YAMAHA MOTOR 1996-9 TECHNICAL REVIEW

ヤマハ発動機 技報

No. 22



技報編集委員会事務局所蔵



No. 22 YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW 1996-9

目 次

巻頭言

● 新たな創刊に寄せて

長谷川 武彦

製品紹介

- ヤマハPASコンパクト PS20D明田 久稔/大平 優/照井 敏泰/山本 熱夫/林 一宏/西形 隆司
- 船外機 Electronic Fuel Injection 225F/250B 寒川 雅史
- **3** インボードエンジン MD980 森岡 利充/藤原 正道
- マリンジェット MJ-760RZ WAVE BLASTER-Ⅱ
 服部 敏幸/山田 久人/太田 延治/中村 光孝
- **2** フィッシュカウンター 清水 八洲男
- 4 スノーモビル VX500/600/700安井 敏裕/竹内 均/中野 太久二/福田 和孝/大辻 克彦/天野 正彦
- **15 四輪アフターマーケット用ショックアブソーバ** 伊藤 平一/鈴木 康芳
- ・ 可搬型コンピュータ援用計測・解析システム 生態 宏行/金原 璋
- ロータリエンコーダ溝口 鎮雄/佐藤 和生

- 技術紹介 2 モーターサイクルのシフトフィーリングの改善 矢代 善伸/時藤 満徳/楢舘 悟
 - ② 高効率 G H P 多機能システムの開発 新村 修三郎
 - 28 小型底曳船型の開発 末森 勝
 - ② 可搬式簡易真円度測定器の考案 吉川 保至
 - ⑩ 無人へリコプタ ヤマハ R-50 農業分野での利用動向 森谷 隆
 - ❸ モーターサイクルの環境対応技術 井坂 義治

技術論文

- 土屋 光生/山田 典男/三邊 和治
- 4 二輪車のサージ評価法 本山 雄/加藤 隆輔
- 精密スピンドルの異常解明と有効電力を用いた予知保全 鈴木 隆光/岩田 敏雄/木村 孝
- **⑤** クランク位相角変更による二輪車の加速感改善 土田 直樹/梶原 謙一

No. 22 YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW 1996-9

INDEX

PREFACE

Only real thing can produce a new value and a great impression T Hasegawa

PAS Compact PS20D

H Akita/M Ohira/T Terui/A Yamamoto/K Hayashi/T Nishigata

- Outboard Motor Electronic Fuel Injection 225F/250B M Sougawa
- 6 Aluminum Fishing boat "No.88 TOKOROMARU" K Ohba/T Nagatomi/Y Kimura
- Inboard Engine MD980 T Morioka/M Fujiwara
- **™** WAVE BLASTER- T Hattori/H Yamada/N Ohta/M Nakamura
- Pish Counter Y Shimizu
- Snowmobile VX500/600/700 T Yasui/H Takeuchi/T Nakano/K Fukuda/K Otsuji/M Amano
- **Automotive Shock Absorber for After Market** H Itou/Y Suzuki
- "Personal CAT" System H Ikuma/A Kimpara
- Rotary Encoder S Mizoguchi/K Sato



- 2 Improvement for Motorcycle Shifting
 Y Yashiro/M Tokifuji/S Naratate
- Development of Multi-functional System by High-efficient GHP S Shinmura
- Development of Hull Form for Small Trolling Boats
 M Suemori
- Invention of Portable Roundness Measuring Instrument
 Y Yoshikawa
- **YAMAHA R-50** T Moriya
- **3 Challenges for Environmental Protecting Technology of Motorcycles**Y Isaka



Development and Practical Application of a CAM System based on "ESPRi"

M Tsuchiya/K Yamada/N Minabe

- **Evaluation Method of Surge on 2 Wheel Vehicles** Y Motoyama/R Katoh
- Failure Clarification of Precision Spindle and Predictive Maintenance using Effective Electric Power T Suzuki/T Iwata/T Kimura
- Improvement of Acceleration Feeling for Motorcycles by Various Crankpin Phase Angles

N Tsuchida/K Kajiwara



代表取締役社長長谷川 武彦

新たな創刊によせて

この度,技術会技報が装いも新たに、ヤマハ発動機株式会社の技報として発行されることになりました。技術会という友好の士の集まりで始まった技報が、早や10年を数えるまでになり、内容も年々充実し、社内の技術情報を会の内部に伝える役割から、社内外に成果を問うという段階に発展して参りました。ここまで創り育て上げてきた技術会の皆さんの熱意と努力に敬意を表するとともに、お礼を申し上げます。

思えばこの10年間は、世界的な規模であらゆる分野に、激動ともいえる変化が起こりました。改めて、世界秩序の重大さと自然破壊やエネルギー消費の意味の重さを痛感致します。

このような変化の中で、ヤマハ発動機は一貫して、世界の人々に新たな感動と 豊かな生活を提供するため、本物のモノづくりを目指して、努力してきました。 この方針はこれからも変わることはありません。

> 本物は、新しい価値を社会に提供すると同時に、 使う人に感動を与えるものであり、 一目でわかるものでなければならない.

いいかえれば、<本物でなければ、感動をあたえられない>ということでしょう。本物は、まず個人が最初に考え創りだすもので、チームや組織がそれを完成させるものがほとんどです。従って、個人の創造力を尊重することが、組織にとって大変重要です。異論や異見を許容し、お互いに切磋琢磨して、徹底的に本物を作り上げる風土こそが、ヤマハ発動機の活力の源泉ではないでしょうか。もちろん個人の創造や異論は単なる差別のためではなく、真の目的に合致したものであることが条件であることは言うまでもありません。

本物のモノづくりをめざして研鑚された成果や未知を追求した技術を,この技報によって,内外に幅広く知っていただくとともに,評価をしていただき,そしてこれからの技術を極めるためのヒントや励みにしていただきたいと思います.

おわりに明日を拓く技術を産み出す皆さんの活躍を期待して,ご挨拶とさせて いただきます。

ヤマハPASコンパクト PS20D

PAS Compact PS20D

明田久稔 Hisatoshi Akita 大平 優 Masaru Ohira 照井敏泰 Toshiyasu Terui 山本熱夫 Atsuo Yamamoto 林 一宏 Kazuhiro Hayashi 西形隆司 Takashi Nishigata

●PAS事業部 企画・開発室

1 はじめに

電動ハイブリッド自転車ヤマハ「PAS」は、世界新商品として、1993年11月に発売されて以来、好評のうちに販売台数を伸ばしてきた。

初期モデルXA1とそれに続く4TSは、一般の自転車に近いスタイルと扱いやすさをもつ電動補助自転車として、市場にスムーズに受け入れられた。しかし、重量、乗降性、価格などの点で課題もあり、改良が望まれていた。

今回, 20インチタイヤをベースに, これらの問題を改良した新しいスタイルのPAS新商品を開発したので,以下にその概要を紹介する.

2 開発の狙い

本開発の狙いは、走行や充電の基本機能を維持したままで、乗降性と取り回しやすさを改善し、より幅広い層の支持を得られる新しいイメージの自転車を開発することであった。

この課題達成にあたって、我々はいわゆるミニサイクルに注目した。ミニサイクルは、タイヤサイズの大径化が顕著な軽快車に押されて、国内ではマイナーなカテゴリである。しかし、PASという補助動力をつけることで踏力が軽減され、高い増速比の設定が可能になる。その結果、従来のミニサイクルとは違う、軽快な走りの自転車をつくることができ、また、小型であるから、従来のPASの弱点である乗降性や重さも解消できる。このような発想からコンパクトなPASの開発が始まった。

商品の開発に当たって、開発目標を次のように定めた.

- ・走行性能や航続距離,電池の着脱作業性などを従来 モデルと同等以上にする.
- 高齢者や女性でも楽に乗り降りできる前ぐりスペースを確保する.
- ・最低サドル高さを730mmにまで低減する.
- 車両重量を28kgにする.

- 操縦安定性を従来のミニサイクル以上にする.
- 充電器にリフレッシャ機能を付加する.

ミニサイクルの古いイメージを払しょくするために、 デザインには特に気を配った。シンプルで軽快な、かつ PASらしい特色のある造形美と外観を目指した。図1 にPASコンパクトの外観を示す。



図1 PASコンパクト

3 製品の概要

3.1 パワーユニット

パワーアシストシステムの基本構造は、従来モデルを 踏襲している。すなわち、センサからの走行情報を元に、 コントローラでモータ電流を制御し、モータからのトル クをクランク軸上で、ペダル踏力と融合する。

パワーユニットの基本構造も従来モデルと同一であるが、コスト低減と騒音低減の仕様を織り込んで、改良を行っている.

先述のように、PASの動力補助の分軽くこげるので、26インチのPASとほぼ同等のGD(ペダル1回転で進む距離)に設定した。重量が少ない分だけ登坂での走行抵抗が減り、登坂に関する限り、従来以上に軽く走ることができる。



3. 2 電装制御

コントローラは、4 T S で開発したニカドバッテリ用 コントローラの制御方式を基本にしている。従来モデル に対して、PWMモータ電流制御の発進制御方法やしき い値に改良を加えて、登坂性能、航続距離などの向上を 図っている。

また,コントローラについては,リレー一体化,ダイレクトカプラ方式などで,13%の重量軽減と16%のコスト低減を果たした.

本モデルは、22個のニカドバッテリを動力源として使っている。従来の4TSは、樹脂ケースを使ったバッテリパックだったが、今回小型化と軽量化のために、塩ビの熱収縮チューブでパックしたものを採用した。

バッテリ充電方式は、一 Δ V ・ 温度 ・ タイマ併用方式である。充電器は、リフレッシュ機能付き充電器を、 '96年モデルから一斉に採用することにした。これは、短距離走行で充電を繰り返した場合に生じる、早期放電量低下(一種のメモリ効果)の防止に役立つ。 図 2 に充電器を示す。



図2 充電器

3.3 車体

フレームの形態は、小径タイヤの開発コンセプトを顕著に反映したものである。前ぐりスペースを確保するため、U字形フレームを採用した。サドル下にバッテリを配置する構造の中で、サドルを低くするため、バッテリ周辺の高さを極力押さえた。代わりにホイールベースが1,070mmと長いが、これは小径タイヤ特有のふらつきを少なくし、直進安定性を増すのに役立っている。

フレーム製法は、強度・剛性の確保とコスト低減のため、両端を密閉したパイプをアルミダイキャストラグで 鋳込む方法である。図3に全体レイアウトとフレームを 示す.

バッテリボックスについて、今回は、ポリプロピレンの樹脂ヒンジや取っ手部分を本体と一体にする構造などを採用し、小型化と簡素化に工夫をしている。バッテリとバッテリボックスの小型化により、従来品より約60mのサドル高さの低減と400g(約1割)の軽量化を実現している。図4にバッテリボックスを示す。

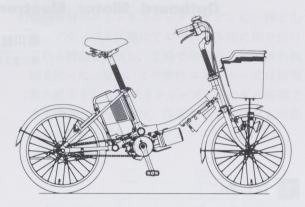


図3 全体レイアウトとフレーム



図4 バッテリボックス

4 おわりに

本モデルの開発では、他社に先駆けて顧客ニーズを着 実にフィードバックすることにより、一歩先を行くPA S独自のコンセプトを築き上げることができた。市場導 入にあたっても、コンパクトパスの概念を市場に定着さ せるために、営業部門を中心とした多くの方の工夫と努 力があった。紙面を借りてお礼を述べたいと思う。

電動ハイブリッド自転車の市場は、今後さらに競争の 激化が予想されるが、マーケットのリーダーとして、常 に一歩先を行く商品開発にチャレンジしていきたい.



船外機 Electronic Fuel Injection 225F/250B

Outboard Motor Electronic Fuel Injection 225F/250B

寒川雅史 Masafumi Sougawa

●三信工業(株) 技術部

1 はじめに

大型船外機の主要マーケットである米国市場は、ここ数年、景気回復と共に需要が伸びつつあり、特に燃料噴射モデルについては、「低燃費」「スムーズ性」「良好な始動性」を特徴に、指定買いが出るほどの好評をはくしている。

ヤマハ発動機㈱(以下,当社という)の大型船外機は, 市場において特に信頼性の高さを評価され,外洋でのオ フショア艇のシェアを確保している.

こういった市場背景のもと、現行キャブレタ「225/250PS」のモデルチェンジとして、当社独自の制御での2サイクルガソリン燃料噴射モデルを、初めて開発することになった。(図1)



図1 225F/250B

2 開発の狙い

企画の狙いは、『従来の2サイクル燃料噴射にはない 高度な制御を行うことで、オフショアモデルとしてクラ ス最高の商品性を実現する』ということであり、次の3 項目に重点を置いた.

- 1)より遠くに行ける低燃費性能
- 2)トロールフィッシング時の快適さと低振動
- 3)クルーズ運転時の静かさ

この3項目を実現する手段として、次に述べる四つの 技術フィーチャを織り込むこととした.

- 1)各気筒独立吸気・独立噴射
- 2)〇2センサを備えた空燃比フィードバック
- 3)気筒休止制御
- 4)共鳴型の吸気サイレンサ

3 特徴

現行キャブレタ仕様の2サイクル 3.1L V 6 225/250PSエンジンシリンダブロックをベースに、クランクケースを含む吸気系を一新し、以下に述べる燃料噴射システムを現行カウリング内に収まるよう設計した.

3.1 燃料噴射ベースシステム

スロットル開度と回転数で燃料噴射量を制御するスロットルスピード式で、6気筒独立エアインテークを持ち、各気筒ごとに燃料噴射量をMAPで決めるデジタル制御システムである。このため、各気筒独立して制御することで、各気筒の最適要求燃費に設定できている。図2に燃料噴射システムを示す。

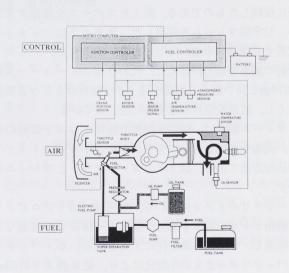


図2 燃料噴射システム



3.2 02フィードバックシステム

このシステムは2 サイクルとして世界で初めてのシステムで、 O_2 センサで燃焼ガスの酸素濃度を検出し、常に最適な空燃比になるように燃料噴射量を制御している。また、2 サイクルのため、オイル付着によりセンサ信号を狂わすという課題があったが、独特な構造とすることで、四輪の標準的なセンサと制御手段を使うことを可能とした。

このシステムは、スロットルスピード式で、空燃比精度を向上させて低燃費に寄与しており、競合他社の燃料噴射船外機と比較して、クルーズ域で40%も差のある低燃費が達成できた

3.3 気筒休止制御システム

トローリング回転において、6気筒のうち二つの気筒を休止する制御を行っている。この結果、集合排気2サイクルの宿命である不安定な燃焼域で気筒を休止し、他気筒の排気影響を取り除くことができ、燃焼を安定させることができた。これで、フィッシングで多用するトロール時の快適さと低燃費を達成できた。

3. 4 共鳴型サイレンサ

他社の燃料噴射船外機では消音吸気サイレンサは採用していないが、今回共鳴室を設けたサイレンサを採用し、クルーズ域での騒音低減を狙った。結果的に、 3 dBの低減ができ、聴感も全域静かになったと好評である.

3.5 フェールセーフとダイアグノーシス

外洋まで出ていくオフショアモデルでもあり、燃料噴射システムの故障時でもなんとかして帰港できるように、 電装系のマイコンや各センサにフェールセーフを設けている.

また、故障時のサービス性を配慮して電装系にダイア グノーシスを設けており、入力信号の是非判断ができる ようにしている.

3.6 その他の特徴

その他,以下に上げる特徴を織り込んでいる.

- 1)低回転時は、燃料ポンプ電圧を下げる2スピード 燃料ポンプ制御を採用し、ガソリン中のベーパー 発生を抑えると同時に電力消費を抑えることによっ て、従来のフラマグ発電のままとすることができ、 これが低コストと現行カウリング内に収まるコン パクトさを達成した
- 2)点火と燃料制御および燃料ポンプ駆動回路までをひとつのマイコンに内蔵し、多層基盤の採用で大幅にノイズ耐力を向上した。その結果、低コストと現行カウリング内に収まるコンパクトさを達成

した。

3)燃料噴射ユニットをスロットルボディに一体として、アセンブリ状態にてエンジン本体に取り付けられる構造を採用し、工場での組み立て工数の低減を図った。なお、この燃料ユニット一式は排気量の異なる2.6L V6シリーズにそのまま搭載できる構造となっており、将来のシリーズ化も可能としている。図3にエンジンシステムを示す。

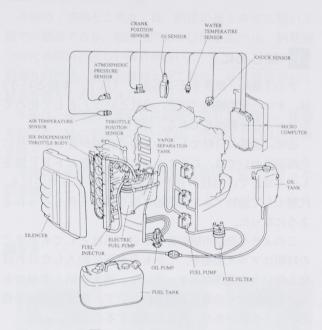


図3 エンジンシステム

4 おわりに

当社の船外機にとっては初めての燃料噴射モデルであり、当社独自の高度な制御システムを搭載している。今年の米国市場での発表時は、商品性の狙い(低燃費・低速安定性・低騒音)が認められ好評であった。

これらは、的確な先行開発と制御技術室のバックアップ、短期間での量産開発および製造部門の総合力の結実と考えている.

今後、米国市場でのさらなる育成と、全世界への拡大に努力していきたい。

署者者



寒川 雅史

アルミ漁船「第88ところ丸」

Aluminum Fishing Boat "No.88 TOKOROMARU"

大庭恭二 Kyoji Ohba 永富忠良 Tadayoshi Nagatomi 木村嘉浩 Yoshihiro Kimura

●ヤマハ蒲郡製造(株) 開発部

●ヤマハ蒲郡製造㈱ 第1製造部

1 はじめに

アルミ漁船「第88ところ丸」(以下,本船という)は,ヤマハ発動機(株)(以下,当社という)として初めてのアルミ合金製漁船である。(図1)

近年、漁船の分野でもアルミ船の台頭が著しく、特に 北海道においては、このクラスの建造隻数はFRP製を しのぐほどで、当社FRP製漁船のオーナーの中にも、 代替として他社アルミ製漁船に乗り換える例もみられる ようになった。

このような漁船市場の背景から、当社としても是非この時期にアルミ漁船を、しかも北海道に納入しなければならないとの気運が高まっていた。過去に納入実績のあるサロマ湖近くの常呂漁協殿において、調査指導船を建造するとの話があり、当社が建造することとなった。

2 概要

本船は、オホーツク海沿岸において、ホタテ、毛ガニの調査、漁場管理などを行う21m型漁船である。

従って,漁労機械としては、ホタテ桁曳漁および毛ガニはえ縄漁双方に必要なウインチなどが装備される.

計画にあたっては、下記の点に留意した.

- (1) 船型は、FRPで実績のある14 t 型ホタテ桁曳船 のものを流用し、抵抗軽減と安定性向上のため、ボックスキールからバーキールに変更する.
- (2) 漁倉容積確保のためVドライブ方式とし、さらに 主機関とVドライブギャの間に1:1.23の減速機 を入れ、プロペラ回転数を下げて推進効率の向上 を図る.
- (3) 工期短縮(1号船5ヶ月、本船3ヶ月)のため、 原図作成を廃止し、三次元CADを使用し、面フェ アリングを行った後、原寸型板を作成して骨格構 造の切り出しを行う.

下記日程で当社にて建造された.

起工 1995年 12月21日 進水 1996年 3月12日 竣工 1996年 3月21日



図1 ところ丸



3 船体要目

船体の主要目を表1に示す.

表1 主要目

全	長 21.66m
全	畐 4.78m
型深る	1.21m
登 録 县	長 17.60m
登 録	畐 4.38m
登 録 探 る	1.20m
満載排水量	46.95 t
総トン数	牧 14 t
乗 組 員	6名
容 燃料油タン 油圧油タン 漁倉容積(グレイン	ク 1,000 L
主機	YANMAR 6 L X - E T 1 基 出力 840PS / 2050rpm
Vドライブ減速を	新潟コンバーター MGNV-272C ギア比 1.23
中間減速機	山本機工YHG250 ギア比 1.23
プロペラ3翼固定ピッチ ハイスキュー	110 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1 = 1
速 力 試運転最大	23.0k t (42.6km/h)
主 ホタテ桁曳ウイン: ホタテ桁曳ウイン: 毛ガニはえ縄ウイン: そ の 他 揚 荷 装 着	チ 3.0 t ×80m/min×1台
設	器 12,000kcal/hr×1台

4 配置・構造

船尾より舵機室、機関室、魚倉、船員室、ボイドの順に配置したが、特に魚倉を広くとったため、わい小な機関室に多数の大型補機類を詰め込むことになった。

特に、漁船の場合は配管径の大きいものが多く、その布設には毎度腐心させられる。また、油圧系統は、ポンプが機関室後部にあって、作動機器は船首側に集中しているため、13mの高圧パイプを甲板裏に埋設した。船体のたわみや油の温度変化による延びをフローティング支持でにがし、さらに、魚倉部は配管の温度による漁獲物のいたみを防止するため、断熱材を使ってカバーした。

操舵室内は、レーダー、GPSなどの航海機器および無線装置が多く、それらを客先の要望により、デッドフロント取り付けとした。

船体外板は、A5083系溶接 π セクション板材を使用した。板厚は、 μ ルール要求値よりも多少厚めとした。これは、毛ガニ漁期初旬の流氷海域での操業の可能性と、北海道特有の船主要望によるものである。また、漁船の場合外板形状は、フレアーと称するくら形の形状が多く、平板の曲げで成形する工法にとっては不得意であるが、クラフトフォーマーなる成形機で対応した。

配管貫通部は、従来短管にフランジを溶接していたが、今回は、アルミ鋳物製タップ付フランジ(ネジ部SUS304 ヘリサート)を使用し、コスト低減を行った。ただし、材質をAC7Aとしたため、鋳造性が悪くピンホールの発生が目立ったことから、AC4Cでトライしたところ好結果を得たので、今後はこの方向で完成させたい。

5 おわりに

今回の「第88ところ丸」は、前述の通り非常に短い工期での建造であり、設計部門および製造部門は、納期厳守のため相当に苦しい毎日が続いた。しかし、当初の予想通りの性能、魚倉容積および工期に、ほぼ満足のいく結果を得ることができた。

本船は、現地回航後直ちに必要な漁労を装備し、稼働を始めた。特に安定性については、予想以上の良い評価を得た。

最後に本船建造にあたり、短い日程にご協力下さった 関連機器メーカーに深謝致します。

著者



大庭 恭二



永富 忠良



木村 嘉浩

インボードエンジン MD980

Inboard Engine MD980

森岡利充 Toshimitsu Morioka 藤原正道 Masamichi Fujiwara

●舟艇事業部 第2技術室

1 はじめに

業務用の舶用主機エンジンは、漁業資源の保護を目的とする法規制により、ボア径およびシリンダ数でクラス分けされているが、今回紹介するエンジンMD980(図1)は、ボア径120mm未満の「漁船法馬力数90(以下、法90という)」のエンジンに該当する。

法90のエンジンは、ヤマハ発動機㈱(以下、当社という)のディーゼルエンジン事業の中において、売り上げと付加価値ともに貢献度が大きく、1989年に市場投入した前任のMD859シリーズは、当時、業界トップの出力により高い評価を頂いた。

しかし、近年法90クラスのエンジンは高出力化の傾向が著しく、競合他社より相次いで発売された500馬力以上の出力をもつ商品の出現により当社のエンジンの競争力が低下してきたことから、高出力化を主とした商品力の強化を図ることとした。



図1 MD980KUH

2 開発の狙い

性能面においては次の3点に主眼をおいて開発した.

(1)法90クラストップの出力

ユーザーニーズの第一である高出力において, 競合 他社を上回る出力性能とする.

(2)中低速高トルク仕様の設定

中低速域を重視する魚種用途に適した中低速高トルク仕様のエンジンを設定し,販売対象が限定されてきた市場での増販を図る.

(3)クリーン排気の実現

高出力・高トルク化を図りながらも始動時の白煙・加速時の黒煙を低減し、近年要求の高まっている環境に優しいクリーンな排気を実現する.

3 ベースエンジン

MD980シリーズのベースエンジンは、日野自動車工業 ㈱製の車両用ディーゼルエンジン (P11C形) を使用している。この車両用エンジンは、ディーゼルエンジンとしては最新のものであり、各部に新技術が生かされ、軽量・コンパクト・高剛性となっており、業務用の舶用主機エンジンとしては最適なベースエンジンである。

4 主要諸元

エンジンの主要諸元を表1に示す.

表 1 主要諸元表

モデリ	レ呼称	M D 980 K U H	M D 980 K H α
型	式	N 3 1	N 3 2
原動核	サ 型 式	水冷4サイクル立型ディーゼル	←
気 筒 数	一 配 列	6 気筒一直列	←
内径×行程	mm	117.8×150	←
総排気量	СС	9,809	←
圧 ※	诸 比	15.5	←
燃焼雪	图 形 式	直接噴射式	←
最大出力	kW/rpm (PS/rpm)	404.5/2300 (550/2300)	367.8/2300 (500/2300)
最大トルク	N·m/rpm (kg·m/rpm)	1,947/1800 (198.5/1800)	2,050/1400 (209/1400)
全長×全幅×全高	mm	1,750×187.5×1,116	←
乾燥重量	kg	1,345	←

5 技術的特徴

5. 1 高出力化(MD980KUH)

5. 1. 1 ロングストロークエンジンの採用

法規制によりボア径が規制されているため、図2に示すロングストロークのエンジンを採用し、クラストップの排気量とした.

前任のモデルに対して大幅なストロークアップ(130→150mm)をしたにもかかわらず、ダクタイル鋳鉄ピストンの採用とハイトップリング化によりシリンダブロック全高は前任モデルと同一寸法に押さえられている.

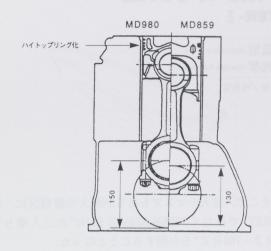


図2 ロングストロークエンジン

5. 1. 2 ターボチャージャ

ターボチャージャーは I H I 製の R H E 6 W型で, 斜流タービンと高効率コンプレッサーの組み合わせでツインターボ化を図り, 大排気量化への対応と低速での応答性を確保した.

5. 1. 3 エアクーラ

冷却効率をアップさせるルーバ付フィン&チューブタイプのエアクーラを採用した。冷却容量は漁船法馬力数 120 モデル (MD1250KUH)と同一とし、部品の共通化を図った。

5. 2 中低速高トルク仕様 (MD980KHα)

最大出力は500馬力を確保しながら、**図3**に示すように ターボチャージャーの仕様変更のみで中低速における大幅なトルクアップを図ることができた.

図4にトルク特性の比較を示す.

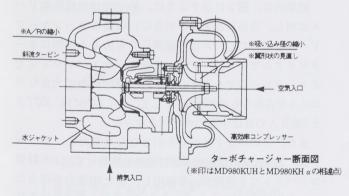
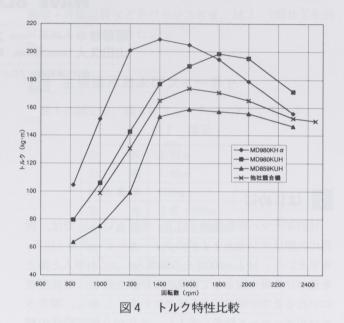


図3 ターボチャージャー断面図



5.3 クリーン排気

高圧噴射システムの採用により噴射率の向上を図ると 共に,燃焼解析による噴射タイミング,ピストン燃焼室 形状,噴射ノズル,噴射管の最適マッチングによって白 煙・黒煙の大幅低減を実現した. 表2に定常黒煙の改善 結果を排気濃度*数値で示す.

表2 プロペラロード上黒煙

単位:%

負荷(2.5乗ロード)	1/8	1/4	2/4	3/4	4/4
MD 980 KUH	4	3	6	2	7
MD 8 5 9		18	18	13	14
他社競合機	5	7	10	4	3
M D 1250	5	14	11	12	13

*排気濃度は定められた試験条件での値

6 その他の特徴

- 1)マリンギャの電子制御化
- 2) 新メータパネルの採用
- 3) サーボモータによるエンジン停止システム
- 4)新システムによる動力取り出し能力の向上

7 おわりに

本モデルの開発に当たっては、ベースエンジンメーカーとの共同開発の進め方、艇体との連携、市場モニター方式の導入、初期管理の推進など、仕事の進め方についての改善を意識した開発を評価部署と共に取り組んできた.

この取り組みを今後にいかしていくと共に、開発、生産、販売準備にあたり多大な御支援を頂いた関係各位に本紙面をお借りして厚くお礼申し上げる.

マリンジェット MJ-760RZ

WAVE BLASTER- I

服部敏幸 Toshiyuki Hattori 太田延治 Nobuharu Ohta 山田久人 Hisato Yamada 中村光孝 Mitsutaka Nakamura

●WV事業部 プロジェクト室/技術室

1 はじめに

1987年ヤマハ発動機㈱(以下、当社という)では、世界に先駆けタンデムタイプのウォータービークル(以下、WVという)MJ-500Tを市場導入し、これが人と海とを近づける乗り物として爆発的な好評を博し、以後現在にいたるまで市場は拡大を続けている。しかし、現在ライバルメーカーも数多く参入し、さながら戦国時代の観もある。そこで、当社は業界のパイオニアとして、この市場をさらに拡大するため、新たなコンセプトの商品MJ-760RZを導入することとなった。ここに、その概要を紹介する。(図1)



図1 MJ-760RZ

2 製品の概要

2. 1 コンセプト

市場は、一人乗り・二人乗り・三人乗りと分かれるが、主流は二人乗りであり、またここは、最激戦区でもある。そして、その二人乗り艇のキーワードは、MJ-760RAに代表されるスピードであり、ユーザーにとってもこれが最大の魅力の一つでもある。

一方、おもに一人乗り用として1993年にMJ-700TZ(定員2名ただし、限定136kg)が発売され、インバンクで波間を自在に疾走できる"HANDLING FUN"も受け入れらていたが、もう少しサイズが大きければもっと多くの人が楽しめるのではないか、という要望もあった。

そこで、最大のマスでもあるが最大の激戦区に"GO FIRST"ではなく"HANDLING FUN"の二人乗りWV "M J -760 R Z"を企画することとなった。

2. 2 主な特長

- 1) 二人乗りサイズでも横G. を感じさせないでインバンクする高い旋回性能が発揮できる.
- 2) 高出力 2 気筒85psエンジンと ϕ 155大口径ポンプによる業界最高の加速力を誇る.
- 3) 主力市場であるアメリカをにらんだアメリカンフィー リングのボリューム感あるマッスルなスタイリン グを採用した.

3 技術の狙いと挑戦

開発の第一の狙いは、ユーザーに説明しにくい"ハンドリング"を最大のセールスポイントとするために、一人乗りのMJ-700TZに近い運動性能(具体的には横G.を感じさせないインバンクのシャープターンと、波に左右されない耐波性能と旋回性能)を発揮させるとともに、大人二人のサイズのバランスをどのように設定するかということがポイントであった。

結果的に、図2に示すように、船型では一般的なVハルに対し、ほかにはまねのできない複雑なコーンケーブVハルとなった。ハルは外観部品でもあると同時にモータサイクルでいえば、タイヤであり、サスペンションであり、フレームでもあることから、開発の中で大きなウェイトを占めるものである。そして、サイズ的には、700TZと760RAのほぼ中間のサイズとなった。

また、このハンドリングを引き立たせるため、エンジンは、あえて高出力の 3 気筒106psを搭載せず、より軽量コンパクトな 2 気筒85psを採用し、また加速力を得るために業界最大口径の $\phi155$ のポンプにより、艇の性能を特長づけている.

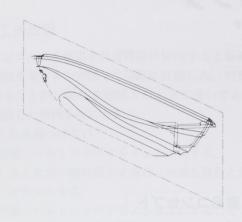


図2 ハル船型

第二には、本商品はヤマハ大船渡製造㈱で製造され全世界に出荷されることから、いかにコスト競争力のある商品を開発するかも、大きな課題であった。そのために、開発に先立ち以下のことを行った。

- 1)他社モデルの徹底的な分解とコスト分析を行った.
- 2) それらをもとに、構想設計時からの企画、購買、原価、生技など一体となった開発を行った。

これらの取り組みの中で、最も重要な項目である新材料の開発および新工法の開発について次に述べる.

1)新高剛性、高光沢の着色プラスチックの採用

WVのコストの中で、塗装の占める割合は大きく、本モデルでは外装部品から一切の塗装を廃止することを目標とした。WVの外観・使用環境・強度・剛性などに対する品質要求は厳しく、その中で材料・成型・型メーカー一丸となってチャレンジし、塗装に負けない発色・光沢を持つ着色プラスチック(PC-PBTアロイ)の開発に成功した。本材料は、図3に示すようにエンジンハッチカバーなど艇体の顔になる部分に採用された。



図3 新開発着色プラスチック採用部位

2) ロボットによるスプレーアップ工法の採用

FRP成型方法は、ガラス裁断・樹脂塗布・脱法など人手作業に頼るところが多く、これもまたコストの大きなウェイトを占めている。今回、生技開発・生技との協力によりガラス裁断・樹脂塗布の大部分の工程をロボットに置き換える工法を初めて採用し、工場の生産効率を向上した。

そのほか、数々のチャレンジにより、コストと性能・機能・外観品質などをバランスさせ、MJ-760RZを完成させることができた。

4 主要諸元およびフィーチャー

表1に諸元を、図4にフィーチャーマップを示す.

表1 諸元

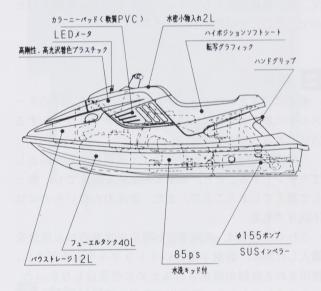


図4 フィーチャーマップ

5 おわりに

社内外の数多くの方々の努力によって完成した本艇は、 市場において大好評をもって迎えられ、米国の'96年度 WATER CRAFT OF THE YEARを受賞することがで きた。

最後に、ヤマハ大船渡製造㈱、㈱GK京都をはじめと する関係者の方々に多大なご協力をいただきました. 誌 面を借りてお礼申し上げます.

フィッシュカウンター

Fish Counter

清水八州男 Yasuo Shimizu

●舟艇事業部 第2営業室

1 はじめに

200海里制定後,獲る漁業から育てる漁業へ転換が順調に進み,魚の種苗生産が全国的に展開されている。しかしながら,日本の漁業を取り巻く環境は極めて厳しく,魚価の低迷やえさ代の高騰に加え,後継者問題も深刻である。

高齢化が急速に進み、人手不足に悩む養殖業者の省力 化を計り、少しでも経営改善に貢献するための機器とし て、魚の稚魚を数えるフィッシュカウンターを開発した ので、ここにその概要を紹介する.

2 現状

過去に開発されたフィッシュカウンターは、50のホースの中に魚と水を一緒に流し、光センサでカウントする方式である.

この方式の欠点は、魚が重なって通過しても一匹としてカウントすることと、水流で発生する渦までも、魚として数えてしまうことで、また、遊泳力のないものには不向きである.

これらの欠点は、養殖業者が種苗生産業者から稚魚を購入した際に、数量不足というトラブルを引き起こし、使用される魚種が限定されるために普及はしなかった。このようなことから、種苗生産業者の機械に対する信頼度は大変低く、昔ながらにバケツにある一定量の稚魚を入れ、その色合いで判別するか、図1に示すように、手にカウンターを持ち、大勢で一匹ずつ教える方法が今日でも主流となっている。



図1 現状の作業風景

3 商品コンセプト

本商品は、カウントの精度を上げると同時に、 稚魚育成作業能率の向上を計ることを開発の狙いと定めた.

4 主な特徴

- (1) CCDラインセンサカメラを使用し、画像処理に よるカウントの実現。
- (2) 魚の選別機をカウンター本体と接続させ、魚の大小や病気の魚を選別できる.
- (3) 4~5名の人員配置ですみ, 大幅な人員削減が可能.
- (4) 遊泳しない魚や貝類でもカウント可能.

5 構造と仕様

本商品の基本的な考え方を図2に示す。魚が入ったポッパーが傾き、魚がベルトコンベアに落ちる。コンベアに乗った魚は、次のコンベアに乗り稚魚を受ける水槽に落ちる。その際、ミラーに写った影をCCDカメラがカウントする仕組みである。

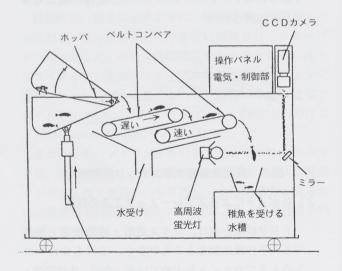


図2 YM-2500基本構想図



6 工夫改善

CCDカメラを使用すれば簡単に解決すると思われたが、実験を重ねる中で様々な問題に直面した. 対象物が魚であることが、単なる固体との大きな違いであった. 工夫改善した事例を次に示す.

(1) 魚を傷つけない

対策:ベルトコンベアをメッシュにする.

(2) 魚と水が一緒に落下すると、水滴を稚魚と見なしカウントする。

対策:ベルトコンベアをメッシュにすることで,水 が良く切れる.

(3) 魚が重なった時に、一匹としてカウントする. 対策:二つのコンベアの速度を変えることにより、 間隔が広がる.

(4) 魚が空中で跳ねるような動きをして、斜めに落ちると2匹にカウントする.

対策:あらかじめカウントする魚の大きさを設定しておくことにより、どんな動きにも対応できるようにソフトを改良.

(5) 選別作業に合わせたコンベア速度の決定

対策:現場の実験で、3段階のスピードを設定

(6) より正確にカウントしたい人のために

対策:予定数量が近づくと音と光で予告する.

工夫改善の結果,魚の数はフィッシュカウンターが数えるので,選別作業に専念でき,選別しながら1時間に約12,000匹がカウントできるようになった。手で数えると1日で一人10,000匹が限度である。図3に工夫改善後の使用状況を示す。



図3 YM-2500使用状況

7 仕様諸元

YM-2500の仕様諸元を**表1**に、フィッシュカウンター本体を**図4**に示す。

表 1 仕様諸元

30 mm ~ 80 mm
1,000~2,500尾/分
3 %以内
1.050×600×1.146mm
73kg
A C 100 V



図4 フィッシュカウンター本体

8 おわりに

日本で初めて開催された国際養殖産業技術展にフィッシュカウンターを出展し、国内外から高い評価を得ることができた.

本商品の開発で得たことは、飼育している魚の数を正確に把握することで、えさの量が決まり、選別をまめにすることで、均一な魚ができあがるということである。本商品が、漁家経営の改善に貢献できる機器として、養殖業界に普及させていきたい。

最後に、CCDカメラのソフトの開発および現場での 実験、そして試作と最善のご努力をいただいた大阪NE Dマシナリー㈱の皆様に厚くお礼申し上げます。

スノーモビル VX500/600/700

Snowmobile VX500/600/700

安井敏裕 Toshihiro Yasui 竹内 均 Hitoshi Takeuchi 中野太久二 Takuji Nakano 福田和孝 Kazutaka Fukuda 大辻克彦 Katsuhiko Otsuji 天野正彦 Masahiko Amano

●モーターサイクル事業本部 第5プロジェクト開発室

1 はじめに

1980年代半ばから比較的安定した市場となったスノーモビルは、年率5%前後の成長により、現在では年間20万台を越える市場規模となった。

ヤマハ発動機㈱(以下,当社という)においては,1980 年代の堅実な販売の拡大の後,急激な円高による価格競 争力の低下や競合他社の新車攻勢により,シェアダウン を余儀なくされた.

こうした状況下において、市場の主流を占めるスポーツ系モデルのラインナップを一新し、商品力を大幅に向上した新Vmaxシリーズを開発したので、ここに紹介する. (図1)



図1 VX600SX

2 開発の狙い

開発の狙いは、スノーモビルレジャーの原点である走る・曲がる・止まるの基本機能を最大限に高めること、その中でもクラストップの加速・最高速・ベストハンドリングの達成に目標を絞り込み、これらの狙いを達成する手段として、以下の5項目を重点化して開発した.

- 1) 高出力エンジンによる動力性能の向上
- 2) 風損の低減による走行抵抗の減少
- 3)軽量・高剛性なアルミフレームの開発
- 4) リンク式フロントサスペンションによる操安性向上
- 5) 車体レイアウト見直しによる慣性能率の低減

また近年の市場トレンドとなっている3気筒エンジンをラインナップに加え、サスペンションのロングストローク化、フルバリエーション展開にも対応した。

3 仕様概要

VX500/600/700のフィーチャーマップを図**2**に示すが、以下に各フィーチャーの詳細を説明する.

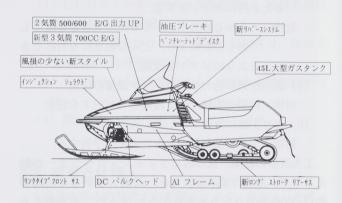


図2 V X 500 / 600 / 700フィーチャーマップ

3.1 スタイリングと全体レイアウト

本モデルはスケッチの段階よりLos AngelsのGK Design International, Inc. (GKDI) を拠点にして、(㈱GKダイナミックス, Yamaha Motor Corporation, U. S. A. (Y. M. U. S.), Yamaha Motor Canada Limited (Y. M. C. A.), 本社の共同で作業を進めた. "SLEEK(なめらかな)", "COMPACT", "FUNCTIONAL" をスタイリングコンセプトに、無駄のない機能重視の造形とした. 特に空力特性の向上を狙い、前面投影面積の縮小に努力するとともに、細部形状を風洞試験により決定した. その結果、従来機種に対し30%の風損低減効果を得た.

また高低温環境試験室に人工雪を降らせ、車体周りの 雪と風の流れを最適化するなど細部形状の作り込みによ り、ライダーの快適性を確保した.

車体全体レイアウトは、ヨー軸周りの慣性能率低減を 狙い、バッテリやマフラなどの重量物を極力重心近くに 配置するとともに、重心から離れる部品ほど軽量化に努 力した.



3.2 エンジン

500系,600系については、従来エンジンと基本的に同様の水冷2サイクル並列2気筒のレイアウトを採用した. 社内では初めての置き中子を使ったダイカストシリンダヘッドや、クランクケースとウォータポンプハウジングを一体化するなどの軽量化を行った.

一方、700ccエンジンは当社スノーモビルとしては初の水冷2サイクル並列3気筒を採用し、2気筒並の重量を目標にウォータポンプのレイアウトをはじめ、細部に渡り軽量化に努力した.吸気系は連装のTM33(ミクニ製)とクランク室リードの採用によりスロットル操作荷重の低減と高い応答性を実現した.排気系は3気筒1本マフラとし、チャンバ付き集合管の形状を工夫し、110ps(クラスNo.1)の最高出力と、ドライバビリティに必要な中低速域の出力を確保した.

3気筒独特の迫力ある排気音と吹き上がりの良いスロットルレスポンスは、ベテランライダーをも感動させるに充分な仕上がりとなった。

3. 3 駆動系

Vベルト自動変速機は既存のYXRクラッチを採用したが、ウェイトの全面見直しによりベルト寿命を大幅に向上させた。

ブレーキは今回油圧式を全機種に採用し、制動力・フィーリング・操作面での業界ベストを目標に、数々の新しい工夫を行った。まずキャリパ本体は対向型2ポットを採用し、ダイレクトな制動感を実現した。ブレーキディスクはベンチレイテッドとし、十分な冷却性能を確保した。ブレーキレバー形状は、操作性へのこだわりから何度も試作を繰り返し、現地のベテランライダーを含め充分に納得のいく形状に作り込んだ。

またパーキングブレーキは確実な駐車能力と、解除忘れ防止機能を持った機械式のシステムを新規開発し、他社にないフィーチャーを実現した.

3. 4 懸架系

今回のフルモデルチェンジの最大のポイントは、フロントサスペンション機構の一新である。当社は業界に先駆けてTSS(Telescopic Strut Suspension)を1980年代初頭に開発し、市場での高い評価を得てきたが、近年のトレールシステムの充実により、圧雪されたトレールでの乗り心地を求める声が強くなってきた。そこで米国のR&D Minnesotaと共同で各種のサスペンション機構を検討し、さらにコンピュータによる運動解析を経て、ギャップ乗り越し時の車両姿勢やロングストローク化への対応性に優れた、リーディングアーム式のサスペンションを開発した。

リヤサスペンションは、乗り心地重視のロングストロークサスペンションを全モデルに採用した。市場で高い評価を得たプロアクションプラス・サスペンションをさらに進化させ、各部の信頼性を高めるとともに、リンクのレバー比を3段階に変えられる機構を織り込み、ライダーの体重や走り方に幅広く対応できるサスペンションとした。

3.5 車体・艤装

車体の大幅な軽量化と新しいフロントサスペンションに対応した、軽量かつねじれ剛性の高いオールアルミのフレームを新規開発した(図3).フレームの接合には、組み立て精度や接合の信頼性に優れ設備投資の少ない、リベット接合を採用した。また、構成部品の一部を冷却器として使用したり、強度部材にアルミダイキャスト部品を採用するなど、部品の多機能化や集約化を積極的に行い、従来フレームに比べて20%の軽量化を実現した。



図3 VX700フレーム図

フューエルタンクは、アグレッシブな走りに求められる膝まわり空間に配慮しつつ、タンクカバー形状やフレームへの取り付け構造の見直しにより、45 L もの容量を確保し、ロングツーリング化への要望に答えた。

シュラウド(フード)は従来のSMC成形に代わり、低温衝撃性や成形性に優れたPP系材料のインジェクション製法を採用し、軽量化に努めた。フロントバンパはガスアシストのインジェクション中空成形とし、従来のような鉄系パイプの補強なしに充分な剛性と低温化での衝撃強度を確保しつつ、軽量化を実現した。

4 おわりに

本モデルはディーラショーや、コンシューマショーにおいて大変な好評を頂いた。また雑誌社による評価も期待以上のものがあり、来シーズンの市場評価を開発メンバー一同楽しみにしている。

今後も積極的に、かつ継続的な開発を続けることにより、ユーザーに喜ばれる商品の開発に向け努力していきたい.

四輪アフターマーケット用ショックアブソーバ

Automotive Shock Absorber for After Market

伊藤平一 Heiichi Itou

鈴木康芳 Yasuyoshi Suzuki

●創輝(株) 技術本部

1 はじめに

昨年実施された自動車補修部品の規制緩和により、ショックアブソーバは、保安基準対象部品から除外され、これを機にサスペンション関連部品のアフターマーケットの拡大が見込まれる.

創輝㈱(以下、当社という)ではアフターマーケット 用に、高級志向が強いユーザー層をターゲットとした "オーリンス"ブランドの単筒ガスタイプショックアブ ソーバを供給しているが、より幅広いユーザーを対象と したショックアブソーバを新規に開発・商品化したので、 ここで紹介する。(図1)



図1 ショックアブソーバ

2 開発の狙い

自動車用アフターマーケット市場の多様なニーズに対応できる独自の機構と構造を採用した新しいショックアブソーバを開発・商品化し、当社にとっての新規市場への参入を図り、自動車アフターマーケット用ショックアブソーバの売り上げ増を目標に掲げた。その開発の主眼は、以下の三つの点である。

- (1)競合他社と差別化できる独自機構・構造であること.
- (2)ユーザーに対して、購入意欲を喚起させる価格であること.

(3)性能を最大限追究し、高性能で商品的魅力があること。

3 概要·仕様

自動車のエンジン性能やタイヤ性能の向上に伴い、サスペンション性能の中でショックアブソーバの性能が重要となっている。標準装着されたノーマルショックは、乗り心地と運動性能を両立させるため運動性能に不満がでる場合が多い。このため、スポーツ走行を指向するユーザーの中には、アフターマーケット用のチューニングショックアブソーバに交換するケースも多くなっている。競技走行やスポーツ走行など一般走行とは異なる条件下で、本来その車の持つポテンシャルを最大限にまで発揮させることのできるショックアブソーバが求められている。

ショックアブソーバの機能には、一般的に「乗り心地」と「運動性能」の二つの大きな役割がある。この二つの 役割には相反する要素があり、この要素をバランス良く 両立させた性能を持つダンパの作り込みが重要となって くる。

そこで、複筒式ショックアブソーバの機能・性能を最大限まで追究し、全く新しい独自構造で、競合他社商品との差別化と低価格を実現した普及モデル用ショックアブソーバの基本モデル開発と商品のシリーズ化を実現した。下記に主な特徴を示す。

(1)トリプルチューブ構造の複筒ダンパ エアレーションの影響を受けにくく、性能の安定化 が計れ、他社にはない独自構造である.

(2)低圧ガス封入

ピストン速度の高速域でのエアレーションの発生を 押さえる低圧ガス封入タイプを採用し、ピストンサ イズの大径化により、単筒式に対抗できる性能特性 を実現している.

(3)多段積層バルブシステム

伸・圧独立のセッティングができて、許容範囲も広 く、応答性にも優れ、性能安定化が可能な制御バル ブの採用



- (4)独自のベースバルブ構造 独自のフローティングバルブ構造を採用し、チェッ クバルブ、制御バルブを一体化した構造
- (5)ニードル式減衰力調整機能 調整幅配分の自由度が大きく、安定した性能と確実 な調整変化を可能とした。
- (6)低速域減衰特性重視の独自なセッティング 高い運動性能と乗り心地を両立したセッティング 図2に各部品の特徴を列記した構造図を示し、表1に ダンパの仕様諸元を示す.

表1 ダンパ仕様諸元

CONV.	STRUT			
プルチューブ構造)	低圧ガス封入複筒式(トリプルチューブ構造			ダ
ルリング付き)	φ32(モールドシ	ン径	スト	ピ:
φ12.5	φ22	ド径	ツ	
φ50	φ54× φ50	, ダ 径	リン	シ
ブ(B型バルブ)	伸・圧とも多段積層バルブ(B型バルブ)			バ
付きADJ構造	フローティングバルブ付きADJ構造			ベー
式ニードルタイプ	外筒部取り付け・ダイヤル式ニードルタイフ			:: 1:5
調整	伸・圧同時調整			減衰調整
ン式)	7段(リターン式)			 间至
0.5MPa	0.3MPa	ス圧	入ガ	封

4 おわりに

アフターマーケット用ショックアブソーバの複筒式としては、後発メーカーながら、1995年9月より相手先ブランドで3つの販売会社へ出荷を開始して1年が経過した現在、市場ユーザーの商品への評価は良好である.

競合他社商品と比較して当社商品は、走行性能の作り 込みを重視し、車両走行テストを主体としたダンパセッ ティングの実施により、市場より高性能ダンパの評価を 獲得できた.

今後も車種展開を充実させ、より多くのユーザーの獲得につなげていきたい.

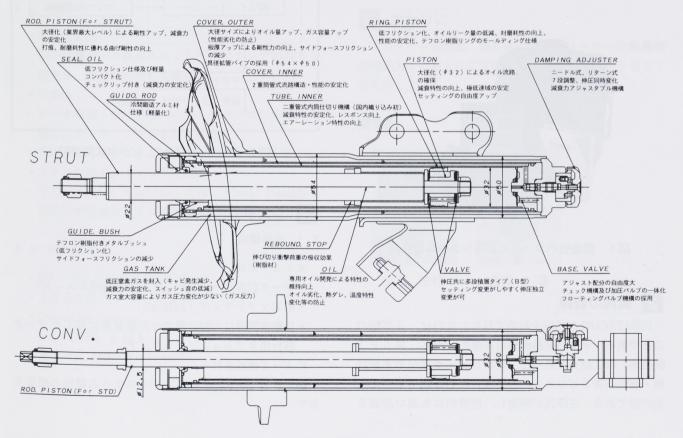


図2 構造図

可搬型コンピュータ援用計測・解析システム

"Personal CAT" System

生熊宏行 Hiroyuki Ikuma 金原 璋 Akira kimpara

●(株)ワイ・イー・シー システム部

1 はじめに

製品開発における実験・計測の効率や精度向上が求められる一方、昨今のパーソナルコンピュータの飛躍的な進化と低価格化に伴い、計測装置と一体となったコンピュータ援用計測・解析システムのニーズが高まっている。㈱ワイ・イー・シーでは、ヤマハ発動機㈱が開発・保有する実験解析技術のノウハウをもとに米国PEMTECH社との共同開発を通して「Personal CAT」を製品化するに至った。

本システムは発売後、2年を経過した、実用性、低価格そして小型可搬性を追求し、耐振性パソコン(図1)と組み合わせて自動車に搭載することも可能にした。これらは、高い市場評価を得ることにつながった。本稿ではこれまでの経緯とシステムの概要を紹介する。



図1 耐振性パソコンによるシステム構成例

2 開発の経緯

PEMTECH社の名前を初めて耳にしたのは、5年前のことである。ヤマハ発動機㈱の古澤氏(現在、第5PJ開発室)のご紹介であった。コンピュータ援用の実験計測・解析技術をビジネスの一つにしたいと思っていた矢先の話である。古澤氏が開発し、世界的にも高い評価を

得ている自動モード解析プログラム「AMDOF」と PEMTECH社の持つ実験計測・解析システムを一体化させることから始めた。また、従来では測定現場への持ち込みが難しいとされていた、このような実験計測・解析システムを小型化することにも挑戦した。

日本での販売は、既に「AMDOF」の販売代理店として提携関係にあるソニーテクトロニクス(株)に依頼し、快諾を得た.

図2に「Personal CAT」のビジネス関連図を示す.

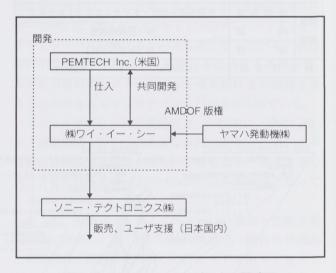


図2「Personal CAT」ビジネス関連図

3 システムの概要

3. 1 全体構成

本システムは,

- データ収集用ハードウェア 信号処理ユニット
- ・基本ソフトウェア「PDAAS」
- 自動車関連など製造業での実験業務に即したデータ 解析用オプションソフトウェア

によって構成される.

図3に「Personal CAT」のシステムの機能の概要を示す.

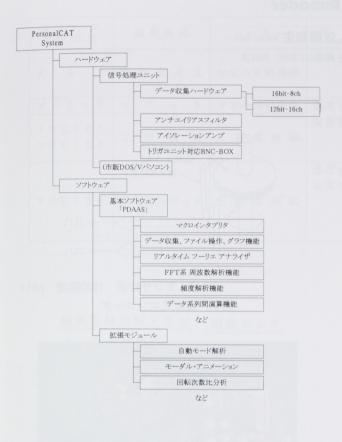


図3「Personal CAT」機能概要

3. 2 特長

・ 高速な処理

DSP搭載データ収集ユニットとパソコンで処理を分散させ、高速な処理を実現した.

• 可搬性

データ収集・信号処理ユニットをパソコン本体に内蔵し、オールインワンを実現した.

- 自動モード解析プログラム「AMDOF」を搭載
- マクロ言語インタプリタを装備 「PDAAS for Windows」では、Visual Basicからの移行が容易なマクロ言語処理系を実装した。

3. 3 動作環境

- IBM-PC/AT互換機(DOS/V)
- ISA拡張バス 2~3本
- ・Operating System MS-DOS5. x 以上 あるいは MS-Windows95

3. 4 用途

8または16 チャンネル高速同時サンプリングにより、 以下の業務に対応できる。

- •振動,騒音データの収集とリアルタイム表示
- 周波数分析, 頻度処理などの解析
- 実験モード解析および振動アニメーション表示
- 回転次数比解析
- ・重載計測など

コストも従来の市販システムに比べ安価になり,プロジェクト単位での導入ができるようになった.

4 今後の展開

ヤマハ発動機グループ,自動車および部品メーカー,家電メーカーを中心に20セット以上の販売実績がある.お客様からは、「こんな機能があるといい」、「こういう使い方をしている」などの意見が寄せられ、今後の機能開発を進めていく上で大変参考になっている.

最近では、製造物の品質管理や「ダメージアナリシス」 と称し、耐久試験や経年変化による製品トラブル発生の 直前予知現象をとらえる研究のツールとしても使用され ている.

お客様のニーズをとらえ、さらに操作性や機能アップ を図りながら、高い評価をいただけるよう努力を続けて 参りたい.

5 おわりに

本システムの開発,製品化に際してはヤマハ発動機㈱の関係方々に多大なご支援をいただいた.紙面を借りてお礼申し上げる.

署者者



生熊 宏行



金原 璋



Rotary Encoder

溝口鎮雄 Shizuo Mizoguchi 佐藤和生 Kazuo Sato

●森山工業(株) 営業課 ●森山工業(株) 開発課

1 はじめに

ロータリエンコーダは、FA分野でのNC工作機械や 産業用ロボットを中心として市場が形成されている.

1980年代後半から、ヤマハ㈱において新事業開拓の一 つとしてロータリエンコーダが検討され、製品化への見 通しを得た、その後、1993年に森山工業㈱(以下、当社 という)がこの業務を引き継ぎ、商品としての開発を進 め、今日に至っている。ここでは、耐環境性に優れるこ とを特徴とする当社製磁気式ロータリエンコーダ商品群 について、その概要を紹介する.

2 製品概要

2.1 ロータリエンコーダ

ロータリエンコーダとは、回転角度センサの1つであ り、回転角度をパルス列あるいはコード化した信号に変 換して出力する変換器である.

2. 2 方式

一般的な分類としては、以下に示す通りである.

(図1,図2参照)

1) 検出手段

光学式…スケール:光学スリット円板

検出素子: LED, レーザ, フォトダイ

オード

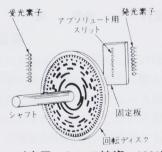
磁気式…スケール:着磁ドラム

検出素子:ホール素子, MR素子

2)機能

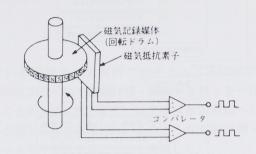
インクリメンタル式(相対角度) アブソリュート式 (絶対角度)

当社では、磁気式、インクリメンタル式(一部疑似ア ブソリュート式)を採用している.



(出展:センサ技術 1991臨増 p43)

図1 光学式エンコーダ (アブソリュート)



(出展:センサ技術 1992臨増 p51) 図2 磁気式エンコーダ



図4 インクリメンタル式

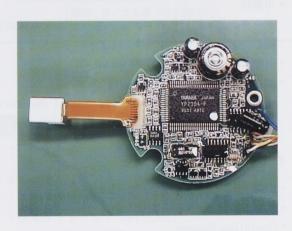


図5 疑似アブソリュート式

+	4		11.	144
表	1	1	T	様

エンコーダ モ デ ル 名	使用商品	メーカー	用途	仕 様	特徵
X A 2	電動車イス	ヤマハ発動機㈱	速度検出	インクリメンタル式 ホール素子	低分解能 50パルス/回転以下
				AB相	低コスト
Y R E 5 2	ロボット	ヤマハ発動機㈱	速度検出	インクリメンタル式	中分解能
Y R E 1 0 1 Y R E 1 0 2	工作機械	三菱電機㈱	位置検出	M R 素子 A B Z 相	50~1000パルス/回転 SPINEX* ¹ 採用により 高温での使用が可能* ²
YRE154	多関節ロボット	三菱電機㈱	速度検出位置検出	疑似アブソリュート式 M R 素子 シリアルデータ出力	高分解能 8192パルス/回転 省配線 小型軽量 専用LSI採用

- *1 SPINEX: 高耐熱性磁性材料 (ヤマハ㈱)
- *2 周温100℃, 1万回転での連続運転が可能

2.3 磁気式ロータリエンコーダの特徴

- 1) 耐環境性が優れている. 光学式に比べて耐塵性, 耐結露性が良好.
- 2) 低消費電流が可能. 光学式は,発光素子の消費電流が大きい.磁気式は,低消費電流のため,電池を使ったデータのバックアップ可能時間を長くすることができる.
- 3)組み立て性が優れている. 光学式は、スラスト方向のセンサ・スケール間の 位置決めが難しい.磁気式は、比較的ラフに設定 可能.

3 仕様·構成

ロータリエンコーダの仕様を表1に示し、その構成を図3に、また使用例を図4、図5に示す。

4 おわりに

ロータリエンコーダは、前述のように幅広い範囲の商品に応用が可能である。また、磁気式の採用により、充分魅力のあるコストを作り出すことができる。新たな分野へ挑戦し、製品の多様化を図っていきたい。

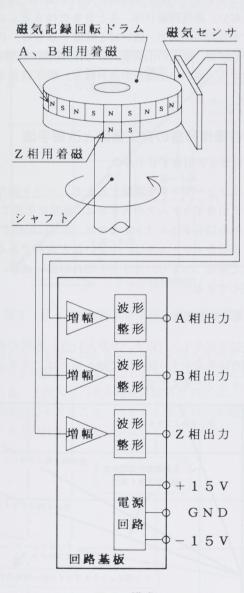


図3 構成

モーターサイクルのシフトフィーリング改善

Improvement for Motorcycle Shifting

矢代善伸 Yoshinobu Yashiro 楢舘 悟 Satoru Naratate 時藤満徳 Mitsunori Tokifuji

●モーターサイクル事業本部 技術開発室

●モーターサイクル事業本部 第1コンポーネント開発室

1 まえがき

シフトフィーリングは、マニュアルミッションが多い モーターサイクルの重要な項目である。また、シフト操 作は、モーターサイクルに乗る楽しみの一つでもある。

今回は、シフト操作時の各種荷重変化と、各荷重の変 動要因について紹介する.

2 シフト操作時の荷重変化

ギャシフト操作時のペダル操作角度と、操作荷重の関係を図1に示す。この図はわかりやすいようにイメージで表している.

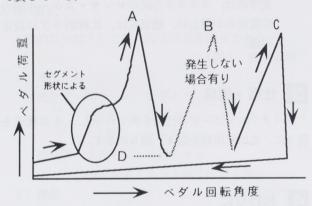


図1 ペダル回転角度とペダル荷重の関係

大きく分類すると、特徴的な荷重は、図1に示す $A\sim$ Dの4種類である。4種類の荷重の意味について、表1に示す。

表1 各荷重とその意味

	名 称	説 明
Α	ギア抜き荷重	かみ合いギアを抜くための荷重
В	2段入り荷重	ドック接触による荷重 発生しない場合もある.
С	終了荷重	シフト終了し、突き当たる荷重
D	節度荷重	AとBの間の谷間荷重

ギヤ抜き荷重Aは、ギヤを含むミッション全体の摺動摩擦を示し、低いほど良い. 2段入り荷重Bは、凸ドッグ同士の接触によって発生する荷重で、ない方が良い. しかし、ドッグミッションを採用している限り、発生は避けられない. 節度荷重Dは、AとBまたはAとCの間に発生する谷間の荷重で、低いほど節度を感じる. 終了荷重については、直前の山荷重AまたはB荷重の影響によって発生する. 直前の山荷重が高いほど、終了荷重も高くなる.

3 各操作荷重の発生要因と改善手法

3.1 クラッチ引きずりトルク

シフトフィーリングを議論する上で、シフト操作時のクラッチ引きずりトルクの大きさは、非常に重要である。クラッチを切らずにシフトするのは、非常に困難である。クラッチ引きずりトルクは、少ないほど有利であることは当然である。つまり、クラッチ切れが良いほど、シフトは軽くできる。

3.2 ギヤ抜き荷重

図2にスプライン(以下, SPという)形状の違いによる調査結果を示す. 図の中で軸トルクは, クラッチ引きずりトルクと考えて良い.

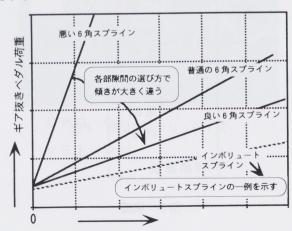


図2 ギヤ抜きペダル荷重測定結果

ここで注目したいのは、同じペダル荷重にするために、悪い六角スプライン仕様の場合、インボリュートスプライン使用に対してクラッチ残留トルクを1/6以下にする必要があることである。実際のエンジンでクラッチ引きずりトルクを1/6にすることは非常に困難であり、ギヤ抜き荷重低減の重要性がわかる。インボリュートスプラインの六角スプラインに対する荷重低減割合は一概にはいえないが最低でも30%以上はある。今後、徐々に主流となっていくだろう。

3.3 2段入り荷重

2段入り荷重は、凸ドッグ同士が接触することによって発生する。ドッグ接触時間は、シフト送り込み速度、クラッチ引きずりトルク、ギヤ回転数、ドック接触角度により変化する。そこで、この4つを固定し、ドッグ接触時間を変えて、2段入りペダル荷重を測定した結果を図3に示す。

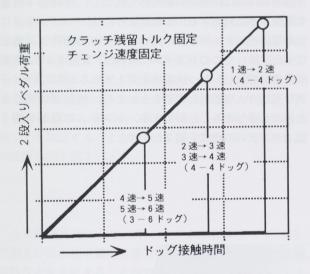


図3 ドック接触時間と2段入りペダル荷重

このグラフを見てわかるように、2段入りペダル荷重は、ドック接触時間に比例しておりドッグ仕様とは無関係である.2段入りペダル荷重低減のためには、ドッグ接触時間を短くすること、つまり、強度が許す限りドッグを小さく設計することしかないことがわかる.

4 節度荷重

シフトフィーリングの良い車と悪い車を調査した結果, 節度荷重が非常に重要であることがわかった.

ライダー評価は、この節度荷重が低く急激に下がるほど向上する。節度荷重の発生するタイミングは、ギヤが抜けた後である。このタイミングは、図4に示すようにシフト中間位置以降である。この節度荷重をいかに下げるかが、フィーリングを向上させる非常に重要なポイントである。

さらに、節度荷重が下がると、2段入りを感じにくく させる効果もあるようだ。

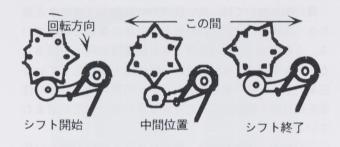


図4 節度荷重発生タイミング

5 むすび

シフトペダルに現れる荷重変化は、多くの荷重伝達部分を伝わって最終的に現れる荷重である。表現は、"シフトが重い"でも原因はいくつもある。どこが主原因でペダル荷重が重いのか?推測や推定ではなく、しっかり寄与率を把握する必要がある。つまり、トータルで考えないと決してシフトフィーリングの良いミッションは得られない。これらをまとめると以下のようになる。

- ①寄与率の高い部分を確実にとらえ部品改良
- ②改良した部品の数が多いから直るとは限らない
- ③機種により、寄与率は異なる

シフトフィーリング改善を通じて、人間はわずか 5/100秒前後の非常に短時間の荷重変化を、的確に感じていることがわかってきた。まだまだわからないことは多いが、今後ともモーターサイクルの楽しさであるシフトフィーリング向上を進めていく。

高効率GHP多機能システムの開発

Development of Multi-functional System by High-efficient GHP

新村修三郎 Shuuzaburou shinmura

●GHP事業部 開発部

1 まえがき

我が国においては、高い経済力に見合う「ゆとりと豊かさ」に満ちた国民生活の実現が緊急の課題となっている。この中で、生活の基盤となる住環境の向上を図ることが最も重要であり、今後は、個性化・高度化している住まい手ニーズや家庭用エネルギー消費の増大などの住宅を取り巻く諸問題に対応できる質の高い住宅が望まれている。

このため、通産省では、来るべき21世紀の新しい住宅に向け、住生活の向上とエネルギー消費の抑制を目的として、研究開発事業「21世紀住宅開発プロジェクト」を推進してきた。このプロジェクトには、ヤマハ発動機(株)(以下、当社という)のほかに36社が参加(当社は、住宅用エネルギー総合利用システムの分野に参加)し、平成元年度から7ヶ年計画で研究開発に取り組んできた。このたび、予定通り、住宅用の高効率GHP多機能システムの研究開発を終了したので、その概要を紹介する。

2 システム概要

このシステムは、高効率エンジン搭載のGHP室外ユニットを熱源機とし、2室マルチ対応可能なダクト式快適空調システムと排熱の有効利用を図る温水利用システムから構成される。温水利用システムは大気熱、エンジン排熱のほかに冷房時の凝縮熱も回収し、床暖房・給湯や乾燥などに利用する。これにより、全シーズンを通して非常に省エネルギー性の高いシステムの開発が可能となった。従ってこのシステムによれば、家庭用エネルギー消費量を抑制し、かつ快適性を向上させると共に、クリーンな天然ガスを燃料とすることにより、地球環境問題の改善にも寄与することができる。システムの概要を図1に、システムの構成を図2に示す。

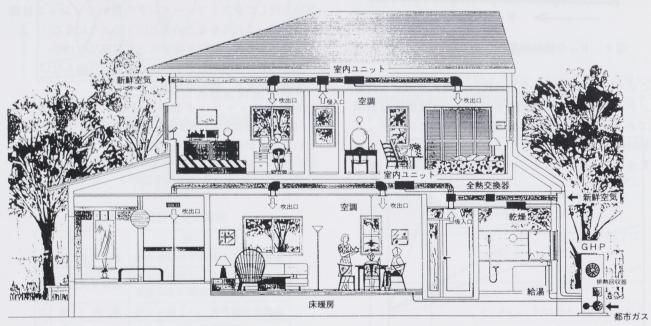


図1 システムの概要図

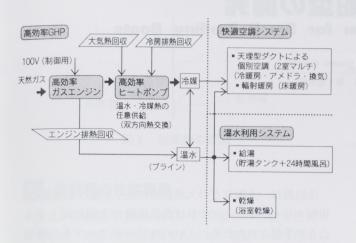


図2 システムの構成

本システムを実際に設計,試作し、その性能、機能などについて総合評価を行った結果、ほぼ当初の目標を達成することができた。システムの仕様の概要を表1に示す。また、本システムを浜松市都田の実証試験ハウスに設置し、24時間の生活パターンを設定し、冷暖房及び給湯運転を行い、このシステムの実用COP(成績係数)を1年間実測した。その結果により、西暦2000年における1世帯当たりのエネルギー消費量を試算した結果、表2に示すように、約40%の省エネルギー効果(自然体に対し)を確認することができた。システム及び計測装置の設置状況を図3に示す。

この研究開発により、本システムの省エネルギー性、空調及び温水利用機能の優位性、GHPシステムの低騒音性などを実証することができ、実用化に向けて、大きく前進することができた.

本研究開発にあたり、協力いただいた東京ガス㈱、大阪ガス㈱、静岡大学、㈱ワイ・イー・シー、創輝㈱などの多くの方々に、誌面を借りて深く感謝申し上げる.

表1 システムの仕様

項	目	仕 様
能力	冷房	6,500
kcal/h	暖房	11,000
KGai/ II	給 湯	7,400
	冷房	1.22
COP	暖房	1.94
	給 湯	1.46
騒 音	dB(A)	49
外形寸法	mm	880W×500D×1520H
重 量	kg	190

※暖房:エンジン排熱を利用した4管式の値

※給湯:中間期の値

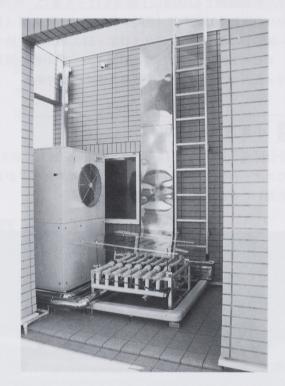


図3 システムの設置状況

表2 家庭用エネルギー消費量の省エネ試算比較(消費量: Mcal/年・世帯)

		現	在 ※ 1		将	来
用	途	エネルギー	実用COP	自然体※2	本	開発システムによる試算
		消費量	天州しして	エネルギー消費量	エネルギー消費量	実 用 С О Р **3
給	湯	3947	0.8	4500	1570	0.025× [外気温度] +0.969
暖	房	2945	0.7	4000	2660	4 管暖房:0.016×[外気温度]+1.178 4 管暖房+給湯:0.010×[外気温度]+0.919
冷	房	153	2.0	500	1010	−0.010×[外気温度]+1.269
合	計	7045		9000 (100)	5240 (58)	1966年期5月1日日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日本日
	熱源機	カ	ス給湯	器		本 開 発 G H P
空調用	熱源機	電	気冷房・温水暖	房		本 開 発 G H P

※1:家庭用エネルギー統計年報(1993年全国ベース 冷房は1992年)

※2 : 2000年における1世帯当たりエネルギー消費量(通産省資料)

※3 : 浜松実証試験ハウスでの実測COP(回帰直線式)

小型底曳船型の開発

Development of Hull Form for Small Trolling Boats

未森 勝 Masaru Suemori

●舟艇事業部 第1技術室

1 まえがき

淡路島では1,000隻近くの小型底曳船が操業しており、ヤマハ発動機㈱でも600隻以上販売を行ってきた。今回、ヤマハ志度製造㈱開発課(当時)において、従来艇(DT-50C)のモデルチェンジ(DT-51)の開発が始まり、スピード性能に関し、技術開発グループが性能開発を行ったので、その中の船型開発を中心に報告する。

2 小型底曳船について

今回開発したDT-51を図1に、諸元を表1に示す。船のスケールの割には、小馬力エンジンでスピードが比較的遅いことが、大きな特徴である。



図1 快走するDT-51

表1 DT-51の諸元

全	長	15.46m
全	幅	4.26m
最大技	非水量	11.300t
エンジ	ン出力	70PS

淡路島の小型底曳漁業は、資源保護のためエンジン出力、船のスケール、操業時間が厳しく規制されている。 スピードアップは、漁場への往復に要する時間を短縮でき、労働負担の軽減が可能であることから、市場では大きな要望となっている。 淡路島は、大阪などの大消費地に近く水揚げも大きく、10%スピードがアップすれば商品価値が大幅に向上することが予想されたため、1ktのスピードアップを目標値として設定した。

3 船型開発ステップ

スピードアップの要因は、表2に示すとおり大きく二つに分けられるが、この船の開発においてエンジン出力を増やすことは、様々な理由から不可能であったので、表2に示すような具体策が考えられた。これらのスピードアップの要因に関して特性に展開し、それぞれについて検討を行った。開発フローを図2に示す。

表2 スピードアップの要因

要 因	具 体 例
抵抗を減らす	船体抵抗を減らす
	付加物の抵抗を減らす
	重量を軽くする
推進力を増やす	プロペラの効率を上げる

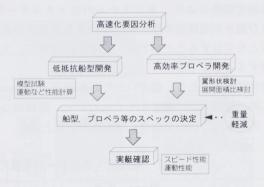


図2 開発フロー

4 抵抗減の可能性の検討

船の抵抗は、大きく摩擦抵抗と造波抵抗とに分けられるが、机上での解析の結果、従来艇(DT-50C)は約80%が造波抵抗であることがわかった。造波抵抗の主要因は、図3に示す船首部の角張ったハードチャインと推定され、この船首部の船型をヨットのようなラウンドビルジ(丸形)タイプにすれば、造波抵抗が大幅に軽減されると考えた。

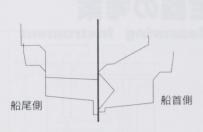


図3 従来艇の断面

5 既存艇の性能調査

次に、従来艇(DT-50C)の市場での性能を把握するために、実艇の性能調査を行った。確認した項目を以下に列挙する。

- ① 重量重心
- ② スピード, 走行姿勢
- ③ 波浪中の運動
- ④ 静止安定性
- ⑤ 横揺れ減衰性能
- ⑥ 曳網力
- ⑦ 抵抗

この中で特に⑦の抵抗については、完成直後のDT-50Cを漁船で引っ張り、ロードセルで抵抗値を実測した.

このように、市場での使用状況や性能を正確に把握することによって、特性ごとの目標値の設定が可能となった.

6 低抵抗船型の開発

実艇の性能を把握したあとで、1 ktのスピードアップに対するそれぞれの特性の目標値を決定した。この段階で、新船型開発による船体抵抗の減少を $15\sim20\%$ と目標設定した。

低抵抗の船型開発は、大きく二つに分けられる.

- ① 模型試験による船型開発
- ② 数値計算による運動性能などの検討

模型試験による船型開発を図4に示すが、従来艇や改造船型の1/8のスケールモデルの水槽試験を実施し、抵抗減の要因を模索したり、効果を定量的に把握することができる.

また、数値計算によって、静止安定性能や波浪中での 縦運動、横揺れ運動などを検討して図5に示す船型を開 発した。



図4 水槽試験

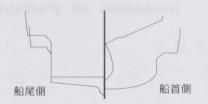


図5 DT-51の断面

この船型の大きな特徴は、船尾部は従来艇と同じハードチャイン船型であるが、船首部は、ヨットのようなラウンドビルジ船型になっている点である.

図6に示すように、水槽試験の結果から、船体抵抗は18%減少させることができた。

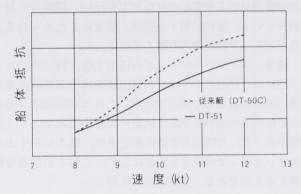


図6 船体抵抗の比較

7 DT-51の性能確認

船型開発のほかに、重量軽減とプロペラの開発を行った、構造解析による構造設計と現場での工程管理により、6%の重量を軽減し、また、新翼型の採用などで、プロペラ効率をアップすることができたことにより、スピードアップの目標値の達成が可能であることがわかった。

DT-51の性能が目標値どおりであるかどうか確認するために、実艇試験を実施した。艤装状態(搭載重量)が等しい従来艇(DT-50C)とDT-51のスピード性能を比較したが、その結果を表3に示す。

表3 性能の比較

	従来艇(DT-50C)	DT-51
スピード	10.3kt	11.4kt

目標の1ktアップは達成され、また、試運転の解析から船体抵抗、プロペラ効率など、ほぼ推定通りの結果が得られた.

8 むすび

DT-51の性能開発をとおして、このスピード域における抵抗を減少する手法を確立することができた。今後、同じスピード域の他艇への展開が可能となった。

昨年の阪神大震災では、淡路島も大きな被害を受けた. この船が、復興の一助になれば幸いである.

可搬式簡易真円度測定器の考案

Invention of Portable Roundness Measuring Instrument

吉川保至 Yasushi Yoshikawa

●技術本部 豊岡工場

1 まえがき

ヤマハ発動機㈱(以下、当社という)豊岡工場は、当社開発商品の主要部品の試作加工を行い、開発の一翼を担っている。常に納期・品質は、要求にこたえられるようチャレンジ精神で取り組んでいる。

通常,エンジンのシリンダ内径加工時,特にホーニング時には、初品のシリンダの真円度や円筒度を測定室の真円度測定器などで測定するが、これは利用頻度が高いために待ち時間が発生し、納期に影響を及ぼすという問題があった。今回紹介する本測定器は、図1に示すようにインラインでの測定を可能にして、これらの問題を解決するものである。

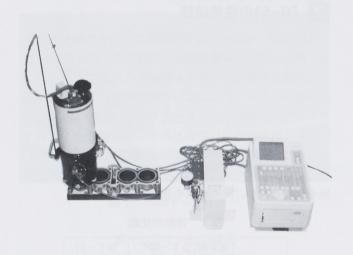


図1 全体写真

2 開発の狙い

加工現場でも使用できる従来にはない移動式の測定器で、良否の判定がその場で出せることを狙って開発を行った.

- 1)加工現場のどこへ移動しても使える操作性
- 2) セッティングが一人でできる
- 3)加工精度の良否が判定できる

3 開発経緯

当初プロトタイプとして,真円度のみの測定器を開発し,精度的に問題のないことを確認した.さらにこれを発展させ,円筒度測定もできるタイプを開発するにあたり,コスト面を考慮して(機器・ソフトの転用)(㈱東京精密との共同開発を行った.

4 概要

構造的に特に考慮した点は、回転精度を確保するために、どんな方式を採用するかであったが、色々調査検討した結果、コンパクトなエアベアリングを採用することで、精度が確保できた。この測定器の基本構造を図2および下記の説明に示す。

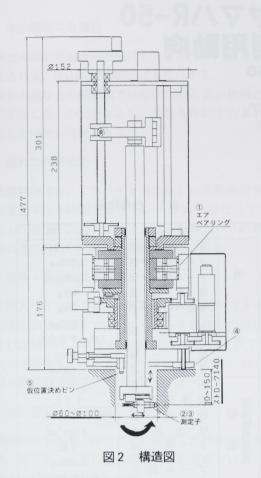
- 1)回転精度を保証する上で回転軸受は、エアベアリングとした
- 2) 測定子は切粉・切削油に影響されにくい接触式の 差動トランスタイプとした
- 3) 測定子の先端 R を大きいタイプとし、切り欠き部品(2サイクルシリンダ) にも対応した
- 4)固定はワーク上面の平面部に測定器を載せ、自重のみで固定した
- 5) 仮芯出し案内ピンを設け、芯出し作業を簡素化した
- 6) 測定子の径方向調整はセット治具で事前に行える

5 概略仕様

使用範囲としては、加工機上での良否判定レベルとする.詳細仕様は、**表1**による.

表1 仕様

保証精度	回転 0.2 μ m	
	真直 2 μ m / 140mm	
測定範囲	内径	
	深さ 10mm~150mm	
検出範囲	MAX. ±500 μ m	
測定部重量	15kg	
セット時間	10分	
測定時間	12分/気筒 (3箇所真円度・円筒度XY方向)	



円 筒 度 (直動)

: 95.04.12 18:39

図4 出力結果

6 操作手順

本測定器の操作は、だれでも簡単に操作できるように なっている。図3にその手順を、図4に出力結果を示す.

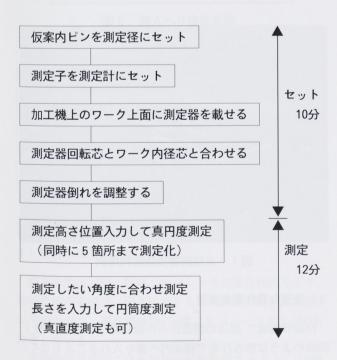


図3 操作手順

7 むすび

真円度

95.04.12 18:59

今回開発した測定器によって,

- (1) 目的の待ち時間の廃止
- (2) 狙っていた精度の確保

という当初の二つの目標は達成できたが、次に示すような課題も残っている.

- (1) 重量の軽量化
 - (2) 電気コード処理の見直し
 - (3) 検出器メータのコンパクト化

今後使い込む過程において改善を織り込みながら, さらに操作性のよいものにして社内関係部門にも広めていきたい.

無人ヘリコプタ ヤマハR-50 農業分野での利用動向

YAMAHA R-50

森谷 隆 Takashi Moriya

●技術本部 スカイ事業部

1 はじめに

産業用無人へリコプタ「ヤマハR-50」(以下,無人へリという)が,平成3年に薬剤散布用として実用化されて5年が経過した。この間,日本農業を取り巻く環境は,輸入自由化や新食糧法施行などで大きく変化しており,様々な分野で省力・低コスト・生産性向上を目指した新しい農業技術へシフトしはじめた。

ハイテク技術を駆使して登場した無人へりは、姿勢制御装置などの搭載により、次世代農業の先駆けとして、特に若手の農業後継者から温かく迎えられ、水稲防除を中心に年々事業規模がひろがっている。

また、水稲から果樹・畑作への適用拡大も進められており、今後利用範囲も増えるものと期待される。

ここでは、定着した無人へリ農業の紹介、事業実施状況、今後の課題などについて述べる.

2 無人へリ農業の特徴

1) 小型軽量で初心者も操縦可能

この無人へりは、農業用資材10kgを載せられる小型・ 軽量・コンパクトな機体で、水冷2サイクル12馬力高性 能エンジンにより、常に安定した飛行性能を発揮する.

さらに、安定性と操縦性の相反する要求を解決した光ファイバージャイロ方式のヤマハ姿勢制御装置「YACS(Yamaha Attitude Control System)」により、初心者の方でも容易に操縦が可能である。表1に仕様諸元を示す。

2) ダウンウォッシュが決め手

無人へりの薬剤散布は、メインロータが発生するダウンウォッシュを利用したもので、散布ムラが少なく、付着均一性が高いことから、地上散布と同じ投下薬量で高濃度の少量散布を可能にした、代表的な水稲では1ha当たり8Lで十分な防除効果を発揮する。図1に水稲病害虫防除の利用例を示す。

表 1 仕様諸元

	項目	仕 様
	形 式	L 1 2
機	メインロータ径	3,070mm
	テールロータ径	520mm
	運用自重	44kg
	有効ペイロード	20kg
体	全 長	3,580mm
	王 及	(ロータを含む)
	全 幅	700mm
	全 高	1,080mm
液剤標散	形 式	L 1 2 A
	標準薬液量	1 0 L
	吐 出 量	1.3L/分
布	吐出圧力	3 kg/cm³
装 準	ノズル	6 個
置	ブーム長さ	2,600mm
	, – R C	(おりたたみ式)
	形式	L09F-01
粒	標準薬液量	10kg
剤	到 吐 出 方 式	インペラ
装	т щ // ж	(直径300mm)
置	最大吐出量	11kg/分
	水八工山里	(粒径0.7mm)



図1 水稲病害虫防除利用例

3) 快適な農作業を実現

作業は圃場*¹ 周辺の農道からの遠隔操作であり、地上 防除のような散布作業で圃場内へ乗り入れることもなく、 夏場の炎天下での軽作業化も手伝って、労働環境改善に 効果的である。

4) 中山間地にも適合

平たん地の基盤整備圃場はもちろんだが、周辺に農道さえあれば、中山間地の棚田にも適合する.

みかん園などの傾斜地では操縦性の不安が指摘されたが「YACS」の装着により、地形条件に左右されない 安定した飛行が可能になった.

5)優れた作業能力

水稲防除では、1フライト当たり1haを散布でき、その作業能率は1時間当たり4ha~5haと際だっている.1日の作業量が20ha以上に及ぶことも無人へりの特徴で従来の農業機械のイメージを塗り替えている.

6) 資格・検査制度が確立

「無人へリコプタ利用技術指導指針」(平成3年4月 農蚕園芸局長通達)では、オペレータ資格、機体届け出 および定期検査、事業実施報告などが定められている。 無人へリ農業を支えるオペレータの養成研修については、 全国の指定教習機関で受け付けている。

7) 飛行諸元と登録農薬

操縦の安全性や、作物ごとに安定した防除効果を得る ため、あらかじめ散布量や飛行基準を決めている。**表2** に無人へりの散布形態を示す。

なお、無人へりで散布できる薬剤は、「無人へリコプタ用」として登録されたもので、水稲以外に大豆、麦、レンコン、ダイコン、かんきつ、クリの7作物に51剤が登録されている。(平成8年5月末日現在)

	散布方式	適用	散布量	速度	高 度	飛行間隔		
	机机力工	作物	L/ha	km/h	m	m		
	液少量散布	水稲						
液	(LV)	麦	8	10~20	3~4	5		
	(LV)	大豆						
100	液剤散布	果樹	40~50	多世群	b jeletli d	马戴鱼		
剤	(S)	野菜	8~16	500				
	滴下散布	水稲	5~10					
	粒剤散布	水稲地	10~	10~20	3~5	5		

表 2 無人へり散布形態

3 無人へりの普及状況

1) 定着しはじめた無人ヘリ

図2に散布面積,機体,オペレータの普及状況を示す. 昨年の散布実績は、図3に示すとおり668市町村で10.5万 ha実施された.現在機体数770機,オペレータ約3,500名 に達している.

実施地域は全国にひろがり、実施規模をみると、10機以上のチーム編成による数千ha規模の広域防除から、圃

場が点在する山間地域の小規模防除まで、きわめて広範 囲である。

また、JAなどの団体所有が多いことから、地域の指導機関と連携し、運営管理面の組織化が進んでいることも特徴である.

導入経過をみると、試験的な実証事業からスタートし、オペレータ養成を経て、1~2年の間に機体導入に至るケースが多い。なお、オペレータ養成、機体導入などについては、行政機関・農業団体などの助成事業が活用されている。

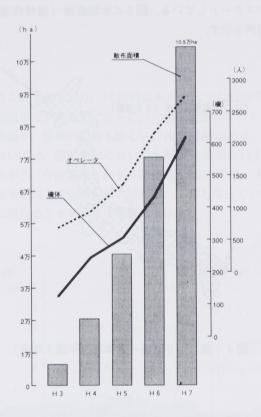


図2 「ヤマハR-50」の普及状況

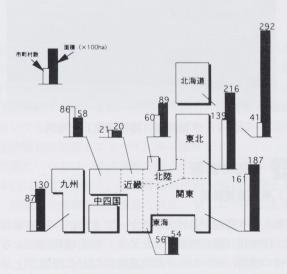


図3 実施市町村の散布面積(平成7年度)

2) 直播*2一貫体系利用

省力・低コスト稲作の切り札として直播栽培の関心が高まっており、無人へりでも湛水直播方式により、図4に示すように昨年33道県で280ha実施されている。

無人へりは、播種・³ だけでなく代かき以降収穫までの 除草剤散布・追肥・病害虫防除の各作業に利用でき、圃 場内乗り入れを省いた魅力的な一貫作業体系が成立する.

直播が規模拡大への対応であり、組織体による推進ということでも無人へり事業と共通した点があり、すでに一部の地域では、無人へり事業に直播一貫体系の組み入れがスタートしている。図5に水稲直播(播種作業)の利用例を示す。



図4 無人へり直播一貫体系(平成7年度)



図5 水稲直播(播種作業)利用例

4 今後の課題

1)事業実施課題

無人へリ農業が各地でひろがってきたが、実施場面では、団地化(散布地域をまとめる)や広域利用による経済性の改善、オペレータの要員確保などの課題が上がっている.

2) 適用作物の拡大

果樹・畑作分野の適用拡大のスピードアップも大きな課題である.

農水省の「無人ヘリコプター実用化促進事業」では、これらの作物への適用拡大の支援が続けられているおり、今後は農薬登録の整備が急がれる.図6に示すような、特に機械化が困難な傾斜園地のみかんのように防除の軽労働化・作業環境の改善が望まれる作物には、無人ヘリへの期待が膨らんでいる.



図6 みかん園での利用例

5 おわりに

低コスト化・大規模化への指向が進む一方で、農業従 事者の高齢化や兼業化、農作業の担い手不足対策という 面から、無人ヘリの普及が進むと思われる.

無人へりのオペレータには、若い農業後継者や女性も 多く、スマートで快適な農作業を実現する無人へり農業 が着実に拡がるものと予想される.

今後とも地域の特性をいかした無人へリ事業の発展の ため、国、県をはじめとした関係機関のご支援、ご指導 に期待している。

【用語解説】

- *1 ほじょう=たんぼのこと
- *2 ちょくは=種を直接田にまくこと
- *3 はしゅ =種をまくこと

モーターサイクルの環境対応技術

Challenges for Environmental Protecting Technology of Motorcycles

井坂義治 Yoshiharu Isaka

●モーターサイクル事業本部 技術開発室

亜 片

排気ガス規制対策を始めとして今後一層厳しさを増してくると考えられるモーターサイクル(MC)の環境対応について、一般的には四輪技術の応用というとらえ方をされやすいが、小型・高性能エンジンとしての特性から、必ずしもそのまま適用できるわけでもない。また、騒音規制などについては現状でも四輪より厳しい規制値となっており今後も継続されるなど、中期的に見ても技術開発への努力は継続拡大が必要となっている。当社では全社的な環境行動計画を策定しているが、その中でMCについての一部の行動計画である排ガス、騒音、燃費について対応技術を紹介する。

1 はじめに

世界における二輪車の保有台数は1億1千万台を越えており、その用途は、途上国における生活必需品の輸送手段、先進国におけるビジネス、サービスなどの交通手段から、スポーツ、レジャーへと拡大している。普及率は、1台当たりの人口で見ると台湾の2人をトップに、日本は8人であるが、世界平均では49人である。アジアを初めとして、今後ますますの増加が見込まれており、ライフサイクルで言えば成長段階にある商品といえる。

モーターサイクル(以下、MCという)エンジンは、2サイクル、4サイクルの形式ごとにシリンダ数や配列、冷却方式、変速方式など様々なタイプが実用に供せられ、新たな感動と豊かな生活を提供するため、最適な形式が選択されてきた。しかし、世界的な環境への関心の高まりの中で、排ガス、騒音などに関し、厳しい法規制が導入強化されつつあり、寄与率が小さいMCについても対象とされる場面が多くなってきている。また、先に策定された「環境2000年プラン」における内容の一つである、環境負荷の小さい製品作りの具体的な推進も求められている。

従来より、小型軽量・高効率などを目指して、多くの改良を重ねてきているが、ここでは今後の省資源・環境保全のために求められているMCの技術開発状況について紹介する。

2 規制の状況

地域ごとに規制が異なっているため、現在の代表的な値について示す.

排ガスの三成分のCO, HC, NOxについては、健康阻害・光化学スモッグ・酸性雨などの原因として排出抑制

が求められてきており、代表的なものとしてCARBやスイス規制などがあるが、さらに、今後強化されていくEU 統合規制や、世界的に最も厳しい台湾の規制がある。台湾については、既に50ccにおいても触媒の装着が行われているが⁽²⁾、今後実施される3期規制については、大幅な浄化率の向上や耐久距離の延長が、必要となっている。図1に現在の2サイクルの規制値を示す。

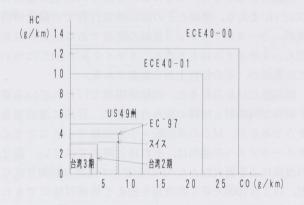


図1 各国排ガス規制値(2サイクル)

騒音については、国内において昭和46年に騒音規制が 改正されて以来、世界で最も厳しい加速騒音規制が実施 されているが、さらに今後40%程度の低減が平成10年以 降予定されており、また、定常走行騒音・近接排気騒音 についても、新しく対応が求められている。図2に国内 の加速騒音規制値とエネルギ比率の推移を示す。

燃費については、地球温暖化防止の主要因と見られているCO2の増加抑制と、石油資源の枯渇対策の手段として、四輪への燃費改善の機運と共に、MCについても対応が求められてきている。台湾など一部で規制があるが、ヤマハ発動機㈱(以下、当社という)では地球的な見地から、自主的な目標を立て長期的な取り組みを進めている。

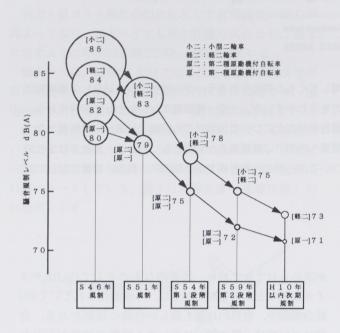


図2 国内加速騒音規制値の推移

3 排気ガス浄化技術

三成分のなかでも、MCにおける排ガス対策の重点はCOとHCであり、燃焼とその後の排気行程での酸化の持続が、ベースエミッション低減の要点である。そのなかでも、2サイクルはもちろん、4サイクルでもHCについての低減が、その特性上から重要である。

規制値だけから見ると、四輪乗用車で行われている電子制御燃料噴射と触媒の組み合わせで、容易に達成できそうであるが、MCの高回転・小排気量で小さなフライホイールマスへの適用は、それほど簡単ではない、霧化の改良による着火性とA/Fの安定化や高度な制御方式など、GTS1000で多くの改良を加えて搭載可能にできた例もあるが、コストも含めてすべてのエンジンに最適なシステムであるとは単純にいえず、機能・特性上からキャブレタでの対応も必要となっている。

キャブレタは、気筒ごとに装着される場合が多いため、 単体での高精度化はもちろん、同調の精度維持なども重要である。セッティングはリーン化に移っており、その ための始動即発進対策として、図3の温度補償装置など も一般化している。

触媒は、メタル担体に貴金属を担持させたハニカム触媒をマフラに装着しているが、特に2サイクルは、排気中に酸素を有しているため、触媒による浄化が行いやすい。しかし、位置によってエンジン性能への影響が大きいので、触媒活性のための温度との関連で選定が重要である。このため、エキパイ内面に貴金属を担持し簡易浄化発熱させ、触媒に入るガス温度維持を図ることも行わ

れている。触媒装着に伴う内部部品のSUS化など、コスト面からの負担は大きく、また、触媒の振動による物理的な耐久性のために、車体剛性も考慮した排気系の振動解析技術なども重要である。スクータの場合、マフラ内のパーティションで、モノリス触媒を支える構造にし、本体の変形などによる触媒のダメージを軽減している。②また、より低温でのライトオフと長期の浄化性能確保のために、触媒自体の改良も続けられている。

4サイクルでも重点は、COとHCであるが、エンジンの形式によって必要な浄化率も異なることから、最適なシステムがそれぞれ存在する。空冷エンジンでは、比較的ベースが低いこともあり、簡単なシステムとして、図4の排気ポートへの2次空気導入が一部の4サイクルエンジンで用いられている。システムそのものは新しいものではないが、MCの排ガス特性にあったシステムとして、エアの流量特性や空気量当たりの浄化率の改善などの機能の向上が行われている。

また、気候や燃料性状などの異なる各国で、排気ガス 規制が実施・強化されてきている中、仕向地ごとに異な る規制値に対して最適な仕様を設定し、また四輪とは異 なる実使用環境での長期安定した機能維持のための劣化 環境など、開発の項目と時間の大幅な増大から効率のよ い開発業務の推進も余儀なくされてきており、このため の開発システムも重要である。

さらに、継続して実施している2サイクルの煙対策については、オイル量の電子制御®や高精度オイルポンプの実用化が行われ、オイルの改良と共に市場で好評を得ている。

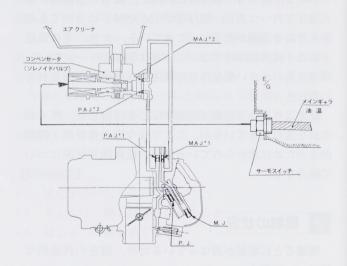


図3 キャブレタの温度補償装置

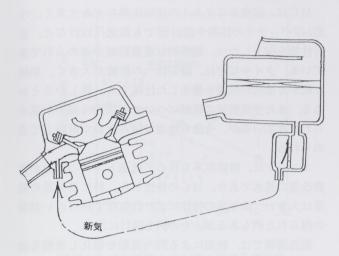


図4 排気2次空気インジェクションシステム

4 騒音低減技術

騒音の要因は、エンジン・吸気系・排気系・駆動系・ タイヤ・車体などであるが、もはや特定の箇所だけが大きな騒音源となっている箇所はなく、音源が分散化し、 かつ複雑化している。国内加速走行騒音規制における規 制値に伴う音圧エネルギ比率と音源寄与率を図5に示す。 MCは、吸・排気系などの容積や重量に厳しい制約があり、騒音対策のための余裕は極めて少ない。加えてエンジンが外部に露出し、外観デザインも重要であるなどの点からも、適用できる対策技術の制約がある。

このような中で、短期の開発日程で試行錯誤を繰り返すことなく対策を進めていくために、従来技術の延長だけでは目標達成が難しいものについては、要素技術として開発している。これは、騒音低減によってほかの機能に悪影響が出ることで、対策が困難となっているものなどである。一例として、排気サイレンサを示す。サイレンサの内部構造の決定には、シミュレーションが活用されているが、低騒音化を狙った仕様によっては、図6のごとく背圧の上昇と共にピストン頭部温度が上昇し、エンジンの熱的トラブルを発生する場合がある。このため、サイレンサの各設計因子を定量的に調査し、騒音と背圧とを両立させるための基礎的な研究も行われている。これを図7に示す。

FEM構造解析や実験モード解析は、振動挙動解析に有効なツールであるが、開発日程の中で活用できるように、解析技術の実用化に取り組んでいる。周波数の低いエンジン振動なども騒音源として問題になる場合があるが、図8にエンジンAssyとしての解析状況を示す。吸気系については、吸気の脈動現象を加振源とする吸気系の空洞共鳴をFEMなどを用いて計算し、各部品の形状やレイアウト、さらにはレゾネータの最適セッティングなどにより、共鳴レベルの低下や共鳴周波数の移行が図られ、プロジェクトでの実用化が行われつつある。



図5 騒音規制値と音圧エネルギー比率

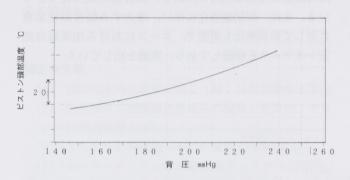
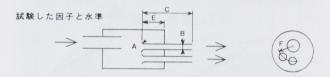


図6 サイレンサ背圧とピストン温度



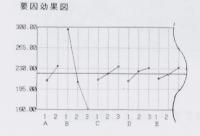


図7 サイレンサ低背圧化要因と効果

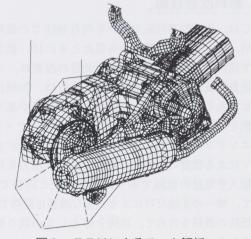


図8 FEMによるモード解析

エンジンでは、燃焼に伴う起振力の低減や、ミッションギャの噛み合いに伴う騒音が無視できなくなってきているなど、従来にも増して相反する事項の両立やミクロン単位の精度での対策が必要となっており、複雑で多面的な時間のかかる対策が増大している.

計測技術としては、近接音源探査などで従来明確な特定が難しかった低周波の音源や、複数の音源が存在する場合についても、効率的かつ正確な測定ができるようになってきている。その例を図9に示すが、冷却ファン入り口、マフラ本体およびマフラテールといった近接した3箇所の音源が、明確にとらえられている。またこれとは逆に、従来困難であった2kHz以上の音に対しても、高周波音の特性を利用した新しい探査法が実用化できている。また、規制値強化に伴い、増大する騒音測定業務に対しての効率化も重要で、コースにおける加速騒音測定システム。も稼働しており、実績を出している。

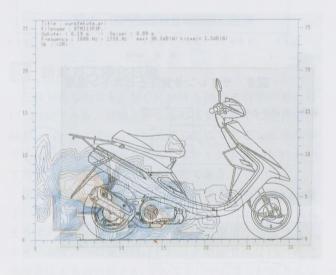


図9 音響ホログラフィによる音源探査

5 燃料改善技術

MCは、比較的高回転で低い平均有効圧での使用が多いため、エンジンの燃費率から見たときには、値が高い範囲で使われることが多い。実用燃費の改善は、このような低負荷域が対象となる。一般の走行は、加減速の繰り返しであるが、まずは、定常における改善が基本である。例として、30km/hにおける走行抵抗をパラメータとしたエンジンの燃費率と燃費との関係を図10に示す。エンジンによる燃費の改善は、走行に必要な出力を得るときの吸入空気量の低減であり、出力向上と同義である。従って、単一の手法だけによる大幅な改善は期待できず、走行抵抗の低減を含めて、車両全体としての取り組みが求められる。

MCは、従来からアルミの使用比率なども大きく、小型MFバッテリの採用や設計面でも最適化設計など、走行性能を向上しつつ、積極的な重量軽減が進められてきている。タイヤなどは、繰安性への影響が大きく、単純に転がり抵抗の低減を優先した仕様では、難しいことがある。また空気抵抗の低減についても抗力の減少が進められてきているが、今後も地道な積み重ねが継続して求められる。

エンジンは、吸排気系を含めて低速トルクの向上が燃費改善の基本であり、MCの特性から、特に排気系の効果は大きい、排気系の特性により低負荷で10%近い効果の得られた例もあるが、その例を図11に示す。

低負荷域では、吸気による筒内流動を強化し燃焼を改善する目的で、タンブルが注目されている。 4 バルブでは、2 バルブに比べて中心点火のプラグ配置と共にタンブルが得やすいため、優位性が認められている。 さらに5 バルブでは、4 バルブに比べて図12に示すように、同じ流量係数ではタンブルが強化でき、同じタンブル比ならば流量係数が向上できる優位性が、エンジン研究Gr.によって確認されている。単なる急速燃焼では得られない効果がタンブルで得られているが、また可変機構によれば、MCの特性に沿ったWOTの性能を維持しつつ、さらなるタンブルの強化が得られる。吸気ポートの下側を絞ることにより、流速の向上と流れの方向を規制できるようにした吸気制御について、図13に解析研究Gr.による筒内の乱れ強度についてのシミュレーション結果を掲げる。

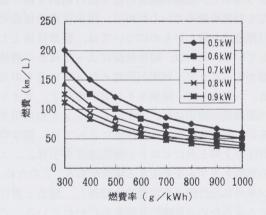


図10 車両の走行抵抗と燃費

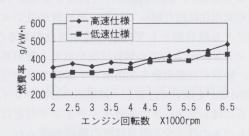


図11 燃費に対する排気系の効果

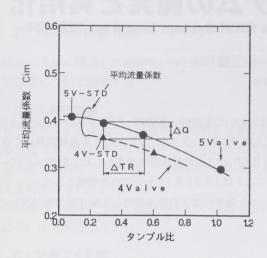
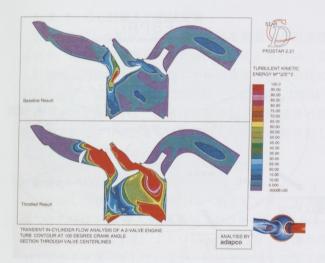


図12 5 バルブの 4 バルブに対する優位性



上:通常ポート

下: 吸気制御した場合

図13 可変機構による筒内乱れエネルギの強化

摩擦損失低減については、ピストンやコンロッドなどのFEM解析を用いた軽量化設計と共に、材料や熱処理による疲労強度の向上による小型化が進んでいる。 意面処理による摩擦の低減も行われているが、これらは燃費だけでなく排ガスに対しても効果的であり、進展が期待されている.

点火時期にスロットル開度の要素を入れ、低負荷時での最適点火時期の設定を可能とするため、TPSが用いられている。しかし、小排気量ではスペース上の理由などから採用しにくく、VMタイプでのスロットル位置を検出できるものが求められている。

Vベルト自動変速では、ベルトの改良による効率向上は通常の使用域において直接的な燃費効果があり、またトルクに余裕のあるモデルでは、変速特性の設定を燃費を重視した設定とすることにより、燃費を改善することなども行われており、効果が得られている.

6 おわりに

かつて、水と安全はタダと思われてきていたが、今やその意識は完全に変化している。大学を卒業し、新たに社会人となる人を対象にしたアンケートでは、地球環境の現状をけがの状態に例えると、危篤状態や意識不明の重体との悲観的見方が60%を越えているという報告がある。また、工学系学生の自動車メーカー志望の理由の多くが、排ガスや燃費のエンジン開発であると聞く。高性能の定義は、対環境と考える時代となってきている。メーカーとしては、ほかにもリサイクルや代替エネルギなど取り組むべき課題は多いが、世界中に夢と感動を与えられるMC技術を目指し、環境負荷の小さい製品作りに努力を続けたい。

■参考文献

- (1)「1995日本の自動車工業」(財)日本自動車工業会
- (2)「台湾排ガス規制適合排気系の開発」奈良他 ヤマハ技術会技報 No. 17
- (3)「YCLS」矢代他 ヤマハ技術会技報No,17
- (4)「モーターサイクル加速騒音測定システムの紹介」 丸山 ヤマハ技術会技報 No. 19
- (5) 「2輪車用エンジンの性能と回転数の向上について」 寺下他 ヤマハ技術会技報 No.8

「ESPRi」上のCAMシステムの開発と実用化

Development and Practical Application of a CAM System based on "ESPRi"

土屋光生 Mitsuo Tsuchiya 山田典男 Norio Yamada 三邊和治 Kazuharu Minabe

●技術本部 開発支援室

要旨

近年、各社でダウンサイジングが進められている中、当社においても設計〜製造同一プラットホーム化によりコンカレントエンジニアリングを実現すべく、統合CAD/CAM/CAEシステム「ESPRi」を自社開発してきた、CAMシステムにおいては、効率的な加工手法の提供と「ESPRi」との親和性を考慮し、CL計算ソルバーとしてUNISYS社製の「SCULPTOR」を用い、プリ/ポストは「ESPRi」上での自社開発とした。

その結果、等高線加工、隅取り加工そして筋彫り加工といった効率的加工方法を利用して試作品の削り出しと金型加工時間の50%短縮を実現した。

1 はじめに

従来、ヤマハ発動機㈱(以下、当社という)ではデザインから製造の各工程で、個別に適したメインフレーム中心のコンピュータシステムを使用してきた。しかし、システムの利用技術が増し、各システムが成長するにつれ、電算費用の増大と各システム間でのデータ交換負荷の増大が問題となり、また、ユーザーのシステムに対する要望も高度化してきた。そのため、コンカレントエンジニアリングとダウンサイジングの実現、そしてユーザー要望の吸収を狙い、EWSをプラットホームとする統合CAD/CAM/CAEシステム「ESPRi」の自社開発へと踏み切った。

新システムでは開発・保守負荷の低減と機能要件の理由から、CAM/CAEのソルバーに市販品を使用している。特にCAMについては、CL(Cutter Location)計算ソルバーにUNISYS社製「SCULPTOR」を使用している。

本稿では、新システム「ESPRi」上のCAM機能の開発と市販ソルバーの融合について、考慮点、利用方法、適用・効果を説明する.

2 新システム「ESPRi」について

当社が開発した新システム「ESPRi」の概要を図1に示すが、この「ESPRi」は、2次元、3次元のCAD/CAM/CAE及び線図処理、技術計算、図面管理、データ交換機能をあわせ持つ統合CAD/CAM/CAEシステムである。各機能は共通のデータベースを使用することで、データの流通性を高めており、プロッタ出力機能やユーザー管理機能なども有している。

また、CL計算などのようにリアルタイム性を要しない処理に対しては、JOB投入管理機能にて外部ソルバー

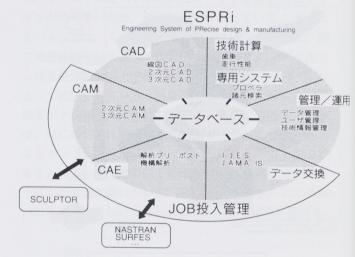


図1 ESPRi概要

とのインターフェィスを実現している.

CAMに関しては、従来のCAM専用システム「UNICAD」を廃止(UNISYSホストコンピュータを撤去)し、CAM機能を「ESPRi」上に統合した。これによって、約200台あるどの「ESPRi」端末からでも従来以上の機能が、使用可能となった。図2に新旧のシステム構成を示す。

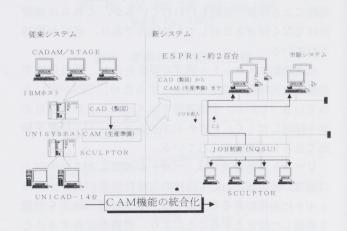


図2 システム構成図



3 3次元CAM機能概要

3次元CAMに関連した業務を、下記各工程に沿って、 CAM機能について説明する。

3.1 3次元形状定義

「ESPRi」3次元CAD機能を使用して加工物の 形状を定義(モデリング)する. (3次元CAM機能に CADの機能を含んでいるため、実際にはシステムを切 り替える必要はない.)

形状定義は、抜きこう配や型割りといった製造要件を 折り込み、面定義機能を用いて行う.

3.2 CL計算プリ処理

プリ(事前)処理は、さらに次の2工程に分かれる.

3. 2. 1 CL計算入力形状定義

3.1で作成した形状に対し、加工軸を意識した副座標定義や、伸び尺を意識したスケール掛けなどを行い、CL計算の入力形状を定義する.1つの基本3次元形状に対し、加工工程ごとに加工用の形状(CL計算入力形状)を切り出して使用する.副座標定義や加工対象部分の限定は通常のCAD機能を用い、計算入力形状の切り出しはCAM機能を用いて行う.

3. 2. 2 CL計算投入

切り出した形状に、加工残し代、加工ピッチ、加工領域などの条件を指示し、CL計算JOBを「ESPRi」から投入し、実行する。「SCULPTOR」は様々な加工方法をサポートしているが、当社で使用する加工法についてJOB投入機能を用意してある。また、計算の種類によっては、CLの基本形状を必要とするものもあり、CAMシステムはこの基本形状作成機能も有している。

3. 3 CL計算

CL計算にはUNISYS社製CL計算ソルバー「SCULPTOR」を、実行JOBの制御は「NQSU」という自社開発機能を使用している。「NQSU」はJOBの実行、取り消し、実行状況確認、アカウント情報の作成及び蓄積の機能を持つ。

「SCULPTOR」がサポートしている加工方法の 代表的なものを**表1**に紹介する. (1)②(3)(4)(5)

表1 SCULPTOR機能

4		工具
加工方法	径路計算機能	ボール ラジアル テーパ
荒加工	突 き 加 エ	0 0 X
71C 711	等 高 線 加 工	0 0 x
稜線加工	ペンシル加工	0 0 0
「友が水川上	隅取り加工	0 0 0
	直線走査(スキャン)加工	0 0 0
領域仕上	ガイド曲線走査加工	0 0 0
	面沿い加工	O × ×
加工	等 高 線 加 工	O × ×
	立て壁沿い加工	0 × 0

〇:使用可能 ×:使用不可

3. 3. 1 走査線加工

図3に示すようにスキャン加工,等方向加工ともよばれる最も一般的な加工方法の一つであり,X軸など任意のベクトル方向に平行に等ピッチで加工を行う.

立ち壁部と平たん部で工具にかかる負荷が著しく変化 する可能性もあるため、切削速度を大きくできないとい う弱点もある.

C L計算時間は短く, 木型, 金型を問わず広く利用している.

3. 3. 2 等高線加工

図4に示すように、深さ方向に一定の高さの領域を各層ごとに切削する手法で、1層加工中に深さ方向の移動が起こらないため、工具への負荷が一定に保て、切削速度を大きくできるため、等高線による荒加工は加工時間を大幅に短縮できる。ただし、平たんに近い部分では削り残しが多くなる。

走査線加工と比較して、10倍ほどの電算資源(メモリ、ワークスペース、CPU時間など)を必要とするため、現EWS環境になって初めて実用化が可能となった。

現在,等高線加工は立ち壁部加工,削り出し加工,金型加工には欠かせない加工方法である。また,CL計算時間は長いが簡単に利用できる環境にあり,従来走査線加工を使用していた加工の半数以上が等高線加工に移行している。

3. 3. 3 稜線加工

隅取り加工が代表的なものである。図5に示すように、小径凹R部(隅の部分)を大径の工具で加工すると加工残りが発生する。この部分を仕上げるために、凹R部に沿って加工する手法を指す。

全体として高速加工を行うために、工具への加工負荷が大きく変動する隅部を先に隅取り加工で除去しておく場合もある。自動的に加工残り範囲を判定し、この部分を切削するCLを作成する機能が有用である。しかし、案内線作成など前処理に工数がかかるため、現在は必要最小限の部位に限り適用している。

案内線の自動作成と立ち壁 - 平たん部間の小径凹R部加工の効率化が今後の課題である.

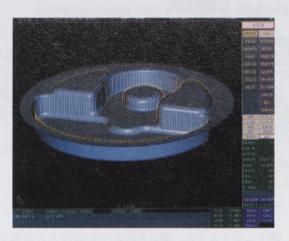


図3 走査線加工

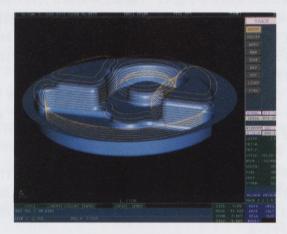


図 4 等高線加工

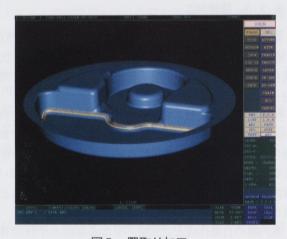


図5 隅取り加工

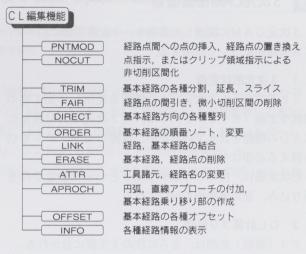
3.4 C L 計算ポスト処理

ポスト(後)処理も次の2工程に分かれる.

3. 4. 1 CL編集

「SCULPTOR」によって計算されたCLを,加工の順番や加工開始位置を合わせるために編集することが多い.CAMシステムにはこの編集機能も持つが,表2にその機能一覧を示す.

表2 ESPRi編集機能



3.4.2 NCデータ作成

最終的に作成されたCLデータをもとに、加工機の条件を指示し「SCULPTOR」の機能を用いてNCデータを作成する.(この作業をポストと呼ぶことが多い.)

3.5 加工

オンラインでNCデータを加工機に渡して加工を行う, DNC機能の汎用的なものを自社開発した.この機能は, 高速加工(8m/分)に追従可能なPC版高速転送機能 を有し,現在試作加工部門で使用している.

4 開発と融合の考慮点

「SCULPTOR」を導入し、「ESPRi」から 効率的な利用環境を実現するために、主に次に述べる 3 点に注力した。

4. 1 データ変換

「ESPRi」から「SCULPTOR」を利用するには、形状データを「ESPRi」図形データ形式から、「SCULPTOR」図形データ形式 (6) に変換する必要があった。この変換機能を開発するにあたり、透過性とユーザーインターフェイスを特に考慮した。

4. 1. 1 透過性

制

データ変換の透過性を高めるために,下記の点に注意 1.45

形 式-ファイル形式,数値形式

図形要素-要素種類

構 造-面境界線,頂点などの構造情報

精 度一離れのしきい値

最大値-構成点数,面のパッチ数, 面の穴や境界の数,要素数

限-縮退面,閉じた面

「ESPRi」にしかない図形要素は、「SCULPTOR」の持つ図形要素に近似することで対応した.

精度については、「SCULPTOR」の離れのしきい値が「ESPRi」より大きいことが確認できたため、特に対策は必要なかった。構成点数など各種最大値はUNISYS殿の協力を得て、それぞれ最大データを作成し、稼働確認を行った。

縮退や閉じた面のように「SCULPTOR」の機能制約を受ける図形は、実行時に必ず「SCULPTOR」機能による制約図形の切り取りを行うことで対応し、開発した変換機能での対応は必要なかった。変換機能が高い透過性を持てたのも、この切り取り機能の頑強さによるところが大きい。

4. 1. 2 ユーザーインターフェイス

「ESPRi」はすべての作業がその上で完結することを目標にしており、各機能とも同様のユーザーインターフェイスを持つことで、操作の煩雑さの低減を狙っている。 CAM機能のユーザーインターフェイスも他機能と同様にすることで実現した。これにより、ユーザーは「ESPRi」以外のシステムを意識せずに作業を行うことができている。また、「ESPRi」と「SCULPTOR」間の高いデータ透過性が、これを可能とした。

実際には、「ESPRi」と「SCULPTOR」の図形データを2重持ちすることで、ユーザーには「ESPRi」のデータのみを意識させている。また、基本形状データからCL計算入力形状データを作成する時に、内部的に「SCULPTOR」形状データも作成しているため、仮に変換に不具合があれば、この段階でユーザーは不具合を認識できる。(実際には、この作業での不具合はほとんど発生していない。)

そして、基本形状データのみを最終的に管理する運用になっているため、加工段階で作成されるCL計算入力形状・パスデータは加工が終了するとすべて消去され、2重持ちによるディスク容量などの非効率化を防いでいる。

4.2 CL計算JOB投入

「SCULPTOR」がサポートする多数の加工方法のそれぞれに、多数のパラメータが存在する。パラメータの設定をその都度ユーザーが行うのでは、非効率的である。

そこで, JOB投入機能を作成する際には, 下記項目を考慮した.

- 1)投入手順の簡略化 必要最小限のパラメータ設定,複数JOBの一括 投入,投入機能のパネル形式化
- 2)加工の標準化 全社共通,部署別,部品別

- 3)履歴の保持 設定パラメータ履歴,加工方法履歴
- 4)各部門個別対応 加工機の種別などによる個別設定の吸収

JOB投入の機能は加工方法ごとにパネル形式とし、必要最小限のパラメータ設定で指示できるようにしている。指示可能なパラメータについても、社内での標準的な値を省略時設定にすることで、ユーザーは変更したい部分のみ指示すればよい。加工領域指示はCAD機能の利用、加工ピッチ指示はカスプ指定のピッチ自動計算などにより、パラメータ指示の簡略化を図っている。

また、加工方法とその設定パラメータを工程データとし、複数工程データを工程データベースとして利用できる機能を提供した。図6に示すように、工程データベースには、複数の工程データを加工データとして、一括して登録が可能である。登録された手順は簡単に再利用可能なため、類似品の生産準備効率化、工程の標準化に貢献している。

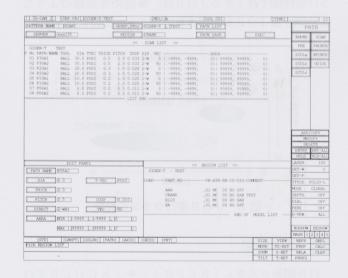


図6 JOB投入画面

全社的に標準化が図られたCL計算JOB投入機能に対して、ポスト処理は各部門の加工機の制約などで共通化が図れない部分があった。全社共通使用のポスト投入パネルと、各部門個別仕様パネルの両方を提供して対応している。NCデータの作成部門と加工部門が異なる場合も、加工部門仕様のポスト投入機能を使用すれば、加工部門の持つ加工機の仕様にあわせたデータが作成できることになる。

4. 3 実行JOB投入管理

CL計算ソルバーとして「SCULPTOR」を導入するにあたり、予想使用量やCPU性能などを元に、メインフレームでの使用実績と比較して「SCULPTO

R」用EWS台数を算出した.

さらに,導入効果を高めて効率的な利用を行うために, 下記のような効果を狙った.

- 1) ユーザー部門業務の増減吸収
- 2) 管理・運用負荷の低減
- 3)各CPUごとの計算負荷の平均化
- 4) JOB実行待ち時間の低減

まず、複数計算ソルバーを各部門ごとではなく電算室に集中し、全社共通利用とすることで、ユーザー部門ごとの業務の増減吸収と管理運用負荷の低減を図った.

そして、「NQSU」を用い、JOBの実行CPU決定を使用状況によって行う(つまり、あいている所で計算する)ことでCPUごとの計算負荷の平均化を図った.

また、「SCULPTOR」で提供される加工方法及びポスト処理を、計算負荷によって4グループに分類し、図7に示すようにそれぞれに実行クラスを設定した.これにより、軽い計算負荷のJOBが、先に実行されている重いJOBのために待たされることがなくなり、JOB実行待ち時間も低減されている.例えば、ポストのように短時間で終了するJOBは、事前に等高線のような長時間計算JOBが処理されていても、即時に終了する.

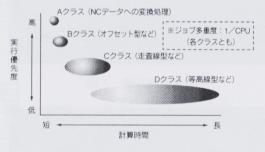


図7 JOB実行クラスの設定

5 適用結果

自社開発システム「ESPRi」を「SCULPTOR」と融合させ、利用することで、従来の「UNICAD/SCULPTOR」(メインフレーム版)を用いた場合と比較して、平均 5 割ほど作業工数の低減が図れた.

中でも効果が著しかったものはプロペラやエンジン部 品であり、6割以上工数が削減されている.

次に、現在ESTY「3DY P/J」にて検討が行われている、クランクケースのNC削り出しによる試作品加工の適用事例を示す.

5.1 クランクケース削り出し適用事例

ESTY「3DY PRJ」カテゴリAでは、クランクケースNC削り出しの実現とそのリードタイムを3次元形状作成後3日とすることを目指して活動している。我々技術電算グループも積極的に参加し、削り出しの実現に向けて、3次元CAM新機能と利用技術開発を行ってい

3.

第1回目のクランクケース加工時の試行結果を**表3**に、クランクケースを図8に示す。この結果を受け、課題となった機能と工程に対して改良と利用技術開発を行い、現在試行中のクランクケース削り出しへの適用を提案し、支援を行っていく。

表 3 第 1 回試行結果

確認項目	目 標	試 行 結 果
①上下割りケースでの 工法確認 1. 工程, 工順 2. 精度確認	工程を5→3 肉厚±0.05	1. 縦形高速M/Cで2工程 横形高速M/Cで1工程 (3工程分)(生技開発から借用) 2. 基本肉厚2.3±0.05
(加工歪み)	平面度100 µ	平面度40 μ
②L/T (工数)の 確認		retairmaga
1. モデリング	120h	1. メルコ依頼 (社内負荷大) 160h
2. NCデータ 作成工数	40h	2. トライ&エラーで70h ESPRiの能力アップが必要 (シューディング,パス計算)
3. 試加工工数 4. サイクル工数	50h 30h	3. 試加工は82h(昼 直) 4. サイクル加工は21h/個 (一昼夜DNC運転で1個/日)

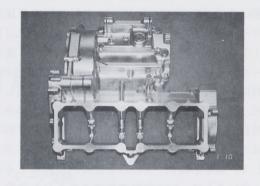


図8 削り出しクランクケース

6 今後の展開

「ESPRi」への業務移行が終了した現在、今後のCAM関連機能の作業項目として、機能の安定化や「SCULPTOR」新機能への対応などがある。また、当面の大きなテーマとして、加工残り部の自動検出と自動CL作成機能の実現を検討している。モデリング機能については専用機能化や一括処理化による効率アップと共に、ソリッドモデリング技術の試行と検証を進めていく、いずれも、自社開発システムの強みを生かし、また社外の技術を活用して、当社業務の特性に合った仕様とタイムリーな機能提供により、業務効率アップに貢献していきたいと考える。

7 おわりに

UNISYSとユーザー部門の協力により、新システム「ESPRi」CAM機能に市販ソルバーを融合させたことで、効率的開発と業務適用が図れた、結果として、ユーザー部門の大幅工数削減も実現できた。

また、本CAM機能の完成により、CAD/CAM/CAE、及び周辺各機能がそろい、「ESPRi」を中心とした開発業務のコンカレント化実現に向けて、システム側の基礎固めが終了した。今後は機能面での改良とともに、3次元設計の推進を軸とした、設計~製造の業務プロセスを一体と考えた開発支援活動を進めていく。

■参考文献

- (1) 日経CG編著:「CADの基礎知識」, 日経BP 社
- (2) 「N C複合曲面加工システム S C U L P T O R 解 説書」、日本 U N I S Y S ㈱
- (3) 「スキャニングNC加工システムUNICAD/ SCAN操作解説書」, 日本UNISYS(株)
- (4) 酒井喜嗣:「SCULPTORにおける境界切削 工具経路の計算方法」, UNISYS技報, 12号
- (5) 大庭克治: 「接触計算に基づく複合曲面NCシステムの開発」, UNISYS技報, 19号
- (6) 谷本茂樹: 「サーフェスモデラとソリッドモデラ の統合」, UNISYS技報, 32号

他参考として,

「プレス技術1990年7月号」日刊工業新聞社, 「型技術1993年8月号」日刊工業新聞社 適用事例資料提供 ESTY事務局

■著者



土屋 光生



山田 典男



三邊 和治

二輪車のサージ評価法

Evaluation Method of Surge on 2 Wheel Vehicles

本山 雄 Yuh Motoyama 加藤隆輔 Ryusuke Katoh

●技術本部 基盤技術研究室

要旨

2 サイクルエンジンを搭載した二輪車で発生するサージに関し、車体の挙動と燃焼とを同時計測し、その発生機構と評価法を検討した。その結果、サージは不整燃焼を加震源とし、タイヤをバネとする車体のピッチングであることがわかった。動力伝達系にガタを多く含むため、燃焼との相関は明確には取りにくい。サージの評価指標として、ピッチングレートのオーバーオールdB値が体感と良く合うことがわかった。

1 はじめに

2 サイクルエンジンは小型・軽量で比出力に優れるが,低速低負荷時に不整燃焼が発生する.この不整燃焼は燃費・排ガスの悪化をもたらすが,衝撃的なトルク変動をともなうために車体の前後方向の振動,すなわちサージを引き起こして乗車感を著しく損なう場合がある.サージの対策には発生源である不整燃焼の対策が従来行われてきた.従い,評価指標にはクランク軸回転の変動(1)や,図示平均有効圧の変動(2)(3)が用いられてきたが,サージは,本来,車体側の挙動のため評価値と体感が一致しないこともあり,また燃焼との相関も明確でないところがあった.そこで著者らは,サージ発生時の車体の挙動と燃焼を調べ,その発生機構の解明を試み,さらに評価手法についても検討した.

2 テストエンジン、車両およびテスト方法

サージは気筒当たり排気量が大きいほど強く発生する。 そこで水冷単気筒200ccエンジンを搭載したオフロード走 行用二輪車(37F:DT200)をテスト車に選んだ。諸元 を表1に示す。また、排気管構造を変え不整燃焼領域を 変更した車両もいくつか製作し、比較用とした。

サージ発生時の車体挙動, 燃焼状態を把握するため,シャシー・ダイナモ上にて, 燃焼圧, クランク軸回転変動, スプロケットギア(ドライブ及びドリブン)回転変動, 車体各部の前後上下方向加速度, ピッチング方向車体角速度及びフロントサスペンション変位を同時に計測した. 評価装置の概略図を図1に示す. エンジンの燃焼特性は別途テストベンチにて詳細に調査した.

表1 テスト車両およびエンジン主要諸元

車両乾燥重量	99 kg
全幅	1190 mm
ホイールベース	1365 mm
キャスタ	28° deg
エンジン形式	2 サイクル水冷単気筒
吸気形式	ピストンリードバルブ
排 気 量	195 cc
ボア×ストローク	66×57(mm)
圧 縮 比	6.4~7.9
排気タイミング	85° ∼ 103° A•BTDC
掃気タイミング	123° A•BTDC
最大出力	22.0 kW / 8500 r/min
最大トルク	25.5 N·m / 7500 r/min

- 加速度センサ
- ▲ 変位計
- ◎ 一軸レートジャイロ
- 燃焼圧ピックアップ
- 回転センサ
- A. FFT
- B. DCアンプ
- C. コンピュータ
- D. 定電圧電源
- E. チャージアンプ
- F. ジャイロアンプ
- G. FVコンバータ

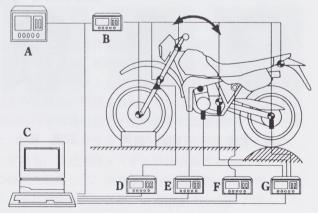
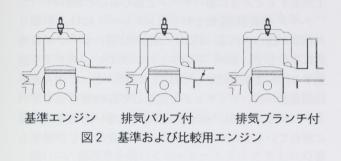


図1 テスト装置



3 エンジンの燃焼特性

燃焼特性が車体の挙動に及ぼす影響を調査するため、 基準エンジンのほかに排気管構造を変えたエンジンを二 種類製作した.一つは排気通路面積を変化させ不整燃焼 の抑制をねらったバタフライ排気バルブ⁽¹⁾装着エンジン、 もう一つは不整燃焼の発生領域を変えるために排気管枝 管(ブランチ)を装着したエンジンとした.図2にそれ らエンジンの概略図を示す.



3. 1 基準エンジン

図 3 に基準エンジンの燃焼特性を示す。不整燃焼域はおおむね燃焼変動率 δ mi(標準偏差/図示平均有効圧平均値)0.2以上の領域で、4500r/min付近に突出した形で低速低負荷域に広がっている。この突出領域に R-L(走行負荷)が掛かっており、40km/hから50km/hでの走行時(特に4200r/min)に強いサージが発生しやすくなっている。

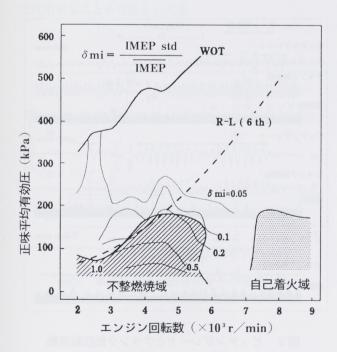


図3 基準エンジンの燃焼特性

3.2 バタフライ排気バルブ装着エンジン

図4にバタフライ排気バルブを付けたときの不整燃焼域を示す、排気バルブを装着すると掃気効率は悪化するが筒内ガス温度が上昇し、その結果、燃焼が改善されて不整燃焼域は6th R-L以下に縮退する。この仕様ではトップギアでの走行時にサージを感じることは全くなくなる。また、排気管断面積絞り比を0.164より0.073とすることで不整燃焼域がさらに縮小することもわかる。

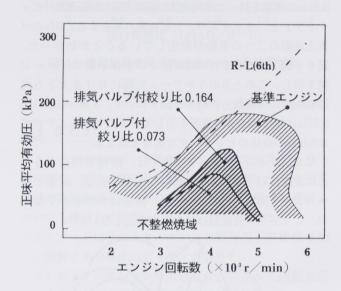


図 4 排気バルブ付エンジンの燃焼特性

3. 3 排気管ブランチ装着エンジン

排気管入り口から50mmのところに183cc(φ32mm × 220mm)のブランチを設けた仕様の不整燃焼域を図5に示す. ブランチ装着により排気系の等価管長が長くなり,不整燃焼域が低速域に移行していることがわかる. この車両では3500r/minで走行したときに最も強くサージを感じる.

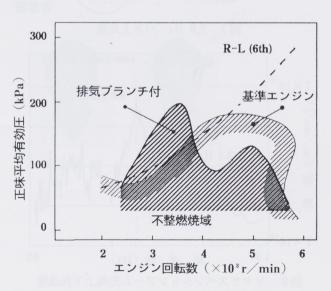


図5 排気ブランチ付エンジンの燃焼特性

4 サージ発生時の車体挙動と燃焼状態

4.1 車体挙動の解析

基準エンジンを搭載したテスト車をシャシー・ダイナモ上でサージが起こる条件($4200r/\min,6th R-L$) で運転し、車体各部の加速度を計測後、モーダル解析を行い車体の挙動を調べた。

その結果、サージ発生時には、タイヤをバネとする8.9Hzの周期を持った車両全体の前後方向の回転運動(ピッチング)と、リヤサスペンションをバネとする2.6Hzのバネ上共振の二つの挙動が発生していることがわかった。図6と図7にそれぞれの周波数での車体挙動のイメージ図を示し、このときのリヤアーム先端における上下方向振動強度の周波数分析結果を図8に示す。8.9Hzの成分は2.6Hzに対し約60倍の強度を示していることから、サージは8.9Hzの車体のピッチングであると言える。

なお、シャシー・ダイナモ上では、前輪を拘束するために実走に対して車体の挙動が若干変化する。実走ではサージ発生領域が広くなる反面、強度はやや小さくなるが、ピッチング周波数はほとんど変化しない。

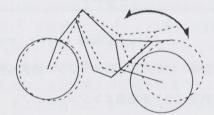


図6 8.9 Hz ピッチングモーション

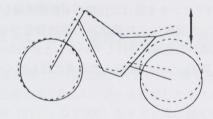


図7 2.6 Hz バネ上共振

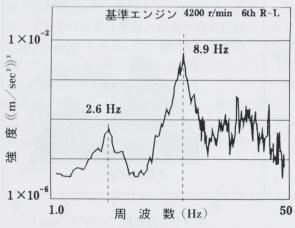


図8 リヤサスペンションアーム先端上下加速度 の強度分布

4.2 サージ発生時の燃焼状態

次にサージと燃焼との相関を調査した. サージの支配的成分がピッチングであることから, その計測には 1 軸レートジャイロを用いた. 計測点は, 3800, 4200, 5100r/minの6th R - L点とした. 図9にピッチングレートとクランク軸回転変動, 燃焼圧力の時系列変化を示す. なおシャシー・ダイナモ上で乗車したところ, 2 deg/s程度の振幅のピッチングが単発で発生しても評価者はサージの発生を体感し, 5 deg/s以上のピッチングが 2 秒以上発生すると非常に強いサージと感じることがわかった.

クランク軸回転変動とピッチングレートには、かなりの相関が認められる. 5100r/minでは弱いサージが散発的に発生しているが、そのタイミングでピッチングを誘発する回転変動が発生しており、4200r/minでは大きい回転変動が強いピッチングと同期して長時間発生している. しかし、3800r/minでは振幅の大きい回転変動が常に現れているものの、ピッチングは散発的にしか発生しない.

一方,燃焼圧とピッチング,回転変動との間には幾分 相関はみられるものの明確な関係はつかみにくい.

不整燃焼時はいろいろな大きさのIMEPを示すサイクルが、ある程度の規則性を示しながらも不規則に発生し、また、供試エンジンは動力伝達経路内にドックミッションなどのガタ成分を多分に持っている。これらの要因から入力と出力の間の非線形性が拡大され、その相関が取りにくいものとなっている。

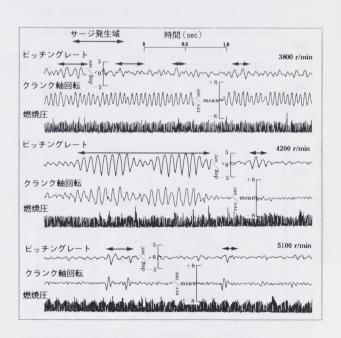


図9 ピッチングレートとクランク軸回転変動 燃焼変動の関係

5 サージの定量評価法

次にサージの定量評価指標について検討した。基本物理量はピッチングレートとし、単位時間当たりの平均振幅,最大振幅,時間平均オーバーオールdB値などを比較したところ,それぞれ大差なく体感と一致することがわかったため,処理の容易なオーバーオールdB値をサージ強度として用いた。キャリブレータの都合上,基準値を $\pm 20 \deg/s$ peak-peak=0 dBとし,50 Hz以上の信号は除去した。サージ強度が-23 dBより小さいと,体感上全くサージは感じなくなる.

図10は、6th R-L走行時のサージ強度を基準車、バタフライ排気バルブ装着車、及び排気ブランチ付き車について評価した結果を示したものである。排気バルブ装着車にはサージは発生せず、ブランチ装着車のサージ頻発域は3500rpmに移動している。このサージの定量値の傾向は乗車時における体感とも非常に良く合っていることがわかった。

図11に、基準車を用いてシャシー・ダイナモ上にて車速および走行負荷を変化させたときのサージ強度を示す、走行負荷が0.5Load/R-Lになると、どの車速でもサージ強度は急激に増大する。さらに低い0.3Load/R-Lでは、5100rpmのみ強度が増し、4200rpmでは若干強度が低下する。

これらの結果と燃焼特性を比較すると、一部の領域を除きサージ強度と燃焼変動率はかなり近い特性を示していることがわかる。サイクル毎の燃焼とサージとの相関は不明確なものの、入力である燃焼の変動がその支配的要因となっていることが改めてうかがえる。アイドリングと極めて低い負荷域を除き、サージ強度を燃焼変動率で代用することも可能といえる。

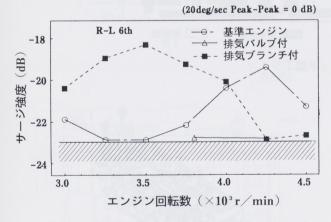


図10 車速を変えたときのサージ強度比較

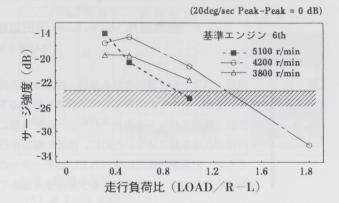


図11 走行負荷を変えたときのサージ強度比較

6 まとめ

2 サイクルエンジンを搭載した二輪車で発生するサージに関し、車体の挙動と燃焼を同時に計測し、その発生機構の解明を試みた。またサージ強度の定量的な評価についても検討した結果、以下のことがわかった。

- 1)サージは2サイクルエンジン特有の不整燃焼を加振源とする車体のピッチングである.
- 2) ピッチングレートを用いることによって体感と良くあったサージの定量的な評価ができた.

■参考文献

- (1)畑,後藤:内燃機関, Vol. 20 No. 250, (1981)
- (2)土屋,長井,後藤:内燃機関,Vol. 21 No. 264, (1982)
- (3)M. Sekine, T. Ishikawa: SAE Paper 912617

著者







加藤 隆輔

精密スピンドルの異常解明と有効電力を用いた予知保全

Failure Clarification of Precision Spindle and Predictive Maintenance using Effective Electric Power

鈴木隆光 Takamitsu Suzuki 岩田敏雄 Toshio Iwata 木村 孝 Takashi Kimura

●AM事業部 AM製造部

要 旨

品質・コストが重要視される今日、生産設備の再生は重要な課題である。当社でも、積極的に設備の再生を展開しているが、すべての設備を社内で厳密な管理の下で行うことはできず、外部専門業者に委託する場合も多い。今回、精密スピンドルのオーバーホールを外部に委託したが、結果として予期しない初期異常故障が多発した。同様の故障を起こさないために、故障の解明を行い、リニューアル計画保全の仕組みを作り、推進した。さらに、刃具磨耗検知に使われているモーターの有効電力状態監視をスピンドル軸受の異常予知にも適用し、無負荷運転時のしきい値管理による予知保全を進めている。

1 はじめに

今日、自動車用エンジン部品において、高品質化・コスト低減などの要求が高まりつつある。設備の生涯についても、設計・製作・使用・廃却の従来の考え方を一変し、再生(リニューアルメンテナンス)により、寿命延長を行うことが、投資削減はもちろんのこと、環境保全の面からも一つの流れになっている。

ヤマハ発動機㈱(以下,当社という)でも,設備のリニューアルを積極的に進めているが,すべての設備を社内で厳密な管理下で行うことはできず,外部専門業者に委託する場合も多い.今回,精密スピンドルのオーバーホールを外部に委託したが,結果として,予期しない初

期異常故障が多発した.

本稿では初期異常故障の対策のため、モータの有効電力状態監視をスピンドル軸受の異常予知に適用し、しきい値管理により予知保全に活用した試みを報告する.

2 初期異常故障の解明

2. 1 加工設備概要

今回,リニューアルを実施したシリンダヘッド加工ラインの概要を図1に,本稿の対象設備である専用孔加工機を図2に,製品を図3に示す.

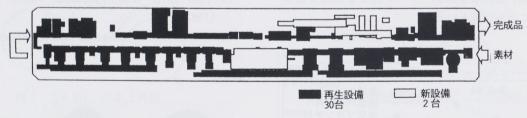
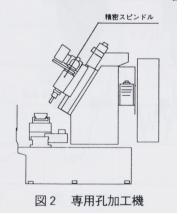


図1 シリンダヘッド加工ライン



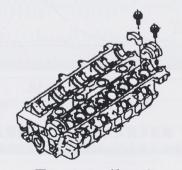


図3 シリンダヘッド

2.2 故障データ分析と故障現象

リニューアルメンテナンス後の故障分析結果を,表1に示す。対象の専用孔加工機の精密スピンドルまわりの故障時間が多いのがわかる。また,表2に示すように、それらの故障はリニューアル直後の6ヶ月間に集中していた。精密スピンドルまわりの異常故障現象としては,異音・振動大が多く,分解・点検後,異常部位を調査した結果,図4に示すように,スピンドル後部の円筒ころ軸受に異常が集中していた。ここでは,代表的な次の2例(スピンドル#2-L,#6-R)について,結果を表3に整理した。

表 1 対象の専用加工機群の部位別故障分析 ('93.9~'94.2)

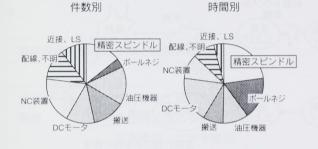
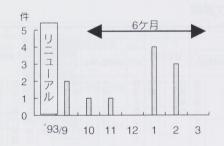


表 2 精密スピンドル故障の推移



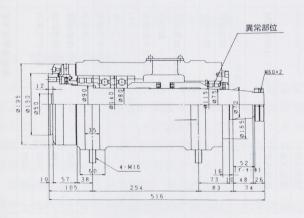


図4 スピンドル構造と異常部位

表3 スピンドルの異常故障現象

スピンドル Na	現象	振動値データ	損傷状況
#2/L	異 音	加速度:A PEAK 19G AVF 9G	: जा
# 6 - R	振動大	加速度:A PEAK 10G AVE 3.9G	

2.3 故障の解明

(1) #2-Lの例

損傷があった円筒ころ軸受の外輪軌道面に、スラスト方向の傷があり、傷の大きさは、2種類のパターンになっていた。この傷は、図5に示すように、斜め組付けした時にできたものと思われるが、傷付きの原因を解明するため、復元による実証を行った。

図6に示すように、正規の垂直組付けに対し誤った水平組付けの場合、軸の傾きに加え、軸受ころが下に片寄る. さらに、外輪を内輪の後に組み付けた場合、挿入困難となり、無理に入れると外輪が傾き、傷付が再現した.

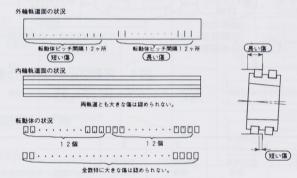


図5 傷パターンと組付け状況

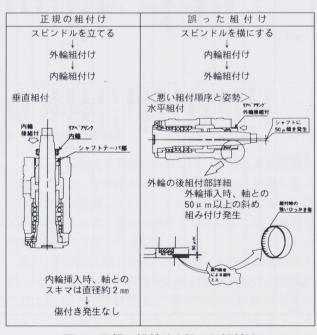


図6 正規の組付けと誤った組付け

(2) #6-Rの例

上記の誤った組付けに加えて、図7のように、リアプレートが約0.3mm歪んだ跡があり、過剰締付けとスラスト受けのサークリップの倒れにより外輪が変形して、コロを圧迫し、フレーキングに至ったと推定される.

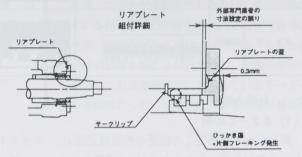


図7 リアプレート過剰締付けの例

3 リニューアル計画保全

前述の誤組付けを解消するとともに、オーバーホール 後の状態を定量的に診断、判定できる仕組みが必要であ る. また、従来の事後保全体制から予知保全体制への転 換も求められる.

3.1 計画保全の仕組み作りと推進

上記の課題を達成するために、従来の保全の取り組み方を見直し、図8のように、再発防止のための仕事の仕組みを作り推進した。具体的には、(社)日本プラントメンテナンス協会の7ステップ展開を参考にし、リニューアルに合った使いやすい8ステップ展開表を表4のように作成し、活用した。

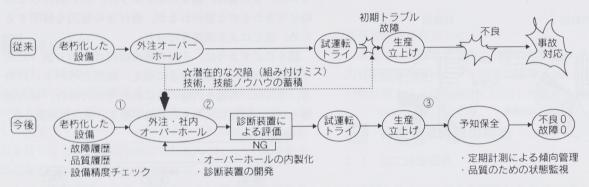


図8 再発防止のための仕事の進め方(リニューアル計画保全)

表 4 計画保全の8ステップ展開

		1				2	2			3								4									5					6					7	7		8
実 施ステップ	19	R全性 整		D	B	弱点 明 明	部位位在化	の		目的(現	場の	確認	g/H				ベル保		認法	と基	準σ.	確言	ΣŽ.	弱	点対	策	МТТ		呆全 短縮/				低減		予知	保全		MF 設言
項目	I	犬	古阿乡木	文章 子斤	Ş S G	弱点箇所	9	重点箇所				図面管理	予備品管理	保全作業ツール	保全計画	分解	整備	復元		保全仮基準			保全計画		自主保全支援	故障解析		改善	保全作業ツール		予備品管理		保全スキル向上		設備再生技術	設備の条件設定	設備の条件管理	設備モニタリング	状態の監視	MP設計情報
詳細項目	保全記録	保全データ	要因分析	故障ストラクチャー	弱点部位	弱点部品	重点部位	重点部品	品質不良0	故障〇	コストミニマム	図面・取扱	予備品現品	特種工具 補助専用	保全リスト				点検基準書		チェックシート		定期保全カレンダ		トレーニング台	故障探索	PM分析		自社開発工具装置	手順書・マニュアル	計画保全準備棚	ユニット・ブロック交換	オーバーホールの内製化	設備診断装置の開発	予備品の再生利用	設備精度と	製品精度の関係	刃具折れ予知		MP設計要望書
																																					代用	 特性		
(部位/部品				自主保全	専門保全	自主保全	専門保全	自主保全	専門保全												振動	電力	温度	変位	
95年6月	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	×	0	0	×	×	×	Δ	X	X	Δ	X
当時 95年7月	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	01	OI	0	0	0	Δ	0	Δ	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0		0	X
現在	~		0	_	-	10	0		1	0									O	01	01	0	0				0		1	-	1	-	10	Ť			0	-		Δ

リニューアル計画保全の特徴は次の3本柱である.

- ① オーバーホールの内製化
- ② 診断装置の開発
- ③ 予知保全

上記①, ②については本章で, ③については 4 章で詳細に説明する.

3.2 オーバーホールの内製化

分解,整備,復元からさらに一歩進めて,技術,技能のレベルアップ,保全コストの削減を目的に,オーバーホールの内製化を試みた.具体的には,初期異常故障につながった組付け不良ポイントを重点に,スピンドル組付けノウハウを,メーカーからの情報をもとに定量化し,マニュアルによる標準化を行った.

マニュアル作成までの手順とマニュアル例を図9に示す.

事前準備:組付け手順と急所の抽出

オーバーホール:組付け治工具,測定器 実施の使用ノウハウ拾得

写真撮影、ビデオ撮影

標準化:マニュアル化



図9 マニュアル作成手順と例

3.3 診断装置の開発

オーバーホール後の軸受状態の確認として、診断装置により振れや振動などの動的精度を計測し、基準値管理をしている。従来、メーカーで試加工して、スピンドル精度の判定をしていたが、診断装置により動的な振れで精度判定を可能にしたことを特徴とする。

診断項目に対する基準値は、製品精度やメーカー推奨値から決めている。診断装置概要を図10に、定量評価内容を図11に示す。



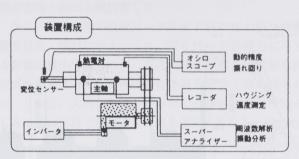


図10 診断装置概要

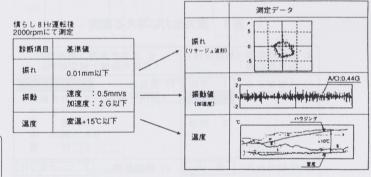


図11 定量評価の内容

4 予知保全

4.1 有効電力の利用

スピンドル軸受の異常については、振動による計測が一般的であり、予知保全として定期点検の計測値を使った傾向管理を推進している.しかし、振動による方法は工数がかかるので、ほかの簡便な方法により加工職場で異常が判定できないかを検討した.

現在、切削加工時の切削抵抗がモータの有効電力に表れ、刃具の摩耗、損傷の検知に使われていることが報告されている。(1)② 当社でも、品質異常が有効電力に表れることを経験している。そこで、有効電力を使うことにより、切削加工時の刃具寿命検知以外、すなわち品質

異常. さらに無負荷運転時にはスピンドル軸受の異常も 検知できるのではないかと考え、進めることにした. 具 体的には、ARTIS社の刃具モニタリング電力計を用いて 無負荷運転時と切削加工時のしきい値を決め、電力パター ンによる異常判定を試みた、実際の設備運転時の有効電 力の出力例を図12に、出力に与える要因を表5に示す. 次項に各要因の影響度としきい値を決める手順を述べる.

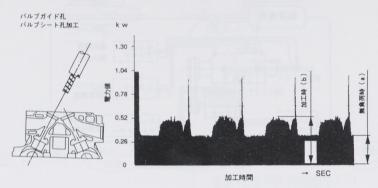


図12 電力出力例

表 5 電力出力に与える要因

a. 出力の要因(無負荷時) (設備の影響)	b. 出力の要因(切削時) (刃具+設備+被切削物)
1) スピンドル 軸受抵抗 1. 予圧 2、損傷	1) 刃具の 切削抵抗 2. 刃具製 パラツキ
3. 潤滑	3. 損 傷 4. 潤 滑 5. 材 質
2) 駆動ベルト 張力	2)被切削物1.ワーク取り代2.素材不良
3) モータ軸受 1. 予圧 抵抗 2. 損傷 3. 潤滑	3)設 備 1.送り系 2.クランプ 3.制御系
4) スピンドル 回転変動 回転数	4) スピンドル 回転変動 回転数

今回のしきい値設定の主眼点 今回のしきい値設定に考慮した変動要点

4.2 計測データとしきい値設定

(1) 計測装置

計測装置の概要を図13に示す、ARTIS社の電力計は、 サンプリング速度10ms, サンプリング時間は最大20min, 刃具モニタリングを主な目的にしたもので, あらかじめ 設定した基準値を超えた場合, アラームが出力される機 能を持つ. 今回の計測は、この電力計を使用した.

(2) 無負荷運転時の有効電力値

ここでは、設備の影響のうち、スピンドル後部の円筒 ころ軸受抵抗の影響をみることに主眼を置いた. オーバー

ホール後の初期異常故障に見られた軸受損傷時の抵抗に 近い状態を作り出すため、該当軸受の劣化促進テストを 行った.テストの装置構成を図14に示す.劣化促進のた め, ゴミをグリース内に封入し, テストを行った. 有効 電力の出力例を図15に示す。ゴミ封入直後は、噛込みに より出力が一時的に増加するが、その後は次第に安定す る. 出力値としては安定後の値を採用した.

図16に劣化促進テストの有効電力値と振動値の計測結 果を示す. しきい値の設定にあたっては, 平均振動加速 度の値をパラメータとして、2G以上の値を選んだ、2 Gの根拠は、表6のころがり軸受振動基準による. ⁽⁸⁾

計測装置仕様

	仕 様
定格電圧	A C 100 V - max500 v
入力電流	MAX:100A
信号出力電流	4-20mA/0-10V
応答周波数	10Hz~2. 5KHz
設定誤差	± 1 %
周囲温度範囲	0 ~70°C
消費電力	DC24V, 500mA

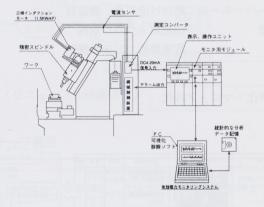


図13 計測装置概要

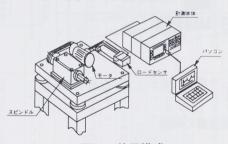


図14 装置構成

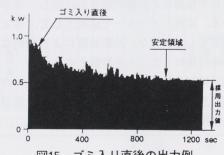


図15 ゴミ入り直後の出力例



ちなみに、オーバーホール後の初期異常故障の平均振動加速度は、表3より9Gと3.9Gであった。

従って、しきい値を図16より、初期設定時+20%と仮設定した。

次に、その他の変動要因について検討した実際の設備で起こりうる変動は、回転数、ベルト張力、予圧でその値は図17の通りである。ここで、予圧は一度設定後は変化がないと仮定すると、回転数の変動値3%、ベルト張力の変動値4%となり、変動値の合計は7%程度で仮のしきい値に大きな影響を与えない。従って、無負荷運転時の有効電力のしきい値は、前述の初期設定時+20%とした。

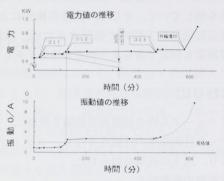


図16 劣化促進テスト結果

表6 ころがり軸受振動基準

(参考)

本スピンドルの場合	軸径回転数	75 mm 2,000 rpm
その時の注意領域は、 AMD転がり軸受判定基準		1.8G~
マシンチェッカーの転がり軸受	判定基準	2. 1G~

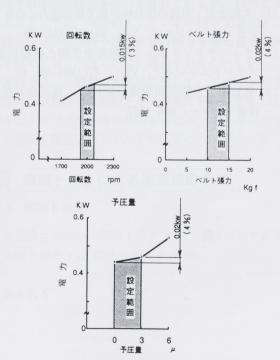


図17 変動要因の電力に与える影響度

(3) 切削加工時の有効電力値

切削加工時は、主に刃具と被切削物の影響が挙げられる。まず、刃具の影響について検討した。7,000台使い込んだ刃具と新品の刃具の有効電力における差を図18に示す。

また、各々の製品精度の比較を図19に示す。刃具が摩耗すると、製品精度が劣化するのが分かる。しきい値については、図20に示すように、製品精度上の余裕から初期設定時+60%と仮設定した。

次に、被切削物の位置ズレが及ぼす有効電力値への影響を見た。図21に示すように、取り代の有効電力に与える影響は微小であったが、下孔が残る程度まで異常な位置ズレがあると+6%程度の有効電力値の上昇が見られた。しかし、刃具の影響に比べると小さいので、今回のしきい値は刃具で仮設定した値を採用することにした。

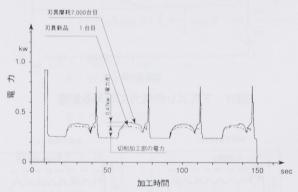


図18 刃具による電力差

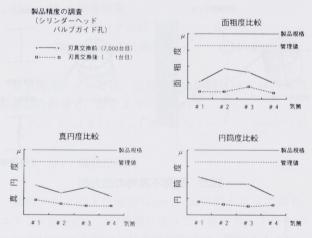


図19 刃具の違いによる製品精度への影響

(4) 品質上の突発不良検出

有効電力の利用は、突発不良の検出も可能である.図22は前出と異なる電力計で計測したリフタ孔切削加工時の突発不良データである。今回のしきい値設定には織り込んでいないが、被切削物の異常位置ズレ同様、直前データの有効電力値と比較することにより、異常判定可能である.

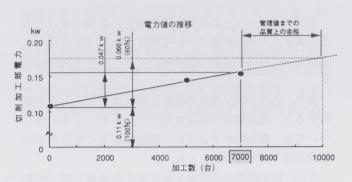


図20 加工台数と有効電力の関係

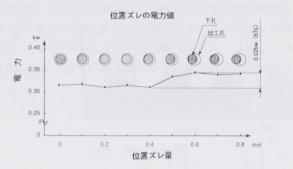


図21 下孔ズレの電力に与える影響

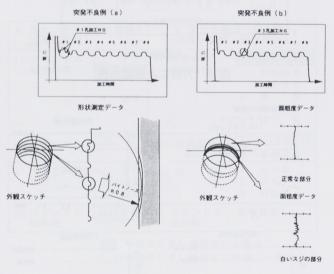


図22 突発不良時の出力例

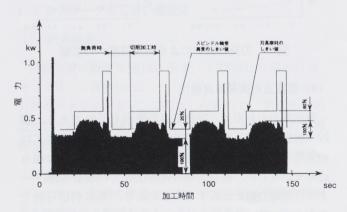


図23 電力パターンによるしきい値設定

(5) 雷カパターンによるしきい値設定

(2), (3)から、図23に示す電力パターンによるスピンドル軸受異常、刃具磨耗のしきい値設定が行えた.刃具モニタリングシステムで同時に、しかも簡便にスピンドルの軸受異常を予知できるのが特長である.

異常判定はノイズの影響を少なくするため、無負荷運転時と切削加工時を各々、積分値(Σ電力値×時間)による比較判定とした。

5 今後の展望

今後さらに、データ蓄積、相関分析を行い、しきい値の信頼性を増していく、そして、異常の検知にとどまらず、重要品質項目を工程内で保証するため、被切削物、 突発品質異常も判定できるよう判定方法を工夫していく.

6 おわりに

設備リニューアル後の初期異常故障を教訓に、リニューアルに合った計画保全の仕組みを作り、ステップ展開の 実施により、以下の成果が得られた.

- ・異常故障の再発防止
- ・オーバーホール作業の標準化と診断装置による定量 判定
- ・電力状態監視によるスピンドルの軸受異常予知 さらに、予知保全では、スピンドルの軸受異常、刃具 寿命のみならず、品質の工程内保証まで発展できる足が かりができたと考える。

■参考文献

- (1) 犬飼康宏; 刃具の切れ味評価で極限能力に迫る!, プラントエンジニア, VOL 27(1995)34-39
- (2) チェ チンソクほか;工具寿命予知と破損防止, プラントエンジニア, VOL. 27(1995)40-42
- (3) 牧修市;最新実用設備診断技術,株式会社総合技術センター,506-507

クランク位相角変更による二輪車の加速感改善

Improvement of Acceleration Feeling for Motorcycles by Various Crankpin Phase Angles

土田直樹 Naoki Tsuchida 梶原謙一 Kenichi Kajiwara

●技術本部 基盤技術研究室 ●特機事業部 開発室

要旨

並列 2 気筒エンジンを持つ二輪車の加速感に関して,スロットルon・off 時の瞬時トルクの変化を基に考察し,加速感改善を試みた.その結果,加速感とクランク位相角変更による瞬時トルク変更には相関があること,並列 2 気筒で一般的な 180° や 360° 位相に対して, 270° 位相クランクでは加速感が改善できることがわかった.

1 はじめに

車両用内燃機関において、高出力・低燃費・NVH性能などとともに、加速感が重要な評価項目としてとらえられている。特に、二輪車においては、パワーウェイトレシオが、ほかの車両と比較して小さいため、ユーザーの加速感に対する要求は厳しいものがあり、加速感向上のための様々な試みがなされている(1) (2) (3).

一方、二輪車用のエンジンでは、形態として単気筒・並列・V型が、気筒数では6気筒までが使用されている。一般に単気筒エンジン車は、低回転域で力強く瞬発力があり加速感に優れているが、回転の上昇に伴ってレスポンスが悪く加速感に乏しくなるという評価がある。これに対し、並列4気筒以上の多気筒エンジン車では、アイドリングが滑らかで、高回転までモータのように回るが、トルク感に欠けるといわれている。並列2気筒エンジン車はその中間の性質を持つとされているが、作りこみいかんによっては、単気筒エンジン車の持つ加速感と、多気筒エンジン車の持つ滑らかさの両方を兼ね備える可能性を秘めており、捨てがたい魅力があるといえる。

本報では、二輪車の加速感に関して、エンジンの定常 走行時と全負荷時の瞬時トルクの変化を基に考察を試み、 様々なクランク位相角の並列 2 気筒エンジン車に対して その効果を確認したので、その結果について述べる.

2 瞬時トルクによる加速感の予測

2. 1 瞬時トルク

単気筒エンジンの瞬時トルク τ ,は、図1に示すように、ガス圧トルク τ 。、慣性トルク τ 。の和、

$$\tau_r = \tau_e + \tau_i$$
(1)

で表される(4).

ガス圧トルク τ。は,

$$\tau_{e} = P_{e} A \sin \theta \left(1 + \frac{1}{\lambda} \cos \theta + \cdots\right) \cdots (2)$$

但し, P。: 爆発圧力

A:ピストン面積

λ:連桿比

 θ : クランク角

慣性トルクτ は,

$$\tau_i = M_r r^2 \omega^2 (\cos \theta + \frac{1}{\lambda} \cos 2\theta + \cdots) (\sin \theta + \frac{1}{2\lambda} \sin 2\theta + \cdots)$$
.....(3)

但し, M::往復質量

r:クランク半径

ω:クランク角速度

多気筒エンジンでは、出力端での瞬時トルクは各気筒 を重ね合わせて、次のように表される.

$$T_r = \tau_{r_1}(\theta) + \tau_{r_2}(\theta + \alpha_1) + \cdots \qquad \cdots (4)$$

但し, α1:爆発位相角

慣性トルクの1次成分はsinとcosの積となっており、エンジン回転の1/2の周期になっているので、クランク位相角が90°の奇数倍となる気筒間では、慣性トルクの1次成分は打ち消されることがわかる。したがって、定常走行状態からスロットルを全開とした場合、ほぼ打ち消された慣性トルクの状態から、全開時の大きなガス圧トルクの状態に変化することになり、瞬時トルクの振幅比が非常に大きなものとなって、加速感に好影響を与える可能性がある。このトルク振幅の変化と加速感の関係を検証することが、本報の目的である。

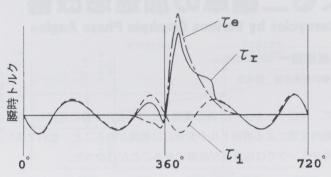


図1 単気筒エンジンの瞬時トルク

2.2 エンジン形式による瞬時トルクの違い

まず、エンジン形式の違いによる瞬時トルクの差を検証するために、机上検討を行った。机上検討に用いた単気筒、4気筒、2気筒エンジンの主要諸元を**表**1に示す。2気筒エンジンに関しては、爆発間隔を 180° 、 90° 、 270° 、 0° (同爆)、 360° 、05仕様としてある。各エンジンの平均トルクを同じにするため、圧縮比、燃焼パターン、吸排気のタイミングなどは全仕様で同一にそろえた。計算条件は、3000rpm、6000rpm、10000rpmにおいて、定常走行状態として体積効率 0 の場合を、全負荷走行状態として体積効率 1 の場合を想定した。

表1に示した各エンジンについての瞬時トルクの計算結果を図2に示す。先に述べたように、定常走行時と全開走行時の瞬時トルクの最大振幅の比(F)(以下,瞬時トルク比(F)という)で加速感を表せると考えて,横軸にエンジン回転数,縦軸に瞬時トルク比(F)をとったものが図3である。これらの図より単気筒エンジンと多気筒エンジンの比較では、次のことがわかる。

- (1) 低回転から全開にした場合(条件① \rightarrow ②), 単気筒 エンジンでは, 低回転であるため慣性トルクの絶 対値が小さく, したがって全開時との瞬時トルク 比 (F) が大きい. これに対して, 4 気筒エンジンでは慣性トルク, ガス圧トルクとも絶対値が小さく, 全開時との瞬時トルク比 (F) も小さくなる.
- (2) 高回転から全開にした場合(条件⑤)・単気筒 エンジン、2気筒エンジンとも慣性トルクが大き くなるため、全開時との瞬時トルク比(F)が小 さくなるが、4気筒エンジンでは振幅の絶対値は 小さい

これらのことは、先に述べた単気筒エンジンと多気筒 エンジンの加速感の比較とよく一致しており、瞬時トル ク比(F)から加速感を予測することの可能性を示唆し ている。

表1 計算に用いたエンジン諸元

気筒	う 数	単気筒	4 気筒		2	気	筒	
仕 村	羡 No.	-	-	1	2	3	4	5
ボ	7	87	56	69	←	←	←	←
ストロ	コーク	67.2	40.5	53.4	←	←	←	←
コンロ	ッド長	145	97	119	←	←	←	←
圧 約	宿 比	9.5	←	←	←	←	←	←
往復質	量(g)	570	184	320	←	←	←	←
回転質	量(g)	820	176.5	350	←	←	←	←
ピン位	相(°)	-	180	180	9	0	30	60
点火位	相(°)		0-180- 360-540	0-180	0-90	0-270	0-0	0-360



図2 瞬時トルクの計算結果

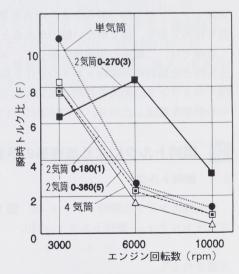


図3 各仕様の瞬時トルク比(F)

次に、2気筒エンジンについて点火位相の違いによる 瞬時トルク比(F)の違いを見ると、次のことがわかる.

- (1)90° クランクの2仕様では、各気筒の慣性トルクが互いにほかの気筒の慣性トルクを打ち消すように作用するため、高回転までスロットルオフでの慣性トルク変動の振幅が小さく回転が滑らかである.
- (2)90° クランクの2仕様では、スロットルオフでの慣性トルク変動が小さいため、そこから全開にした場合、瞬時トルク比(F)が大きい。

瞬時トルク比(F)と加速感の関連性を仮定すれば、90°クランクでは低回転から高回転まで加速感の良い車両にできる可能性があると考えられる.

3 評価車両及び評価方法

3. 1 評価車両

テストには、400cc並列 2 気筒DOHCエンジンを搭載した車両(XS400)を用い、エンジンは表1に示した 2 気筒エンジンの 5 仕様を使用した。このテストでは各仕様でエンジンの全域性能の差が加速性能に影響しないように、エアクリーナや排気管の連結などを取り外してテストを行った。また、各仕様について1軸バランサを用いて1次慣性力、慣性偶力を打ち消している。

車両によるテストを行う前に、各仕様のエンジンの出力の差をチェックした。図4に各仕様の全開時出力性能を示す。各仕様のトルクの差については、 360° 同爆 (0-0) 仕様 (4 4)以外は \pm 2 %以内となっている。 360° 同爆仕様の8000 rpm以上に関しては、6 %以上のトルクダウンがみられるが、この原因は、同時爆発によるクランクピンやジャーナル部の面圧増大によるものと考えられる。

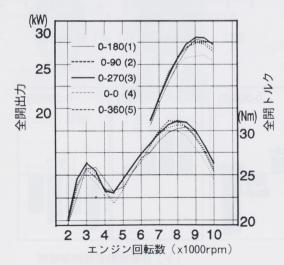


図 4 各仕様の全開出力性能

3. 2 評価方法

加速感は一般的には官能試験により評価されるが、最近ではその定量化が検討され、特定時の車両加速度値で評価される場合も多い^{(5) (6)}. 本報では官能評価と定量値評価の両方で評価を行った.

(1) 官能評価

加速感の官能評価法として、2点比較法のを用いた。比較方法としては、定められたコースでベース車両(今回の場合0-180°車)と比較車両を交互に試乗し、自由走行にて比較する方法を採用した。テストには普段から車両の評価を行っている者を選び、評価が偏ることのないよう配慮した。さらにクランク位相角変更により当然変化する振動の評価も同時に行った。評価した場所は、ハンドル・フートレスト・燃料タンク・シートの4ヶ所である。

(2) 定量值評価

加速感の定量値評価は、シャシダイナモ上での車両の前後加速度を測定することにより行った。全開にする速度を一定とするために、スロットルはコンピュータ制御し、車体やキャブセッティングの影響がでないよう、同一車両のエンジンを乗せ換えて比較した。振動の定量値評価には各車両のハンドル・フートレスト・燃料タンク・シートの3方向の加速度を測定し、その値から求めた体感振動レベル(VGL)値®を用いた。

4 測定結果及び考察

4. 1 官能評価

(1) 加速感・トルク感

2気筒エンジン車の5仕様に関する,加速感・トルク感について,各回転数ごとに評価した結果を図5(a)に示すが、加速感・トルク感共に90°クランク車の評価が高く、特に中・高回転域での評価が高い結果となっている。仕様4と仕様5の360°クランク車は、全体的に評価は低いが、仕様5の等間隔爆発車では低回転域での評価は高く、その音と共に好感を持つ評価が多くあった。また、仕様4の同時爆発車では、低回転域での音・加速感ともに単気筒エンジン車のようだが、高回転になるにつれて2気筒エンジン車のフィーリングになるという評価が多くみられた。

(2) 振動

振動に関する官能評価の結果を図 $\mathbf{5}$ (b)に示す.仕様 3 の 90° クランク車においては,ハンドル・フートレストに関して, 180° 車と比べて振動が減少しているという評価が多くあった.仕様 4 の 360° クランク

車においては、各部共振動に関する評価は低く、特に高回転域で振動が大きいという評価が多くあった.

4.2 定量值評価

(1) 車両加速度

各一定速度から全開加速した場合の車両加速度を図 6(a),(b),(c)に示す。車速40km/h(x)20回転数約3000rpm)からの全開加速(図 6(a))では車両加速度の立ち上がりは 180° クランク車がわずかに早いが,最大加速度は 90° クランク車と出べて低い。 360° クランク車は加速してすぐに 90° クランク車と同等の加速度を示すが,その後の伸びがなく,高回転ではほかと比べて加速度が低下した。車速80km/h(x)20回転数約6000rpm)からの全開加速(図 6(c))では,全車共加速の初期にはほとんど差はなく,高回転時で 90° クランク車の加速度がわずかに高い結果になっている。

いずれにしてもこれらの結果は、ほぼエンジンのベンチテスト結果に対応したものとなっており、クランク位相角の違いによる加速感の差が明確に定量化されているとはいえない。全開時の瞬時トルク比(F)の効果が現れるのは、図から車両が定常加速に移る加速直後の0.5秒程度の時間であり、その区間に注目した場合でも、クランク位相による違いはシャシダイナモでのテストでは現れにくいようである。加速感の差はタイヤのトラクションやパルス感といった感性の部分の影響が大きいことから、今後、加速感の定量値評価方法はさらに検討が必要であるといえる。

(2) 体感振動レベル(VGL)

各仕様のハンドル・フートレスト・タンク・シート における体感振動 レベル (VGL)値を図 7 (a)(b)(c)(d)に示す、 360° クランク車では、ほかと比較してハンドルとシート部では高回転域で、フー

トレストとタンクでは全域で振動が増加している. 90° クランク車は基準車である180° クランク車とほぼ同等の振動レベルであるが、低回転域ではタンクとフートレストで基準車より低い結果となっている. これらの結果は官能評価の結果とおおむね一致しており、バランサを装備した場合、90° クランク車の体感振動は問題ないレベルといえる.

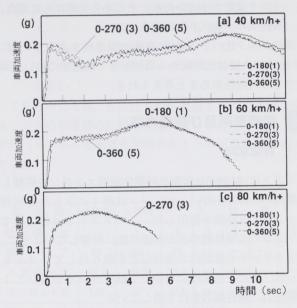


図6 車両加速度計測結果

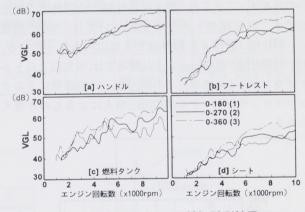
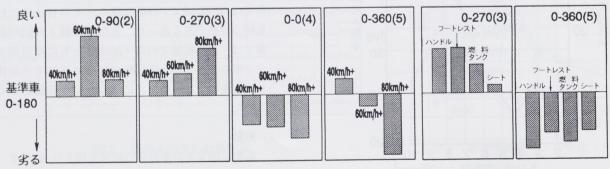


図7 体感振動(VGL値)計測結果



[a]加速感官能評価結果

[b] 体感振動官能評価結果

図5 官能評価結果(基準車180°クランク車)



5 まとめ

並列 2 気筒エンジンを持つ二輪車の加速感に対して, エンジンのR-L時と全負荷時の瞬時トルクの変化を基に 考察を行い,並列 2 気筒エンジンの加速感改善を試みた 結果,以下のことが明らかになった.

- (1) 加速感はスロットル全閉時と全開時のエンジンの 瞬時トルク比(F)と相関があり、クランク位相 角の変更によって加速感が改善できることがわかっ た.
- (2) 並列 2 気筒エンジンを持つ二輪車では、90° 位相クランクの車両は、一般的な180° や360° 位相クランクのものに比べて、中、高回転における加速感が改善されることがわかった。

■参考文献

- (1)I. Fujii,S. Yagi et. al. :MBT Control Utilizing Crank Angle of Maximum Combustion Pressure, SAE890759
- (2)岡村忠,牧野栄:ヤマハ New TZR250用3MA形機関, 内燃機関Vol. 28, No. 359,1989. 9
- (3)ホンダ広報資料: '90's NSR250R 技術資料
- (4)関 敏郎:自動車工学(1) コロナ社
- (5)竹村 純,佐藤隆弘,安東弘光:官能検査法による加速 感の解析,自動車技術 Vol. 42, No. 11. 1988
- (6)池崎 誠,佐々木和也,服部達哉:加速感の要因と定量 化の1手法,自動車技術 Vol. 42, No. 11. 1988
- (7)官能検査ハンドブック,日科技連(1985)
- (8)田中十四夫,古沢政生:二輪車における体感振動計測 システムとその適用,自技会前刷集 902197,1990

著者







梶原 謙一

● 編集後記●

技術会技報から,新たに会社としての技報を発行することになり、編集長 らしき仕事をこの号よりさせていただくことになりましたが、編集の大変さ の一端を知ることができ、これまでの編集に携わってきた皆様のご苦労に深 く敬意を表したいと思います.物質文化から精神文化へ移行していく中で, ヒューマンの本質を物づくりに活かしていきたいという思いをこめて、表紙 のデザインを決めさせていただきました。また、技報のサイズも見やすさや 収納のしやすさを考慮してA4版に変えてみましたが、果たして皆さんの反 応はいかがかと, 気になっています. 編集委員も各事業部, 関係会社を網羅 できるようにしましたが、事務局を含めて大部分の方には継続して編集に携 わっていただくことになりますので、今後もご苦労をお掛けすることになり ます. よろしくお願いします. この度の変更については、長谷川社長、ヤマ ハ技術会会長である永易専務の深いご理解および技術会企画委員会のご賛同 を得て新刊行というはこびになりましたことを改めて感謝申し上げます. (齋藤)

この4年間、技報の編集委員会は、技報を「知的財産と呼ぶに堪えるもの とすること」、また「会社発行にできるレベルまで充実すること」を目指し て活動してきました. 具体的には、読みやすく書きやすいものにするため、 論文形式にこだわらず、1ページまたは2ページ見開きの「技術紹介」コー ナーや特集を設け、斜め読みもしやすいよう文字と行の間隔など、細部にわ たる改善も行いました. 最近は、執筆のお願いを快く引き受けていただける ようになり、技術紹介や論文の数も飛躍的に増大してきました.この勢いを 踏まえ、本号より会社として発行していただくことになり、編集委員一同大 変うれしく思っております. 今後は、社内のみでなく、「社会とのコミュニ ケーションツール」として育てていくことになります。今まで以上のご協力 をよろしくお願い致します. (寺井)

◆ ヤマハ発動機技報編集委員(1996年9月現在)

編集委員長 齋藤 正芳 技術本部 開発支援室 康晴 生産企画本部 生産企画室 編集副委員長 寺井 モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室 編集委員阿部 輝夫 株IIC 水事業部 飯田 正敏 GHP事業部 開発部 岸田 肇 久保 正人 舟艇事業部 第1技術室 技術本部 基盤技術研究室 俊一 米谷 生産企画本部 生産企画室 鈴木 勇 (株)ワイ・イー・シー 技術設計2課 鈴木 隆 モーターサイクル製造事業部 生産管理室 鈴木 晴久 三信工業(株) 技術管理部 土本 寛治 富本 史郎 創輝(株) 開発部 特機事業部 海外営業室 中村 和郎 I M事業部 技術室 古谷 昌雄 松長 伸彦 AM事業部 第3技術室 森下 紀夫 森山工業(株) 開発課 技術本部 知的財産室 編集事務局 田村 力 技術本部 開発支援室

ヤマハ発動機 技報 第22号

YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

刷 1996年9月25日

発 1996年 9 月30日 行

ヤマハ発動機株式会社 発 行 所

〒438静岡県磐田市新貝2500

発 行 人 永易 均

編 集 ヤマハ技術会技報編集委員会

表紙デザイン 株式会社エムロード

印刷所 桐屋印刷株式会社

〒432静岡県浜松市米津町1181

無断転載を禁じます

お問い合わせ:ヤマハ発動機株式会社 技術本部 開発支援室 電話0538-32-1172

明田千津子 技術本部 開発支援室

早坂 謙一







YAMAHA ヤマハ発動機株式会社