.0μmm/min |
| 高速法（YRPS） | 10～40μmm/min |

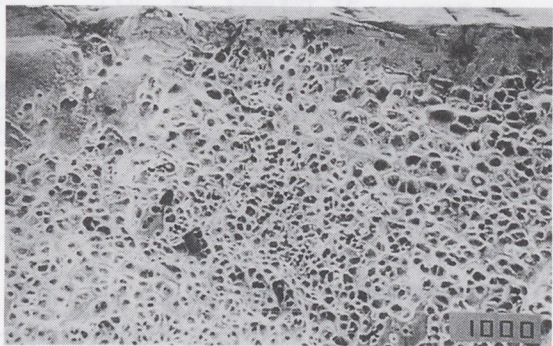
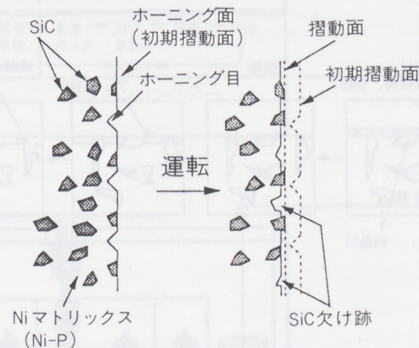


図4 YRPS皮膜破断面図



＜摺動特性＞

ダイヤモンドホーニング目でオイルポケットを作る。そして、ピストン摺動により、硬いSiCは残り、マトリックスが摩耗し、そこに新たなオイルポケットが生まれる。こうして摺動部に、常にオイル潤滑面が形成される。

図5 摺動による表面プロフィール

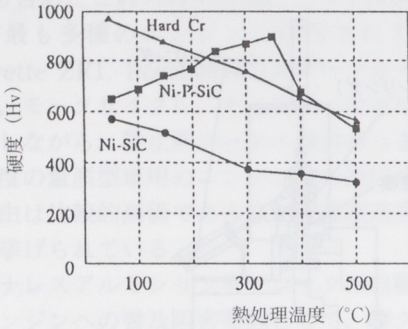


図6 熱処理後の硬度

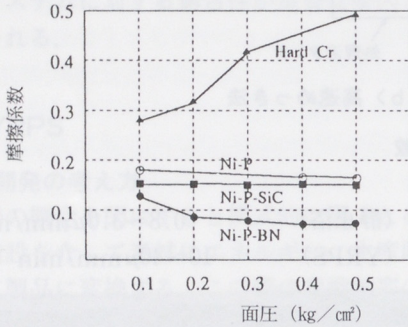


図7 摩擦係数

3.4 YRPSの特徴

量産車用エンジンのライナレスアルミシリンダ化の普及を阻害する先述の三つの要因の各々に対しYRPSは次のポテンシャルを有している。

(1)高い品質信頼性 従来法によるニッケル複合めっきのライナレスアルミシリンダはPorsche911ほか、広範に事例がみられ、多くの採用実績があ

る。また高速めっき法によるニッケル複合めっき品質についても、各種エンジン性能及び台上試験などにおいて、従来と同等または、それ以上の評価を得ている。

高速めっきシステムでは1個流し方式とし、従来法に比しめっき膜厚精度改善などの品質管理が高度にできる点を先述したが、むしろ重要な点は皮膜のアルミ素地との密着性を左右する前処理がポイントとなる。

前処理工程が非常に長く、煩雑で液管理に問題の多い従来のダブル亜鉛置換に代えYRPSでは信頼性の高い密着が得られる高速アルマイト法を採用している。前処理工程（従来法との比較）については図8に、また高速アルマイト皮膜の表面及び破断面を図9、図10に示す。

(2)大幅なコストダウン 従来法との対比では50%以上のコストダウンが可能と考える。

大きな要因として

- ・完全自動化による人件費の削減。
- ・インライン化（一貫工程の中へのめっき処理工程の取り込み）によるハンドリング（物流）コストの大幅削減。
- ・膜厚の均一化によるホーニング時間の削減。
- ・クローズドシステムによる公害防止費用の節約。省エネ、省資源の観点でいえば次が挙げられる。
- ・電流効率：ニッケル複合めっきの場合は従来法に比し40～50%向上。
- ・部分処理による薬品使用量及び廃液量の軽減。
- ・水洗水の循環再利用。

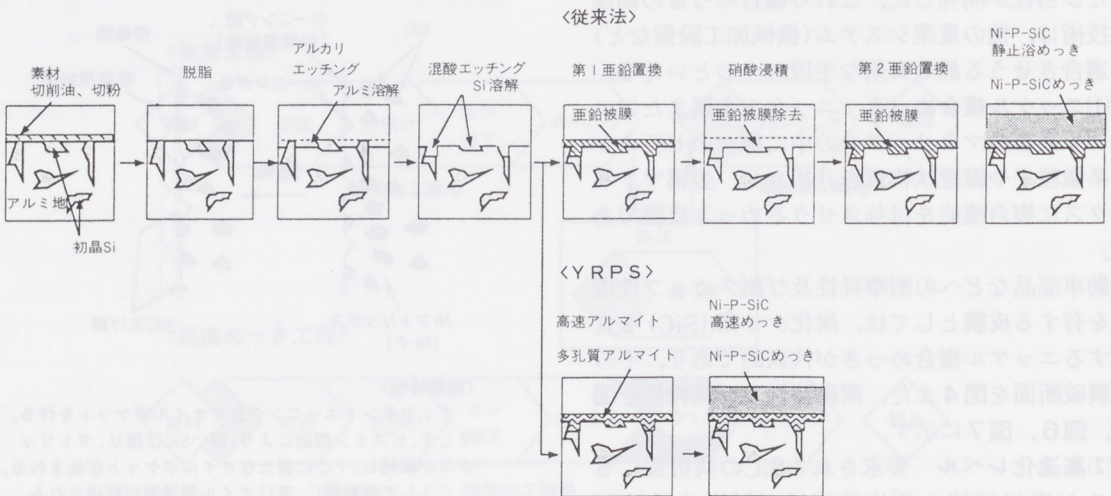


図8 アルミシリンダへの複合ニッケルめっきの前処理法

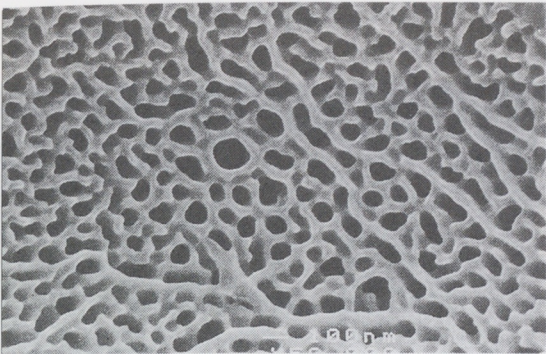


図9 高速アルマイト皮膜表面

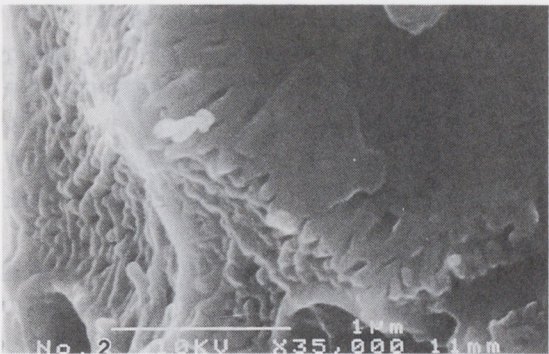


図10 高速アルマイト皮膜破断面図

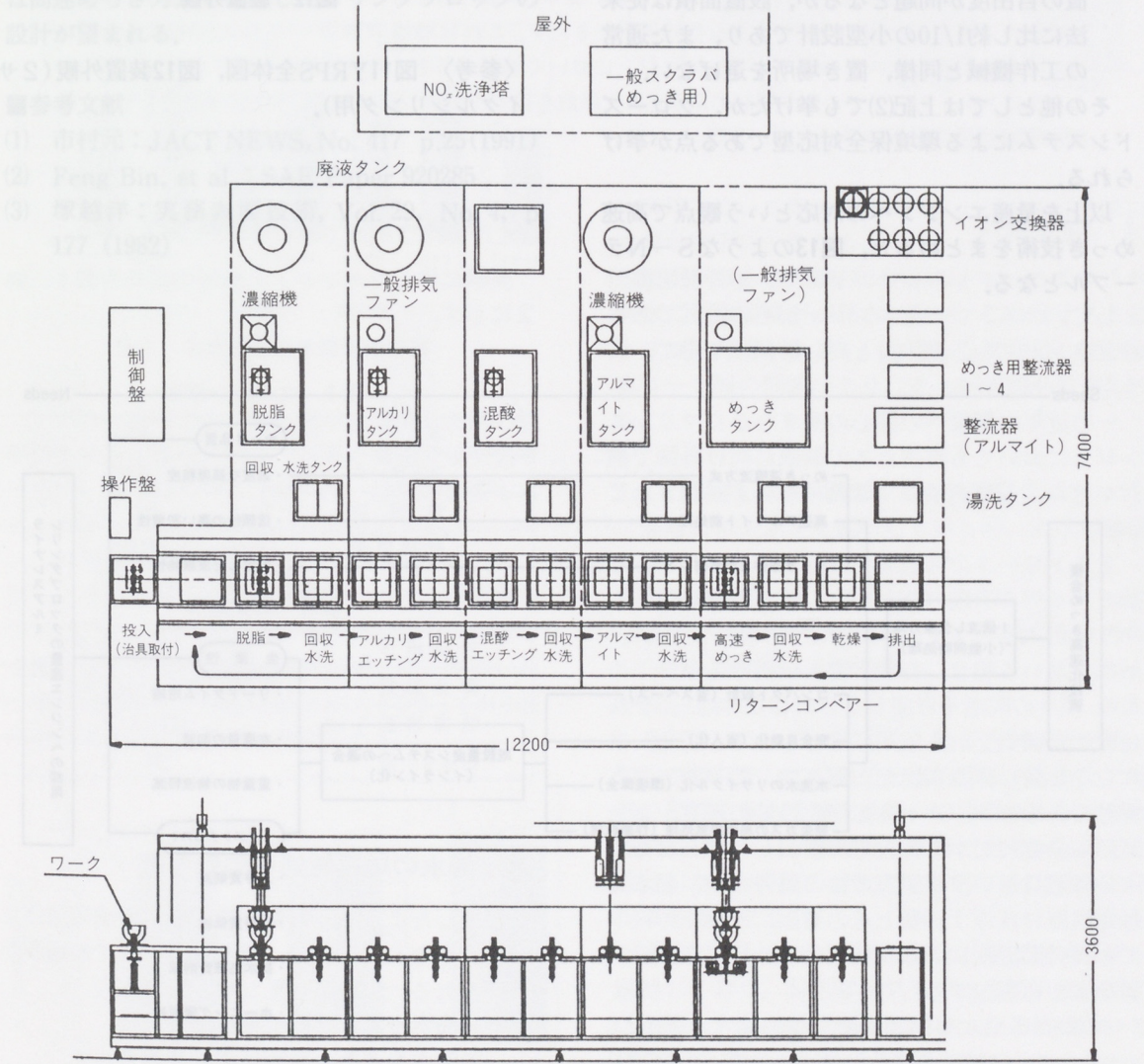


図11 YRPS全体図

(3)既成量産システムへの適合性が高い

- ・めっきの高速化，1個流し生産による高度な品質管理，完全自動化など，量産対応システムであり，直列4気筒モデルでのサイクルタイムはブロック当たり3～6分が可能であり，これは機械加工工程と同期させうるレベルと考える。
- ・もちろん，直列，V型，水平対向それぞれ適用可能であり（各々固有の設備または治具の設計が必要），また，めっき種類の変更はめっき液の変更と制御内容のアレンジにて自在に可能である。
- ・一貫工程に組み込む場合には，スペースと設置の自由度が問題となるが，設置面積は従来法に比し約1/10の小型設計であり，また通常の工作機械と同様，置き場所を選ばない。

その他としては上記(2)でも挙げたが，クローズドシステムによる環境保全対応型である点が挙げられる。

以上を量産エンジンへの対応という観点で高速めっき技術をまとめると，図13のようなS-Nテーブルとなる。

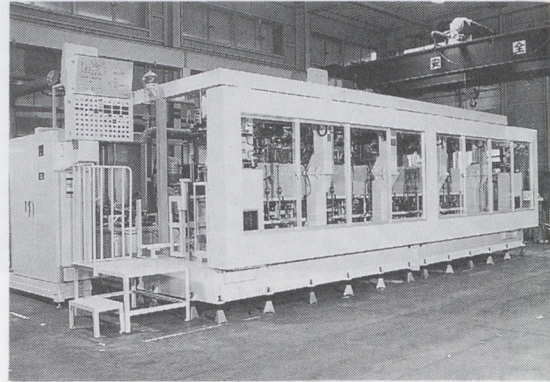


図12 装置外観

〈参考〉 図11YRPS全体図，図12装置外観（2サイクルシリンダ用）。

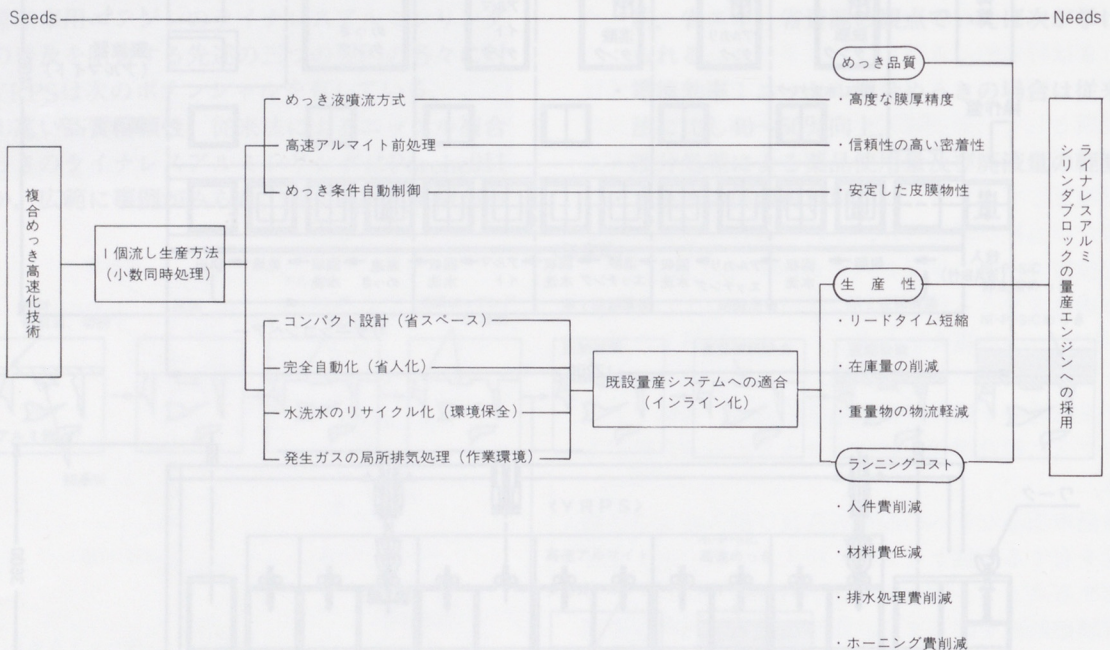


図13 YRPSのS-Nテーブル

4 おわりに

YRPSはすでにサスペンションのクッションロッド、エンジンバルブのステムなどの自動車部品や汎用エンジン用アルミシリンダへの機能めっきに使用され、機械加工の主要工程として高い評価を得ている。

本文のアルミシリンダブロックへのYRPSの開発は、一般量産車用高性能エンジンの普及に役立つものと確信する。

今後の課題としては、めっき品質の信頼性をさらに高めるための、非破壊式密着強度試験など、測定技術の開発及び鋳造技術の改善、また一方では高速めっき方式を考慮したシリンダブロックの設計が望まれる。

参考文献

(1) 市村元：JACT NEWS, No. 417 p.25(1991)
(2) Feng Bin, et al.：SAE Paper 920285
(3) 塚越洋：実務表面技術, Vol. 29, No. 4, p. 177 (1982)

著者



磯部 正章



池ヶ谷 裕彦

2 ストロークマリンエンジンへの触媒適合

Applctaion of Catalytic Converter on Spark-Ignited Two Stroke Cycle Marine Engine

五十川 敦*

Atsushi Isogawa

鈴木 雄久*

Takehisa Suzuki

藤本 博昭*

Hiroaki Fujimoto

松本 直人*

Naoto Matsumoto

中山 学*

Manabu Nakayama

要旨

2 ストロークマリンエンジンの排出ガス浄化を図る手段として触媒を採用する場合、従来の自動車技術に加え新たな課題として

1) 海水の触媒性能への影響度合い

2) マリンモードにおける触媒劣化のレベル

を取り上げ、特に排出量の多いHCについてV6、2.6Lの船外機を用いて検討を行った。その結果触媒への海水の直接的な接触により急激な性能低下をきたす。これは触媒表面層へのNaClの物理的付着によるものと判明した。これよりマリンエンジンにおいて触媒が海水に接触しないレイアウトが必要となる。次にマリンモードでの耐久運転の結果、劣化係数を得て生涯HC排出量からみた低減割合を示し、触媒適合の見通しについて述べる。

1 はじめに

マリンエンジンのカテゴリの中、船外機用機関として、2 ストロークエンジンがその特徴である軽量コンパクト、高出力と高い信頼性を得て、広く用いられている。

一方近年の環境への関心の高まりからマリンエンジンにおいても排出ガスの制限に向け各国で検討が進み、一部の地域では既に規制が実施されている。

2 ストロークの特徴を生かしたままクリーンな排ガスを得る手段のひとつとして「触媒」がある。マリン用大型2 ストロークガソリンエンジンに、触媒を用いる場合、自動車等とは異なる条件下のため、種々の問題を考慮しなければならない。それは海水雰囲気という使用環境のもとでの劣化、多大な浄化量に伴う高温化と耐久性、船外機の基本要件であるコンパクトさと浄化性能の両立、ユーザの安全性に対する配慮等々解決しなければならない課題は多い。本論文ではこれらの中、海水の触媒性能に及ぼす影響とその要因、マリンモードでの長時間運転による性能劣化についての試験結果をまとめ報告する。

(本論文はSAE Off-Highway Congressにて発表したものから、マリン特有の条件下での触媒の性能に関する項目について報告する。)

2 供試エンジン、触媒緒元

実験に供したエンジンと触媒の諸元を表1、表2に示す。

表1 エンジン諸元

| | |
|-------|--------|
| ボア | 90mm |
| ストローク | 68mm |
| 気筒数 | 90° V6 |
| 総排気量 | 2596cc |

表2 触媒諸元

| | |
|-------|------------------------|
| 触媒担体 | メタル(ステンレス) |
| 貴金属量 | Pt/Rh:1.0/0.2(g/l-Cat) |
| 触媒容量 | 199lcc |
| 担体セル数 | 100 |

3 海水の触媒性能への影響度

前述したように、自動車等の触媒の使用条件と大きく異なる点として、海水や真水上での運転があげられる。触媒から見た状況としては

1) 海水や真水と直接接触する。

2) 海水や真水の雰囲気中で使用される。

が考えられ、それぞれについて条件を設定し試験を行った。

3.1 触媒が水と直接接する場合

3.1.1 テストピースでのモデルガス評価

直径30mm, 長さ20mmの触媒テストピースを作製し, これらを300℃, 600℃に加熱後, 3%塩分濃度の海水, 及び真水に浸漬した後, 100℃で1時間乾燥させ, 以下の組成のガスを供給し, 触媒性能の尺度である50%浄化温度を計測した。

ガス組成 C₃H₆ 800ppm, CO₂ 10%, SO₂ 50ppm
C₃H₈ 200ppm, H₂O 10%, N₂ balance
NO 300ppm, H₂ 0.2%
CO 0.5%, O₂ λ=1

真水, 海水に浸漬したもの, 及び真水中冷却品の結果を比較し, 図1に示す。

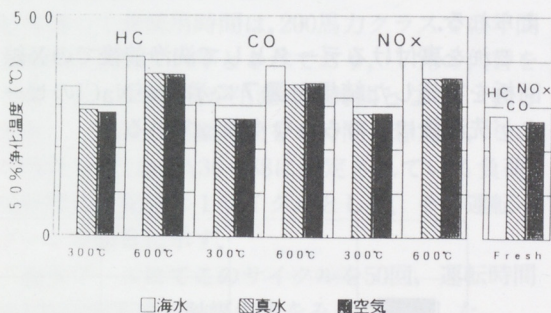


図1 触媒性能の水接触の影響

いずれの温度においても海水に浸漬した時の性能低下が他に比べて大きく, また真水では真水中で冷却した場合と同等となった。温度の影響も大きくでているがこれについては後述する。

この性能低下の要因として海水中のNaClに注目し, その影響を見るため浸漬する塩水の濃度を7%, 27%と増やしHCの50%浄化温度をみたものを図2に示す。触媒加熱温度は300℃にて実施した。

塩分濃度に応じて性能低下が大きくなっており海水中の塩分が性能低下の要因である。

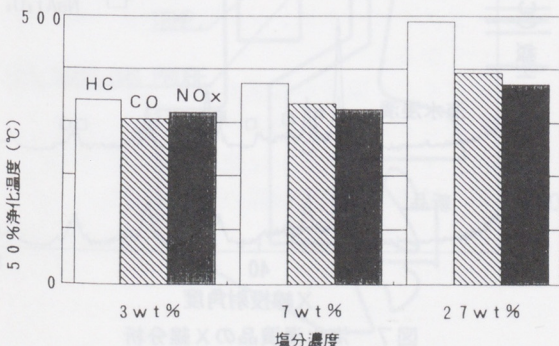


図2 触媒性能への塩分濃度の影響

3.1.2 実機による確認

テストピースでのモデルガス評価より海水の影響が確認されたが実機での影響レベルを把握すべく水没テストを実施した。触媒の中央温度を760℃に保ち, 運転中にエンジンを停止し, 直ちに真水あるいは海水に触媒を浸漬する。浸漬前後の浄化性能を図3に示す。

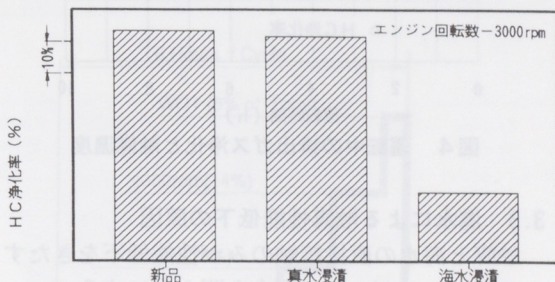


図3 海水, 真水浸漬後のHC浄化率

実機において海水に水没するとHCの浄化率の大幅な低下につながる。

温度が高いにも係わらずテストピースのような真水での性能低下が見られない。これはテストピースは熱容量が小さく, 急激な温度変化に伴う触媒コート層の剥離があり, それが原因と考えられる。

3.2 触媒の海水雰囲気下での性能変化

通常にエンジンを運転している時, 海水が触媒に接触するのは

- 1) 排気脈動による海水の吸い上げ
- 2) 航走時巻き上げたスプレアの吸気系よりの吸引 (排気系への素通り)

が想定される。

そこで, 海水プールにて, 超音波加湿器を使い海水を微粒化して吸気系に供給運転することで両者の影響を含めて浄化性能への影響をみた。海水の供給はエンジン側運転に支障の出ない燃料比を設定した。10時間の運転中の触媒中央温度, HC浄化率を図4に示す。

HC浄化率, 触媒中央温度とも, ほぼ初期の値を維持しており, 海水雰囲気下での運転が短時間では触媒の大幅な機能低下に結びつくことはないといえる。

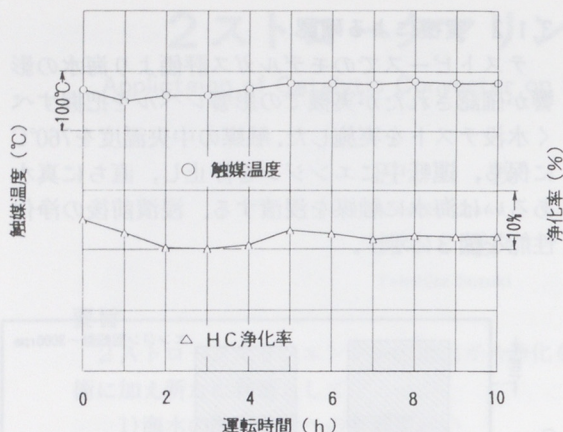


図4 運転中の排出ガス浄化と触媒温度

3.3 海水による触媒性能低下の原因

触媒と海水の直接接触のみが性能低下をきたすことを述べたが、その理由を明らかにする。

3.3.1 海水浸漬サンプル調査結果

海水浸漬サンプルの表面にどのような現象がおこっているのか調査する為、X線回析を実施したその結果、 NaAl_2O_3 および NaCl のピークが確認された。(図5)

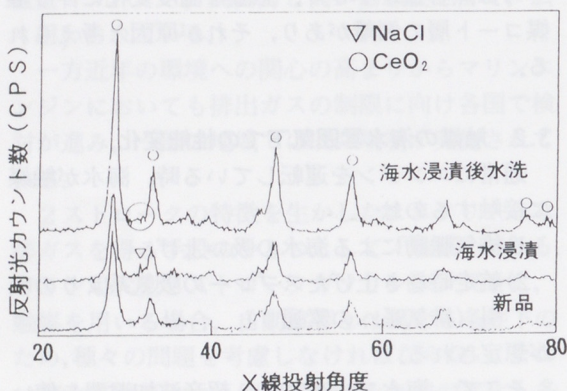


図5 海水浸漬後水洗品のX線分析

3.3.2 触媒性能低下原因推定

調査結果より、海水に直接接触した場合の性能低下原因を推測すると

- 1) アルミナ層でのNa化合物生成：化学的要因
- 2) NaCl が触媒表面細孔を閉塞：物理的要因が考えられる。

3.3.3 触媒性能低下原因究明

上記推定原因のどちらの影響が大きいのか判断するため、海水に浸漬させた触媒におおの以下の処理を施し、実機評価を行った。

1) 化学的要因に対して

A/F13の還元雰囲気の中、 500°C で10分間のエージングを実施した。

2) 物理的要因に対して

真水にて15分間の水洗いを実施した。

実機評価結果を図6に示す。

両者ともに変化が認められるが、水洗いを行ったほうが性能回復のレベルが大きく現れている。

これより性能低下の原因は海水中の塩分が触媒表面を覆うことにより機能しなくなったものと考えられる。

これを裏付けるデータとして洗浄前後でのX線回析を実施した結果を図7に示すが NaCl のピークが洗浄後は認められなくなっている。

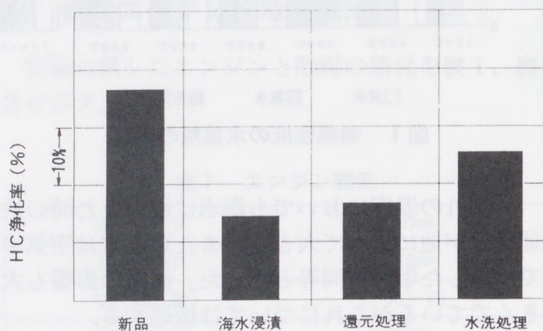


図6 触媒性能回復処理の影響

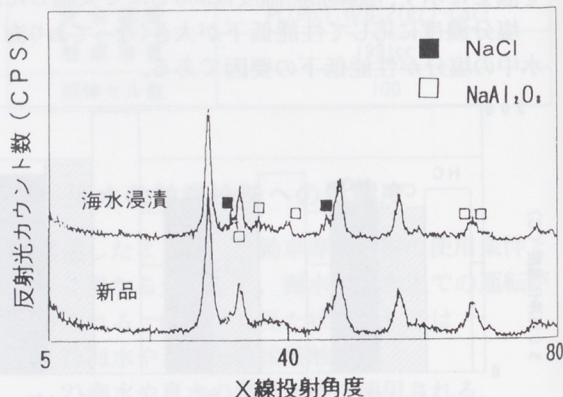


図7 海水浸漬品のX線分析

以上の実験結果より海水による性能低下は触媒表面に付着する塩分が触媒層を覆うことが主たる原因であることが判った。

従ってマリンエンジンにおいて触媒の適合には海水との直接接​​触を避けたレイアウトが必須の要件となる。

4 触媒劣化のレベル

排出ガスの低減は、劣化を加味した生涯排出量として考える必要がある為、触媒劣化のレベルを把握する。

4.1 生涯使用時間と運転パターン

船外機の生涯使用時間は、200馬力クラスでは年間35時間の使用で14年とされており、7%の代替を考慮すると304時間が生涯使用時間となる。(表3参照) 1日の運転時間を6時間と想定し、この6時間をICOMIA36-88に規定されている負荷、時間割合で配分し1サイクルとした。その運転パターンを図8に示す。

海水プールにてこのサイクルを50回、運転時間で300時間実施し触媒劣化をみることにした。

4.2 排出ガス計測方法

排出ガスの計測は、その都度、動力測定架台に搭載し実施する。

排出ガスのサンプリング、分析及び排出ガス値の算出はICOMIA36-88に準拠した。テストモード(ICOMIA Marin Duty Cycle)を表4に、触媒及びガスサンプリングプローブ等位置と排出ガスサンプリングプロセスブロックを図9に示す。

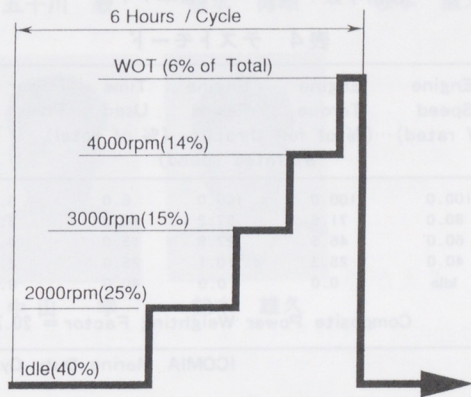


図8 運転パターン

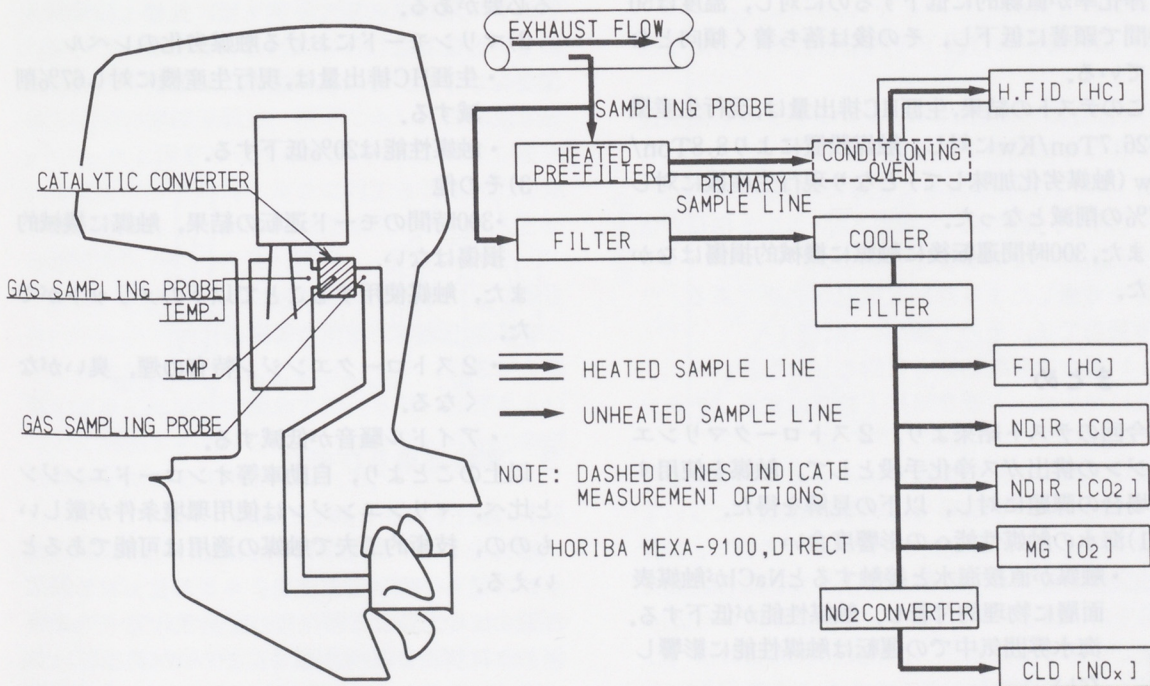


図9 触媒、ガスサンプリングプローブ等位置図及び排出ガスサンプリングプロセスブロック図

2ストロークマリエンジンへの触媒適合

表3 生涯使用時間

| 年 | 1年間の使用時間 |
|-------|-----------------------------------|
| 1年目 | $34.8 \times (1.07)^{-1} = 32.5$ |
| 2年目 | $34.8 \times (1.07)^{-2} = 30.4$ |
| 3年目 | $34.8 \times (1.07)^{-3} = 28.4$ |
| ⋮ | ⋮ |
| 14年目 | $34.8 \times (1.07)^{-14} = 13.5$ |
| TOTAL | 304.3時間 |

使用年数：14年 代替率：7%

表4 テストモード

| Engine Speed (% of rated) … (% of full throttle at rated speed) | Engine Torque (% of full throttle at rated speed) | Engine Power (% of total) | Time Used (% of total) | Power Factor Power X Time (%) |
|--|--|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 100.0 | 100.0 | 100.0 | 6.0 | 6.0 |
| 80.0 | 71.6 | 57.2 | 14.0 | 8.0 |
| 60.0 | 46.5 | 27.9 | 15.0 | 4.2 |
| 40.0 | 25.3 | 10.1 | 25.0 | 2.5 |
| Idle | 0.0 | 0.0 | 40.0 | 0.0 |

Composite Power Weighting Factor = 20.7%

ICOMIA Marine Duty Cycle

4.3 テスト結果

初期の浄化率を1.0とした時の90時間後、200時間後、300時間後の浄化率の低下割合を図10に示す。また、触媒中央温度の変化を図11に示す。

浄化率が直線的に低下するのに対し、温度は50時間で顕著に低下し、その後は落ち着く傾向となっている。

このテストの結果、生涯HC排出量は、現行生産機が26.7Ton/Kwに対し、触媒設置により8.8Ton/Kw(触媒劣化加味して)となり現行生産機に対し67%の削減となった。

また、300時間運転後に触媒に機械的損傷はなかった。

5 まとめ

今回のテスト結果より、2ストロークマリエンジンの排出ガス浄化手段として、触媒を使用する場合の課題に対し、以下の見解を得た。

1) 海水の触媒性能への影響度合い

- ・触媒が直接海水と接触するとNaClが触媒表面層に物理的付着し、触媒性能が低下する。
- ・海水雰囲気中での運転は触媒性能に影響しない

以上のことがテストにより判明した。

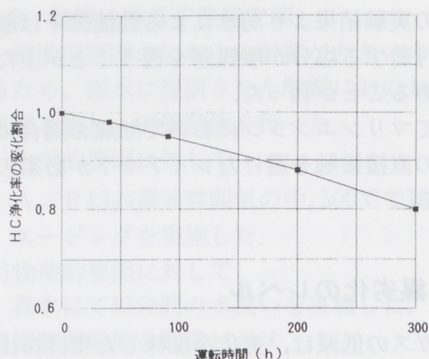


図10 運転中の浄化率変化

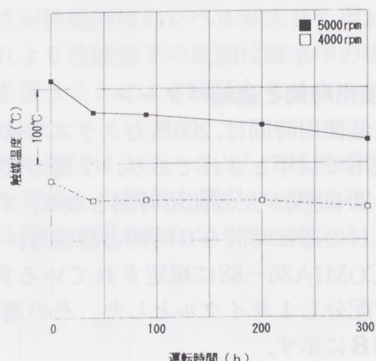


図11 運転中の触媒温度変化

従って、触媒が海水と直接接触しない構造とする必要がある。

2) マリンモードにおける触媒劣化のレベル

- ・生涯HC排出量は、現行生産機に対し67%削減する。
- ・触媒性能は20%低下する。

3) その他

- ・300時間のモード運転の結果、触媒に機械的損傷はない。

また、触媒使用することで以下のメリットが得た。

- ・2ストロークエンジン特有の煙、臭いがなくなる。
- ・アイドル騒音が低減する。

以上のことより、自動車等オンロードエンジンと比べ、マリエンジン使用環境条件が厳しいものの、技術的工夫で触媒の適用は可能であるといえる。

6 おわりに

今回設定した主な課題については見通しがついたが、触媒を適合させる為にはマリンエンジンの多岐にわたる使用条件のもとでの信頼、耐久性をつくりこむことが必要であり、今後さらに開発を進めたい。

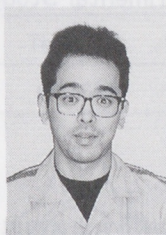
最後に触媒開発に携わった社内の方々と、特に触媒自体の調査分析に御協力いただいたキャタール工業株式会社の関係者の皆様方に心よりお礼申しあげる。

■参考文献

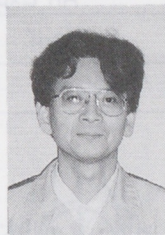
(1)S.W.Coates,G.G.Lassanske

“Measurement and Analysis of Gaseous Exhaust Emissions from Recreational and Small Commercial Marine Craft,” SAE Paper 901597, 1990

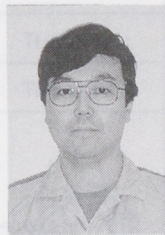
■著者



五十川 敦



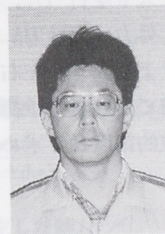
藤本 博昭



松本 直人



中山 学



鈴木 雄久

コネクティング・ロッド大端部における実験的考察

An Experimental Study of Connecting Rod Big Ends

都竹 広幸*

Hiroyuki Tsuzuku

土田 直樹*

Naoki Tsuchida

要旨

コネクティング・ロッド大端部における限界設計を行う上で、把握が必要な影響因子について考察を加えた。実験には、大端部形状及び大端ボス部・ボルトの材質を変更したコネクティング・ロッドを用意し、比較テストを行った。

その結果、外力（慣性力）作用下における大端ボア変形及びボルト発生応力は、大端形状・ボルト軸力・材質等により大きく左右されることがわかった。また、3次元FEMを工夫して用いることにより、設計初期段階でこれまで予測が困難であったボルト曲げ応力等、コネクティング・ロッド設計に不可欠な情報を比較的精度良く求めることが可能となった。

1 まえがき

最近のモーターサイクルエンジンは、高回転・高出力化に伴い、主要運動部品の耐久性に関して極めて過酷な条件下に置かれている。とりわけ、コネクティング・ロッド（以下コンロッドと呼ぶ）においては、高回転化のための軽量化が重視されるとともに、高強度・高剛性化も図らねばならないといった限界設計をしいられている。特に大端部においては、

- 1) 最大外力の作用下で大端接合面の分離を防ぐ。

[接合面の分離は、ベアリングメタルの耐久性及び摩擦損失に悪影響を及ぼす。]

- 2) ボルト負荷応力をできるだけ減少させる。

[ボルト負荷は、大端ボス部・ボルト相互のばね定数による影響を受ける。]

等を考慮したより詳細な検討が必要である。⁽¹⁾

本報告では、その大端部に注目し、

- i) 接合面分離防止を目的とした形状
- ii) コンロッド及びボルト材質の変更（チタン化）

を例に大端ボア変形量及びボルト応力の計測を行い、大端部設計に際して必要な影響因子について検討を加えた。また同時に3次元⁽²⁾⁽³⁾を行い、設計初期段階で適用可能な解析手法について検討した。

2 実験方法及び供試コンロッド

測定は図1に示す様、コンロッドボルトにひずみゲージを貼り、軸力一定の条件下で引張りを行う静的応力解析である。

供試コンロッドは、平行割りねじ込みボルトタイプであり、図2に示す材質・大端形状（フランジ有無）の違いによる5仕様について測定を行った。以下、各仕様を示す際はコンロッド材質－ボルト材質－大端形状の順で、例えば、仕様1の場合S－S－STDといった具合に書き表す。ここで、図2に示す様、Sは高合金鋼、Tはチタン合金を示す。

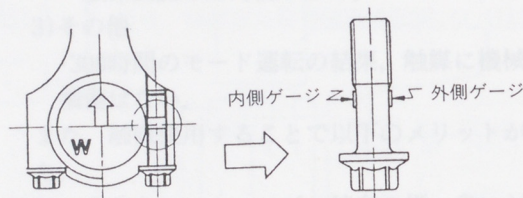


図1 コンロッドボルトゲージ位置

3 実験結果及び考察

3.1 締付トルクと軸力の関係

締付をトルク管理で行った場合、ボルトの強度上から最も問題になる点は、ネジ部における摩擦係数のばらつきによる締付力の変動であり、その摩擦係数は材質及び表面状態等により大きく異なることは、すでによく知られている。以下に参考として、今回の測定より得られた各材質間の摩擦係数について示す。

* 技術本部 基盤技術研究センター

| 仕 様 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 記 号 | S-S-STD | S-S-MOD | T-S-STD | T-S-MOD | T-T-STD |
| コンロッド材質 | SCM435 | SCM435 | Ti-6Al-4V | Ti-6Al-4V | Ti-6Al-4V |
| ボルト材質 | AMS6304 | AM6304 | AMS6304 | AMS6304 | Ti-6Al-4V |
| 略 図 | | | | | |

図2 供試コンロッド

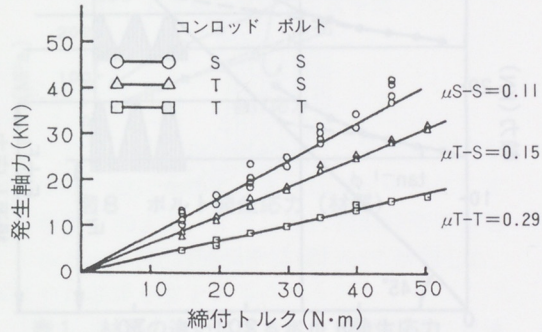


図3 締付トルク－発生軸力の関係

図3は、コンロッド材質－ボルト材質がそれぞれS－S・T－S・T－Tの各仕様において、締付トルクと発生軸力の関係を示したものである。また図中の摩擦係数は、以下に示した関係式より $\mu_S = \mu_W$ と仮定して求めた値である。チタンを用いることにより締付トルクに対する発生軸力の傾きは小さくなっており、摩擦係数が大きいことがわかる。

なお、チタン同士を高トルクで締め付ける際には、トルク－軸力の関係が階段状に変化することをたびたび経験した。これは、チタン表面が金属面のままでは活性で極めて焼付き易い性質をもつことに関係するものと考えられ、なんらかの表面処理が必要であろうと思われる。

3.2 締付力（軸力）による影響

図4は、S－S－STD仕様において、ボルト軸力が一定の条件下、引張荷重を変化させた際のゲージ出力結果をもとに締付線図を作成したものである。

－摩擦係数計算式（ $\mu_S = \mu_W$ と仮定）－

$$\mu_S = \frac{2T_f - F_f \cdot d_p \cdot \tan \beta}{F_f (1.15d_p + d_w)}$$

T_f : 締付トルク
 F_f : ボルトに発生した軸力
 d_p : ねじの有効径
 β : ねじのリード角
 d_w : ナット座面における摩擦トルクの等価面径
 $d_w = \frac{2(D_w^2 - D_i^2)}{3(D_w - D_i)}$ D_w : 座面径 D_i : 穴径
 μ_S : ねじ面摩擦係数
 μ_W : 座面摩擦係数

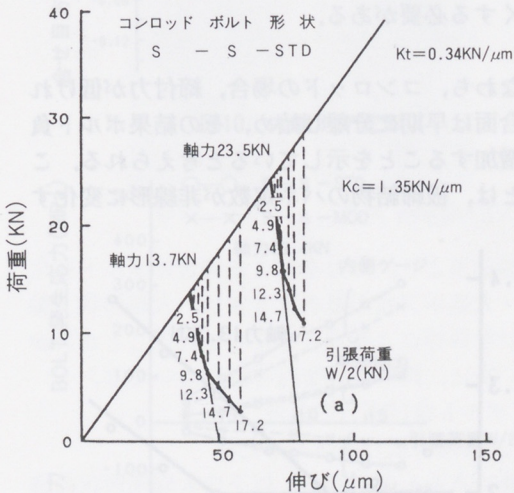


図4 締付線図（S-S-STD）

通常、図5に示す様な単純なネジ締結体に外力が加わった場合、被締結物のバネ定数を表す線(a)は、ほぼ直線的に変化し、分離が始まる少し前からバネ定数を小さくする様に湾曲することが知られている。しかしながら、コンロッドの様にボル

ト軸力に対して偏心荷重を受ける場合は、荷重の増加とともにかなり前から大きく湾曲していることがわかる⁽⁴⁾。

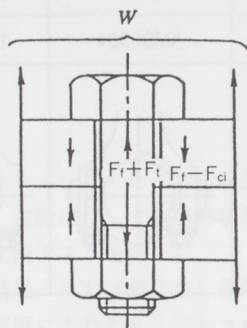


図5 簡単なネジ締結体

また、図6は、それぞれの軸力に対してボルト内力係数 ϕ を求めたものである。各軸力において、ある荷重より ϕ が急増し、その立ち上がり点は軸力が小さい方が早い。ここで、外力とボルト負荷荷重の関係をより明らかにするため、上記の関係を丸山による動的締付線図⁽⁵⁾に書き換えたものを図7に示す。同一外力 W が作用した場合の繰返し内力の振幅 $(F_t/2)$ を比較してみると、軸力の高い方が小さい値を示すことがわかる。この振幅は、ボルト疲労強度にも影響するため、なるべく小さくする必要がある。

すなわち、コンロッドの場合、締付力が低ければ接合面は早期に分離し始め、その結果ボルト負荷が増加することを示していると考えられる。このことは、被締結物のバネ定数が非線形に変化する

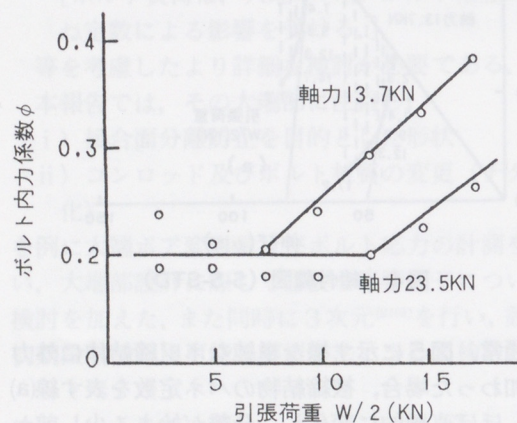


図6 ボルト内力係数 ϕ

ることとなり、偏心荷重を受けるため、その傾向がより顕著に現れるものと思われる。また、これらの現象は大端諸元により、大きく影響を受けることが想像される。よって、限界設計をする場合においては、従来の被締結物のバネ定数を線形とした机上検討では、不十分であるとともに、直線性を示さなくなる荷重の把握も必要であると考えられる。

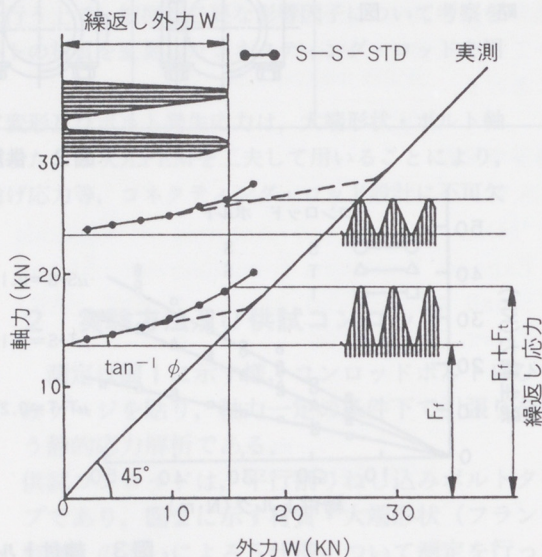


図7 動的締付線図

3.3 材質による影響（チタン化）

図8は、コンロッド材質・ボルト材質をそれぞれS-S・T-S・T-T（形状はいずれもSTD）と変えた際の引張荷重とボルトに発生する応力（締付時発生する応力は除去）の関係を示したものである。

また、表1には、引張荷重19.6KN時における各仕様の応力比較結果を示す。なお、測定においては、ボルト内力係数 ϕ ＝一定の条件内で行っている。

いずれの仕様も引張応力に加え、その2倍以上の曲げ応力を生じていることがわかる。

特に、現在市販エンジンに用いられているチタンコンロッドの様にT-Sの組合せは、ボルトに生じる応力のみを考慮すると、その負荷が大きいことに注意する必要がある。しかしながら、チタンコンロッドにチタンボルトを使用することにより、その応力をS-S並に低減できることもわかる。

図9は、S-S・T-S仕様における大端ボア変形の測定結果を示したものである。当然ながら、

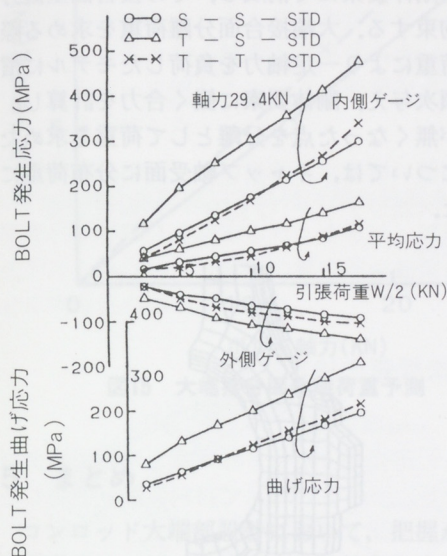


図8 ボルト発生応力 (材質)

表1 材質の違いによるボルト発生応力

| 仕 様 | 引張応力 σ_T (Mpa) | 曲げ応力 σ_B (Mpa) | σ_B/σ_T | 仕様①に対する σ_B 比率 (%) |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| ①S-S-STD | 54 | 117 | 2.2 | — |
| ②T-S-STD | 95 | 197 | 2.1 | 170 |
| ③T-T-STD | 12 | 123 | 2.7 | 105 |

(軸力29.4kN : 荷重19.6kN)

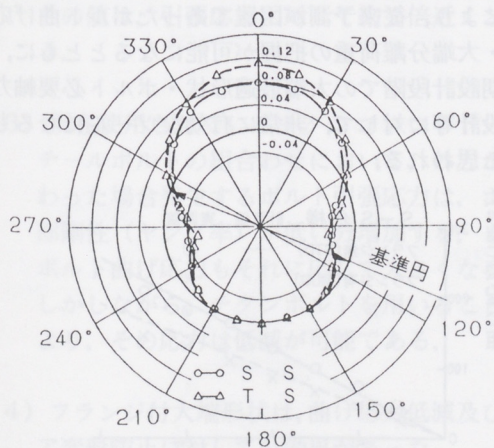


図9 大端ボア変形

ヤング率の違いからチタンの場合、同じ形状ではボア変形は大きい。このボアの変形は、メタルの耐久性及び摩擦損失にも影響を及ぼすため、ボルトに加わる曲げ応力低減とともにボアの変形防止も、ヤング率の異なる材質の組み合わせの場合には、忘れてはならない点である。

3.4 大端部形状による影響

大端接合面分離防止の一例として、図2に示した様な大端部形状の違い(フランジ有無)⁽⁶⁾による比較を行った。図10は、S-S仕様に関して大端ボア変形の様子をみたものであり、図11・表2は、同仕様におけるボルト応力の比較結果を表したものである。なお、表2にはT-S仕様の場合も示してある。

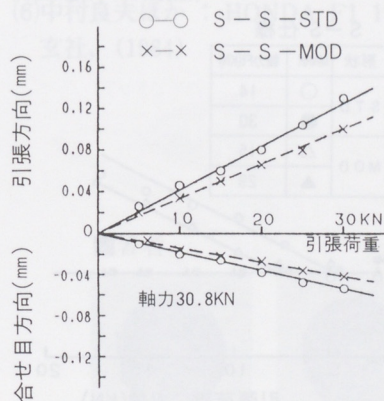


図10 大端ボア変形

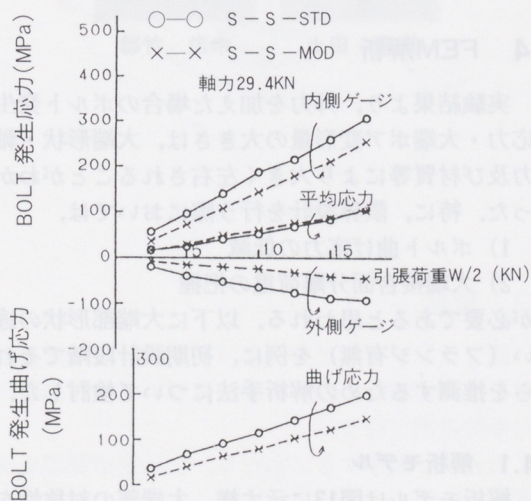


図11 ボルト発生応力 (形状)

フランジ付 (MOD形状) にすることにより、大端変形が減少するとともに、ボルトに発生する曲げ応力も約30%前後減少していることがわかる。また、図12からわかる様、接合面が分離しにくい形状であることもわかる。

これらの結果は、T-S仕様に対してほぼ同様な結果となり、フランジ付形状はボア変形及び曲げ応力低減に有効であると言える。

表2 大端部形状変更によるボルト発生応力比較

| 仕 様 | 引張応力 σ_T (Mpa) | 曲げ応力 σ_B (Mpa) | σ_B/σ_T | STD形状に対する σ_B 低減率 (%) |
|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|
| ①S-S-STD | 54 | 117 | 2.1 | — |
| ②T-S-MOD | 57 | 83 | 1.5 | 29% |
| ③T-T-STD | 95 | 197 | 2.1 | — |
| ④T-S-MOD | 88 | 154 | 1.8 | 22% |

(軸力29.4KN : 荷重19.6KN)

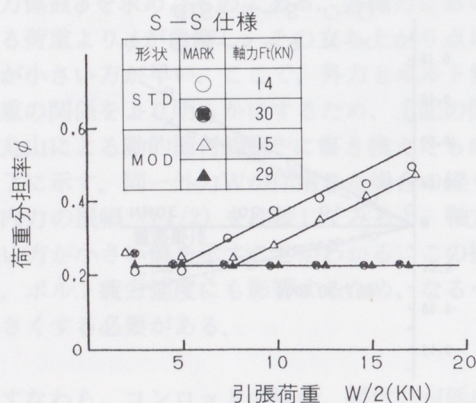


図12 ボルト内力応力係数

4 FEM解析

実験結果より、外力を加えた場合のボルト発生応力・大端ボア変形量の大きさは、大端形状・軸力及び材質等により大きく左右されることがわかった。特に、限界設計を行う際においては、

- 1) ボルト曲げ応力の低減
- 2) 大端接合面分離荷重の把握

が必要であると思われる。以下に大端部形状の違い (フランジ有無) を例に、初期設計段階でそれらを推測するための解析手法について検討した。

4.1 解析モデル

解析モデルは図13に示す様、大端部の対称性を考慮し1/4モデルを3次元ソリッド要素にて作成した。ボルト軸力は、大端ボス部・ボルト部に温

度差を加え、その熱収縮を利用した熱荷重により与えた。⁽²⁾⁽³⁾また大端接合面は、結合剛性を判断するため、剛体要素にて構成し、その接合面垂直方向のみ拘束する。大端接合面分離荷重を求める際は、熱荷重により一定軸力を負荷したモデルに慣性力を順次与え、剛体要素に働く合力を計算し、圧縮力が無くなった点を分離として荷重を求めた。慣性力については、キャップ軸受面に分布荷重にて与えた。

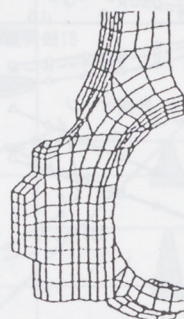


図13 FEMモデル

4.2 解析結果

図14は、大端形状の違い (STD, MOD形状) によるボルト曲げ応力の計算結果を示したものである。また、図15は接合面分離荷重を前述の方法を用いて計算したものである。なお、分離荷重の実測値はボルト内力係数の増加点 (一定でなくなる点) より求めた。

いずれの場合も、実測値と比較的良好に一致していることがわかる。この様にFEM解析を用いることにより、従来予測が困難であったボルト曲げ応力・大端分離荷重の把握が可能になるとともに、初期設計段階での大端最適形状・ボルト必要軸力の設計等に対して、非常に有効なツールになるものと思われる。

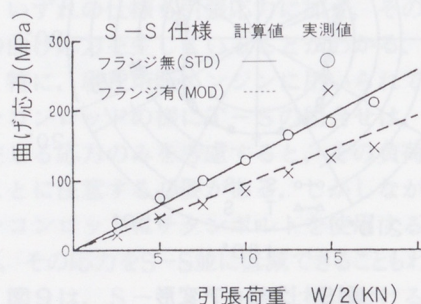


図14 ボルト発生曲げ応力 (計算)

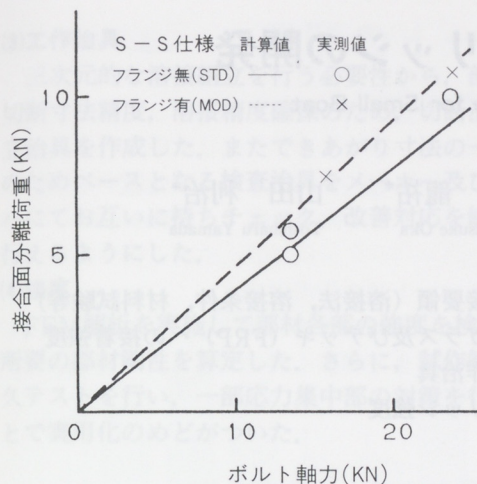


図15 大端接合面分離荷重予測

5 まとめ

コンロッド大端部設計において、把握が必要な影響因子の一部について、実験結果を中心にして簡単な考察を加えた。また、設計初期段階で有効なツールとなるFEM解析手法について検討した。以下にその結果をまとめる。

- 1) 実験結果より作成したボルト締付線図において、コンロッドボス部ばね定数を表す線は、外力（慣性力）とともにかなり大きく湾曲する。そのことは、ボルトに加わる負荷荷重が増加することを示す。また、その湾曲し始める点（荷重）は、ほぼ軸力に比例する。
- 2) 今回テストした平行割りねじ込みボルトタイプのコンロッドにおいて、外力を加えた場合発生するボルト曲げ応力は、かなり大きく、その値は、引張応力に対して約2倍近くとなる。
- 3) 現在使用されているチタンコンロッド・スチールボルトの組合わせにおいて、外力が加わった場合発生するボルト引張応力は、ボス部剛性（ヤング率）が低い分増加する。またボルト曲げ応力もそれに応じて大きくなる。しかしながら、チタンボルトを用いることにより、その応力は低減が可能である。
- 4) フランジ付大端形状は、曲げ応力低減及びボア変形防止に対して、効果があった。
- 5) 3次元ソリッドモデルを用いたFEM解析により、従来予測が困難であったボルトに発生

する曲げ応力及び大端接合面分離荷重の見積もりが可能になった。

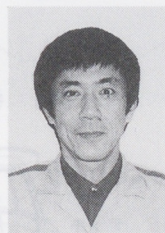
参考文献

- (1) 佐々木浩二ほか：コネクティングロッド・キャップボルトの強度に関する実験的考察，自動車技術Vol. 22, No. 10 (1968)
- (2) 山本明ほか：大端合わせ面の分離を考慮したコネクティングロッドボルトの応力解析，自動車技術会講演前刷集872074 (1987)
- (3) 辰己隆英ほか：コネクティングロッドの応力解析，自動車技術，Vol. 43, No. 4 (1989)
- (4) 山本晃：ねじ締結の理論と計算(第6版)，養賢堂，(1975)
- (5) 丸山一男：ねじ締結，機械設計，第33巻，第16号(1989，12月臨時増刊号)
- (6) 中村良夫ほか：HONDA F1 1964-1968，二玄社，(1984)

著者



都竹 広幸



土田 直樹

小型ボート用アルミブリッジの開発

Development of Aluminum Bridge for Small Boat

岡 龍祐*

Ryusuke Oka

山田 利治*

Toshiharu Yamada

1 まえがき

ボートのブリッジは、FRP成形→窓部開口→トリミング→サッシはめ込みと作業工程が多く、また開口精度の管理も問題で、量産化を図る上で改善すべき課題となっていた。(図1)

今回、これを解決する一案としてブリッジ全体をアルミで溶接組立し、窓ガラスを接着取り付けする方式を'95モデルのFC-24に採用したので紹介する。

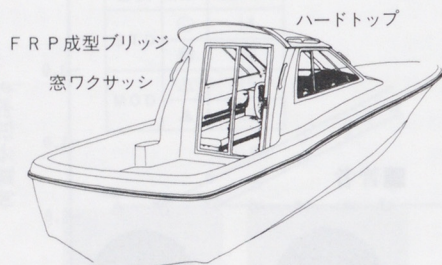


図1 従来仕様

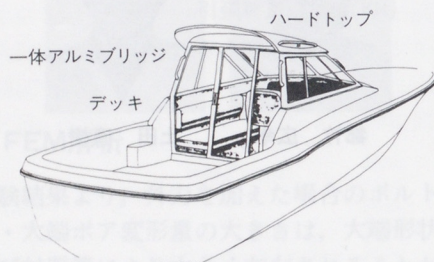


図2 FC-24仕様

2 概要

図2に示すように、ブリッジをアルミで溶接組立し、天井部(FRP)の取付及びデッキへの取付を接着剤で行う。

この方式を採用するにあたり、次の技術課題を検証した。

- ①溶接要領(溶接法、溶接条件、材料試験等)
- ②窓ガラス及びデッキ(FRP)への接着強度
- ③工作治具
- ④ブリッジ強度

3 技術課題の検討結果

(1)溶接

アルミの溶接組立を行う(株)大倉と溶接要領の打ち合わせ後、テストピースで材料試験を実施した。その結果、全面TIG溶接を採用した。

(2)接着

船体からの衝撃をサッシ、ガラスに直接伝えなため、また作業能率アップのため接着仕様を採用した。ガラスとアルミサッシの接着については、従来より実績のあるシリコン系の接着剤を選定した。また、サッシとデッキとの接着については、新規であるためアルミ-接着剤-FRPという系において、接着力試験を実施し、その結果ウレタン系接着材を採用した。

取付仕様を図3に示す。

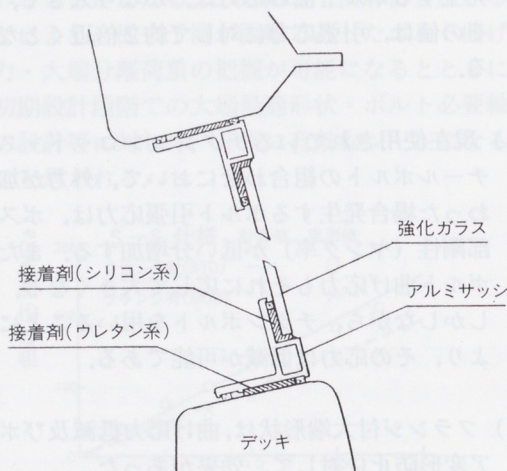


図3 取付仕様

* 舟艇事業部 技術部

(3) 工作治具

三次元的な溶接組立を行う必要性から、部材の切断寸法精度、溶接精度確保のため、切断治具組立治具を作成した。またできあがり寸法の一定化のためベースとなる検査治具をメーカー及びヤマハにてお互いに持ちチェック、改善対応を敏速に行えるようにした。

(4) 強度

FEM解析を実施して部材各部の強度を検討し、所要の部材剛性を算定した。さらに、試作艇で耐久テストを行い、一部応力集中部の対策を行うことで実用化のめどがついた。

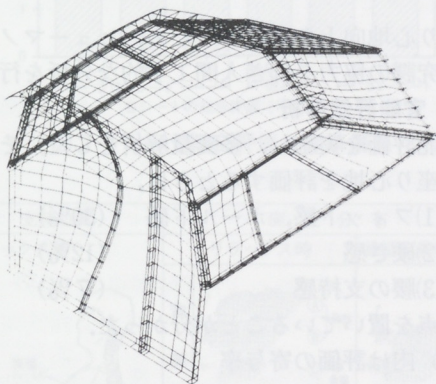


図4 FEM解析

4 まとめ

今回の開発においては舟艇実験課殿、生産技術課殿、品質保証課殿、ヤマハマリン九州(株)殿の多大な協力を頂き、アルミブリッジの採用により、トータルコストを15%低減することができた。今後、30フィート以下の小型ボートで採用を拡大していくことを計画している。

4 シートの構造

従来の軟質強化ビニールの固形成形により、シームレスの表皮が完成した。表皮には縫製部がなく雨水、海水のしみ込みのないシートとなった。インナーシェルトポリプロピレンをスリット入りを使用し、SMC成形と同様なテクノロジでアーストック付の構造を形成。耐腐蝕品であり、劣化の少ない材料を採用。また、内装材として、高品質の樹脂を使用。また、内装材として、高品質の樹脂を使用。また、内装材として、高品質の樹脂を使用。



図4 シート構造

今回の開発においては、舟艇実験課殿、生産技術課殿、品質保証課殿、ヤマハマリン九州(株)殿の多大な協力を頂き、アルミブリッジの採用により、トータルコストを15%低減することができた。今後、30フィート以下の小型ボートで採用を拡大していくことを計画している。

ヒューマノマリンシートの開発

Development of Humano Marine Seat

稲毛 秀行*

Hideyuki Inage

大城 昌夫**

Masao Oshiro

1 はじめに

近年のマリンにおける商品開発は、艇体だけでなく艀装品の充実と本物志向が望まれてきている。これら艀装品の中でも特に直接ユーザーが長時間接するドライバーシートは、座り心地、ホールド感、耐久性向上が強いユーザーニーズである。このニーズに対し、ヒューマノマリンシートは座り心地を向上しながら高い耐久性と信頼性を兼ね備えたドライバーシートである。(写真1)

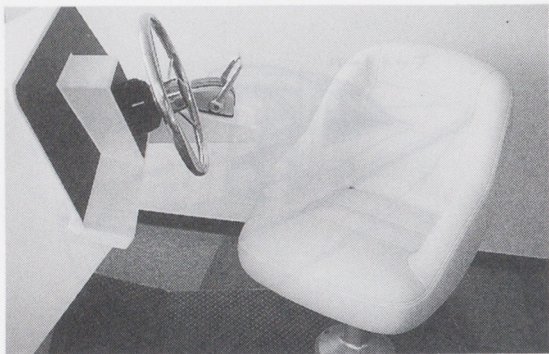


写真1 シート外観

2 開発の狙い

ヒューマノマリンシートは、座り心地向上の手段として人間工学的要素を積極的に折り込み、外洋の航走、悪天候の航走、屋外放置の苛酷な条件下の使用に耐える耐久性、信頼性と、ポートオーナーとしてステイタス感や好天時に解放された気分であつろげるポジションの両面を味わえるシート作りをめざした。

技術開発の観点から

- (1)ベストポジションが長時間維持できるシート
- (2)悪天候時、安心して操船できるホールド感
- (3)高い衝撃に対応できるクッション性
- (4)雨水、海水のしみ込みのない表皮
- (5)苛酷条件下での高耐候性

(6)小ロットでの生産対応

デザイン面ではクルーザーボートからフィッシングボートまで幅広く対応できる汎用性のあるデザインとした。

3 座り心地へのこだわり

座り心地向上を実現するため、ヒューマノニクス研究課の協力を仰ぎ人間工学的な分析を行った。

3.1 官能評価分析

官能評価を実施し、多変量解析をした。その結果、座り心地を評価するときは、

- | | |
|----------------|-------|
| (1)フィット感、ホールド感 | (30%) |
| (2)硬さ感 | (12%) |
| (3)腰の支持感 | (7%) |

に重点を置いていることが分かった。

() 内は評価の寄与率

3.1.1 シートのポジショニング

プロトシートA, B, C, 従来シートD, EとヒューマノシートSをグラフ上にプロットしてみると、ヒューマノシートSは他に比べて大変良い結果が得られた。(図1)

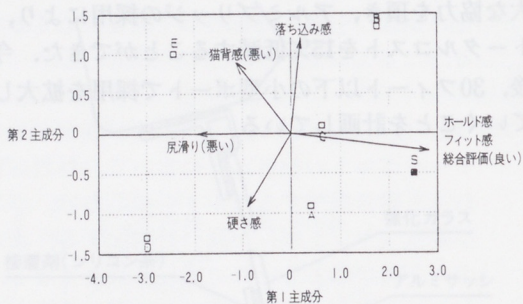


図1 主成分得点

3.1.2 シートの総合評価と標準偏差

ヒューマノシートは他のシートに比べて評価は高く、標準偏差のばらつきも小さく、好き嫌いが少なく、被験者のほとんどが良い評価を下した。(図2)

* 舟艇事業部 技術部

** エルム・デザイン

3.2 座圧分布

ヒューマノマリンシートは背もたれ部に、人間工学的に意図した支持（骨盤上端～腰椎と胸椎の複合支持）を設定し、リラックス時、操船時の両方で良い座圧分布となった。また、座面部分でも座骨を中心に支持し、周辺に向かって分散される良い分布が得られた。（図3）

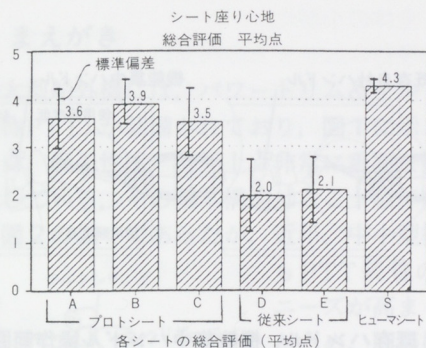


図2 シート総合評価と標準偏差

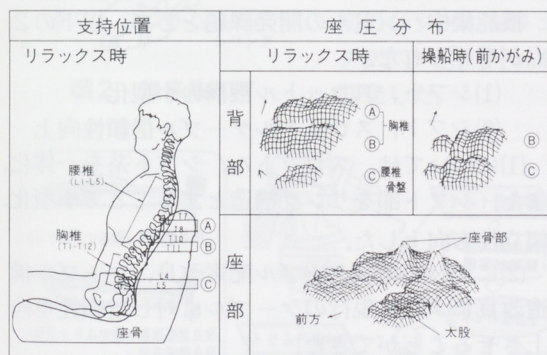


図3 支持位置と座圧分布

3.3 ランバーサポート

ヒューマノマリンシートのランバーサポートは座骨より170mmの位置、第5腰椎に設定されている。従来のランバーサポートは第3腰椎付近を中心に支持して猫背になるのを防ぎ、背骨の形を自然なS字に保とうとしていた。この方法では腰椎に負担が掛かり過ぎてしまう欠点がある。猫背になる原因は骨盤の後傾にあるとされている。これを防ぐには骨盤上端を支持して骨盤が後ろに回転するのを抑えるのが効果的であり、この考え方は最近自動車メーカーにも採用されている。（図3）

3.4 動的評価

実艇に取り付け操船時の座り心地を評価した。特に、波に対する上体の安定性、波の衝撃吸収性

に優れている。

4 シートの構造

表皮：軟質塩化ビニールの回転成形により、シームレスの表皮が完成した。表面には縫製部がなく雨水、海水のしみ込みのないシートとなった。

インナーシェル：ポリプロピレンガラス入りを使用し、SMC成形と同様なテクノポリマーストラクチャ法（スタンピング成形）で成形した。

クッションフォーム：クッションは表皮とインナーシェルの一体成形とし、より快適なクッション性と形くずれしないシートとした。

座面の排水孔：座面奥に左右2ヶ所に排水孔を設け、座面に溜まる雨水、海水を排水し、いつも快適なシートになった。また汚れた表皮は、簡単に洗剤や水で洗える特長を持っている。（図4）

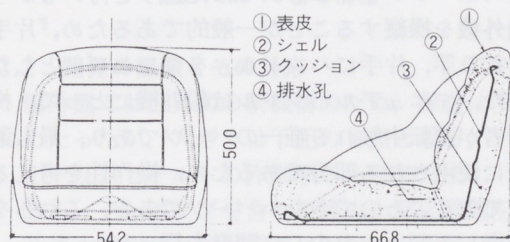


図4 シート構造

5 おわりに

コスト面では従来品と同等もしくはコストダウンの目標を達成できたが、今後は共通部品として多くの開発艇に装着できるように努力していきたいと思う。

最後に、今回の開発はヒューマノニクス研究課の全面的な協力とご指導の結果と深く感謝している。また、クレイの作成とデータ作成において協力を頂いた開発支援システム課、設計管理と造形の方々に心より御礼申し上げる。

船外機用機能集中ハンドルの開発

Development of Integrated Handle on Outboard Motor

阿部 晃志*

Kouji Abe

恒川 弘之*

Hiroyuki Tsunekawa

1 まえがき

従来、船外機用マニュアルハンドルは船外機を操縦する簡便な手段として小型機種、業務市場を中心に使用されてきた。しかし、近年、北米を中心としたスポーツフィッシング、プレジャー市場において、中型機種(40~100PS)にマニュアルハンドルの装着頻度が高まって来ており今回、その市場ニーズに応えるべく、プレジャー向けに操作性を大幅に向上させた、機能集中ハンドルを開発した。

2 概要

2.1 機能集中ハンドルの狙い

スポーツフィッシングでは、釣りをを行いながら船外機を操縦することが一般的であるため、『片手に釣り竿、片手にハンドル』をコンセプトとした。また、マニュアルハンドルは船外機にとって、操船者が運転中触れる唯一のパーツであり、最も頻繁に使用される部分であるため、操作性を考える上で欠くことのできないパーツである。これらを考慮し下記4点を中心に開発を行った。

- 船外機操縦機能をハンドル先端に集中
従来ハンドルの、スロットル操作に加え、シフト操作、スロットル保持機能、エンジン始動及び停止、船外機チルトトリムの各スイッチをハンドル内に設置。
- プレジャーユースを考慮した安全装置の内蔵
シフトニュートラル時のスロットル開度を規制する、N開度規制をハンドルに内蔵。
- 中型機種マニュアルハンドルの統合
2ストローク、4ストロークプレジャーユースの中型船外機用マニュアルハンドルを1本に統合。
- ハンドルの最適長さ、角度の選定
ハンドルの長さ、角度は操船者の操船パターンを考慮し最適長さ、角度を選定。

以上により、操船者の操船行動範囲を約1/2とし、体の移動なく、全ての操作可能を目指し、開発を進めた。

開発目標レベルを図1に示す。

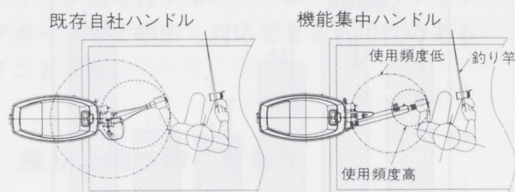


図1 既存ハンドル、機能集中ハンドル操作範囲比較

2.2 開発の課題とその対応

機能集中ハンドルの開発課題として、以下の2点が挙げられた。

- (1)シフト、スロットル機構の小型化
 - (2)シフト、スロットルケーブル信頼性向上
- (1)については、スロットル、シフト系を一体化、また、シフト部をリンク構造とすることで小型化、組立性も向上した。
- (2)については、ケーブル配索改良、ケーブル構造改良により、現行のケーブルに対し信頼性を向上させることができた。

ハンドル機構部の構造を図2に示す。

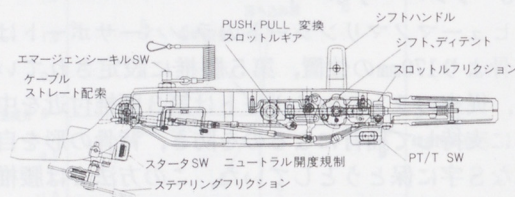


図2 機能集中ハンドル構造

3 むすび

今回の機能集中ハンドルは、企画の段階から操作性を優先に開発したために、既存自社、他社ハンドルに比べ、市場においてNo.1の操作性との評価を得ることができた。

船外機用シングルシリンダパワートリム&チルトの開発

Development of Single Cylinder Power Trim and Tilt for Outboard Motor

中村 大介*

Daisuke Nakamura

1 まえがき

中大型船外機には、パワートリム&チルト装置（通称PTT）が装備されており、図1に示されるように、艇の性能／機能上、非常に重要な役割を果たしている。その基本構造はここ数十年変わらず、図2の如くであったが、近年、中小型機種へもPTT装着の市場ニーズが高まってきたため、同等機能で、大幅な小型化と低コスト化を狙った世界初のシングルシリンダPTT（SPTT）を開発した。

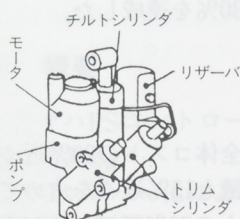


図2 従来品PTT

チルトシリンダを内蔵した二重シリンダ1本構造とし、同等機能で、大幅な小型／軽量化を狙った。

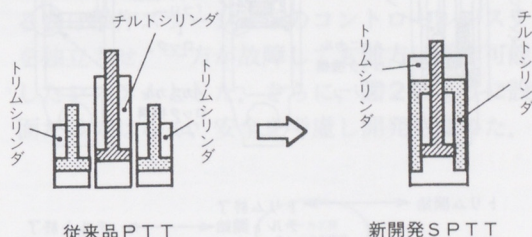


図3 SPTT基本構造

2.2 開発の課題とその対応

船外機では世界初の新機構のため、課題は多岐にわたったが、大きくは下記の4点となる。

- (1)トリムとチルトの作動順序の制御方法
- (2)モータとポンプを含む全体の小型化最適配置
- (3)流木衝突時の衝撃荷重に対する安全設計
- (4)コスト低減30%

(1)については、図4の如く、トリムが終了し、チルトシリンダがトリムシリンダ上端部に接すると、ピストン上室とトリムシリンダ上室とを連通させてチルト作動を可能とさせる、トリム／チルト切替機構を設けるとともに、チルト作動中のみチルトシリンダをトリムシリンダにロックさせて、チルト作動中にはトリムシリンダ上室と下室の圧力関係が如何なる時でも、チルトシリンダが誤作動を起こさないようなメカニカルロック機構を考案し、市場のすべての使用モードで、作動順序をまちがいにく行わせるようにした。

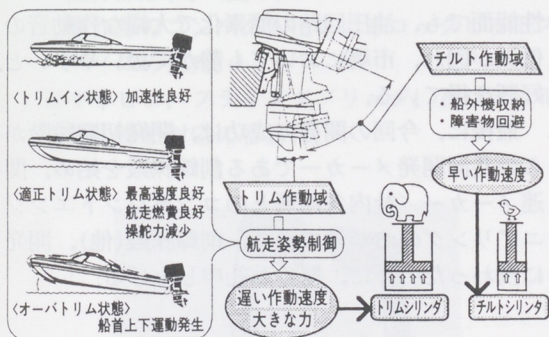


図1 トリムとチルト機能説明

2 概要

2.1 SPTT基本構造

従来構造では、図3に示すように、トリムシリンダ2本とチルトシリンダ1本を並列に配置させていたが、中小型機種では、トリムシリンダ1本で十分トリム能力が得られることと、チルトシリンダ径がトリムシリンダ径よりずっと小さくて済むことに着目し、同図の如く、トリムシリンダ内に

*三信工業(株) 第1技術部

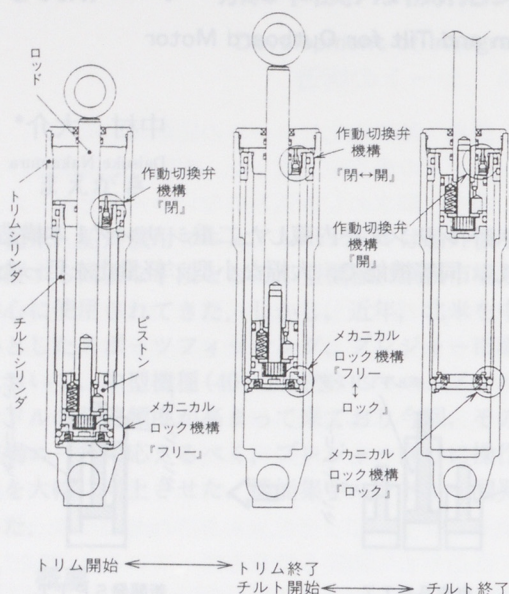


図4 二重シリンダ制御構造

(2)については、図5に示すようにチルトシリンダとトリムシリンダ間のシール位置を、シリンダ上部に持っていき、シリンダ下部の径を小さく抑えた。一方、比較的容積の大きいポンプ／リザーバの位置関係を、図5の配置とすることで、SPTT全体の小型最適化を図った。

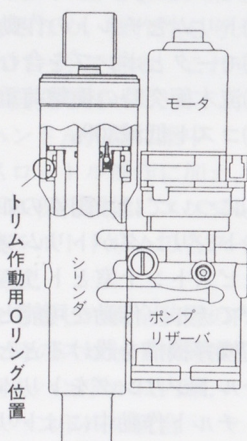


図5 全体の小型化配置

(3)については、流木衝突の衝撃荷重が、ピストンを上部に引っ張る方向に働くわけであるが、シリンダサイズが従来に比べ小さいため、内圧の上昇が、従来構造よりも大きくなる欠点を持っている。これに対応するため、従来は防食の関係からアルミ材料であったチルトシリンダを、防食の必要のない本構造では、鉄系材料で対応した。またトリムシリンダは防食上、アルミ材料の必要があ

るが、内圧上昇を受ける範囲をできるだけ減らすよう、(2)の施策(図5)と同様にシール位置を上部にもっていき必要最小限のトリムシリンダ肉厚剛性アップで、小型化を損なわずに対応した。

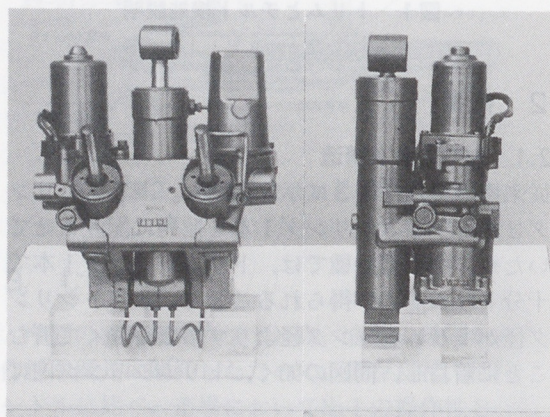
(4)については、大きくは、

- ①新機構の実用化で20%近い部品点数削減と全体の小型化
- ②現行ユニットとの70%以上にも及ぶ、生産部品の共通化
- ③中型機種でのPTT仕様の統合化
- ④鋳物ハウジングの連続砂型鋳造採用と鋳物の別体化による、鋳造費／加工費の削減
- ⑤リード線(他)の過剰品質の見直し等により、コスト低減30%を達成した。

3 むすび

中型機種では、PTTは全体コストの20%近くを占めるとともに、その重量も15%近くを占めている。今回、そのPTTコストの30%低減、及び重量35%低減を実現できたことで、船外機としての商品性向上に、大きく貢献することができた。また性能面でも、油圧回路の簡素化で大幅な作動音の低減が図れ、市場においても静かで扱いやすいと、好評を得ている。

最後に、今回の開発の成功は、開発初期段階からの共同開発メーカーである創輝株殿を始め、関連メーカー／社内各部署とのコンカレントエンジニアリングのおかげであり、創輝株殿(他)、開発に携わった方々に、厚くお礼申し上げる。



従来品

SPTT

ヤマハPS(Power Shift)コントローラの開発

Development of YAMAHA PS Controller

石川 公一*

Kouichi Ishikawa

1 まえがき

従来、油圧式や機械式では実現できなかった、中大型ボート用エンジンのスロットルとシフトレバーのワンレバー操作を、電子システム採用により実用化したエンジンリモコン、ヤマハPSコントローラについて紹介する。

2 概要

ヤマハPSコントローラの開発の狙いは以下の通りである。

- 1) ワンレバー化により操作が容易、又、素早い操船が可能。
- 2) スロットル操作を安定させ、疲労を軽減する操作部形状。(図1)
- 3) 操作部のコンパクト化によるコックピットスペースの拡充。
- 4) キャビン、フライングブリッジ、及びデッキでの操船対応の容易化。

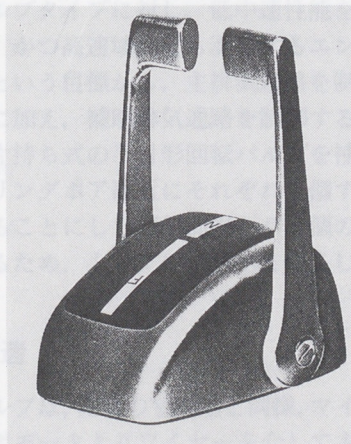


図1 操作部形状

本システムでは電子制御の学習機能によりスロットルの調整自動化が可能となり、艀装時間が大幅に短縮された。

また、安全面に関しては、左右のエンジン、あるいは操作ステーションのコントロールシステムを独立させ、一方が故障しても他方は操作可能としたシステムとした。さらに、図2のように設計面だけではなく、安全を考慮し開発を進めた。

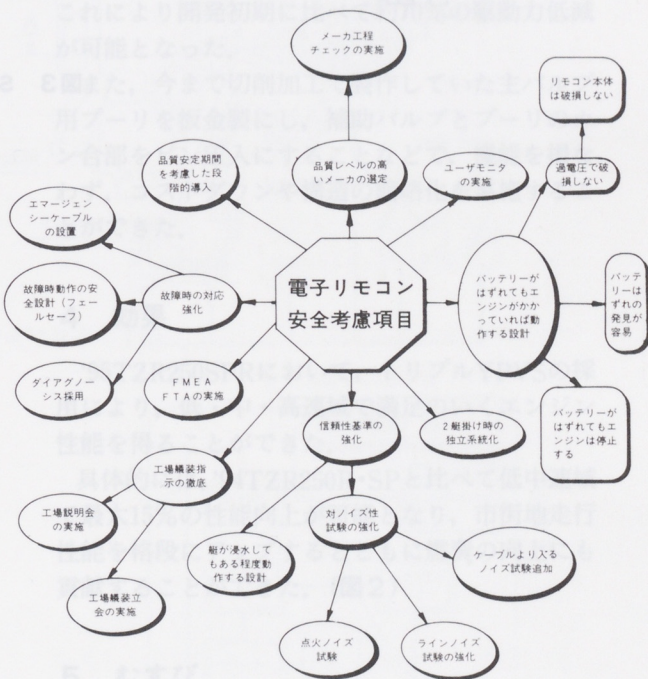


図2 安全考慮項目

3 むすび

三信工業(株)殿のご協力により'95年モデルSF-40(図3)に搭載、発売された。今後、市場での評価を参考としてヤマハPSコントローラの拡大展開に向け、改良を図りたいと考えている。

* 舟艇事業部 技術部

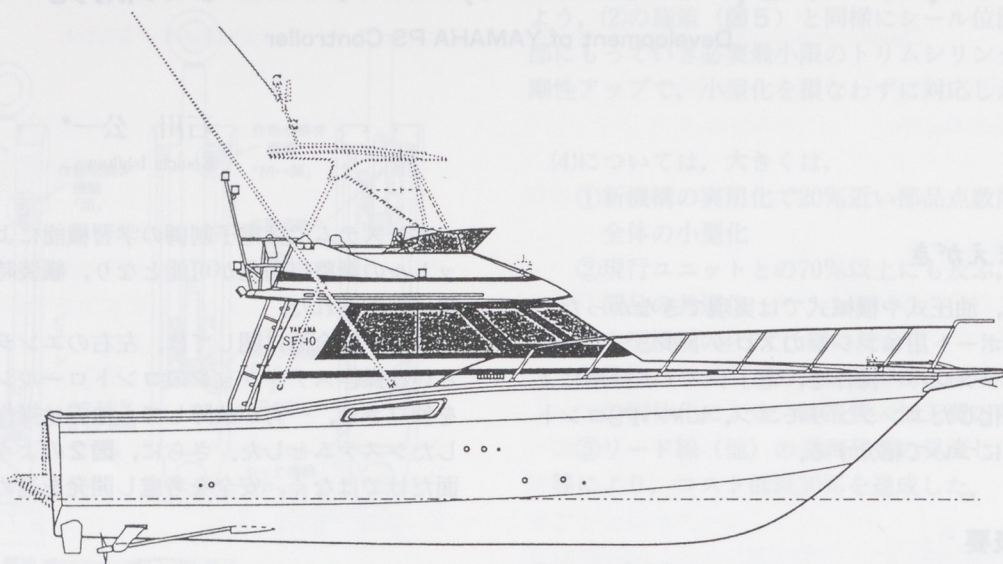


图 3 SF-40

トリプルYPVSの紹介

Triple YPVS (YAMAHA Power Valve System)

大野 敦史*

Atsushi Ohno

嶋中 勝則*

Katsunori Shimanaka

山本 伸行**

Nobuyuki Yamamoto

1 まえがき

'94TZR250Rでは市場での用途に合わせて、市街地走行性能を重視したTZR250RSと、SPレースの基本車としてのTZR250R・SPが存在していたが、本稿では、これら2つのバリエーションをひとつにモデル統合し、かつ町中での乗りやすさとレース性能向上を両立させるべく、'95TZR250SPRに新たに採用されたトリプルYPVSについて紹介する。

2 概要

現在、YPVSには、

- 1) 鼓バルブ (回転バルブ)
- 2) フラットバルブ (板バルブ)

の2種類があり、鼓バルブは市販車一般に採用されて、また板バルブはTZ250及びTZR250SPのようなロードレーサーや同レース指向の強いモデルに使用されている。

今回、'95TZR250SPRでは、現行SP仕様のフラットバルブタイプに対し、低中速性能をさらに向上させ、かつ高速域性能も満足するエンジンを開発するという目標から、主排気通路を制御する主バルブに加え、補助排気通路を制御する、左右独立した片持ち式の半月形回転バルブを補助排気通路のシリンダボア直近にそれぞれ1個ずつレイアウトすることにした。(気筒当たり3個のバルブで制御するため、トリプルYPVSと命名した。)

3 構造

主バルブは、従来のYPVSと同様、マイコン制御のサーボモータよりワイヤーを介して主バルブ用プーリを回転駆動させている。

また、今回新たに採用した補助バルブは、主バ

ルブ用プーリから回転シャフトに取り付けたリンクを介して補助バルブ用プーリを回転駆動させている。(図1)

主バルブと補助バルブの開閉は、両者ともほぼ同じタイミングで開閉させている。

開発上の留意点の一つとして、補助バルブの駆動力をできるだけ小さくすることがあったが、限られた補助バルブ駆動用リンクのレイアウトの中から実験によって最適のリンク形状を決定した。これにより開発初期に比べて約70%の駆動力低減が可能となった。

また、今まで切削加工で製作していた主バルブ用プーリを板金製にし、補助バルブとプーリのカン合部をピン圧入にすることなどで、機能を損なわず、コストダウンや構造の簡略化を実施することができた。

4 効果

'95TZR250SPRにおいて、トリプルYPVSの採用により、低・中・高速域で満足のいくエンジン性能を得ることができた。

具体的には、'94TZR250R・SPと比べて低中速域で最大15%の性能向上が可能となり、市街地走行性能を格段にアップするとともに燃費の向上にも貢献することができた。(図2)

5 むすび

従来のSP仕様にトリプルYPVSを採用することにより、R及びRSと同等以上の市街地走行性能を確保することが可能となり、上記2つのバリエーションをSPRとして、一つに統合することができた。

最後に、誌面を借りて本開発に際して多大なご支援をいただいたMS開発部に感謝申し上げる次第である。

* モーターサイクル事業本部 第4開発部

** モーターサイクル事業本部 第3開発部

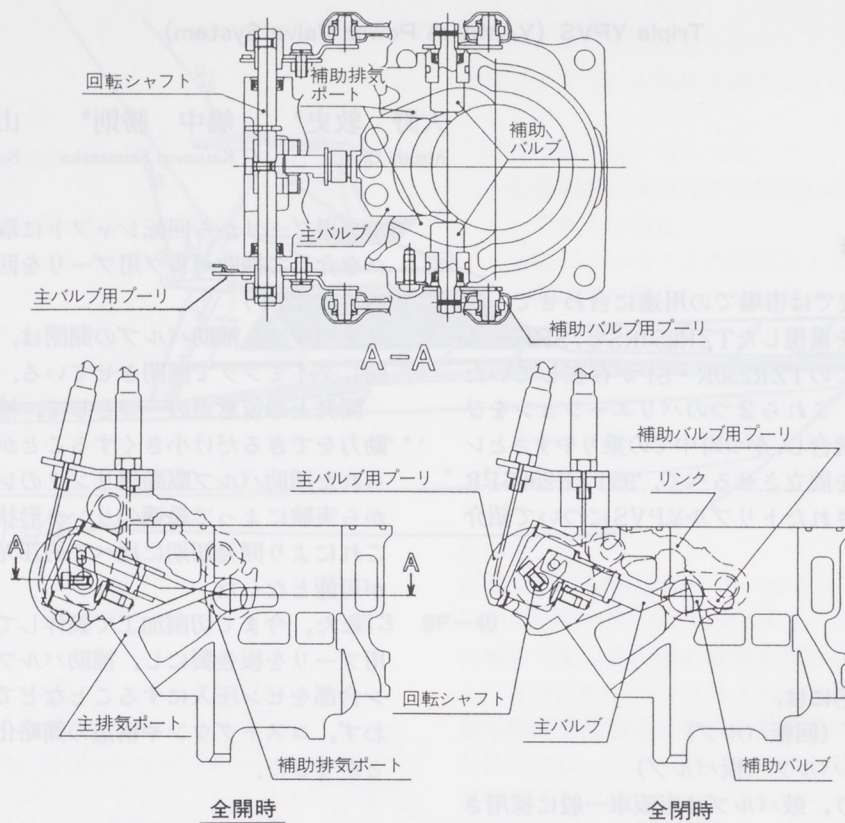


図1 トリプルYPVSの構造

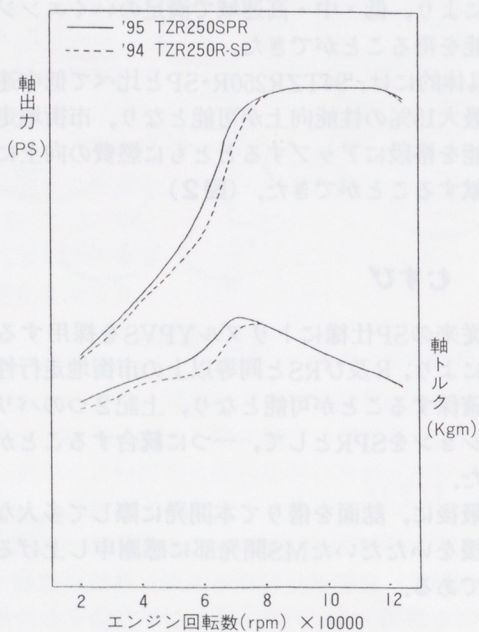


図2 エンジン性能曲線

モーターサイクル加速騒音測定システムの紹介

Realtime Analysis System of Pass-by Motorcycle Noise Tests

丸山 美大*

Yoshihiro Maruyama

1 はじめに

国内における騒音規制(道路運送車両保安基準)は、昭和46年改正時に追加された加速走行騒音を皮切りに、51年の2区分化、54年の第1段階規制、59年から車種別に適用され始めた第2段階規制など、数度にわたり厳しい強化が実施されてきた。特に第2段階規制強化では、既に第1段階規制で3~4 dB(A)強化されてさらなる3 dB(A)の規制強化であるため、もはや一部の対策で大きな効果を得ることは望めず、エンジン・エアクリナ・マフラなどを構成する個々の部品に様々な低減対策を施し、全体として初めて効果が現れてくるような状況に至っている。

計測分析手法についても、各種の音源探査やシミュレーション、実験モード解析、有限要素法解析などのツールを駆使した騒音源あるいは振動源の把握などは、適切な低減対策を行う上で必要不可欠となってきた。

こうした開発手順・手法に対応するために要求される騒音測定システムは、如何に効率良く適確なデータを処理できるかが重要なポイントであり、ニーズであると考えている。

従来の測定システムにおいても、騒音値/速度/気象などの数値を自動計測できたが、本システムでは開発効率に主眼を置き、測定区間内の騒音実効値推移および最大騒音点の周波数解析を、測定と同時に演算処理可能とした更新システムである。

2 本文

2.1 概要

本システムの基本構成概略を図1に示す。

従来システムの各種計測機能と順次連続測定可能な約5秒の測定インターバルタイムを損なうことなくリアルタイム解析を実現させるため、以下5機能7台のパソコンでLAN (Local Area Network) を構築した。

- ①最大9ユーザーの測定条件を設定できる「条件設定パソコン」
- ②最大3ユーザーの測定順序・速度などの計測と外部表示を順次行う、「制御パソコン」

- ③測定区間内の騒音実効値推移・最大騒音点の周波数解析をリアルタイム演算する、「測定パソコン」
- ④各種計測データ・解析結果を書き込む、「サーバー」
- ⑤測定結果のリアルタイム表示およびダウンロードを行う、「ユーザーパソコン」

を3台。騒音測定は、積分型精密騒音計をRS-232Cインターフェイスで接続し、制御パソコンによりオンライン処理させている。

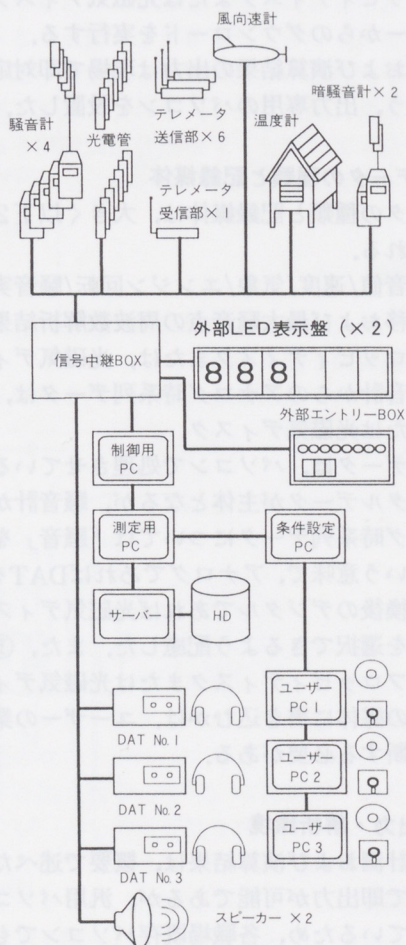


図1 基本構成概略図

速度計測は、光電管により一定区間を通過する時間計測値と設定区間距離から制御パソコンが算出し、外部LED表示盤に表示させている。同時に風向速・外気温度・テレメータによるエンジン回転数の取り込みや、測定結果のジャッジなども担当する。

測定区間内の騒音実効値推移および最大騒音点の周波数解析は、左右それぞれの騒音計からのアナログ信号をA/D変換し、測定パソコンがこの演算を実行する。

計測して得られた各種データや演算結果は、一度サーバーに書き込まれ、各ユーザーパソコンに表示させる。

測定中の騒音モニターおよび録音は、騒音計からのアナログ信号をDAT (Digital Audio Tape) レコーダーへ出力させることで対応している。各ユーザーは測定が終了次第、ユーザーパソコンからフロッピーディスクまたは光磁気ディスクに、サーバーからのダウンロードを実行する。

測定および演算結果の出力は現場で即対応ができるよう、出力専用のパソコンを設置した。

2.2 データの種類と記録媒体

データの種類と記録媒体は、大きく以下2つに分けられる。

- ①騒音値/速度/気象/エンジン回転/騒音実効値推移および最大騒音点の周波数解析結果は、フロッピーディスクまたは、光磁気ディスク。
- ②騒音計からのアナログ時系列データは、DATまたは光磁気ディスク。

測定データは、パソコンで処理させている関係上デジタルデータが主体となるが、騒音計からのアナログ時系列データについては「騒音」を記録するという意味で、アナログであればDATを、A/D変換後のデジタルであれば光磁気ディスクをと媒体を選択できるよう配慮した。また、①のデータをフロッピーディスクまたは光磁気ディスクどちらの媒体に書き込むかは、ユーザーの業務量から判断する必要がある。

2.3 出力・解析環境

各種計測および演算結果は、概要で述べたように現場で即出力が可能であるが、汎用パソコンを採用しているため、各職場既存パソコンでも本システムの出力ソフト起動が可能である。部門あるいは所属の異なるユーザーも、パソコン周辺機器

環境が図2に示すように整っていれば、データを職場に持ち帰り同一書式の出力ができる。

測定区間内最大騒音点以外の任意ポイントを周波数解析する場合などは、騒音計からのアナログ時系列データまたは、A/D変換後のデジタル時系列データから再解析を行う必要がある。この場合、後者に限り現場解析と各職場に持ち帰っての解析を選択することが可能である。特に図3に示した従来設備のワークステーションを利用して解析する場合は、新たに設置した転送専用パソコンからデータを順次アップロードすることにより、数データ分の自動解析が可能となった。ただし、前者については、ワークステーションを利用しての解析に限定される。

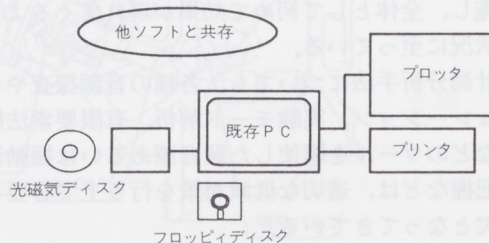


図2 各職場出力環境図(1)

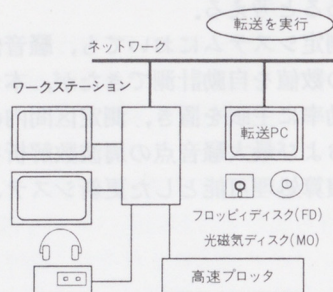


図3 各職場出力環境図(2)

2.4 業務効率

概算ではあるが、出力・解析に要する従来システムとの時間率比較を図4に示す。

ユーザーが求めるアウトプットにより、出力・解析に費やす時間は異なるが、それぞれにおいて約60%の業務効率アップが図れた。測定するデータ量と求める出力結果によっては、長時間を解析に費やされるケースもあったことから、開発効率は格段に向上したものと判断する。

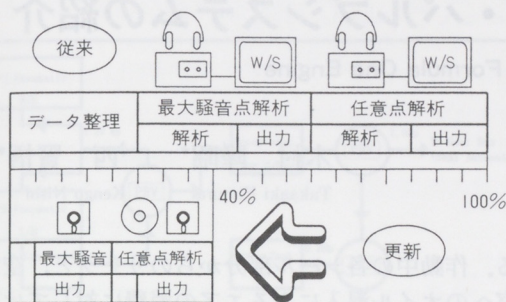


図4 業務効率比較図

3 むすび

今後も強化されていくと思われる騒音規制に対応するには、わずかに得られた低減効果を着実に積み上げていく以外に方法がなく、この点からも汎用性のある高効率な開発ツールが求められる。

紹介した加速騒音測定システムについても、開発ツールのひとつとして要請に応えられたものと確信する。

最後に、本システムを更新リリースするにあたって、ユーザー各位ならびに関係部署各位に多大な御協力と御尽力を頂いたことを深く感謝する。

4 シリンダ初期圧力とバルブタイミング A-A

シリンダ内初期圧力は、供給圧力と等しい圧力となる。エアスプリングのシステムにおいては要求最高回転数から決まる、リフト荷重と、エアピストン寸法諸元、要求バルブジェット荷重によってシステムの特性は決定されている。しかしながら、コイルスプリングと違い、エアスプリングでは、リリーフ圧をそれぞれのチャータバルブ設定を変更することにより、比較的容易にスプリ

| バルブ | エアスプリング | コイルスプリング |
|--------|---------|----------|
| エアピストン | 25.3 | — |
| スプリング | — | 44.3 |
| リフト | 75.1 | — |
| シム | 1.8 | — |



F 1 レース用ニューマチック・バルブシステムの紹介

Pneumatic Valve System for Formula One Engine

木村 隆昭*

Takaaki Kimura

西 賢悟*

Kengo Nishi

1 まえがき

エンジンの出力向上を行う時、エンジンスピードの高速化は有効な手段である。特に現在のF1エンジンのような自然給気エンジンにおいては、空気量の増加は物理的な限界があり出力向上にはエンジンスピードを増加することが必須となる。その結果当社においても最高エンジン回転数を毎年5～6%上昇させてきており、昨年度においては最高エンジン使用回転数は15000rpmを達成している。このようなエンジンスピードを可能とするためにバルブスプリングのリフト荷重を増加させる方法がとられるが、必要なバルブリフトを確保しながら、サーging等により発生するバルブスプリングの応力増加に対する安全性を確保することが非常に困難となる。そのため近年圧縮空気を用いたエアスプリングが動弁系に使用されるようになってきている。

2 構造

ニューマチックバルブ構造図を図1に、またシステム構成図を図2に示す。

作動ガスは、汎用性を考慮し大気を使用してい

る。作動中の各シール部分からのリークと、空気室へのオイル混入によるエアの消費に対しては高圧ボンベ（'93年シーズン）または、小型コンプレッサ（'94年シーズン）により、必要な量を供給するようになっている。高圧の作動ガスは（ボンベ使用時は約20MPa）レギュレータにより1.0～1.2MPaまで減圧されニューマチックバルブの空気室にチェックバルブを介して供給される。空気室に入ったガスは、バルブのリフトと共に圧縮され、スプリングと同様の働きをする。シリンダ内の圧力は次式で示されるように指数関数となる。

$$P_0 \cdot V_0^\kappa = P \cdot (V_0 - A \cdot L)^\kappa$$

P_0 ：シリンダ内初期圧力

V_0 ：シリンダ内初期容積

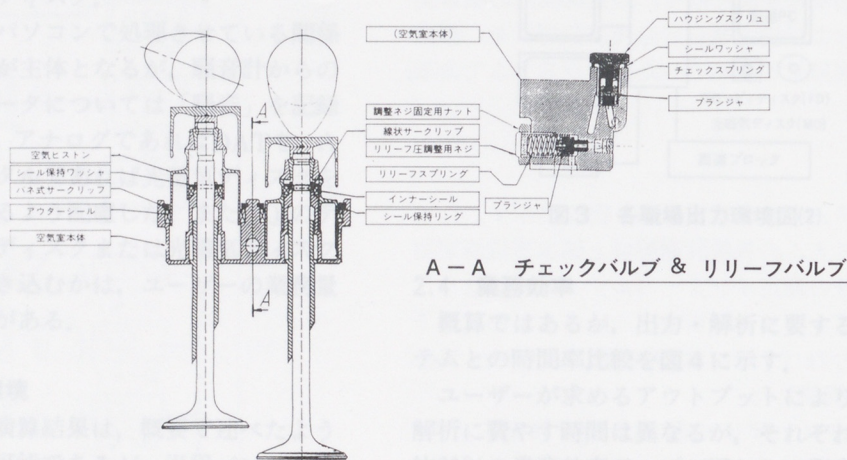
κ ：空気の比熱比

P ：リフト時シリンダ圧力

A ：シリンダ断面積

L ：バルブリフト

また、出口側にはリリーフバルブを設け、運転中の空気室内へのオイルの混入や、空気室内温度の上昇による空気室内リフト時の圧力が上昇する



A-A チェックバルブ & リリーフバルブ

図1 ニューマチックバルブ構造図

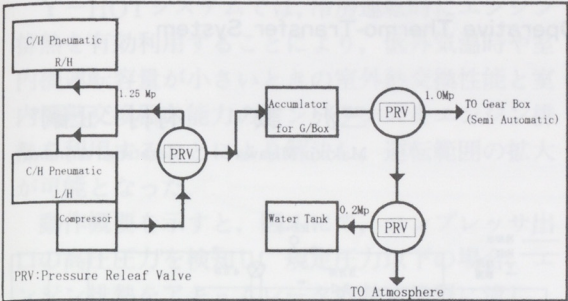


図2 ニューマチックシステム構成図

のを制御している。先にも述べたように、'94シーズンにおいてはカム軸によって駆動される小型コンプレッサによりエアの供給をもちい、エア消費に対してより大きな安全率をもたせている。また同一のコンプレッサより、セミオートマチックギヤボックスの変速機構の作動用として、圧縮空気を供給することにより、システム全体の簡素化を図っている。

3 ニューマチックバルブスプリングの特長

通常のコイルスプリングと比較してニューマチックバルブシステムは動弁系慣性質量の軽減により高いエンジンスピードを達成している。表1にコイルスプリングとの等価慣性質量の比較を示す。等価慣性質量の約30%を占めるコイルスプリングを、エアスプリングに変更することにより全体で約20%の軽量化が達成された。軽量化の他にエアスプリングの利点としてはスプリング諸元設定の自由度の向上がある。また、エアスプリングのシステムでは、運転中の荷重特性劣化が殆どないため、リフト時の荷重設定も必要最低限におさえることができ、フリクション低減にも有効である。

4 シリンダ内初期圧力

シリンダ内初期圧力は、供給圧力と等しい圧力となる。エアスプリングのシステムにおいては要求最高回転数から決まる、リフト荷重と、エアピストン寸法諸元、要求バルブセット荷重によってシステムの特性は決定されている。しかしながら、コイルスプリングと違い、エアスプリングへの供給圧、リリース圧をそれぞれのチェックバルブ設定圧を変更することにより、比較的容易にスプリ

表1 等価慣性質量（吸気）比較

| | エアスプリング | コイルスプリング |
|--------|---------|----------|
| バルブ | 43.5 | ← |
| エアピストン | 25.9 | ---- |
| スプリング | ---- | 44.8 |
| リフタ | 29.1 | ← |
| シム | 1.8 | 1.6 |
| リテーナ | 5.6 | 11.7 |
| コッタ | 2.3 | 2.5 |
| 合計 | 108.2g | 133.2g |

ング特性を変更できる。図3に同一諸元のエアスプリングシステムを用い供給圧力を変化させた時の、ジャンプ、バウンス発生エンジン回転数と、ロス馬力の変化を示す。図からも明かなように、初期設定圧力を増加させると、ジャンプ・バウンス発生回転数は向上するが、同時にロス馬力も増加している。

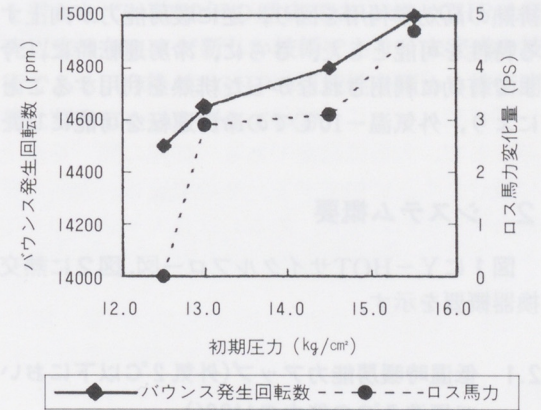


図3 初期圧力とロス馬力

5 むすび

'93年シーズンより実戦投入したニューマチックバルブシステムは、初期にはエア消費が過大というトラブルも発生したが、積み重なる改良により問題のないレベルにすることができた。そして激化する出力競争の中で、本技術が一つのキーテクノロジーとして重要性を増している。今後とも継続的な改良により、より信頼性の高いシステムにしていきたい。最後に、本システムの共同開発にご協力頂きました、エンジン・ディベロップメンツ・リミテッド社（英国）殿に心より感謝申し上げる。

GHP「Y-HOT」システムの開発

Development of GHP "YAMAHA High Operative Thermo-Transfer System

三沢 誠*

Makoto Misawa

有村 正嗣*

Masatsugu Arimura

1 まえがき

GHP (Gas Heat Pump) は今までの電気エアコンにおける電動モータの替わりにエンジンを使用することにより、少電力、高暖房能力、ランニングコストの低減等の特長をもって、現在、GHP全体として、年間2万7千台以上の販売を行っている。

ここに紹介する「Y-HOT」システムは、電気エアコンの最大の欠点である外気温度低下に伴う暖房能力の低下（外気温度が下がるほど暖房能力が必要であるが、逆に能力低下となる。いわゆる、「ヒートポンプの逆特性」と呼ばれる現象）を高性能コンパクト熱交換システムにより、エンジン排熱の高効率利用を図り、逆に暖房能力が向上する特性を可能とした。さらに、冷房運転時に、今まで有効に利用されなかった排熱を利用することにより、外気温-10℃での冷房運転を可能にした。

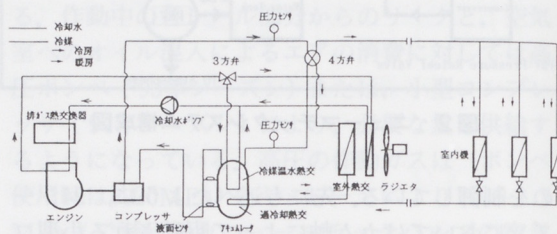


図1 Y-HOTサイクルフロー図

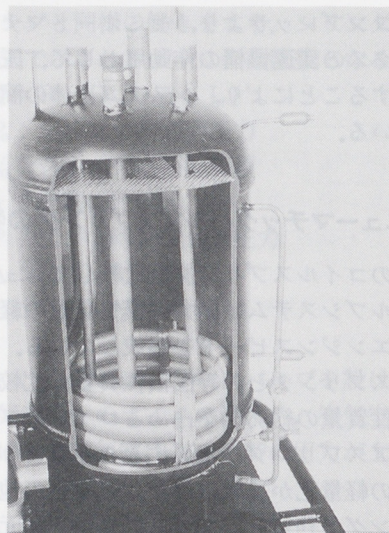


図2 熱交換器概要

2 システム概要

図1にY-HOTサイクルフロー図、図2に熱交換器概要を示す。

2.1 低温時暖房能力アップ(外気2℃以下において標準7℃の能力の110%)

図1に見るように、エンジン及び排気ガスと熱交換した冷却水はアキュムレータ内の熱交換器（図2）にて、冷媒と熱交換することにより、冷媒に熱を回収し、コンプレッサにて室内機から放熱する。アキュムレータ内冷媒は、液面検知機構にて、適正レベルに制御され、エンジン回転数は、外気温度に応じた目標圧力にて制御されることにより、排熱量と冷媒循環量の制御がされる。図3に示すように、代表的な電気エアコン及び従来のGHPに対し、外気温-10℃において各々約2倍、1.3倍の能力を発揮し、空気熱源ヒートポンプでの能力低下問題を完全に解消した。また、エネルギー効率においても高い値を示している。

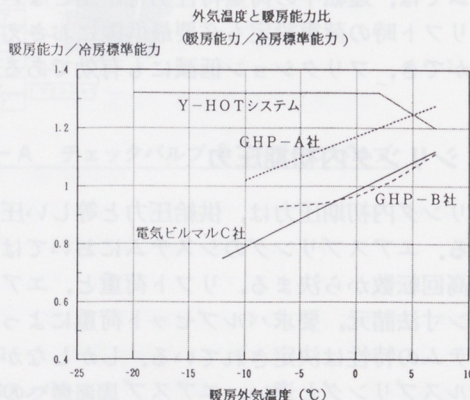


図3 外気温度と暖房能力比

2.2 冷房運転時制御

Y-HOTシステムでは、冷房運転時にエンジン排熱を有効利用することにより、低外気温時や室内機運転容量が小さいときの室外機熱交換性能と室内機熱交換器の能力のアンバランスをエンジン排熱を利用することにより解決し、運転範囲の拡大が可能となった。

動作概要を示すと、図1にて、コンプレッサ出口の高圧圧力を検知し、規定圧力以下の場合、エンジン排熱をアキュムレータ内熱交換器に流し、高圧圧力を適正に制御する。

以上により、表1に示すようにY-HOTシステムでは、従来システムに比して、冷房運転可能外気温度、最小室内機容量、室外機-室内機間高低差等の拡大が可能となった。

表1 冷房運転条件比較

| | Y-HOT | 電気ビルマル | 従来GHPビルマル |
|----------------------|-------|--------|-----------|
| 年間冷房温度範囲 | -10℃ | -5℃ | -5℃ |
| 最小室内機容量 | J 22 | J 28 | J 28 |
| 室外機-室内機間高低差 (室外下) | 50 m | 40 m | 40 m |
| 防風ダクト要外 気温度 | -5℃以下 | 10℃以下 | 10℃以下 |

3 Y-HOTシステム適応のメリット

3.1 寒冷地における空調設備イニシャルコスト低減

図4に示すように、低外気温で、暖房能力の必要な地域では、空調設備費全体のコスト低減が可能である。例えば、札幌では電気エアコンの約50%、従来GHPの約30%のコストダウンが可能になる。

3.2 暖房能力不足の心配がない

設計外気温以下の寒波や一時的な外気温低下にも、能力低下がないことにより、暖房時の快適性を維持可能である。

3.3 空調空間細分化要求への対応

ますます高まる空調空間細分化に対しても、冷房への排熱利用は室内機接続台数増(マルチ度アップ)への対応を可能とし、経済性と快適性の両立を可能とする。

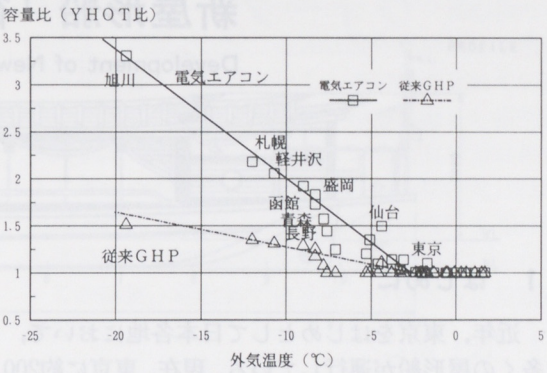


図4 暖房設計外気温度とシステム容量
(Y-HOTシステム比)

4 むすび

空調和 (Air Conditioning) は1911年にキャリア氏 (アメリカ) による空調和理論が始まりと言われて、約80年の歴史であるが、GHPは発売以来8年とまだ新しい技術であり、未完成の技術である。今後も、GHPの可能性を極める技術開発に努力したいと考えている。

新屋形船「御座船」の開発

Development of New Yakatabune GOZABUNE

河野 俊平*

Shunpei Kono

伊庭 照雄*

Teruo Iba

1 はじめに

近年、東京をはじめとして日本各地において、多くの屋形船が運行している。現在、東京に約200隻、また名古屋、大阪、広島、福岡等においても若干が運行している。

屋形船とは、図1に示す様に船のほぼ全長に渡って居室を持つ船であり、水上の風情を味わいながら、その居室内において食事や宴会等のいわゆる舟遊びを楽しむための舟である。

手軽に日常から逃れられる都会のオアシスとして、屋形船は根強い人気を持っている。

そこで我々としては、注文生産艇分野の需要の拡大・安定を狙って既存の屋形船とは一線を画した豪華な“御座船”型屋形船を提案、開発した。

御座船とは、江戸時代に大名が用いた自家用船のことで、大名の居室である〈御座の間〉を船上に設けたことに由来する。その用途は、大名の参勤交代や国内の視察、あるいは貴人・諸侯のもてなしのための御馳走船等に使われ、大変豪華なものであった。

屋形船（A型船40名乗り）

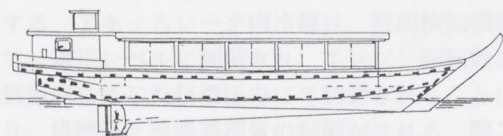


図1 江戸前屋形船

2 開発の狙い

現状の屋形船の市場は、中小の造船所が、その大きさと低価格を競っている状態であり、当社にとってまともに入り込むことが困難である。

従って、当社の戦略は、

- ①一目で違いが分かる（外観・内装）
- ②乗ってすぐ違いが分かる（快適性）
- ③船主の意向を細部に至るまで具現化する

という、要するに既存艇との徹底した差別化であった。

3 外観・内装

御座船の文献や、わずかに保存されている実物（部分）を調査し、極力その雰囲気や醸し出す様に全体のデザインを決定した上で、全てに渡って本物指向を徹底させた。例えば、屋根は神社仏閣等の銅板ぶきとし、古色を出すために薬品による緑錆仕上げとした。また、桧材の多用や手作りの飾り金具、御座船にゆかりのある日本画を再現した手描きの金襴等を配して上記の狙いを十二分に達成できた。

4 快適性

この種の船に船外機を使うことは誰しもが味わう誘惑だが、その操縦性、応答性を考えると二の足を踏まざるを得ないというのが実態であった。

しかし本船では応答性向上のため、プロペラを低ピッチ・大口径に改造し、また特に問題となる後進応答性を阻害する排気巻き込み改善のため、排気バイパスを設ける等の改良を行なった。ベンチテストを実施したところ、ノーマル状態に対して“前進スラスト約25%アップ、後進スラスト約100%アップ”を確認した。さらに操縦性をカバーするために電動バウスラスタを装備し、船外機の採用に踏み切った。

* 舟艇事業部 技術部

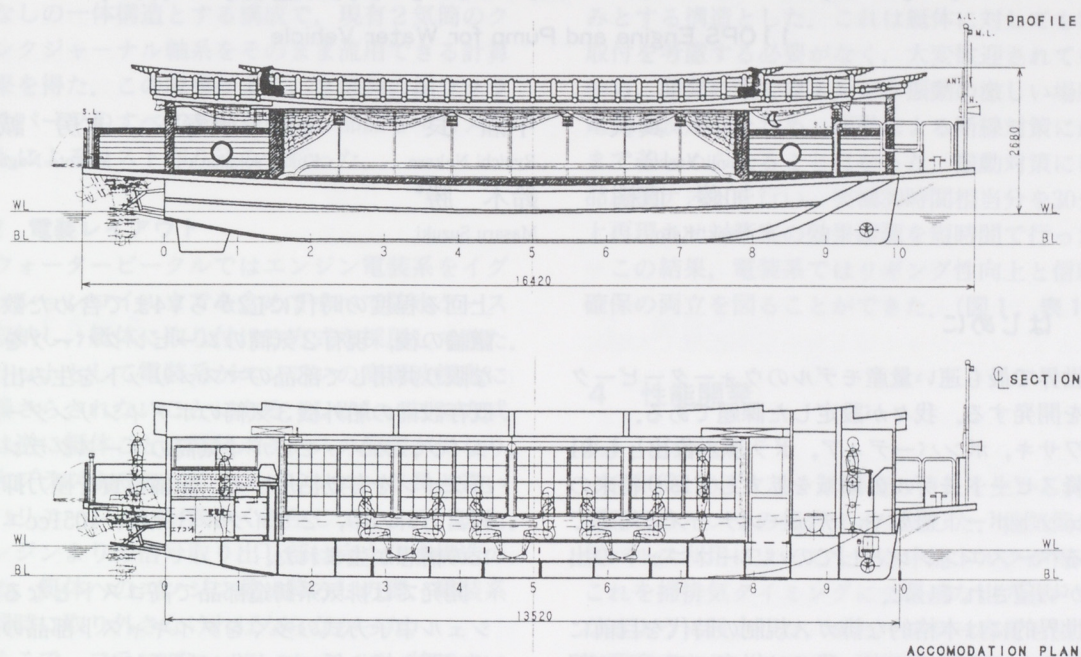


図2 一般配置図

その結果、居住区から主機関を追放することができ、図2に示す様に2バリエーションを持つ掘ごたつ方式のアレンジが可能となり、その上で天井高さも従来艇に比して約20cm高くすることができた。また、船外機をアウトボードブラケットにラバーを介して取り付け、振動伝搬を減少させたことにより客室での騒音が約57dB(A)となり、従来艇に比して10dB(A)以上の騒音低減効果が得られた。その他、空調・視界・洗面トイレ等の工夫を重ね、お客様の快適性は格段のものになったと確信している。

5 船主の意向の具現化

本船の様な場合、細かい使い勝手を含め、船の完成イメージに対する船主の造詣は大変深いものがあり、ある面ではこの「イメージをいかに高次に具現化できるか」が設計者の評価につながると言っても過言ではないほどである。

本船においては、調理場の配置、テーブルの配置・収納、サービスの方法、照明効果等細部に渡って十分に時間をかけて話し合い、まさに“二人三脚”となって作り上げた。

6 おわりに

本船は、平成6年10月に無事引渡しを行ない、オーナーをはじめとしてほぼ満足を頂き、現在名古屋・堀川にて営業運行を行なっている。機会があれば是非御試乗願いたい。

最後に、本船の建造にあたり多大な御協力を頂いたヤマハ蒲郡製造(株)、また技術援助を頂いた舟艇艤装設計課、三信技術15課、豊岡工場試作課の皆様に紙面を借りてお礼申し上げる。

ウォータービークル用110馬力推進機の紹介

110PS Engine and Pump for Water Vehicle

吉田 真次*

Shinji Yoshida

加藤 直樹*

Naoki Kato

中瀬 良一*

Ryoichi Nakase

鈴木 勝*

Masaru Suzuki

塚原 康寿*

Koju Tsukahara

永房 誠*

Makoto Nagafusa

1 はじめに

世界で最も速い量産モデルのウォータービークルを開発する。我々が設定した課題である。カワサキ、ボンバーディア、ポラリス各社とも'91以降スピードモデルの領域を拡大しており将来のジェットボート需要や、チューンナップに対応できるベースエンジンとしてのパワーユニットの出現が切望されていた。

世界的には本格的な排ガス規制の時代を目前に控えるという環境の中、我々は従来モデルとの部品共通化設計を取り入れたモデルとして、高いコストパフォーマンスを誇る高出力エンジンを、ヤマハウォータービークルのフラッグシップモデルとしてこの世に送り出すこととした。(写真1)



写真1

2 開発の狙い

3年前、'92初頭ヤマハマリンジェットシリーズの後継モデルが商品会議で論議されていた。当時北米市場では一度確保したマーケットシェアを、トップスピードで優位に立つ他メーカーに食われつつあった。当時最速モデルは時速70km/hを少々

上回る程度の時代にL2からV4まで含めた数々の議論の後、現有2気筒のムービングパーツを可能な限り共用して部品のマスメリットを生み出し、既存設備の船外機3気筒のボディシリンダー加工ライン、スノーモビル4気筒のケースクランク加工ラインを有効活用する、設備投資を極力抑えた経営方針の中、2サイクル3気筒、1051ccエンジンの構想が生まれた。

開発では排気系鋳造部品で高コストとなる金鋳シェル中子方式の多くをダイキャスト部品の組合せに置き換え低コスト化に留意した。

またポンプサイズ、インペラマッチングでは直接性能に関わる部分でもあり従来の経験を生かした実機テスト主義に徹し、航走性能を極限まで高める作り込みを行ってきたのでここに紹介する。

3 エンジンの特長

3.1 クランクシャフト

クランクシャフトについては、ねじり共振に留意して設計を進めた。まずクランクシャフトねじり共振解析プログラムによって一次共振点のねじ

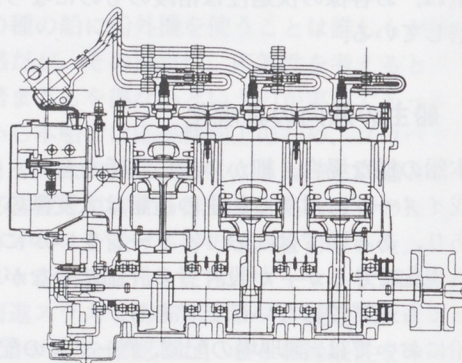


図1 エンジンレイアウト

れの節の位置を割り出し、そのポイントのみを圧入なしの一体構造とする構成で、現有2気筒のクランクジャーナル軸系をそのまま流用できる計算結果を得た。この成果により、2気筒の組立クランクパーツのすべてを共通使用し部品をマスメリットによるコスト作り込みを行った。

3.2 電装レイアウト

ウォータービークルではエンジン電装系をイグニッションコイルまでを含めてすべて防水ケースに収納し、艇体に取り付ける方式を採用してきた。メリットとして電装系がエンジンの高周波振動に直接さらされないことにある。しかし、この方式では逆に艇体ごとに電装ボックスの配置が異なり、点火プラグまでのハイテンションコード長さ違いのバリエーションが数多く派生してしまう。また、エンジンよりの信号取り出し部は完全防水構造のため、艇体へのエンジン載せ降ろしの際、電装系も同時に取り外さなければならなかった。

そこで、フラマグローターカバーに一体ですべての電装系を収納する構造を採用した。電装系はすべて、サブアセンブリでメイン組立ラインに供

給され、ボルトオン、プラグキャップ差し込みのみとする構造とした。これは艇体に対しても電装取付を考慮する必要がなく、大変歓迎されている。一方、開発の中ではエンジン振動の激しい場所に電装を設定したため、振動による断線対策に最後まで苦しめられることになった。振動対策には単品加振テストを行い、実機30時間相当分を30分台上再現させ対策案の効果確認を短時間で行った。

この結果、電装系ではリギング性向上と信頼性確保の両立を図ることができた。(図1、表1)

4 性能開発

4.1 出力性能

3気筒120度クランク構造の特長を生かし、排気通路を3イン1の集合タイプとした。他気筒は排気パルス利用によって十分な中速トルクが得られ、これを掃排気タイミングにて最適な出力カーブとなるように設定した。またマフラー容量も出力の主要素であり、マフラー後部を一重壁にて容積アップを狙うとともに、水返し板や冷却水を噴出させて冷却するなどの新しい構造で出力向上を狙った。

表1 エンジン諸元

| エンジン | |
|-------|---------------|
| 最大出力 | 106PS/6500rpm |
| 種類 | 2 サイクル |
| シリンダ数 | 3 気筒 |
| 内径×工程 | 81mm×68mm |
| 総行程容積 | 1051cc |

表2 ポンプ諸元

| ポンプ装置 | |
|-------|-------|
| 形式 | 軸流式 |
| 翼数 | 3 枚 |
| 翼先端直径 | 155mm |

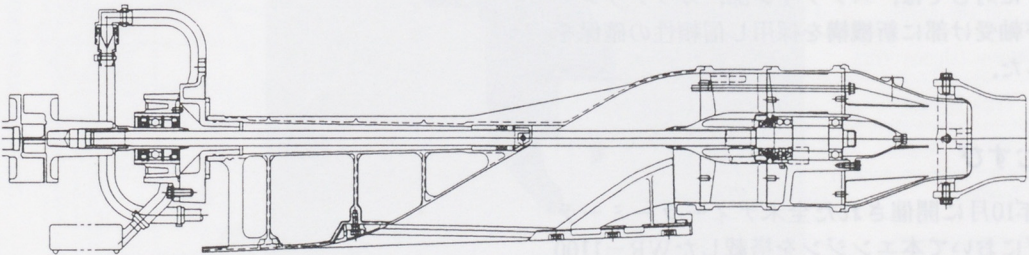


図2 ポンプレイアウト

4.2 騒音

出力性能やピストン熱負荷面から排気系での背圧はある設定値以下に目標を置いている。これは騒音上とは相反する内容である。このエンジンを搭載したウエーブレイダー艇ではパーシャル回転域で騒音レベルが突出していた、

そこで背圧は極力上げず騒音値を下げるためにダブルウォーターロックを採用した。メインウォーターロックの消音構造を工夫するとともに、サブウォーターロックをサイドブランチタイプとすることで、パーシャル域も含め全回転域で大幅に騒音低減が達成できた。

5 ジェットポンプの特長

ウォータービークルは船底より吸い込んだ水を加圧して船尾よりジェット状に噴出して推進力を得ている。この推進力を発生させる装置がジェットポンプであり、船内にビルトインされている、このため、船外に回転物や突起物がなく安全に優れていることが特長である。

本開発では、以下の特長を有する新型の大型ポンプ（業界最大）の開発を実施した。（図2、表2）

5.1 大口径化

高出力化に伴う流量の増加、及び加速ダッシュ時の吸い込み性能向上に対応するため、直径155mm（従来144mm）の新インペラーを採用した。これに併せて、水の通路抵抗を低減したダクト系を開発した。

5.2 軸系信頼性

基本設計上は実績のある従来モデルのシステムを採用した。ただし、高出力化、及びポンプ口径アップに対しては、スプライン部、カップリング部及び軸受け部に新機構を採用し信頼性の確保を実施した。

6 むすび

'94年10月に開催された全米ディーラーミーティングにおいて本エンジンを搭載したWR-1100は大好評を得てフラッグシップモデルとしての地位を確立した。'95年10月には本エンジンを搭載したWV-1100が生産される予定である。拡大する市場のニーズに合わせて改良を加え、Top of

Water Vehicleの使命を全うできるよう努力していく決意である。関係部署のご支援をお願いするとともに本エンジンの開発にあたり、森山工業株式会社をはじめ協力各社の多大なご協力に対し本誌面を借り厚く御礼申し上げる次第である。

| エンジン | 出力 | 最大トルク | 最大回転数 | 最大出力 |
|---------|-------|---------|---------|-------|
| WR-1100 | 110馬力 | 10.5kgm | 4500rpm | 110馬力 |
| WR-1100 | 110馬力 | 10.5kgm | 4500rpm | 110馬力 |
| WR-1100 | 110馬力 | 10.5kgm | 4500rpm | 110馬力 |
| WR-1100 | 110馬力 | 10.5kgm | 4500rpm | 110馬力 |

4サイクル船外機「F50A」の紹介

Four-Stroke Cycle Outboard Motor F50A

柴田 保彦*

Yasuhiko Shibata

亀山 逞*

Takuma Kameyama

中井 弘*

Hiroshi Nakai

干場 昭彦*

Akihiko Hoshiba

川向 謙次*

Kenji Kawamukai

1 まえがき

世界的規模の環境に対する人々の関心の高まりとともにマリーンエンジンに関する排ガス規制の動きが顕在化しつつある。スイス、ドイツ、オーストリア三国の国境が交わり、ライン川の水源でもあるボーデン湖における排ガス規制を皮切りにアメリカ(EPA)、EU等、先進各国でその導入が予定されている。

当社としては、これまでに10年の生産実績を持つ9.9PSの4サイクルモデルに加え、この度、新たに50PSの中型クラスの4サイクルモデル(F50A)の生産を開始した。海外のショーやプレス試乗会等で好評を頂いている。(写真1)

2 開発の狙い

船外機の場合、10年以上同じモデルを作り続けることは珍しくなく、長い期間に渡り、高い商品性を保ち続けることが求められている。F50Aでは、4サイクルとしての燃費、排ガス、振動、騒音等の良さを追求するだけでなく、従来の2サイクルモデルと同等以上の運動性能、低速トルーリング回転数等を達成し、従来モデルと同じ用途に適合する妥協のない4サイクル船外機作りをめざした。



写真1 全体外観図

3 基本諸元

基本諸元を表1に示す。

表1 基本諸元

| | |
|-----------------------------|--|
| Engine Type | 4-Stroke L4-Cylinder |
| Displacement | 935cm ³ |
| Bore×Stroke | 63.0mm×75.0mm |
| Prop. Shaft Horse Power | 37.3kw(50ps)/5500rpm |
| Max. RPM Range | 5000～6000rpm |
| Induction System | SOHC |
| Carburetors | 4 Pieces |
| Lubrication System | Wet Sump |
| Oil Pan Capacity | 2 liter |
| Fuel Tank | 24 liter |
| Ignition System | CDI |
| Ignition Timing Control | Computer Controlled |
| Spark Plug | DPR6EA-9 (With Register) |
| Plug Cap | Register Plug Cap |
| Alternator Output | 12V-10A (120W) 10A/5500rpm 6A/1000rpm 2.6A/650rpm |
| Starting System | Electric |
| Gear Shift | F - N - R |
| Gear Ratio | 13 : 24 (1.85) |
| Tilt method | PTT or Hydro Tilt |
| Tilt Positions (PTT) | |
| Trim Range | -4° ～ +20° |
| Tilt Up Angle | +69° |
| (at 12° Boat Transom) | |
| Tilt Positions (Hydro Tilt) | |
| Trim Range | -4° ～ |
| Tilt Up Angle | +69° |
| Exhaust System | Through Propeller Hub |
| Propeller Engagement | Spline |
| Weight | EL : 100kg, ETL : 104kg |
| Transom Height | L : 533mm ETL : 104kg |

4 各部構造と特長

4.1 エンジンレイアウト

650rpmの低速トローリング回転と静かで滑らかなクルージングを狙った4気筒エンジンを2サイクルモデルなみのコンパクトなカウリング寸法の中に収めるため、簡素なクランク軸縦置き of ロングストローク、SOHC 2バルブ構造を採用した。(図1)

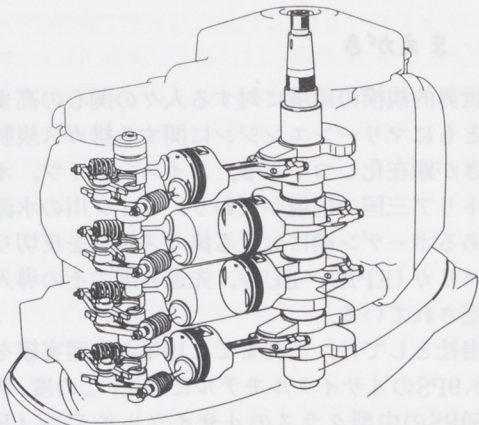


図1 エンジンレイアウト

4.2 性能

図2に出力性能を示す。2サイクルモデルなみの運動性能を持たせるための基本として、加速及びブレーニング性能に深く関わるトルク特性を重視し、バルブタイミング、吸気管長の選定により中速域にトルクの盛り上がりを持った特性とした。

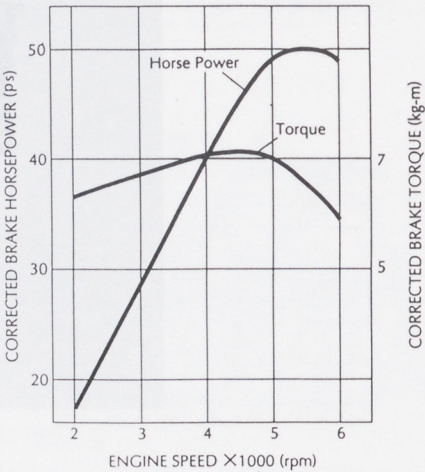


図2 出力性能

4.3 振動・騒音低減

クランク系の2次の起振力の艇体への振動遮断のため、大容量マウントと十分な上下マウントスパンを確保した。(図3)

また、吸気及び排気通路それぞれに大容量のサイレンサを採用した。(図4、5)

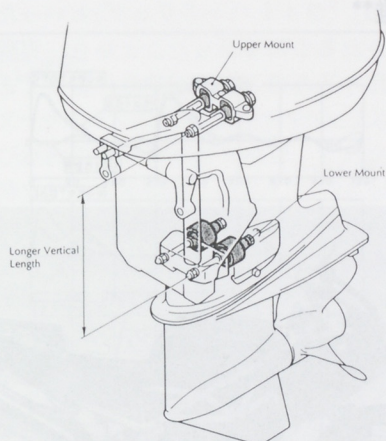


図3 マウントシステム

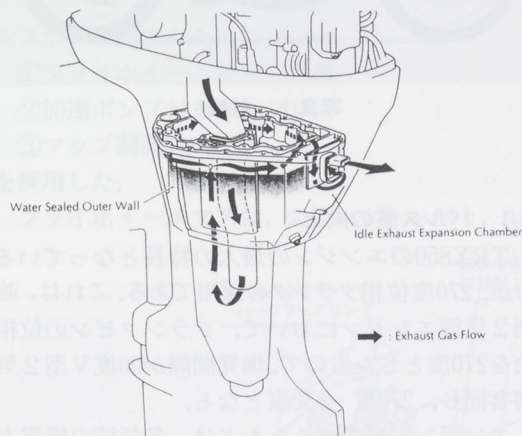


図4 アイドル排気膨張室

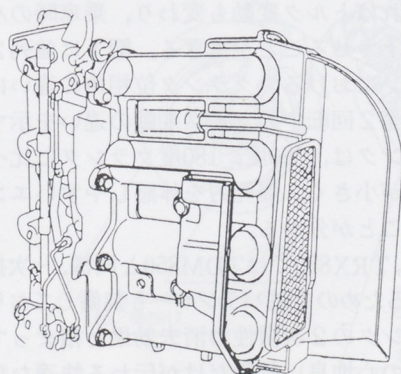


図5 吸気サイレンサ

4.4 4低速トルーリング性能

低速トルーリング回転速度を2サイクルモデルなみに下げるため、バルブオーバーラップを狭く設定した。また、キャブレターを4連状態にアッセンブリ後の同調、パイロットスクリュー調整精度の改善等、様々な工夫を折り込んだ。

5 その他の特長

F50A開発においては、技術紹介にあるSPTTならびに機能集中ハンドルや50PSクラス2サイクル船外機とのローユニット同時並行開発や将来の4サイクル船外機エンジンとのシリーズ化設計、米国のマーキュリーマリーン社との共同開発等の新しい試みにより、コスト、投資の低減、開発工数の削減に取り組んだ。

6 おわりに

環境対応船外機の開発はまだその緒についたばかりであり、広い視点で観れば、まだ改良すべき多くの課題を抱えている。しかし、本モデルの生産移行により、確実な一歩を記したことも確かである。

最後に、本モデルの開発、生産、販売準備にあたり多大なご支援を頂いた三信工業、ヤマハ発動機の関係方々に誌面を借りて御礼申し上げる次第である。

ビッグツインスポーツ「TRX850」の紹介

Big Twin Sports "TRX850"

北田 三男*

Mitsuo Kitada

神村 薫**

Kaoru Kamimura

林 三智也*

Michiya Hayashi

中村 伊久雄**

Ikuo Nakamura

小栗 幹夫***

Mikio Oguri

平野 和行**

Kazuyuki Hirano

1 はじめに

ここ数年、ハーレーやドカティといった個性の強い外車の販売台数が増加しつつあり、ユーザー調査からもこのようなトレンドを裏付ける結果が得られている。こうした背景のもと、ヤマハの強みと伝統であるビッグツインスポーツ「TRX850」の開発はスタートした。

2 開発の狙い

開発は、まず代表的なツインのモーターサイクルに乗り、それぞれの楽しさの違いを評価し、議論することから始まった。そこから導き出されたTRXのためのキーワードが「エキサイティング・ビッグツイン」である。つまり、ツインエンジン独特のトルク感、鼓動を常に感じながら、軽いフットワークで一般道からサーキットまで楽しめる、ということである。これをより具体的に表現すると次のようになる。

- ①強いパルス感を持つビッグツインエンジンフィーリングがある。
- ②スロットルグリップとリヤタイヤが直結したようなダイレクト感がある。
- ③軽快なハンドリングによるライトウェイトフィーリングがある。
- ④高品質パーツの投入によりクオリティ感がある。

3 エンジン関係

水冷DOHC・5バルブ前傾並列2気筒849ccのTDM850エンジンをベースに、パルス感、ダイレクト感、及び性能向上のため、以下の変更を加えた。

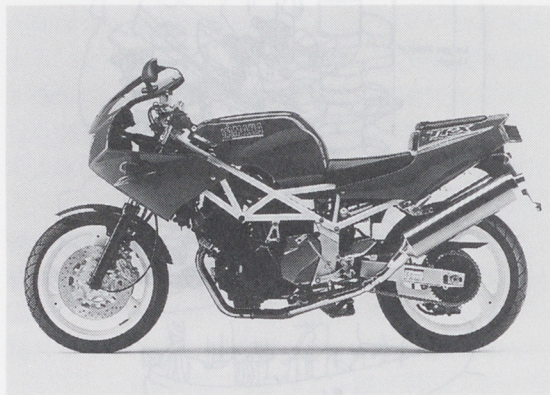


写真1 外観

3.1 パルス感の向上

TRX850のエンジンの最大の特長となっているのが、270度位相クランクの採用である。これは、並列2気筒エンジンにおいて、クランクピンの位相角を270度としたもので、爆発間隔が90度V型2気筒と同じ、270度-450度となる。

エンジンが発生するトルクは、各気筒の爆発力と慣性力の合力である。つまり、爆発の間隔を変えてやればトルク変動も変わり、乗車時のパルス感も向上させることができる。図1に並列2気筒エンジンにおける、クランク位相角の違いによるクランク2回転中のトルク変動の違いを示す。270度クランクは、360度、180度クランクに比べ慣性力成分が小さく、爆発力を体感しやすいエンジンであることが分かる。

また、TRX850ではTDM850と同様、一次振動を押さえるための2軸バランサーも装備しており、270度クランクの2次慣性力消去効果と相まって、エンジンの心地良い鼓動だけが伝わる快適な乗り味を実現することができた。

* モーターサイクル事業本部 第1開発部

** モーターサイクル事業本部 第3開発部

*** モーターサイクル事業本部 第4開発部

3.2 ダイレクト感の向上

ダイレクト感向上のためには、大きく分けて二つの方法がある。まず第一は、もちろんエンジンそのもののレスポンスを向上させることであり、第二は駆動系の遊びを少なくし剛性を上げることである。

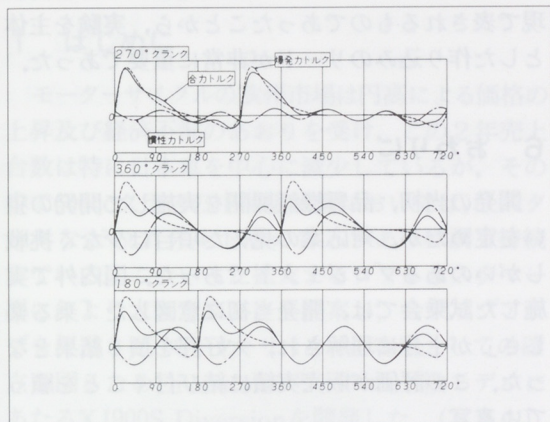


図1

レスポンス向上のためには、

- ①フライホイールマスの低減
- ②加速ポンプ付きキャブレタ
- ③マップ制御点火

を採用した。

フライホイールマスは、クランクシャフト、AC

マグネットの軽量化により、TDM850に対し約14%の低減を図っている。

駆動系については、

- ①クラッチダンパ特性の変更

- ②リヤホイールダンパの硬度アップ

を行った。クラッチダンパは、遊びをゼロとした上にさらに初期加重をかけるという、従来のヤマハ車にはない特性となっている。

3.4 性能向上

圧縮比アップ、カム開度・リフトアップ、及び国内の騒音規制対応も兼ねた吸・排気系の大容量化により、83PS/7500rpm、8.6Kgfm/6000rpmの性能を得ている。これは、ベースとなった国内向けTDM850に対し11PS、0.8kgfmの増加である。

4 車体関係

4.1 車体の特長

車体関係では、フレーム、サスペンション、デザイン部品等はすべて新作として、軽量化、マスの集中化及びディメンションの最適化を図り、軽快なハンドリングの実現を目指した。また、機能部品の高品質化にも留意し、エンスージアストに評価される物作りを行った。(図2)

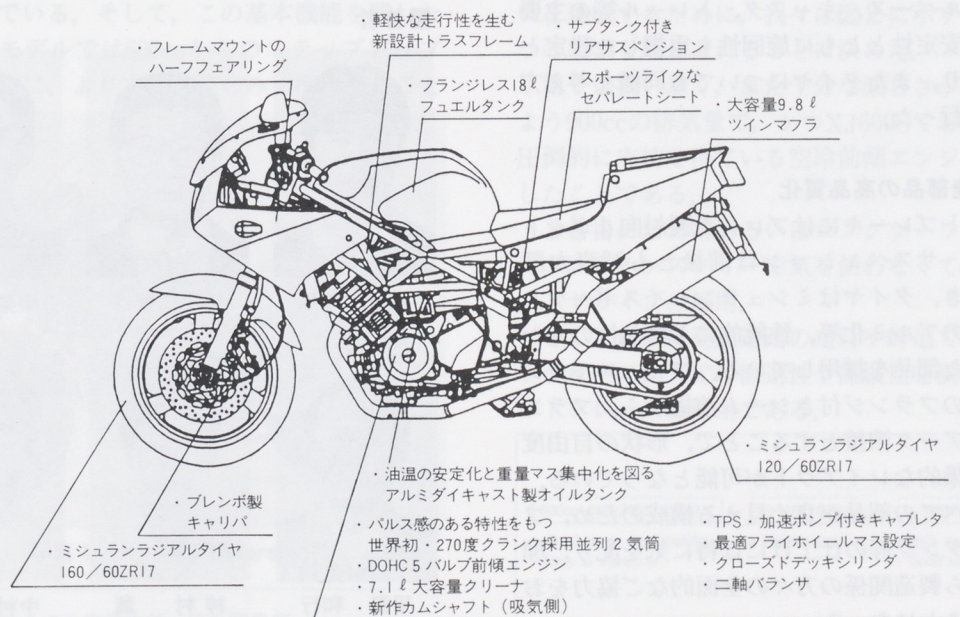


図2 フィーチャーマップ

4.2 軽量化

軽快なハンドリング特性を得るためには、まず車両重量が軽いことが重要であり、大物部品特にフレームをどんな構造にするかが、軽量化の第一のポイントになった。色々なフレーム構造を検討する中で、ビッグツインエンジンを強調して見せながら必要十分な剛性、強度を確保できる構造として、メインフレーム部を鉄丸パイプのトラス構造とし、ピボット回りをアルミ鍛造の構造体として、両者をボルト結合する案が浮び上がってきた。

トラス構造のメリットは、フレームにかかる荷重を、構成するパイプ部材の引っ張り、圧縮方向で吸収するため、パイプ部材その物を細く、軽くできるとともに補強用のガセットが不要となる点である。事実TRX850においては、補強用ガセットは一切使われていない。

4.3 マスの集中化

エンジンのドライサンプ用のオイルタンクを、アルミダイキャスト製とするとともにクランクケース上部に直接マウントし、ジェネシスレイアウトにより生まれた空間を有効に利用してマスの集中化を図っている。また、リヤサスペンションのレイアウト、燃料タンクの形状にも工夫をこらし、なお一層の効果を狙った。

4.4 ディメンションの最適化

ホイールベース、キャスト、トレール等の主要諸元は、安定性ととも旋回性も重視した設定となっており、またタイヤについても同様な考え方で行った。

4.5 機能部品の高品質化

フロントブレーキにはブレンボ製対向4ポットキャリパ、サスペンションは前後とも減衰力調整機構付き、タイヤはミシュランハイスポーツ、ペダル類のアルミ化等、性能的にも商品性の面からも優れた部品を採用している。フューエルタンクは従来のフランジ付きシーム溶接から、フランジのないアーク溶接とすることで、形状の自由度が増し効果的なレイアウトが可能となっている。また、すべての部品が良く見える構成のため、フレーム、タンク等の仕上げには特に気を配り、開発当初から製造関係の方々の全面的なご協力をお願いすることになった。

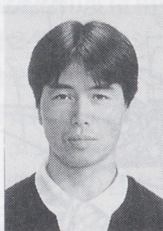
5 走りの味付け

今まで主に設計的な観点から、開発の狙いを達成するための手段、結果について述べてきたが、これらの仕様は色々な試行錯誤の結果から得られたものである。特に開発目標が「パルス感」「ダイレクト感」「ライトハンドリング」といった官能表現で表されるものであったことから、実験を主体とした作り込みのリードが非常に重要であった。

6 おわりに

開発の当初、品質機能展開を実施して開発の狙いを定めたが、対応案の見えた項目は少なく挑戦しがいのあるプロジェクトであった。国内外で実施した試乗会では、開発当初に意図した「乗る楽しさ」が十分に理解され、大好評を頂く結果となった。この評価が販売実績に結び付くことを願っている。

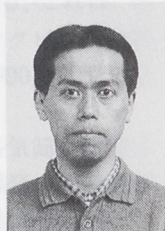
■著者



北田 三男



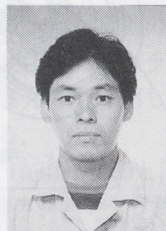
林 三智也



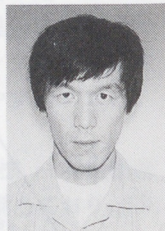
小栗 幹夫



平野 和行



神 村 薫



中村伊久雄

XJ900S Diversionの紹介

XJ900S Diversion

橋本 政幸*

Masayuki Hashimoto

倉井 宣好*

Nobuyoshi Kurai

佐野 文基**

Fumimoto Sano

1 はじめに

モーターサイクルの欧州市場は円高による価格の上昇及び経済不況のあおりを受け、この2年売上台数は特に日本車を中心に減少しているが、その中で600ccクラスの中間排気量においては、リスターなどのアダルト層の参入があり好調を維持している。こういった拡大するソフトカスタマー層に、より大きな楽しさを提案し、ステップアップを促進させ、モーターサイクルの客層としての確立を図るためDiversionシリーズの上級モデルにあたるXJ900S Diversionを開発した。(写真1)

2 開発の狙い

開発の狙いは図1に示すようにXJ600S Diversionと同様の「手軽に乗れる」ということを基本機能としている。これは例えば、体に苦痛を強いたり、恐さを感じたりしないことはもちろん、幅広い用途で気楽に乗ることを楽しむというような意味も含んでいる。そして、この基本機能を残しながらも本モデルでは600ccからのステップアップを促すために、より大きな楽しさを提供すること

も狙いとした。特に「ツーリングの楽しさ」やそのツーリングの中で峠道などでの「スポーツライディングの楽しさ」を十分味わってもらうことを主眼に置いた。また環境問題や盗難等でその楽しさを損なうことがないよう「社会性」という面でも注意を払っている。

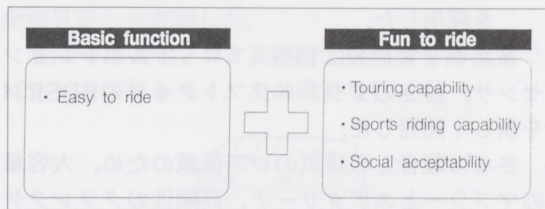


図1 開発の狙い

3 仕様概要

3.1 3つの要素

本モデルの開発にかかる前に欧州のインポーター、販売店及びカスタマーの調査をし、また実際に欧州市場をツーリングしてみた結果、開発の狙いを達成するために、我々は図2に示すような3つの要素を取り入れることに決めた。

第一は扱い易く、また十分な楽しさが得られるよう900ccの排気量で、かつXJ600Sでお客様から圧倒的に支持を得ている空冷前傾エンジンを採用したことである。

2番目には日常あるいはロングツーリングの際にメンテナンスフリーで気を使わなくてよいシャフトドライブの採用。

そして最後は高速道路の走行や峠道でのスポーツライディングでの直進性や操縦性を満足するワイドフレームの採用である。

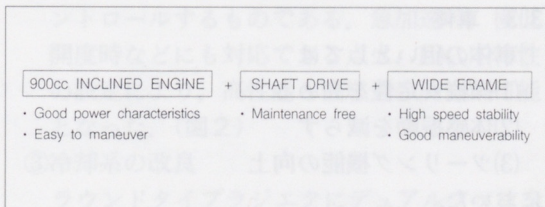


図2 3つの要素



写真1 XJ900S Diversion

* モーターサイクル事業本部 第1開発部

** モーターサイクル事業本部 第4開発部

3.2 エンジン

XJ900Sでは、シンプルでメンテナンスが容易でコストが安い空冷エンジンを採用した。

エンジンの狙いとしては

- (1)スムーズで扱い易い
- (2)中低速の重視
- (3)スロットルレスポンスの向上

においた。

その狙いを実現するため

- ・ 燃焼室形状を変更し圧縮比を向上。
- ・ 前傾エンジン採用で極力、吸気通路をストレート化。
- ・ 中低速狙いの吸排気バルブ径とカムシャフトを採用した。

またキャブレタはTPS（スロットルポジションセンサ）付きのダウンドラフトタイプのBDSR34を新しく開発した。

さらに騒音と吸排気のロス低減のため、大容量のマフラーとエアクリーナ、高剛性のクランクケースとケースカバーを採用している。一方、「社会性」という側面から全仕向地に排気ポートに2次空気を導入して未燃焼ガスを再燃焼させる図3に示すようなAIS（エアインダクションシステム）を装着した。このAISの装着により、COで40%、HCで30%それぞれAISなしに対して排出ガス浄化率が向上した。

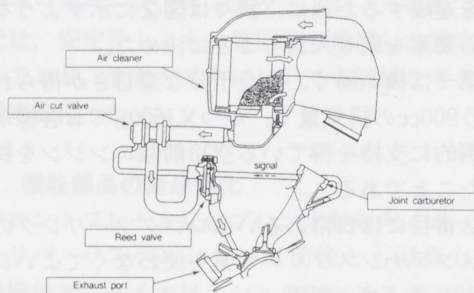


図3 AISシステム

3.3 車体

車体の狙いとしては

- (1)操縦安定性を高める
- (2)体感振動を減らす
- (3)ツーリング機能の向上

においた。

そのために、全体レイアウト時に

- ・ ホイールベースを伸ばす。
- ・ 前輪分布荷重を高める。
- ・ オールラバーエンジンマウントの採用。
- ・ シャーシの剛性を高めるためタンクレールの幅が広いワイドフレームを採用。

などの施策をうった。（図4）

またシャフトドライブの加減速時の姿勢変化をできるだけ押さえるディメンジョンを採用した。ツーリング機能の向上では、シート座面を余裕あるものにして楽で疲れないライディングポジションにすること、カウリングやスクリーンによるライダープロテクションの向上、タンク容量の増加、燃料計、時計や小物入れの設置を考慮した。用品としてもサイドケースや盗難防止用のU字形ロックを準備した。

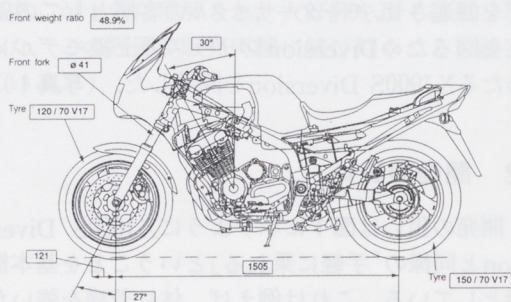


図4 全体レイアウト

4 おわりに

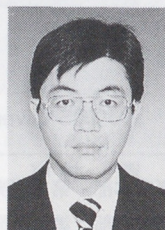
'94年9月にオーストリアを中心に1泊2日のツーリング形式で行われた欧州ジャーナリスト発表試乗会において「オールラウンドバイクとして大変良いバイクだ。」というコメントに代表される大変高い評価をいただいた。

今後共、息の長いモーターサイクルとして、熟成していきたいと考えている。

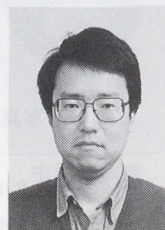
■著者



橋本 政幸



倉井 宣好



佐野 文基

スーパースポーツ「YZF750R/SP」の紹介

Super Sports “YZF750R/SP”

三輪 邦彦*

Kunihiko Miwa

瀧本 宏*

Hiroshi Takimoto

川北 茂樹**

Shigeki Kawakita

田中 陽**

Akira Tanaka

竹上 政喜***

Masaki Takegami

1 はじめに

当社には、'89年にOW01をレース用ベースマシンとして限定生産して以来、一般ユーザーを対象とした750ccスーパースポーツの量産モデルは生産してこなかったが、'93年よりこの度欧州スーパースポーツのイメージリーダーとしてYZF750R/SPの投入を開始したのでここに紹介する。(写真1)



写真1 '95「YZF750SP」

2 開発の狙い

OW01は、レース出場を前提として設計したマシンであったのに対し、YZF750Rは欧州のワインディング走行をメインに仕様決定がなされた。一方でレース出場するユーザーに安価にベースマシンを供給する要求にも応えるため、STD仕様とSP仕様も設定することとした。'93モデルは、ハンドリング性能と中速域でのエンジン性能で好評価を得たが、'95モデルではさらにこの強みを増強すべく、以下の項目を開発のコンセプトとした。

- ①好評点であるハンドリング面、エンジン性能をさらに向上させる。
- ②市場コンプレインに細かな対応をする。
- ③新規性、商品力の向上を狙って外観を変更し、オーリンスサスペンションを採用する。

3 エンジン関係(図1)

'93モデルは、OW01で使用した水冷並列4気筒エンジンに、8時間耐久用F1マシンのノウハウを傾注したものである。バルブレイアウト、クランクの軽量化をはじめ、吸排気系、ミッションの全面見直しを実施した。

'95モデルでは、より高性能と低燃費を高次元でバランスさせるべく、次の改良を行った。

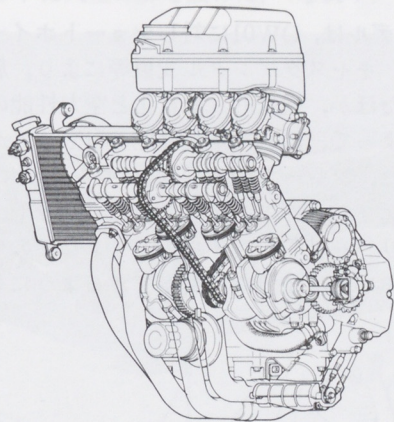


図1 エンジン外観図

- ①キャブレターセッティングの変更
メイン系の見直しにより、大口径キャブの欠点であるレスポンスの鈍さを改良した。
- ②スロットルポジションセンサ (TPS) 及びギヤポジションセンサ (GPS) の採用
これまで、エンジン回転数のみでコントロールしてきた点火時期とEXUP開度を、スロットル開度とギヤ段数情報によって多面的にコントロールするものである。急加速時、極低開度時などにも対応できる点火、EXUP特性の設定により、高性能と低燃費の両立が可能となった。(図2)
- ③冷却系の改良

ラウンドタイプラジエタにデュアルファンを装着し、冷却系の効率向上を図った。

* モーターサイクル事業本部 第1開発部
** モーターサイクル事業本部 第3開発部
*** モーターサイクル事業本部 第4開発部

以上のような見直しの結果、'93モデルに対し、中高速域のドライバビリティが向上し、さらに4～6%程度の燃費改善を図ることができた。

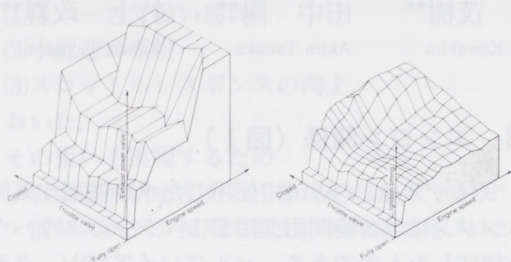


図2 EXUPと点火時期のマップ

4 車体関係

'93モデルは、OW01に対しショートホイールベース化、キャストアングル変更等により、旋回性を上げたほか、徹底的な軽量化と空力性能の作り込みによって、優れた走行性能を得ることができた。また、ブレーキ回りでは、フロント側にφ320フローティングダブルディスクに6ポットタイプのキャリパを装着し、アウトバーンなどの全開走行下においても十分な制動ができるようにした。(図3)

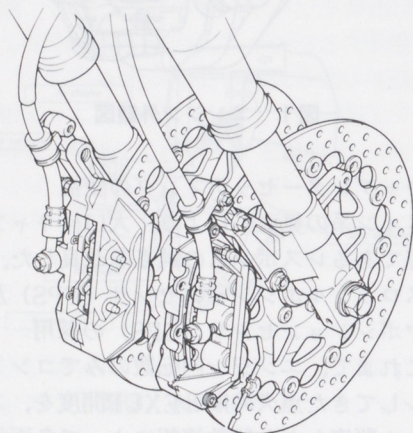


図3 フロントブレーキまわり

'95モデルでは、基本骨格はそのままとし、サスペンション及びカウリング形状の変更を主として実施した。

①フロントフォーク

φ41倒立というスペックはそのまま、バル

ブ、メタル類の見直しにより、作動性、吸収性の改良を行った。

②リヤショックアブソーバ

スーパーバイクレースで実績のある、スウェーデンオーリス製のユニットを装着した。高い加工精度から得られる極低速域での減衰特性により、ソフトでかつ高い吸収性能を持つ好フィーリングを出している。(図4)

③カウリング

ラジエターへの冷却風の導入効率及び抜け効率向上のため、インナーパネルの設定、アウトレット形状等の変更を実施した。あわせて全体のイメージもより迫力あるものとした。

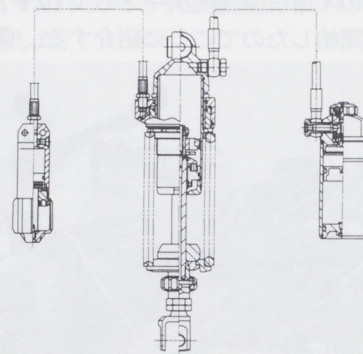


図4 オーリスサスペンション (SP)

5 SP仕様

スーパーバイク用として、基本ポテンシャルを高いものとするため、以下のSP専用仕様を設定した。

- ①FCR39キャブレター
 - ②クロスレシオミッション
 - ③一人乗り専用サスペンションレシオ
 - ④スラストベアリング入りピボットシャフト
- '95モデルはさらに以下の装備を追加した。
- ①上下位置可変のピボット構造
 - ②レース仕様共通のオーリス製リヤサス
 - ③分離式リヤフレーム

6 おわりに

YZF750R/SPは、スーパースポーツの世界に、コーナリングの新しい楽しみを一般ユーザーに提供できたと考えている。今後も、健全なる進化を続けていくことこそ、我々の使命と考え、努力していく所存である。

エンジンウエルダーEFW150Sの紹介

Engine Welder "EFW150S"

大塚 邦彦*

Kunihiko Otsuka

山口 佳久*

Yoshihisa Yamaguchi

平野 嘉男*

Yoshio Hirano

1 まえがき

国内の小型発電機の市場は、ここ数年来約10万台の規模で安定しており、そのうち代替需要が7、8割を占め、さらにそのほとんどが業務用であるため、今後も大きな伸長を期待するのは困難な状況であった。

このような中で、発電機と溶接機の両機能を合わせ持つエンジンウエルダー発電機の市場は、約5万台に近い需要があり、以前より当社の販売網からも市場投入の強い要望があった。

そこで今回、画期的新開発技術 I & I 方式を採用した、世界最小、最軽量の直流アーク溶接機&発電機を本年8月よりヤマハとして初めて販売を開始した。

2 開発の狙い

綿密なユーザ調査をもとに下記4点に狙いを絞った。

- ①世界最軽量(二人で昇降可能)&コンパクト
- ②超低騒音
- ③大容量交流出力(溶接と同時使用可)
- ④洗練された外観(脱機械イメージ)

3 I & I (インダクタ&インバータ)方式について

革新的の軽量化、コンパクト化と高能率、メンテナンスフリーを実現させた発電方式。(図1、図2)

・直流(溶接)出力

コイルレスのインダクタ(誘導子)により高周波交流を作り、それを溶接用の質の高い直流に整流している。

・交流出力

上記直流をインバータ回路により(PWM制御)交流に変換。50Hz/60Hzともに大容量3.0kVAを発生させている。

4 構造(寸法、重量)&外観

エンジンはOHV単気筒を搭載し、冷却方式は、機体のコンパクトを図るため、強制空冷リバース・クールを採用した。(表1)

外観は、従来他社の重い作業機イメージから脱却するような洗練された外観とし(軽く見えるように)、ボルト類はいっさい外観に出ないように注意をはらった。また、サービス性向上のため車両の両サイドに大型の扉を設けた。(写真1)



写真1 外観

外形寸法、乾燥重量の競合他社との比較を表2に示すが、L方向で他社の約2/3、重量差で約50kg減の達成ができた。

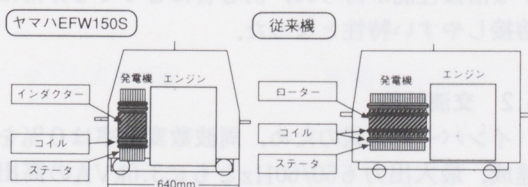


図1 構造略図

| | | | | |
|----------------------------|-------------|------------------|--------------|-----|
| エンジン | 形式 | | 4 ストローク空冷OHV | |
| | 排気量 | | 274 | |
| | 定格出力 | mL | 6.6 | |
| | 始動方式 | PS | セルモータ式 | |
| | 使用燃料 | | 無鉛ガソリン | |
| | 潤滑油容量 | L | 0.9 | |
| 車 接 | 定格出力 | kVA | 3.56 | |
| | 定格電流 | A | 140 | |
| | 定格電圧 | V | 25.6 | |
| | 定格使用率 | % | 40 | |
| | 無負荷電圧 | V | 最大80 | |
| | 電流調整範囲 | A | 50～150 | |
| | 適用溶接棒 | φmm | 2.0～3.2 | |
| | 定格回転数 | rpm | 3700 | |
| | 交 流 体 | 最大出力 | kVA | 3.0 |
| | | 定格出力 | kVA | 2.7 |
| 定格電流 | | A | 27 | |
| 定格電圧 | | V | 100 | |
| 相数 | | | 単相 | |
| 周波数 | | Hz | 50/60 | |
| 主要機能及び装備 | 力率 | | 1.0 | |
| | タンク容量 | L | 10 | |
| | バッテリー容量 | | 12V－18Ah | |
| | 定格運転時間 | h | 溶接 8.0 | |
| | | | 交流 4.0 | |
| | | I & I ブラシレス | | |
| | | オイルウォーニング&オイル警告灯 | | |
| | | ノンヒューズブレーカー | | |
| | | フューエルゲージ | | |
| | | エコノミーアイドル装置 | | |
| 溶接／交流同時使用 | | | | |
| 交流周波数切替スイッチ | | | | |
| フューエルカット (アフターファイア防止装置) | | | | |

5 溶接性能，交流性能

5.1 溶接性能

溶接出力は240Hzの高周波（他社60～180Hz）を採用したため，溶接時の電圧変動が小さく，なめらかな溶接性能が得られ，初心者にとっても非常に溶接しやすい特性となった。

5.2 交流性能

インバータ方式のため，周波数変動率は0％を達成，最大出力も50/60Hzともに3.0kVAの高出力が得られた。（従来，50Hzの地区においては60Hz地区に比べエンジン回転数を下げる必要があ

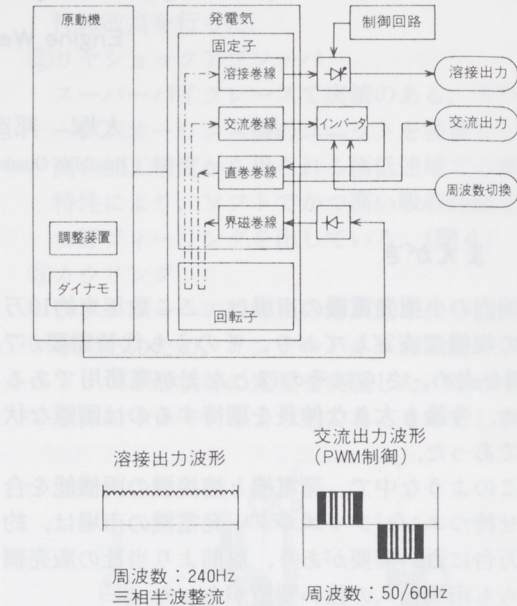


図2 I & I 発電方式

表2 他社比較

| | | EFW150S | S 社 | D 社 |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 重量 (kg) | | 108 | 137 | 166 |
| サイズ | 全長 (mm) | 640 | 934 | 830 |
| | 全幅 (mm) | 499 | 520 | 505 |
| | 全高 (mm) | 662 | 665 | 668 |
| 騒音* | 無負荷dB (A) | 58.5 | 62.4 | 59.0 |
| | 定格負荷dB (A) | 59.5 | 63.3 | 52.6 |
| | スロウダウン時dB (A) | 51.5 | 56.0 | 54.5 |
| マフラー容積 (L) | | 4.8 (1連) | 7.0 (2連) | 7.9 (2連) |

るため，最大出力が約2割ダウンしていた）さらに溶接中においても照明等の使用ができるよう，直流／交流の同時使用が可能となった。

6 騒音値，冷却性能

6.1 騒音値

表2に示すよう，マフラー容積が他社の2/3にもかかわらず，従来の発電機の防音技術を結集することで，他社を圧倒的に上回る低騒音を達成できた。また，建設省の超低騒音認定にも容易にクリアした。

6.2 冷却性能

約45°Cの高温室での全負荷試験を徹底的に行い、コンパクト／低騒音と相反する冷却性能をつくり込んだ。

具体的には、リバース・クール方式により、熱分散をうまくマネージメントすることで、炎天下での連続使用にも耐えられる冷却性能を達成した。

7 おわりに

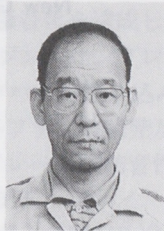
世界的にコストダウンが叫ばれるなか、その中に占める開発費の削減で大きな効果を上げているクライスラーの復活は目覚ましい。そのような中、本商品は、“開発仕入れ”という新しい開発方式をとり、ウエルダー専門メーカーの大阪精密電機と協同開発を行った。ひとことで言うとヤマハのもつエンジン開発力（騒音、冷却性能等）と、大阪精密電機の溶接機技術がうまく融合して完成したといえる。これにより新しい技術の融合と大幅な開発費削減が達成でき、短期間で素晴らしい商品ができた。

今後は、モデルの拡張、さらにI & I 技術の横展開等を進めていく所存である。

■ 著者



大塚 邦彦



山口 佳久



平野 嘉男

新世代ビル用マルチGHP「M」シリーズの紹介

New Generation Multi-GHP “M” Series for Buildings

河合 康成* 三沢 誠* 有村 正嗣*
Yasunari Kawai Makoto Misawa Masatsugu Arimura
小栗 眞* 鈴木 茂人* 長坂 弘文*
Makoto Oguri Shigeto Suzuki Hirofumi Nagasaka

1 はじめに

インテリジェントビルから一般の店舗まで、幅広く使用されているビル用マルチエアコン（通称“ビルマル”）は、その利便性・経済性及び対応性により年々設置台数が増加しており、業務用エアコンを総称するパッケージエアコン市場において独自の確固たるドメインを構築しているが、さらなる物件対応性・経済性・信頼性・GHP固有機能の強化などが求められている。

今回、この課題を達成すべく最新鋭の技術を織り込んだ新世代ビルマルGHPと称するに値する「M」シリーズを商品化したため、以下にその紹介を行う。（'95年春発売）

2 開発コンセプト

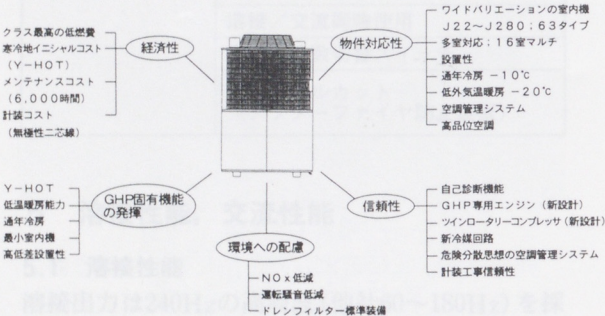


図1 「M」シリーズ開発コンセプト

3 システム概要

(1) システム基本構成

・室外機：28KW(10HP)35.5KW(13HP) 計2機種

・室内機：J22～280形(0.8～10HP)

11タイプ 計63機種

により構成され、1台の室外機に最大16台の室内機が接続でき、業界No.1（含む電気エアコン）のレベルである。

(2) 室外機仕様

室外機の主要諸元を表1に、また室外機外観を写真1に示す。

表1 「M」シリーズ主要諸元

| | | YMCJ280M-A | YMCJ355M-A |
|-------------|----------|--------------------------|----------------|
| 能力 | 冷房標準 | 28.0(25000) | 35.5(31500) |
| | 暖房標準(7℃) | 33.5(30000) | 42.5(37500) |
| | 2℃暖房 | 36.9(33000) | 46.8(41300) |
| | -10℃暖房 | 36.9(33000) | 46.8(41300) |
| 外形寸法 | | 幅×奥行×高さ 1400×1000×2184mm | |
| 重量 | | 690 | 700 |
| 電源種 | | 3相200V | |
| 許容配管長 | | 100(実長) 125(相等長) | |
| 室内・外ユニット高低差 | | ±50 | |
| 使用室外温度範囲 | 冷房 | -5～43℃(-10～43℃) | |
| | 暖房 | -5～21℃(-20～21℃) | |
| ()内は寒冷地仕様 | | | |
| ガス種対応 | | 13A・12A・LPG・ブタン・6系・5系・4系 | |
| エンジン | 形式 | 4サイクル4気筒 OHV | |
| | 排気量 | 1453cc | |
| コンプレッサー | | ツインベンロータリー式 | |
| 運転騒音 | | 59(サイレントモードS7) | 60(サイレントモードS8) |
| メンテナンスバル | | 6000Hr | |

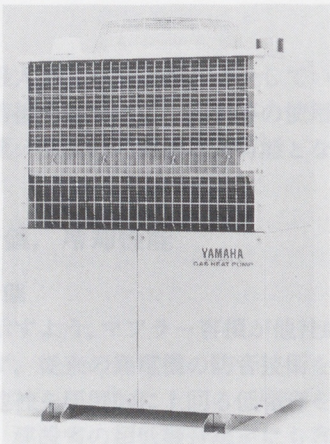


写真1

4 システムの特長

(1)Y-HOTシステム

(YAMAHA High Operative Transfer System)

本システムは、GHP特有のエンジン排熱を高性能コンパクト熱交換システムにより高効率に回収できるため、低外気温時にも定格暖房能力の110%を発揮でき、空気熱源ヒートポンプ（電気エアコン）の弱点を解消した。

さらに冷房時でも排熱を有効に利用することにより従来 of 電気ビルマルの1ランク上の低外気温冷房運転範囲、室内機の細分化、設置高低差を達成した。

(2)連続設置レイアウト

メンテナンス・施工・整備作業をすべて前、後面に集約させたレイアウトを採用することにより、連続設置を可能とし、省設置スペースを図った。

(3)低騒音設計

次の対策を行うことにより、10HP・13HPクラス業界No.1の低騒音化を達成した。

- 1)ニューエンジン・コンプレッサ駆動系への低騒音化ノウハウの織り込み
- 2)低騒音室外ファンの開発及び1台化
- 3)パネル・フレーム類防音性能強化

(4)空調管理システム

室内機50台から、大型ビル全体分までを集中管理できるシステム部品を多数オプションとして品揃えした。（含む空調料金課金システム）

5 エンジンの特長

(1)エンジン開発コンセプト及び外観

図2の開発コンセプトを達成すべく、GHP専用エンジンの設計・開発を行った。これにより、ビルマルGHP用エンジンとしての要求品質は満足できたと考えている。

高信頼性の確保

- 1) 確実な始動性
- 2) 動弁系の耐磨耗性向上
- 3) オイル消費の低減と安定
- 4) オイル劣化トラブルの発生防止
- 5) 余裕出力の適正化
- 6) 耐久性3万時間以上の確保

低NOx化対応

- 1) 12モード300ppm以下
- 2) スーパーリーンバーン（超希薄燃焼）実現による低NOxと低燃費の達成

メンテナンスインターバルの長期化と工数削減

- 1) ロングメンテナンス化（6000時間又は3年毎/1回）
- 2) エンジンメンテナンス作業の一面化
- 3) メンテ項目削減

コストダウン要件の織り込み

- 1) MF1エンジン（マツダ）比CD30%
- 2) 共通化
部品共通化
加工ラインの共用化
組立ラインの共用化
- 3) コストダウン要件の織り込み
製造部門とのレイアウト段階からの話込み
図面チェックの実施

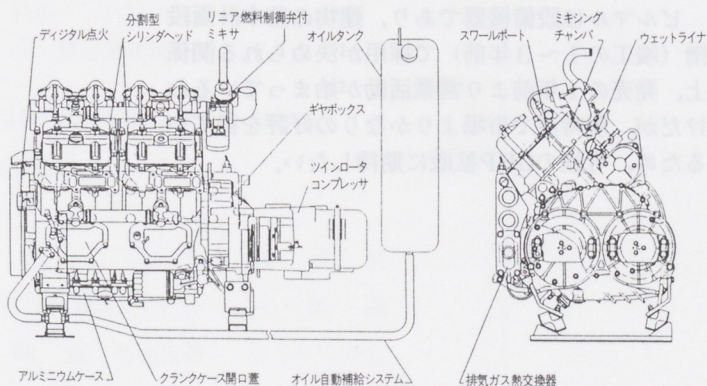


図2 エンジン開発コンセプト及び外観

(2)エンジンの特長

- 1) 設計寿命を3万時間とし、各部の諸元・材質はあるべき姿に設定した。
- 2) オイル自動補給システム及び新高性能オイルを開発し、ウェットライナ式スリーブの採用等により、オイル消費を大幅に低減させ、メンテナンス間隔6000時間を達成した。
- 3) 超希薄燃焼+プログラムデジタル点火制御により、NOxを12モード300ppm以下に低減した。
- 4) 定期メンテナンスコストを他社競合機種に対し、次の方策により26~47%低減した。
 - i) メンテナンス間隔延長 (4000→6000時間)
 - ii) メンテ項目数・量削減
 - ・ タイミングベルト廃止 (OHV方式)
 - ・ 自動補給システムによるオイル量削減
 - iii) エンジンメンテ作業を前面(1面)に集約させ、作業時間を短縮

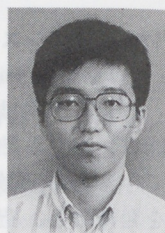
■著者



河合 康成



三沢 誠



有村 正嗣



鈴木 茂人

6 おわりに

“新世代ビルマルGHP”を目標として数多くの課題に取り組んできたが、関係部署のご協力を頂き無事達成することができたと考えている。本誌面をお借りして関係部署である社内(購買・鋳造技術・製造技術・豊岡試作・生産企画殿)・創輝殿・部品メーカー殿に対し厚く御礼申し上げる。

ビルマルは設備機器であり、建物の基本計画段階(竣工の1~3年前)で採用が決められる関係上、発売の1年前より営業活動が始まっているわけだが、現時点で市場よりかなりの好評を得ているため、今後のGHP拡販に期待したい。

編集後記

社長の新年のご挨拶にありましたように、「コミュニケーションの活性化」が今年のテーマの一つです。この技報も、「すべてを論文という形態で伝えるのだ」というリキミを捨てて、皆様のコミュニケーションのための糸口ができたらと願い、技術紹介や製品紹介など短い形式でできるだけ多くの情報を掲載するように努めています。「興味があるのにこれでは理解できない」と不満に思われたら、ぜひ著者に直接お問い合わせください。私たちが企画した技報が、不完全さを持つが故に会員の皆様の「動き」を生み、新しい人間関係やコミュニケーションが生まれるならば、それこそ私たちが一番うれしいことであります。(寺井)

執筆された皆様、多忙を極めている中での原稿作成、本当にご苦労さまでした。中には年末年始の休みを返上して書き上げられた方もいるとか、おかげさまで過去最多の21編を掲載することができました。ありがとうございました。

さて、高度情報化社会の到来とともに情報量は増加の一途をたどるばかり、されど「時」は相変わらずの1日24時間、「間際」シンдрロームで悩んでいる諸兄も多いのではないのでしょうか。「超」整理法—時間編—(野口悠紀雄著)では、時間管理のハウツーを分かりやすく説いています。一読されてはいかが。(芝田)

技報編集委員会

| | | |
|-------|-------|---------------------|
| 委員長 | 寺井康晴 | 生産企画本部 生技開発部 |
| 副委員長 | 芝田耕太郎 | 技術本部 開発支援センター |
| 〃 | 鈴木勇 | 生産企画本部 生産企画部 |
| 委員 | 伊藤和徳 | I M事業部 技術部 |
| | 鈴木晴久 | モーターサイクル製造事業部 生産管理部 |
| | 阿部輝夫 | モーターサイクル事業本部 第1開発部 |
| | 中村和朗 | 特機事業部 第2技術部 |
| | 久保田彰 | 舟艇事業部 技術部 |
| | 土本寛治 | 三信工業(株) 技術管理部 |
| | 松長伸彦 | A M事業部 第3技術部 |
| 事務局委員 | 明田千津子 | 技術本部 開発支援センター |

ヤマハ技術会 技報 第19号

平成7年3月24日 印刷

平成7年3月30日 発行

(禁無断転載) ©

発行所 〒438 静岡県磐田市新貝2500

ヤマハ発動機株式会社

ヤマハ技術会

発行人 永易均

編集人 ヤマハ技術会技報編集委員会

表紙デザイン 株式会社 亜興

株式会社 〒432 浜松市米津町1181

桐屋印刷株式会社

