



YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

2001-3

ヤマハ発動機 技報

No. 31



目 次

製品紹介

① FJR1300

FJR1300

小松原 博／樋口 健／増田辰哉／田中豊二／林 典男

⑤ ニューヨーロピアンコミュータ XP500 TMAX

New European Commuter XP500 TMAX

鈴木俊之／森田敏正／足立吉彦／石井毅英／瀬川直樹／平野和行／天野浩一／石垣 宏

⑩ ヤマハ ジョグ CV50R

Yamaha JOG CV50R

山本幹雄／猪森俊典／片岡政士／金子浩彦／山口茂樹／松本泰介／目黒尊克

⑯ フェーザー1000 (FZS1000)

FAZER1000 (FZS1000)

久保 裕／小林泰之／金原一成／大野敦史／月花良市／荻野光弘／瀬川直樹

⑳ 軽量化への挑戦、インバーター発電機EF2500iの開発

Challenge to Lightweight, Inverter Portable Generator EF2500i

深谷光男／横倉 誠／馬塚尚人／内野 隆／杉山隆秀

㉖ ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器 OH-A20Y

YAMAHA Built-in Alkaline Ion Water Supplier OH-A20Y

大橋喜四郎／上川秀哉／山下良造

㉙ 4ストローク船外機 F8C FT8D

Four Stroke Outboard Motor F8C FT8D

大石 浩／小笠原滝男

技術紹介

㉚ スクータ用 キーポップシステム

Key Pop System for Scooter

山本幹雄／目黒尊克／望月 幹

㉜ スクータ用 ハンドルモジュール

Handle Module for Scooter

山本幹雄／目黒尊克／高橋啓介

㉞ 大気酸化法によるTi製マフラーの新着色技術開発

Development of New Coloring Method using Air-Oxidation for Silencer Body in Titanium

高橋尚久

技術論文

- 44 自律飛行無人ヘリコプタによる有珠山加工付近の観測**
Our Autonomous-Flight Unmanned Helicopter Plays Observation Role at Mt.Usu
佐藤 彰
- 48 Xシリーズマウンタの開発**
Development of the X Series Surface Mount Machine
櫻井 博
- 53 高能率円筒研削用アクティブレストの開発**
Development of Active Rest Highly Efficient Cylindrical Grinding
杉浦博治
- 62 シェービング歯面傷ゼロへの取り組み**
A PM Analysis of Scars in Gear Shaving
森 一明
- 71 快適なマリンシートの開発**
Developing a Comfortable Motorboat Seat
杉崎昌盛

FJR1300

FJR1300

小松原 博 Hiroshi Komatsubara 横口 健 Takeshi Higuchi 増田辰哉 Tatsuya Masuda
 田中豊二 Toyoji Tanaka 林 典男 Norio Hayashi

●MC事業部/MC第1開発室/MC第2開発室/MC商品企画室/MC第1コンポ開発室



図1 FJR1300

1 はじめに

大型モーターサイクルの大市場である欧州市場は、1996年以降順調に成長を続け、2000年末に88万台規模まで成長すると予測される。中でもYZF-R1・R6が属するスーパースポーツエリアと、FZSシリーズおよびDiversionシリーズ等が属するストリートスポーツエリアが全体の50%を占める市場構造となっている。

欧州市場独特の文化として、バカンス時期にタンデムで10日間 3000kmというような長距離、長期間の旅をする楽しみ方が根強く浸透している。ヤマハ発動機（以下、当社という）の製品でいうと、Diversionシリーズがこうした40代前後のツーリング愛好者に購入されている。モーターサイクル経験の長い彼らからは、ドイツのアウトバーンでの高速巡航や、標高差のあるアルプスの峠道（通称パスロード）をタンデムかつ2人分の荷物を積載して走る（図2）という過酷な条件が要求されるとともに、モーターサイクルの本質であるライディングの楽しさも追求したいという要望が強く聞かれる。

こうしたカスタマーのニーズに応え、かつ期待を超える当社ツアラーエリアのフラッグシップモデルとして開発したのがFJR1300（図1）である。



図2 パスロードでのタンデム走行

2 開発の狙い

本開発の狙いは、欧州でのツーリングと言う過酷な要求を満足させるとともに、モーターサイクル本来のライディングの楽しさを提供することにある。

「タンデムでの欧州縦断ツーリングを最高に楽しめるツーリングマシン」をコンセプトとし、以下の4項目に重点に置いて開発を行なった。

- (1) ツーリングモデル常識を越える超軽量マシン
- (2) タンデム、フル積載での余裕の走り
- (3) ストレスを感じさせない快適性
- (4) 長距離ツーリングに最適な装備
- (5) 環境への配慮

表1 FJR1300主要諸元

項目	諸元値
全長×全幅×全高	2,195×760×1,420mm
シート高	805mm
軸間距離	1,515mm
乾燥重量/装備重量	237kg/268kg
原動機種類	水冷,4ストローク DOHC,4バルブ
総排気量	1,298cm ³
内径×行程	79.0×66.2mm
圧縮比	10.8:1
最高出力	105.5kW/8,000r/min
最大トルク	134.4N·m/7000r/min
エンジンオイル量	4.9L
燃料タンク容量	25L
バッテリー容量	12V,12AH
1次/2次減速比	1.563/2.773
変速比	1速:2.529 2速:1.773 3速:1.348 4速:1.077 5速:0.929
キャスタ/トレール	20°/109mm
ブレーキ形式	前:油圧ダブルディスク 後:油圧シングルディスク
ヘッドランプ	ハロゲンバルブ 12V60W/55W×2

3 エンジン概要

3.1 扱い易いエンジン特性

ボア×ストローク79mm×66.2mm、水冷4バルブ、並列4気筒エンジンとし(図3)、吸排気系の最適セッティングにより、中低速からも力強く加速するエンジン性能を確保した。

また、ツアラーカテゴリーには類のない高出力をもち、最高速度と快適性を両立させたものとなっている。

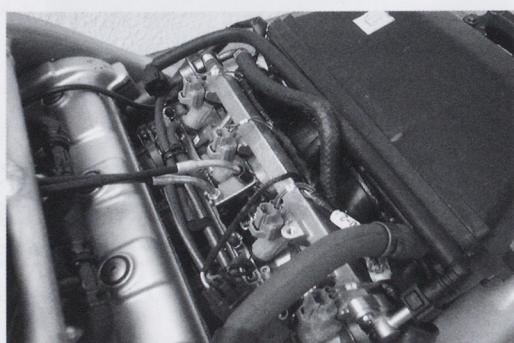


図3 FJR1300エンジン

3.2 コンパクト化

クランクケース一体アルミ鋳造メッキシリンダの専用ボアピッチ、4軸の垂直配置によりエンジンのコンパクト化を実現した(図4)。

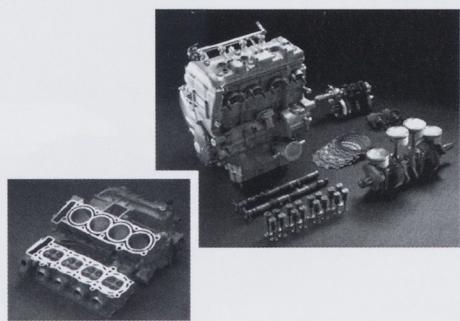


図4 コンパクトなエンジン

3.3 排出ガス対応

スピードデンシティ、スロットルスピード併用の空気量計量方式のフューエルインジェクションを採用した。また、AIシステム、O₂センサ、3元触媒の採用により、予定されているEU-2規制値をはるかに下回る排出ガス値を達成した(図5)。

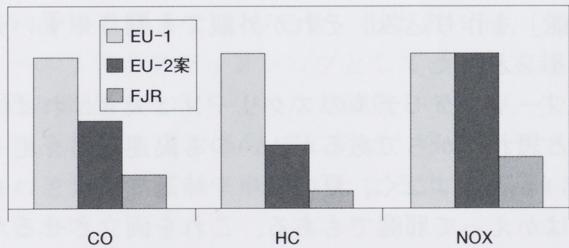


図5 排出ガス値の低減

3.4 快適性の向上

2軸2次バランサにより不快な振動を低減するとともに、減大ギヤのシザースギヤ化によりガタ音を排除し、快適性、品質感を向上させた。

3.5 メンテナンスフリー

駆動方式にシャフトドライブを採用、メンテナンスフリー、信頼性の向上を実現した。

4 車体概要



図6 FJR1300車体

4.1 ストレスを感じさせない快適性

快適性は、乗り物であれば避けて通れない機能である。本モデルは長距離ツーリングを前提としているので、まず理想のライディングポジションを決めた後、十分な容量の燃料タンクと、連続走行でもお尻が痛くならないシート（図7）を、操縦性に影響が無いように収めた。また、タンデム乗車する機会が多いので、高速走行時の風圧からのプロテクションや安心感など「思いやりが判る機能」を作り込み、それが外観でも判りやすいデザインとした。

ツーリングモデルのスクリーンは大きければ快適と思われがちであるが、いつも高速道路を走っている訳ではなく、夏の街中や峠道では大きいものはかえって邪魔もある。これを両立させるため、本モデルでは電動可変スクリーンを採用した（図8）。

4.2 タンデム積載時で余裕の走り

大きな荷物を積んでツーリングをするときに安定性は重要な機能であるが、スピードが速くなるに従い難易度も非常に高くなる。一方、安定性だけでは、鈍重でつまらない乗り物になってしまうこともある。本モデルでは高剛性・軽量化によって、この相反する課題を解決した。

ピボット部はシャフトドライブでは初めて左右貫



図7 快適シートと、ハードとソフトの切り替えができるリヤクッション

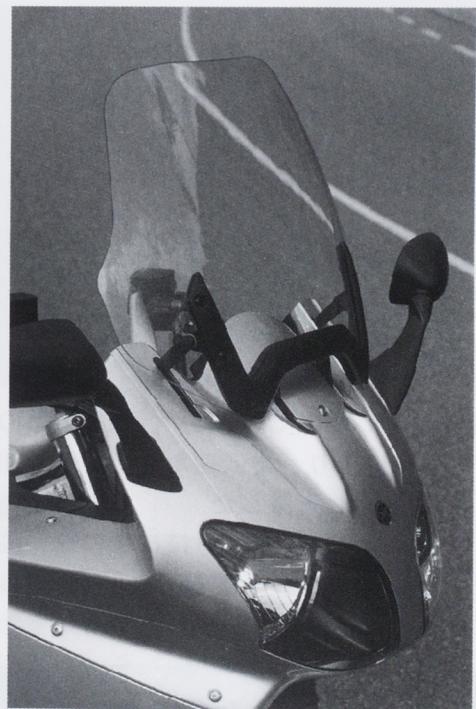


図8 電動可変スクリーン

通形式として、リヤアームの結合剛性を高めた。

フレームおよびリヤアームは、形状が自由で適所に板厚設定して最小の重量とすることができるアルミキャスト製としたため、スーパースポーツ並の剛性を得た（図9）。

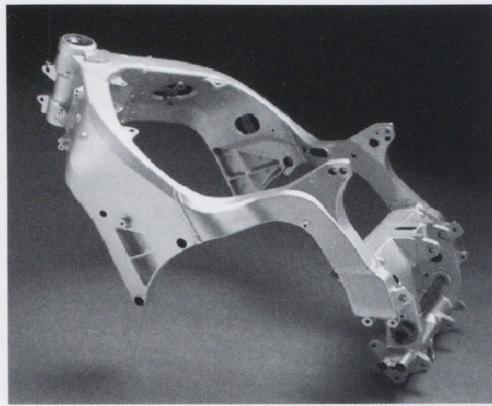


図9 高剛性・軽量化フレーム

また、カラー、ステー類もアルミ材とし、グラブバーは樹脂材料を採用することで237kg（乾燥重量）とクラス最軽量を達成した。その結果、FJRはツアラーでは最高の250km/hで安心して巡航できるだけでなく、峠道でライディングを楽しむことができる軽快性を併せもつモーターサイクルにすることができた。

4.3 長距離ツーリングに最適な装置

このモデルには、長い距離を何日も走るツーリングに出てみたくなるような、魅力ある装備が必要である。

前記の可変スクリーンや快適シートの他に、暗い夜のセカンダリーロードを不安なく走れるように、マルチリフレクタ式の大型2灯ヘッドライトを採用した。これは、スポット的な配光ではなく、広がりをもつものとなっている。

また燃料タンクは電気式ポンプを内蔵しても25Lを確保し、バスロードのように給油所が無くても安心して走り切れるだけの容量をもつ。

他に、タンデムライダーの分も含めて、ツーリング中のたくさんの荷物が積めるバッグがスマートに装着できるように、テールカバー内にステーを内蔵している。専用のバッグ（図10）を購入すれば、カバーに孔を開ける等の改造をしないで装着でき、バッグ用の鍵が付属しているのでメイン鍵1つで脱着できる。

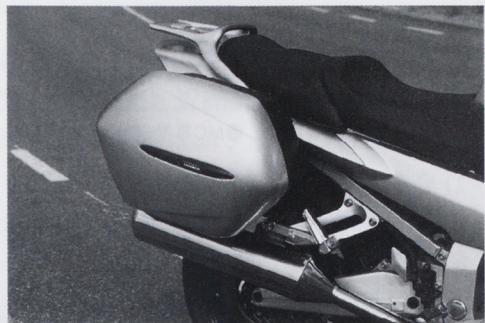


図10 専用バッグを装着したFJR1300

5 おわりに

今年の2月に行われたマガジンテストにおいて高い評価を得ることもでき、担当者一同、ツアラーエリアのフラッグシップとしての期待を超えた高い商品力を作り込めたと確信している。生産立ち上り後も更なる熟成に努め、多くのヤマハファンを作っていくモデルとなるよう努力していくたい。

最後に関係各部署、取引先の方々に多大な御協力を頂いたことに御礼申し上げます。

ニューヨーロピアンコミュータ XP500 TMAX

New European Commuter XP500 TMAX

鈴木俊之 Toshiyuki Suzuki
石井毅英 Yoshihide Ishii
天野浩一 Kouichi Amano

森田敏正 Toshimasa Morita
瀬川直樹 Naoki Segawa
石垣 宏 Hiroshi Ishigaki

足立吉彦 Yoshihiko Adachi
平野和行 Kazuyuki Hirano

●MC事業部MC第2開発室 / MC第1開発室 / MC商品企画室 / MC第1コンボ開発室



図1 XP500 TMAX

1 はじめに

欧洲の二輪車市場（126cm³以上）は、年間需要約43万台を示した'94年以降好調な伸長を見せ、'99年は約80万台に成長した。

この中で、'97年にヤマハ発動機が投入した本格スクータ「マジェスティ250」（YP250）は市場伸長の原動力となり、イタリアを中心に全欧洲で人気を博し、全欧で"MAXISCOOTER"の代表モデルとして定着した。

マジェスティ250の発売をきっかけに欧洲の126cm³以上のスクータ市場は活性化した。他社からも新しいモデルが投入され、「00年には'96年の6倍近くまでに市場が伸長することが予測され、更に今後もまだ伸長が続くと思われる（図2）。

な使用環境の中から広範囲での高速ツーリング機能の充実や、タンデム走行での一層の快適性などを要求する声があり、次世代のコミュータに対する期待が寄せられていた。

本モデル「XP500 TMAX」（図1）は、欧洲の都市部を出発点に100～300kmの範囲を2人乗りで快適に走行できる機能と、新しいスポーティーでモダンなスクータデザインを具現化したモデルとして開発したものである。

2 商品コンセプト

「マジェスティ250」が支持されたのは、快適な乗り心地とスポーツライクな走行性などが理由である。

しかし、欧洲ではタンデムでツーリングにでかけるようなシーンが多く見受けられる。その様

*単位:万

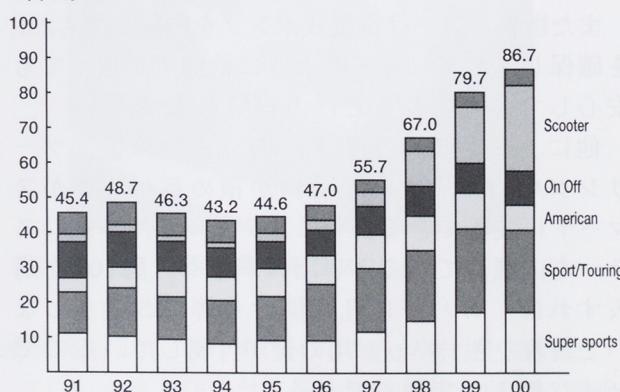


図2 欧州登録情報(126cm³以上)

高速スポーツコミュータをコンセプトとして、 “モーターサイクルのようなファンライドが愉しめること”と、“コミュータとしての快適性”を両立させることを開発の狙いとした。

達成目標は、

- (1) タンデムを含めた高速での快適な運動性
- (2) モーターサイクル感覚の操縦安定性
- (3) 優れた利便性と快適性

の3項目であり、これまでのスクータの既成概念を打ち破るモデルを実現することを目指した。

(図3)



図3 走行中のTMAX

3 エンジン

開発コンセプトを達成するために、水冷4ストローク 並列2気筒499cm³ DOHC4バルブの新エンジンとし、要求品質に対応する技術課題を達成するために、図4に示す新機構を採用したので、これらについて述べる。

排気量499cm³は、欧州の高速道路を快適に走行するために必要な最高速160km/hと、オートマチック車最速の動力性能を得るために設定した。

3.1 ゴムベルト信頼性の確保

大排気量に対応した信頼性を確保できるゴムベルト無段変速機を新開発した。

この無段変速機はエンジンの右側に配置（従来スクータとは反対側）する合理設計を行い、スペースの有効活用を実現した。また、ベルト室をクラシクケースとは独立させた部屋として冷却性を向上させつつ、信頼性の確保と低騒音化を図った。

3.2 湿式多板自動遠心クラッチ

スクータとしての発進性と大排気量に対応したものとするため湿式多板自動遠心クラッチとした。

これにより、従来スクータの乾式シュータイプ遠心クラッチ以上に、ライダーが扱い易く滑らかな発進性を得ることができた。

3.3 無調整2段掛けサイレントチェーン

エンジンを前方に配置するため、ドライブ軸と後車軸との動力伝達は無調整2段掛けサイレントチェーンとした。

スクータとしての利便性（メンテナンスフリー）を確保するために2段掛けとし、低騒音化も考慮してサイレントタイプのチェーンをオイルバス式のトランスファー内で潤滑する方式とした。

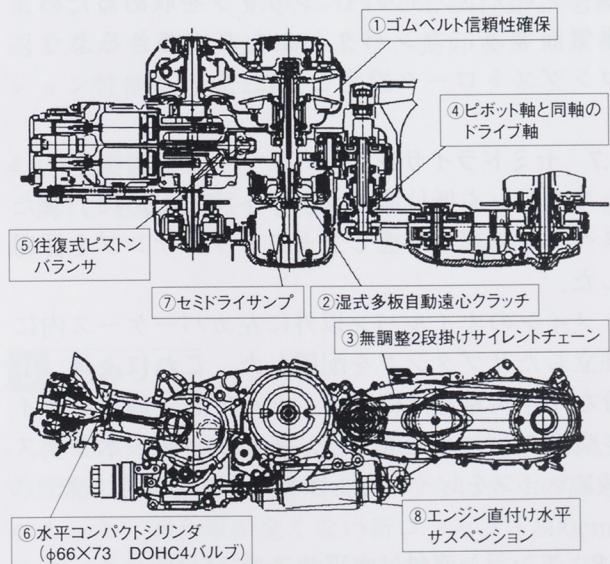


図4 XP500 TMAX エンジン新機構

3.4 ピボット軸と同軸のドライブ軸

操縦安定性を向上させるため、リヤアームの剛性アップも課題となつたが、上記の2段掛けサイレントチェーンを納めるためのトランスファークースをリヤアームとすることで達成した。また、リヤアーム支点軸とドライブ軸を同軸上としてコンパクト化を図るとともに、サイレントチェーンのテンショナを不要にすることができた。

3.5 往復式ピストンバランサ

フレームにエンジンをリジッドマウントするために、振動低減が重要な課題となつた。しかも、従来スクータのユニットスイングと同等以上の低振動を達成する必要があった。そこで、1次・2次慣性力および偶力を理論上無くす理想的なバランスを得るために、往復式ピストンバランサとした。

この構造はまた、回転式バランサのような軸配置が不要となり、エンジン高を低く抑えることにも寄与している。

3.6 水平コンパクトシリンダ（Φ66×73 DOHC4バルブ）

スクータとしてのフォルムや快適なライディングポジションを確保するため、シリンダは水平方向10°上向きとした。

また、ボア×ストロークは目標性能を達成しつつ、フロアトンネル内にシリンダを収めるため、単気筒並みにコンパクトなものにできるよう、ロングストローク設定とした。

3.7 セミドライサンプ

エンジンを低位置にマウントするために、またスペース効率も考慮してセミドライサンプを採用した。

メインのオイルパン以外に左カバーケース内に独立したサブタンクを配置した。これにより、十分なオイル量を確保することができ、適切なオイル交換スパンを達成した。また、下記の水平サスペンションをレイアウトすることにも寄与した。

3.8 エンジン直付け水平サスペンション

シート下の容積を確保するために、サスペンションはエンジン下部に直付けとし水平に配置した。この水平サスペンションは車体の造形自由度

アップにも寄与し、従来スクータには無いスポーティーなデザインを実現した。

3.9 その他の特徴

- (1)一体式の360° クランクは、気筒間の軸受けを廃止しエンジン幅狭化に寄与した。
- (2)メインのクランク軸受けは、円筒ブッシュタイプのメタル（オーバーレイメッキ付の銅鉛合金）を新開発し、静粛性と高い信頼性を実現した。
- (3)水冷式オイルクーラにより、十分なオイル消費とオイル劣化防止を達成した。
- (4)湾曲タイプのラジエタにより、十分な冷却性能を得た。
- (5)2連式オートスタータ付きキャブレタにより、優れた始動性を達成した。
- (6)エアクリーナは、フロントカウル内に配置し、スペースの有効活用を図った。
- (7)排気系は、マフラーをフレームマウントし、プロテクタを樹脂化した。また、欧州排気ガス規制に対応するためエアインダクションシステムを採用した。

以上のように、従来にないスポーツコミュータを提供するために、エンジンとしても多くの新機構を採用し、高い開発目標を達成することができた。

4 車体

モーターサイクル並みの操縦安定性と、既存スクータ並みの利便性を両立させることを重点に開発した。具体的には、高速域での安定性、軽快なハンドリング、外乱に強い足回り、良好なプロテクション、日常通勤に便利な収納スペースの確保、等をバランスよく成立させることを目標とした。

4.1 レイアウト

XP500 TMAXは既存スクータのユニットスイング方式に対し、エンジンをフレームにリジッドマウントしたことが特徴である。

エンジンの搭載位置を極力前方に配置することにより、前後輪分布荷重を47%：53%とし、モーターサイクル並みの前輪の接地感を達成できた。

また、高速安定性と軽快性の両立およびスタイルッシュなデザイン達成のため、ショートホイールベース化を狙った。手段としては、エアクリーナーのボディカウル内への配置、ラジエタのフートボード下への配置、等を採用することによりYP250に対し+35mmの1,575mmに収めた。

シート下には14Lの燃料タンクと33Lの収納ボックスを配置し、航続距離および利便性を確保した。

4.2 フレーム、リヤアーム

フレームは軽量化および高剛性化のため、エンジンをリジッドマウントするダイヤモンドフレームとした。これにより、YP250に対しフレーム重量は同等でありながら、約2倍の捩り剛性を達成した。

リヤアームはトランスファーケースと左右結合構造とすることにより、強度と剛性を確保した。また、ピボット軸とドライブ軸を同軸とすることにより、ドライブチェーンの耐久性向上を図った。

4.3 サスペンション

フロントフォークはインナチューブ径 ϕ 38mmのテレスコピック方式でモーターサイクルと同様にハンドルクラウンを有する構造を採用した。これにより、フロント回りは十分な剛性を確保し、良好な操縦安定性を達成した。また、ストロークを120mmとし、路面追従性と快適な乗り心地を実現した。

リヤクッションは低重心化、スペース効率アップおよびスポーティーなスタイリング達成のため、エンジン下部に伸びタイプのモノクロスサスペンションを配置した。

ホイールトラベルは120mmとし、悪路や2名乗車においても十分な性能を確保した。

4.4 ブレーキ

ブレーキはフロント、リヤ共にハンドルレバー操作の油圧シングルディスクを採用した。

フロントにはディスク径 ϕ 282mm 2ポットピンスライド式キャリパ、リヤはディスク径 ϕ 267mmピンスライド式キャリパとし、良好なコントロール性と十分な制動力を達成した。

4.5 ホイール、タイヤ

タイヤは既存スクータでの最大サイズとなるフロント120/70-14 M/C 55S、リヤ150/70-14 M/C66Sを採用し、新設計アルミキャストホイールとあわせ、高速安定性と軽快性の両立を達成した。

4.6 シート

シートは主仕向地である欧州のユーザーにとって快適なライディングポジションとなるよう、シート高を795mmとした。また3段階の位置調整が可能な小型バックレストを装備して、体格に合ったポジションを選べるようにした。

パッセンジャーシートは十分なスペースとメインシートとの段差を極力小さくすることにより、快適性を確保した。

4.7 外装カバー類

XP500 TMAXはモーターサイクル並みの性能を有するスクータということで、フルカバードの形態をとった。

メンテナンス性の確保および外観品質向上のため、クレイ初期段階よりカバー分割の検討を行なった。結果として外装カバー関連部品は33点にもなり、これらの作り込みに多大な労力を要したが、各部のメンテナンス性およびビッグスクータとしてのカバー合わせ等の外観品質は十分達成できた。また、クリーン形状についても試行錯誤を繰返しながらの作り込みにより、良好なプロテクション性能を達成した。

4.8 主要諸元

表1に主要諸元を、図5にフィーチャーマップを示す。

5 おわりに

従来のスクータの枠を大きく超えるXP500 TMAXの開発には、克服しなければならない多くの課題があった。競合車が全くない新コンセプト500cm³スクータの開発目標をどう設定するかもそのひとつであった。

ニューヨーロピアンコンピュータ XP500 TMAX

- 走行性能向上
- 快適性/利便性
- スタイリング

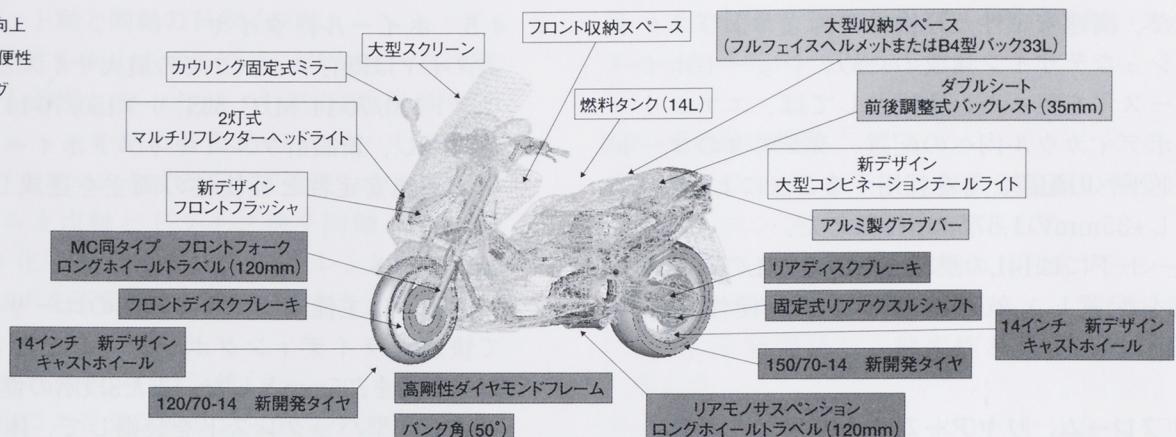


図5 TMAX フィーチャーマップ

表1 XP500 TMAX 主要諸元

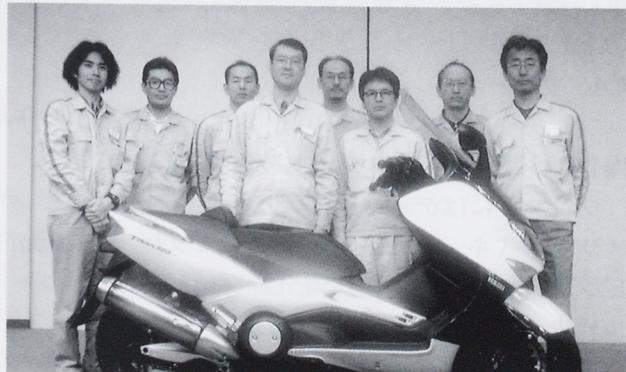
項目		諸元値
全長	mm	2,235
全幅	mm	775
全高	mm	1,410
シート高	mm	795
ホイールベース	mm	1,575
最低地上高	mm	130
乾燥重量	Kg	197
装備重量	Kg	217
最高速	Km/h	160
原動機	種類	水冷・4ストローク
	気筒数	並列2気筒 DOHC
	排気量	cm ³ 499
	ボア×	ストローク mm×mm 66×73
	最大出力	kW/rpm 29.4kW/7000r/min
		PS/rpm 40PS/7000r/min
	最大トルク	Nm/rpm 45.8Nm/5500r/min
		kgfm/rpm 4.67kgfm/5500r/min
	バルブ数	4
	冷却方式	水冷
変速機	点火システム	トランジスタ
		V BELT
フレーム形式		鋼管ダイヤモンドタイプ
キャスター	deg	28
トレール	mm	95
タイヤサイズ	フロント	120/70-14M/C:55S
	リヤ	150/70-14M/C:66S
ホイール径	フロント	14M/CXMT3.50
	リヤ	14M/CXMT4.50
ブレーキ形式	フロント	シングルディスク
	リヤ	シングルディスク
ブレーキサイズ	フロント	直径:282
	リヤ	直径:267
灯火器	ヘッドライト	60W/55W ハロゲン
	テールライト	12V5/21W
	フラッシュ	12V10W
燃料タンク容量	L	14
収納ボックス容量	L	33

その目標を実現させるための新機構、新構造、新レイアウトへの挑戦も数多くあった。それらも何回かの改良を経て、ひとつひとつ解決し、開発目標を達成することができた。そして2000年10月に生産を開始し、11月には欧州ジャーナリストへの発表試乗会を開催するに至った。その発表試乗会ではコンセプト、エンジン性能、走行安定性等に大変高い評価をいただき、参加した日本人ジャーナリストからも”常識を覆す強烈な革命児”とか”スクータの衣を羽織ったスポーツカー”等の賛辞をいただいた。

2001年から始まる欧州での販売に大きな期待が寄せられている。XP500 TMAXを購入いただいたお客様には、必ずや楽しさと感動を与えることができるものと確信している。

最後になりましたが XP500 TMAXの開発、製造に関して社内外の多くの皆様に多大なご協力をいただいたことに、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

●著者



ヤマハ ジョグ CV50R

Yamaha JOG CV50R

山本幹雄 Mikio Yamamoto
金子浩彦 Hirohiko Kaneko猪森俊典 Toshinori Inomori
山口茂樹 Shigeki Yamaguchi
目黒尊克 Takayoshi Meguro片岡政士 Masashi Kataoka
松本泰介 Taisuke Matsumoto

●CV事業部CV第2開発室/CV第1開発室/CV事業企画室/MC事業部MC第1コンポ開発室



図1 ジョグ CV50R

1 はじめに

「ヤマハジョグ」は'83年に初代モデルが誕生して以来、17年のロングセラーモデルである。若者から年配の方までの日常の下駄代わりに通勤、通学、買い物等での利便性、快適性、ファッショナビリティに優れた特色をもっており、発売以来ヤマハ発動機スクータの代名詞として愛され続けている人気モデルである。また社会からの要請に応え、平成10年以降は新たな排出ガス、騒音規制への適合をさせ、環境や省エネなど時代のニーズに沿って今まで進化してきた。

今回のフルモデルチェンジは、マジェスティやT MAXの流れを継承したスタイリングの一新と、従来機能にプラスして50cm³スクータ初のリモコンや電気式メータなどの飛び道具や光物を装備した。7代目ジョグ「ヨベバコタエルリモコンジョグ」として大きな進化を図り、21世紀最初のスクータとして1月より市場導入したので、その概要をここに紹介する（図1）。

2 開発の狙い

今回のモデルは乗って楽しむだけでなく、もつ楽しみ、使う楽しみ、バイクと会話する楽しみを大きく付加したりモコンと、スクータの基本である使い易さとスタイリングを含めた商品性、信頼性を大きく進化させることを目的に、下記のような狙いを開発の主眼とした。

(1) スタイリング

格好良さと、全体レイアウトおよび機能のバランス取り

(2) 商品性の向上

①リモコンをメインにした楽しみと先進性、利便性の追求

②リモコンに連動した盗難抑止機能の拡充
③電気式メータの採用

(3) モジュール、ユニット化を中心とした生産性と品質の向上

①ハンドルカバーとメータのモジュール
②Gロックとメインスイッチのモジュール
③リアボディカバーのユニット化

(4) 環境への配慮

3 仕様概要

3.1 スタイリング

売れるデザイン、スタイリングの一新を大きな課題に、従来社内でデザイナと企画部門中心で進めてきたスタイリングプロセスに、プロジェクトメンバー全員が参画した。機能重視の作り込みだけでなく格好良さを重視し、ユーザーの視点で「さくっと目に入る」スタイリングコンセプトを、約1年かけて作りあげた。

具体的には、イメージスケッチの検証から市場の対象ユーザーに直接意見を聞き、さらに立体検証用1/3クレイと1/1スタイリングクレイモデルを製作し、ユーザーおよび拠点のセールスマン等多くの意見を聞きながら、これなら絶対売れるという全体のモチーフを探し出して最終プロダクトデザインを完成した。また検証で出てきたネガティブな要望は徹底的に議論し、誰がみても格好良いという魅力的なデザインに作り上げることができた。市場からのコンカレントエンジニアリングを実践した結果である。

図2にフィーチャーマップ、表1に主要諸元を示す。

ハンドル回りをコンパクトにするために、ディスクブレーキのマスターシリンダをハンドルカバー内に内蔵し、40Wヘッドライトで灯体

が大きくなる部分はハンドルメータモジュールを採用した。この結果、切れ長で小顔デザインの形状となった。

フェンダ回りはGロックモジュールやレイアウトの最適化により、オリジナルジョグのもつている精悍で細身のスマートな顔つきスタイリングとなった。

表1 CV50R主要諸元

	項目	諸元値
寸法	全長	1,670mm
	全幅	640mm
	全高	1,005mm
	軸間距離	1,160mm
	シート高	710mm
	最低地上高	85mm
重量	乾燥重量	68kg
	装備重量	74kg
性能	最高出力	4.8kW/7000r/min
	最大トルク	6.7Nm/6500r/min
	燃費 (30km/h定地)	63km/L
	燃料タンク容量	5.7L
タイヤ	タイヤサイズ	90/90-10
ブレーキ	ブレーキ サイズ	ディスクφ155 RR
	サイズ	ドラムφ110
電装	ヘッドライト	ハロゲン40/40W
	バッテリー容量	12V-3.2Ah

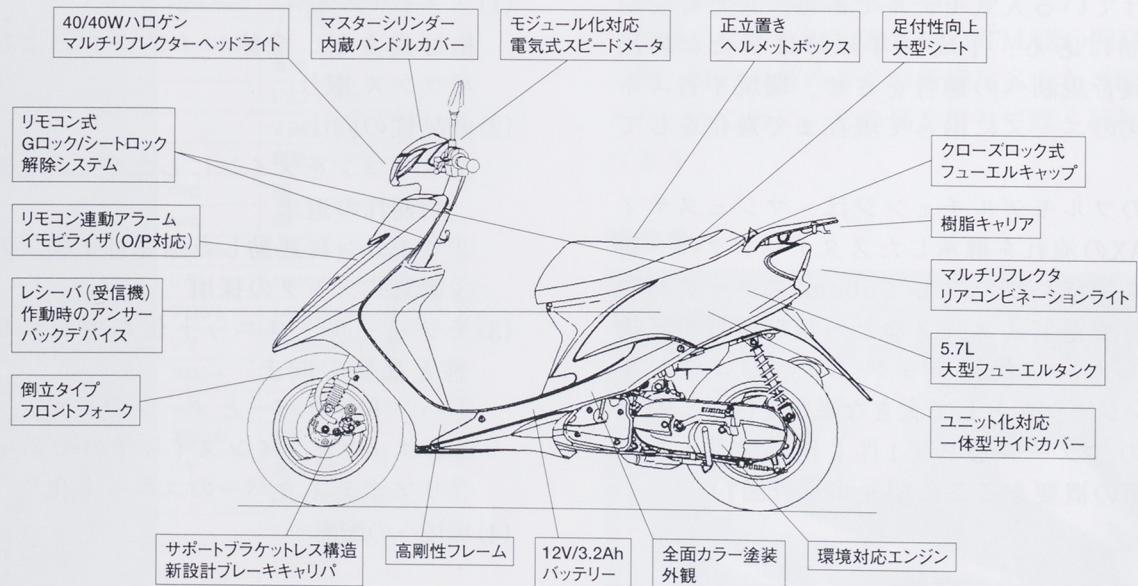


図2 フィーチャーマップ

後ろ回りはフレーム、タンクレイアウトの変更とタンク容量の最適化を図った。またヘルメットボックスの底面を傾斜させ、従来逆さに入っていたヘルメットを正立に積載するようにしてシート幅をバランスの取れた寸法にした。このためスレンダーなヒップアップシェイプのスタイリングとなっている。

さらにテールライトとボディカバーの組立ユニット化で、合わせラインを隙間なく組み立てることが可能となり、ひとクラス上の品質感を達成している。

外観エクステリア部分はすべて塗装仕様としてクオリティを向上。灯火器はマルチリフレクターレンズを採用。

さらにリアキャリヤは50cm³スクータ初の樹脂キャリヤとし、従来構造のワイヤータイプでは表現できなかったボディー形状と一体感ある形状を創出するとともに、金属鋲等の劣化改善も図っている。この樹脂キャリヤにもヤマハ固有のフィーチャーであるU字ロックやP字ロックが、従来モデルと同様に容易に取り付けてできる。

3.2 リモコン機能

私達の回りの家電製品や四輪等では、リモコンが当たり前の機能となっている。今回のモデルには50cm³スクータ世界初の先進性メカとして、四輪と同様の電波式リモコンを搭載し、リモコン世代のヤングに普通機能としてのマッチングを図った(図3)。その結果キー操作のたびにリモコンをもつ楽しみ、それを使う楽しみ、さらには自分のバイクと会話する楽しみを与えることができた。ユーザーの期待を超える操作性と利便性の向上は、感動創造企業の新たな道具として今後進化していくものと確信している。

リモコン(詳しい構造などは本号の技術紹介を参照)は、ヤマハスクータの盗難抑止システムGロックを解除する。またシートロックも同様にリモコンで解除できる。さらにリモコンと連動し、前後のフラッシャーライトが4灯点滅するアンサーバックは、受信反応と車両位置を知らせてくれる。これは暗い駐車場や、何処に

駐車したか忘れてしまった場合に威力を發揮する。

このようにリモコンは「ヨベバコタエルリモコンジョグ」の中核メカニズムとして操作性機能だけだけでなく、ユーザーがバイクと対話する新しいフィーチャーでもある。

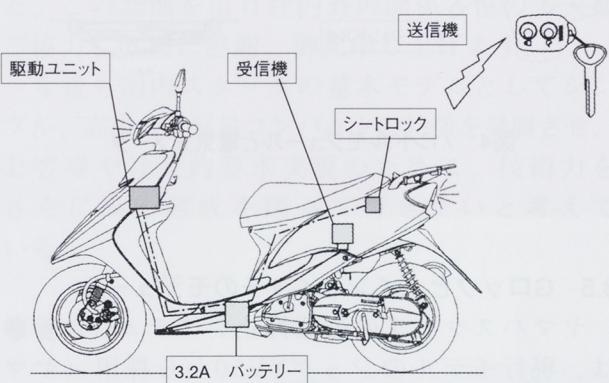


図3 リモコンシステム

3.3 盗難抑止機能の拡充

リモコンは、オプションでスクータ専用のアラームとイモビライザを取り付けることができるようになり、簡単に機能アップができる。ステアリングロック、Gロックと合わせて3重ロックができ、盗難抑止効果を高めることでユーザーへ一層の安心機能を提供している。

3.4 ハンドルカバーモジュールと電気式メータ

詳細は本号の技術紹介のページに譲るが、50cm³スクータ初のメカニズムとして、ハンドルカバーとスピードメータのモジュールを可能にした。

本モデルは更に電気式メータにすることで、メータ中央に位置するケーブルがなくなり、レイアウトの自由度向上、大型化、薄型化、軽量化を実現できた。また屈曲したケーブルがなくなり、機械部分の信頼性の大幅な向上も図ることができた(図4)。

さらに電気式メータはLED照明やLCD式オドメータ、燃料計、発光指針等に合わせてスイープ動作チェックを入れた。これにより、イグニッションをオンするたびに指針とLCDが動作し、

走るとき以外にも動きのあるメータとして、販売店の店先での商品性のアピール効果を高めている。

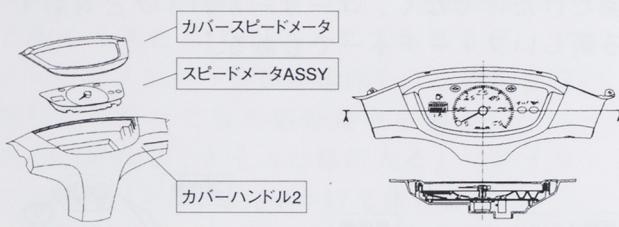


図4 ハンドルモジュールと電気式メータ

3.5 Gロックとメインスイッチのモジュール

ヤマハスクータの盗難抑止システムGロックは、現行モデルのジョグYV50から採用（ヤマハ発動機技報26号参照）しているものが、サイズが大きく、コンパクトにする必要があった。今回はリモコンとセットとなるため付加部品が増加し、さらにビーノやアピリオにもGロックを開することも考慮すると、どうしても小型化が必要となった。そのため、本モデルではGロックとメインスイッチを一体化（図5）することで、従来比約30%の小型化と軽量化を達成できた。この結果、すでに2001年モデルのヤマハ50cm³スクータ全モデルに、盗難抑止システムGロックを搭載している。

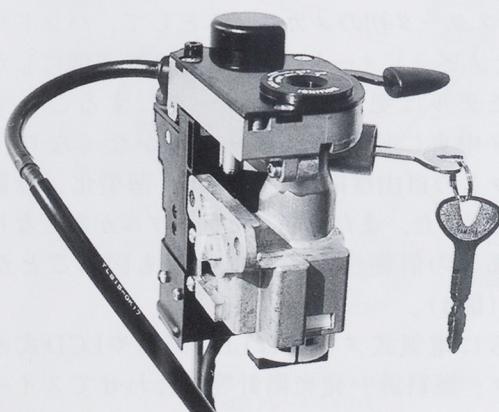


図5 Gロックとメインスイッチのモジュール

3.6 リヤボディカバーのユニット化

従来のヤマハのスクータは、フレームの上にヘルメットボックスやタンクを組み付けた後に、サイドカバーを一枚づつ車体に組み付ける構造になっていた。このためカバー間の合わせ隙間のコントロールが難しく、合わせ品質を維持するためにフレーム精度やカバーの精度に神経を使っていた。しかし、整備でカバーを外してしまうと、組み立て時に隙間が広がったりする難点があり、ある程度コツが必要な設計になっていた。

今回のモデルは、予め後ろ回りのカバーを内側でファスナー固定してしまい、隙間をゼロに組み付けるとともにテールライトもこれにユニット化した（図6）。車体の組立ラインでは上からすっぽりとかぶせる構造とし、誰でも簡単に組み立てできる。

こうしたユニット化は全体のスタイリングと合わせて品質の向上につながり、さらに商品性と生産性の向上にもつながった。

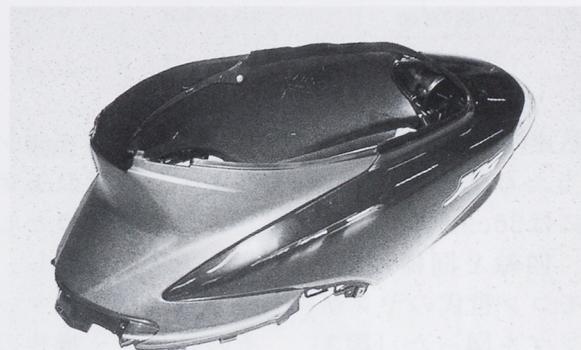


図6 リヤボディカバーのユニット化

3.7 サービス性、整備性の向上

リアボディカバーのユニット化の結果、ヘルメットボックスを上に外すだけで、エンジン回りは上から容易にメンテナンスすることが可能になった（図7）。

シート後端に燃料タンクキャップとオイルタンクを配することで、日常のサービス性や使い易さを向上させた。その他、バッテリはフットボード上に専用メンテナンスカバーを設け、販売店での初期セットを容易にしている。

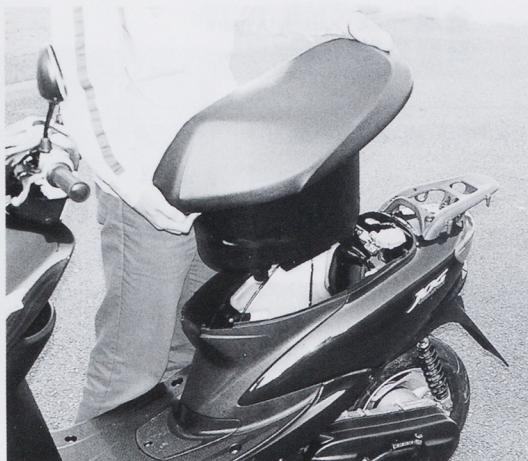


図7 サービス性、整備性の向上

3.8 信頼性、安心の向上

本モデルは、今まで述べてきたように数多くのフィーチャーを織り込んで魅力品質を作り込んできた。また、フレーム縦剛性とねじり剛性の改善を図ることで操縦安定性を向上させた。

その他、ディスクブレーキのライフ、信頼性、整備性の向上、40Wの明るいヘッドライト、見易い大型メータなど、数多くの機能も織り込んでいる。

3.9 エンジン

エンジンは平成10年以降国内排出ガス、騒音規制に対して全モデル環境対応をしている。

本モデルのエンジンは、排出ガス浄化の安定性向上、バラツキの低減、ドライバビリティの向上を主に改善を図った。

具体的にはキャブレタのセッティングの変更、コンペニセイタの設定変更、マフラーの新触媒採用が挙げられる。その他、様々な部分の熟成を図り、扱い易いエンジン特性による軽快な走り、始動性や発進性の安定度を確保している。

4 おわりに

ジョグは売れる代名詞として、発売以来常にその使命をもって市場に出されてきた。本モデルはその使命を達成するために、開発当初より社内外の各部門より多大な支援をいただき、皆さんの期待に十分に応えるべく改良と進化をとげて、大きな成果としてまとめ上げることができた。この誌面を借り社内外の関係各位の多大なご協力ご支援に感謝、御礼申し上げます。

今後も国内スクータの基本モデルとしてシンプル、高出力、軽量コンパクトの特徴を発展させ、お客様や社会的 requirement のために、技術力をさらに高め熟成を図って行きたいと考えている。

●著者



山本幹雄



猪森俊典



片岡政士



金子浩彦



山口茂樹



松本泰介



目黒尊克

フェーザー1000 (FZS1000)

FAZER1000 (FZS1000)

久保 裕 Yutaka Kubo
大野敦史 Atsushi Oono

小林泰之 Yasuyuki Kobayashi
月花良市 Ryouichi Gekka
瀬川直樹 Naoki Segawa

金原一成 Kazunari Kinpara
荻野光弘 Mitsuhiro Ogino

●MC事業部/MC第1開発室/MC第2開発室/MC第1コンボ開発室/MC商品企画室



図1 FZS1000

1 はじめに

ヤマハ発動機は1998年に欧州向けモデルとしてFZS600を発売した。FZS600は600cm³でありながらリッタークラスのモーターサイクルに肉薄するエンジン性能とワインディングロードでも軽快に走れる走行性能、そして日常の使用にも不足ない実用機能のバランスが評価され、1999年には欧州で16,000台を超える販売を記録した。

また、欧州のリッターカラス(901cm³以上)のスポーツツーリング系モデル市場は、年間約7万台前後で堅調に推移しており、この市場には各社から多彩なモデル群が投入されている。

「FZS1000」(図1)は、FZS600で確立したオールラウンドスポーツモデル“FAZER”的世界のトップモデルとして開発したので、その概要を紹介する。

2 開発の狙い

今回の「FZS1000」は、高性能なスポーツ機能を秘めながらも、日常ユースなどマルチユースに対応できる「新1000ccスポーツ」を提唱するモデルであり、欧州市場を中心とした“新しいスタン

ダードスポーツモデル”的確立を目指した。

『The Ultimate Strong FAZER』をキーワードに、“使い勝手の良さと週末のファンライド”を両立させるために以下のような開発の狙いを設定した。

(1)ストリートスポーツでNo.1のハイパフォーマンスなエンジン性能

スポーツ車の既成イメージ=73.5kW(100PS)から脱却するクラス最大103.0kW(140PS)以上パワーの実現をすると共に、中速域でのパワーと加速を堪能できるエンジンキャラクターを作り込む。

(2)ダイナミックさ／楽しさを味わえるコーナリング性能

中速域での安定性と切り返し易いハンドリングを両立させる。重量はクラス最軽量を目指し210kg以下(乾燥重量)を達成する。

(3)オールラウンダーとしての操作性、実用性を確保する。

自由度の高いライディングポジションを目指し、特にフィット感とニーグリップ性を重視する。またクラストップの実用装備を施す。

(4)スポーティで魅力的なスタイル

FZS1000の仕様諸元表を表1に、フィーチャーマップを図2に示す。

表1 仕様諸元表

項目	諸元値
型式	5LV1
全長×全幅×全高	2,125mm×765mm×1,190mm
シート高	820mm
軸間距離	1,450mm
最低地上高	140mm
乾燥重量/装備重量	208Kg/231Kg
原動機種類	水冷・4ストローク DOHC・5バルブ
総排気量	998cm ³
内径×行程	74×58mm
圧縮比	11.4:1
最高出力	105.2kW (143PS) /10,000r/min
最大トルク	105.9N·m (10.8kgf·m) /7,500r/min
エンジンオイル容量	3.7L
燃料タンク容量	21L
バッテリー容量	12V、12AH
1次/2次減速比	1.581/2.750
変速比	1速2.500 2速1.842 3速1.500 4速1.333 5速1.200 6速1.115
キャスター/トレール	26°/104mm
タイヤサイズ	120/70ZR17/180/55ZR17
ブレーキ形式	フロント:油圧式ダブルディスク リヤ :油圧式シングルディスク
ヘッドライト	ハロゲンバルブ/12V60W/55W

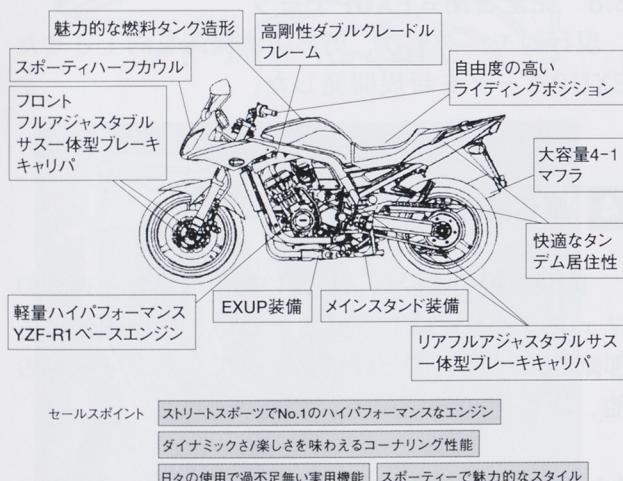


図2 FAZER 1000 フィーチャーマップ

3 エンジン概要

前述の開発の狙いを受け，“ストリートスポーツNo.1のハイパフォーマンスなエンジン性能”を得るため、以下に述べる仕様を採用した（図3）。

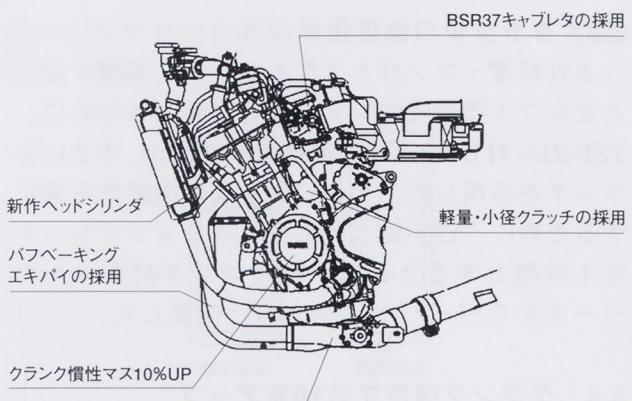


図3 エンジン

3.1 YZF-R1ベースのエンジン

軽量・コンパクトかつハイパフォーマンスを実現するためにYZF-R1のエンジンを基本として設計した。これにより、他のリッタースポーツモデルと比較して一回りコンパクトかつ軽量を達成すると共に、目標を上回るクラス最大の105.2kW (143PS) のポテンシャルをもつエンジンとすることができた。

3.2 ホリゾンタルキャブレタ

“FZS=ホリゾンタル”的コンセプトに基づき、FZS1000もホリゾンタルキャブレタのBSR37を採用した。（図4）これにより、YZF-R1に比べて中速域での性能特性の作り込みに、更に幅を持たせることが可能となった。また、レイアウト変更にともないヘッドシリンダと吸気ポートを新作して、BSR37の性能を十分に引き出せる仕様とした。

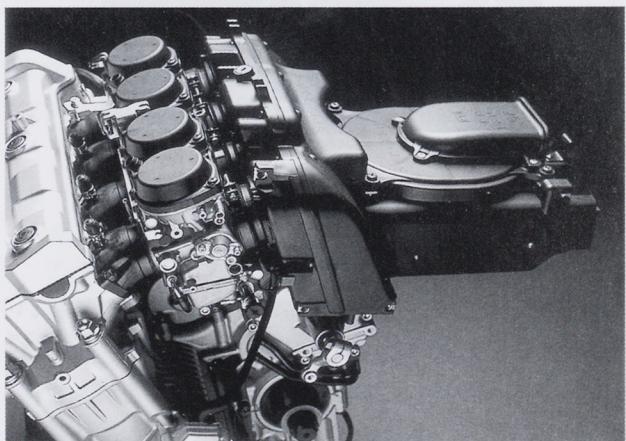


図4 キャブレタレイアウト

3.3 クラッチの小径化

より軽量・コンパクトなエンジンを実現することとシフト操作時のショックを軽減するために、YZF-R1に対し2ランク（直径で約20mm）小さいクラッチを採用した。それにともない機能性を満足するために、YZF-R1に対しフリクションプレートを1枚増とすると共に、ライニング材をコルクベースからペーパーベースへと変更した。

3.4 クランク慣性マス10%アップ

エンジンキャラクター上YZF-R1に対してクランクシャフトの慣性マスを約10%アップした。これにより、特に中速域の乗り易さを増すと共に、よりコーナリングを楽しめるエンジン特性とした。また、2次減速比をYZF-R1の43/16から44/16へ変更することにより、発進性や低速時の余裕度を大きくし、実用面での使い易さを高めた。

3.5 EXUP

YZF-R1同様、中速性能と高速性能を両立させるため、FZS1000にもEXUPを採用した（図5）。また、操安性上エンジン搭載位置を可能な限り下げるため、EXUPハウジングを新作し、YZF-R1に対してクランクセンターを約14mm下げた。

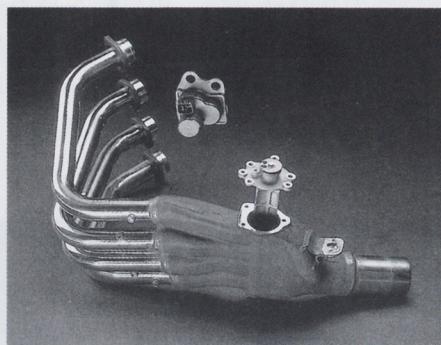


図5 EXUP

3.6 外観イメージを更に進化

FAZERシリーズのフラッグシップにふさわしい外観とするため、エキゾーストパイプを単管ステンレスにバフをかけ、さらにベーキングを施した。これにより、二重管のクロムメッキエキゾーストパイプに対して約半分の重量とすることが可能となった。また、FZS600に対して更に進化したデザ

インを追求するために、ヘッドシリンダおよびクランクケース、ケースカバーのデザインを変更し、全体的に近未来的なデザインとした。また、外観色はシルバーで統一した（図6）。

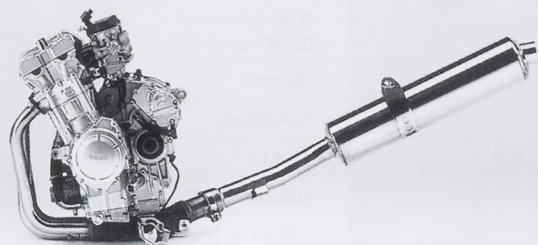


図6 エンジンと排気系外観

3.7 エアインダクションシステム

EU-1規制とドライブアビリティーを両立させるために、YZF-R1（2000年モデル）等でも実績のあるエアインダクションシステムを採用した。

3.8 完全密閉式EXUPモータ

現行のモータより、更に防水機能を向上させたEXUPモータを新規開発した。

4 車体概要

開発の狙いを受け、“使い勝手の良さと週末のファンライドを両立させる”ため、車体関係は各部剛性のバランスと軽量化を重視したシャーシの他、次に述べる仕様を採用した。

4.1 ディメンション

安定性と操縦性を両立させるため、前輪分布荷重を増加させるためのディメンションとした。軽量・小型なYZF-R1ベースのエンジンを採用し、FZS600に対しライダー乗車位置を20mm前方とするレイアウトとした。また、新作リヤキャストホイールや樹脂製グラブバーの採用など各部の軽量化により、乾燥重量208kgを達成した（図7）。

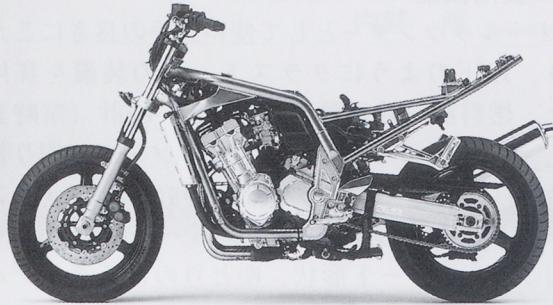


図7 車体外観

4.2 高剛性鉄フレーム

鉄ダブルクレードルフレームを採用した。全体形状はFAZERイメージを保ちながら、 $\phi 48.6$ の大径タンクレールや板金モナカ構造のサイドメンバ等により、剛性アップを達成した(図8)。

辺の肉厚やリブ位置の選定を行い軽量化を達成した(図9)。

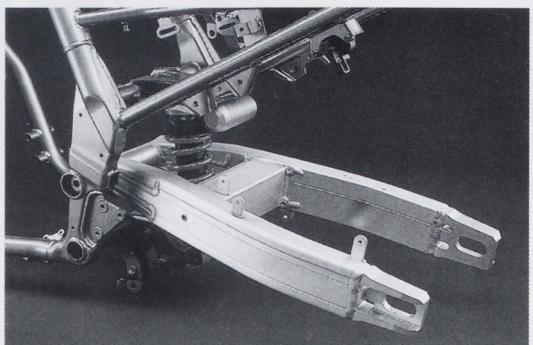
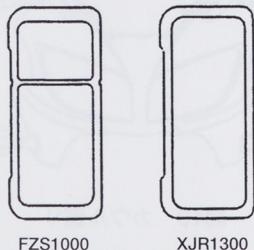


図9 リヤアーム

4.4 前後フルアジャスタブルサスペンション

高剛性のフレーム&リヤアームを得てフロント・リヤのサスペンションは中速域での安定性と切り返しのし易さを両立してエンジンのハイパフォーマンスを楽しめる様、ホイールトラベルを多くとり、作り込みを行った。また、ユーザーの使用状況に応じてセッティングを変更できる様、イニシャル&伸び・圧減衰力調整機構を採用した。

4.5 前後一体型ブレーキキャリパー

ブレーキは効力を重視して、フロントは欧州市場で大好評のYZF-R1タイプを採用、リヤにもYZF-R1に対しシリンダ径を大径化し新作した。

4.6 外装部品

(1) カウルまわり (図10)

アグレッシブデザインを実現するために、YZF-R1のリフレクタを流用してひと目でヤマハ車とわかる表情とした。小型のスクリーンはスポーツイメージとプロテクション機能の両立を目指し、風洞・実走行での作り込みを行った。ミラーは広い後方視界を確保することと新デザインを織込み新作した。

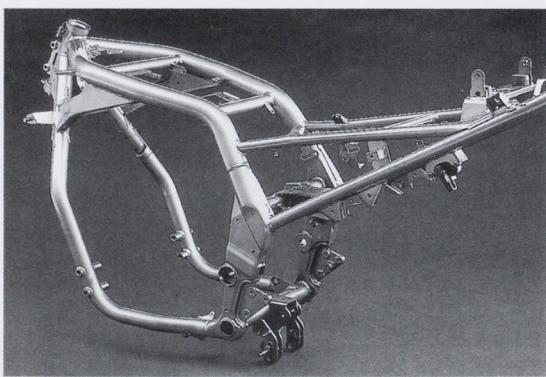
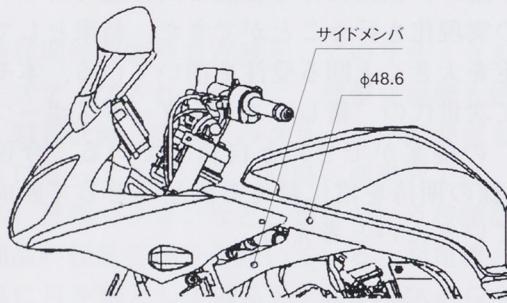


図8 高剛性鉄フレーム

4.3 “日”の字断面リヤアーム

YZF-R1同等のロングリヤアーム採用にあたり、部品点数削減と高剛性化のため、“日”の字断面のアーム材を新作した。また、構造解析により各

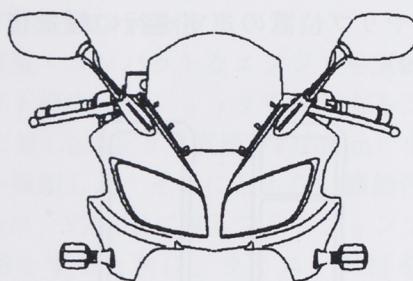


図10 カウル廻り

(2) 燃料タンク (図11)

21Lの容量とアグレッシブデザインとライディング機能の確保を目指し、新成形方法にトライし、次世代の抑揚のある形状とした。新作表皮を採用したシートとともに、自由度の高いライディングポジションと高いフィット感、ニーグリップ性を実現した。

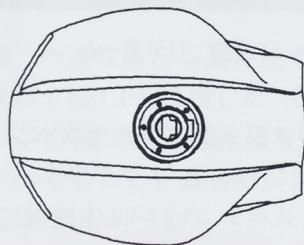


図11 燃料タンク

(3) サイド&テールカバー回り (図12)

YZF-R1と同様の一体成形によるテールカバーを採用し、YZF-R1より更に進化したテールライト回りをカバーで覆う新しいデザインとした。リヤフェンダのフラップ部形状にも意匠を施した。また、FZS600に対し外観品質向上と高級化のため、ピボット部に質感の高い、アルミダイキャストのカバーを採用した。

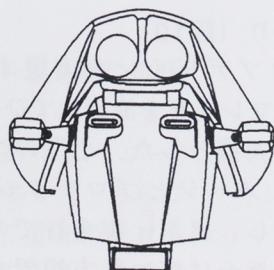


図12 テールライト廻り

4.7 実用機能

オールラウンダーとして使い勝手の良さにこだわり、以下のようにクラストップの装備を採用した。燃料計(残量警告灯付き)、時計(常時表示)、ツイントリップメータ(オドメータと切り替え表示)、ハザードランプ(欧州向のみ)、メインスタンド、左右別体式グラブバー、疲れにくく自由度の高いシート形状、ゆとりのあるタンデムライダー位置、大型U字ロック対応の収納スペース、等。

5 おわりに

本モデルは開発当初からコンカレント活動に積極的に取り組むことにより、数々の課題を解決すると共に、今まで以上に早い開発完成度を達成した。また、スタイリングについての要件も早期から織り込み、戦闘力ある性能と共に魅力的なデザインの実現化も行うことができた。結果として生産予定を大きく上回る受注を頂いている。本モデルにて次世代の“新しいスタンダードスポーツモデル”的提案ができたと自負している。今後も“お客様の期待を常に超える商品”として熟成を図っていきたいと考える。

●著者



軽量化への挑戦、インバーター発電機EF2500iの開発

Challenge To Lightweight, Inverter Portable Generator EF2500i

深谷光男 Mitsuo Fukaya 横倉 誠 Makoto Yokokura 馬塚尚人 Naoto Mazuka
内野 隆 Takashi Uchino 杉山隆秀 Takahide Sugiyama

●特機事業部開発室



図1 インバーター発電機EF2500i

1 はじめに

地球環境問題や省資源としてのリサイクルがクローズアップされるなかで、携帯発電機も燃費改善、騒音低減、排ガスのクリーン化が要求されるようになってきている。同時に産業界では、携帯電話、携帯パソコンなど、携帯という接頭語のつく商品の軽量化競争が続いている。発電機という商品に目を落としてみると、0.5 kVAから6 kVAまでのクラスの携帯発電機が各社から市場に投入され、国内年間総需要は約10万台（1999年実績／ヤマハ発動機調べ）で推移。そのうち40%は2 k VAクラスで、建設現場・道路工事から防災業務まで多方面に利用されている。近年では、工事現場の年齢層も広がりを見せ女性労働力も進出。

また、マイコン制御による電気機材が広く普及しており、従来システムによる発電機では十分に性能を出せない機器や、誤動作する機器も見受けられるようになってきた。

このような市場環境の中、顧客の軽量コンパクト化への要求度は高く、又高品位な電源が少しづつ求められるようになってきている。

本稿で述べる「インバーター方式携帯発電機EF2500i（図1）」は、軽量化を最重視し、環境対

応技術を採用しながら、高品位な出力波形を狙った商品である。ここにその概要を紹介する。

2 開発の狙い

当モデルの開発目標を以下に示す。

(1) 軽量・コンパクト化

1人でトラックへの上げ下ろしが可能な重量とし2 k VAクラスで業界最軽量と最小容積とする。

(2) 精密機器が使えるような波形のよさ

波形歪み率で5%以下とする。

(3) 低燃費・低騒音

燃費は実用域で既販モデルに対し10～20%向上させる。騒音は4方向平均にて68 d B A以下とする。

(4) 環境への配慮

排ガス規制はEPA Phase II及びCARB. Tire IIの規制値を満足させる。インバーターユニットの制御基板のフロン洗浄廃止、Crメッキ廃止を実施し同時にリユースを配慮した設計とする。

3 システムの概要

軽量・コンパクト化を達成するため、交流出力を得る基本構造はインバーター方式とした。基本システム図を図2に示す。多極式発電体からの三相交流出力をインバーター方式制御ユニットに内蔵した全波整流回路（混合ブリッジ）に入力。位相制御によりAC/DC変換と定電圧化を行う。この直流電圧をDC/AC変換部（インバータ回路）とフィルター部（LCフィルター）で正弦波に変換する。同時に出力電圧を検出し、制御部にフィードバックし出力電圧の安定化を行なう。また出力電流を検出し、この値をエンジン回転数制御に使用している。

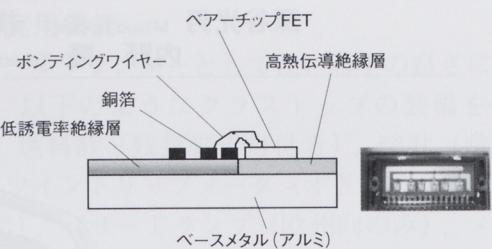
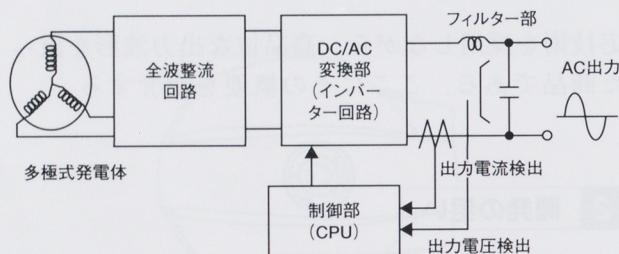


図3 パワーCOB化構造図と外観写真

このような構造体により、配線の閉回路長を短小化する事により、高密度化を狙うと同時に、PWM制御によるスイッチング時の電磁ノイズを減少させた。EMC対応としては、このほかに制御回路基板の4層基板化、発電体からの3相AC出力をDC変換する為の混合ブリッジ部のSCR制御部とインバーターHブリッジ部へのスナバー回路追加、同時に、リアクトル磁気回路からの電磁気放散を防ぐため、リアクトルを閉磁路構造とした。図4に、コントローラーの外観写真を示す。

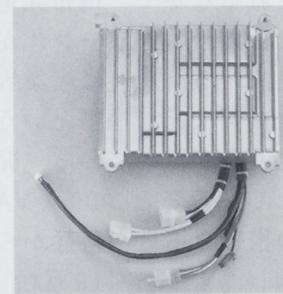


図4 インバーターコントローラー

以下インバーター方式携帯発電機EF2500iに採用した特徴的な技術と構造を紹介する。

(1) パワー部のCOB化（パワー部のモジュール化）

を実現したインバーターコントローラー

小形化と軽量化をねらって、パワーコンデンサ化を実現。樹脂モールドされた個別部品のダイオード・SCR・パワーFETで回路を構成し実装するかわりに、図3で示した主要なブロック部分をモジュール化した。図3に示すとおり、ベースメタルに高熱伝導率の絶縁層を介してFETやSCRチップを装着し、配線用銅箔との間をボンディングワイヤーで接続した構造体としたものである。これにより、従来の電子部品実装にたいし、パワー素子部分の構造の簡略化と、軽量・コンパクト化が実現できている。

(2) 三相多極磁石式発電体

軽量化をねらうべく磁石式三相出力の発電体とした。アウターローターには16ヶの磁石を配置し8極対数とし、ステータには24極の突極を設け星形結線とした。軽量化のため、必要磁路の珪素鋼板を、所用発電出力を得る最小体積となるよう設計。開発時の主要技術課題は、発電効率とコギングトルクであった。開発当初、発電体単体での効率は、81%と低かったがステーターコアの珪素鋼板板厚の最適化と、材質の見直し（JIS記号35A600）により渦電流損と鉄損を改善、90%まで効率を高め、同上極数に

軽量化への挑戦、インバーター発電機EF2500iの開発

よりコギングトルクを改善した。
その発電体外観写真を図5に示す。

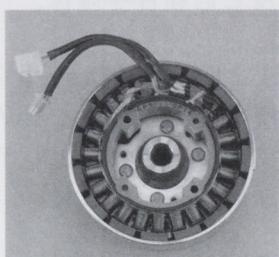


図5 三相多極磁石式発電体

(3) 点火系エンジン冷却ファンと発電体冷却ファンの統合化

図6にそのレイアウト図を示す。上側が従来モデル、下側が今回開発した、冷却ファンを機能統合したインバーター発電機主要部分の断面図である。図7に、実機の冷却風経路を矢印で示した。

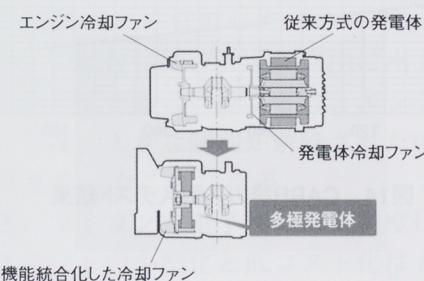


図6 冷却ファンのレイアウト図

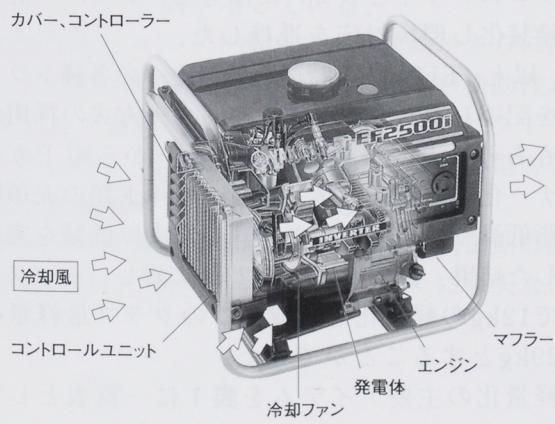


図7 EF2500i実機冷却風経路図

(4) 電子ガバナーの採用

採用した電子ガバナーの外観写真を図8に示す。
従来の機械式ガバナーを使用しエンジン負圧を利用してエンジン回転数を制御する方案も検討を進めたが、軽量化と制御の多様性の観点より電子ガバナーを採用。

図9にそのシステムブロック図を示す。

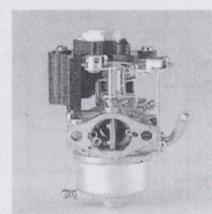


図8 電子ガバナー部外観図

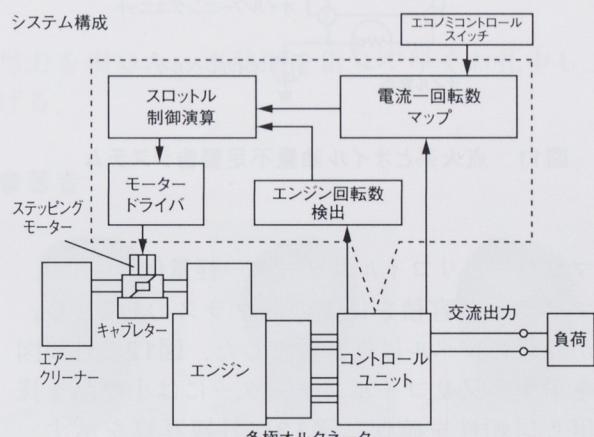


図9 電子ガバナーシステム図

図10に電子ガバナーを採用したEF2500iの燃費と既存モデルEF2300の燃費を示した。燃費低減は、実用領域にて従来モデル比で10から37%の改善を実現。

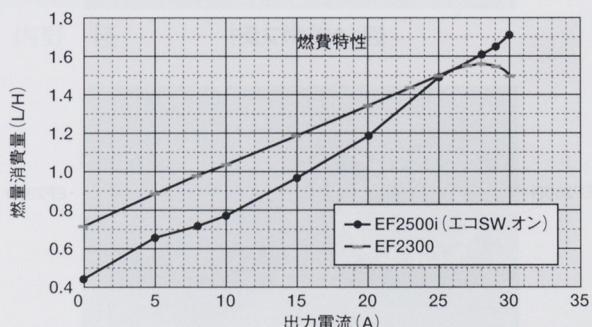


図10 EF2300との燃費改善比較

(5) AC-CDIとオイル警告システム

軽量化を狙いとして、従来モデルで採用していたTCIシステムを廃止しAC-CDIシステムとした。当システムの発電機への採用は初めての試みで、オイル警告システムは失火部分と油量警告部分を別回路とし構造の簡素化を図った。

図11にシステム図を示す。

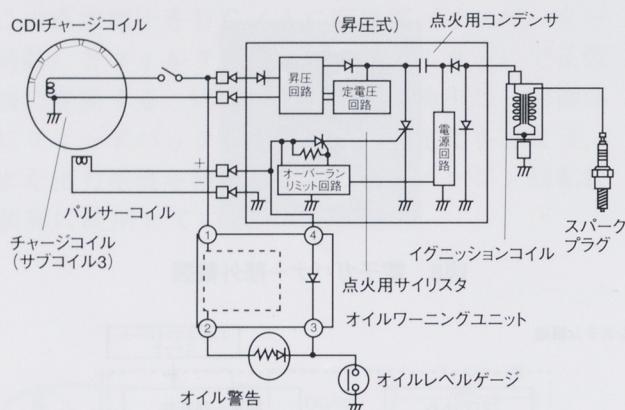


図11 点火系とオイル油量不足警告システム

(6) マフラーとリコイルスターター軽量化

マフラーの容積を従来の同クラスの1/2とし、かつ騒音レベルは従来並とした。図12に外観図を示す。又リコイルスターターには小型品を採用し信頼性を確保。図13に外観写真を示す。

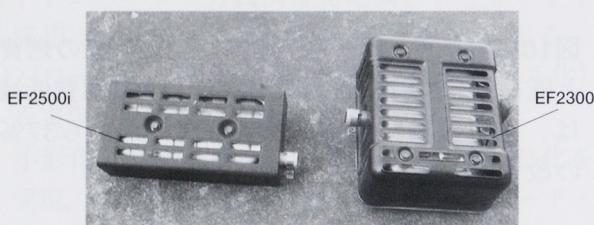


図12 マフラー

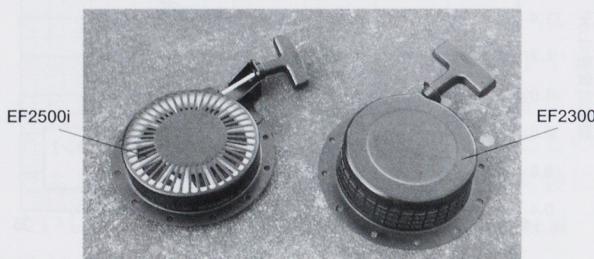


図13 リコイルスターター

(7) フレーム軽量化と新材料

フレームは板厚の最適化をはかり軽量化。エンジンブレケット部は、高張力鋼板(YSH440)を採用し、強度と信頼性を確保。

(8) 環境対応

排ガス規制はEPA Phase II 及びCARB. Tire II の規制値を満足させた。図14にCARB排ガス耐久(500Hr)のテスト結果を示した。

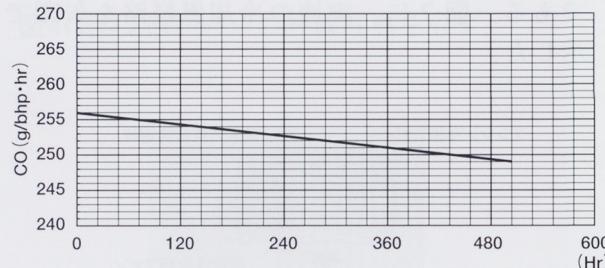
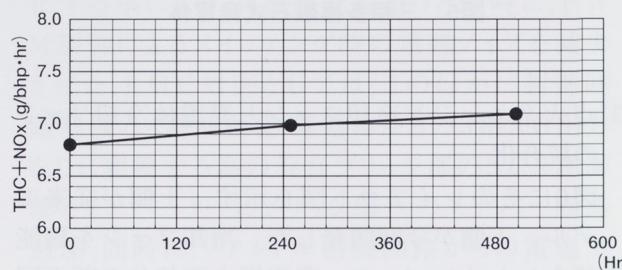


図14 CARB排ガス耐久テスト結果

その他、コントローラーについては、制御基板のフロン洗浄廃止を実施。フレームは従来クロムメッキとしていた部分を、シルバー静電塗装化し環境対応を進捗した。

以上、EF2500iの特徴と軽量化への各種トライを記述してきたが、インバーター方式の採用はもちろんとし、機械式ガバナーから電子ガバナー化による軽量化、新設ユニット類の充填樹脂低減や、樹脂部品の徹底した肉厚低減を実施した結果、従来モデルEF2300に対し、トータルで12kgの軽量化を達成。このクラス最軽量の29kgとすることができた。

軽量化の主要アイテムを表1に一覧表としてまとめた。

軽量化への挑戦、インバーター発電機EF2500iの開発

表1 主要アイテムの開発段階での軽量化一覧 (EF2300比較)

部品名	軽量化のための技術手段	軽量化率(%)
・発電体	同期式→三相多極磁石式とし材料最適化	67
・点火系部品	TCI方式→AC-CDI方式	91
*AC-CDIユニット	昇圧ユニットとCDIユニット部の統合	15
・電子ガバナーの採用	機械式→電子ガバナー式	60
・マフラー	小型化	31
・リコイルスターター	小型化	5
・フレーム	板厚低減	19
・オイルワーニングユニット	充填樹脂レス・ケースレス化	82
・ワイヤーハーネス	部品レイアウトの最適化による線長さ最適化	7
・ファンの統合化	発電体冷却ファンとエンジン冷却ファンの統合化	79
*ファン	樹脂化	75
・コントロールユニット	充填樹脂低減、リアクトル部の閉磁路化	21

4 おわりに

携帯型エンジン発電機におけるインバーター方式発電技術の採用は、軽量化と高品位電源としての位置づけに大きく貢献したといえる。

エンジン回転数に依存せずに自由に出力電圧と周波数を制御できるということは、エンジン発電機にとっては、大きな制約が解除されたのと等しい自由度をもったことになる。

近未来、マイコンと電子部品の集積度はさらに高まりユニットの小型化と低コスト化はさらに進化するものと推測する。少なくとも、重厚長大で波形ひずみ率の大きい従来型同期発電機から、軽量・高品位波形のインバーター方式発電機への転換はひとつの方向を示している。

低騒音化とユニット部のコスト低減がさらに前進したとき、携帯型発電機としてのその機動性が見直され、非常時の電源として、またアウトドアでのレジャーにおける多様な電気機器の電源として使用範囲が拡大するものと考える。

本モデルの開発にあたり、振動系や制御系の課題対応に際し、社内外の関係者の方々に多大なご

尽力を頂いた。本誌面を借りて厚くお礼申し上げる。

●著者



深谷光男



横倉 誠



馬塚尚人



内野 隆



杉山隆秀

ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器 OH-A20Y

YAMAHA Built-in Alkaline Ion Water Supplier OH-A20Y

大橋喜四郎

Kishirou Ohashi

上川秀哉

Hideya Kamikawa

山下良造

Ryozo Yamashita

●新事業推進部浄水器事業部

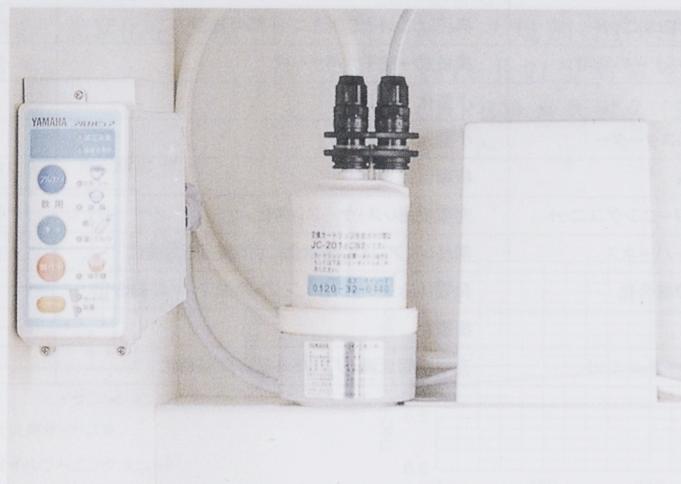


図1 OH-A20Y

1 はじめに

近年の健康ブームが高まる中、飲料水に対する安全指向、健康指向が一層高まっている。こうした状況の中、1998年2月にヤマハ発動機初のアルカリイオン整水器を市場導入した（技報No.26にて紹介）。

その後も飲料水に対する安全指向、健康指向は依然として高く、アルカリイオン整水器および浄水器の性能アップが望まれていた。

2000年2月、OEM先であるヤマハリビングテック株式会社殿との共同開発により高性能で低価格なNEWアルカリイオン整水器を開発し市場導入した。今回、このアルカリイオン整水器について概要を紹介する（図1）。

2 開発のねらい

アルカリイオン整水器は、おいしい水、体に良い水というキャッチフレーズで安全指向、健康指向を強く意識するユーザー層へ浸透していった。

一方、水質の悪化と卓上型のアルカリイオン整水器の低価格化と相まって、商品の認知度も上がってきた。この機にビルトイン型アルカリイオン整水器の一層の浸透を図るべく、新モデルの開発に着手した。

次の4点を開発の重点目標とし、開発を進めた。

(1)高い有害物質除去性能を有すること

従来のカルキや濁りの除去に加え、近年水質悪化で話題になっているトリハロメタン（発癌物質）、農薬（CAT）を除去できるようにし、業界トップレベルの浄水性能を有するものにする。

(2)操作性に優れていること

pH選定ボタンは簡単にし、用途の表示とあわせ、使い易く分かり易いものにする。

(3)シンク下スペースを有効に活用できること

新しいスライドドアタイプキッチンへの対応も可能にしつつ、デッドスペースを有効に活用できるものにする。

(4)低価格であること（業界最安値）

ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器 OH-A20Y

3 製品概要

NEWアルカリイオン整水器は、水道水中の不純物を浄化する浄水器部、水に電流を流しアルカリイオン水をつくる電解槽部と電解槽の電流値を調節するコントロール部からなる(図2)。

浄水器部は交換を容易にすることを考え、電解槽部と別体とした。さらに電解槽部、コントロール部も別体にすることにより、それぞれの小型化ができ、自由度の高いレイアウトが可能になり、シンク下のスペースが有効に活用できるようになった。

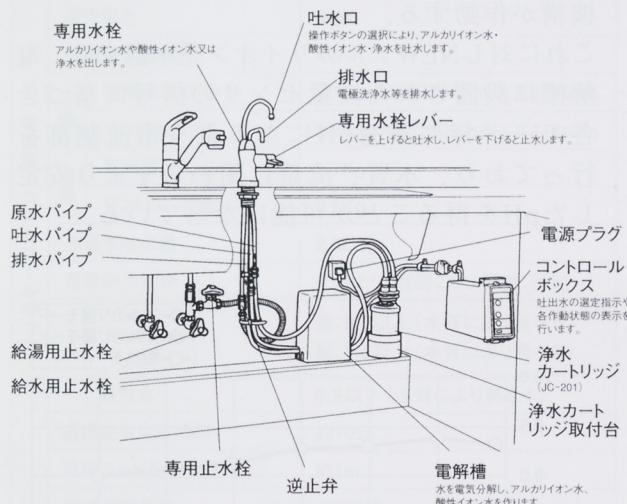


図2 アルカリイオン整水器システム構成図

3.1 浄水器部

浄水器は、ろ材として不織布、活性炭、中空糸膜を採用している。まず、不織布で大きなゴミを除き、次に活性炭で残留塩素、トリハロメタン、農薬(CAT)等の有機物を取り除く。最後に中空糸膜で0.1ミクロン(1/10,000mm)以上の細かい濁りや鉄サビ、一般細菌を取り除き水道水を浄化する(図3,4)。

このモデルでは、価格の作り込みのため、従来モデルと同じ容器を採用した。しかし活性炭の充填方法の工夫と最適活性炭の選定により、従来モデルでは除去できなかったトリハロメタン、農薬(CAT)が除去できるようにしている。また、同じ容器を使用することで、従来のモデルとの互換性をもたせることができた。

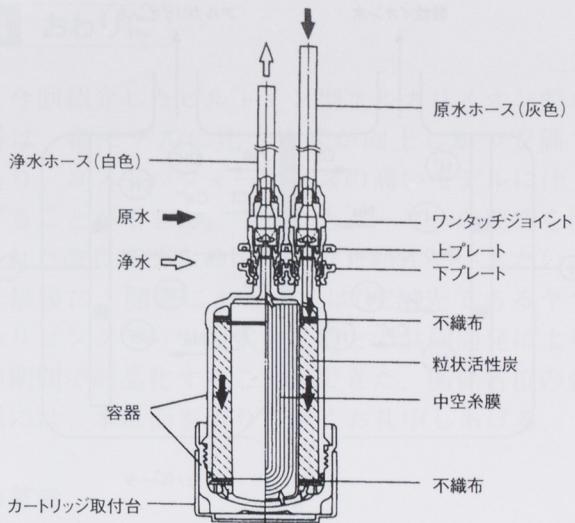


図3 浄水カートリッジの構成

浄水のイメージ図

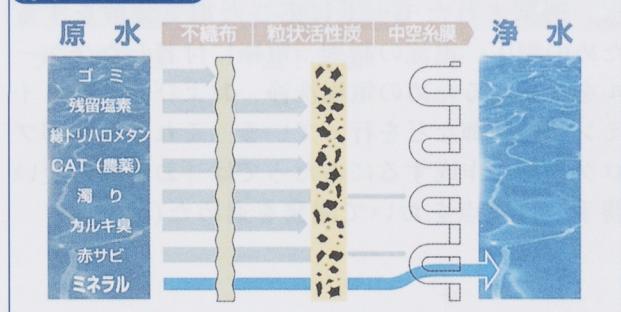


図4 ろ過のプロセス

3.2 電解槽部

電解槽部は、対向した電極間に電流を流し、水の電気分解が行われる。隔膜を隔て陰極側でアルカリイオン水が、陽極側で酸性イオン水が生成される(図5)。

電極には耐久性に優れ、極性反転使用が可能なチタン白金電極を用い、電気分解の時間に応じて自動的に極性を反転させ、電極に付着したスケールを除去する電極洗浄を行う。

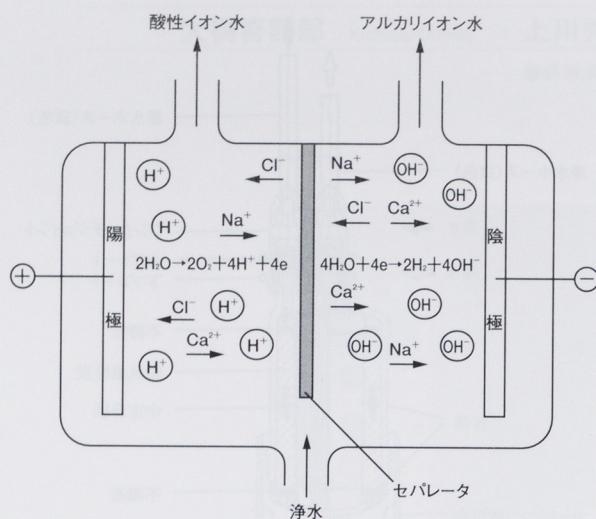


図5 電解槽内の反応

3.3 コントロール部

コントロール部では、イオン水生成モードの選択、選択されたモードに応じた電気分解をするための電圧、電流の制御、電極に付着したスケールを除去するための電極洗浄、および、そのタイミングの制御などを行っている。これらの制御プログラムを作成するにあたっては「お客様の使い勝手」に重点をおいて開発を進めた(図6)。

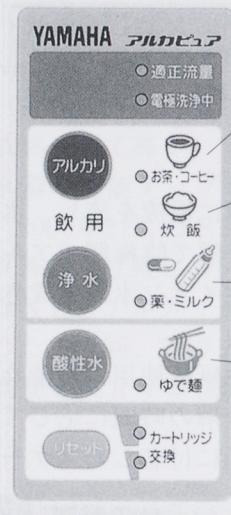


図6 コントロールパネル

(1)酸性モードの追加

コントロール部の切替えスイッチで選択できるイオン水の生成モードはアルカリ強、アルカリ弱、酸性の3モードがあり、これに浄水モードを加えた4モードの中で選択ができる。アルカリイオン水は抽出力に優れ、煮出し時間の短縮やだし汁をとる水として適しており、酸性イオン水は引き締め作用があり、コシのある麺を茹でるのに効果がある(図7)。

(2)安定したpH制御

従来モデルでは電圧制御のため、流量が少くなったり、伝導度の高い水がきた際、過剰にpHが上がらない様に電気分解を停止する安全機構が作動する。

これに対しNEWアルカリイオン整水器では、電解槽に設置された流量センサの信号に基づき各モード毎に最適pHになるよう電流制御を行っており、水質、流量に関わらずより安定したpHを得ることが可能になっている。

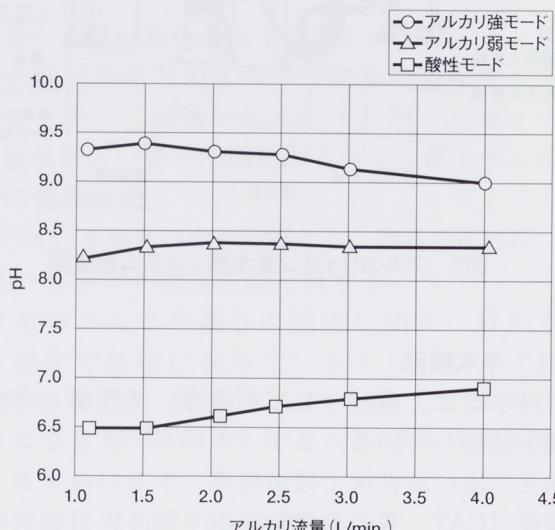


図7 アルカリ流量-pH特性

ヤマハビルトイン型アルカリイオン整水器 OH-A20Y

3.4 仕様諸元表

OH-A20Yの仕様諸元表を表1に示す。

表1 仕様諸元表

型式の呼び名	OH-A20Y
種類	II形
使用周囲温度	0°C ~ +40°C
本体使用水温	35°C未満
使用可能水圧	69kPa ~ 750kPa
専用栓	XF9-5316L-00
取付孔径	φ38mm
安全装置	逆流防止弁
定格	AC100V 1.0A 50/60Hz
消費電力	60W
待機時消費電力	4W
寸法	電解槽ユニット 幅144mm×奥行き87mm×高さ206mm コントロール部 幅65mm×奥行き263mm×高さ164mm
重量	電解槽ユニット 1.7Kg コントロール部 0.8Kg
生成水吐水量	2.5L/分
電解能力切替	アルカリ:強弱2段 / 酸性:固定
pH	アルカリ水 強:9.0以上(水質により異なる) 弱:8.0以上(水質により異なる) 酸性水 6.9以下(水質により異なる)
連続使用可能時間	約10分
電源コード長さ	約1m
電源保護装置	ガラス管ヒューズ:5.0A
カートリッジ品番	JC-201
ろ材	不織布、粒状活性炭、中空糸膜
除去対象物質	遊離残留塩素、濁り 総トリハロメタン、CAT
浄水能力	遊離残留塩素 44,000L 濁り 22,000L 総トリハロメタン 4,400L CAT(農薬成分) 4,400L
カートリッジ寸法	φ101mm×183mm
毎日放流時間	30秒以上
カートリッジ交換時期の目安	約12ヶ月(1日60L使用時) ※遊離残留塩素、濁りの場合
カートリッジ重量	510g(未使用時)
除去できない成分	水中に溶け込んでいる重金属イオン、塩分、0.1ミクロン以下の粒子等

4 おわりに

今回紹介したビルトイン型アルカリイオン整水器は、前モデルに比べ性能が向上しつつ安価であり、コストパフォーマンスの高いモデルに仕上げることができた。今後ともユーザーの要望を取り入れた改良モデルの開発に取り組んでいきたい。

最後に、開発にあたってはOEM先であるヤマハリビングテック株式会社殿との共同開発により短期間で商品化することができた。関係各位の皆様には、本紙面を借りて厚くお礼申しあげる。

●著者



大橋喜四郎



山下良造



上川秀哉

4ストローク船外機 F8C FT8D

Four Stroke Outboard Motor F8C FT8D

大石 浩 Hiroshi Oishi 小笠原滝男 Takio Ogasawara

●三信工業（株）第1技術部



図1 F8C



図2 FT8D

1 はじめに

環境規制対応船外機として、フィッシングをはじめとする小型ボートでの用途にこたえるF8C（図1），また大型艇やセールボートの補機用途にこたえるハイスラストモデルFT8D（図2）を2000年2月および8月に生産開始したので紹介する。

2 開発の狙い

小型軽量，十分な航走性能，低振動，低騒音，使い易さというヤマハ小型船外機の基本性能をクラストップレベルでバランスさせた船外機をめざすこと，またラバーボートから大型艇の補機にいたるまで幅広く各種の艇にマッチングできる基本設定，バリエーション展開をはかり，他社と差別化した商品に仕上げることを狙いに開発した。

3 主要諸元

主要諸元を表1に示す。

表1 主要諸元

	モデル	F8C	FT8D
エンジン	タイプ	4ストローク2気筒 SOHC	←
	ボア×ストローク	56×40mm	←
	排気量	197cm ³	←
	プロペラシャフト出力	5.9kW (8ps) /5500rpm	←
	気化器形式	1キャブレタ	←
	潤滑方式	ウェットサンプ	←
	オイルパン容量	0.8L	←
	冷却方式	水冷	←
	点火方式	CDI-MicroComputer	←
	発電容量	12V-6A	←
ドライブ	始動方式	手動式リコイルスタータ 電動式スタータ	←
	シフト	前進－中立－後進	←
	チルトアップ方式	メカニカル PowerTilt	メカニカル PowerTilt
	減速比	13:27 (2.08)	13:38 (2.92)
	トランサムハイド	S,L	L,UL

4 仕様概要

4.1 小型軽量

8馬力船外機として適正なカウリングサイズを達成するために、排気量197cm³の2気筒SOHCエンジンを新規開発した。図3にバルブレイアウトを示す。

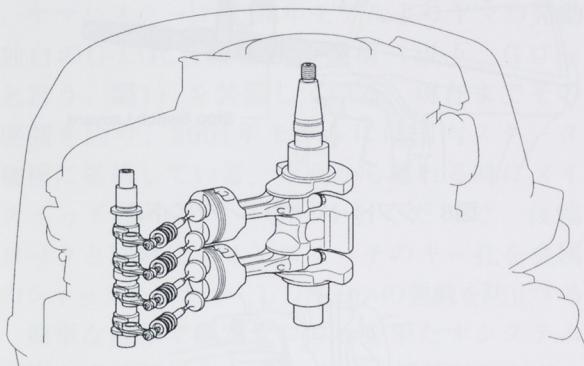


図3 バルブレイアウト

燃焼室はカウンタフロー構造とし、吸排気通路を右舷側に集約することによりシリンダーブロック回りの電装部品レイアウトスペースを確保した。その結果エレクトリックスタータやパワーチルトリレー等を装備しながらも、十分コンパクトなカウリングに仕上がっている。

またカウンタフローによるヘッド、ボディシリンダの小型軽量化、従来のアッパークース内オイルパン配置による2重壁構造を廃止し、オイルパンを上部アッパークースとして兼用する構造の採用等により軽量化をはかっている。

4.2 航走性能

競合機に対して一回り小さなトーピード径のギヤケースを開発し、水没部の抵抗を少なくしたことにより、クラス最小排気量のエンジンでありますながら、クラストップの加速性能、スピードを実現している。

4.3 低振動

小型モデルとしては初のガイドエキゾースト構造を採用し、アッパークントを重心に配置するとともに十分な容量を確保することにより、ハンドルの低振動化を達成している。

またショート、ロング各トランサムに最適なマウントスパンを設定し、良好な操縦安定性と低振動の両立をはかっている。図4にマウントレイアウトを示す。

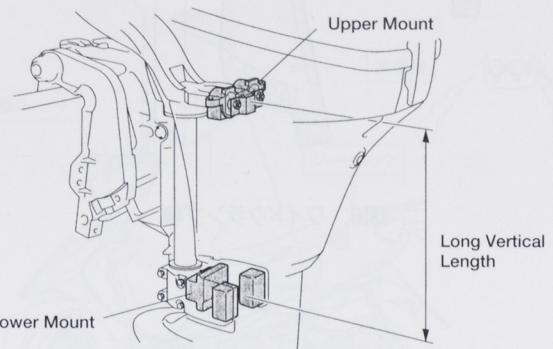


図4 マウントレイアウト

4.4 低騒音

大型アイドル排気膨張室の採用、またアッパークースの小型化やボトムカウリングマウントの大形化等の効果的な防振により騒音低減をはかっている。図5にアイドル排気膨張室構造を示す。

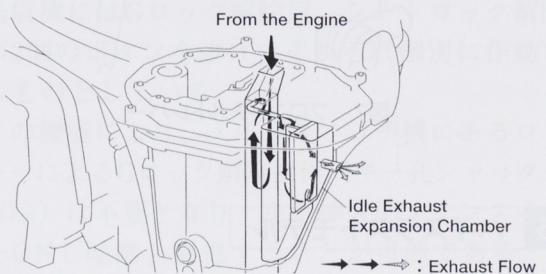


図5 アイドル排気膨張室

4.5 使い易さ

持ち運び時、取付時に十分な大きさの手掛け、大型艇にもリギング可能なワイドなクランプ幅(図6)、左右45°の舵角、2段シャローウォータードライブ等の基本諸元の他、スイッチ類のフロント配置、タッチ感の良いチルトレバー(図7)のフロント配置、ディスクパッド式ステアリングフリクション等、随所に使い易さを配慮した構造を織り込んでいる。

またエレクトリックスタータ、リモートコントロールもバリエーション設定しており種々の使い勝手にこたえるものとなっている。

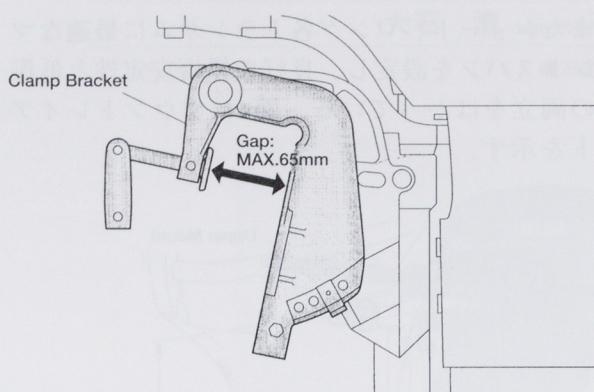


図6 ワイドクランプ幅

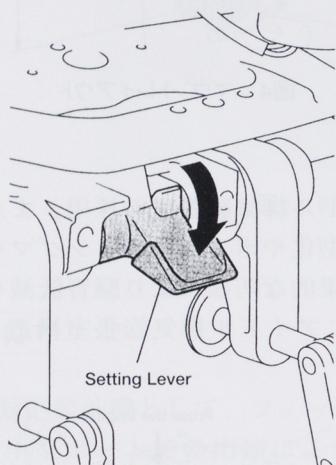


図7 フロントチルトレバー

このビッグプロペラ、パワーチルト機構をはじめとする外観の違い、ハイスラストというネーミングからもF8Cとは全く異なるモデルに仕上がり、他社に対しても十分に差別化された商品となっている。

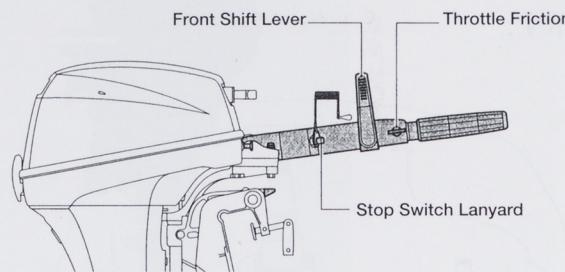


図8 シフトレバー付ロングハンドル

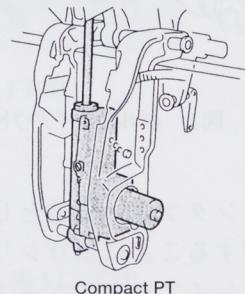


図9 コンパクトパワーチルト

6 おわりに

F8C、FT8Dはクラストップの基本性能と多くのフィーチャーやベネフィット、また豊富なバリエーションをもつ船外機としてできあがった。

ヤマハ小型船外機として子供からプロフィッシャーマンにいたるまで、多くの人々の期待に応え活躍できるように、今後も改良熟成させていく所存である。

●著者



5 ハイスラストモデル

小型艇を中心とした主機市場のみならず、F9.9Aハイスラストモデルで開拓してきた補機市場をターゲットにした8馬力ハイスラストモデルも同時に開発した。

このFT8Dは特にUSキッカー市場の拡大を狙ったモデルであり、大型艇のトローリングモータとして使用されることから、低速で大きなスラストを得るために大きな減速比、大径翼のデュアルスラストプロペラを採用している。

またシフトレバー付きロングハンドル、クラス初のパワーチルト機構をも装備しており、フィッシングギヤとしての使い勝手を大きく向上させている。

図8にシフトレバー付きロングハンドル、図9にコンパクトパワーチルトを示す。

スクータ用 キーポップシステム

Key Pop System for Scooter

山本幹雄 Mikio Yamamoto 目黒尊克 Takayoshi Meguro 望月幹 Kan Mochizuki

●CV事業部CV第2開発室/MC事業部MC第1コンボ開発室

1 はじめに

ヤマハスクータは'98年モデルよりヤマハ発動機独自のG-LOCK盗難抑止機構（以下、Gロックと言う、図1）を装備している。今までその横展開を図り、2001年モデルには国内スクータ全機種に搭載している。車両から離れる時にメインスイッチ横のレバーを軽く引くだけで、後輪のロックと同時にメインスイッチのキー孔を金属性のシャッターでカバーし、キーへの悪戯を防止する。

簡単な操作で確実なロックを果たすシステムで市場からは評価されているが、解除時にはGロック解除用キーシリンダの操作が必要であり、狭い駐車場で左右にスクータが並んでいると比較的やりにくさがあった。

今回このGロックの利便性を向上させるため、リモコンによるGロック解除、シートロック解除を可能とした「キーポップシステム」（図2）を開発し、この1月よりヤマハジョグ「CV50R」に導入したので、その機能概要をここに紹介する。



(1) ロック状態



(2) ロック解除

図1 G-LOCK盗難抑止機構

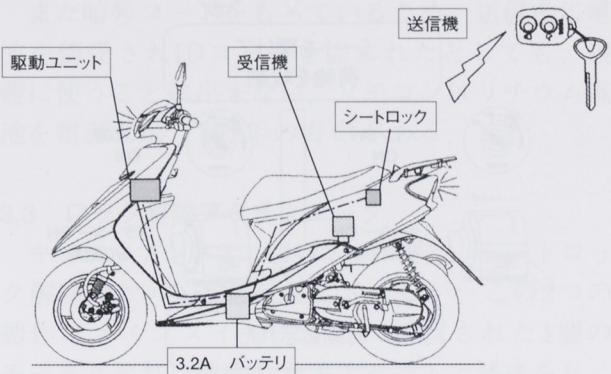


図2 リモコンシステム

2 機能

2.1 2系統のロック解除

送信機にはGロック解除用、シートロック解除用の2個のボタンを設け、それぞれ個別に作動できるものとしている。

この機能により、メインスイッチ横にあるロックキーによるGロック解除操作（キー孔シャッターの解除）は不要となり、キー挿入即メインスイッチをONし始動、発進することが可能である。

また買い物帰りなど両手に荷物を持っていて、荷物をヘルメットボックスに入れたい場合でも、リモコン操作で簡単にシートを開け荷物を収納することができる。

それに加え、エンジン始動後にヘルメットボックス内の荷物を出し入れしたいという場合、従来は一旦エンジンを切り、キーでシートを開け再びエンジン再始動と手間がかかっていたが、リモコンによりエンジンを切ることなくボタンひとつで終了し、操作性が大幅に向上了（図3）。

Gロック解除およびシートロック解除システムの構造図を図4、図5に示す。

スクータ用 キーポップシステム

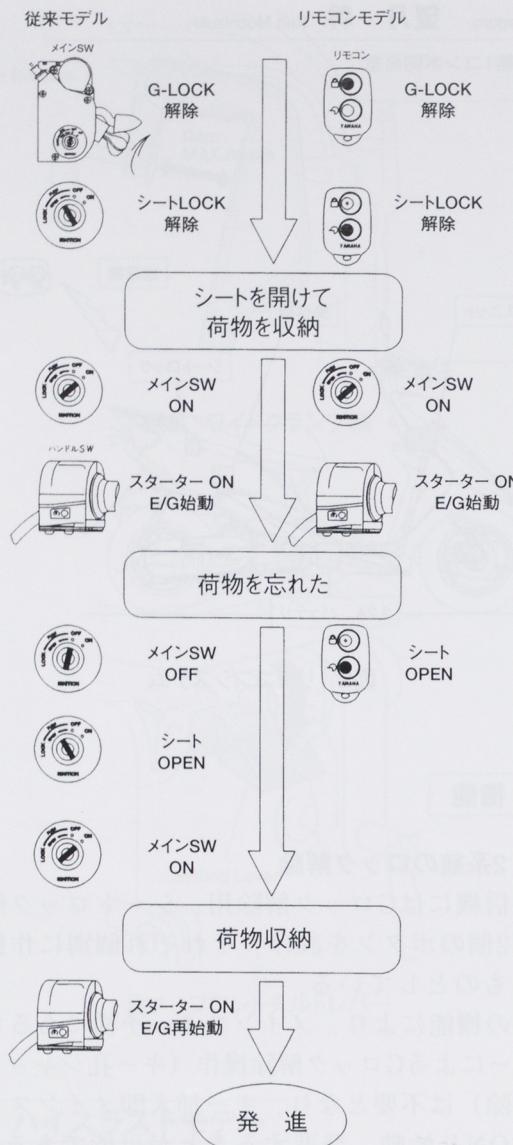


図3 従来のロック解除との比較

2.2 アンサーバック

リモコンによりGロック解除、シートロック解除を行ったときは、車両のフラッシュランプ4灯が3回点滅し受信確認できる。またこれは自車位置を確認するのに非常に有効である。たとえば帰りの暗い駐車場や大きな駐車場で、何処に駐車したか忘れてしまった時にその威力を發揮する。

2.3 フラッシュリレー

アンサーバック機能と併用のためフラッシュリレーを受信機に内蔵させ、従来の車両搭載のフラッシュリレーを廃止した。

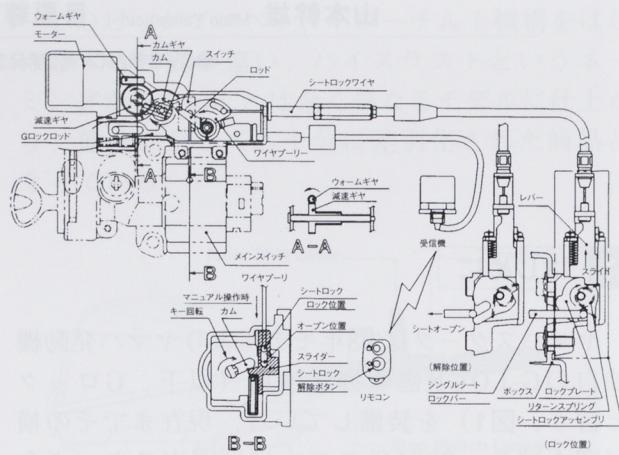


図4 Gロック解除システム

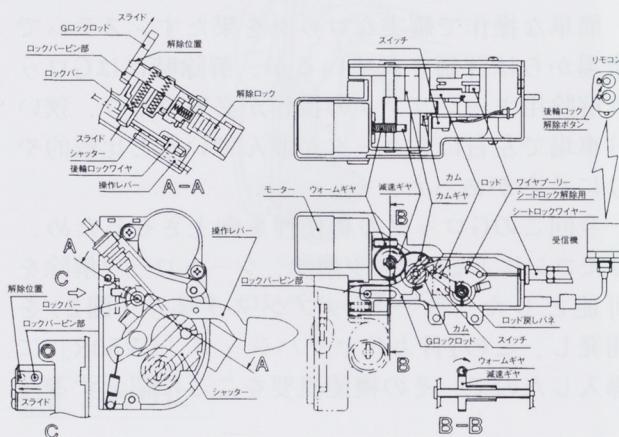


図5 シートロック解除システム

2.4 アラーム+イモビライザの解除

今回のリモコンシステムに接続できるように、あらかじめ本体側にオプションのアラーム+イモビライザ用プリワイヤリングを施してある。盗難抑止効果を更に高めるアラーム+イモビライザを装着した場合、リモコンでGロックあるいはシートロックを解除すると同時に、アラーム+イモビライザ回路が解除され、エンジンを始動することができる。

3 技術紹介

3.1 通信方式

リモコンの通信方式には主に赤外線式と電波式があるが、今回の製品には電波式を採用した。テレビやエアコンなどの家電製品でよく使われている赤外線式はコスト的には有利であるが、指向性があるため受信機（車両）の方向に向けて送信する必要があり、障害物がある場合には受信できない。また受信部を車両外部へ露出させる必要があり、万が一いたずらされる可能性もあるのでスクータへの搭載は不適と判断した。

一方、電波式は指向性が無くどちらの方向へ向けても送信でき、障害物があっても電波の回折、反射の効果により受信可能である。また受信部分を外部に露出させる必要もないことから、レイアウトの自由度も重視して電波式を採用した。これにより車両360度全方向からの受信性能約5メートルを達成できた（図6）。

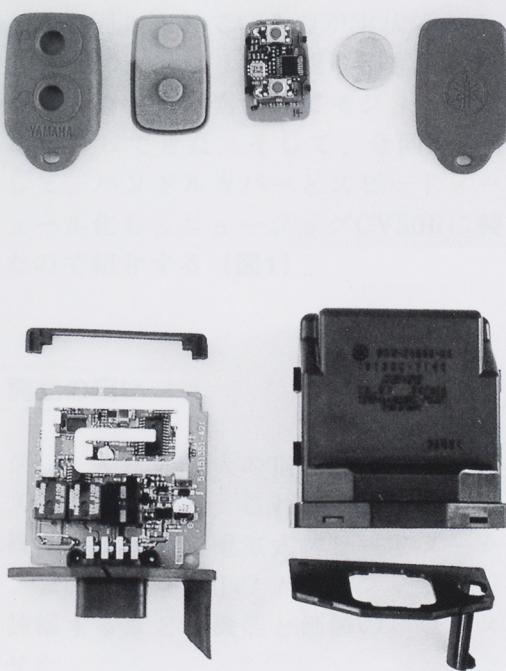


図6 リモコン(上)と受信機(下)

3.2 送信信号

送信する信号は機能コード、および各リモコンに固有のIDコードと暗号コードをもっている。IDコードは約800万種類あり重複することはないので、他車両のリモコンでロック解除される心配はない。

また暗号コードをもっているため、送信中に電波を傍受されIDコードを盗まれたとしても、盗難に使うことは出来ない。リモコンはリチウム電池を電源とし、約2年の寿命がある。

3.3 ロック解除アクチュエータ

キーポップシステムはGロック解除、シートロック解除の2つの機能をもっているが、この2つの動作はメインスイッチ付近に設置された1個のモータとそれに連動したギアセットで減速をし、必要荷重を確保している。このモータの正転、逆転を制御することにより、それぞれの解除メカニズムを直接あるいはワイヤでコントロールし、2つの異なる解除動作を可能とした。

またリモコン解除アクチュエータを装備するため、Gロックとメインスイッチを一体モジュールとし、Gロックシステム自体も従来比約30%小型化できた。

これらにより、車両への取付スペースの縮小およびコスト低減に対しても効果があった。

3.4 モータロック検出

ロック解除用のアクチュエータとしてモータを使用しているため、モータまたはギア部分が故障した場合、モータに過剰な電流が流れ、不具合が発生することも考えられる。このため回転状態を検出するスイッチを設け、モータ故障等によりモータがロックした場合には駆動を禁止する制御を組み込んでいる。

またこの場合にはアンサーバック(フラッシュランプ4灯点滅)が高速で点滅し、モータ異常であることをユーザーへ警告する機能も備えている。

4.5 オートパワーオフ

小型スクータに搭載されているバッテリーは小容量であるため、受信機の待機電流による電力消費によって、バッテリー上がりが起きる可能性が予想された。今回のジョグはバッテリー容量を大

きくしているが、重量増加やコストアップの面から、長期間の待機に対し必要充分な容量を確保することが困難であった。

この問題を解消するため、受信機の待機電流を定められた時間(約1週間)でカットするオートパワーオフ機能を設け、バッテリー上がりを防止する制御を組み込んだ。

●著者



山本幹雄



目黒尊克



望月 幹

4 おわりに

リモコンの採用によりGロック、シートロックの解除操作は非常に簡単で便利なものとなった。今までのような解除時の面倒な操作を気にすることなく、短時間の駐輪でも気軽にGロックを使って頂き、盗難抑止に一層の効果を発揮できることを期待する。

リモコンは4輪では現在当たり前の機能となっているものの、2輪での厳しい使用環境に適合する製品とするには多くの課題があり、今回これらを克服した成果として数件のパテントを残すことができた。

この成果も、社内外関係各位の多大なる御支援、御協力を頂いた上に成したものであり、ここに誌面を借りて感謝、御礼申し上げます。

スクータ用 ハンドルモジュール

Handle Module for Scooter

山本幹雄 Mikio Yamamoto

目黒尊克 Takayoshi Meguro

高橋啓介 Keisuke Takahashi

●CV事業部CV第2開発室/MC事業部MC第1コンポ開発室

1 はじめに

近年、コスト削減、製造工数削減などの要求からモジュール化、ユニット化が注目されており、既にそうした思想で設計されたものも数多く製品化されている。

コスト要件の厳しいスクータにおいても、モジュール化設計の導入は重要な課題の一つとなっている。

一般的にスクータは、ハンドルスイッチ、ブレーキレバー、ヘッドライト、フラッシュランプ、メータ、ハンドルカバー等の部品を、ハンドルバーに組み付けてサブアセンブリー化し、車両へ組み付けている。ここには多くの機能部品が個別の部品として集合しており、またハンドルカバー内はケーブル、ハーネスが密集して雑然と取り回しがされているのが実状である。

このサブアセンブリーの構成部品を機能統合し、レイアウトも簡素化してモジュールとすることを検討してきた。そして、今回その第1段階として、ハンドルカバーとスピードメータをモジュール化し、ニュージョグCV50Rに製品化できたので紹介する(図1)。



(1) 従来モデルの部品構成



(2) モジュール化後の部品構成

図1 部品構成の比較

2 開発の狙い

モジュール化の最大の狙いは、生産性の向上とコスト削減である。これに加えて、今回は従来の機械式に対して電気式スピードメータを採用し、また左右各1灯のフラッシュランプ類を装備するなど、機能と価値のバランスも向上させた。

また電気式メータの採用で、メータ内部の重いムーブメントやメータケーブルを廃止でき、軽量化にもつながった。

さらに信頼性も向上させた。たとえば、メータ内部の照明やインジケータランプ類をすべてLED化し、バルブ切れなどの問題を解決した。

また電気式メータの採用でメータケーブルをリード線にでき、ケーブル内部の芯線が折損することもなくなった。

今回はモジュール化の第1段階であるが、最終形態としてはハンドルスイッチ、ブレーキレバー、灯火器等ハンドル回り全てをモジュール

とすることを目指している。この段階ともなればハンドルカバー内の配線、ケーブル類のレイアウトも整然とし、さらなるコスト削減、生産性および信頼性の向上、軽量化が可能となる。

3 技術紹介

3.1 モジュール

これまでハンドルカバーに、別体のメーターアセンブリーを組み付ける構造となっていた。今回は、ハンドルカバーがメータの下ケースを兼用する新構造として、これをベースにモジュール化し、ハンドルカバー+メータユニット+メータカバーの組み付けをボルトレスのユニット構成とした。これにより部品点数の削減、組み付け工数の低減、および軽量化を達成した。さらにワイヤーハーネスを、基盤にダイレクト接続する構造としたため、メータリード線も削減できた。

またハンドルカバーにメータを取り付ける構造が不要となったため、メータをハンドルバーに近づけてレイアウトすることができ、デザイン要望が高かったハンドル回りの小型化に貢献している。後述する電気式メータと合わせて、今回のモジュールでは従来モデルに比べ、上下に15mm、前後に20mmほどハンドル回りは小さくなっている。

またこのメータカバーとメータパネル部分(文字盤)のみ意匠変更し、組み合わせるだけでメータデザインを全く異なるイメージに演出することが可能である。この様なアイデアを多機種間で部品共有することでバリエーション展開を容易にし(図2)、かつ幅広いデザインを少ないイニシャルコストで実現することができる。スクータのように似たデザインが多いモデル間でのハンドルモジュールは、まさに最適な応用例である。

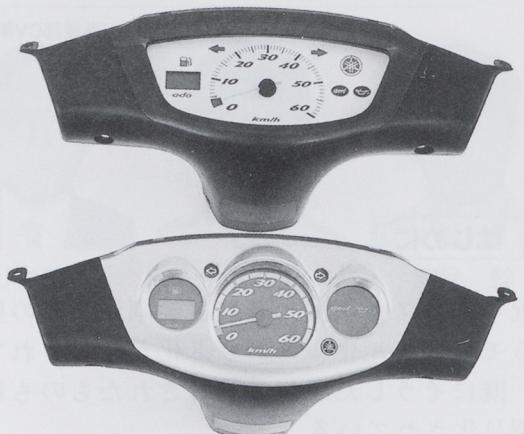


図2 バイザ変更によるバリエーション展開

3.2 電気式メータ

最終的なモジュール形態を目指し、今回は将来の発展性が高い電気式スピードメータを採用した。これは原付スクータでは初めてである。この部分だけを比較すると、機械式よりコストアップとなる。しかし、メータ基板上に他の電装部品の回路を構成することで部品構成が単純化できるとともに、メータの商品性向上、薄型化によるハンドル回りの「すっきり感」など実際のコスト以上のメリットが大きい。

今回、照明およびインジケータランプ類のチップLEDとその回路をメータ基板上に乗せた。LED化によりバルブ切れの心配がなくなり、信頼性が向上している。またオドメータ、フューエルメータも液晶化し、その表示部と回路を基板上に構成した。

電気式メータを採用した理由はモジュールの発展性だけではない。メータケーブルがなくなったことで自由度が広がり、メータ中心に指針をもってくることができるようになった。また文字盤全体も大きくでき、視認性の向上と今までにない新規性を創出できた。機械式では、メータから下向きに剛性の高いメータケーブルを取り出すため、メータパネルをライダー側に向ける角度には限度があったが、電気式ではその制約がなくなり、メータの文字盤角度を自由に振ることができるようになった。またメータ

ケーブルがないのでハンドルカバー内の部品、配線レイアウトの自由度も向上した。これは、前述のハンドルカバーがメータの下ケースを兼用する構造とともに、ハンドルカバー回りの小型化に役立っている。

以上に加えて、今回の電気式メータにはメータ指針や液晶インジケーターの初期スイープ動作チェック、指針照明、左右のフラッシャーインジケーター、6桁表示オドメータなど多彩な要素も織り込んでいる。

今後、フラッシャリレーなど他の電装品を取り込んだモジュールとして発展させることで、構成部品だけでなく結線も集約化することが可能である。

3.3 スピードセンサ

スピードセンサはコストを抑えるために、一般的なホールICタイプではなくリードスイッチタイプを採用した。その結果、非常に感度の良いメータを実現している。

センサはフロントホイールハブ部に取りつけるタイプで、従来の機械式メータのドライブギヤをマグネットに置き換えた構造となっている。パルス信号は、磁力によりリードスイッチをON/OFFさせて発生させている。この構造で低コストを実現するとともに、設計変更することなく、従来と同構造のまま車体ハブ部に取り付けることができた(図3)。



図3 スピードセンサ

4 おわりに

今回は第1段階として、ハンドルカバーとメータをモジュール化した。今後はリレー内蔵やハンドルスイッチ、ハンドル等も含めたモジュールの発展が考えられる。ボルトレス、ワイヤレス、接続部の削減を目標とした課題はまだ多い。今回のモジュールをベースに発展させ、第2ステップに向けて更なる努力が必要である。最後に、この開発に当たり社内外関係各位の多大なるご支援・ご協力をいただきましたことを、紙面を借りて感謝・御礼申し上げます。

●著者



山本幹雄



目黒尊克



高橋啓介

大気酸化法によるTi製マフラーの新着色技術開発

Development of New Coloring Method using Air-Oxidation
for Silencer Body in Titanium

高橋尚久 Naohisa Takahashi

●研究開発センター基盤技術研究室

1 はじめに

排気系部品は高温下で使用され、しかも急加熱・急冷により生じる熱膨張・収縮が激しいため、カラー塗装やほうろうなどの表面処理は、変色や剥離が生じ、カラー化することは困難であった。バフ研磨したステンレスを金色に着色する例はあるが、300°C以下の低温域での使用に限られる。筆者らは、いつか排気系部品に宝石のような色を付けることを夢見ていた。その第一歩として新しい着色技術を開発し、2000年モデルYZF-R1において、チタンサイレンサボディをヤマハ発動機（以下、当社という）独自の青色に着色することができたので紹介する。

2 開発の狙い

市販のモーターサイクルにおけるサイレンサは、消音の目的のみならず、外観部品としてのデザイン性・新規性、走行性能向上のための軽量化などの要求がある。サイレンサボディには、図1に示すようにCrめっき、ステンレスのバフ研磨、アルミニウム成形品、GFRP外筒など様々な仕様が生産されているが、各社とも類似のモデルを市販しており、デザイン上差別化ができにくくなっているのが現状である。

こうしたことから軽量高強度材としてのチタンを採用する場合、外観的に他の材質との差別化が重要となる。たとえば図2に示すチタン製サイレンサは、バフ研磨仕上げのため、ステンレスとの区別がつきにくく、チタンとしてのアピール力に欠ける。また熱伝導度の小さいチタンは、バフ研磨において焼き付き易いため、量産性に問題があり、加工コストも高くなってしまう。



図1 各種サイレンサー仕様



図2 バフ研磨仕上げのチタンサイレンサ

一方、図3のようなレース仕様車におけるチタンマフラーは、高温酸化により虹色に変色しており、これがチタンらしさを發揮しているとも言われている。

当社も2000年モデルYZF-R1において、軽量化のためチタンマフラーを採用することで開発が始まった。この場合チタンらしさをアピールするため、青色に着色したサイレンサボディが要求された。

大気酸化法によるTi製マフラーの新着色技術開発

しかしこのボディの表面温度は、非常に高くなり、しかも自然光に長時間さらされるので、通常の耐熱塗装等では変色による商品性低下が避けられず、カラー化するのは至難の技と言われていた。



図3 レース車のチタンマフラー

そこで筆者らは、耐高温変色性や耐候性に優れた着色皮膜を得るため、独自の新着色技術を開発することとした。モデルの開発期間内に合わせ、新しい着色技術のコスト・量産工程の作り込み、品質の安定性などを達成することはもちろん必須であるが、また「チタンらしい色」とはどんな色かをアピールするということも重要であった。

実際に量産したYZF-R1のチタンサイレンサボディの外観を図4に示す。



図4 2000年モデルYZF-R1

3 チタンの着色法

チタンの着色法としては、主に陽極酸化法と大気酸化法が一般的に知られている。表1にそれぞれの特徴を示した。どちらも酸化皮膜表面の反射光と内部反射光との干渉作用による発色である⁽¹⁾。図5に干渉色の原理を、図6に色と酸化皮膜厚さの関係を示した⁽²⁾。

陽極酸化法は色調が豊富であり、鮮やかな色彩の発色も可能であるため、建築材料や日用品の中で実用化されている。その商品例を図7に示した⁽³⁾。

表1 チタン着色法の比較

方法	TiO ₂	皮膜密着性	青色発色	着色制御	色むら
陽極酸化	非定型、アナターゼ型	悪い、強膜処理要	40nm前後	容易	大面積でも均一
大気酸化	結晶化、ルチル型	良い	10~70nm	難	色むら発生大

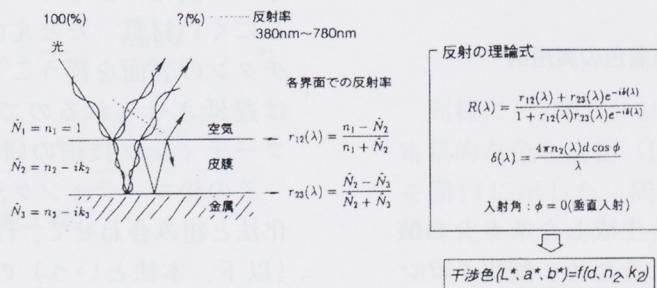


図5 干渉色の原理

大気酸化法によるTi製マフラーの新着色技術開発

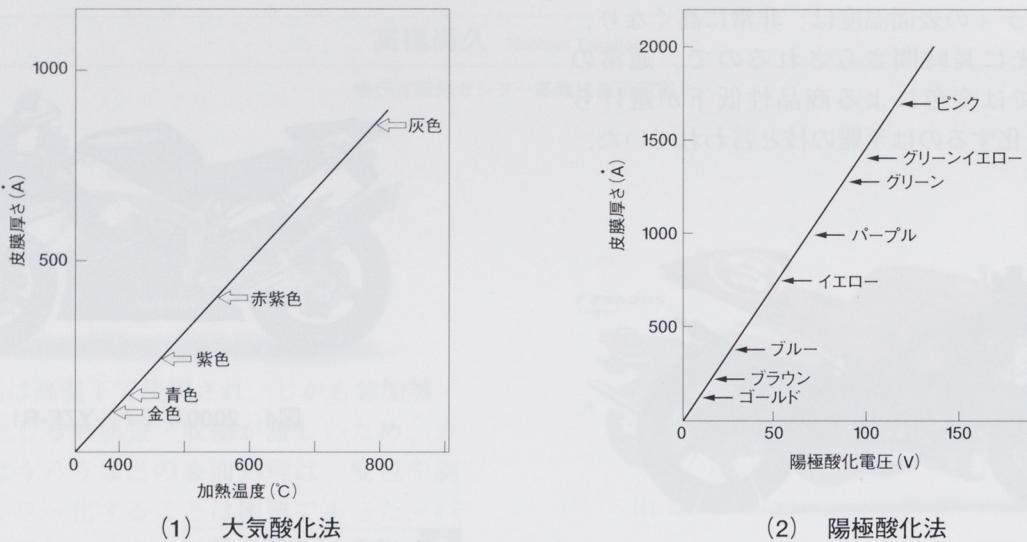


図6 酸化皮膜厚さ



図7 阳極酸化法による着色の実用例

この方法は湿式法であり、生成したチタンの酸化皮膜の中に処理液が含まれるため、酸化チタン水和物 $TiO_2 \cdot nH_2O$ が生成している。これは加熱されると熱分解を起こすため、酸化皮膜としては不安定である⁽¹⁾。

一方、大気酸化法による酸化皮膜は、結晶化していて緻密である。しかし高温加熱下では、酸化皮膜の厚さが加熱温度と時間との関数で変化するため、それに伴い色も変化してしまう。

どちらの方法においても、サイレンサボディのような大面積を均一に着色するには、チタン素材・処理条件をかなり厳しく制御する必要がある。しかも低コストで、耐久性のある、独特的な色調を発色させたり、安定して大量生産するには困難を極めていた。そこで開発に当たっては、皮膜の安定性で優れる大気酸化処理を基本に、工夫と改良を重ねていくこととした。

4 新着色処理工程

チタンの変色は、酸素との結合による酸化皮膜厚さの変化によるものである。そこで酸素を透過しにくい材質、たとえばガラスやセラミックスでチタンの表面を覆うことにより、変色を防止または遅延させられるのではないかと考え、ガラスコーティング技術の研究をまず始めた。

その後コーティング法を様々に改良し、大気酸化法と組み合わせて、「2段ショット+大気酸化法」(以下、本法という) の新着色法を開発した。これには当社独自の色調の発色、大面積の均一な着色、ならびに変色防止のそれぞれの技術を開発する必要があった。たとえば圧延素材のままで大気

大気酸化法によるTi製マフラーの新着色技術開発

酸化した場合は、図8の(1)に示すように、斑点や縞模様が生じ、色むらも激しいため、狙った色に管理するのは困難であるが、本法を用いることにより、全面均一の安定した着色が可能となった。



図8 大気酸化法による着色

図9にサイレンサボディの着色工程を示す。材質は、強度・コスト・入手性などにより、純チタン2種を採用している。あらかじめブランク材をロール成形し、TIG溶接により円筒形状を製作する。これを脱脂洗浄した後乾燥させ、セラミックスをショットピーニングによりコーティングする。続いてガラスを同様にコーティングし、表面にそれぞれの粒子を付着させる。この工程は、焼き付きやすいチタン材のバフ研磨廃止も狙っており、コスト・物流面、さらに研磨粉塵が生じないという意味で環境面でも有利である。

2段ショットの終了後に大気加熱処理を行い、狙った青色を発色させる。この時のショットで表面に微細な凹凸を付けることにより、光源や見る角度により青色が変化するという、従来にない「Trick-looking Blue」⁽⁴⁾の発色効果を生んでいる。

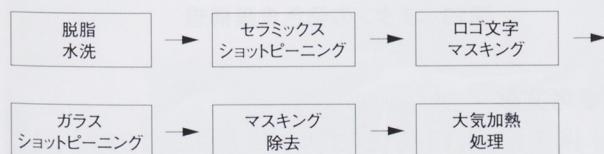


図9 新着色工程

本製品では「TITANIUM」のロゴ文字を表面に入れている。従来はプレスによる浮き出しや刻印の文字が作られていたが、表現力に欠けるため、本

法ならではの文字作成法を用いている。これは1段目のショット後に、文字の部分のみマスキングテープを貼り、ガラスショットが当たらないようにしておく。2段ショット終了後にテープを剥がして加熱すると、文字の部分の面粗度や発色が異なるため、文字が目立つようになる、というものである。

5 着色皮膜の特性

サイレンサの表面温度は400°C以上になるため、高温における耐変色特性が要求される。

そこで陽極酸化法で着色した2種類の色と、本法で作製した青色との、加熱による変色度合いを比較した。図10に、各方法で着色したチタン板の、400°C×50hr加熱試験結果を示した。陽極酸化法の色は、加熱初期より色の変化が見られ、50hr後は色調が大きく変化し、シミや色むらが発生していたが、本法の青色はほとんど変化が見られなかった。

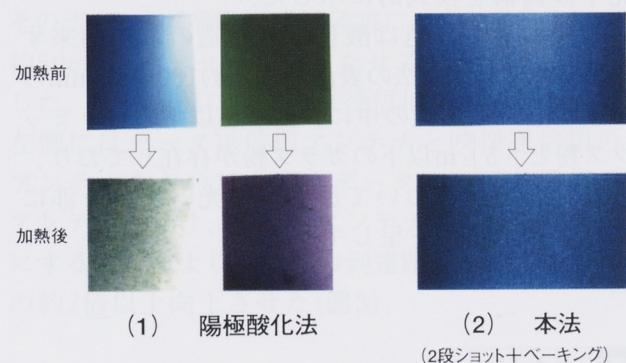


図10 400°C×50hr加熱試験後の外観

同様に、350°C、450°Cの高温加熱試験による、定量的な色の変化 ($L^*a^*b^*$ 表色系による色差⁽⁵⁾) を図11に示した。陽極酸化法は、350°C加熱のみの変化を示したが、1hr加熱でもすでに色差 ΔE が18以上であり、変色として認識される目安の ΔE 3を大幅に越えていて、外観品質としてはとても満足のいくものではない。それに比べて本法の青色は、450°C加熱でも ΔE が3以下であり、耐高温変色特性に優れていることがわかる。

大気酸化法によるTi製マフラーの新着色技術開発

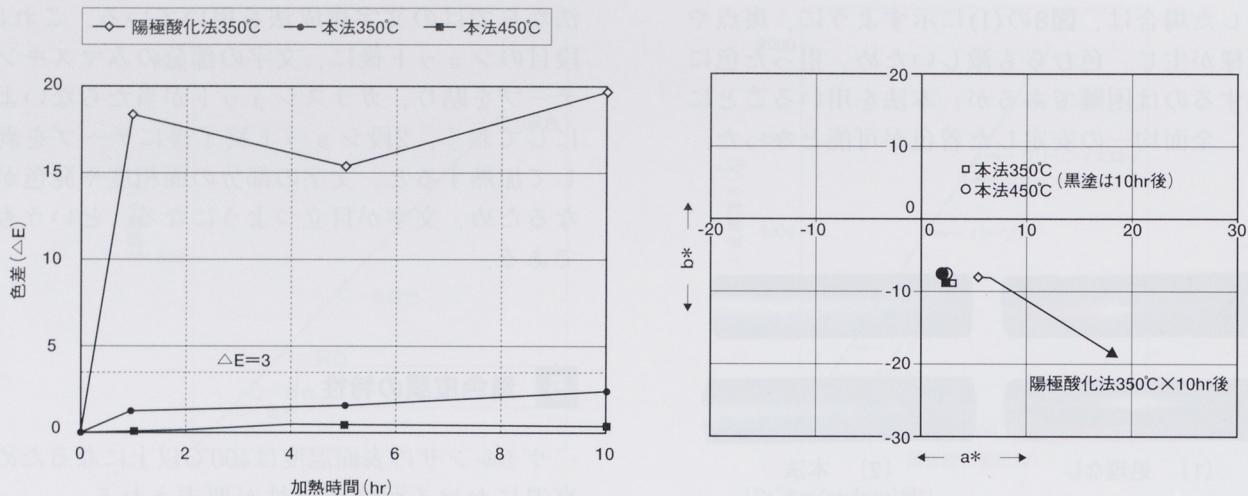


図11 高温加熱試験による変色(大気中)

6 表面酸化皮膜構造

図12に表面からのEPMA面分析の結果を示した。セラミックス成分のAlやガラス成分のSiが、酸化物としての酸素Oと同じ位置にあり、表面に広く分布していることがわかる。図13に酸化皮膜の光干渉機構を模式的に示した。

一般的な干渉色は酸化皮膜構造のみに由来する⁽³⁾のに対し、本法の表面層は、約100~500nmのルチル型TiO₂皮膜の中に、20 μm以下のセラミックス粉と、5 μm以下のガラス粉が存在しており、それぞれの層において反射した光の複合干渉により生じた青色を呈している。

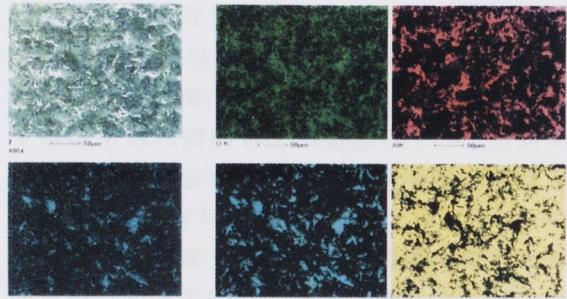
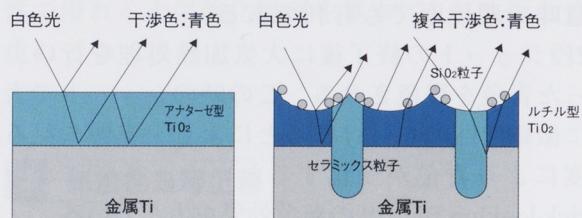


図12 表面状態のEPMA面分析

7 おわりに

耐高温変色性に優れたチタンの新着色法を開発し、その皮膜特性の優れていることを確認した。そしてこの技術は2000年モデルYZF-R1のサイレンサボディに採用され、現在量産されている。青色をつけた排気系部品が、少しでもお客様の心を引きつけ、満足していただけたら幸いである。

最後に、量産技術の開発にあたり、多大なご協力を頂いたサクラ工業(株)の方々に感謝の意を表します。



(1) 一般的な干渉皮膜 (2) 本法(模式図)

図13 チタンの発色皮膜構造

■参考文献

- (1) 例えさ、山口英俊:アルトピア, 11 (1987) p41
- (2) 日本チタン協会編:チタンの加工技術,日刊工業新聞社
- (3) (株)ホリエのカタログまたはホームページより,
<http://www.horie.co.jp/japanese.htm>
- (4) YZF-R1欧州カタログ(2000)
- (5) JIS Z 8729 色の表示方法.

自律飛行無人ヘリコプタによる有珠山火口付近の観測

Our Autonomous-Flight Unmanned Helicopter Plays Observation Role at Mt.Ustu

佐藤 彰 Akira Sato

●スカイ事業部 開発グループ

1 はじめに

2000年4月23日より26日まで、建設省土木研究所砂防部の要請により、共同で北海道虻田町において有珠山の災害観測をおこなった。

ヤマハ発動機（以下、当社という）では、すでに農薬散布用途で販売されているRMAXをベースに自律飛行機能を組み込んだ技術開発をおこない、モンゴルにおいての生育観測調査を実施してその有用性を確認している⁽¹⁾。今回、観測に用いた機体は、その自律システムに、4月上旬から約2週間で、有珠山観測専用のシステムを組み込んだものである。

観測の内容は、道中央道洞爺湖インターチェンジから洞爺湖温泉に向かう国道230号線付近に堆積した火山灰等の噴出物を調査し、その危険性を把握することである。観測は3日間かけ約1時間のフライトを5フライトおこない、現地の状況の撮影や撮影中の画像の伝送に成功した（図1）。その結果、有人ヘリコプタでは確認されなかった多くの地形変化や火山灰堆積の状況を、生々しい映像として捕らえた。観測データは直ちにマスコミを通じて、ニュースとして全国のテレビや新聞で報道され、大きな反響を呼んだ。

ここに、その自律システムと観測フライトの概要を紹介する。



図1 有珠山火口付近のフライト

2 自律システム

図2に今回の自律システムの全体図を示す。火山観測用に改良した内容は主に以下の点である。

- (1) 無線機の受信アンテナ感度向上
- (2) 機上に固定された3個のCCDカメラ
- (3) 地上からの指令で、2方向に動かすことができるCCDカメラ
- (4) 航続時間延長のための予備燃料タンク
- (5) エンジン冷却性能向上のためのサブラジエタ
- (6) 土砂、泥流の厚みを測定するためのスケール投下装置

2.1 機体システム

機体は、農薬散布用途に開発され、国内で300機以上の販売実績を誇るRMAXをベースにしている⁽²⁾。機体の左右には、自律システムに必要な機材を搭載するボックスを備えている（図2）。そのボックスの両端に電波障害にならないように、約50cmのオフセットをもたせてアンテナを装着した。機体右側にはデータ受信用アンテナ、機体左側にはデータ送信用アンテナと映像送信用のアンテナをおいている。データの送信と受信のアンテナを分け、受信用アンテナを高性能なものにすることにより、電波の到達距離を通常のものの約2倍以上向上させた（図3）。

2.2 地上システム

地上システムは、画像受信装置、GPS地上局、データ送受信装置からなる。

画像受信装置は、受信機と画像モニタ、およびカメラの向きを変える送信機で構成されている。機体に搭載されている4つのカメラからの映像は、4分の1に圧縮して1つの電波で受信し画面表示する。各カメラは地上からの指令により、その方向を変えることができる。

GPS地上局は地面に固定されていて、補正データを機体側のGPSに送ることにより、高精度な位置と速度を検出することができる。

自律飛行無人ヘリコプタによる有珠山火口付近の観測

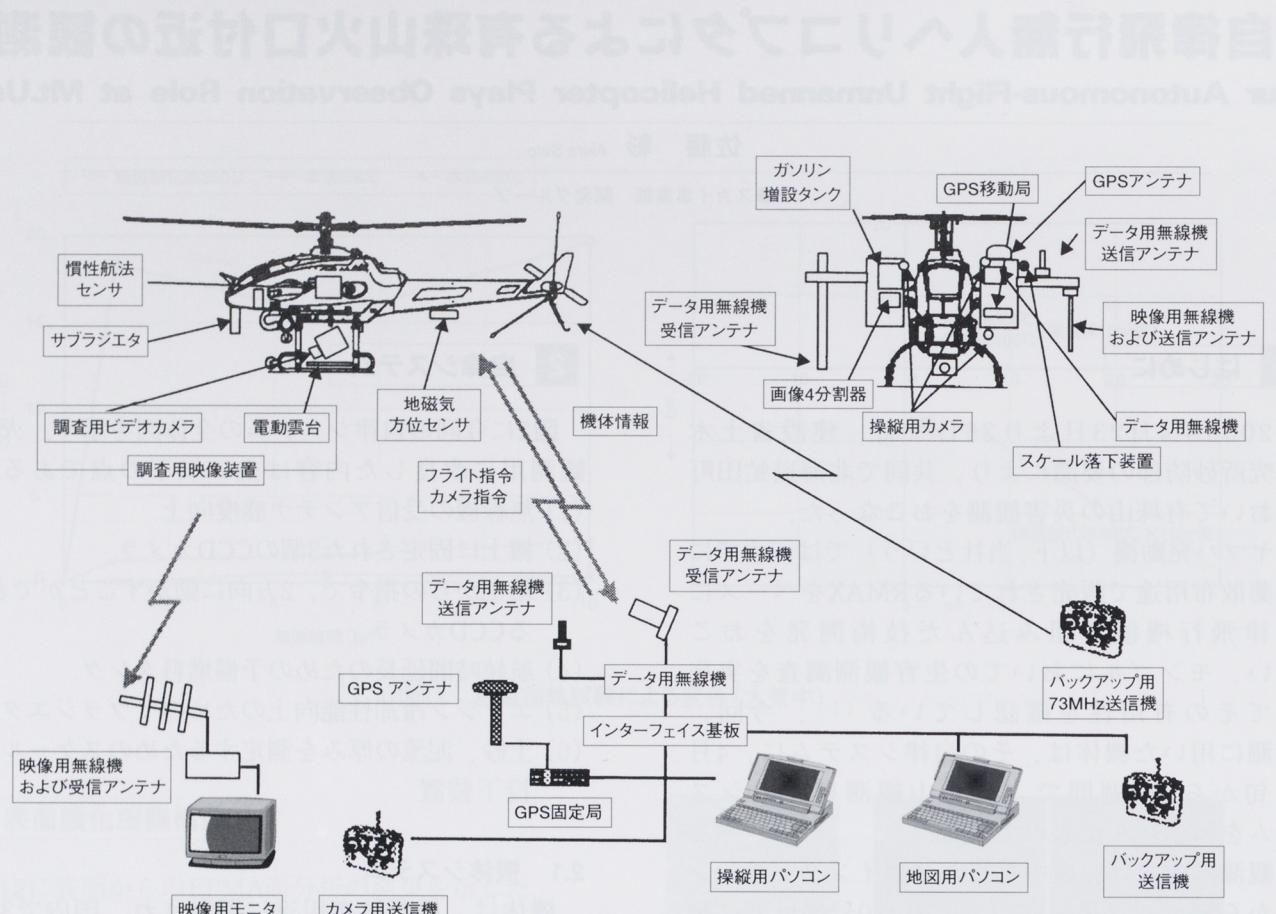


図2 自律システム

データ送受信装置は、アンテナと機体操縦用の送信機およびパソコンからなる。アンテナは、データ送信用と受信用に分かれている。

送信機は、通常の農薬散布用でもちいられている73MHz帯送信機の他に、専用のデータ送信機に接続された送信機の2つがある。万一、制御システムに異常が発生し、73MHz帯の送信機で到達できない距離となったときには、この送信機で機体の操縦をバックアップすることができる。

パソコンは、機体の位置や姿勢、ウォーニング情報、および操縦指令を与える操縦ダイアログを表示するものと、広域の地図を表示するものの2つを使用した。またこれらの送受信信号をコントロールするインターフェイス基板も有している。

2.3 制御システム

地上のパソコンから発せられた操縦指令は、速度指令となって機体側に届く。その速度指令に基づき、機体の運動特性も考慮して目標位置指令、目標速度指令、目標姿勢指令が計算される。機体に搭載されている姿勢センサから姿勢角データを、またGPSセンサから速度と位置データを検出して、

目標との差を求めてフィードバック制御をおこなっている。また、フィードフォワード制御により、機体の応答性能を改善した。

操縦指令をあらかじめパソコンに記憶させたプログラムフライトもできる。今回のフライトは、機体側から送られてくる被災状況の映像を見ながら、速度指令をオペレータがパソコンから与えることによって、フライトをおこなった。



図3 機体

3 観測フライト

3.1 状況

有珠山の噴火が小康状態となり、立ち入り禁止区域が10Kmから2Kmに短縮された状況で現地入りをした。観測フライトをおこなうための基地局は、西山火口から約2Kmの立ち入り可能限界点の丘上に設置した（図4）。自衛隊の有人ヘリコプタとの干渉をさけるため、日の出から8時までの早朝のみの観測フライトとなった。天候は曇りで、風速は約5m/s以下と比較的穏やかであった。



図4 基地局および観測エリア

3.2 フライト実績

(1) 4月23日 記者発表

マスコミ関係者に、観測をおこなうことを発表するため、伊達市内の資材置き場にてデモフライトを実施した。

(2) 4月24日 観測初日

約50分のフライトを2回、道中央道高速道路と板屋川沿いの国道230号線上空をフライトした。その結果、高速道路上に明らかな亀裂があることを発見した。旧火口からの土石流の先端部が230号線に達していて、危険な状態であることがわかった。グーラベンと呼ばれる地溝帯の映像を撮影することにも成功した（図5）。



図5 グーラベン

(3) 4月25日 観測2日目

1時間20分のフライトを1回、旧火口から板屋川にかけての火山灰と水の溜まり具合を調査した。その結果、旧火口からの火山灰が谷筋に沿って、相当量堆積していることがわかった。また、水溜まりの詳細な観測から、その土砂の危険度を推定することができた。

(4) 4月26日 観測最終日

約1時間のフライトを2回、最初のフライトでは、ヤリ状のスケールを無人ヘリコプタに搭載して土石流の堆積している所まで飛行し、上空約50mより落下させ、厚みを計測した。計測の結果、土石流が約2m以上堆積していることがわかった。2回目のフライトでは、西山火口周辺の状況を観測した。火口まで30m程度に近づき、最も地殻変動の激しかった所を撮影した。また、2日前まで噴火していた火口の内部を撮影することにも成功した（図6）。噴煙内をフライトしたため、機体表面に火山灰が付着していた。これを採集して成分分析をおこない、火山の特性を知るまでの貴重なデータとなった。



図6 噴火口

4 おわりに

今回の有珠山の観測フライトは、有人ヘリコプタでは近づくことのできない危険な場所を無人ヘリコプタでフライトする、という非常に難しい要請であった。1Kmを越える可視範囲外の自律フライトは、我々にとっては今回が全く初めての経験であった。世界的にみても多くの大学や研究開発機関で研究されているが、今回のように実用化されたことはない。

5回の観測フライトがすべて成功し、飛行性能や観測映像において、我々(図7)が予期した以上の成果をあげることができた。また、観測映像がマスコミを通じて全国に発信されたため、その反響の大きさにも驚かされた。社内でも無人ヘリコプタの将来性が疑問視されていた時だけに、この成功は我々にとっては、本当に大きな意味をもつものであった。

この観測フライトの成功により、建設省や北海道開発局はもとより、警察庁や気象庁、海上保安庁、核燃料サイクル開発機構など、多岐に渡る方面からの問い合わせをいただいた。無人ヘリコプタがもっている無限の可能性を多くの方々に知らせることができ、我々にとっても大きな自信となった。今後は、これらの用途に沿えるように実用化技術開発をすすめ、当社の自律無人ヘリコプタが社会に貢献できるようにしたい。



図7 有珠山観測チーム

■参考文献

- (1) 佐藤彰：無人ヘリコプタの自律飛行制御の開発、ヤマハ発動機技報No.29, 33 - 40 (2000)
- (2) 金丸恭宏ら：産業用無人ヘリコプタRMAX、ヤマハ発動機技報No.28, 16 - 21 (1999)
- (3) 佐藤彰、鈴木弘人、山越隆夫：無人ヘリコプタの自律飛行による有珠山火口付近の観測、第38回飛行機シンポジウム講演集, 109 - 112 (2000)
- (4) 中村心哉、佐藤彰、柴田英貴、菅野道夫：画像処理およびGPSを用いた無人ヘリコプタによる自動探索、追尾システムに関する研究、日本ロボット学会誌, 862 - 872 (2000)

●著者



佐藤 彰

Xシリーズマウンタの開発

Development of the X Series Surface Mount Machine

櫻井 博 Hiroshi Sakurai

●IMカンパニー 技術チーム

1 はじめに

携帯電話や携帯型パソコン等の各種携帯端末機器、自動車制御機器、IT革命を担う電子機器製品の進歩、社会への浸透はめざましく、それらを支える電子部品には、さらなる小型高機能化、高密度実装化が要求されている。このような市場の変化、要求により電子部品表面実装機には、高い生産性とともに多様な電子部品へ対応する汎用性、高精度化が求められている。

ヤマハ発動機（以下、当社という）では、電子部品表面実装機の中型機と呼ばれる分野で、このような市場の要求に応えてきた。当初、中型機は異形部品専用機として、または高速機の補完機として高速機の下流に位置することが多かった。現在でも高速機によるチップ搭載の実生産サイクルタイムは0.1秒から0.2秒程度であるのに対し、中型機では0.3秒から0.4秒程度が実力である。

少品種大量生産におけるチップ搭載中心の生産では、高速機を必要とする場面もまだ多いものと思われるが、現在のように電子部品の多様化が進んできたり、あるいは、多品種少量／中量生産の形態になってくると、従来の高速機と異形部

品専用機の組み合わせではラインバランスが崩れたり、段取りに時間がかかるてしまい、トータルの生産性が上がり難くなる。

そのような現状に対応すべく、当社では、「高い生産性に直結する高速搭載性能」を追求したモジュール型マウンタ：Xシリーズ（YV100X、YV88X）を開発した（図1）。

2 開発コンセプト：モジュール型高速機

高速機と比較して中型機は、コンパクトで生産現場の省スペース化が図れること、各種電子部品に対して高い汎用性（多機能性）があることが特徴としてあげられる。

これらの特徴を維持あるいは伸ばしながら、マシンを連結することによって、従来の高速機に匹敵する生産性を実現することを目的に開発をおこなった。そのため、

- (1) マシン自体の高精度・高速化
 - (2) 実稼働率の向上、ロスの排除
- を主な開発テーマとした。

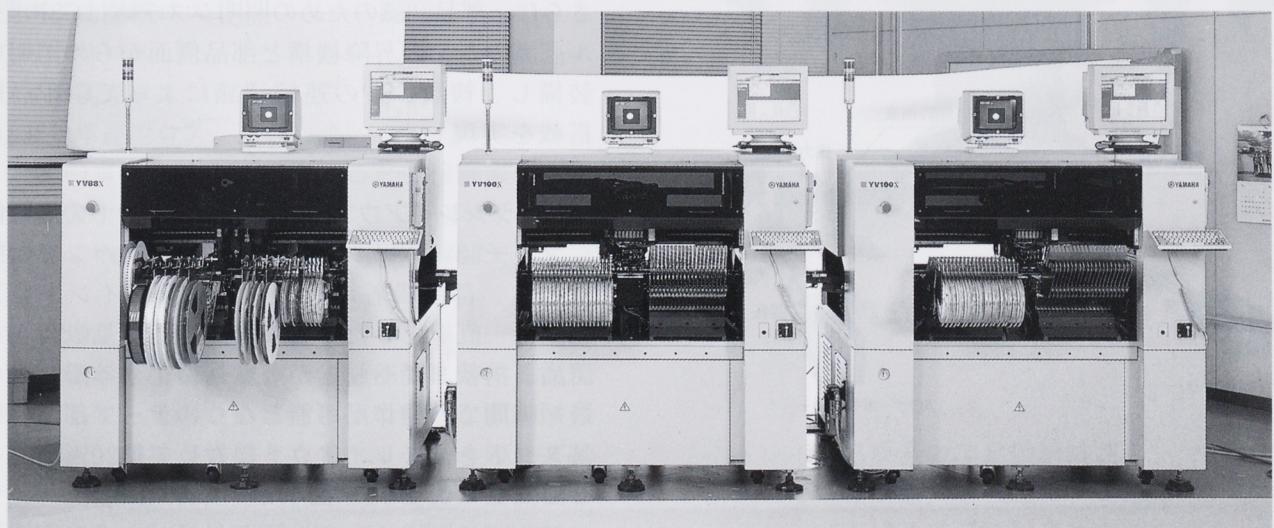


図1 Xシリーズマウンタ

モジュールを構成する機種としては、
YV100X: チップ搭載スピード重視だがQFPも搭載
できる高速汎用機
YV88X: 精度、多機能性重視の高精度・汎用機とし、ベース部、制御部、部品認識部等は共通化し、違いは基本的にヘッド部のみとした。

3 高精度・高速搭載の追求

基本要素技術を全て社内開発している強みを生かして、従来機のハード／ソフトをゼロから見直し、新機構や新機能を折り込むことによって精度を高めながら徹底的にマシンを高速化した。また、カメラ認識の適応部品範囲を広げ、両機種ともに汎用性を向上させた。

3.1 完全リジッドデュアルドライブ制御方式Y軸

マシンの軸停止時の整定性を高めるため、構造解析によって設計された高剛性面構造のベース上に、左右2台のACサーボモータで完全同期させるデュアルドライブ制御方式のY軸を採用した(図2)。

X軸とY軸の固定は、軽量化や組み立て性、精度面の理由から、左右のY軸とともにリジッドに結合する完全リジッド型とした。この完全リジッドデュアルドライブの制御技術は独自の思想で開発し、部品吸着及び搭載上での停止時の整定性を高め、高速かつ高精度な実装を可能にした。

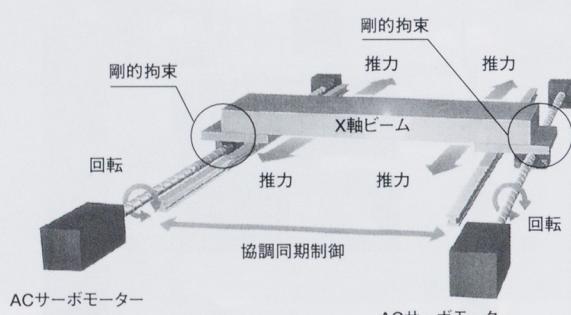


図2 Y軸デュアルドライブ概念図

3.2 部品認識の高速化、汎用化

8連マルチヘッドと高性能マルチ認識カメラによって複数の電子部品を高速に認識する技術はすでに当社で培われているが、それを改良し、認識速度を約20%向上させた。また、部品吸着、認識、実装にいたる軸移動やソフト処理を見直して、無駄な動作を最小とした(図3)。

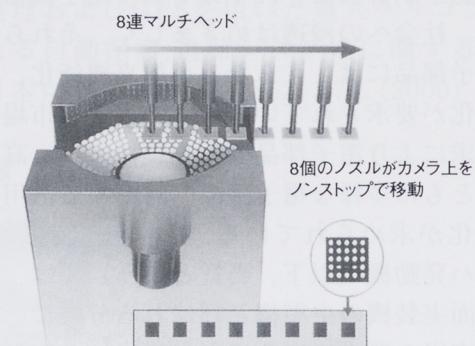


図3 マルチ認識カメラと8連マルチヘッド

このマルチヘッドとマルチ認識カメラの構成は高速性とともに汎用性も高いため、搭載スピード重視のYV100Xだけでなく、汎用機であるYV88Xにも適用し、ファインピッチQFPやロングコネクタまでも高速に認識、搭載させることを可能とした。さらに、部品認識のための照明システムはCSPボール認識のための昇降機構と部品側面からの照明を装備し、複数CSPの連続認識によってCSP高速搭載を実現した。

3.3 マシンレイアウト、ヘッドラayoutの最適化

マルチ認識カメラの位置をフィーダバンクの中央とし、部品吸着ポイントと認識ポイントをX軸上に一直線としたことによって、部品吸着から認識、搭載までヘッドが一度も停止することなく最短時間での動作が可能となり、テープ部品の実装タクトを従来レイアウトに対して約20%向上させることができた(図4)。

8mmテープフィーダの取り付けピッチとヘッドピッチを同一にしている。YV88Xは2ヘッドであ

るが、YV100Xより適応部品サイズを大きく（最大54mm角）する必要があるため、テープフィーダ取り付けピッチの3倍のピッチとし、さらにトレイ部品供給装置YTF80Wではシャトル上の部品吸着ステージピッチをYV88Xのそれ同一とし、テープ部品だけでなく、トレイ部品であるQFPやBGAまでも同時に2個吸着できるようなレイアウトとした。

のないノズルチェンジ時間を最小にすることは稼働率を向上させるのに効果が大きい。

YV100Xでは8ヘッド中4ヘッド(3ノズル)、YV88Xでは2ヘッド(6ノズル)すべてをインデックスヘッドとし、これによってヘッド移動中にノズルチェンジをおこない（当社ではフライングノズルチェンジと呼ぶ）、ノズルチェンジに要する時間を実質ゼロとした（図5、図6）

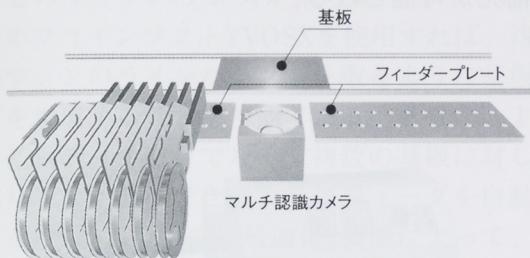


図4 フィーダとマルチ認識カメラのレイアウト

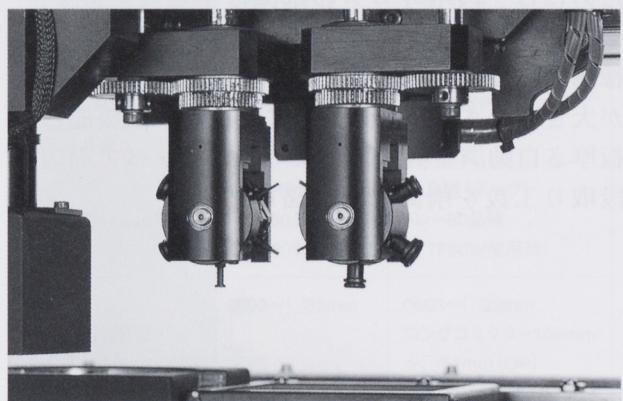


図5 YV100X インデックスヘッド

4 稼働率の向上

実際の生産現場でマシンを稼働させたとき、直接部品の実装とは関係のない動作のロスやマシンの動作していない時間的なロスが意外に多い。稼働率を妨げるロスには以下のようなものが挙げられる。

- (1) マシン空転ロス
- (2) 段取りロス
- (3) 部品補充ロス
- (4) 非効率運用ロス

上記のロスを最小限にすることで稼働率が向上し、実生産性も向上することになる。Xシリーズ開発ではこれらのロスの削減に取り組んだ。

4.1 マシン空転ロスの削減

中型機のもつ特徴として各種部品に対する汎用性があるが、そのためには部品に最適な吸着ノズルの選択／交換が必要となる。トータルのノズルチェンジ時間は部品適応性を高めるのに反比例して増大する傾向があり、実生産では稼働時間の30%を占めることもある。この直接部品の実装と関係

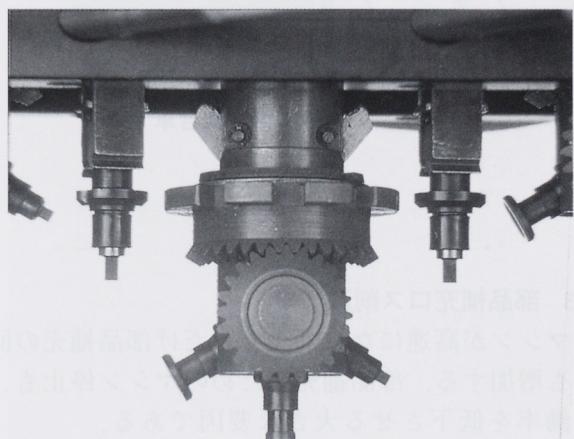


図6 YV88X インデックスヘッド

トレイ部品などの部品供給時間も、マシンの空転ロスにつながる。それはマシン本体のスピードが上がれば上がるほど、相対的にその比率も高まるうことになる。トレイ部品供給装置YTF80Wでは供

給装置とマシン本体を結ぶシャトルを2基とし、トレイからの部品をシャトルが交互に高速搬送し、マシン本体の部品待ち時間を大幅に削減した(図8)。

4.2 段取りロスの削減

多品種少量あるいは多品種変量生産では、段取りにかかる時間が1日の稼働時間のなかで相当なウエイトを占めてしまう。実稼働率を向上させるためには、段取りロスの削減は不可欠である。

フィーダー括交換台車による外段取りはマシン稼働中の段取りを可能とし、稼働率の向上に効果が大きい。さらに、コンベア幅自動調整機能と基板厚さ自動調整機能とによって、コンベア周辺の段取り工数を削減した(図7)。

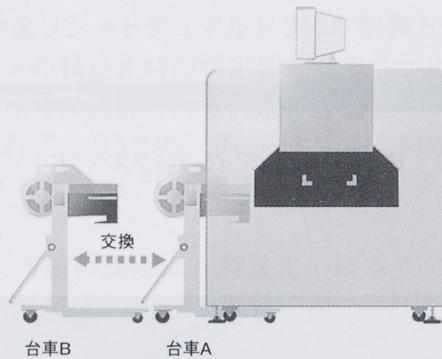


図7 フィーダー括交換台車

4.3 部品補充ロス削減

マシンが高速になれば、それだけ部品補充の回数も増加する。部品補充のためのマシン停止も、稼働率を低下させる大きな要因である。

交換台車にはマシン稼働中にマシンを停止させることなく台車を引き出すことが可能なタイプも用意されている。部品補充のため台車が引き出されている間、マシンは他の台車上の代替部品を使用し実装を続ける。台車が戻されると、この台車上の補充完了部品を使用した実装が再開されるため、マシン無停止での部品補充が可能となる。

このマシン無停止部品補充の思想は、トレイ部品供給装置である前述のYTF80Wや、2枚のトレイ

をダイレクトにマシン本体に供給するW-ATSにも反映され、稼働中のトレイ交換を可能とした(図8、図9)。

また、最近の市場においては、省資源化からチップ部品のバルク供給化が進みつつある。当社では、これに対応すべく従来のテープフィーダと同じ取り付け幅のバルクフィーダを開発した。このバルクフィーダを使用すれば、マシン無停止部品補充が可能となる。

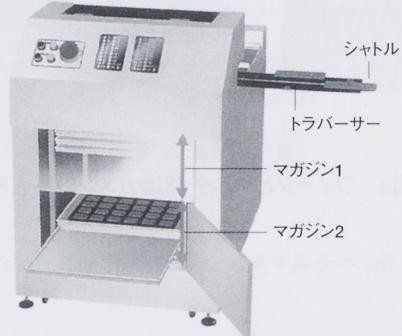


図8 YTF80W

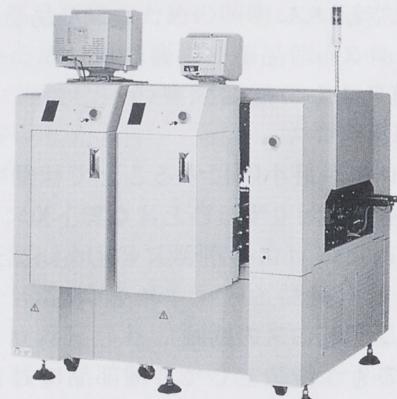


図9 W-ATS(マシン背面より)

4.4 非効率運用ロスの削減

マシンを複数台連結した場合に、そのマシン間のラインバランスを取ることが非常に大切である。ラインタクトは、ボトルネックのマシンで決定されてしまうからである。

Xシリーズではチップ重視のYV100XでもファインピッチQFPが搭載可能となり、汎用性が向上している。また、汎用機のYV88Xでのチップ搭載スピードもある程度高速であるため、複数台並べたときのラインバランスが取り易くなっている。

オフラインソフトYVOSXを使用すれば、複数台のマシンのラインバランスを取るように基板データを作成することが可能である。さらに、1種類の基板データだけでなく、複数の基板に対して段取り工数が低減できるようにフィーダを自動配分する「複数基板段取り最適化」機能によって、トータルでの生産タクトの最適化が可能である。

また、一括交換台車との組み合わせにより、ライン全体を効率よく稼働させることが可能な「一括台車オプティマシステム」も準備されている。

5 仕様諸元表

表1 仕様諸元表

機種	YV100X	YV88X
基板寸法	L 50mm×W 50mm (MIN) L460mm×W440mm (MAX)	
基板搬送方向	右→左、Uターン、 (オプション左→右)	
装着精度 使用カメラ、 部品サイズに より変わる	±0.1mm (CHIP,SOP) ±0.08mm (QFP,CSP)	±0.1mm (CHIP,SOP) ±0.04mm (QFP,CSP)
装着サイクルタイム (最適条件)	0.2秒/CHIP 1.7秒/QFP	0.55秒/CHIP 0.9秒/QFP
装着角度	±180°、0.01°単位	
品種数(8mm換算)	100品種(テープ) トレー80品種 (YTF80W使用時)	94品種(テープ) トレー80品種 (YTF80W使用時)
実装可能部品寸法	0603~□32mm	0603~□32mm ロングコネクター100mm ~□54mm(OP)
ポイントデータ数	2560ポイント/基板 (トータル25000ポイント)	
外形寸法	L1,655×W1,408×H1,850mm	
重量	約1,570kg	

YV100X、YV88Xの仕様諸元表を表1に示す。

6 おわりに

Xシリーズは、コンセプトが明快で、そのコストパフォーマンス、スペースパフォーマンス等の実力をお客様にも理解して頂き発売以来好調に販売を伸ばしている。また、新たにYV100XT、YV180Xの2機種を開発し、シリーズの充実をはかった。

今後、表面実装電子部品の変化動向及び半導体市場とのボーダーレス化による実装プロセスの変化等を見据えて、さらなる開発、改善を進めモジュール型マウンタを表面実装機の一つのカテゴリとして確立してゆきたいと考える。

高能率円筒研削用アクティブレストの開発

Development of Active Rest Highly Efficient Cylindrical Grinding

杉浦博治 Hiroji Sugiura

●PEセンター 生技開発室

要旨

動力伝達用に使われている軸は、精度を確保するために研削が多く使われている。最近の省エネ、高速化等のニーズに伴い軸径はより細く、また高精度が要求されている。一方、加工する立場からは、剛性は小さくなり精度を維持することが難しくなっている。特に軸径に対する長さの比が大きい軸ほどたわみやすく、加工時間が長くなる傾向にある。たわみを押さえる方法はいくつか存在するが、この課題を解決する適当な方法はない。

このため、研削全域でたわみを防止する装置の開発に取り組んだ。これは、ワークの変位量に比例した力を、研削力と逆向きに作用させてワークを押し戻し、たわみを押さえる装置である。この結果、今まで40分/本かかっていた研削時間が12分/本に改善できた。

長尺軸の外径を研削する場合、砥石を横移動してもワークがたわまない装置が開発できたので、その内容を紹介する。

1 はじめに

機械要素の一部品である軸は、動力伝達用として使われることが多い。最近は地球環境の観点から省エネ・軽量化、さらに機能向上の要求から回転の高速化が行われている。これらを満足させるために、軸径は一層細く、しかも高精度に仕上げる必要がある。軸径を精度よく仕上げる方法としては研削加工が行われる⁽¹⁾。

一方、加工する立場から見ると、ワークがたわむほど要求精度を確保することが困難になる。特に軸径に対する長さの比が大きいほど、たわみやすくこの傾向が強い⁽²⁾。

研削中のたわみを防止する方法は、世の中にいくつかある⁽³⁾。一般的には、ワーク外周に固定の構造物を接触させる。また軸径を3方向からつかむと自動的に軸芯が出る装置もある。しかしながら、いずれの方法もワーク全長に亘ってたわみを防止できない。

そこで研削全域でたわみを防止できる装置を開発したので、その概要を述べる。本装置は既存の研削盤に容易に取り付けられ、長尺軸を精度良く高能率で研削できる。

2 現状の研削技術

対象とする長尺軸は、材質がステンレスで500から1,200mmの長さがある。これらの軸は長さが径の20倍から40倍あり、たわみやすく加工しにくい。工程の中でも研削は要求精度を確保するために、他工程と比較して長い時間を要している。

2.1 研削方法

(1) 軸の製作工程

工場に納入された素材は、最初に両端面を削り、基準となるセンター穴加工を経て、外径を旋削する。次に加工ひずみによって生じた曲がりを修正し、研削工程を経て、次工程に進む(図1)。



図1 軸の製作工程

(2) 研削工程

研削は次のように行われる。

センター穴を基準とし、片方の外径をチャックで掴み、ワークを回転する。ワーク中央付近に

高能率円筒研削用アクティブレストの開発

固定の振止め装置を接触させ、円筒状の砥石を横に移動し（トラバース研削）研削を行う（図2）。

この方法では全長に亘ってたわみを完全に防止できず、送り速度や切込み量を大きくできない。例えば、研削長さ500mm、軸径 ϕ 26mm、取代 ϕ 0.2のワークを、 $13\mu\text{m}$ の公差内に仕上げるために、18回のトラバース研削を要し、約40分かかる。

これは、精度を確保するために、一回当たりの切込み量と送り速度を小さくして、たわみ量を減らしているからである。この加工時間は次に長い工程の3倍かかり、生産工程上の障害となっている。

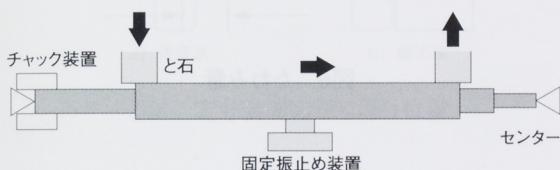


図2 トラバース研削の方法

2.2 研削技術のベンチマーク

開発を始めるにあたり、ワークのたわみ防止に関する技術調査を行った。

前述の固定振止め法は簡単な装置でコストは安いが、固定点以外ではたわみが発生する。また自動調芯式振止め法は3点で軸の中央部を拘束し、研削に伴い軸径が変化しても、自動的に軸芯を保てる利点がある。しかし、ワークを拘束しているため、研削点の移動に伴う装置の横移動が出来ない。そのため拘束点以外ではたわみが発生する。

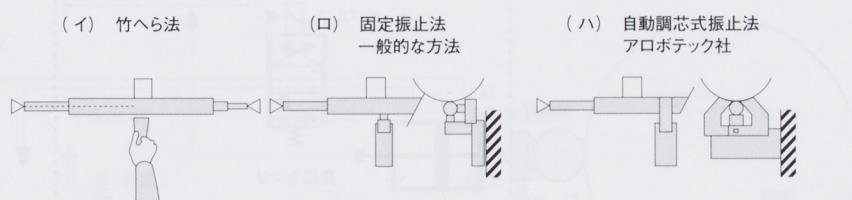


図3 振止め法の種類

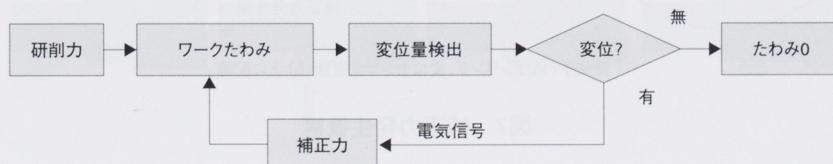


図4 たわみ補正制御

他の方法として、熟練作業者がワークのたわみを竹へらでおさえる研削法がある。この方法は、熟練の程度によっては他の2つの方法より効率的であるが、多台持ち加工ラインを目指す量産工場には不向きである（図3）。

3 新しい研削方法の開発

3.1 ねらい

調査した各種振止め法には一長一短があるため、全長に亘ってたわみを防止する方法を検討した。竹へら法のように研削点に追従しながらたわみを制御し、軸芯の真直性が保たれる装置の開発を目指すことにした⁽³⁾。狙いは、作業者の技能を機械に置き換えることである。作業者はワークの径変化を目で読み取りながら、研削力を指先で感じとり反力を発生させ補正している。

新しい研削法は、次の2項目を目標にした。

- (1) 研削時間が、他の工程と同レベルであること（現状の1/3以下）
- (2) 軸径等の品質が、規格を満足していること

3.2 原理

ワークのたわみを防止する原理は次のようになる。研削力による変位量を検出し、その量に応じた補正力を発生させてワークを押し戻す。この動作を短時間で繰り返し、変位を限りなくゼロに近づける自動制御方式である（図4）。

3.3 装置の構成

新装置は、次の3項目を前提として開発した。

- (1) 操作が簡単で、誰でも扱えること
 - (2) 既存の設備に取付けられること
 - (3) 径変更の段取り替えが簡単にできること
- これらを満足した上で、5つの基本要素で構成した。

各要素は力を受けても「ワークを保持し続ける部分」、ワークの「たわみ量を測定する部分」、たわみを抑える「補正力を発生する部分」、目的の寸法に研削できたか「軸径を測定する部分」、ワークを着脱しやすくするため「ワーク保持部を退避する部分」である。次に各機能部の構造を説明する。

(1) ワーク保持部

研削力を受けた時もワークが上下方向に動かず回転でき、さらにワークが軸方向に移動しても安定して保持し続けることが必要である。このため保持部はワークの円筒部を3点で支える構造とし、砥石と対向した位置に配置した(図5)。

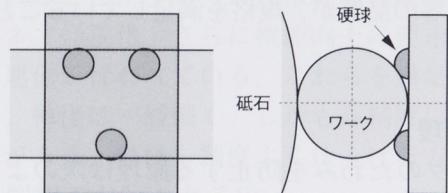


図5 ワーク保持構造

(2) たわみ測定部

マスターワークを両センターで支え、砥石が最初に接触する点(A点)の反対側(保持部側)を原点とした。加工力によって、ワークが原点から移動した変化量をたわみ量として、検出することにした(図6)。

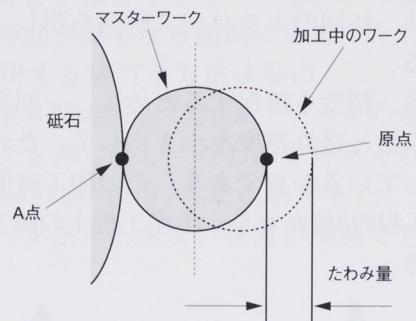
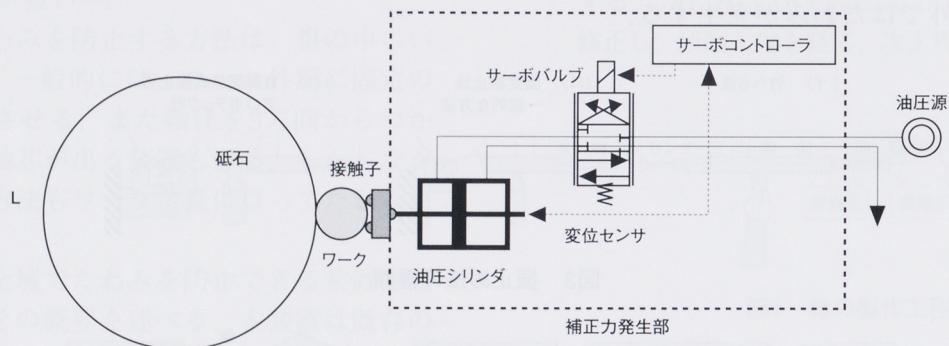


図6 たわみ量

応答性と高い検出精度を得るため、最小 $0.1 \mu\text{m}$ の読み取りが可能な電気マイクロメータを採用した⁽⁴⁾。また、「アッベの原理」に従い、たわみ量の検出方向と検出用の変位センサは、測定点を通る一直線上に配置した(図7)⁽⁵⁾。

(3) 補正力発生部

補正力を発生する部分は補正命令に高速で追従し、正確な位置制御ができる油圧・サーボ機構を採用することにした(図7)⁽⁶⁾。



接觸子、油圧シリンダ、変位センサを直線(L)上に配置

図7 補正力発生機構

高能率円筒研削用アクティブレストの開発

(4) 軸径測定部

一般に狙いの寸法に仕上げるため、砥石正面に定寸装置を設置する。今回は正面にワーク保持部を設けるため、定寸装置を横に移動した。ワークとの接点を砥石幅内にするため、測定子に角度を付けて対応した(図8)。

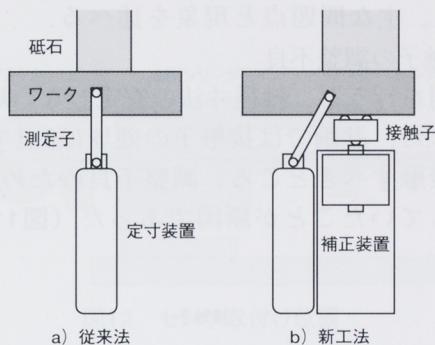


図8 定寸装置の取り付け位置

(5) ワーク保持部の退避機構

ワークが容易に着脱できるように、保持部を50mm後退可能な構造にした。また、段取りに伴う前進端位置の変更は、精度を確保でき交換が容易なストップ方式とした。以上の機能をもつ装置を製作し、既存の設備に取付けた(図9)。

この装置により98N(10kgf)までの力に対し、ワークを予め設定した位置に、ワークを保持し続けることが可能となった。また、熟練を必要とすることなく誰でも使える装置にすることができた。

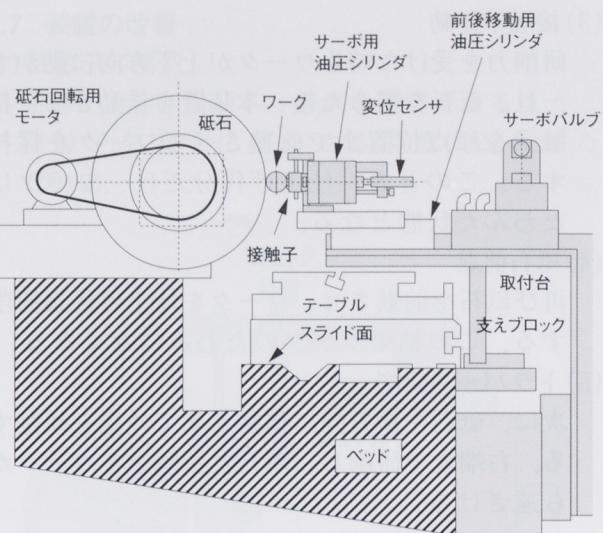


図9 装置の概観

3.4 研削手順

本装置を効果的に使うには研削手順にも工夫が必要であり、次にその手順を説明する(図10)。

(1) 段取り

マスターワークを使用し、外径に接触子を当て、たわみ量の測定基準となる原点を決める。

(2) 準備加工

素材の研削代が大きいので、本装置をこの状態で作動するとワークを無理に曲げ、ワーク・センター等に悪影響が生じる。

このため、最初は本装置を作動させないで仕上げ代を残して左端を研削する。後の手順で本装置を作動させた状態で、砥石前進位置を正確に決めるための取代である。

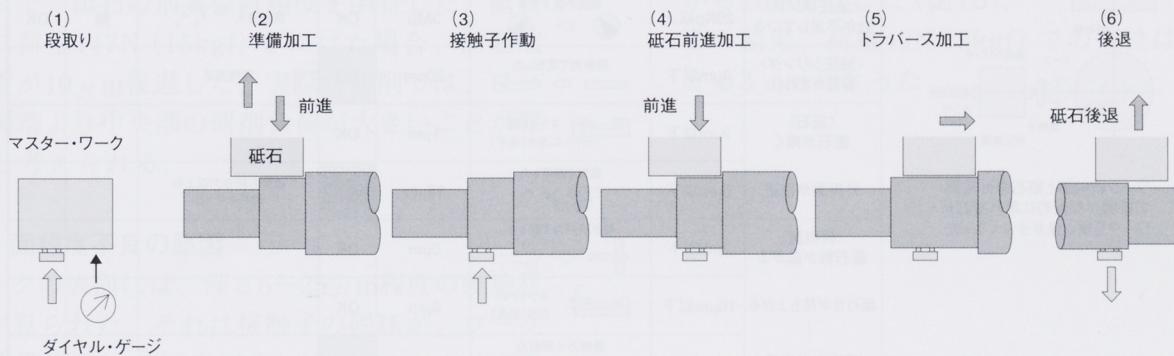


図10 研削手順

高能率円筒研削用アクティブプレストの開発

(3) 接触子作動

研削力を受けた時もワークが上下方向に動かず、一旦、砥石を戻した後、本装置を作動させ、接触子を原点位置まで前進させてワークを保持する。このとき、仕上げ代分だけ、ワークはたわんだ状態となる。

(4) 砥石前進

再び砥石を前進させ、ワークを仕上げ径迄研削する。この結果ワークのたわみはなくなる。

(5) トロバース研削

次に、砥石を横方向に移動させて外径を研削する。右端まで研削し、砥石と接触子をワークから遠ざける。

以上の手順で $\phi 26\text{ mm}$, 長さ 700 mm , 取代 $\phi 0.2\text{ mm}$ のワークを 1 パスで研削した。

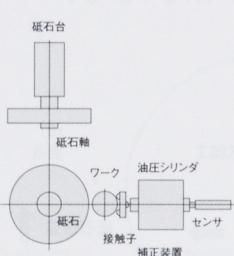
3.5 発生した問題点

その結果、次の 2 つの問題が発生した。

- (1)両端以外で、軸径が $30\mu\text{m}$ 程大きくなる。
- (2)螺旋状の圧痕がつき、面粗度が最大 $Rz25$ で規格から外れる。

これらの問題を解決するため、たわみ防止メカニズムの原点に戻って調査を行った。

表1 PM分析表 長尺軸の高能率研削

現象	補正装置を使った長尺軸の研削において両端以外の軸径が大きくなる							
物理的解析	成立する条件		設備・治工具・材料・方法との関連(1次)			設備・治工具・材料・方法との関連(2次)		
	項目	許容値	項目	測定値	判定	項目	測定値	判定
 <p>ワーク研削部と砥石の外周面の距離が相対的に離れ砥石がワークを削る量が少なくなった</p>	<ワーク> 上下に動く	10μm以下	接触子が上下に動いた	30μm	NG	調整部の隙間	1.5mm	NG
		2μm以下	隙間が出来た	12μm	NG	調整不良	測定不可	NG
	<センサ> 測定基準が動く	1μm以下	固定位置がたわむ	25μm	NG			
		20Kg以上	油圧が低下する	3Mp	OK	気泡混入	無	OK
	<油圧シリンダ> 装置がたわむ	4μm以下	研削力で変形した	20μm	NG	剛性不足		
		2μm以下	砥石が傾く	1μm	OK			
	外周面が後退	5μm以下	砥石が脱落した	15μm	NG	砥粒の結合力以上の力がかかった		
		2μm以下	砥石軸が曲がる	0μm	OK			
	砥石台が持ち上がる	10μm以下	砥石軸のカタ(垂直)	5μm	OK			
		2μm以下	保持力<研削力	10μm	NG			

■ 本文に説明を加えた項目

3.6 原因の追求

3.6.1 軸径不良の原因

軸径が安定しない原因の究明にはPM分析手法を使つた^⑦。その結果、本装置の剛性やたわみ測定用のセンサ取付け位置、ワークの保持方法、また砥石や研削盤にも問題があることが解った(表1)。

以下に、主な問題点と現象を述べる。

(1) 接触子の調整不良

研削を行うと、軸径寸法の安定しない場合が発生した。計画では接触子の硬球は3点でワークに接触すべきところ、調整不良のため2点で接触していたことが原因であった(図11)。

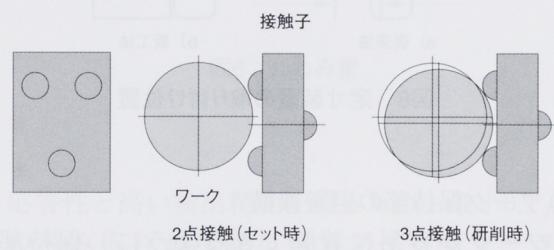


図11 接触子とワークの状態

(2) センサの取付け位置

軸径寸法が安定しない理由には、別の原因も存在していた。ワークのたわみを測定するセンサは、補正力を発生させる油圧シリンダの端面に取付けていた。この場所は補正反力により変位し、たわみを正確に測定できていなかったためと思われる(図12)。

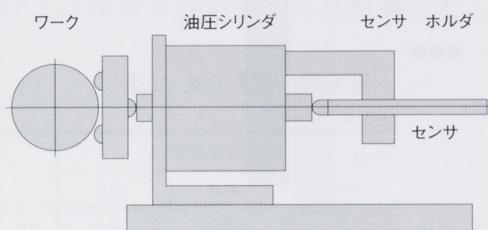


図12 センサ取付け位置

(3) 装置の剛性

両端以外で軸径が大きくなる原因には、装置の剛性も影響していた。補正力を加えると、その反力により装置全体が変形した。研削力に相当する49N(5kgf)の荷重を保持部にかけた場合、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 変位することが解った。

(4) 砥石の摩耗

円筒形状の砥石で研削したところ、加工が進むにつれ振動が発生し始めた。これは切込み量が大きく、研削負荷が高いため、砥石に異常摩耗が発生したことが原因と考えられる。

(5) 砥石台の位置精度

当初は1パス加工を目指して研削を行った。研削代が小さい場合は精度良く研削できたが、取代を増していくと、中央部で径が $20\text{ }\mu\text{m}$ 程大きくなる現象が発生した。

そこで、砥石の前進位置精度を調査した。砥石台に荷重147N(15kgf)をかけた場合、前進端位置が $10\text{ }\mu\text{m}$ 後退した。実際の研削では、ワーク両端より中央部の研削負荷が大きいことが原因と考えられる。

3.6.2 面粗度不良の原因

ワークの表面には、深さ $6\sim25\text{ }\mu\text{m}$ 程度の螺旋状の傷が見られた。それは接触子の硬球が、ワークを強く押すための圧痕であった。

以上の問題点を次のように解決した。

3.7 装置の改善

(1) 接触子の構造

硬球が3点で当っているかを確認できるよう、接触子を上下に動かせる構造に改良した(図13)。

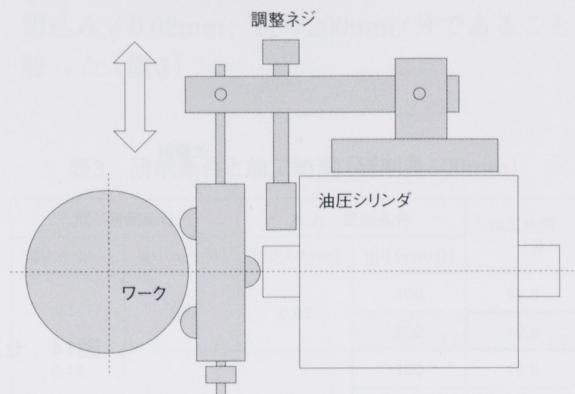


図13 接触子の調整構造

その確認方法を以下に示す。

ワークにダイヤルゲージを当てたまま、接触子を前進させ、ワークをたわませる。この状態で接触子を上下方向に動かし、たわみ量が最小になる位置をダイヤルゲージで読み取る。この方法で、ミクロンレベルの調整が容易に確認できるようになった。

(2) センサの取付け位置

センサは補正力の影響を受けない位置を変更した(図14)。

(3) 装置の剛性

本装置は「片持ち」構造が避けられないため、ベースの剛性を向上した。PM分析より断面係数を5倍に上げる必要から、ベース板厚を9mmから16mmにした(図15)。

この結果、荷重49N(5kgf)での変位は許容できる $3\text{ }\mu\text{m}$ となった。

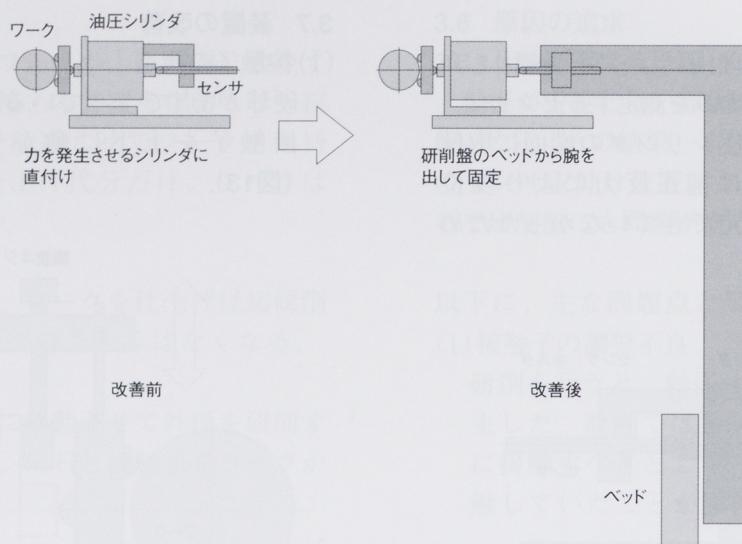


図14 センサ取付け位置の変更

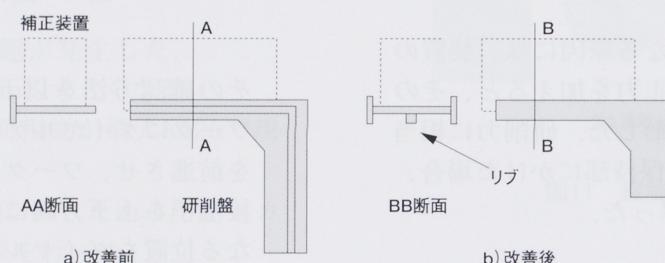


図15 ベースの構造

(4) 砥石の摩耗

円筒形状の砥石でトラバース研削した場合は、進行方向の角部に負担がかかり、異常摩耗する。そこで角部をテーパーにすることで、研削する砥石の面積を増やした。この結果、砥粒1個当たりの荷重は1/200になり、支障なく研削できるようになった（図16）⁽⁸⁾。



図16 砥石形状

(5) 砥石台の位置精度

研削負荷変動による砥石前進位置のバラツキを、研削盤の改善によって解決することは困難なた

め、研削負荷の変動幅を軽減することで改善した⁽⁸⁾。すなわち、仕上げ研削を追加し2パス加工することにした。これにより仕上げ研削時の面圧が減少し、面粗度不良の原因である圧痕の問題も解決した。

以上の改善を折り込み、研削条件を設定した。

4 良品条件の設定

一般的に送り速度は遅く、切込み量は少ない方が良い精度が得られる。そこで精度を満足した上で、加工時間が最小となる条件を選定することにした。最初に、完成精度（目標径公差 $6 \mu\text{m}$ ）を確保できる仕上げ条件を決め、次に荒加工条件を決めることにした。

高能率円筒研削用アクティブレストの開発

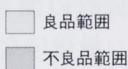
(1)仕上げ条件の調査

仕上げ加工の送りは100mm/分ごとに最大400mm/分までの条件とし、切込みは10 μm ごと最大30 μm まで変化させて精度評価を円筒度(外径の最大値と最小値の差)で表わした(表2)。

その結果、切込み $\phi 0.01\text{mm}$ では送り300mm/分まで、切込み $\phi 0.02\text{mm}$ では送り200mm/分までが仕上げ精度を満足することが解った。

表2 加工条件と軸径差

		切込み(ϕmm)		
		0.01	0.02	0.03
送り(mm/分)	100	3	4	7
	200	4	4	10
	300	5	7	12
	400	8	11	15



(2)荒加工条件の調査

以上より仕上げ切込みは $\phi 0.01\text{mm}$ と $\phi 0.02\text{mm}$ を考えられる。全取代が $\phi 0.2\text{mm}$ あるので、荒加工における $\phi 0.01\text{mm}$ の差は精度への影響が少ないと考え、荒加工の切込み量を $\phi 0.18\text{mm}$ に設定した。送り速度を50mm/分ごとに最大150mm/分まで変化させ、テストした(図17)。

その結果、150mm/分では円筒度が20 μm を越え、仕上げ精度に影響することが解った。また、送りが100mm/分では円筒度が14 μm となり、仕上げの取代が $\phi 0.02\text{mm}$ 必要となる。送りが50mm/分では円筒度が8 μm となり、仕上げの取代は $\phi 0.01\text{mm}$ で良いことが解った。

(3)最適加工条件の選定

以上より円筒度が確保でき、加工時間が最も短くなる荒加工と仕上げ加工条件の組合せを選定した。

この結果、最適条件は荒加工を切込み量 $\phi 0.18\text{mm}$ 、送り速度100mm/分、仕上げ加工を切込み $\phi 0.02\text{mm}$ 、送り200mm/分であることが解った(表3)。

表3 研削条件と加工時間(研削長500mm)

荒 研削条件		仕上 研削条件		加工時間 (分)
切込み(mm)	送り(mm/分)	切込み(mm)	送り(mm/分)	
0.18	100	0.02	100	14.5
			200	12.0
	50	0.01	100	19.5
			200	17.0
			300	16.2

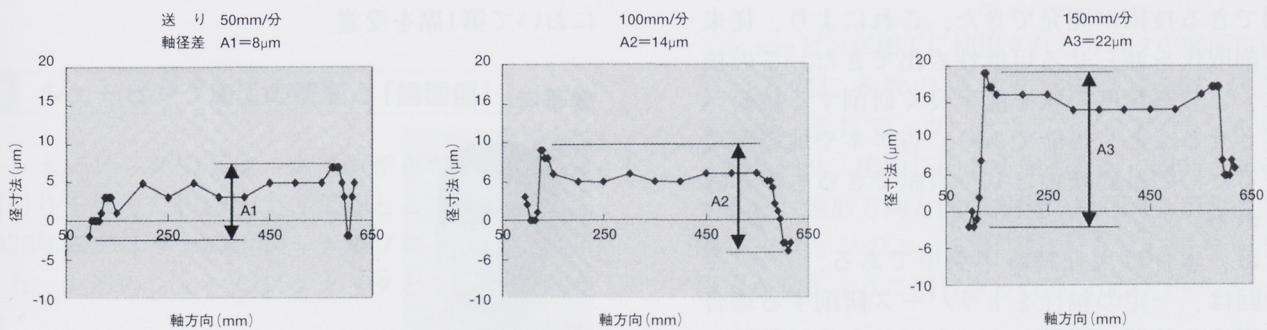
この条件で数回のテストを繰り返し、仕上げ加工後の径寸法が安定していることを確認した(図18)。

5 効果

本研削法により次のような効果を得た。

(1)研削時間

研削パス数が従来18回あったものが、2回となり、研削長500mmの場合、研削時間は40分/本が12分/本に短縮された。これにより当初の目標である研削時間1/3が達成できた。

図17 送り速度の影響(切込み $\phi 0.18\text{mm}$)

高能率円筒研削用アクティブレーストの開発

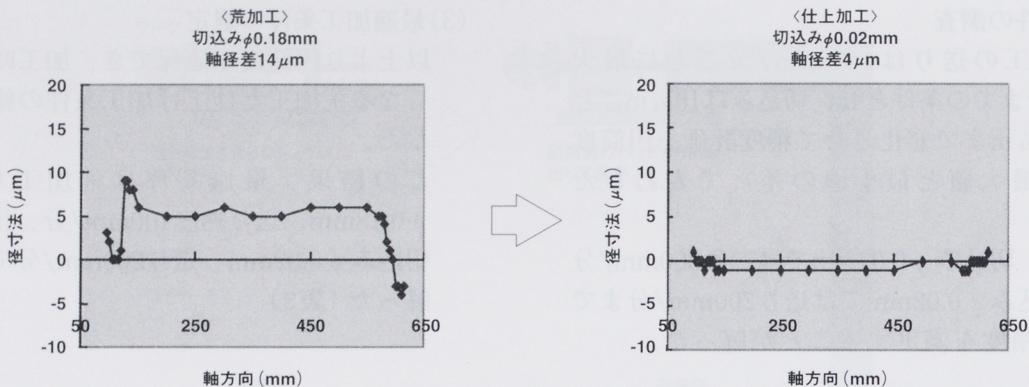


図18 外形精度の向上過程

(2) 精度

精度は全て規格を満足できた（表4）。

表4 精度比較

	規格	従来法	新研削法
軸径差(μm)	φ13	φ5	φ5
面粗度(Rz)	6.3	2.4	3.7
真円度(μm)	—	2	2
振れ(μm)	30	30	30

6 おわりに

本装置は工作機メーカーと共同で開発を進め、実用化にこぎつけた。これにより研削時間が短縮され、工程の平準化が可能になった。

竹へら法に見られる熟練作業者の技を機械に置換えることで、ワーク軸心の真直性を保ちながら、研削できる技術が開発できた。これにより、従来の研削取代を減らせる可能性も出てきた。この技術は、より高精度の軸を能率良く研削する技術へ発展させることも可能であり、省エネや地球環境を守るために基礎技術として貢献できるものと考えられる。

なお、本件は現在特許申請中である。

今回は、一定の軸径をトラバース研削する場合に適用する装置の開発であったが、今後は段差のある軸や、クランク軸・カム軸等の研削に使える

装置の開発にも取組んでいきたい。

最後になりましたが、本装置開発のきっかけと、ご指導およびご助言をいただいた社内外の関係各位に紙面をもってお礼申し上げます。

■参考文献

- (1) 田中ほか：精密工作法（上），共立出版（1993）
 - (2) 井の上ほか：高能率研削1,2 大河出版（1974）
 - (3) 堀内ほか：力補償型空圧ベローズ式アクティブレーストによる精密円筒研削，JSPE-54-07（1988）
 - (4) 谷口紀男：ナノテクノロジの基礎と応用，工業調査会（1988）
 - (5) 中沢 弘：やさしい精密工学，工業調査会（1991）
 - (6) 大滝ほか：特集「はじめてのサーボ機構設計」，機械設計第37巻第8号
 - (7) 中嶋ほか：生産革新のためのTPM展開プログラム加工・組立編，日本プラントメンテナンス協会編（1992）
 - (8) 工作機械の最先端技術，日本機械学会編，工業調査会（1989）
- PM優秀論文賞（主催：日本プラントメンテナンス協会）において第1席を受賞

●著者



杉浦博治

シェービング歯面傷ゼロへの取り組み

A PM Analysis of Scars in Gear Shaving

森 一明 Kazuaki Mori

●MC事業部 浜北工場

要旨

モーターサイクルは、小型で燃料消費も少なく、環境にやさしい商品である。一方で、エンジンは自動車のように車体におおわれることがないため、駆動系から発生する音質は重要な品質となる。良好な音質を保つため、当社では、エンジンの高速回転ギヤの大半をシェービング加工して精度を確保している。しかし、シェービング工程では「歯面傷」が発生する場合があり、20年来の課題であった。

この「歯面傷」の発生原因の分析のためPM分析を用い、この現象が、(1)加工点に侵入する異物と、(2)噛合い圧力角との相互作用によることを明らかにした。現在、バリ取り装置の改良、加工油の浄化、洗浄機の改造、カッタ諸元の改良などにより、「歯面傷」不良発生ゼロを継続中である。さらに1再研当たりの刃具寿命が約10倍にアップした。また加工油と洗浄液の寿命がアップしたことにより、年間ドラム缶310本分の産業廃棄物を削減できた。

1 はじめに

モーターサイクルは、小型で燃料消費も少なく、環境にやさしい商品である。一方で、エンジンは自動車のように車体におおわれることがないため、駆動系から発生する音質は重要な品質となる。

良好な音質を保つため、ヤマハ発動機（以下、当社という）では、エンジン内の1次減速、バランサギヤなどの高速回転ギヤの大半をシェービング加工して精度を確保している。しかし、シェービング工程では「歯面傷」が発生する場合があり、これを無くすことが20年来の課題であった。

今回、PM分析によってこの課題を解決したので報告する

歯車を噛合わせて回転させることにより歯面を仕上げる加工法である。このとき、カッタ軸とワーク軸を交差させ、両者の軸を互いに自由に回転させることが特徴である（図1）。

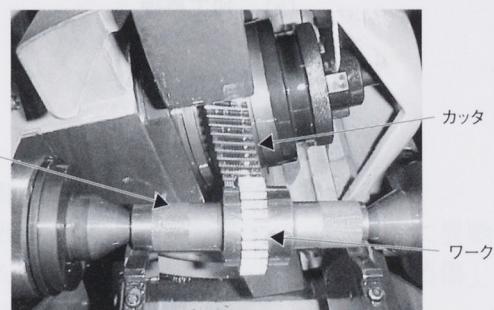


図1 シェービング加工の特徴

2 シェービング加工の概要と「歯面傷」

シェービング加工は、ホブ盤やギヤシェーパで歯切りを行った後の仕上げ工程として使われる。1926年にアメリカのナショナルブローチ社で開発され、丸形のシェービングカッタとワークである

シェービング加工に使用されるカッタの歯面には、歯形方向に多数の溝（セレーション）が設けてある。そして、カッタとワークに交差角を与えて噛合わせ、歯面に圧力を加えながら回転させる。すると、歯形方向と歯筋方向に相対滑りが発生し、セレーションのエッジが切れ刃となってワークの歯面が剃るように削り取られる（図2）^{(1),(2)}。

シェーピング歯面傷ゼロへの取り組み

シェーピング加工には、カッタとワークの相対的な送り方向によっていくつかの方法がある。当社では、その内コンベンショナルとプランジカットを採用している（図3）。

コンベンショナルはワークを軸方向に動かしながらカッタを半径方向に切り込むため加工圧力が少ないので、幅の広い歯車やたわみやすい軸物歯車に適する。欠点は加工時間が長いことである。

プランジカットはワークを軸方向送りせず、カッタを半径方向のみに切り込む方法で、ドイツの

カールフルト社によって開発された。加工時間が短いため量産に広く使われている。プランジカットでは、加工圧力が高いため剛性の低いワークでは歯形精度が出にくく欠点がある^{(1),(2),(3)}。

「歯面傷」とは、目視で判別できる傷が付く現象で、当社のプランジカットによる不良の70%を占めていた。一方コンベンショナルでは、この不良が無く、プランジカット特有の現象と言える（図4、図5、図6）。

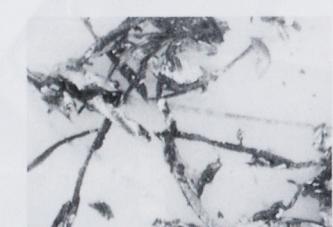
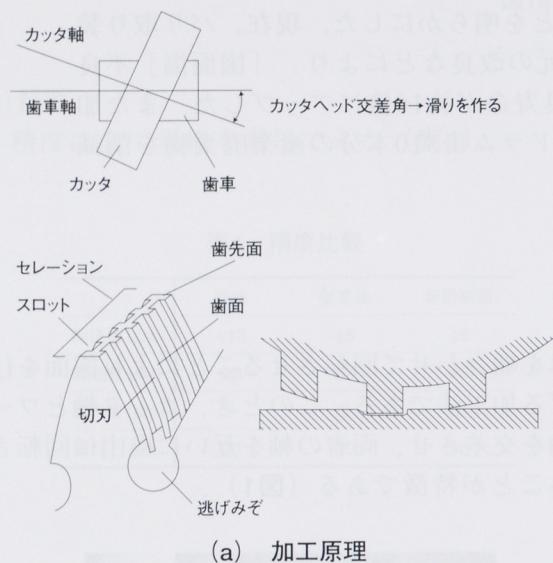


図2 シェーピング加工の原理^{(1),(2)}

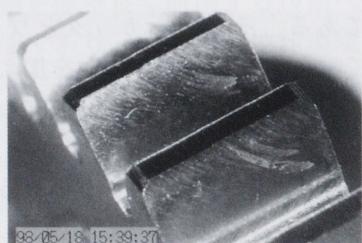


図4 歯面傷不良

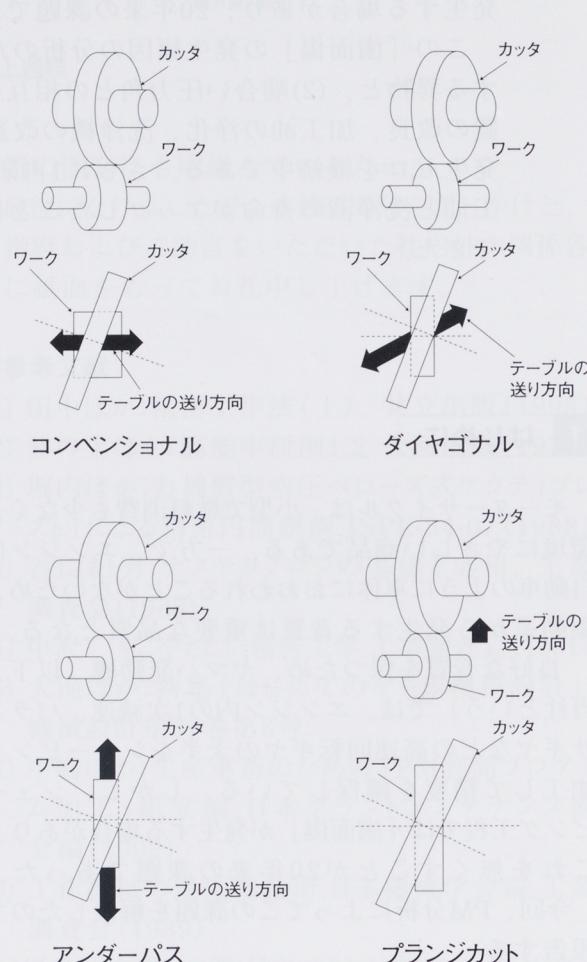
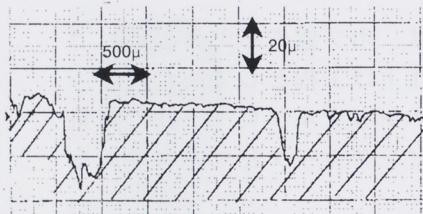


図3 シェーピング加工の方法⁽¹⁾



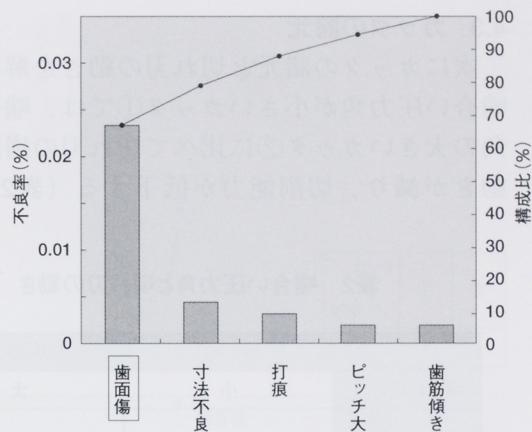


図5 プランジカット加工の不良

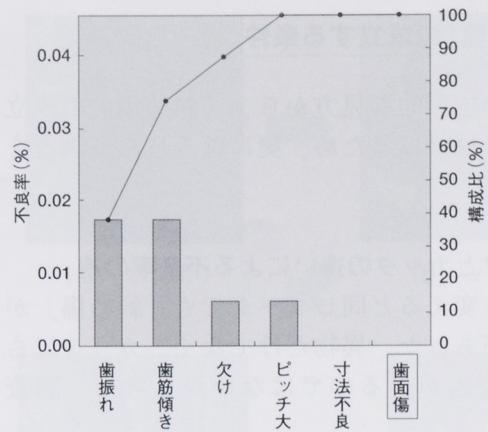


図6 コンベンショナル加工の不良

3 「歯面傷」の物理的解析

「歯面傷」を対象として加工点に着目し、現象を物理的に解析することにした。

3.1 傷の特徴の観察

「歯面傷」を観察し、形状を5つのタイプに分類した（図7）。

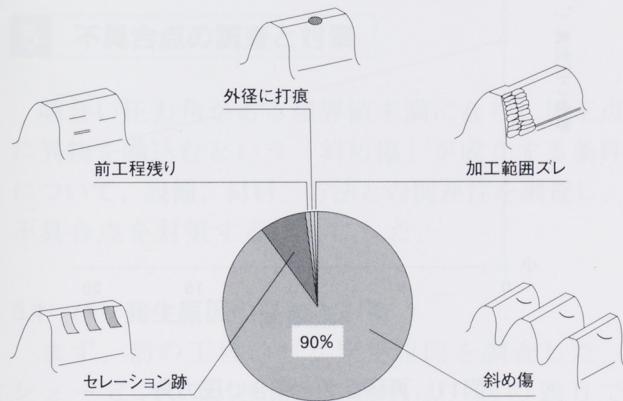


図7 歯面傷不良の分類

ここで9割を占める「斜め傷」とは、三日月状の傷がシェービングの加工目に沿って、ほぼ全歯面の同じ位置につく不良のことであり、PM分析の対象をこれに絞った。

3.2 傷発生の物理的な見方

「斜め傷」発生の原因は、加工点である切れ刃先端に付着した異物がカッタと一緒にワーク歯面上を移動し、傷を付けることではないかと予想した（図8）。

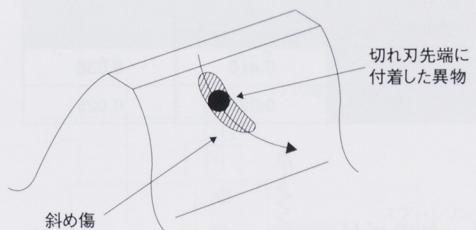


図8 傷発生の物理的な見方

3.3 傷発生の再現テスト

この仮定に基づき、カッタのスロットに異物を打ち込んで加工したところ、類似の「斜め傷」の発生が確認できた（図9）。

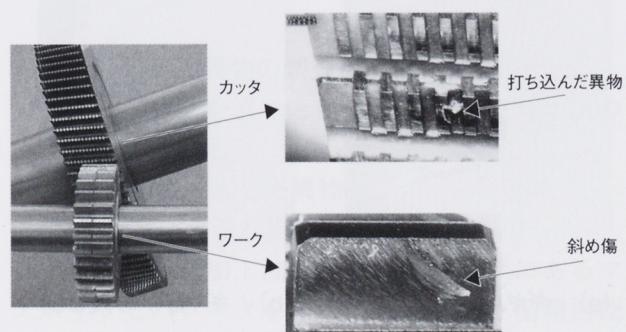


図9 「斜め傷」発生再現テスト

4 「歯面傷」の成立する条件

傷発生の物理的な見方から、「斜め傷」の成立する条件を見つけるため、更に踏み込んだ調査を行った。

4.1 ワークとカッタの違いによる不良率の差

カッタを変えると同じワークでも「斜め傷」が減る場合があった。異物だけでなく、カッタにも何らかの要因があるのではないかと考え、調査した。

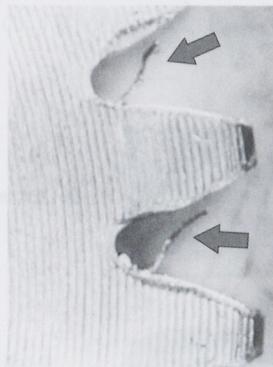
調査は同一歯形諸元で歯幅が異なるギヤAとギヤB、噛合い圧力角の異なるカッタ①とカッタ②の組み合わせで行い、その結果、組み合わせにより不良率が極端に変わることが判った（表1）。

表1 ギヤとカッタの組み合わせによる不良率

		単位(%)	
ギヤ	A	B	
カッタ			
①	0.410	0.038	
②	0.029	0.025	

4.2 ワークのバリ

そこでワークを拡大し観察したところ、ギヤAには2次バリが見られるが、ギヤBにはバリ残りがないことが確認された（図10）。



(a) ギヤA(2次バリあり)



(b) ギヤB(バリ残なし)

図10 ワークのバリ

4.3 カッタの諸元

次にカッタの諸元と切れ刃の動きを解析した。噛合い圧力角が小さいカッタ①では、噛合い圧力角の大きいカッタ②に比べて切れ刃の歯筋方向の動きが減り、切削能力が低下する（表2）。

表2 噬合い圧力角と切れ刃の動き

	カッタ①	カッタ②
噛合い圧力角	小	大
ワーク歯面上の切れ刃の動き		

この噛合い圧力角は、再研が進むに連れて小さくなる（図11）。

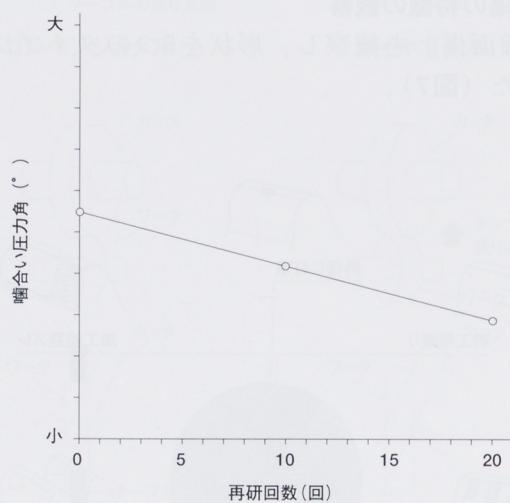


図11 再研回数と噛合い圧力角

そこで再研回数ごとに、噛合い圧力角と「斜め傷」の関係をみた。これから噛合い圧力角がある値を割ると急激に「斜め傷」が発生しやすくなることが判った。以後この値を境界値と呼ぶ（図12）。

シェービング歯面傷ゼロへの取り組み

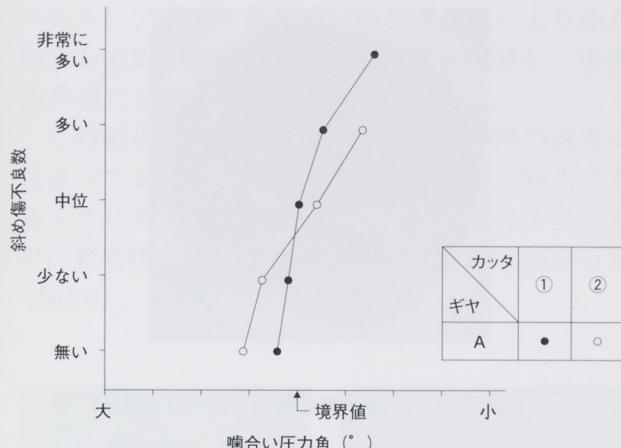


図12 再研にともなう噛合圧力角と、斜め傷不良の変化

4.4 発生原因とメカニズムのまとめ

以上の調査から、カッタとワークの噛合圧力角が小さくなると、切削能力が低下してくる。さらにある境界値未満になると、異物が切れ刃に圧着または溶着されやすくなり、「斜め傷」が発生することが判った。

5 不具合点の調査と対策

噛合圧力角がある境界値未満になり、加工点に異物を噛込むという「斜め傷」が成立する条件について、設備、材料、方法との関連性を調査し、不具合点を対策することにした。

5.1 バリ発生原因の調査と対策

まず、前の工程のバリ発生原因を調査した。シェービング前の工程の概略は、次の通りである(図13)。

ホブ切り工程で、ギヤAを加工するホブ盤には、バリ取り用固定チップが付き、ホブ切りによる1次バリをなぎ倒すように取る。しかしバリは完全には取れず、根本が0.2mm程残る。

次のバリ取り工程で、この残った根本をバイトで取ると歯面にヒゲ状の2次バリが残る(図10)。今回この2次バリを完全に除去するために、エアクッション式バリ取り装置をホブ盤に取り付け、バリ残り0.02mm以下とした(図14)。

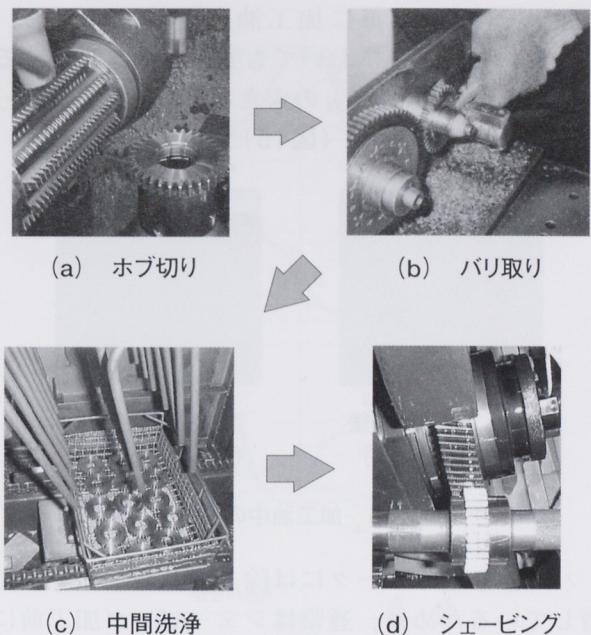


図13 シェービングに至る工程

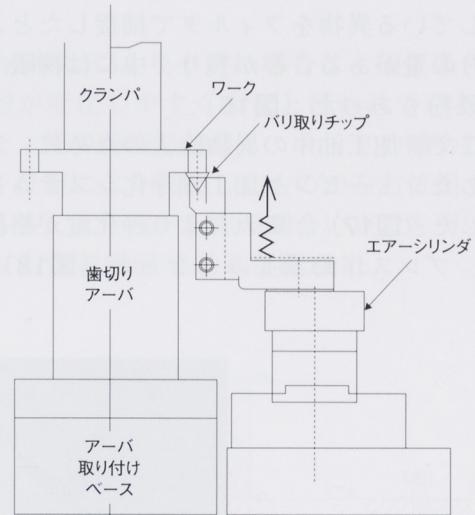


図14 エアクッション式バリ取り装置

5.2 バリ以外の異物の調査と対策

加工点に噛込む異物としては、バリ以外に次の2つが考えられた。

- (1) 加工油中に混入した異物
- (2) ワークに付着した異物の残り

異物を含んだ加工油は、加工油タンクにあるマグネットセパレータを通ってろ過され、循環再使用されるが、約1/3の異物は加工油の中に残ってしまう。

当社では3ヶ月毎に加工油を更新していた。しかし、更新直後においても異物の数は半減するものの、まだ50~100 μ の大きなものが相当数残っていることが判った(図15)。

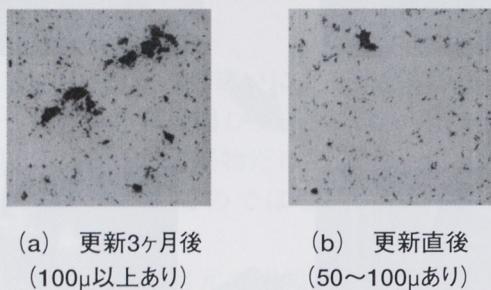


図15 加工油中の異物

バリ取り後のワークには除去されたバリ等が付着しているために、通常はシェーピング加工前に中間洗浄を1回行う。ある時「斜め傷」が連續して発生したので2回洗浄をしたところ、発生が止まることがあった。このため、洗浄後のワークに付着している異物をフィルタで捕捉したところ、かなりの量があることが判り、中には裸眼でも見える鉄粉もあった(図16)。

そこで、加工油中の異物除去のために、当社で開発したシェービング加工油浄化システムを追加設置した(図17)。これにより浄化度が格段に向上し、プレス作動油並みとなった(図18)。

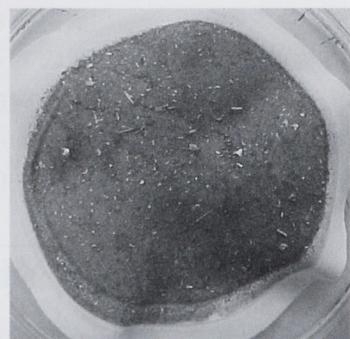


図16 ワーク洗浄後残り異物(ワーク10個分)

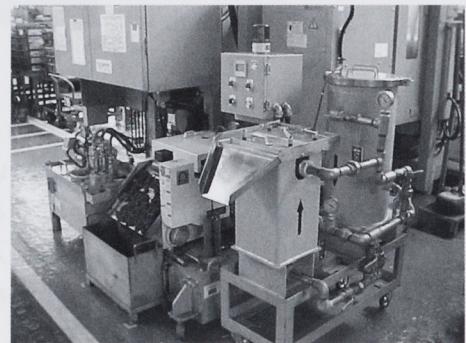


図17 シェービング加工油浄化システム

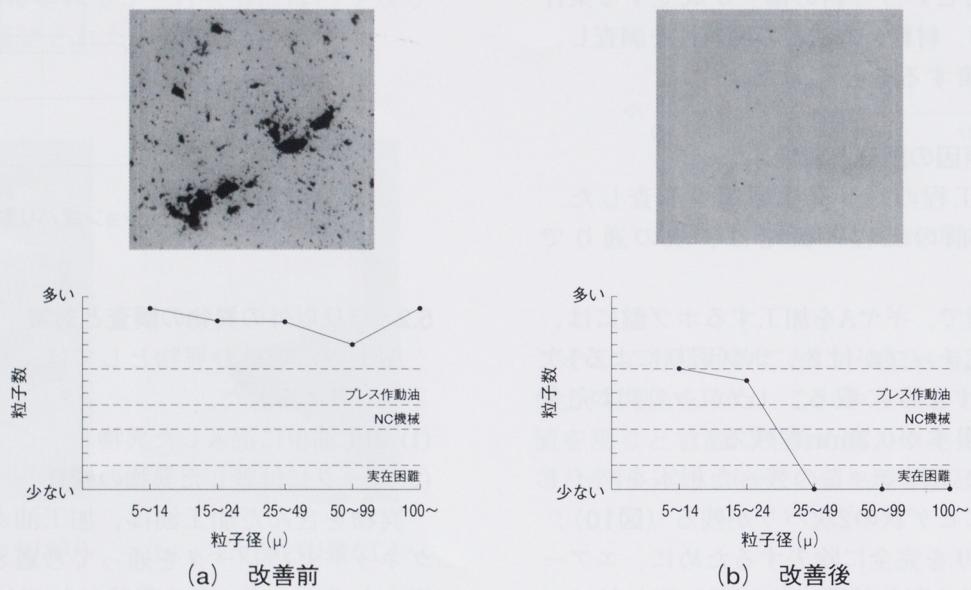
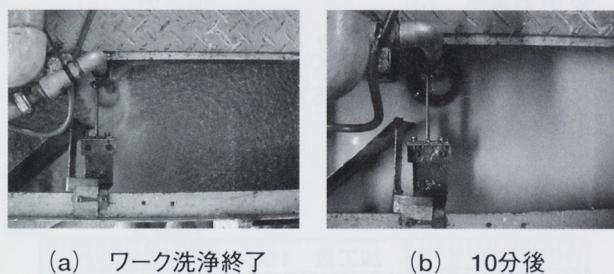


図18 淨化度の改善

さらに、液面追従型吸い口と液静置により能力向上した2種類の浮上油除去装置を開発し、中間洗浄機に設置した。

この結果、ワーク洗浄が終わり洗浄液の流入が止まってから10分で、浮上油がきれいに除去できるようになった（図19）。またワーク1個当たりの付着異物は、設置前の約1/25と大幅に減少した（図20）。



(a) ワーク洗浄終了 (b) 10分後

図19 浮上油除去の様子（中間洗浄機）

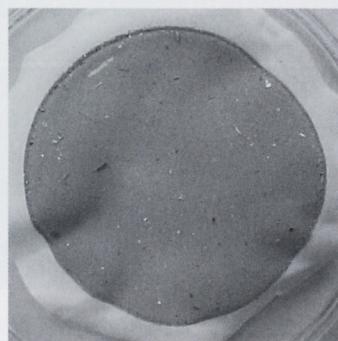


図20 改善後のワーク洗浄後残り異物
(ワーク10個分)

5.3 各社のカッタ設計法調査

次に、なぜ噛合い圧力角が、カッタの再研により早期に境界値未満になってしまうのか、各社のカッタ設計法について調査をした。

各社はカッタ設計に際して歯形精度の確保を主眼としており、このためにカッタとワークの噛合いにポイントを置いている。

噛合い率とは、カッタとワークが同時に噛合う噛合い点の時間的平均値を言う。噛合い率が1より大きく2より小さい場合、回転するに従い、噛合い点は2点から1点また2点と変化する（図21）。

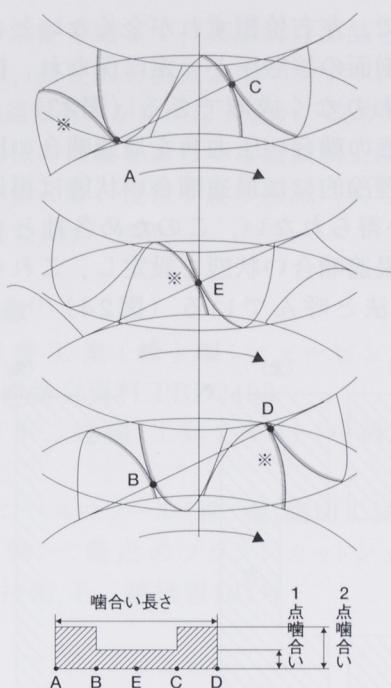
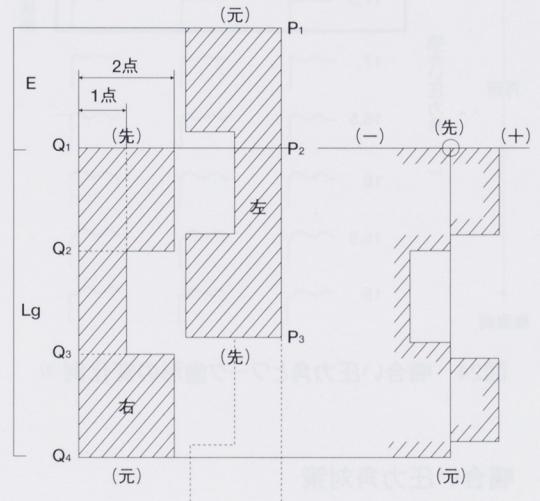


図21 噛合い点数の変化⁽⁴⁾

噛合い率が2より小さい場合は、加工条件により歯形が変化しやすくなると言われている。

また、歯の両面に着目し、カッタの噛合い点の変化を位相により表わしたもののが左右位相ずれ線図である。また右から左の噛合い点数を引いたものが左右相殺線図である（図22）。



(a) 左右位相ずれ線図 (b) 左右相殺線図

図22 一般的な噛合い状態⁽⁴⁾

この中で、左右位相ずれが全くないとき、回転中の左右歯面の接触圧が一定に保たれ、歯形は理論上、うねりなく成形できる（図23）。

このときの噛合い圧力角を最適噛合い圧力角と言うが、理論的には最適噛合い状態は再研のある1点でしか得られない。このため各社とも新品に近い点に最適噛合い状態を設定し、これを最適噛合い設計法と呼んでいる（図24）^{(1),(2),(3),(4)}。

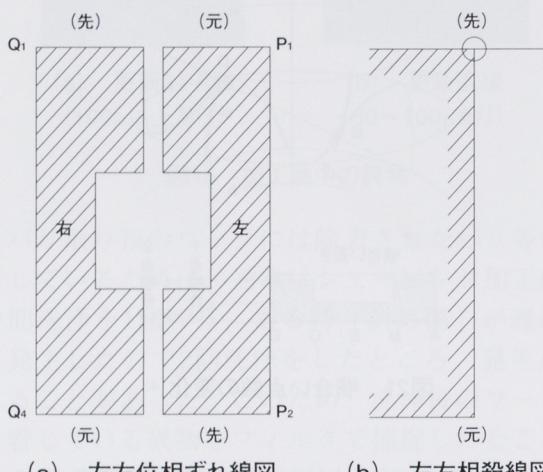


図23 最適噛合い状態⁽⁴⁾

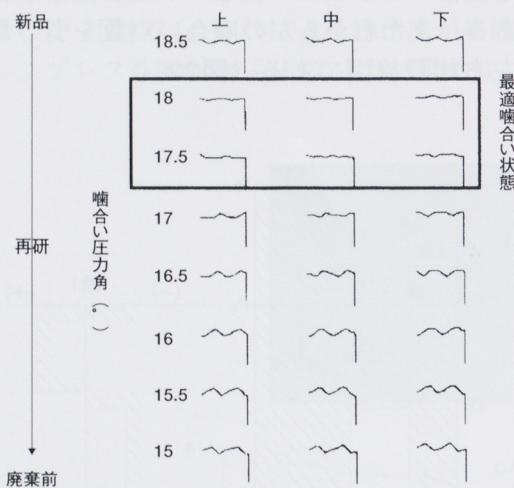


図24 噛合い圧力角とワーク歯形の変化例⁽³⁾

5.4 噙合い圧力角対策

噛合い圧力角対策として、ギヤAに最適なカッタを新規に設計製作することにした。

噛合い率は歯形の変化の少ない2以上とした。また、噛合い圧力角が変化する度合いが大きいと、

歯形に悪影響を及ぼす。この度合いが0.3未満であれば悪影響が少ないことが経験的に知られているので、0.3未満とした。

このギヤAの最適噛合い圧力角は境界値-0.1°のため、廃棄前を境界値-0.4°に設定し、新品の状態の噛合い圧力角は、寿命を考慮して境界値+1.5°に設定した。

次にカッタの切れ刃エッジの摩耗防止とスロットの面粗度アップのため、カッタ材質を特殊材質に変更した。

その結果、新品からカッタ寿命まで、ギヤAの歯形は、ほぼ理想形となり全く問題がなくなった（図25）。

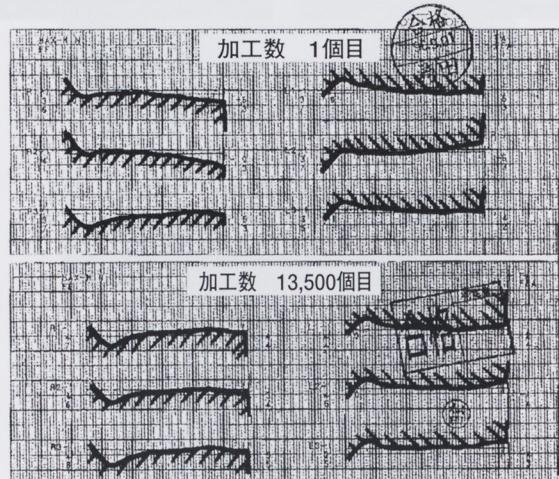


図25 対策カッタでの歯形

6 対策による効果

以上、述べたように、
 (1) バリ取り装置の改良によるバリの完全除去
 (2) 加工油の浄化による異物除去
 (3) 洗浄機の改造による異物除去
 (4) カッタ諸元の改良による切削性能の向上
 の4項目を実施した結果、大きな傷の発生が顕著に減少した（図26）。

また、「斜め傷」不良は15ヶ月経った現在もゼロを継続中である。さらに、カッタ切れ刃エッジの摩耗が減少したことにより、1再研当たりの刃具寿命はこれまでの1,400個から1,3500個へと約10倍にアップした。

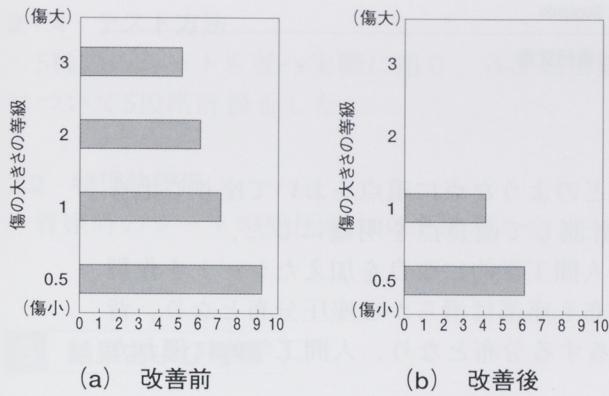


図26 良品ワークの傷のレベルの改善
(良品ワーク各20個×左右歯面中の傷の数)

7 おわりに

PM分析の手法で、プランジカットシェーピング加工の「斜め傷」の原因が、加工点に侵入する異物と噛合い圧力角との相互作用によることが明らかにできた。また、傷の原因となる異物にはバリ、クーラントの汚れ、ワークに付着した異物の3つがあり、主に設備の改良保全によって排除した。また、噛合い圧力角が過小となって「斜め傷」が発生しやすい領域を明らかにし、それを防ぐカッタの再設計を行った。以上の活動により不良を継続的にゼロに抑えることが出来た。

さらに、思いがけず次のことが効果として出てきた。

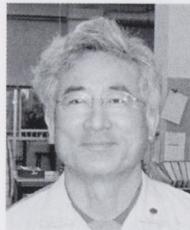
- (1)廃液を年間ドラム缶310本分減らすことで、廃棄物対策の一助となった。
- (2)刀具の寿命が約10倍に伸び、コスト低減に貢献できた。
- (3)従来、生産現場では不良が発生すると送りを下げる対応しており、このための生産能力の低下があったが、これも解消した。

今回の活動を通して、高品質な部品を製造するためには、諸要因を根気よく一つずつ、徹底的につぶす地道な対策がいかに大切か、改めて感じた。現在、同様の活動をあらゆる機械加工に拡大中であり、今後とも、慢性不良の撲滅に努力を積み重ねていきたい。

■参考文献

- (1)三菱重工業(株)編:シェーピングカッタ、技術研修会資料 PBD2493
- (2)(株)不二越編:工具テキスト(中級)「歯切り加工」
- (3)神鋼コベルコツール(株)編:歯切工具
- (4)笠谷興一:最近のプランジカットシェーピング加工技術、不二越技報101号

●著者



森 一明

快適なマリンシートの開発

Developing a Comfortable Motorboat Seat

杉崎昌盛 Masamori Sugizaki

●研究開発センター 基盤技術研究室

要旨

快適なモータボートのシートを開発するために、どのような点に重点をおいて座り心地を評価しているか調べ、同時に着座時の座圧分布を計測して改良点を明確にした。

次にこれらから得られた知見や改良点をもとに、人間工学的に改良を加えたシートを作製した。改良したシートは主観評価でも優れ、座圧分布も座部は滑らかな座圧分布となり、背部は脊柱をS字形状に保つのに適した箇所を支持する分布となり、人間工学的に優れたシートができた。

1 はじめに

今まで、マリンシートの座り心地はあまり重視されてこなかった。しかし、商品性向上の点から人間工学的な作り込みの重要性が急速に増してきている。しかし、マリンシートに要求されるものは、乗用車やモーターサイクルなどに要求されるものと少し異なる。

乗用車やモーターサイクルのシートは運転している時だけを考えればいいが、マリン用のシートには2つの役割がある。一つは操船時の作業用シートとしての役割であり、もう一つは主に停船時の休息用シートとしての役割である。従来はどちらかというと操船時に合わせて設計されたシートが多くかった。しかし、休息用として使われる割合も多く、両方を満足させることがユーザーに満足感を与えるうえで重要である。

そこで、ユーザーはシートの座り心地をどのような点に重点を置いて評価しているかを調べ、着座時の座圧分布を計測し人間工学的な検討を加えて、改良点を明らかにした。

2 試験方法

現状のシートの改良点を明確にするために、シートの官能評価をし座圧分布を求めた。

2.1 マリンシートの官能評価

2.1.1 評価対象のシート

まず最初にマリンシートの官能評価をした。評価には下記の5種類のシートを用いた（A～Cは試作品）。

- A:RECAROのシートのラインを参考
- B:Aシートの腿前方のサポートを強化
- C:Aシートの腿前方のサポートを弱く、尻のサイドサポートを強化
- D:生産品
- E:生産品

2.1.2 評価者

設計、実験、デザインの各担当者および研究部の計22名で実施した。

2.1.3 評価用語

座部、背部に対して、下記の評価用語を用いて官能評価を行った。

座部:硬さ感、底付き感、尻の落ち込み感、バネ感、減衰感、フィット感（前後方向）、フィット感（左右方向）、大腿部の支持圧、大腿部側面の窮屈感、尻部側面の窮屈感、尻スペリ感

背部:硬さ感、フィット感（上下方向）、フィット感（左右方向）、腰椎支持の高さ、腰椎支持圧、ホールド感、のけぞり感、猫背感、腹部圧迫感

総合評価

2.1.4 テスト方法

5種類のシートを並べ実際に座り、各評価用語について5段階評価をした。

2.2 物理的評価

着座時のシートの座圧の分布を計測した。

3 結果および考察

3.1 官能評価結果

3.1.1 総合評価

各シートの総合評価の平均点は図1のような結果となり、A, B, Cの試作シートは生産仕様に比べて高い評価を得ている。

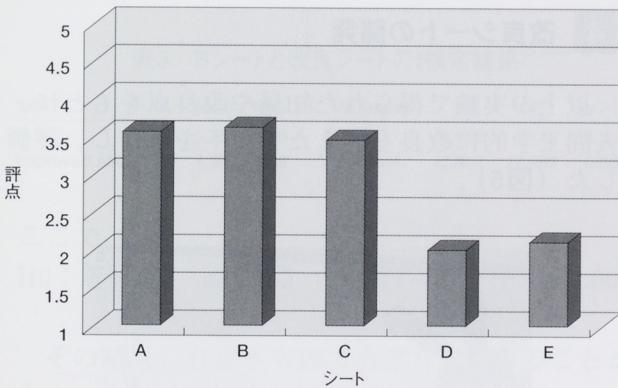


図1 総合評価の評点平均値

3.1.2 評価の特徴

シートを評価する場合、どこに重点をおいて評価しているのか知るために5段階評価の結果を主成分分析した(表1)。

この表の第1主成分はフィット感、ホールド感、第2主成分は硬さ感、第3主成分は窮屈感、第4主成分は減衰感を表わしている。これから、シートを評価にあたり、座った時フィット感あるいはホールドされる感じがあるかどうかを最も重視し、次にシートが硬いかあるいは尻が落ち込む感じがするか、ということを重視して評価していることがわかる。

表1 因子負荷量

	評価用語	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4
座面	硬さ感	0.539	0.655	-0.023	0.189
	底付き感	0.390	-0.557	-0.278	0.138
	尻の落ち込み感	-0.279	-0.604	-0.156	-0.432
	バネ感	-0.302	-0.084	0.140	-0.384
	減退感	-0.441	0.121	0.099	0.530
	前後方向のフィット感	-0.765	0.100	0.174	0.030
	左右方向のフィット感	-0.727	0.236	-0.061	-0.016
	大腿部の支持圧	-0.393	0.121	-0.004	-0.239
	大腿部側面の窮屈感	-0.123	0.142	-0.756	0.052
	尻部側面の窮屈感	-0.013	0.286	-0.777	-0.135
背部	尻すべり感	0.675	0.120	0.098	-0.249
	硬さ感	0.551	0.568	-0.095	0.092
	上下方向のフィット感	-0.757	0.165	0.010	0.116
	左右方向のフィット感	-0.667	-0.167	-0.112	-0.094
	腰椎支持の高さ	0.087	0.004	-0.017	-0.403
	腰椎支持圧	0.123	0.437	-0.022	-0.078
	ホールド感	-0.764	0.032	-0.381	0.084
	のけぞり感	0.514	0.143	-0.218	-0.396
	猫背感	0.302	-0.486	-0.313	0.423
	腹部圧迫感	0.504	-0.588	-0.028	0.179
固有値	固有値	5.081	2.495	1.663	1.384
	自由度調整済み寄与率	0.254	0.125	0.083	0.069

3.1.3 シート間の関係

次に評価に使ったシートが3.1.2で得られた主成分に対して、どのような位置付けにあり、シート相互の関係はどのようにになっているかを図2に示す。

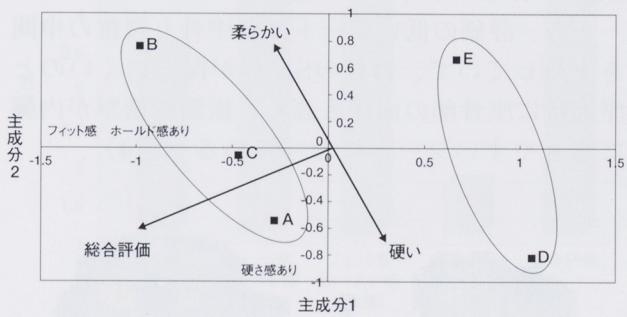


図2 シート相互の関係(A-E)

総合評価の良いA, B, Cと評価の良くないD, Eはフィット感、ホールド感の軸で大きく分かれています。

いる。シートの特徴として、BとEのシートは柔らかく、AとDのシートは硬い、Cはその中間の硬さのシートであることがわかる。

3.1.4 総合評価に影響の大きい評価用語

総合評価に影響の大きい評価用語を知るために、総合評価を目的変数、それ以外の評価用語を説明変数として重回帰分析を行った（表2）。

表2 重回帰分析結果(A-E)

重相関係数	0.866
寄与率	0.751
自由度調整済寄与率	0.730

	変 数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値
座 部	尻の落ち込み感	-0.111	-0.106	-1.860
	フィット感(前後方向)	0.202	0.237	3.059
	フィット感(左右方向)	0.130	0.149	1.799
背 部	フィット感(左右方向)	0.130	0.146	2.012
	ホールド感	0.277	0.317	4.079
	のけぞり感	-0.205	-0.226	-3.735
	腹部圧迫感	-0.133	-0.150	-2.313
定数項		1.833		5.036

背部のホールド感やのけぞり感座面の前後のフィット感が総合評価に与える影響が大きいという結果が得られた。

3.2 座圧分布

着座時の座圧分布を計測すると、背部に関しては評価の高いシートは肩甲骨、骨盤上部～腰椎の2ヶ所を支持している。ここを支持すると、脊柱をS字形に保ちやすくなる（図3）。

一方、評価の低いシートは肩甲骨と腰椎の中間を支持していて、脊柱のS字形が保ちにくいのと座面特に座骨部の面圧も高く、振動や衝撃が内臓に響きやすいシートになっている（図4）。

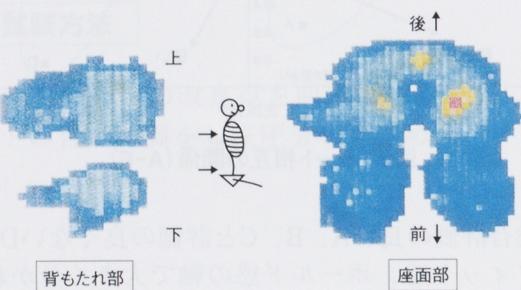


図3 評価の高いシート

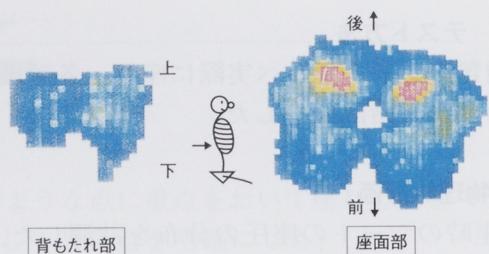


図4 評価の低いシート

座部の面圧分布を見ると評価の高いシートは、圧力が座骨部から周辺にうまく分散されている。しかし、評価の高いシートも尾骨部の圧力のピークがあり、改善の余地はある。

評価の低いシートでは座骨部以外に圧力のピークが点在し、大腿部の両サイドに圧力の高い箇所がある。また、大腿部をサポートが十分ではない。

4 改良シートの開発

以上の実験で得られた知見や改良点をもとに、人間工学的に改良を加えたシートを試作し、評価した（図5）。

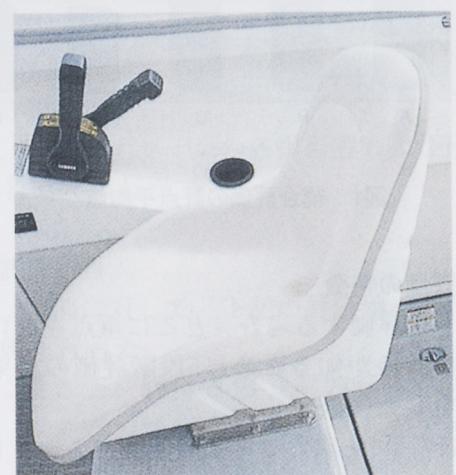


図5 改良シート

4.1 官能評価結果

A, B, C, D, Eのシートに改良したシートSを加えて官能評価を実施した。

4.1.1 総合評価

各シートの総合評価の平均値は図6のようになった。

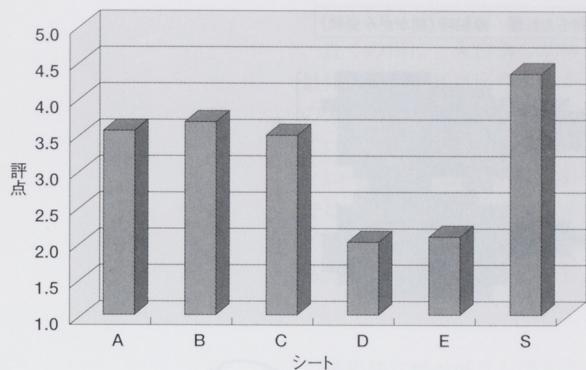


図6 総合評価の評点平均値

3.1.1に記したシートの中で、最も総合評価の高かったBシートと、改良シートSの間に統計的に有意な差があるかどうかを知るためにt検定した（表3）。

表3 Bシートと改良シートのt検定結果

SEAT	N	Mean	Std.Dev	Variances	t	DF	Pr> t
B	23	3.70	1.00	Equal	-2.758	43	0.009
Improved seat	22	4.32	0.36	Unequal	-2.806	27.969	0.009

ここで、

H0：等分散， F=9.113 自由度=(22,21) p=0.004

その結果、有意水率1%で有意な差があることがわかった。

4.1.2 評価の特徴

シートを評価する場合、どこに重点をおいて評価しているのか知るために主成分分析をしたが、3.1.2の結果とほとんど同じであった。

4.1.3 シート間の関係

A～Sのシートが4.1.2で得られた主成分に対してどのように位置付けられ、シート相互の関係はどのようにになっているかを図7に示す。

改良したシートSはフィット感、ホールド感があり、硬さ感は中庸である。Bは柔らかくSほどではないがフィット感、ホールド感があり、Aはフィット感、ホールド感はあるが硬いシートである。DとEはフィット感、ホールド感がなく尻すべりが起こりやすいシートで、このことが評点の低い原因の一つと考えられる。

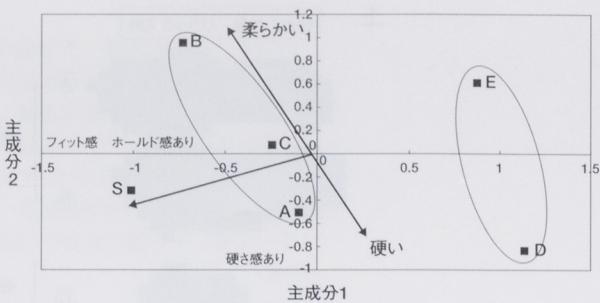


図7 シート相互の関係(A-S)

4.1.4 総合評価に影響の大きい評価用語

総合的な評価に影響の大きい評価用語を知るために、重回帰分析を行った。その結果は3.1.4の結果とほぼ同じであった。

4.2 座圧分布

座圧分布を計測すると、背もたれ部は人間工学的に意図した骨盤上端～腰椎と胸椎の2点が指示されている（図8）。

座部は座骨を中心に支持し周辺に向かって圧力が滑らかに分散する良い分布となっている。また、尾骨部の面圧も低くなり、大腿部の当たりも改善されている。

4.3 実走行評価

改良シートを実際に船に取り付け、操船時の乗り心地を評価した（図9）。

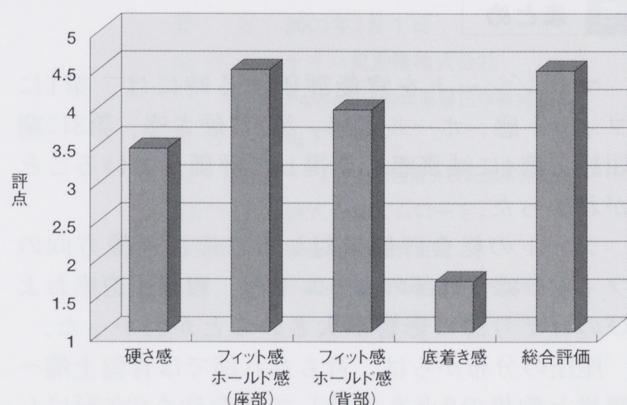


図9 操船時の評点平均値

フィット感、ホールド感、クッション性、総合評価が高い評価を得ている。また、波に対する上体の安定性や衝撃吸収性も良いことが確認された。

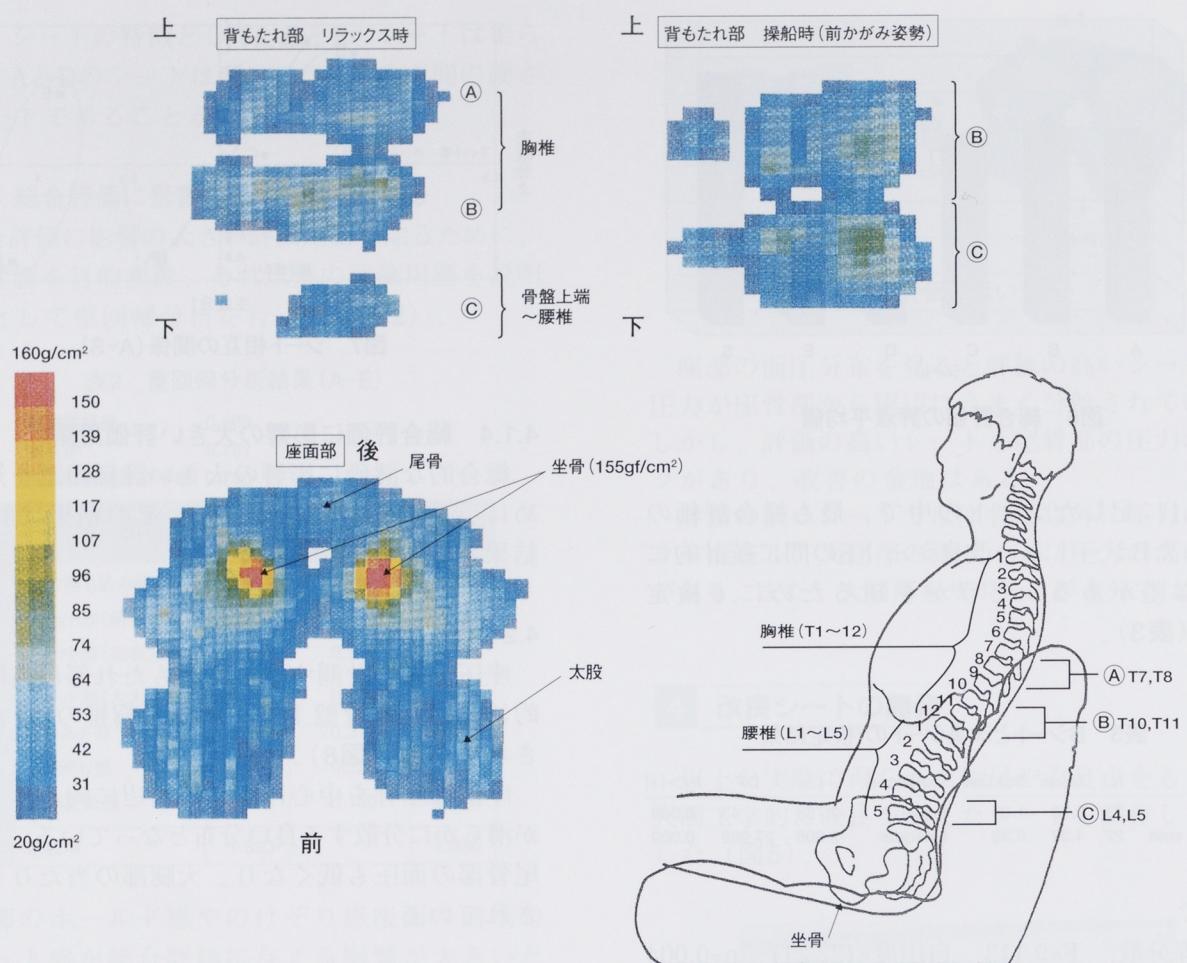


図8 圧力分布と背部の支持箇所

5まとめ

マリンシートを官能評価する時には、第1にフィット感、ホールド感、第2に硬さ感、第3に窮屈感、第4に減衰感を重視して評価していることがわかった。

シートの総合評価に対しては座面前後方向のフィット感、背部のホールド感、腹部圧迫感およびのけぞり感の影響が大きいことがわかった。

座圧の分布からは、背もたれ部では骨盤上端～腰椎と胸椎の2点を支持して、脊柱をS字形にしやすくすること、座面では座骨を中心に支持し周辺に向かって圧力が滑らかに分散させ、尾骨部の面圧を低くし、大腿部の当たりも改善することにより、乗り心地の良いシートになることがわかった。

これらを満足させた改良シートは、高い評価を得られ、また、波に対する上体の安定性や衝撃吸収性も良いことも確認された。

■参考文献

日科技連官能検査委員会：新版 官能検査ハンドブック，日科技連出版社（1995）

●著者



杉崎昌盛

● 編集後記 ●

近くの川に、大白鳥の幼体がいる。渡りの途中で、群れと離れたらしい。最初に見たときは灰色が多かった羽毛も、今はだいぶ白くなってきた。鷺鳥の夫婦もいる。白鳥は親の記憶があるのか、鷺鳥に近づくが、逆に威嚇されている。暖かくなったとき、どうやって北に帰るのだろうか。「今年は暖冬」という中期予報は外れ、昨年末から年始にかけては寒かった。この辺りでは、1月の下旬からはやや緩んできたが、北国は相変わらず厳しさが続いている。この技報が発行される頃は、もう桜のつぼみも膨らんできているだろうか。季節は足を速めて、春に近づく。
(藤田)

技術部に席が移りしばらくした後、どういうことか技報の編集委員を引き受けてから、早数年が過ぎようとしています。ただし編集委員としては名ばかりであり、これまでメンバーとして行うことができたのは、編集事務局のご協力、ご援助があつてのことだと感謝しております。

編集委員になった当時は、まだ森山独自の開発製品が少なく、抽出するのに、苦労しましたが、最近、技術力の向上、新製品の展開がみられ技報に製品を紹介するいちパイプ役になればと思っています。

又、技報に掲載された記事を見るたびに、技術の進歩と新しいことに挑戦するヤマハの精神が垣間見られ、感心いたします。

昨今'IT革命'など技術革新の言葉があふれていますがこんな言葉を以前、聞きかじったことがあります。”固定と安定とは違う。安定とは、変化しながらバランスをとることである。”この変化の世の中において、このことを心の隅におきながら、活動していきたいと思っています。

(森下)

◆ヤマハ発動機技報編集委員 (2001年3月現在)

編集委員長	秋山 茂	研究開発センター企画室
編集副委員長	金井 厚雄	P Eセンター P E技術室
編集委員	米谷 俊一 中道 正和 中村 和郎 島田 和男 河野 俊平 鈴木 幸次郎 鈴木 晴久 照井 敏泰 橋本 正喜 鈴木 昭彦 村松 康幸 松下 行男 鈴木 隆 森下 紀夫 山本 隆司	研究開発センター基盤技術研究室 M C技術統括部 第1コンボ開発室 特機事業部 海外営業室 A M事業部 A M第3技術室 舟艇事業部 製品開発室 I MカンパニーN Cプロジェクト 製造統括部 生産管理室 P A S事業部 開発室 生産SG 生産戦略チーム 新事業推進部 スカイ事業部 新事業推進部 净水器事業室 三信工業(株) 第1技術部 (株)ワイ・イー・シー 開発企画室 森山工業(株) 技術部 創輝(株) 生技開発室

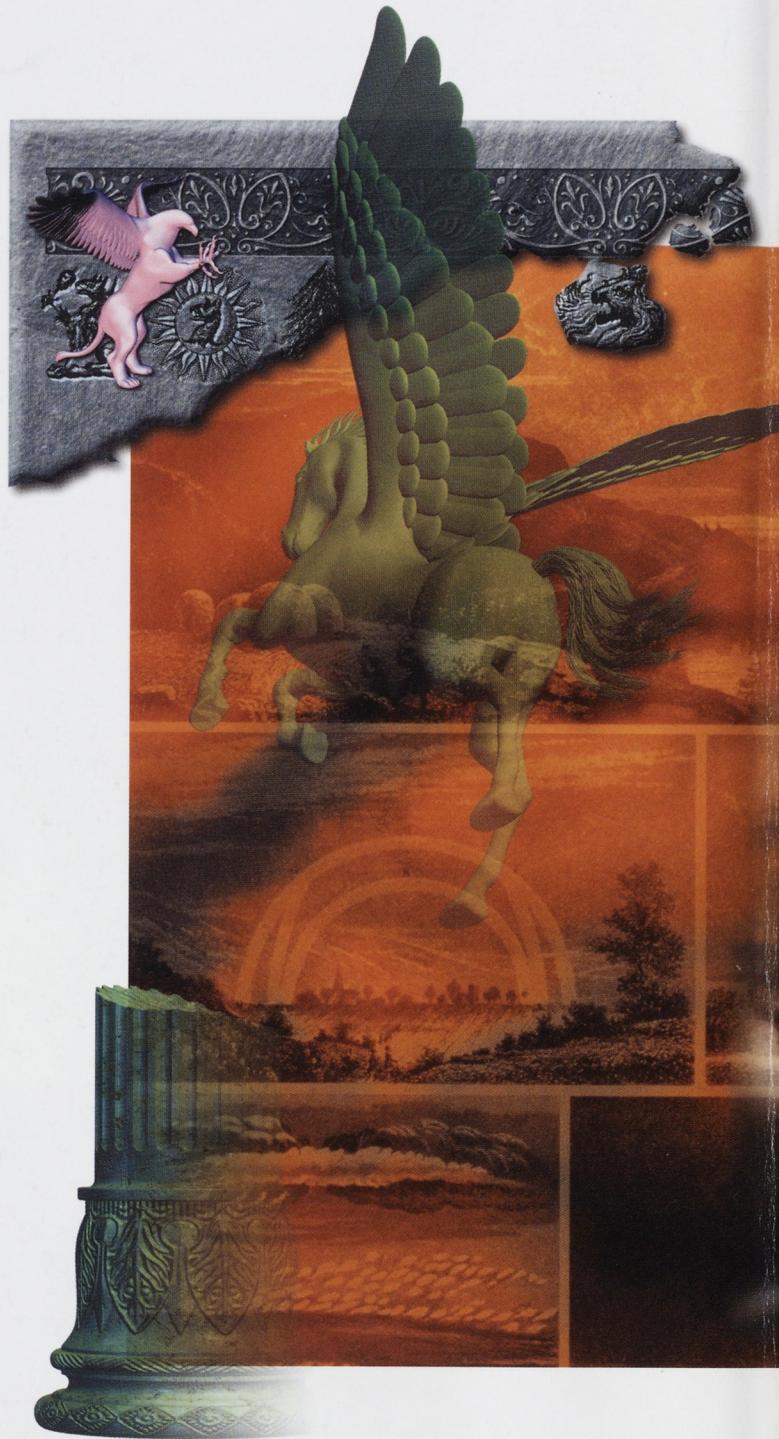
編集事務局	田村 力	総務センター 法務・知的財産室
	藤田 嘉久	研究開発センター 企画室
	梶原 さゆ美	研究開発センター 企画室

ヤマハ発動機技報 第31号

YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

印 刷	2001年2月25日
發 行	2001年3月1日
發行所	ヤマハ発動機株式会社 〒438-8501 静岡県磐田市新貝2500
發行人	山下 隆一
編 集	ヤマハ発動機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 〒432-8056 静岡県浜松市米津町1181

無断転載を禁じます



 **YAMAHA**

ヤマハ発動機株式会社