

**YAMAHA**

# **YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW**

**1997-3**

**ヤマハ発動機 技報**

**No. 23**



---

目 次

## 製品紹介

## ① スクーター ビーノ

Scooter Vino

石井喜好

## ③ DT230 ランツァ

DT230 LANZA

南 俊治／大勢待 滋／森下 熱／神村 薫／山本伸行／尾崎 聰／小池直樹

## ⑥ スーパースポーツ FZ400

Supersport FZ400

宮地一郎／田中豊二／高嶋 秀／南雲修一／谷垣内慶郎／竹内雅志

## ⑨ 二輪車用盜難防止装置 CYCLELOK

Anti Theft Device for Two Wheeler CYCLELOK

石井靖志／山岡 博／長谷川公男

## ⑪ パーティボート エンジェルハープ

Party Boat ANGEL'S HARP

三上宏／青柳三樹夫／横大路裕信

## ⑬ 高速ピック＆プレイス型ロボット YPシリーズ

High Speed Pick and Place Type Robot YP Series

岡田吉伸

## ⑯ 電磁誘導5人乗りゴルフカー

Golfcart Turf Liner

加地令一

## ⑯ 二重反転プロペラ船外機 T.R.P.

Outboard Motor with Counter Rotating Propellers T.R.P.

奥村滋雄／住野吉胤／荻野 浩

## ㉑ アルミダイカストマシン自動鋳造ロボットシステム

Die Casting Robot System

早坂 複

**技術紹介****23 DGPSを使った旋回運動の計測**

Measurement system using DGPS for Boat Motion

宮野定夫

**25 GHP用 水冷4気筒OHVガスエンジンの開発**

Development of Water-Cooled 4 Cylinder OHV Gas Engine for GHP

二口順夫／神近拓朗

**技術論文****29 ダイカストにおける湯じわ不良対策への新しい試み**

The New Trial to Take Measures for Flow Line Defect in Die Casting

鈴木利育

**36 低周波ディスクブレーキ鳴きと動吸振器の応用**

Study on Disk Brake Groan Noise and Dynamic Damper

田中十四夫／鈴木芳弘

**41 エンジン内部機械音源寄与率計測手法の開発**

Development of Measuring Technique to Estimate the Contribution of Mechanical Noise

山田 潤／佐野 武俊／前田 修

**45 モータサイクルにおけるレーザ応用技術**

The Application of Laser Technology in Motorcycle

高橋尚久／栗田洋敬

**51 モータサイクル模型による流体騒音の予測と低減**

Estimation and Reduction of Aerodynamic Noise by Motorcycle Scale Model Testing

後藤一廣／林 恒夫／藤田 進

**56 熱境界条件の最適化とエンジン部品への適用**

Optimization of the Heat Boundary Conditions and its Application for Engine Parts

安藤剛廣／笠原広規

**海外レポート****60 R&D Overseas - R&D California**

Roger Hulett

# スクーター ビーノ

## Scooter Vino

石井喜好 Kiyoshi Ishii

●モーターサイクル事業本部 第4プロジェクト開発室

### 1 はじめに

本稿が皆さんの中に触れるところ、街にビーノの姿を見かけた方もみえると思います。印象はいかがですか…。

見ておわかりのように、このモデルの命は形、色、質感といった要素が融合したスタイリングにあります。

1996年YB-1が世に出て、「レトロ」や「ファッショニ」といった言葉でくくれる製品が多く、若者の支持を得ています。ビーノは、スクーターでそれら若者の感性に響くものを作りたいということで生まれてきました。

ところで、ここ数年のスクーター需要傾向を見ると、スクーターに乗ってみたいという若者がかなり減っています。そして、実用の足、道具として、必要と思う人だけが買うという傾向が年々増しています。ビーノには、外観はもちろん価格にも彼らが求めやすい配慮をして、スクーターの利便性や実用性を、あらためて若者たちに知ってもらおうという願いが込められています。

では次に、もう少し詳しくビーノの特長についてご紹介したいと思います。



図1 「ビーノ」

# ASAI OCSTO

YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

## 2 スタイリング

- おもしろさとなつかしさを感じさせる全体のフォルム。
- カバーのないオートバイ感覚のパイプハンドル。
- 丸形のヘッドライトとフラッシュが埋め込まれたレッグシールド。
- 鞍をイメージさせる、サドル調大型シート。
- レトロのにおい、可動フロントフェンダとトレーリングリンクフロントサスペンション。
- らしさを醸し出す「光り物」たち。  
ハンドル、バックミラー、メーター、フラッシュ、フロントフォークカバー、アシストグリップなど。

ヤマハらしさや個性を持ちながら、ふつうのスクーターユーザーから離れすぎない、どこかなつかしさのあるまとまりをねらっています。

## 3 機能・性能・品質

### 3.1 機能

スクーターとしての必要な機能を持たせ、実用面で充分満足できることも重要なポイントにしています。

- (1)機能評価の高いモデルである当社アブリオと同等の機能。
  - 1)トップクラスのヘルメット容量(20L)とフューエルタンク容量(6L)
  - 2)明るいハロゲンヘッドライト(35W/36.5W)
- (2)アブリオを越える機能。
  - 1)給油性を向上し、1L缶がまるまる入るオイルタンク。
  - 2)広いフラットなフットスペース。
  - 3)広いシート座面。
  - 4)クッション性に優れるトレーリングリンクフロントサスペンション。

### 3.2 性能

性能面では、レトロだからといってカメにするのは考えものですので、これもアブリオに遜色ない機動性を持たせて、機能性能面では、より広いお客様にこたえられるようにしています。

### 3.3 品質

忘れてならない品質や信頼性といった商品性を支える大切な部分では、「だれでもこつなく簡単に」を目指して、始動性を向上させた新型キャブレタの採用を初め、より高次元な建て付け、合わせ、しっかり感を持つ外装品類の造り込みなど最大限の施策を入れ、お客様満足度を最大限に高めるようにしております。

## 4 まとめ

このように、ビーノは「レトロもいいな、悪くないな。」と思っているスクーターのお客様であれば若い人から年配の方まで、だれにでも使っていただける商品にしました。新しい先進的な商品ではなく、生活の中の身近なすてきな商品としてお客様の心をつかみ、息の長い商品になってくれることを願いつつご紹介を終わりたいと思います。

余談になりますが、「ビーノ」「VINO」はイタリア語でワイン、葡萄酒を意味します。

街角には既にレトロなスクーターがたくさんあります。皆それぞれに個性的な味を主張しています。ビーノはどんなワインでしょうか…。

# DT230 ランツァ

## DT230 LANZA

南 俊治 Shunji Minami 大勢待 滋 Shigeru Oosemachi 森下 勲 Isao Morisita 神村 薫 Kaoru Kamimura  
山本伸行 Nobuyuki Yamamoto 尾崎 聰 Satoshi Ozaki 小池直樹 Naoki Koike

●モーターサイクル事業本部 第3プロジェクト開発室／第1コンポーネント開発室／商品企画室

### 1 はじめに

近年、国内の2サイクルトレールは、ヤマハ発動機(株)（以下、当社という）のDT200WRをはじめ、競合他社もいわゆるエンデューロレプリカタイプ一辺倒に偏ってしまい、だれもが楽しめるベーシックなトレールバイクが姿を消してしまった。

この結果、ユーザーはコンペ志向の強い一部の人々に限られてしまい、本来の2サイクルの高いスポーツ性を好むDTファンは減少の傾向にある。

このような流れを変えて、本来の2サイクルトレールを再活性化するために、DT230「LANZA」（図1）を市場に送り出すことになった。

ションを持つ「林道」こそが歴代DTの原点だからである。

この「林道が楽しい」を実現するために、ハイパワーの追求と共に「操る楽しさ」を目指し、開発の狙いを定めた。その開発のキーポイントは、「実用性を割り切らず、オフの走破性とのバランスをとる」ことである。そのため、

- (1)操れるサイズの車格
- (2)材料に頼らない、部品レイアウトの工夫による軽快さの追求
- (3)エンジン性能はハイパワーと扱いやすさを両立の3点に重点をおいて開発を行った。

### 2 開発の狙い

「LANZA」の開発マインドは、「林道が楽しい」に力点を置いた車作りを狙った。あらゆるシチュエー

### 3 エンジン関係

新しい2サイクルトレール実現のキーとなる、ハイパワーと扱いやすさの両立を目指した開発のポイントを以下に説明するが、図2にフィーチャーマップを示す。



図1 DT230

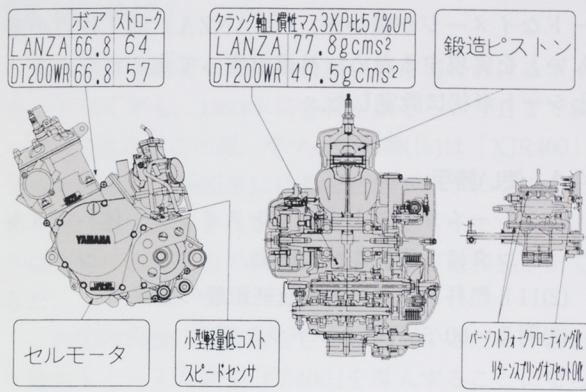


図2 エンジンフィーチャーマップ

### 3.1 排気量の選定

選定の視点は、以下のとおりである。

- (1)不整燃焼を起こさないボアを選択。
  - (2)200ccのレスポンス／高速の伸びと、250ccのパワーを両立させる。
  - (3)粘りあるエンジン特性にするため、ストロークは大きくする。
  - (4)エンジンサイズは、DT200WR並みとする。
- これらにより表1に示す諸元に決定した。

表1 諸元

	ボア	ストローク	排気量
LANZA	66.8mm	64mm	225cc
DT200WR	66.8mm	57mm	200cc

### 3.2 その他の特徴

- (1)クランク軸上慣性マスの大幅アップ (DT200WR 比157%) により、粘りと高速の伸びの両立を図った。
- (2)アルミ鍛造ピストンの採用により、軽量化と耐久性の両立を図った。
- (3)国内軽二輪2サイクルオンオフでは初のセル付きとした。

### 3.3 トラクションコントロールの採用

本モデルでは、ハイパワーと扱いやすさという相反することを両立させるために、トラクションコントロールを採用している。

### 3.3.1 特徴

- (1)オフロード走行でバイクを滑らせることは、オフロードバイクの楽しさであることを念頭に置き、全く滑らせないコントロールでなく、主にオフロードでの過度なスリップの抑制により、扱いやすさを向上させている。
- (2)バイクの楽しさをキープするため、コントロール作動時、急激なパワー変化を感じないようにした。
- (3)シンプルな構造である。

### 3.3.2 コントロールの概要

#### (1)構成

通常の点火システムと同様、CDIマグネット、パルサーコイル、CDIユニット、イグニッションコイル、プラグより構成している。

#### (2)コントロールの作動原理

後輪スリップの検出方法として、エンジン回転加速度を取りっているのが特徴である。この値が設定値を越えるとスリップと判断し、点火時期を遅角させて出力を抑制し、過度なスリップをコントロールしている。

なお、図3にそのシステムを、図4にトラクションコントロール点火マップを示す。

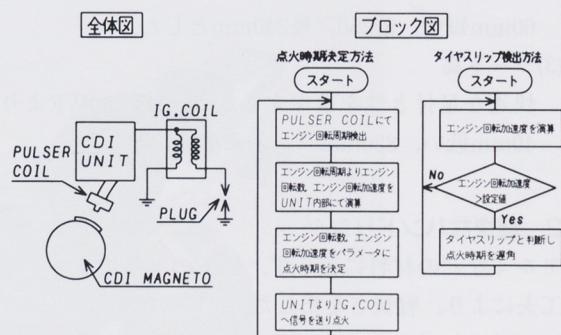


図3 トラクションコントロール

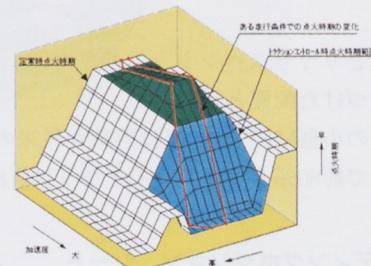


図4 トラクションコントロール点火マップ

## 4 車体関係

図5は車体に関するフィーチャーマップであるが、「林道が楽しい」バイクを実現するために、以下に重点を置いて開発を行った。

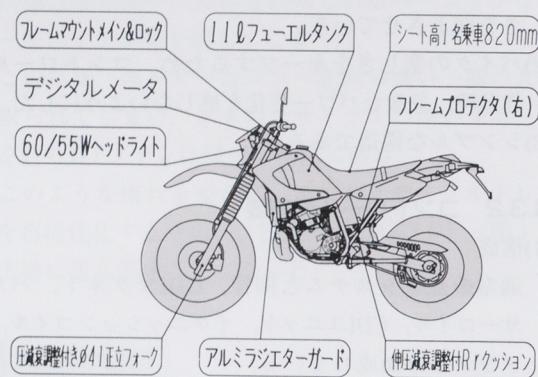


図5 車体フィーチャーマップ

### 4.1 操れるサイズの車格

#### (1)ホイルベース

DT200WRより40mm短い1410mmとコンパクトにした。

#### (2)サスペンションストローク

姿勢変化を大きくしないで、ハンドリングのしやすさを向上させる観点から、DT200WRより50～60mm短い、前250／後240mmとした。

#### (3)シート高

快適な足付き性を確保するため、DT200WRより40mm低い、820mm（一名乗車時）とした。

### 4.2 軽快なハンドリング

アルミなどの材料に頼らず、以下の部品のレイアウト工夫により、軽快さを出した。

(1)メインスイッチを、通常のハンドルマウントからフレームマウントに変更し、慣性マスを大幅に減少した。

(2)電装品とリヤサスペンションサブタンクを重心位置に近づけた配置とした。

(3)新開発の小型MFバッテリは容積が従来のMFバッテリ比で約80%となり、レイアウトに貢献した。

### 4.3 ライディングポジション、シート

一般に、オフロード走行はスタンディングというハ

ードなイメージが強いが、「LANZA」は「林道が楽しい」を実現するため、林道を座って走るポジションとシート形状に設定した。

### 4.4 使い勝手

- (1)フレームマウントのメインスイッチ一体ハンドルロックによる操作性の向上。
- (2)11L燃料タンクによる航続距離の確保。
- (3)明るい60/55Wのヘッドライト。

## 5 おわりに

1991年にDT200WRを出して以来、6年間に渡り2サイクルトレールの色々なトライをしてきたが、今回の「LANZA」には新しい2サイクルトレールの答えを出せたと考える。1996年11月から始まったプレス、ならびに販売店の評価は非常に高いが、いかに長く定着させるかは、これからが正念場であり、来るべき排ガス対応も含め、我々の課題である。

### 著者



南 俊治

大勢待 滋

森下 勲



神村 薫

山本伸行

尾崎 聰



小池直樹

# スーパースポーツ FZ400

## Supersport FZ400

宮地一郎 Ichiro Miyachi

田中豊二 Toyoji Tanaka

高嶋 秀 Suguru Takashima

南雲修一 Syuichi Nagumo

谷垣内慶郎 Yoshiro Tanigaito

竹内雅志 Masashi Takeuchi

●モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室

### 1 はじめに

1989年より始まった国内自動二輪市場におけるネイキッドバイクも、1994年に各社が出そろい今日まで競い合ってきた。この間、ヤマハ発動機(株)は「XJR400」を市場導入し、1995年には登録台数トップになるなど約5万台販売してきたが、ここにきてネイキッドバイクは市場に約20万台の保有に達するなど飽和感が出てきた。

この国内自動二輪市場をさらに拡大するため、新たな価値をとらえた商品「FZ400」を導入することになったので、ここに、その概要を紹介する(図1)。

### 2 開発の狙い

本開発の狙いは、「スポーツマインドを持つユーザーに強力に訴求できる次世代の400ccモデルの提唱」であり、具体的にはネイキッドバイクの持つ、「男らしい・オートバイらしいスタイリング」と、「使い勝手のよさ・取り扱いやすさ」をそのままに、さらに、「外観インパクト・動力性能・走行性能」を高め、一歩進

んだ新しいスーパースポーツを開発すべく、下記の狙いを設定した。

- (1)ネイキッドバイクに取って代わるインパクトのある外観を実現するために、1980年代のエンデュランスマシンの持っていた荒々しく力強い雰囲気をデザインに取り込む。
- (2)乗る楽しみを日常身近で感じられるよう、常用回転域での鋭いピックアップ・加速感・パワフル感がある動力性能と軽快な走行性能を作り込む。

### 3 仕様概要

#### 3.1 スタイリング

ネイキッドバイクより一歩進んだインパクトある外観を実現するために、これまでのネイキッドにはなかった小型二灯マルチリフレクタヘッドライトを持ったハーフカウルの採用、大径外出しフレーム、迫力あるフランジレスフューエルタンク、性能を主張するエンジン、幅広ラジアルタイヤなどを採用した。この結果、今までの価値観を越えたスタイリングが実現できた。



図1 FZ400

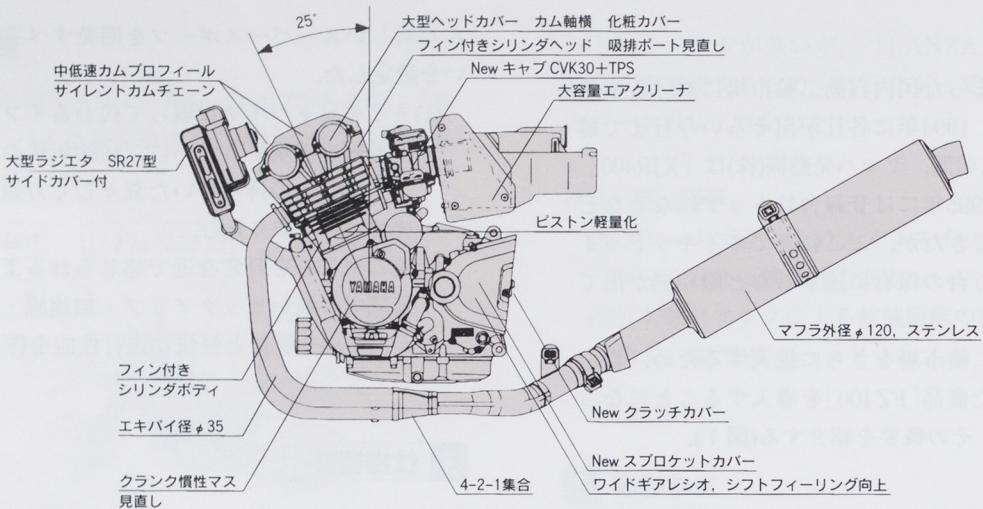


図2 FZ400 エンジン概要

### 3.2 エンジン

デザイン的には「ワイルドエンデュランススタイリング」、性能・機能的には「市街地最速」のコンセプトのもと、FZR400(600)の水冷DOHC・4バルブ並列4気筒399ccエンジンをベースに、変更と改良を行った(図2)。以下にその内容を記す。

- (1) デザイン…性能・力強さ・インパクト感の表現
  - 1) シリンダ前傾角を35°から25°に変更すると共に、原動機高さを19.5mmアップさせた
  - 2) シリンダヘッド・シリンドボディに大型フィン採用
  - 3) 別体カバーを持った大型ヘッドカバーの採用
  - 4) 外径  $\phi$  35mmエキパイと外径  $\phi$  120mmステンレスサイレンサを持つ、4-2-1の集合マフラー採用
  - 5) 厚さ27mmシングルコア(SR27)大型ラジエタ採用
- (2) 性能…加速感・パワフル感・レスポンスの向上
  - 1) スロットルポジションセンサ(TPS)付CVK30キャブレタ採用による豪快さの獲得
  - 2) 狹開度カム採用、吸排ポート形状見直し、4-2-1タイプ排気系による低中速トルクアップ
  - 3) クランク慣性マス見直しによるギクシャク感の低減と吹き上がりのよさの両立
  - 4) ギアレシオワイド化
- (3) 機能その他…快適なライディングの実現
  - 1) サイレントタイプカムチェーン採用によりメカノイズを低減

2) シフタ系各部のフリクション低減、効率アップによりシフトフィーリングを向上

以上のような変更により、「XJR400」の空冷エンジンが持つ「体感性能」の楽しさを継承発展させながら、より一層の力強さを実現した。これらにより、他社競合機種に対して一歩先を行く性能・機能とインパクトのある外観を実現できた。

### 3.3 車体

車体の開発は、郊外での操縦性ばかりではなく、市街地での取り回し性やスポーツ性を、また、従来のネイキッドに劣らない品質感とユーティリティ性を重視して開発を行った(図3)。

- (1) フレームマウントのハーフカウル 小型二灯式マルチリフレクタヘッドライト(60/35W × 2)を採用することで、エンジンやフレームなどの機能部品を覆い隠すことのない個性的なハーフカウリングとした。その結果、高速走行時にはライダーのプロテクションを確保すると共に、新しいスタイリングが提案できた。
- (2) 極太ワイドフレーム タンクレールには  $\phi$  42.7mm、ダウンチューブには  $\phi$  31.8mmの鋼管を使用し、優れた剛性と適度なしなりを調和させた、外出しダブルクレードルフレームを採用した。

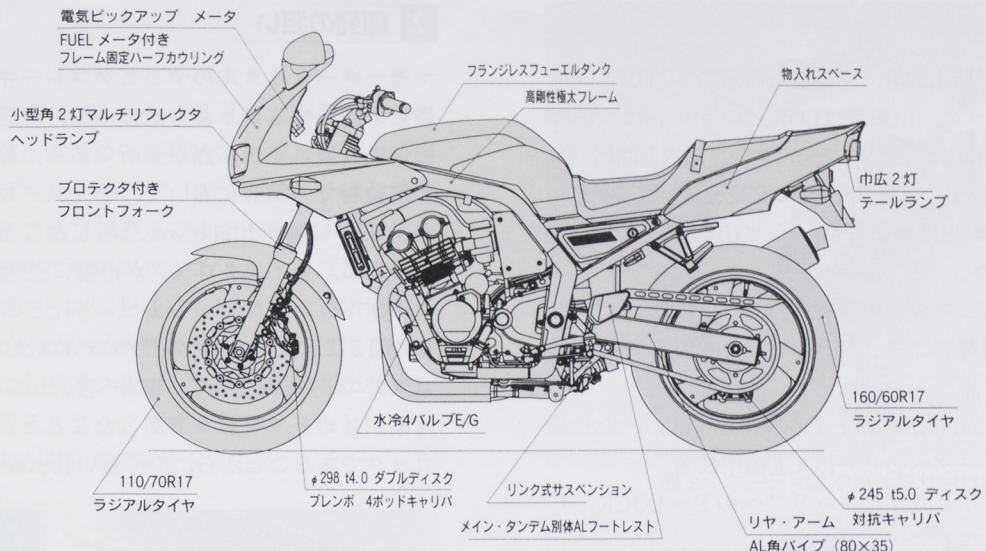
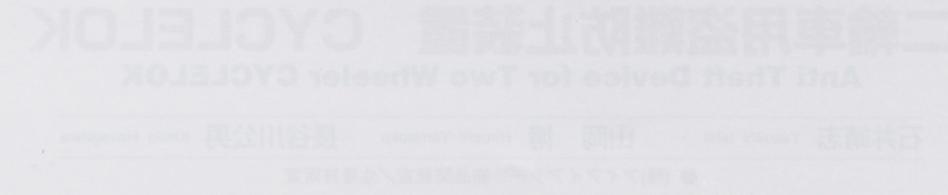


図3 FZ400 車体概要

外観イメージはエンジンを囲み込むようなデザインとしたことで、1980年代の耐久レース用マシンをほうふつさせる、荒々しく力強いものにした。

#### (3)フランジレスフューエルタンク

従来工法ではシーム溶接をするのに必要であったフランジを使わない、フランジレス工法の採用で、アグレッシブなデザインを実現した。これに伴って、個性的な外観のみならず18Lの大容量も実現した。

#### (4)前後サスペンション、タイヤ

フロントフォークにはφ41サイズのインナーチューブを選定して、剛性の確保と作動性の向上を行った。リヤサスペンションは、ダンパにB型(ビルシュタイン型)バルブを使用したリンク式サスペンションを採用し、より作動性を向上させた。また、タイヤは幅広ラジアルを採用して、市街地での乗り心地とスポーツ走行時の吸収性と安定性を両立させると共に、外観的に極太感を打ち出した。

#### (5)ライディングポジション

ライディングポジションは、アップポジションと共に、新たなスポーツ性を付加すべくヒップポイント、グリップポイントを設定して、走行時の快適性を生み出す重要ポイントのひとつに位置付けた。

#### (6)ユーティリティ性

従来と同じ部品構成であるが、配置の工夫によってタンデムシートの下に物入れのスペースを確保した。容量の目安として、雨具は当然のことながら、VHSのビデオテープなら6本、350ccの缶ジュースなら6本を入れることができる。また、シートボトムの裏にはヤマハ純正のU字ロック(盗難防止機器)を取り付けるスペースを設けた。

#### (7)品質感

スポーツ性重視とはいっても、すぐにさびる、機能低下がある、外観がチープでは所有満足感が損なわれるなどの、ボルトの表面処理、仕上げのレベル、さびに対する対策、飛び石に対するプロテクタの追加、インパネまわりの外観処理などに吟味を行った。

## 4 おわりに

ネイキッドの楽しさを継承発展させながら、高速域を含めて一層感動的な走りを具現化したモデルとすることことができた。この「FZ400」が国内スポーツ市場に新たな道を開き、活性化することを期待している。

今後も積極的に、かつ継続的な開発を続けることにより、ユーザーに喜ばれる商品の開発に向けて努力していく所存である。

# 二輪車用盜難防止装置 CYCLELOK

## Anti Theft Device for Two Wheeler CYCLELOK

石井靖志 Yasushi Ishii

山岡 博 Hiroshi Yamaoka

長谷川公男 Kimio Hasegawa

● (株)アイアイアシー 商品開発室／生産技術室

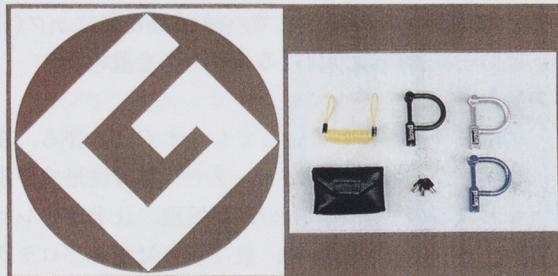
### 1 はじめに

二輪車用盜難防止装置、すなわち商品名「CYCLELOK（サイクルロック、LOCKはLOKという）」は、1987年に販売を開始以来、商品の拡充に伴い、国内と欧州（オランダ）において今日まで着実に成長を遂げてきた。

1996年は、販売開始よりちょうど10年目の大きな節目の年に当たり、

- アラームシステムの商品化（ヤマハ発動機(株)との協同開発により、「97欧州向け主要モデルへの装着が可能）
- Y.M.T(Yamaha Motor Taiwan Company Ltd.)製 NewスクータへのP-LOCK標準装着
- JOGアブリオのリヤキャリアへのP-LOCK、U-LOCKのオプション装着
- ディスクブレーキ用P-LOCKの平成8年度グッド・デザイン商品（以下、Gマークという）選定と節目の年にふさわしいエポックメイキングな年となった。

そこで、今回Gマークに選定されたディスクブレーキ用P-LOCKについて概要を紹介する。（図1）



平成8年度

### グッド・デザイン商品選定証

図1 グッド・デザイン商品選定証

### 2 開発の狙い

モーターциклのディスクブレーキを利用して、盜難を防止するロック方式は小型、軽量であるため、携帯性に優れている点が長所である。鈴鹿8耐レースの駐輪場での調査において、ディスクロックの装着率が、「95年に前年比200%と急増したことに裏付けされるように、ディスクロックが市場に浸透している。

(株)アイアイアシー（以下、当社という）では、「95年に図2に示すロックタイプのディスクロック「MAGNI（マグニ）」を発売して、市場へ参入している。しかし、対象がスポーツモデルであったことと、また形状がロックであることから、やや重い仕上がりになった。



図2 「MAGNI」ディスクロック

そこで、市場の拡大を狙い、さらに幅広いユーザーをターゲットにした軽量モデルの開発が必要になり開発を行ったのが、ディスクブレーキ用P-LOCKである。

開発主眼は次の4点である。

1. ターゲットはスポーツ／オンオフのモーターサイクルユーザー。
2. 小型、軽量で操作性がよい。
3. 強度はロックの必須機能なので、当社のスクーター用P-LOCK並であること。
4. 價格はユーザーが購入しやすい普及価格帯であること。

### 3 製品概要

ディスクロックはこの名称が示すとおり、モーター サイクルのディスクブレーキへ装着し、車輪の回転を止めて盗難を防止することが目的である。しかし、当社の従来品のディスクロック「MAGNI」では、販売台数の大きいオンオフモデルのカバー付ディスクブレーキには、装着できない欠点があった。これに対応するには、他社製ロックに見ることができるU字型のミニサイズでも可能だが、操作性を考えると劣ってしまう。また、強度的にもサイクルロックと同じ強さが必要なため、基本構造をスクータ用のP型ロックとし、ディスクロックに求められる要素を付加した。

#### (1) ロック本体

##### ① ロック装置

当社の独自技術である関節を用いた2本のARMを連結し、両ARM端をキー操作のシリンダ銃でとめるようにし、一体とした。

##### ② ARM

材質はSCM415～420で、素材を冷間鍛造で成形し、浸炭焼入れを施して表面を硬化させることにより、強度とじん性を両立させた。

その結果、素材径11mmで金鋸切断に対して十分な強度を確保することができた。

##### ③ プロテクター

U字形のARMの外周に耐熱・耐候性に優れたビニールチューブを被覆して、ARM自体の保護とディスクブレーキへの傷付けを防止している。

#### (2) 付属品

##### ① リードワイヤ

ディスクロック「MAGNI」で業界初導入した、外し忘れ防止用のワイヤを装備した。ワイヤ長はロック本体とグリップ等のハンドル付近をつなぐことを考慮し、最長の使用長を2mとした。

##### ② BAG

携帶に便利な収納用のBAGを装備し、本体と付属のリードワイヤを収納できるようにした。

図3に車体取り付け状態を、図4に構成部品を示す。

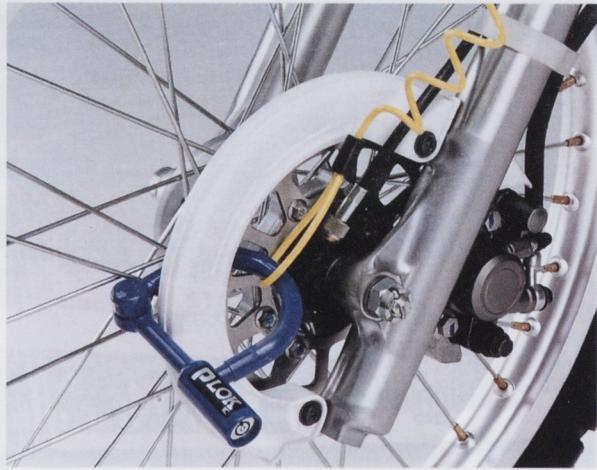


図3 P-ディスク車体取り付け状態



図4 構成部品

### 4 おわりに

二輪車の盗難は国内だけでなく、世界的に深刻な社会問題であり、年々その状況は悪化している。このような環境下、当社はアクセサリー用盗難防止ロックを主体に開発・販売してきた。今後、さらにCCSに貢献できる魅力あるオリジナリティの高い商品開発にチャレンジし、アクセサリー用品だけでなく、二輪車本体への標準装着化の拡充を図っていきたいと考えている。

#### 著者



石井 靖志



山岡 博



長谷川 公男

# パーティボート エンジェルハープ

## Party Boat ANGEL'S HARP

三上 宏 Hiroshi Mikami 青柳三樹夫 Mikio Aoyagi 横大路裕信 Hironobu Yokooji  
 ●ヤマハ蒲郡製造(株) 開発部



図1 エンジェルハープ

### 1 はじめに

海でのクルージングとは違って、川で乗る船のロマンはまたひと味違うものがある。東京・大阪では、川で行き交う大小の客船が見られるが、名古屋では少なかった。堀川は、名古屋城築城のおり開削した運河で、名古屋港から市の中心部に向って流れしており、その堀川に3年前、御座船「義丸」が竣工した。今回「義丸」の船主である東山ガーデン(株)(以下、船主という)より、第2船目の建造の依頼があった。「エンジェルハープ(図1)」は「義丸」とは趣を異にするが、音楽結婚式場などを経営する船主と建造に携わった関係者のロマンをいっぱい詰め込んでおり、様々なパーティの楽しさを是非一度味わって頂きたく、ここに紹介する。

### 2 開発の狙い

(1) 船主は、総トン数20t未満で、自分が望む経営体系で運航できる最大限の船を希望しており、どのようにして客室を大きく取るかということが問題であった。そこで、床下でメンテナンスできるぎりぎりまで客室床を下げた。主機排気管が甲板上に飛び出るまで機関室甲板も下げ、飛



図2 客室内風景

び出たものは周囲の装飾物でカバーするなど、機能とデザインを一体化しながら、お互いが譲れる接点を見つけ、客室面積を増やしつつ船の長さを最大限長くした。(図2)

(2) 「船に乗れば高いところで潮風に吹かれてみたい。」という気持ちを具現化するために、遊歩甲板(2階)の定員をどこまで多く取れるかが問題であった。そこで、遊歩甲板面積はできるだけ広く取り、いすにより人の左右移動距離を制限して、広々感と安全な復原性能を確保した。

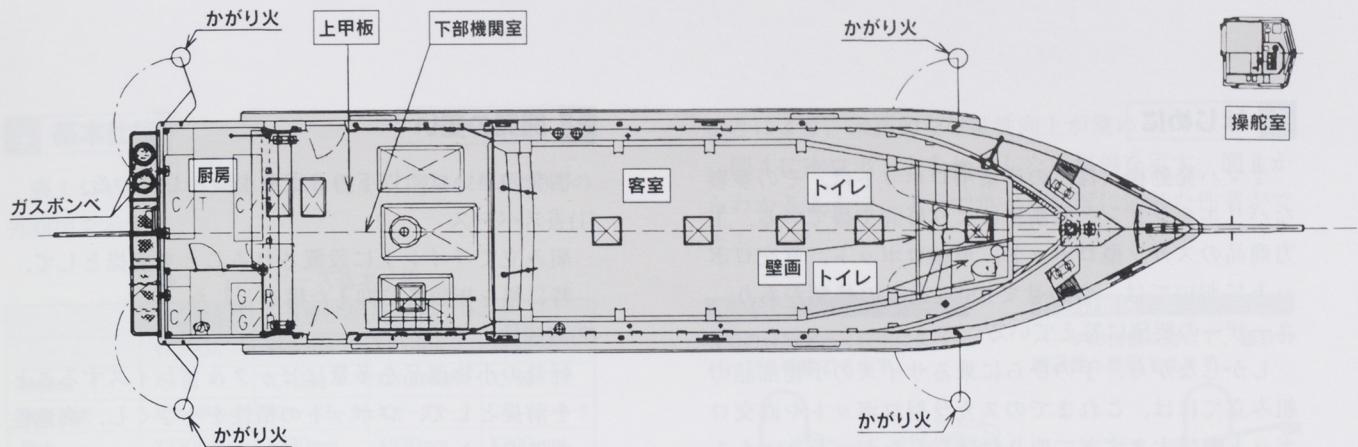


図3 船内配置図

- (3) 行き交う船の曳き波も多い中、狭い名古屋港ポートタワー桟橋への離着岸で、船が揺れては船長の腕が良くてもカバーできないので、横揺れをどう押さえるかという問題がある。そこで、減揺装置の一つであるビルジキールを採用した。今回は長さを短くし、取り付け位置を最大幅で水面下の深いチャイン部に絞り成果を収めた。
- (4) 室内において、会話を妨げる騒音は、心に残るパーティにはならない。主機3/4出力時客室の騒音を65dB(A)以下とする必要があった。そこで、防音防振材の使用はもとより、ハイスキューピロペラの採用をはじめ、船底とのクリアランスも20%とり、さらに音の漏れとなる配管、配線の貫通部のシールなどを徹底的に行い、64dB(A)を実現した。
- (5) 結婚披露パーティは、ロマンチックに演出したいものである。そこで、外観は、白を基調にロマンの薫り満ちあふれる3本マストの帆船タイプとし、まさに人生の門出を祝福するにふさわしいものとした。装飾の彫刻や室内の壁画は本船用にデザインしたもので、今は数少ない彫師と壁画職人に製作を依頼し、本物志向で表現した。
- (6) 船上パーティを盛り上げる厨房は、ただ単に食事を提供するのではなく、「お客様に参加して頂く」ことを考えて船主が自ら配置設計した。

### 3 主要目

主要目を表1に、船内配置図を図3に示す。

表1 主要目

全長	25.25m	全幅	4.83m
登録長	16.85m	登録幅	4.57m
登録深さ	1.35m	総トン数	19GT
最大搭載人員(客室定員)	130名(72名)	燃料容積	1200L
清水容積	1000L	満載排水量	35.2t
資格	JCI平水旅客船		
主機関	ヤマハM D629 K H 1基 285PS/2900rpm 320PS/3000rpm 減速比 3.45		
プロペラ	3翼固定ピッチハイスキュー D850×P680×Ar0.6		
発電機	200V 3相 30kw 1台 200V 単相 20kw 1台		
主な設備	サイドスラスター(スラストカ 280kgf) 1台 舵(リンクラダー) 1台 厨房 コールドテーブル 3台 流し 2台 ガスコンロ 2台		

### 4 おわりに

JCI平水旅客船で客室定員を最大限多く取り、さらに船を大きく見せるという新たな挑戦を要求された船であった。また、デザインと機能面の妥協点をどこにするのか、を考えさせられた船でもあった。東山ガーデン(株)渡辺社長の熱意に深く感謝するとともに、多くの制約の中でXebecデザイン(株)を始め、本船完成に惜しみなく力を注いで頂いた皆様に、紙面をお借りしてお礼申し上げます。

# 高速ピック&プレイス型ロボット YPシリーズ

## High Speed Pick and Place Type Robot YP Series

岡田吉伸 Yoshihiko Okada

●IM事業部 技術室

### 1 はじめに

ヤマハ発動機（株）の産業用ロボットは、その多彩なバリエーションと低価格により好評を得ている。主力商品のスカラ型ロボット、単軸ロボット、直交ロボットにおいては、合わせて100以上もの種類があり、ユーザーの要望に答えている。

しかしながら、手のひらに乗るサイズの小物部品の組み立てには、これまでのスカラ型ロボットや直交ロボットでは大きすぎて取り付けられなかつたり、あるいは組み立てラインや装置自体が大きくなってしまうケースがあり、コンパクトなロボットの開発が望まれてきた。

今回紹介する図1に示すピック&プレイス型ロボットは、この要望により開発されたものであり、同業他社には見られない新しいタイプのロボットである。

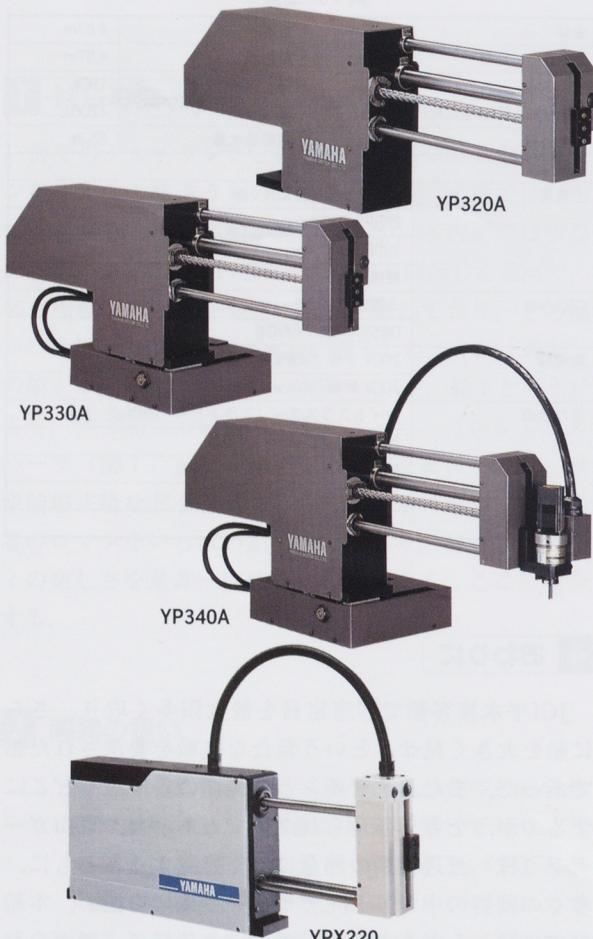


図1 ピック&amp;プレイス型ロボット YPシリーズ

### 2 開発の狙い

開発の狙いは、以下の3点を主眼としている。

(1)省スペース

組み立てライン上に設置されることを前提として、特に幅を極限まで抑えた構造とした。

(2)高速性

軽量の小物部品を多量にピック&プレイスすることを前提として、ロボットの慣性を小さくし、高速性を追求した。

(3)低価格

低価格に設定し、競争力を持たせることを前提として、各構成部品のぜい肉をそぎ、コストを抑えた。

### 3 構造と特徴

本ロボットの基本ユニットは2軸構成（X軸、Z軸）であり、図2にその概略を示す。図2からわかるように、この構造を取ることによって以下のようないくつかの特徴を得ている。

(1)各モータ、シャフトが平行（横方向）にレイアウトされているため、ロボットの幅寸法を抑えることができる。

(2)X、Z軸のモータはロボット本体に固定されるため、移動体の慣性を抑えることができる。これにより高速にでき、かつコストも下がる。さらにモータ線の断線を防ぐことができる。

(3)さらに、この基本ユニットに奥行き方向（Y軸）へ移動できるユニットや、Z軸の先端に回転（R軸）するユニットを追加させることができるために、幅広い作業をこなすことができる。

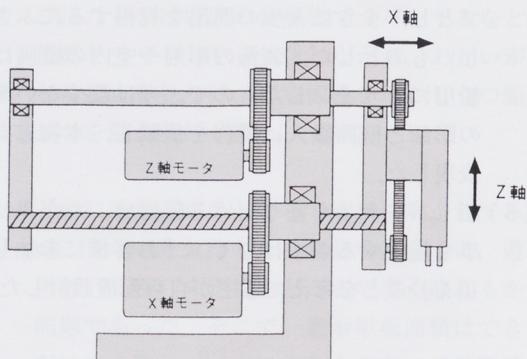


図2 構造図

## 高速ピック&amp;プレイス型ロボット YPシリーズ

## 4 基本仕様

表1にYPシリーズの基本仕様を、図3にYP320Aの外観図を示す。

表1 YPシリーズ基本仕様

	ピック&プレイス型ロボット YPシリーズ			
	YP320A	YP330A	YP340A	YPX220
軸構成	X,Y軸	X,Y,Z軸	X,Y,Z,R軸	X,Y軸
駆動方式	ACサーボモータ	ACサーボモータ	ACサーボモータ	ロバストシンモータ
最大ストローク	X330mm Z100mm	X330mm Y150mm Z100mm	X330mm Y150mm Z100mm R360°	X200mm Z100mm
繰り返し位置決め精度	X±0.02mm Z±0.05mm	X±0.02mm Y±0.02mm Z±0.05mm	X±0.02mm Y±0.05mm Z±0.05mm R±0.05°	X±0.05mm Z±0.05mm
最大可搬質量	2 kg	2 kg	1 kg	3 kg
標準サイクルタイム	0.9sec	0.9sec	0.9sec	0.45sec
本体質量	20kg	40kg	41kg	15kg

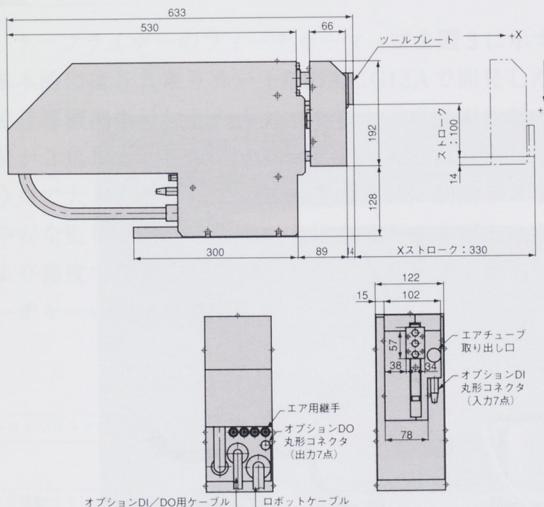


図3 YP320A外観図

## 5 用途

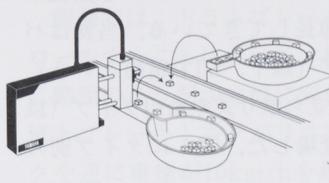
時計、オーディオ、通信機器などの小型精密機械部品や、基板上に実装する部品、配線用のコネクタなどの電気、電子部品などの組み立て、取り出し、移載、挿入などの作業に幅広く適用が可能である。従来はカム式、エア式のアクチュエータを自動機に組み込んで使用していたが、それらに置き換えて使用してもらう

ことにより、飛躍的な生産性向上が望める。

図4に本ロボットを使用した応用例を示す。図4からわかるように、1台で色々な状況に応じた作業ができる。

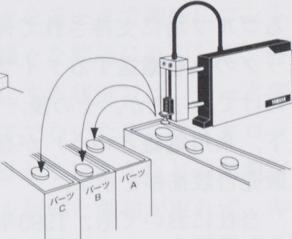
## 部品供給

複数の供給部より状況に合ったパーツを移載できます。



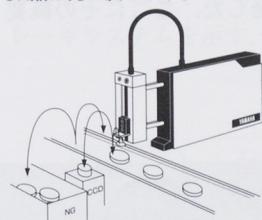
## 仕分け搬送

パーツの状態に応じて、複数の搬送部へ移載できます。



## NG品判定

流れてきたパーツの良否をカメラ上で判定し、NG品をはね、OK品は元へ戻します。



## 接着剤塗布

接着剤等の液体を点状・線状に塗布できます。

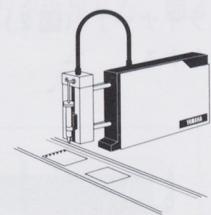


図4 応用例

## 6 おわりに

1992年に発売を開始してから現在に至るまでに、ユーザーにおしかりを頂きながら試行錯誤を繰り返した結果、発売当初は低調であった売り上げも徐々に増え、最近は毎月コンスタントに売れるようになった。

最後に本ロボットの開発、生産、販売に際し、多大な御支援を頂いた関係各位に、本紙面をお借りして厚くお礼申し上げます。

## 著者



岡田吉伸

# 電磁誘導五人乗りゴルフカー

## Golfcart Turf Liner

加地令一 Reiichi Kaji

●特機事業部 開発室

### 1 はじめに

近年、日本国内でも乗用タイプのゴルフカーの需要がめざましく、その中でもヤマハ発動機（株）（以下、当社という）が1994年に業界で初めて導入した5人乗りタイプG15Aが好調な販売を続けている。

また一方で、誘導線を埋設したカートバスを自動走行する電磁誘導カートが、プレーヤーサービスを重視するゴルフ場に支持されて伸長してきている。当初はバッグのみを搬送するタイプ（以下、STD電磁という）だけであったが、その後、立ち乗り式や乗用タイプ（以下、乗用電磁という）が登場した。図1にタイプ別の販売台数推移を示す。

当社においても、1993年に立ち乗り式の電磁誘導カートG12Aを市場に導入したが、昨今の乗用化およびセルフ化の流れの中で、今後、乗用電磁のニーズが高まると予想され、5人乗り電磁誘導カートG17A「ターフライナー」（図2）を開発した。ここにその概要を紹介する。

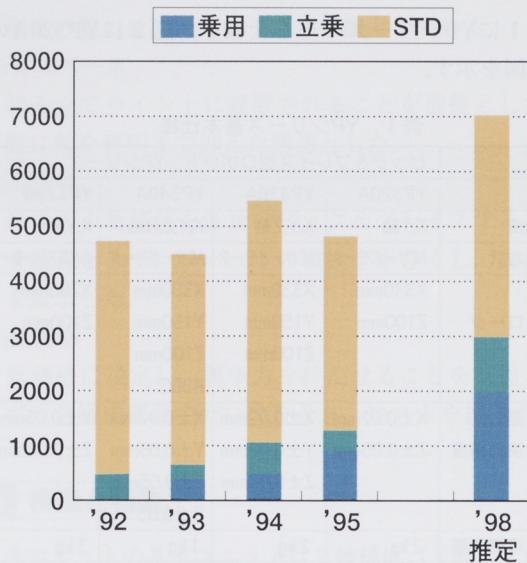


図1 タイプ別電磁カート販売台数の推移



図2 ターフライナー

## 2 開発の狙い

開発の狙いは、手動走行と自動走行（無人／有人）の両立であり、具体的には以下の3点を目標とした。

- (1) 手動走行時の機動性を確保する
  - (2) 有人での自動走行を実現する
  - (3) 自動走行時の操作性は従来（G12A）並とする
- 以上を達成する手段として、次の4項目を重点化して開発した。
- (1) G15Aをベースに最小限の変更で電磁誘導機能を付加する
  - (2) 誘導関連部品のレイアウトの適正化
  - (3) 誘導／手動切り替えの自動化
  - (4) オートチョークの採用

## 3 特徴

ターフライナーのフィーチャーマップを図3に示す。基本的には5人乗りカートG15AにG12Aで開発した電磁誘導機能を付加したものであるが、自動走行時の重量が3倍以上の約800kg、および有人で自動走行を行う点で大きく異なっている。そのため、制動システムや安全監視システムなどに大幅な変更が必要となり、より高度で複雑な制御が必要となった。以下に各フィーチャーの詳細を説明する。

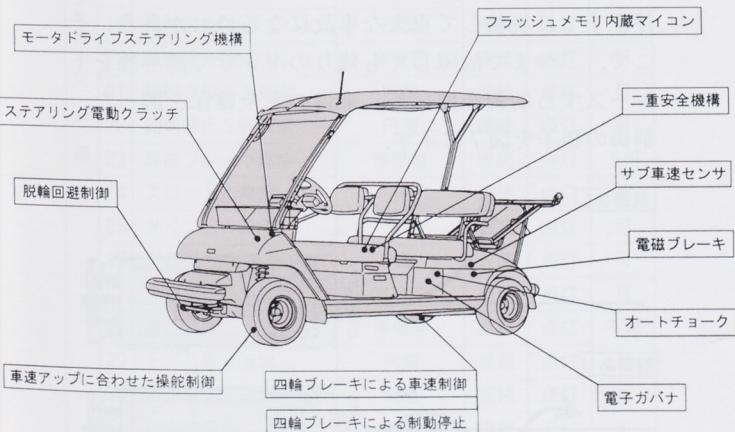


図3 「ターフライナー」のフィーチャーマップ

### 3.1 4輪ブレーキによる車速制御

自動走行時は通常8km/h一定で走行させるため、スロットルとブレーキを常にマイコン制御している。今回、車重の大幅なアップにより、従来の発電制動方式よりも制動力を適正化できるDCモータで、ワイヤを引いて4輪ブレーキを作動させる方式を新規に開発した。

開発では、ドラムブレーキをモータで微妙にコントロールすることにおいて、様々な問題に直面した。特に路面のこう配が急激に変化する状況では、モータ電流とブレーキトルクがリニアでないため、タイヤロックや逆に車速が10km/hを超てしまうなどの問題が発生した。また、スロットル制御と調和が取れず、キャブを開きながらブレーキをかけるといった矛盾する現象にも対応を要した。トライ＆エラーを繰り返しながら制御ソフトを作り込み、±20°のこう配変化でもぎくしゃくのない滑らかな走行を実現した。図4にブレーキシステムを示す。

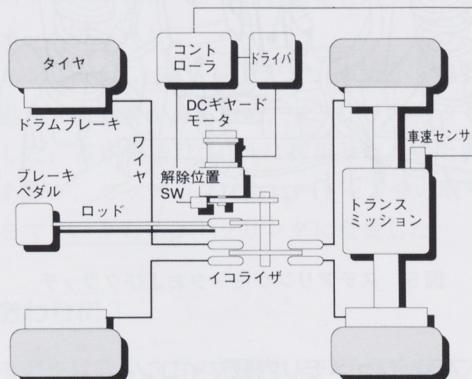


図4 ブレーキシステム

### 3.2 4輪ブレーキによる制動停止

停止時のフィーリングにも気を使い、減速度0.1G以下のスマーズな停止を実現するため、従来の車速だけによる制御に加え、減速度を一定に保つ制御を新たに開発した。

さらに走行中に異常が発生した場合、従来はパーキング用の電磁ブレーキにより緊急停止させていたが、乗員が前に飛び出すのを防止するため、4輪ブレーキによる準緊急停止モードを新設し、0.2Gとなるようモータを制御している。

### 3.3 車速アップに合わせた操舵制御

自動走行時の最高車速は従来 6 km/h が一般的であったが、乗用での移動を考慮し 10 km/h にアップされた。それに伴い操舵制御を見直し、トレース能力を向上させた。また乗員に違和感のないハンドリングが得られるよう各制御定数の最適化を図った。

### 3.4 ステアリング電動クラッチ

自動走行時はハンドルが勢いよく回って危険なため、モータから切り離しロックする構造としている。一般的にこのクラッチはレバーを動かして切り替えているが、G17A では使い勝手を向上させるため電動クラッチを初めて採用した。図 5 にステアリングモータおよびクラッチを示す。

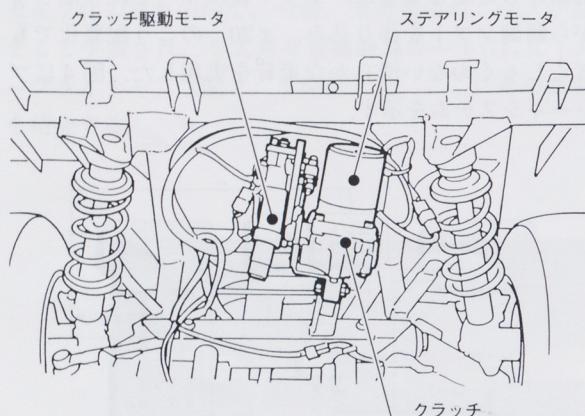


図 5 ステアリングモータおよびクラッチ

### 3.5 フラッシュメモリ内蔵マイコン

コントロールユニットのハード回路も従来より進化している。人間の脳にあたる CPU は、制御の高度・複雑化に伴い日立 H8/536 から H8/538 となり、プログラム容量も G12A の 1.5 倍の 56K バイトへ達している。

またハードの信頼性向上と将来の機能アップを考慮して、従来のソケットはめ込み式のワンタイム ROM から、基板実装されたフラッシュメモリへ変更し、オンボードでプログラムの書き換えを可能とした。

### 3.6 電子ガバナ

乗用ゴルフカーは安全上、手動時の車速を 19 km/h で抑えるために遠心ウェイトを用いた機械式ガバナを

装備している。従来はマイコンが故障しても手動走行可能とするため、機械式ガバナをそのまま用いていた。

G17A ではハードの信頼性も向上し、手動時も積極的にマイコンでの制御を行うことになり、その一環としてアクセルワイヤを廃止した DBW (ドライブ・バイ・ワイヤ) による電子ガバナを、当社として初めて採用した。図 6 に電子ガバナシステムを示す。

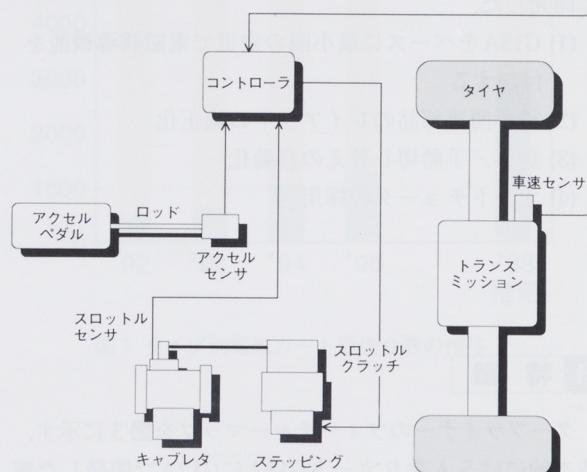


図 6 電子ガバナシステム

### 3.6 脱輪回避制御

電磁誘導の原理は、車両前部の三つのセンサにより誘導線の磁界を検出して、左右のセンサ出力が常に同じ値になるように、操舵モータを制御するものである。

センサが故障した場合は車両を自動停止させるが、停止までに脱輪して重大な事故になる恐れがある。そこで、二つまで故障しても残りのセンサで誘導線をトレースする制御を開発し、乗員の安全確保を図った。制御の様子を図 7 に示す。

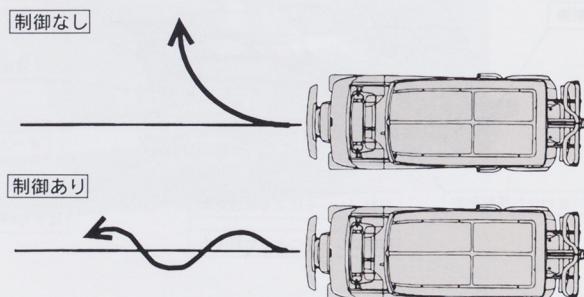


図 7 脱輪回避制御

### 3.7 二重安全機構

自動車工業会の安全等級1級（現時点ではまだ草案の段階）に準ずる信頼性を確保するため、車速オーバー、脱輪、並びに主要な各センサ／アクチュエータの異常はすべて二重のフェールセーフシステムとし、車両を停止させるようにしている。また安全上重要な項目については、バックアップシステムも設けている。表1に警告／異常検出項目を示す。

表1 警告／異常検出項目

	NO	警告、異常の内容	停止モード	ブザー	ランプ	復帰
警 告	1	ブレーキSW作動	円滑	無	点滅	可
	2	アクセルSW作動	円滑	無	点滅	可
	3	バックSW作動	円滑	連続	点滅	可
	4	ニュートラル	円滑	連続	点滅	可
	5	モード切替警告	円滑	無	点滅	可
	6	バンパSW作動	緊急	無	点滅	可
	7	追突防止センサ作動	準緊急	無	点滅	可
	8	障害物センサ(近)作動	準緊急	無	点滅	可
	9	障害物センサ(遠)作動	減速	無	無	可
シ ス テ ム 異 常	10	CPU暴走	—	—	—	可
	11	バッテリ電圧低下	—	無	無	可
	12	バッテリ電圧異常	円滑	連続	点灯	可
	13	制御電圧異常(+15V)	円滑	連続	点灯	可
	14	制御電圧異常(+5V)	—	—	—	—
	15	リモコン異常	円滑	連続	点灯	可
	16	操舵異常(ロック)	円滑	連続	点灯	可
	17	操舵異常(脱輪)	緊急	連続	点灯	可
	18	操舵異常(偏差)	円滑	連続	点灯	不可
	19	操舵異常(ドライバ)	円滑	連続	点灯	可
	20	操舵異常(センサ)	準緊急	連続	点灯	可
	21	操舵クラッチ異常	円滑	連続	点灯	可
	22	発進停止SW異常	円滑	連続	点灯	可
	23	電磁ブレーキ異常	準緊急	連続	点灯	不可
	24	スロットル異常	—	連続	点灯	可
	25	メインSW異常	円滑	連続	点灯	可
	26	定点情報異常	円滑	連続	点灯	可
	27	メカブレーキ異常	準緊急	連続	点灯	可
	28	車速異常	準緊急	連続	点灯	不可
	29	E/G停止異常	円滑	連続	点灯	可
	30	停止異常	緊急	連続	点灯	可
	31	後退量異常	緊急	連続	点灯	可
	32	E/G過回転	円滑	連続	点灯	可
	33	車速センサ異常	準緊急	連続	点灯	可

### 3.8 その他の特徴

その他、以下に挙げる特徴を織り込んでいる。

#### (1)モータドライブステアリング機構

モータ出力には余裕をもたせ、タイヤパンク時でも充分な操舵性能を確保した。耐脱輪性について市場では好評である。

#### (2)サブ車速センサ

車速センサが故障すると、当然車速コントロールが設定値より外れるため、サブ車速センサを新たに追加し、2つのセンサ値に一定以上の差が生じた場合、車両を自動停止させ2次的な不具合を未然に防ぐシステムとした。

#### (3)電磁ブレーキ

4輪ブレーキはモータに通電していないと制動力が得られないため、パーキング用として従来と同じように、通電しないときにロックされる負作動型電磁ブレーキを装備している。今回、車重が大幅にアップしたため4倍以上のトルク容量が必要となり、新たに軽量コンパクトで同等の電力消費のブレーキをメーカと共同開発した。

#### (4)オートチョーク

エンジンはG15Aと同じだが、車両から離れて始動させる必要があるため、オートチョークを採用した。基本構造はG12Aに採用したものと同じであるが、セッティング上ヒートセンサの取り付けをマフラーからヘッドシリンダに変更した。

## 4 おわりに

本モデルは昨年3月の発売以来、予想を超える好調な販売を続けている。商品力も他社を上回るでき映えと市場の評価も高い。

乗用電磁ゴルフカーの市場は、今後さらに伸びていくと予想されるが、有人での自動運転を知能化させていくため、さらに改良を重ねていく所存である。

### 著者



加地 令一

# 二重反転プロペラ船外機 T.R.P.

## Outboard Motor with Counter Rotating Propellers T.R.P.

奥村滋雄 Shigeo Okumura 住野吉胤 Yoshitugu Sumino 荻野 浩 Hiroshi Ogino

●三信工業(株) 技術部

### 1 はじめに

二重反転プロペラ船外機（以下、T.R.P.という）は、米国（以下、USAという）のBASS（魚名）つり市場用に開発されたモデルである。近年日本でもBASSつりがブームになっているが、USAではBASSは最もポピュラーなつりであり、船外機の市場規模としてもソルトウォータ（海水面）市場の二倍の大きさがある。

この大きな市場に対し、ヤマハ独自の技術をアピールできる、新しいBASSボート専用モデルを開発した。

### 2 開発の狙い

市場調査のポートフォリオ分析をもとに、従来のBASS船外機の最高スピードと加速性を向上させ、さらに、ステアリング保持荷重の大幅低減とハイマウント（プロペラが一部水面上に出るほど船外機のボートへの取り付けを高くすること、100km/h以上で走るために必要）した時の水のつかみの改良により、ユーザーが高速で楽に安全に操船できる船外機にすることと、ユーザーに新しさをアピールできる外観を狙いとした。

### 3 主要諸元

狙いを達成するために、プロペラを含めたロアユニット（船外機下部のギアボックス部）に二重反転機構を採用し、ロア形状はBASS船外機の使い方にベストマッチの形状にした。外観もBASSユーザーの好みに合わせて、マッチョ感を出した。

図1に外観を、表1に主要諸元を示す。投資とコストを押さえるために、エンジンを含めできるだけ従来の部品を使った。



図1 二重反転プロペラ船外機の外観

表1 主要諸元

エンジン	タイプ	2サイクルV6
	排気量	2596cc(158.4ci)
	ボア*ストローク	90*68mm(3.54*2.68inch)
	プロペラシャフト出力	150PS(111.9kW)@5000rpm
	二次圧縮比	6.6:1
	掃気	シュニーレ
	キャブレタ	3連2ボア
	始動方式/チルト方式	スタータモータ/PTT
	点火方式	CDIマイクロコンピュータ
	潤滑方式	オイルインジェクション
	冷却方式	サーモスタット管理
ドライブ	シフト	F/N/R
	ギアレシオ	14:28(2.00)
その他	重量	190kg(419lbs)
	シャフト長さ	17.8inch(L)

### 4 技術的特徴

#### 4.1 二重反転機構

二重反転機構は、二重のプロペラシャフトをそれぞれ逆の方向に回転させているものであるが、船外機の場合、ロワユニット内にクラッチ機構を構築する必要があるため、従来の船内外機（スタンドライブ）の二重反転機構の構造とは異なっている。図2にその二重反転機構の構造を示す。

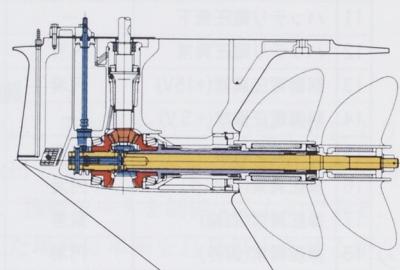


図2 二重反転機構の構造

#### 4.2 プロペラ

二重反転プロペラでは、前後の2個のプロペラがお互いに影響し合うので、シングルのプロペラとは異なる。また、スタンドライブや商船での二重反転プロペラの先行事例は、今回の商品が100km/hを越える速度域であること、プロペラが1部空中に出ていていることおよびエンジン馬力の違いなどあまり参考にならない。

そのため、別途開発していたコンピューターシミュレーションと、品質工学の駆使、さらに運輸省船舶技術研究所の技術サポートをあわせて、目標とする性能を發揮するプロペラ形状を開発した。

### 4.3 ロワケース

二重反転プロペラの特性を生かし、半水没状態で安定して高速航走できるようにするため、水採り入れ口を従来より下前方（前縁近傍）に設置し、吸水性を確保する、前縁水切り部形状を水切り性の良い形状にする、スケグ（最下部のフィン）の形状と面積により安定性と舵切り性を改良するなどに加え、ロワユニット全高を短くし、ハイマウントしてもエンジンが高くならない（重心が上がらない）ようにした。

また、キャビテーションプレートは後ろに長く大きくし、直列に並んだ二枚のプロペラをカバーするとともに、加速時に水を押さえ込むようにした。

以上のように、必要な機能を追求することで、従来ない先進的な外観形状になり、エンジンカウリングと合わせて、マッチョなデザインにした。

## 5 性能

### 5.1 ステアリング保持荷重

従来の船外機ではプロペラの反力があり、ステアリングが片方に取られるので、特に高速では、かなりの力で保持しなければ直進できなかった。さらに、取られる方向と力が、トリム操作（船外機を前後に傾けて、プロペララストのかかる方向を変化させる）、マウント高さ（ボートに対する船外機の取り付け高さ）、ボートスピード、風、波の変化により様々に変わり、高速走行には腕力とテクニックが必要だった。このT.R.P.では、これらの点を大幅に改良することができた。図3にT.R.P.とシングルプロペラのマウント高さを変えたときのステアリングトルクを示す。

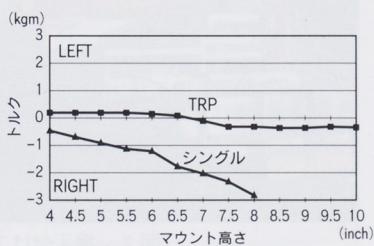


図3 ステアリングトルク比較

### 5.2 最高速、加速性能

T.R.P.では、二重反転でプロペラの効率を上げるだけでなく、水の抵抗も減少させ、最高速でより優れた性能を出した。加速タイムも向上したが、その上に加速時にバウ（船首）が上がりなくなる、BASSプロ（BASSつりのプロ、プロゴルファーのようにトーナメントで

賞金を稼ぐ）などのBASSボートに乗り慣れたユーザーから、視界がよく安全に加速できると好評である。最高速と加速のタイムデータを図4と図5に示す。

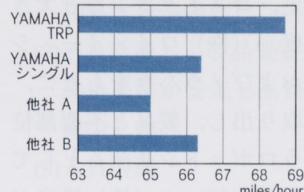


図4 ボートスピード

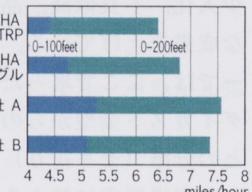


図5 加速時間

### 5.3 水のつかみ性能

水のつかみ性能は、数値化するのが困難であるが、マウント高さを上げてもスピードの低下が少なく、スピードが低下し始めるマウント高さでシングルプロペラと比べると、4インチ以上の差があり、低速でブレーニング（滑走）したまま旋回ができる。また、最高速でのマウントとトリムのまま減速し、つりのポイントをチェックして、そのまま加速ができる。さらに急に前方に障害物があったとき、シングルではステアリングをきっても、プロペラがベンチレーション（空気巻き込み）し、避けられなかった状況でも、T.R.P.では避けることができ、また操作感も機敏でよいとの、テストドライバやユーザーの声になっている。

## 6 おわりに

この二重反転船外機は、市場の評価もよく、開発を担当した技術者として、達成感を感じている。

最後になりましたが、プロペラの開発に多くのアドバイスをしていただきました、運輸省船舶技術研究所推進性能部キャビテーション研究室の右近良孝室長に紙面をお借りして深謝致します。

### 著者



奥村滋雄

住野吉胤

荻野 浩

# アルミダイカストマシン自動鋳造ロボットシステム

## Die Casting Robot System

早坂 複 Tadashi Hayasaka

● (株) ワイ・イー・シー FA技術課

### 1 はじめに

ヤマハ発動機（株）第2工場では、10年前よりアルミダイカスト鋳造の自動化、ロボット化を積極的に行い、少人化、不良低減、品質安定、コストダウンなど大きな成果を上げている。この度、（株）ワイ・イー・シーでは、ここで培った技術およびノウハウをもとに、ダイカスト金型からの製品取り出し、製品と不要部位との分離（セキ折り）を行うロボットシステムとしてより現場要求に答えるべく開発を行い、（株）津島ダイキャストに納入したので、その概要を紹介します。

### 2 ユーザーからの要望および期待事項

ユーザーからの要望および期待事項として次の5項目が打ち出された。

#### (1) 短期立ち上げ

現在フル生産のため、マシン停止は極力短くしたい。長くても2週間以内に立ち上げてほしい。

#### (2) 半年間で6台稼働

早く効果を出したい。1996年6月から12月の間に6台稼働させたい。（1台／月のペースで導入したい）

#### (3) セキ折りで傷発生の禁止

製品がカバー類のため、セキ折り工程で傷がつくと不良になってしまふ。従来方式では傷がついてしまう。

#### (4) シングル段取り

多品種少量生産のため、段取りを頻繁に行う。段取り時間を短くし、簡単に行えるものとしてほしい。

#### (5) 安全性、信頼性

ヤマハ発動機（株）第2工場と同等の設備としたい。

### 3 開発の狙い

ユーザーに喜んでもらえる設備作りとして、ユーザー先での工事期間を短縮し、垂直立ち上げ（導入後即稼働）できるシステムの工法開発を行うこととした。従来、自動化設備を導入する場合、基礎工事から生産開始まで、短いものでも約1ヶ月間の工期を要する。今回、2週間以内に稼働できることを目標に開発を行った。

### 4 工法開発

#### 4.1 設備のパッケージ化

図1に示すように、設備をロボット本体ユニット側と、セキ折り装置および制御盤ユニット側の2分割とし、各ユニットはボルトで連結するものとした。また、図2のように、設置はダイカストマシン横にフォークリフトで運び、電気配線を端子ボックス内で結線し、1日で据え付け工事を完了することとした。



図1 ダイカストマシン自動鋳造設備



図2 据え付け工事

#### 4.2 設備の標準化

設備の標準化を図り、どの号機でも対応できる設備とするため、図3に示すように、6台設置するマシンの中で一番スペースの狭い場所で設備レイアウトを検討した。また、同一設備のためまとまった部品製作を行い、約1ヶ月で設備を完成させて、1台／月納入を可能にした。

## アルミダイカストマシン自動鋳造ロボットシステム

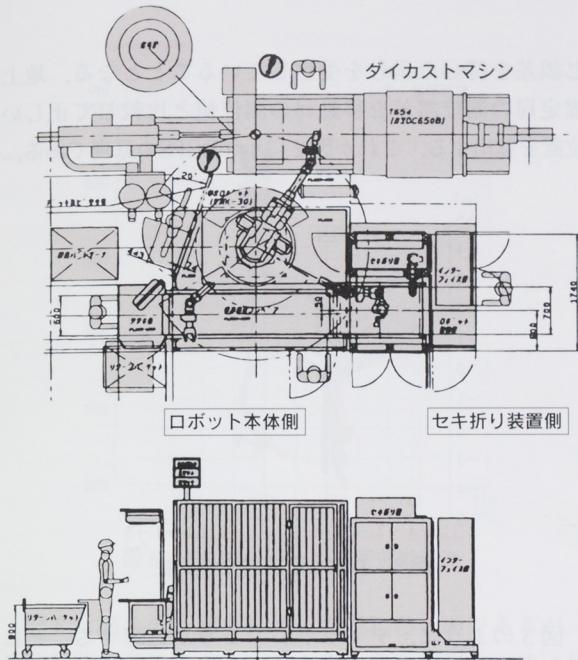


図3 基本レイアウト

## 4.3 事前のロボットティーチング化

ロボットプログラムを事前に入力しておき、ユーザー先では位置データ変更のみとし、半日でプログラムを完成させた。

また、機種対応プログラムも共通化し、新機種生産時はプログラムをコピーし、若干の位置修正で対応できるものとした。

## 5 実績

## 5.1 立ち上げ期間

表1で示すように、工事期間は5日で、6日目には生産することができ、計画の半分以下日の日程で立ち上げることができた。

## 5.2 納入

表2に示すとおり、1996年6月から12月の間に6台を、日程通り納入することができた。

表1 従来方式とパッケージ方式の違いによる工事期間の比較

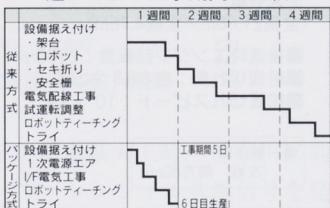


表2 納入時期と立ち上げ期間

	96年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1号機	2日～ 17日						
2号機		22日～ 27日					
3号機			2日～ 17日				
4号機				7日～ 12日			
5号機					10日～ 15日		
6号機						15日～ 21日	

## 6 導入による効果

## (1) 生産性向上

全自動無人運転によって連続運転が可能になり、10%生産が向上した。

## (2) 不良低減および品質安定

鋳造条件が安定し品質が均一になり、不良が5%減少した。

## (3) 人員削減

従来、1台のダイカストマシンを作業者1名で稼動していた。今回ダイカストマシン2台を作業者1名で稼動することが可能となり、3名×2直=6名削減できるようになった。

## (4) その他の効果

従来装置では、異常が発生した場合、ロボットはその場で停止となる。その後、作業者が異常を取り除き、ロボットを作業開始位置まで移動して、起動をかける。異常処理の作業が煩雑なためミスを犯し、立ち上がりまでに時間がかかる。

今回、異常の処理作業を簡素化するため、異常が発生した場合に、ロボットは自己判断し、作業開始位置に自動的に戻り異常表示する。その後、作業者が異常を取り除けば、すぐに起動できるシステムとした。

## 7 おわりに

(株)津島ダイキャストとヤマハ発動機(株)鋳造事業部の多大なご協力により、短期間のうちにこれだけの設備を日程どおり納入し、立ち上げることができました。紙面をお借りしてお礼申し上げます。今後とも開発に力を注ぎ、外販活動に協力してまいります。

## 著者



早坂 祐

# DGPSを使った旋回運動の計測

## Measurement system using DGPS for Boat Motion

宮野定夫 Sadao Miyano

●舟艇事業部 技術室

### 1 はじめに

船舶、航空機をより正確、安全に目的地に到達させるために、GPS(Global Positioning System；地球上の周回軌道に配置された24個の衛星のうち、測位のための最適位置にある4個の衛星より発信される信号を受信し、測位するシステム)が普及している。また、陸上交通網でも、カーナビゲーションの名称で驚異的に普及し始めている。

しかし、GPSデータにはシステムエラー(測位誤差)が含まれており、図1に示すように、その誤差は最大100m程度あり、そのままではデータとしての信頼性にかけている。今回、このシステムエラー(測定誤差)を2台のGPSを使用して測位精度を向上させる手法を用い、旋回運動の計測解析を実施した。

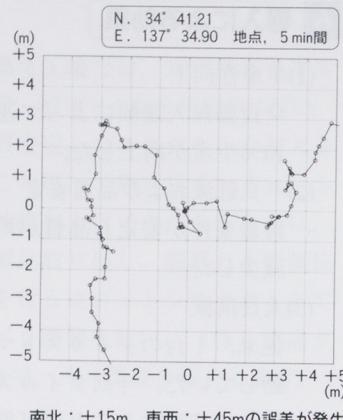


図1 GPS定点測位の誤差

じ誤差を持った信号を受信することとなる。地上固定局の測位誤差を移動局の測位値と比較して正しい位置を算出する。これが図2に示すDGPSの原理である。

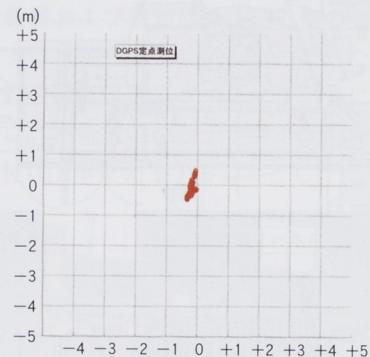
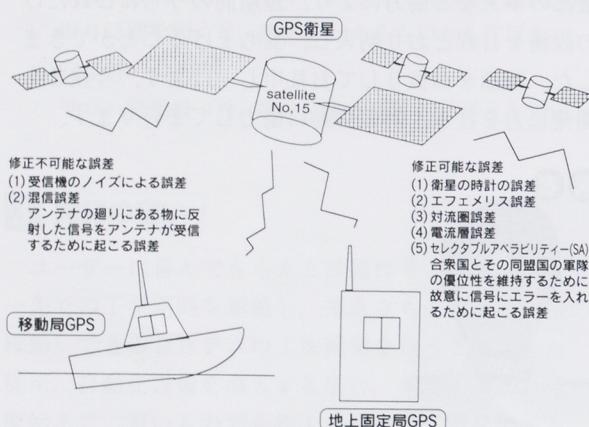


図3 DGPS定点測位の誤差

図3のように、ディファレンシャル処理することにより修正不可能な誤差のみ残るが、精度は±0.5m以内である。

### 2 DGPS(Differential Global Positioning System)の概要

GPSにはシステムエラーが含まれているが、それには修正可能なものと修正不可能なものがある。これらをふまえ、移動局GPSと地上固定局GPSの2台で同時に同衛星の信号を受信する。この時2台は、同



移動局測位置-地上固定局測位置=移動局の真の測位置

図2 DGPSの原理

- テスト艇  
(全長21.66m／全幅4.76m)
- 後進時エンジン回転数：2000rpm
  - 舵板切れ角；左右full (45度)
  - 舵板切れスピード；10°/sec
- …基地局  
(左舷 前方80m)

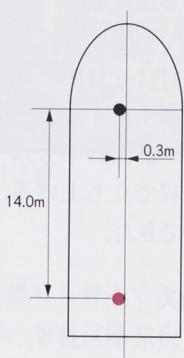


図4 GPS (移動局) 取り付け位置



図5 DGPSを使った旋回運動計測

図6は図5の一部を拡大して表したものであるが、運動軌跡の計測により、その艇の開発評価で官能に頼っていた旋回径などの定量化および風向、潮流の情報を入れることにより、旋回に与える影響などの推定に役立つ結果が得られた。

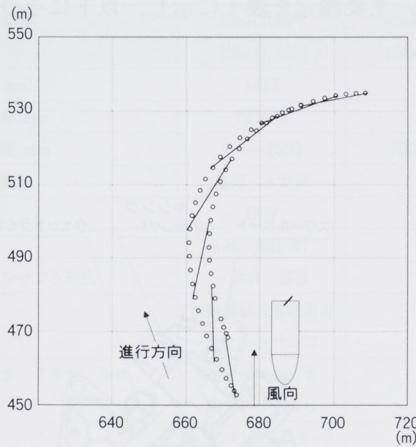


図6 後進左旋回（転舵）航跡

その他に、海上保安庁が三重県大王崎、神奈川県剣崎の2ヶ所よりGPSのディファレンシャル基準信号を発信しているが、図7のようにこの信号をDBR(Differential Beacon Receiver)で受信し、GPSに取り込むことにより、1台のGPSでディファレンシャル処理を行うことも可能である。

ただし、このディファレンシャル処理は、基地局の測位に使う衛星と移動局の測位に使う衛星が異なるため、その測位精度が多少落ちる( $\pm 10\text{m}$ 程度)という欠点がある。

あるが、簡便さから今後このタイプの機能を持ったGPSが普及していくものと思われる。

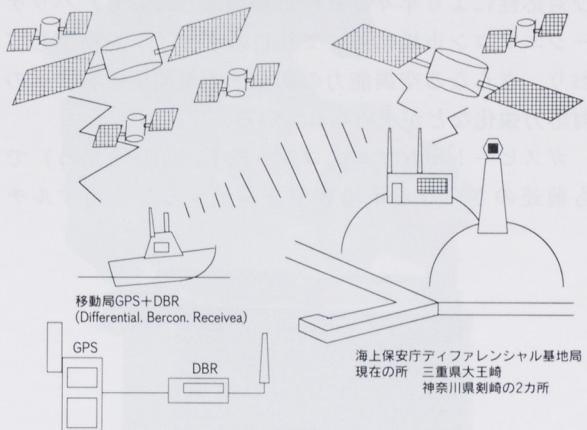


図7 海上保安庁ディファレンシャル処理

図8に示すのはDBRを使ったDGPSと慣性装置を組み合わせた、旋回テストの結果である。旋回時の艇体挙動が把握でき、艇体挙動計算の開発の一助となることができた。

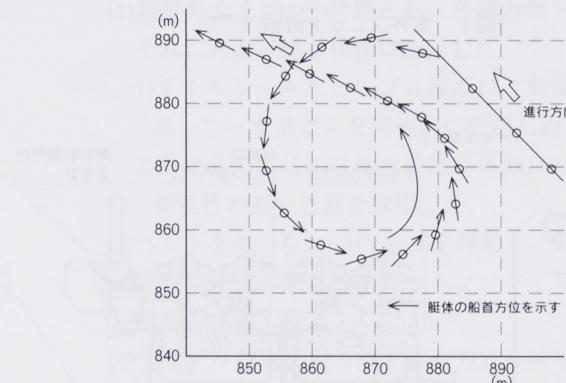


図8 DGPSと慣性装置を使用した旋回運動計測

#### 4 むすび

以上のように、GPSを活用した計測の一部を紹介したが、今後はこれら計測だけでなく、測位を必要とする制御系にも活用していきたい。

# GHP用 水冷4気筒OHVガスエンジン

## Development of Water-Cooled 4 Cylinder OHV Gas Engine for GHP

二口順夫 Yorio Futakuchi 神近拓朗 Takuro Kamichika  
 ●GHP事業部 開発部

### 1 はじめに

ビル用マルチエアコンは、その利便性、経済性および対応性により年々設置台数が増加しており、パッケージエアコン市場において独自のドメインを構築しており、さらなる空調能力の向上・大規模集中物件への対応力強化などが求められている。

ガスヒートポンプエアコン（以下、GHPという）でも前述のさらなる市場要望を満足するビル用マルチ

GHPの開発が課題となっていた。

ヤマハ発動機（株）（以下、当社という）では、この課題を達成すべく、最新鋭のY-HOTシステムを織り込んだ新世代ビル用マルチGHP「M」シリーズを開発し、YMCJ280M-A (10HP)・YMCJ355M-A (13HP)を1995年3月より、YMCJ560M-A (20HP、図1)を、1996年2月、YMCJ450M-A (16HP)を1996年3月より発売開始した。この「M」シリーズ用に、GHP専用として水冷4気筒OHVエンジンを新たに設計・開発したので、以下にその紹介を行う。

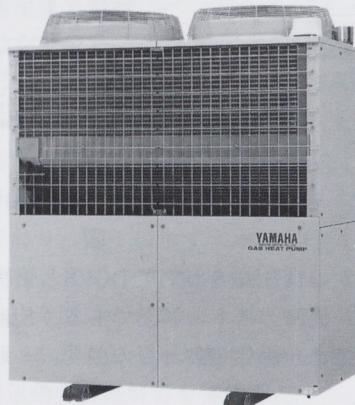


図1 室外ユニット外観

### 2 開発の狙い

GHP用エンジンとしての要求品質には、主に高信頼性、室外ユニットの設置環境の制約条件からくるメンテナンス性、軽量コンパクト化、さらには、環境に優しいクリーンな排気ガス、低振動、低騒音、そして経済性が挙げられる。

GHP専用に開発した本エンジンを図2に、その外観を図3に、主要諸元を表1に示し、以下にその開発内容を記す。

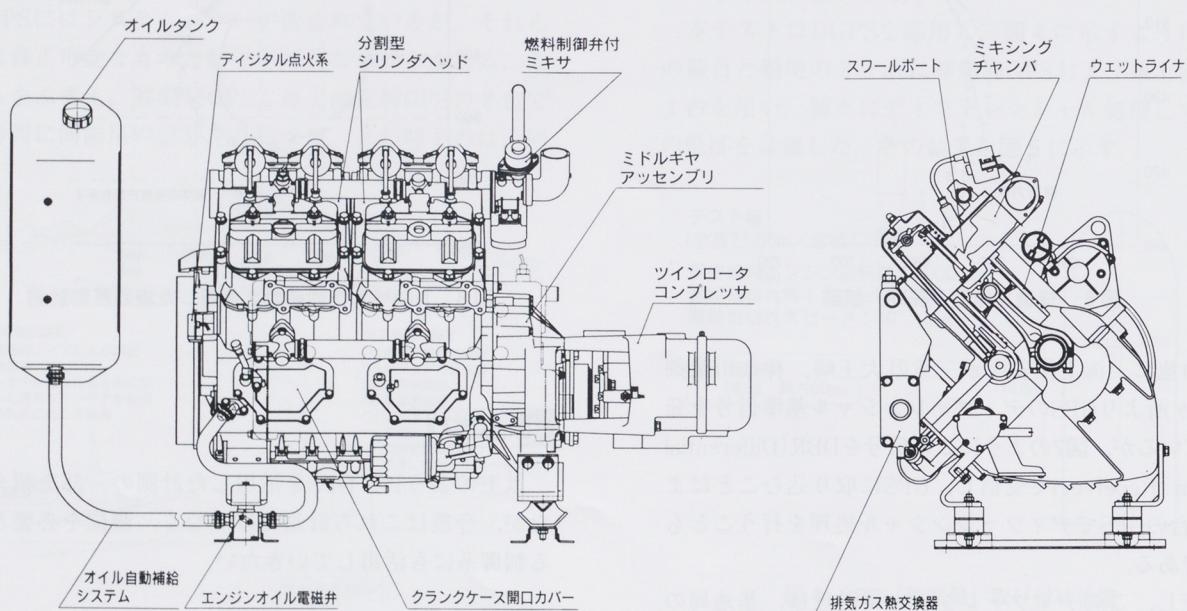


図2 水冷4気筒OHVエンジン

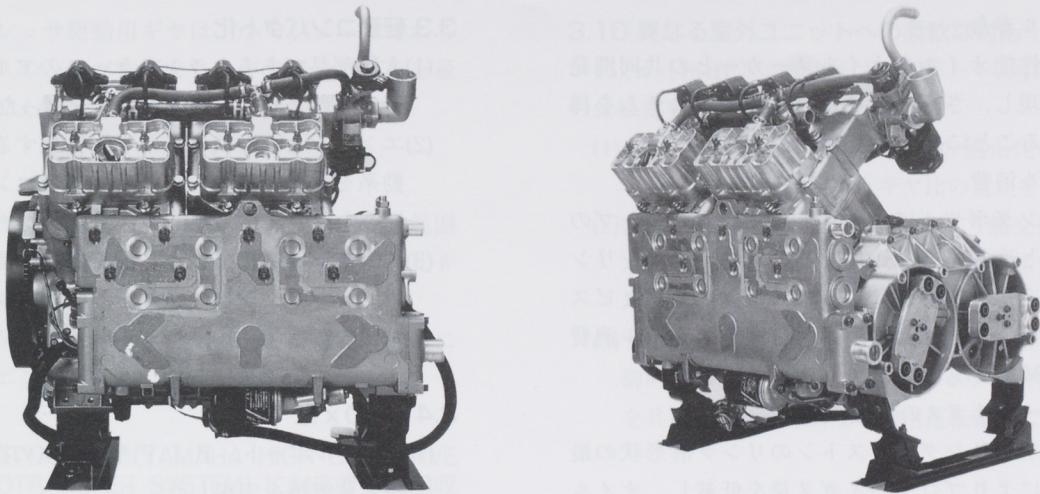


図3 エンジン外観

表1 エンジン主要諸元

仕様諸元項目	28kw(10HP), 35kw(13HP)	45kw(16HP), 56kw(20HP)
総排気量 cm <sup>3</sup>	1453	—
内径×行程 mm	78×76	—
回転数範囲 rpm	700~2300	700~2900
配列・気筒数	直列・4気筒	—
動弁機構	OHV	—
冷却方式	水冷（加圧式）	—
クランクシャフト形式	一体式・鋳鉄	—
潤滑方式	自動補給式強制潤滑 ウェットサンプ	—
キャブレタ（ミキサ）方式	燃料制御弁付き 固定ベンチュリ	—
始動方式	トランスレスDCスタータ 200V	—
点火方式	DC/DCコンバータ型	—
配電方式	独立（無點火なし）	—
進角方式	プログラムデジタル点火 ギヤカウント式	—
ギヤ比	1 : 1.45 × 2	1 : 1.3 × 2
Nox排出値12モード	13A	300（全数）
メンテインターバル	13A	6000
オイル量 L	エンジン 別体タンク	10 16
		21

### 3 開発内容

#### 3.1 高信頼性の確保

- (1) 設計寿命を30,000時間とし、各部の諸元、材質はそれに対応可能な仕様に設定した。
  - 1) オイルシールなどのゴム部品に、高温信頼性の高いフッ素系ゴムを積極的に採用した。
  - 2) 動弁系の部品には低速長時間運転に対応する耐摩耗性の高い材質を採用した。
- (2) ベルトを用いないOHV方式を採用し、低速、長時間運転に十分耐えるようカムプロファイルへは強制潤滑を実施した。
- (3) デジタル点火による独立点火方式を採用し、摩耗の発生するディストリビュータを廃止し、信頼性の向上と高い発生電圧を確保した。

#### 3.2 メンテナンス性の向上

- (1) メンテナンスインターバルを6,000時間とし、それを達成するため次の仕様を織り込んだ。
  - 1) タペットクリアランス調整  
バルブシートフェース面角度120°、フェース面面圧低減、着座速度、バウンスの管理、バルブシート材の耐摩耗性向上などにより、タペットクリアランスの減少を抑えた。

### 2)オイル寿命

新高性能オイルをオイルメーカーとの共同開発で実現し、さらにオイル自動補給システムを採用することによりオイル寿命を向上した。

### 3)オイル消費

シリンドラボディにウェットライナ式スリーブの採用と冷却系を最適化することにより、シリンドラの変形を最小限にし、ピストンの形状とピストンリング仕様との最適化を図り、オイル消費の低減を実現した。

### 4)プローバイガスの低減

ピストンリング、ピストンのリング溝形状の最適化によりプローバイガス量を低減し、オイルセパレータエレメントの容量増大を最小限に抑えながら、6,000時間メンテナンスを実現した。

### 5)点火プラグ摩耗

電極の摩耗に有利な白金プラグの採用と、無駄火廃止により電極摩耗を極力減らした。

#### (2)メンテナンス項目の削減

- 1)OHV方式によるタイミングベルトの廃止。
- 2)エンジンとギヤユニット一体化による、ギヤ専用オイルの廃止。
- 3)オイルタンクのオイルは補給のみとし、交換油量をエンジン本体のみとした。

#### (3)エンジン定期メンテナンス作業の前面集約化

- 1)室外ユニットの設置スペースの有効利用のため、定期メンテナンス部品をすべて室外ユニット前面にレイアウトし、前面パネルの取り外しのみでメンテナンス可能とした。
- 2)前傾45°シリンドラ、直立インラインバルブレイアウトにより、タペットクリアランス調整と点火プラグ交換作業を簡易化した。

#### (4)システム搭載状態での重整備を可能とした。

- 1)分割式シリンドラヘッド、ウェットライナ式スリーブ、斜め分割コンロッド、クランクケース開口蓋の採用により、システム搭載状態でピストン、スリーブの交換が可能となり、また、寿命に至った部品の交換時にも部品点数の削減ができた。
  - 2)前傾45°シリンドラにより、背面のスタートモーターの交換が室外ユニット前面より可能となった。
- 上記(1)～(4)により、従来の同クラスGHPに対し、30～50%のメンテナンスコスト低減を実現した。

### 3.3 軽量コンパクト化

- (1)大物部品であるクランクケースのアルミダイキャスト化により、大幅な軽量化を図った。
- (2)エンジンとギヤユニットを一体化することで、駆動系を含めたアセンブリとしてのコンパクト化を図った。
- (3)薄型コンパクト排気ガス熱交換器の開発により、エンジンアセンブリ全体としてのコンパクト化を図った。

### 3.4 低NOx化

- (1)スワールポート、B.I.P.型燃焼室の採用により、超希薄燃焼を実現した。
- (2)プログラムデジタル点火時期制御と燃料制御弁制御により、充分なエンジン出力の確保とNOx低減という相反する課題の両立を図った。

### 3.5 低振動化

- (1)アルミコンロッド採用により往復質量を軽減し、振動低減に寄与した。
- (2)エンジンマウントのレイアウトとバネ定数の最適化により、室外ユニットの低振動化を実現した。
- (3)クランクシャフト主軸受けとオイルパンの一体化によりクランクシャフトの支持剛性を確保し、振動低減に配慮した。

### 3.6 低騒音化

- (1)図4に示す多段膨張型の大型排気マフラーの採用により、排気音の低減を図った。

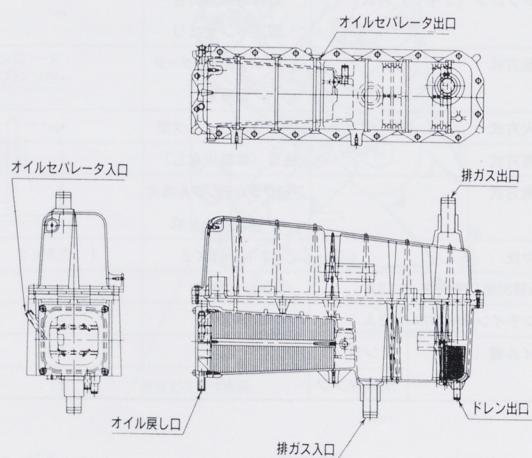


図4 大型排気マフラー

(2)コンプレッサ駆動用ギヤは、小モジュールでねじれ角18°のハスバ歯車とし、ギヤ騒音の発生を最小限に抑えた。

### 3.7 経済性

- (1)超希薄燃焼の実現およびエンジン使用回転数範囲とギヤ比の適正化により、ガス消費量を当社比6%低減した。
- (2)高性能薄型コンパクト排気ガス熱交換器の開発により、エンジン廃熱の有効利用を図った。

### 3.8 Y-HOTシステム (YAMAHA HIGH OPERATIVE THERMOTRANSFER SYSTEM) に対応する熱回収性能

- (1)高性能薄型コンパクト排気ガス熱交換器(図5)の開発
  - 1)上流部の高温部でのアルミ製プレートフィン化により、熱交換性能の向上を図っている。
  - 2)下流部の低温部でも、ステンレス製スクリューパイプの採用により、耐食性を確保しながら熱交換性能の向上を図った。
- (2)冷却系の並列化
 冷却水経路を、エンジン用と排気ガス熱交換器用に分けることにより、低温暖房時の熱回収性能および起動直後の熱回収性能の向上と、それに相反するエンジン保護とを両立させた。

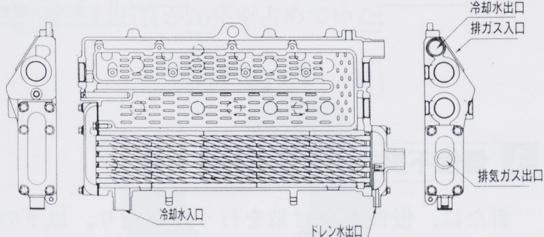


図5 排気ガス熱交換器

### 3.9 ガス種多様化への対応

「M」シリーズより従来のガス種(13A, プロパン, 6C)に加え、さらに広範囲のガス種についても対応可能とした。

また、ガス種変換に必要なエンジン部品は、「M」シリーズにおいては、機種間共通とした。(ただし、一部ガス電磁弁周りの部品については、機種により異なる。)

### 3.10 異なる室外ユニットへの柔軟な対応

45kw(16HP), 56kw(20HP)への対応には、次の仕様変更を行った。

- (1)インバータ比とエンジン負荷の適正化のため、エンジン使用回転数範囲とギヤ比の変更を実施した。
- (2)排熱回収量向上のため、排気ガス熱交換器の冷却水流量増量とスクリューパイプの仕様変更を行った。
- (3)プログラムデジタル点火時期制御と燃料制御弁制御の制御ソフト変更により、セッティングパートを共通化しながら異なる使用運転範囲に対応した。

### 4 おわりに

以上、GHP「M」シリーズ用ガスエンジンについて紹介したが、GHP専用に開発した本エンジンは、既存エンジンの改良では成しえなかった空調機用としてのニーズを、充分取り入れることができたと考えている。

今後は、本エンジンをベースとして、さらなる改良を加え熟成を図り、新たなニーズに対応できるよう努力していく所存である。

#### 著者



二口順夫

神近拓朗

# ダイカストにおける湯じわ不良対策への新しい試み

## The New Trial to Take Measures for Flow Line Defect in Die Casting

鈴木利育 Toshiiku Suzuki

●铸造事業部 鑄造技術室

**要旨**

当社のダイカストの湯じわ不良は、製品の外観要求品質レベルが高いこともあり、もろもろの対策を行ってきたがなかなか減少せず、慢性不良となっていた。そこで不良をつくれない条件を求めるために、PM分析、統計的品質管理（SQC）と品質工学の3つの手法を組み合わせ、原因の追求、重要品質コンポーネントの設定、最適铸造条件の設定を行った。さらに不良を作れない条件を維持するために、重要品質コンポーネントの自動制御化を図った。その結果、対象とした製品の铸造不良率を従来の3分の1まで低減することができた。

**1 はじめに**

TPM品質保全活動を行っている製造業においては、不良率がPPMオーダーの業界もめずらしくない。しかしながら、ダイカスト業界においては、依然数%の不良率があると言われている。（日本ダイカスト協会の集計した企業52社のアンケートによる平均不良率は8.8%のことである。）また、慢性不良として湯じわ不良と铸巣不良が2大不良に上がっている。<sup>(1)</sup>

ヤマハ発動機（株）磐田第2工場は、モーターサイクルおよび船外機のエンジン部品を多種、かつ比較的小量生産している。そのため、非定常状態が多く、定常状態に達するまでに不良が発生する。製品は外観部品でもあり、湯じわの品質基準はたいへん厳しいため、平均不良率は3%で推移していた。

铸造は制御し難い要因が多く、技能で補われてきた部分も多かった。TPM活動では、不具合の現象を原理原則にしたがって物理的に解明するPM分析の手法を用いて、大いに成果を上げてきた。しかしながら、次のような問題点が残った。

(1)設備の各要因が、品質特性にどのくらい寄与しているかわからない。

(2)品質特性を向上させるのに、どの要因の精度をどれだけの水準にすればよいかわからない。

(3)4M（人、設備、材料、方法）の中の铸造条件について、最適条件の追求ができない。<sup>(2)</sup>

そこで、TPM特別賞にチャレンジするにあたり、PM分析、統計的品質管理、品質工学という3つの手法の組み合わせを試みた。

本稿では、ダイカスト铸造の湯じわ不良の対策について述べる。

**2 ダイカスト工程の概要**

ダイカスト法は、図1に示すように、金型に外部のスプレーにより離型剤を吹き付け、次に型を締め、高温の溶融金属を高速、高压で金型内へ打ち込む铸造法である。铸造を終了すると、型が開き製品を押し出す。金型内部は冷却されており、製品1個ができる短時間の間に入熱と除熱を繰り返す。多くの品質コンポーネント（以下、Qコンポという）が、瞬時に作用する工法である。

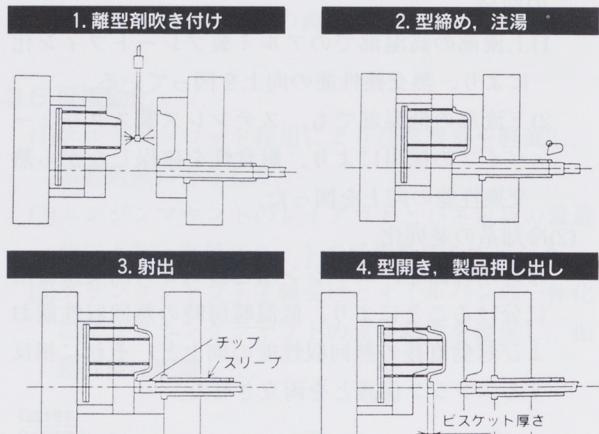


図1 作動状況

**3 慢性不良対策の基本的考え方**

新たに、慢性不良対策を行うにあたり、以下の進め方で取り組むこととした。

- (1)PM分析で要因の洗い出しを行い、設定基準値外の項目は復元する。
- (2)要因の検討を行い、重要度の高い要因についてデータ収集をし、統計的品質管理により、品質特性に対して重要な要因を絞り出す。
- (3)重要要因および铸造条件の最適条件を品質工学<sup>(3)</sup>によって導きだす。
- (4)最適条件を維持する自動制御方法を作る。
- (5)確認実験をする。

#### 4 湯じわ不良対策の目標とステップ展開

慢性不良で大きなウェイトを占める湯じわ不良対策の目標は、特に重要Qコンポを明確にし、鋳造条件の最適化を図ることである。次に、それを維持するQコンポの自動制御システムを開発し、ばらつきの極小化を図る。

進め方は、図2に示す7つのステップで展開した。

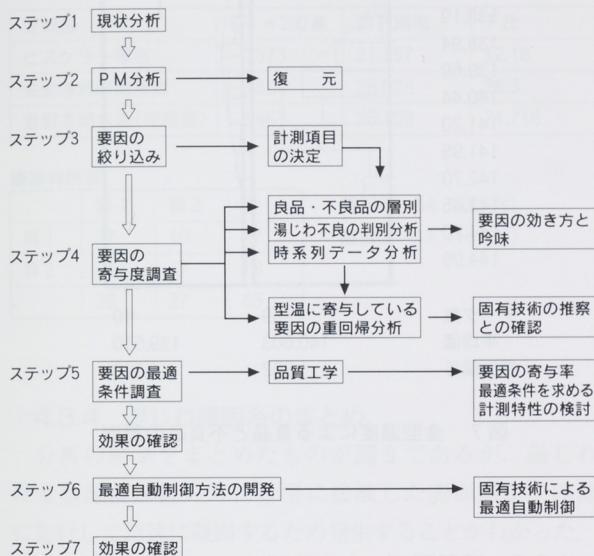


図2 湯じわ不良対策のステップ展開

##### 4.1 現状分析（ステップ1）

鋳造工程での不良内容を調査してみると、図3に示すように湯じわ不良が76%を占めていた。

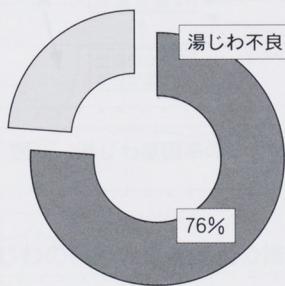


図3 鋳造工程での不良率

##### 4.2 PM分析の実施（ステップ2）

###### 4.2.1 湯じわのメカニズムの検討

湯じわとは「金型内に流入した溶湯が十分融合しないで、ダイカストの表面に現れる浅いしわ、あるいは湯流れ模様」をいう。<sup>(4)</sup>

湯じわが発生しやすい条件は、図4のような状態の時である。湯じわにはいくつかの原因が考えられ、水が型表面に残ってできる水残り湯じわ不良、充てん前にかなり固まったアルミの溶湯を押し込んでできた凝固片湯じわ不良、アルミの溶湯が混じり合う際にアルミ同士が融合できない湯じわ不良などが考えられる。湯じわの代用特性に近い計測特性としては、充てん時間が知られている。<sup>(5)</sup>

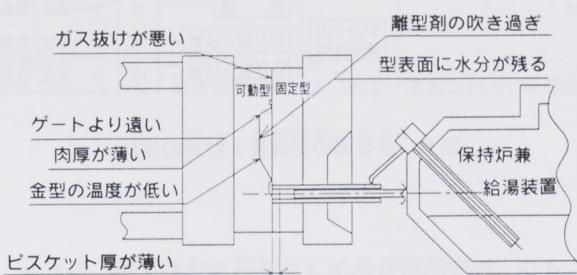


図4 湯じわの発生しやすい条件

###### 4.2.2 PM分析の実施

PM分析では、湯じわ不良の発生するメカニズムを設備、人、材料および方法の面からリストアップしたが、それを表1に示す。

表1 PM分析表

現象	物理的見方	成立する条件	4M（設備、材料、方法、人）	
			1次	2次
ゲートから遠い商品の表面に湯じわが発生する	溶湯が金型に沿って融合しないで凝固した凹凸、しわ	スリーブ内で凝固層ができる	溶湯の温度が低い 溶湯重量が少ない スリーブの温度低下	配湯温度が低い 温調計の精度不良 給湯精度不良 外へこぼれる 冷却水量が多い 冷却水温が低い

次に各要因ごとに現状を調査し、明らかに基準値から外れる部位については、表2に示すように、この段階で条件の復元工事を行った。

表2 PM分析後の調査結果および対策内容

点検部位	点検項目	基準備	測定値	判定	対策内容
給湯装置	温度	$\sigma = 3^\circ\text{C}$	$\sigma = 5^\circ\text{C}$	NG	
給湯装置	給湯量	$\pm 2\%$	$\pm 3.7\%$	NG	増締め、部品交換、カス取り
給湯装置	こぼれ	無し	無し	OK	
金型	チョコ停	無し	ランナー取られ	NG	ランナー短縮型改造

さらに、各要因について定性的ではあるが、湯じわ不良に対しての影響度やばらつきの程度を評価することにより、どの要因について計測すればよいか検討し選択した。（図5）

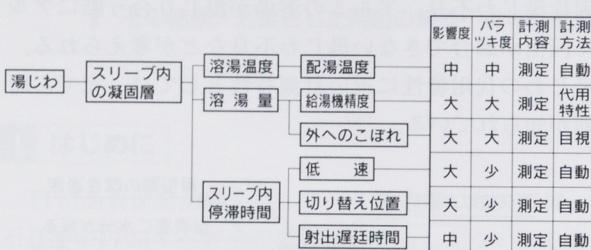


図5 各要因の影響度と計測の検討

#### 4.3 要因の絞り込み（ステップ3）

計測により得たデータに対し、1変量解析（基本統計量、時系列データ）、2変量解析（層別、相関など）、多変量解析（判別、重回帰分析）などの解析方法を試みたが、その結果の一部を述べる。

##### 4.3.1 良品と不良品の層別

スリーブ内に残った溶湯の固まったものをビスケットと呼ぶが、図6に示すように、この厚さが薄いと湯じわ不良が増加する（ビスケット厚さは溶湯重量に比例する）。これは金型内に入る熱量が減少するためと考えられる。

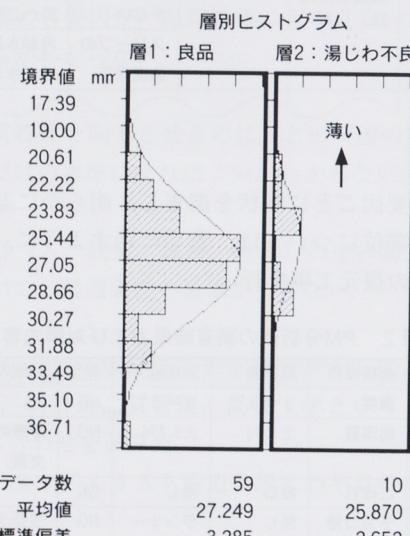


図6 ビスケット厚さによる良品と不良品の層別

また、図7に示すように、金型温度が低いと湯じわ不良が増加する。これは金型がアルミの溶湯を急激に冷却するためと考えられる。

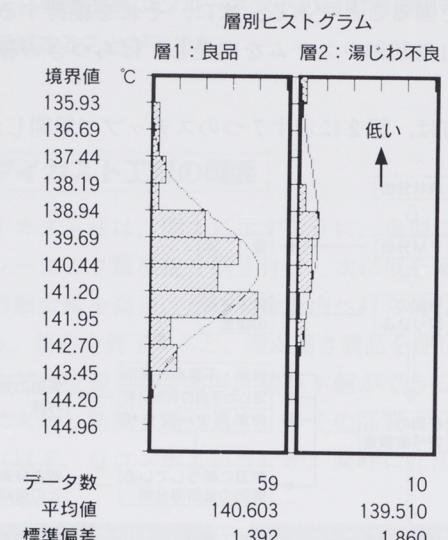


図7 金型温度による良品と不良品の層別

##### 4.3.2 時系列データの分析

計測した30種類の時系列データの中より、溶湯温度と金型温度の時系列データを比較してみたところ、図8に示すとおり、A点では溶湯温度が約7°C低下しており、金型温度は約2~3°C低下していることがわかった。

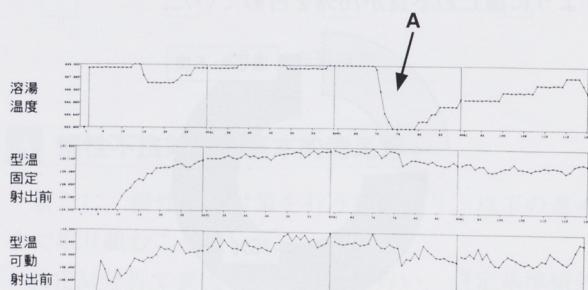


図8 溶湯温度と金型温度の時系列データの比較

### 4.3.3 湯じわ不良の判別分析

多変量解析のひとつである判別分析を使い分析してみたが、その結果を表3に示す。対象としたエンジン部品の同じ場所に発生した同程度の湯じわを判別分析してみると、ビスケット厚さ、金型温度と相關のある金型冷却IN側水温、金型冷却水温(可動型)などの要因が寄与していることがわかった。

表3 湤じわ不良の判別分析の結果

変数名	D**2の差	誤判別率	F比
ビスケット厚さ	-0.573	21.357	12.18
金型冷却IN側水温	-2.821	28.623	26.3
金型冷却水温(可動型)	-2.465	26.159	21.716

■誤判別表

	群1	群2	計
群1	37	10	47
群2	1	17	18
	38	27	65

■正答…54 (83.1%)  
■誤答…11 (16.9%)

### 4.3.4 湯じわ原因系のまとめ

分析の結果をまとめたものが図9であるが、湯じわは金型温度が低い時に金型に接触した表面層が、内部に先行して急速に凝固するため発生することがわかった。ビスケット厚さが薄い、または溶湯の温度が低いとアルミニウムが早く凝固してしまう。

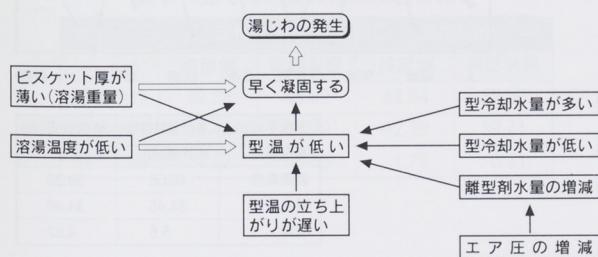


図9 湯じわ原因系のまとめ

### 4.3.5 湯じわの原因の重要要因の推定

#### (1)金型温度

金型温度が低い領域では、湯じわ不良が出たり出なかったりする不安定領域があり、金型温度が高くなると焼き付きを生じる不安定領域がある。

#### (2)ビスケット厚さ

給湯装置の精度は溶湯の重量の±2%あり、例えば6.3kgの重量の時の±2%は±126gであり、これは680°Cの温度の溶湯では±21.9kcalに相当す

る。これは図10に示すとおり、溶湯温度に換算すると実に±13.9°Cになり、大変な影響力があると思われる。

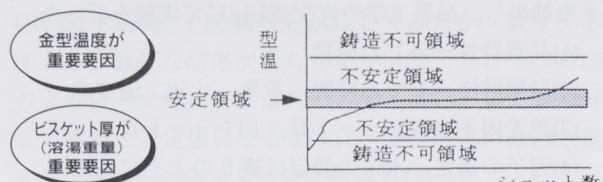


図10 重要因素の推定

### 4.3.6 金型温度に寄与している要因調査

表4に示す重回帰分析の結果から、金型温度に寄与している要因をまとめると図11のようになるが、多くの要因のうち、溶湯温度、ビスケット厚さ、離型剤の水温、水量などが寄与していた。

表4 重回帰分析の結果

変数選択の方法	手動選択
目的変数	金型温度固定型射出前
残差平方和 (Se)	11.883
重相関係数 (R)	0.892
寄与率 ( $R^2$ )	0.796
自由度調整寄与率	0.774

説明変数	偏回帰係数	標準偏係数	t 値
サイクルタイム	-0.117	-0.128	-2.237
ビスケット厚さ	0.053	0.136	2.191
スリーブ温度	0.056	0.176	2.178
離型剤水温	-0.787	-0.727	-6.795
溶湯温度	0.046	0.127	2.121
離型剤水量	1.419	0.097	1.763

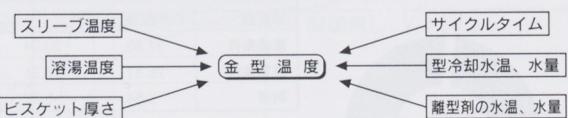


図11 金型温度に寄与している要因図

#### 4.4 要因の寄与度調査および最適条件の設定

(ステップ4, ステップ5)

##### 4.4.1 要因寄与度調査

要因の絞り込み、および铸造条件より7つの制御因子を抽出し、品質工学の直交表L18にて実験を行った。

(1)品質特性→湯じわ面積

(2)計測特性→充てん時間、重量、寸法、温度差

(3)誤差因子→5ショット目、10ショット目

(4)因子の選定、水準の設定は表5のようにした。

高速度は射出時のチップが高速で動く速度であり、また、その区間を高速区間と呼ぶ。

表5 因子の選定と水準の設定

No	記号	因子	第一水準	第二水準	第三水準
1	A	e			
2	B	溶湯温度 (°C)	650	670	690
3	C	金型温度 (°C)	110	130	150
4	D	ビスケット厚 (mm)	15	30	45
5	E	高速度 (m/s)	1.6	2.4	3.2
6	F	高速区間 (mm)	210	225	240
7	G	昇圧時間 (ms)	40	70	140
8	H	エアプロ一時間 (S)	5	8.5	13.5

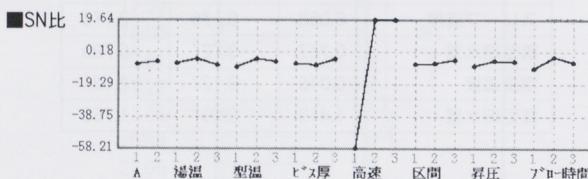
(5)実験の割り付け

直交表L18に割り付ける。

##### (6)要因効果図

###### 1) 凝固片湯じわ面積の要因効果図

図12に示すとおり、凝固片湯じわは高速度の寄与率が極めて高い。



###### ■凝固片湯じわの要因別寄与率

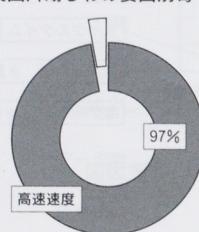


図12 凝固片湯じわ面積の要因効果図

###### 2) 水残り湯じわ面積の要因効果図

図13のように、水残り湯じわは金型温度の寄与率が44%と高い。

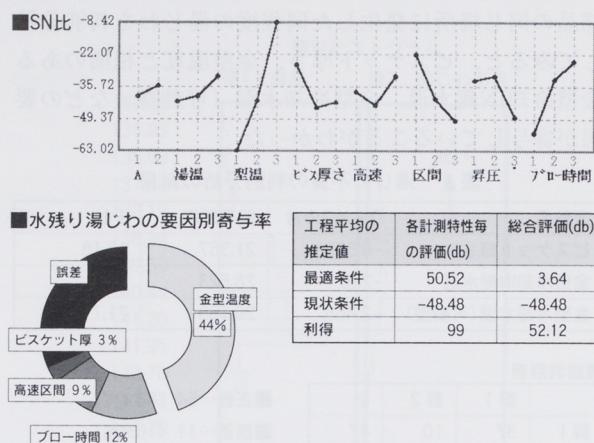


図13 水残り湯じわ面積の要因効果図

###### 3) 充てん時間の要因効果図

充てん時間は製品ごとに目標値がある。図14に示すように、早すぎると焼き付きを起こし、金型修繕費が増える。遅すぎると湯じわ、湯まわり不良をおこす。(6)

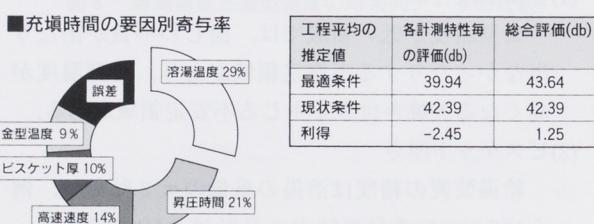
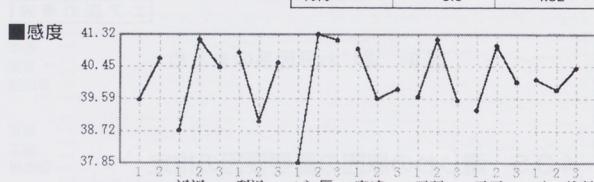


図14 充てん時間の要因効果図

#### 4.4.2 最適条件の設定

(1)実験での総合評価より、最適条件は表6のようになった。

表6 最適条件

要因	水準	要因	水準
溶湯温度(℃)	690	高速速度(m/s)	2.4
金型温度(℃)	150	高速区間(mm)	225
ピスケットの厚さ(mm) (溶湯の重量)	45 13.5	昇圧時間(ms)	70
		エアプロー時間(sec)	

(2)湯じわ面積、充てん時間の確認実験の結果を、表7および表8に示す。

表8から分かるように、充てん時間の確認実験の利得は推定値の±30%以内にあり、再現性のある実験であった。

表7 湯じわ面積の確認実験の結果

S/N比(db)		
	推定値	確認実験
最適条件	—	-44.79
現状条件	—	-52.94
利得		8.15

表8 充てん時間の確認実験の結果

S/N比(db)		感度(db)		
	推定値	確認実験	推定値	確認実験
最適条件	39.28	45.52	43.64	39.50
現状条件	34.46	35.99	42.39	39.71
利得	4.82	6.53	1.25	0.21

#### (3)湯じわ発生のばらつきの比較

湯じわの利得より次のように計算できる。

$$\text{標準偏差 } \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 10^{8.15 - 20} = 2.5$$

従って、ばらつきは2.5分の1に減少する。(湯じわ不良率で2.5分の1になる)

#### 4.5 最適自動制御法の開発(ステップ6)

要因の絞り込みおよび品質工学の実験の結果の寄与度より、重要Qコンポとして次の2点を設定し、最適自動制御方法を開発した。

#### 4.5.1 金型温度制御システムの開発

ダイカスト鋳造の金型温度の変化の特徴は、1サイクル間の温度の変化が大きく、金型温度の変化の遅れも大きいことである。制御方式として、通常使われるON-OFF制御、PID制御も試験してみたが、表9に示すように良好な結果が得られなかった。そこで、図15のように、金型内部に温度センサを設け、設定値に対して演算し設定値になるように、金型内部の冷却水量または離型剤のスプレー量を制御した。

この制御を使うことにより、金型温度が安定するまでのショット数は、図16に示すように、制御なしに比べ28ショット低減させることができ、設定値に対するばらつきも4分の1に低減した。

表9 制御方法ごとの実験結果

制御方法	立ち上げ時間	オーバーシュート	安定時間	オフセット量	総合評価
ON-OFF	○	×	△	×	×
PID	○	△	△	×	×

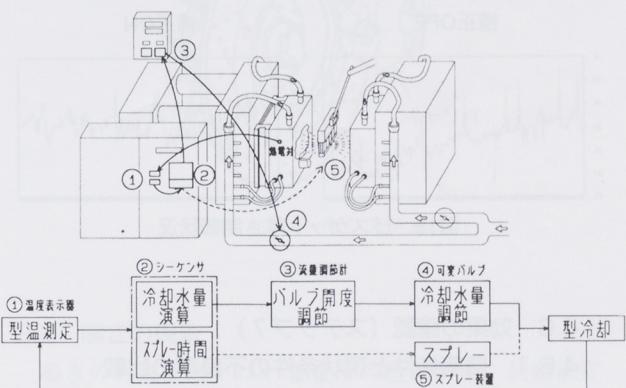


図15 金型温度制御システム

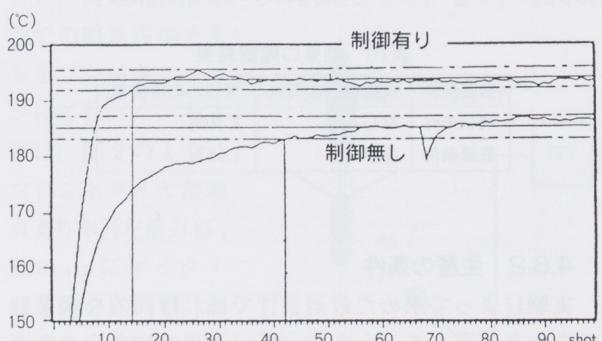


図16 金型温度安定までのショット数

#### 4.5.2 ビスケット厚さ制御システムの開発

ダイカストマシンの射出チップの位置検出機構をつけることによって、ビスケット厚さを計測し設定値になるように演算し、給湯機に給湯時間の指示を出して制御した。その制御システムを図17に示す。

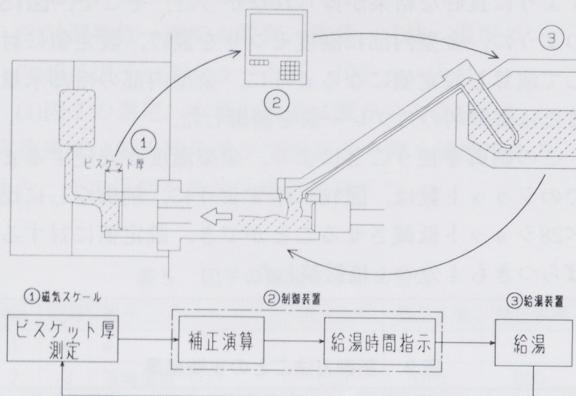


図17 ビスケット厚さ制御システム

この制御を使う効果として、図18に示すように、設定値からのばらつきが5分の3に低減した。

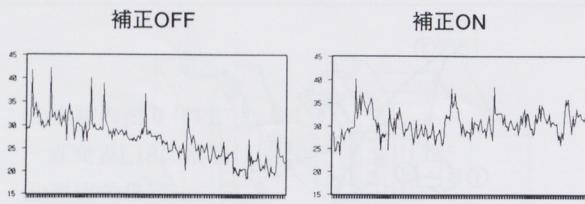


図18 ビスケット厚さ制御状況

#### 4.6 効果の確認（ステップ7）

##### 4.6.1 最適条件と現状条件の不良率の比較

生産において、最適条件と現状条件での不良率を比較したが、その結果を表10に示す。なお、比較はモーターサイクルのエンジン部品の金型で行った。

表10 効果の確認結果

鋳造条件	自動制御の有無	湯じわの不良率
現状条件	なし	2.30%
最適条件	あり	1.58%

##### 4.6.2 生産の条件

実験によって求めた最適条件では、時間的な操業ロスを大きくすることもあり、表11のように多少の変更を行って確認した。

表11 生産条件

要因	水準	要因	水準
溶湯温度(℃)	670	高速速度(m/s)	2.4
金型温度(℃)	150	高速区間(mm)	225
ビスケットの厚さ(mm)	40	昇圧時間(ms)	70
(溶湯の重量)		エアプロ一時間(sec)	9

この時の湯じわの不良率は0.7%となり、3分の1に低減することができた。

## 5 効果のまとめ

(1)湯じわ発生の重要な要因は、金型温度とビスケット厚さであり、それらの寄与率が高い。従って、熱量の管理が非常に重要であり、これらをコントロールすることによって、不良の発生を大幅に抑えられることが定量的に実証された。

(2)対象とした製品で、湯じわの不良率を3分の1に低減することができた。

## 6 おわりに

従来、あまりに条件が多いためあきらめてきた慢性不良に対して、PM分析、統計的品質管理、品質工学の3つの手法を組み合わせることによって、効率的な要因の絞り込みと再現性の高い結果を得ることがわかった。

### ■ 参考文献

- (1)植原寅蔵、菅野友信共著：アルミニウム合金ダイカスト、軽金属出版
- (2)特集：PM分析とSQCでシナジー効果を！：プラントエンジニア、4(1995)9-40
- (3)田口玄一：開発・設計段階の品質工学、日本規格協会
- (4)ダイカストの標準、日本ダイカスト協会
- (5)田口玄一、横山巽子：品質設計のための実験計画法、日本規格協会
- (6)小池康彦、ほか；高生産堅型加圧鋳造技術の確立、中部品質管理大会(1993)109-114

### 著者



鈴木利育

# 低周波ディスクブレーキ鳴きと動吸振器の応用

Study on Disk Brake Groan Noise and Dynamic Damper

田中十四夫 Toshio Tanaka

鈴木芳弘 Yoshihiro Suzuki

●MC事業本部 技術開発室

## 要旨

二輪車において、グローン音と呼ばれる低周波のディスクブレーキ鳴きが発生することがある。これまで、防止策は効きと鳴きを両立するパッド材の選定に頼らざるを得ず、品質向上ならびに開発効率の観点から、効果的な鳴き防止技術が切望されていた。本報ではグローン音の現象を実験モード解析などの手法を用いて調査を行い、鳴き発生のメカニズムはホイールのねじり固有モードを要因とする自励振動である、と推定している。その推定を基に、防止策として動吸振器を取り上げ、グローン音に対する有効な技術であることを確認した。さらに、本技術開発で得られた知見が量産モデルに活用されたので、実施例として紹介する。

## 1 はじめに

動力性能の進歩に見合った制動性能の確保は、安全かつ快適な走行を実現するために不可欠なものである。二輪車においては、非アスペスト化や高温での制動性重視などにより、セミメタリック材や焼結材などの金属系パッドが、数多く使用されるようになりつつある。ブレーキに関するこのような進化は、高い制動性能を生みだすというプラス側面がある一方、鳴きという快適さを損なうマイナス側面を引き起こす要因になっているものと考えられる。

ブレーキ鳴きに関する研究は数多く報告されている<sup>(1)</sup>が、四輪車を中心とした比較的高い周波数での鳴きに関するものが多い。グローン音と呼ばれる数百Hzの低周波鳴きに関する報告<sup>(2),(3)</sup>もいくつかあるが、二輪車において我々が直面しているグローン音とは、その発生要因が異なるように思われる。パッド面のスロット加工やバックプレート用制振シムも、グローン音にはほとんど低減効果が見られない。対策はパッド材の選定に頼らざるを得ない、というのが実状である。したがって、二輪車におけるグローン音発生メカニズムの解明、および効率的な防止策の開発は重要な課題といえる。

本報では、まず実験モード解析などを活用し、グローン音の発生メカニズムを推定する。また防止策として動吸振器を取り上げ、実車において有効な手段であることを確認、さらに推定した発生メカニズムの裏付けについて述べる。

## 2 グローン音の現象分析

### 2.1 ブレーキシステム

現象分析の対象とした二輪車のフロントブレーキシステムの概要を図1に示す。供試車のブレーキ仕様は、ディスク板(外径 $\phi$ 282mm、厚さ5.0mm)がホイールのハブ左側に直接ボルトオンされたシングルディスクであり、

ホイールは多数のスポークによってリムとハブが結合される構造である。キャリパは片側2ポットタイプのピニスライド式で、フロントフォークのアウターチューブに固定されている。パッドは焼結材を使用している。

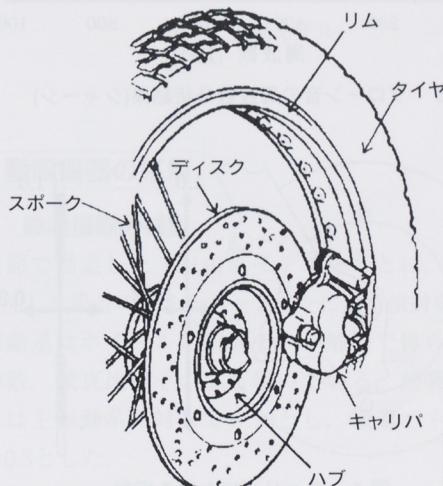


図1 ブレーキシステム

### 2.2 鳴きの現象

鳴きの再現テストは今までの経験から、制動液圧や湿度、室温など、なるべく起こりやすい条件を選定して行っている。今回のテストでは制動液圧を1.2MPaとし、時速50km/hからの制動とした。まず、車両状態での鳴き再現テストをブレーキシャーシにて行った。鳴き音は、図2のようにフロントタイヤ接地点より車両左前方45°、700mmにマイク・騒音計を置いて計測し、これをFFTに接続している。

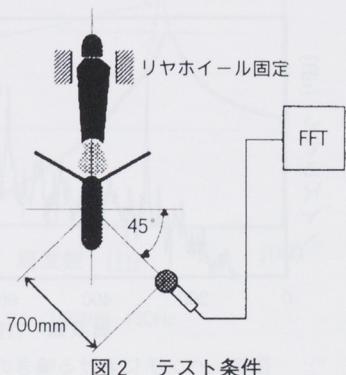


図2 テスト条件

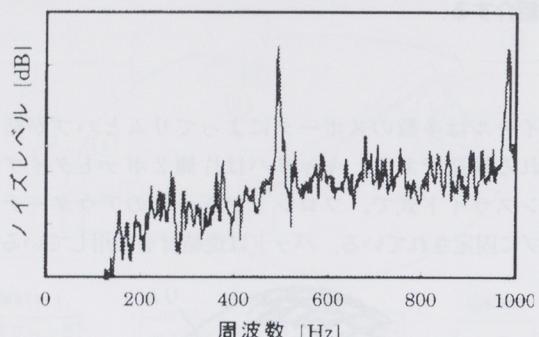


図3 グローン音の周波数分析結果(シャーシ)

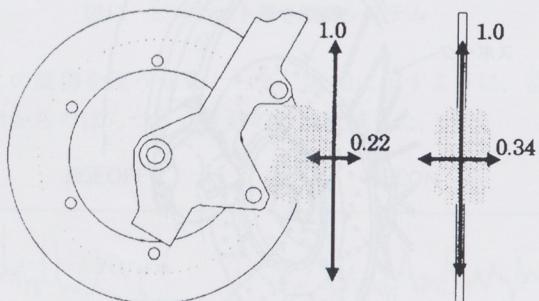


図4 キャリパにおける振動

一方、同一仕様のディスク、キャリパ、パッドをそのままブレーキベンチに取り付け、シャーシと同じ条件で鳴きの再現テストを行った。そのときに発生した鳴き音の周波数分析結果を図5に示す。この結果からわかるように、鳴きの基本周波数は約300Hzであり、シャーシでのグローン音とはおよそ200Hzの開きがある。

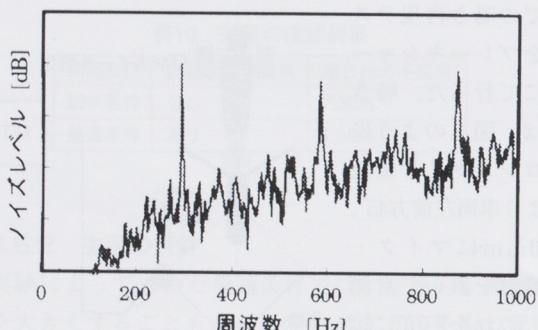


図5 ベンチにおける鳴きの周波数分析結果

### 2.3 実験モード解析

ブレーキ鳴きは、構成パーツの固有振動を要因とする自励振動であると言われている。前節までの結果から、シャーシとベンチでの鳴き周波数のちがいは、それぞれを構成する部材による固有振動の差であると考えができる。そこでその差が、"ホイールアッセンブリ(以下、ホイールという)"と"ディスクとベンチ回転軸"という構造特性の違いによるものと仮定した。まず、ホイールについて実験モード解析を行った結果、グローン音に対応する約500Hzでの固有モードは図6に示すとおり、主にホイール軸まわりのねじりモードであった。ディスク面自体に面直方向の曲げではなく、ほぼ剛体として回転している。タイヤ・リム部はほとんど振れていない。

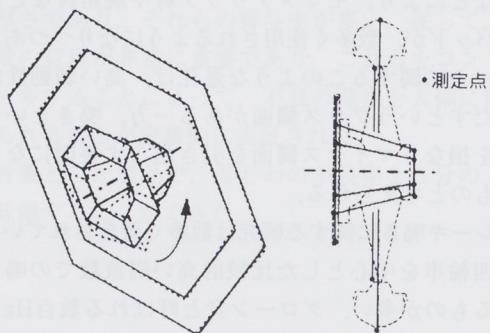


図6 ホイールの固有モード

一方、ブレーキベンチに取り付けた状態での鳴き周波数に対応する約300Hzにおける固有モードは、図7のように、ディスクが軸まわりに回転している。これはベンチダイナモータの軸に結合されたディスクのねじり振動によるモードであると考えることができる。

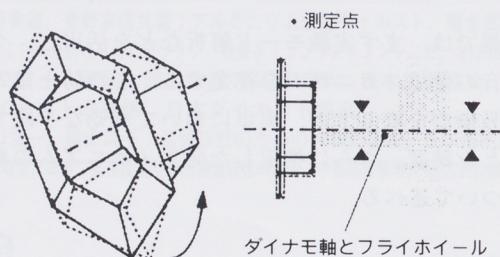


図7 ベンチ組み付け時の固有モード

これらモード解析の結果、および図4でのキャリパ振動の主成分が回転方向であることを考慮すると、グローン音の要因となる固有モードはディスクが軸周りに回転するねじり振動モードであると推測できる。

## 2.4 グローン音発生メカニズムの推定

図6のホイールの固有モードに着目すると、タイヤ・リムはほぼ不動であり、スポークで結合されているハブ・ディスクがほぼ剛体的なモードで回転している。ここでそれぞれを剛体とした場合、タイヤ・リムとハブ・ディスクの慣性モーメント比率は、約20:1である。つまり、タイヤ・リムはハブ・ディスクに比べて十分大きいマスを持つ。すなわち、この固有モードの振動モデルは、図8で示すようにタイヤ・リムをグラウンドと考え、ハブ・ディスクであるマスMが、スポークというバネKで結合された単純な一自由度振動モデルととらえることができる。ここで、Nはパッド押し付け力、 $\mu$ は動摩擦係数、Vはすべり速度、Cは減衰係数とすると、運動方程式はつきの(1)式で表される。

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx + \mu N = 0 \quad (1)$$

よく知られているように自励振動が発生するのは、動摩擦力 $\mu N$ のすべり相対速度 $v(V-\dot{x})$ に対するこう配 $\frac{d(\mu N)}{dv}$ が負となった場合である。図8の場合、ホイールの持つ減衰も考慮すると、グローン音が発生する条件はつきの式(2)で示される。

$$\bar{C} = C + \frac{d(\mu N)}{dv} < 0 \quad (2)$$

$C$ を大きくできれば、 $\bar{C}$ の絶対値は小さくなり自励振動のレベル低減につながる。さらに $\bar{C}$ が正になれば、負の減衰とはならず自励振動は発生しない。

以上の考察から、グローン音の発生メカニズムは次のように推定される。

- 1) グローン音は、ホイールのねじり固有モードを要因とする自励振動である。
- 2) グローン音発生の条件は、(2)式の時である。
- 3) グローン音は、ホイールねじり固有モードの減衰を大きくすることによって防止、あるいは低減することができる。

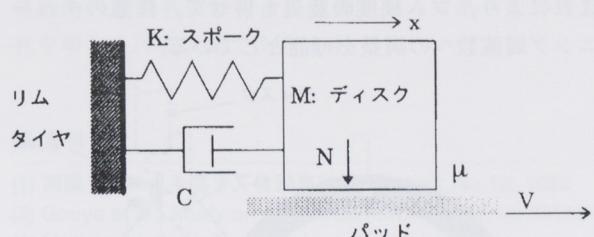


図8 振動モデル

## 3 動吸振器の応用

### 3.1 動吸振器の検討

前節で推定した一自由度モデルをもとに、動吸振器を付加した場合のシミュレーションによる検討を行った。主振動系はホイールの実験モード解析で得られた固有振動数、減衰比をそのまま用いている。動吸振器側のマスは主振動系に対して1/10とし、複素バネの損失係数を0.3とした。

結果は図9に示すとおり、動吸振器のチューニング周波数が500Hzの場合、その周波数応答レベルで約13dBの低減効果が予想される。また、チューニングが450Hzにずれたとすると、その効果は約8 dB程度に落ちる。

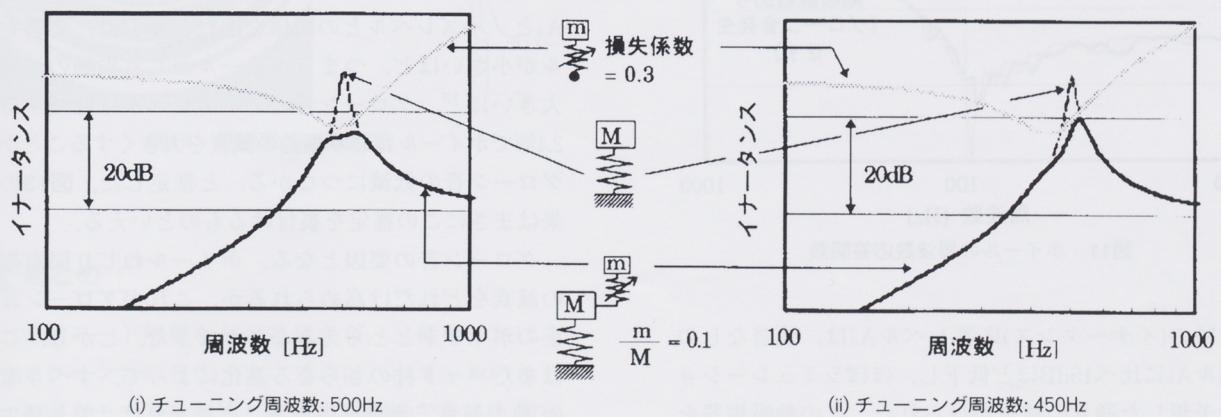


図9 シミュレーションにおける周波数応答関数

### 3.2 動吸振器の効果

シミュレーションで検討した内容をもとに動吸振器の設計を行った。試作した動吸振器の構造は、図10に示すように、マスとしての鋼製のリングにねじりバネとなるラバーを焼き付けたものである。また、鋼製リング部分にマス附加ができるように配慮した。これにより、ゴム硬度の変更と併せて、任意のチューニング周波数への調整を可能としている。

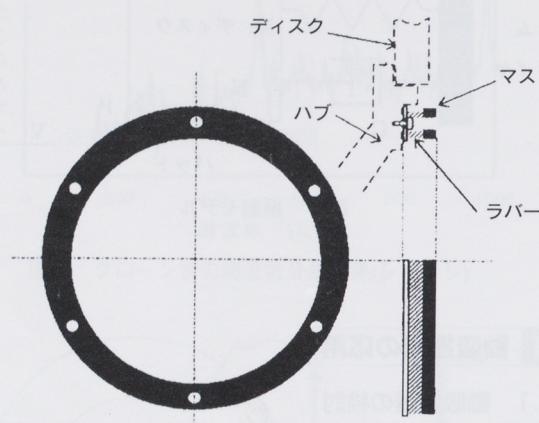


図10 動吸振器

このようにして、グローン音周波数に合わせて動吸振器のチューニングを行ったが、ホイールへの装着の有無におけるそれぞれの周波数応答関数を図11に示す。

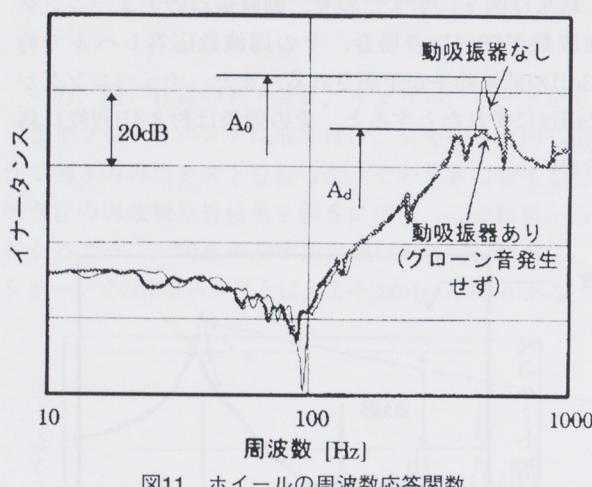


図11 ホイールの周波数応答関数

装着時の(イナータンス)応答レベル $A_d$ は、装着なしのレベル $A_0$ に比べ15dBほど低下し、ほぼシミュレーションで予想した通りの結果が得られた。この動吸振器を装着した状態でシャーシにおける鳴き再現テストを行

ったところ、グローン音の発生は見られず、その防止効果を確認することができた。

また、チューニング周波数の異なる動吸振器について、実車による鳴き再現テストを実施した。図12はその結果であるが、縦軸となるグローン音のノイズレベルは、動吸振器なしで発生した音圧レベルを0dBとしている。「チューニング周波数のずれ」と「鳴きの音圧レベル」との間に相関が見られ、チューニングがずれるに従って、グローン音のレベルも高くなっていく。これは、動吸振器がホイールのねじり固有振動に与える減衰付加性能の差によるもの、ととらえることができる。

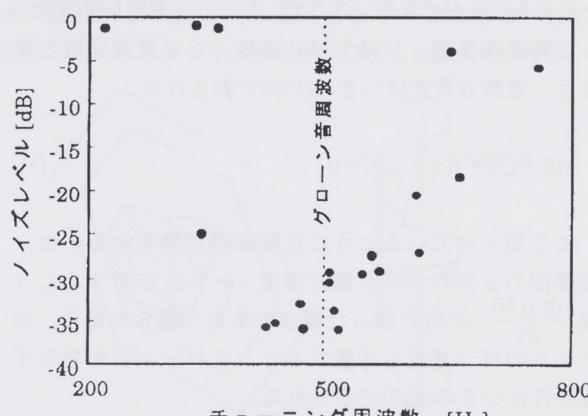


図12 動吸振器の効果

### 3.3 動吸振器による鳴き発生メカニズムの裏付け

動吸振器はチューニング周波数だけでなく、マスの量やラバーの損失係数などによっても、その減衰付加性能が異なる。この性能を表す指標として、図11で示したホイールねじり固有振動における周波数応答(イナータンス)レベル $A_d$ を考える。 $A_0$ を0dBとしたときの、 $A_d$ とノイズレベルとの関係を図13に示した。応答レベルが小さいほど、つまりホイールねじり振動の減衰が大きいほど、グローン音のノイズレベルは低減する。2.4節でホイールねじり振動の減衰を大きくすることが、グローン音の低減につながる、と推定した。図13の結果はまさにこの推定を裏付けるものといえる。

グローン音の要因となる、ホイールねじり固有振動の減衰をどれだけ高められるか、これがグローン音防止のポイントととらえることができた。しかし、これはまたパッド材のさらなる進化によって、すべり摩擦の“負の減衰”が助長されることになれば、鳴き発生の危険性が高まることを意味している。

試験の手順を示す。試験は、  
1) 動吸振器なし  
2) 動吸振器あり  
3) 動吸振器なし  
4) 動吸振器あり

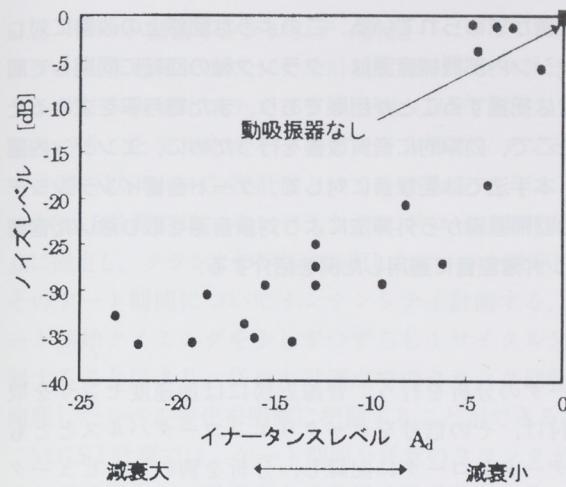


図13 ノイズとイナータンスレベルの関係

2) 動吸振器によって、グローン音が防止できることを確認した。

3) 動吸振器を用いた鳴き再現テストから、推定した発生メカニズムを裏付ける結果が得られた。

最後に、本技術開発に関し多大な協力をいただいた社内外の関係各位の方々に紙面をもってあらためてお礼を申し上げる次第であります。

#### ■ 参考文献

- (1) 西脇：ブレーキ鳴き、自動車技術 Vol.43, No.12, 1989
- (2) Gouya et al : Study on Disk Brake Groan , SAE No.900007
- (3) Matsuzaki et al : Study on Low-frequency Disc Brake Groan , IPC-8,1995

#### 著者



田中十四夫



鈴木芳弘

#### 4 実施例

本開発で得られた知見が量産モデルへ活用されたので紹介する。図14はその実施例であり、右側に示した動吸振器がホイールに装着されている。これにより高い制動性能とブレーキ鳴きの防止という背反する課題を解決し、安全かつ快適な走行を実現している。

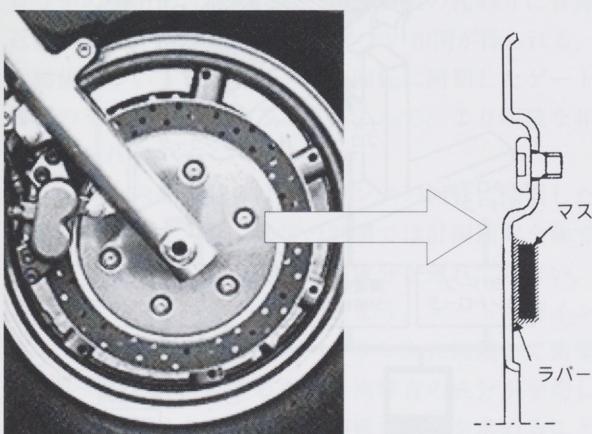


図14 量産車への実施例

#### 5 まとめ

1) 実験モード解析などの結果から、二輪車におけるグローン音の発生メカニズムは、ホイールのねじり固有モードを要因とする自励振動であると推定した。

# エンジン内部機械音源寄与率計測手法の開発

Development of Measuring Technique to Estimate the Contribution of Mechanical Noise Sources in Engine

山田 潤 Jun Yamada

佐野 武俊 Taketoshi Sano

前田 修 Osamu Maeda

●技術本部 基盤技術研究室

## 要旨

近年、エンジンの騒音低減だけでなく、異音低減や音質改善が求められている。このような聴感上の改善に対しては、エンジン内部機械音源対策は必要不可欠である。エンジン内部機械音源は、クランク軸の回転に同期して周期的に現れる衝撃音を発生し、通常の騒音計での計測などでは把握することが困難であり、また寄与率を求めるための遮音法や部品除去法などを適用することができない。そこで、効率的に音質改善を行うために、エンジン内部機械音源の寄与率を簡便に精度よく求める手法を開発した。本手法では衝撃音に対して、ゲート音響インテンシティ計測を行い、音源近傍振動値に対するゲート音響パワーの回帰直線から外挿法により対象音源を取り除いた音響パワーを求め、寄与率を算出する方法である。二輪車エンジン並着座音に適用した例を紹介する。

## 1 はじめに

近年、車外騒音規制強化に対応するため、またエンジンの商品価値を上げるために、エンジンの騒音低減だけでなく、異音低減や音質改善が求められている。異音、音質に関連する音のひとつに、エンジン内部機械音のような、周期的に繰り返し発生する準定常衝撃音がある。人間の感覚は急激な変化に敏感なため、このような音は耳ざわりであり、異音低減、音質改善には、準定常衝撃音の把握が必要である。

音源寄与率の把握にはこれまで部品除去法や遮音法が用いられていたが、エンジン機械音の場合、対象となる部品を取り外したり、音源を遮音することは困難である。また、従来の計測では計測時間内のデータを平均してしまうため、準定常衝撃音のような非定常的な成分は、定常的な音の成分に埋もれてしまい明確に把握することができない。

このような準定常衝撃音の寄与率を求めるために、ゲート音響インテンシティ計測を行い、その結果と音源近傍振動値から寄与率を算出する手法を開発した。この手法の説明と二輪車エンジンへの応用例の紹介をする。

データの分析を行う。音源近傍には加速度センサを取り付け、その信号をロータリエンコーダパルスとともにデータレコーダに記録し、分析を別のコンピュータで行う。

ゲートユニットは図2に示すように、設定されたクランク区間になるたび、周波数分析器にゲート信号を出力する。周波数分析器はその信号が送られてくるたび、分析を行い、累積時間が設定した計測時間に達すると1つのゲート期間の計測を終了する。

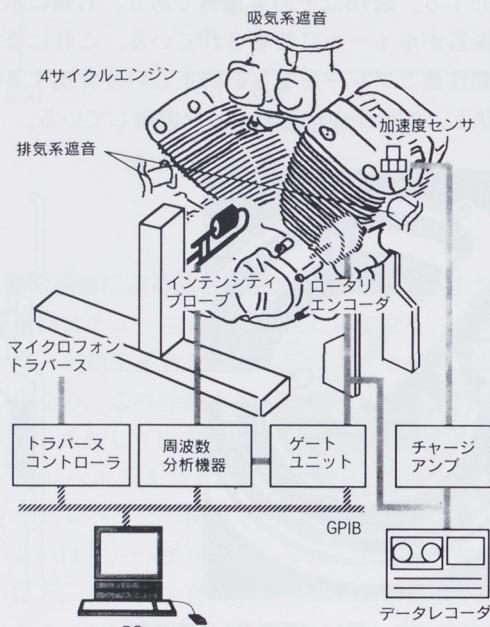


図1 計測システム

## 2 テスト概要

### 2.1 計測機器構成

図1はエンジン内部機械音寄与率計測のための計測機器の構成である。ゲート音響インテンシティ計測は、通常の音響インテンシティ計測装置（インテンシティプローブと周波数分析器）とクランク軸に取り付けられたロータリエンコーダ、ロータリエンコーダパルスからゲート信号を周波数分析器へ出力するゲートユニットを使用する。インテンシティプローブの移動にはトラバース装置を使用する。パソコンは周波数分析器、ゲートユニット、トラバース装置を制御し、得られた

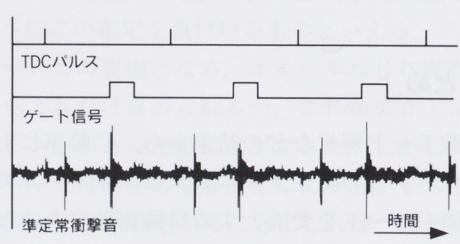


図2 ゲート信号

## 2.2 ゲート音響インテンシティ計測

ゲート音響インテンシティ計測には、シングルポイントゲート音響インテンシティ計測（以下、S.G.S.I.計測という）とマルチポイントゲート音響インテンシティ計測（以下、M.G.S.I.計測という）がある。

S.G.S.I.計測では、インテンシティプローブを任意の点に固定し、クランクの回転に同期したゲートを設定し、そのゲート期間についてインテンシティ計測する。ゲート開始タイミングを少しずつずらし1サイクル分計測することにより、任意の計測点でのクランク回転に同期したレベル変化を明確に把握することができる。

M.G.S.I.計測では、ゲート期間を任意のクランクタイミングに固定し、計測面上の各格子点で計測する。各計測点のデータからコンターマップを作成すると、クランクの回転に同期した任意のタイミングでの音の放射状況が分かる。

## 2.3 寄与率計測

エンジン内部機械音に影響を与える因子の値を増減すれば、音源のパワーレベルを増減させることができる。さらに因子の値とパワーレベルの相関図から、対象としている音が発生していない状態を外挿法で求めれば、寄与率の算出が可能になる。因子の値の代わりに音源近傍の振動値を使用すれば、よりよい相関が得られる。振動値についても、クランクの回転に同期したゲート期間のデータを使用することによって、より明確な相関が得られる。

エンジン内部機械音は、クランクの回転に同期した準定常衝撃音であり、通常の計測では計測期間全体で平均してしまうため、衝撃音の成分が薄れてしまい、よい相関が得られなくなってしまう。ゲート音響インテンシティ計測を用いれば、クランクに同期して衝撃音発生期間のみ計測するため、衝撃音の成分が平均して薄れてしまうことがなく、明確な相関を求めることができる。また、インテンシティ計測では空間に分布したエネルギーを求めるため、詳細な音源側の情報が得られる。

## 3 排気弁着座音への適用

### 3.1 計測エンジン

計測には空冷V型2気筒4サイクルエンジンを使用し、半無響室ベンチで計測した。エンジン内部機械音源を対象としているため、吸気系、排気系は遮音した。音響インテンシティ計測を行うため冷却風は使用できないので、潤滑オイルをオイルクーラーで冷却しエンジンの温度上昇を抑えた。エンジンの運転条件は無負荷1200rpmである。前気筒排気弁のバルブクリアランスが $0.14\text{mm}$ の仕様（以下、標準仕様とする）とバルブクリアランスを $0.25\text{mm}$ に大きくした状態（以下、A仕様とする）について計測し、比較した。前気筒排気弁閉弁タイミングは、標準状態では前気筒爆発上死点をクランク角 $0^\circ$ として、約 $390^\circ$ （以下、クランク角は前気筒爆発上死点を $0^\circ$ とし単位は「°」と表示する）である。図3に示すように、S.G.S.I.計測では、インテンシティプローブを前気筒シリンドラフィンの端面から $100\text{mm}$ のところに設定し、M.G.S.I.計測では、クランクケース合意面から $350\text{mm}$ の計測面に、上下方向に5列、前後方向に8列の格子上の点を合計40点設定して計測した。

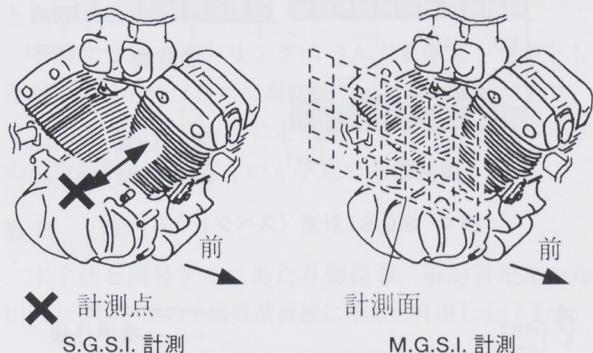


図3 計測点

### 3.2 S.G.S.I.計測

寄与率計測では、S.G.S.I.計測を対象とする音の発生タイミングと周波数帯を把握するために行う。図4、図5は標準仕様とA仕様のS.G.S.I.計測結果の比較である。ゲート幅は $10^\circ$ で、計測開始クランク角を $5^\circ$ ずつずらして、 $0^\circ$ から $715^\circ$ までの144のゲートを計測した。図4は $370^\circ$ から $430^\circ$ まで $10^\circ$ ごとの7つのゲートについての $1/3$ オクタープ分析結果である。バルブクリアランスを大きくすることにより、 $3.15\sim10\text{kHz}$ の周波数帯において、 $390^\circ$ からレベルが大きくなった。

一方、2.5kHz以下の周波数帯では、バルブクリアランスによる差がほとんどないことが分かる。したがって、対象とする音は3.15~10kHzの周波数帯で、390°付近から発生していることが分かる。前気筒排気弁閉弁タイミングは390°であることより、この音は弁着座音であることがわかる。

図5は3.15~10kHzの周波数帯についてのインテンシティレベルを0°から715°まで並べて比較している。標準仕様とA仕様では着座タイミング以降の390°~470°で10dB以上の差が発生するが、それ以外では差がほとんどない。600°付近のレベルが高いところは前気筒吸気弁の着座タイミングである。

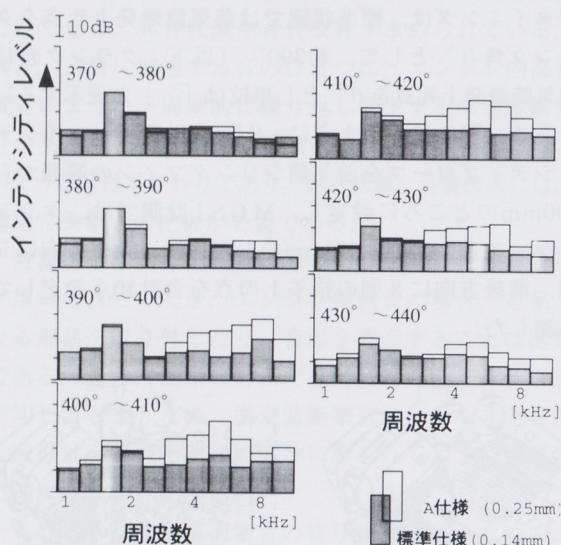


図4 S.G.S.I.計測（スペクトラム）

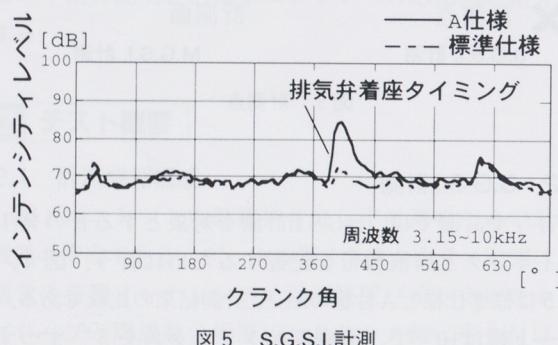


図5 S.G.S.I.計測

### 3.3 M.G.S.I.計測

寄与率計測では、ゲート期間での計測面を通過する平均音響インテンシティレベルを測るために、M.G.S.I.計測を行う。図6はA仕様について、3.15~10kHzの

周波数帯のデータからコンターマップを作成し、エンジン右側方の図と重ねあわせたものである。ゲート期間はS.G.S.I.計測の結果より390°~435°に設定した。結果より、前気筒シリンダヘッドから音が強く放射されていることが分かった。寄与率の計算には音源のパワーレベルが必要であるが、ここでは1つの計測面の各計測点データから、式(1)で算出される平均ゲート音響インテンシティレベル  $L_{ave.}$  を代わりに用いている。ここで  $L_i$  は各計測点でのインテンシティレベル、Nは計測点数である。バルブクリアランスを変更したいいくつかの仕様について同様の計測を行いそれぞれの仕様での平均ゲート音響インテンシティレベルを求めた。

$$L_{ave.} = 10 \log \frac{1}{N} \sum_i^{N} 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (1)$$

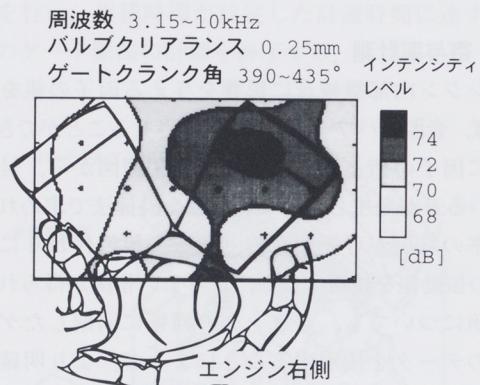


図6 M.G.S.I.計測

### 3.4 振動データ

図7は前気筒排気弁近傍（点火プラグ座面）振動加速度の時系列波形である。上は標準仕様、下はA仕様の計測結果である。着座タイミングで10kHz付近の高周波成分が現れた。前気筒排気弁閉弁タイミングは標準で約390°であるが、バルブクリアランスとカム形状の関係によりタイミングが前後する。標準仕様では390°過ぎに高周波振動が発生しているが、A仕様では380°過ぎに発生している。バルブクリアランスをさらに大きくすると、タイミングがさらに早くなる。また、バルブクリアランスを広げることにより、この10kHz付近の高周波成分の振幅が大きくなっている。寄与率計算には360°~435°のゲート期間で5~10kHzの振動RMS値を用いた。

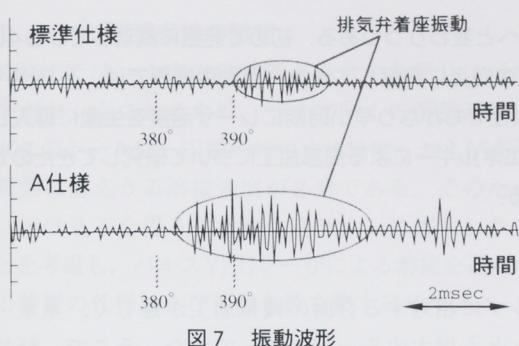


図 7 振動波形

### 3.5 寄与率計算

図8は前気筒排気弁バルブクリアランスが0.14mm（標準状態）から0.45mmまでの数仕様についてM.G.S.I.計測と振動計測を行い、相関を求めた結果である。振動RMS値が増加すると、平均ゲート音響インテンシティレベルが大きくなることが分かる。得られた回帰直線より振動RMS値がゼロになった状態を着座音が発生していない状態と仮定することにより、着座音が発生していない状態の平均ゲート音響インテンシティレベル $L_c$ を求めることができる。 $L_c$ と標準状態の平均ゲート音響インテンシティレベル $L_{oa}$ （ゲート区間でのO.A.）より計測ゲート区間での着座音寄与率 $C_{gv}$ は式(2)で求められる。

$$C_{gv} = 100 \times (1 - 10^{\frac{L_o - L_{oa}}{10}}) \quad (2)$$

$L_c$ をサイクル全体の平均ゲート音響インテンシティレベルとする。 $L_{oa}$ と $L_c$ より、サイクル全体でのゲート区間390°～435°の寄与率 $C_g$ は式(3)のように求められる。

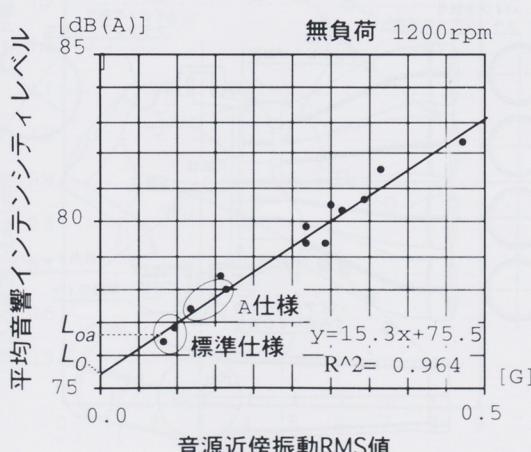


図 8 音響インテンシティレベルと振動値の相関

$$C_g = 100 \times ((435 - 390) \times 10^{\frac{L_{oa}}{10}}) / (720 \times 10^{\frac{L_c}{10}}) \quad (3)$$

サイクル全体の着座音寄与率 $C$ は $C_{gv}$ 、 $C_g$ より式(4)のように求められる。

$$C = 100 \times (C_{gv}/100) \times (C_g/100) \quad (4)$$

で得られる。着座音の $C_{gv}$ 、 $C_g$ および $C$ を表1に示す。

表 1 前気筒排気弁着座音の寄与率

$C_{gv}$ : ゲート区間のE/G音に対する着座音の寄与率	22.4%
$C_g$ : サイクル全体のE/G音に対するゲート区間のE/G音の寄与率	4.3%
$C$ : サイクル全体のE/G音に対する着座音の寄与率	1.0%

$L_{oa}=76.6$ ,  $L_c=78.2$  [dB(A)]

### 4 まとめ

ゲート音響インテンシティ計測をエンジン騒音に適用することにより、内部の機械音源の定量的把握が可能である。またゲート音響インテンシティ計測結果と音源近傍の振動値より、機械音源の寄与率を求めることができる。

本論文ではアイドリングのバルブ着座音を対象としたが、機能的にはさらに高回転での計測が可能であり、またピストン打音などにも適用できる。今後は本手法の適用範囲をひろげていく予定である。

### ■ 謝 辞

本手法を開発するにあたり御指導、御助言を頂いた山口大学工学部の小嶋直哉教授に厚くお礼申し上げます。

### ■ 参考文献

- (1) Per Rasmussen and Torben L. Moller : Gated Sound-Intensity Measurements on a Diesel Engine, INTENSITY MEASUREMENTS, B&K
- (2) 周波数分析ハンドブック, B&K

### 著者



山田 潤

佐野武俊

前田 修

# モーターサイクルにおけるレーザ応用技術

## The Application of Laser Technology in Motorcycle

高橋尚久 Naohisa Takahashi 栗田洋敬 Hirotaka Kurita

技術本部 基盤技術研究室

## 要旨

レーザ光線は、SF小説や映画の世界から急速に身近な技術へと変わりつつある。初めて発振に成功してから40年近くなるが、今ではほとんどすべての領域における科学技術の向上に貢献してきた。自動車業界では、トヨタ・日産を中心にCO<sub>2</sub>やYAGレーザの導入が進められているが、当社でもかなり早い時期にレーザ溶接を生産に導入している。また、鋼管の切断やAl-Si合金の表面改質といった、高エネルギーによる局部加工について研究してきたので、ここではそれぞれのレーザ加工技術のポイントに絞り紹介する。

### 1 はじめに

モーターサイクル（以下、M/Cという）は、エンジンと車体で構成され、これらに使われる材料は、図1に示すように、鉄鋼およびアルミニウム合金で全体の約80%を占める。エンジン部品に使用される金属材料は、主に铸造・鍛造・機械加工により製造され、車体部品ではプレス・溶接により製造される。

これらの部品に対する要求機能は、軽量・高強度であるが、M/C生産の特性上、多品種少量生産に対応できることが望まれる。

近年自動車業界では、レーザ装置の進歩と低価格化に伴い、レーザ切断やレーザ溶接が生産に導入されるようになってきた。しかし、従来の装置に比べ比較的高価なレーザを応用するには、かなりの高機能化あるいは精密化などのメリットが必要となる。

ここでは、ヤマハ発動機（株）（以下、当社という）でYAGレーザ溶接を使用して生産展開している部品の開発事例と、CO<sub>2</sub>レーザ切断技術、およびYAGレーザによるアルミ合金の表面改質技術について紹介する。

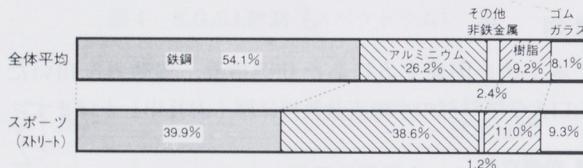


図1 モーターサイクルの使用材料比率

### 2 YAGレーザによる軽量化排気チャンバーの溶接

スポーツ系モデルに採用されている可変排気バルブシステム（以下、EXUPという）は、図2に示すように、高温の排気ガスをバルブの開閉により流量制御し、高トルク・高馬力を発揮させる<sup>(1)</sup>。この排気チャンバーは、約600°Cの高温に耐えられる高剛性と高精度が要求されるため、当初ステンレス铸造品を機械加工することで製造していた。しかしこの方法は、円弧状の

バルブに相対する合面の機械加工が難しく、重量・コストとも増大する一因となっていた。そこで、軽量化とコスト低減の両立を目指し、図3に示したようなステンレス板金の溶接構造とし、機械加工並の寸法精度を達成するため、溶接組み立てにレーザ溶接を採用した<sup>(2)</sup>。

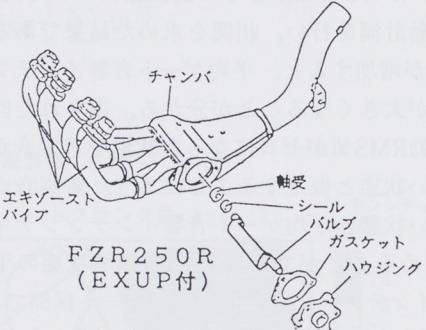


図2 EXUPの構成(Assy)

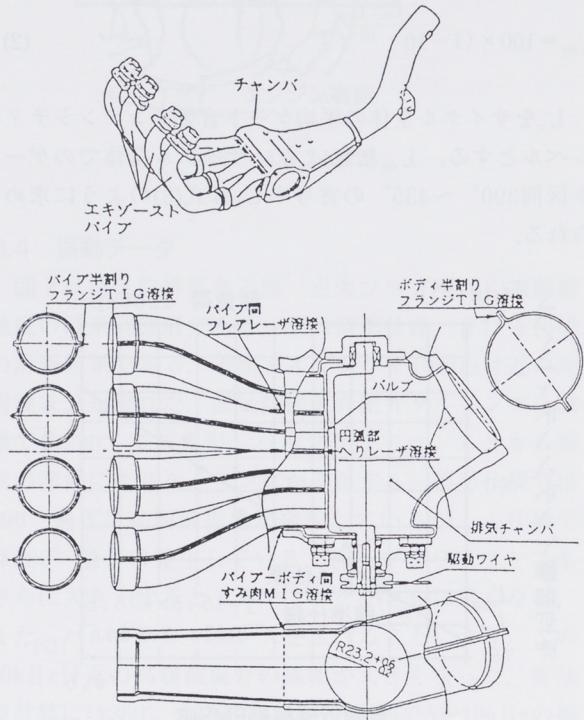


図3 レーザ溶接を用いた板金構造

## 2.1 レーザ溶接条件の設定

EXUPでは、4本の排気管が集合する部分に可変バルブがセットされるため、パイプ同士の溶接部には排気ガスのシール性、円弧形状の寸法精度、および高温・高振動に耐えうる溶接強度が必要である。そのため、深い溶け込みを得ることや生産ラインに導入しやすいことを考慮し、パルスYAGレーザによる溶接を選んだ。その装置の仕様および溶接条件を表1に示す。

表1 溶接条件

装置	YAGレーザ ML-2600B 時間二分岐
レンズ	焦点距離 f 70mm
ファイバー	S I型 $\phi 0.8\text{mm}$
デフォーカス	+0.5~+1.0mm
電圧	500~520V
パワー	12~13J/P
パルス数	5~5.5msec
パルス幅	15~17pps

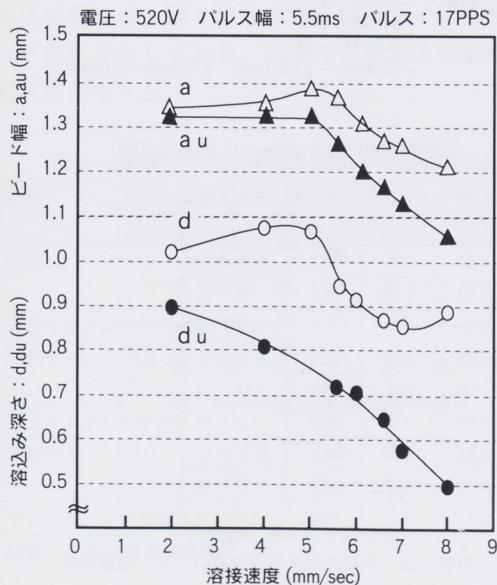
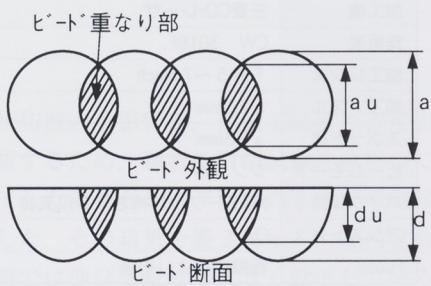


図3 溶接速度の影響

溶接条件は、パワー・レンズ・ファイバー径などを先に選定し、できるだけ溶接速度が上げられるように設定した。溶接速度を決める検討の一例として、溶け込み深さおよびビード幅との関係を図4に示した。溶接速度が速くなるとビード幅が急激に減少し、溶け込み深さも浅くなるため、パイプ間のクリアランスが広い場合、シール不良が発生する。よって速度は5mm/sec以下に設定した。パワーやパルス数は溶接速度とランプ寿命に関係が深いため、パルスの重なりにより溶け込みが深く、しかもコスト負担の少ない条件を選定した。

## 2.2 レーザ溶接導入の効果

EXUPチャンバー全体の溶接をレーザで行うにはコストがかかりすぎるため、4本の排気管の集合部を組み立てる部分のみに採用し、その他の溶接は、図3に示したように、安価なMIGおよびTIG溶接の併用とした。

実際の生産では、レーザビームと溶接線との誤差を極力減らすための工夫や、高精度のプレスとの組み付け技術を開発した。これにより機械加工並の精度を得ると共に、チャンバーの重量を30%、コストを20%減らすことができた。

## 3 レーザ切断の応用

M/Cのフレームやマフラーは、鋼管の成形加工と溶接で構成されている。これらの鋼管を定尺管から一定の長さに切り出すには、パイト切断やロール切断などが用いられている。当社が調達している切断パイプの年間本数は約4,000万本であり、この内切断長さ30mm以下のものは25%を占め、また1ロット200本~500本のものが約半分を占めるという状況にある。切断を行う協力企業は年々減少し、加えて一段と進む多品種少量生産化により、切断パイプの低コスト安定調達が難しくなってきている。

これを達成する手段の一つとして、レーザ切断が有望視される。従来の切断法では、パイプ径の違いによりパイト位置調整やチャック部の交換など、段取り替えにかなりの時間を費やしていた。そこでNCを組んだレーザ切断により、これらの合理化が可能かどうか検討した。

### 3.1 切断パイプの要求機能

切断されたパイプは、図5に示したような後加工が行われる。そのため、切断パイプは、拡管やつぶしなどの時に端面が割れないこと、曲げ加工時に芯金が入りやすいことなど、以下の項目を満足する必要がある。

- (1)寸法精度（径、板厚、長さ）
- (2)端面加工（面取り、バリ・ドロス・スパッタなどなし）
- (3)外観（傷なし、焼けなし）

レーザ切断においては、熱影響による加工性の低下を考えられ、特に端面の品質が重要課題となる。

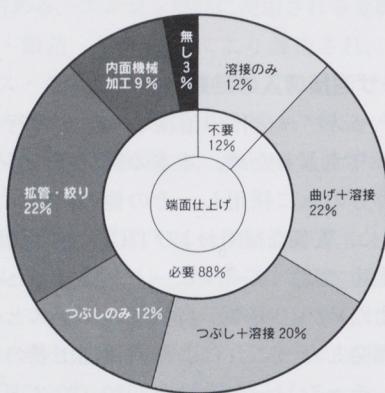


図5 パイプの端面の後工程

### 3.2 レーザ切断

切断に使うレーザは、図6に示したように切断形状が単純なこと、ライン化の必要がないことから、高パワーが得られるCO<sub>2</sub>レーザとした。切断工程は、パイプが移動・回転し、レーザヘッドは昇降・ピアシング・切断のみの動きである。切断能力は、レーザビームのモードや品質などに大きく左右される<sup>(3)</sup>が、ここでは表2に示した条件でテストした。用いた鋼管は、当社で使用量の多い外径φ22.2mm～38.1mmの5種類とした。アシストガスには酸素を用いており、ドロス・スパッタの付着が大きく、実用可能となる条件は得られなかった。

外径φ25.4mm以上では良好な切断条件が得られたが、小径厚肉パイプ（一例：φ22.2mm×t3.2mm）ではスパッタの付着が大きく、実用可能となる条件は得られなかった。

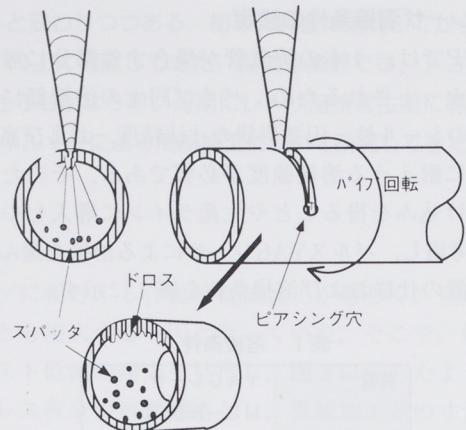
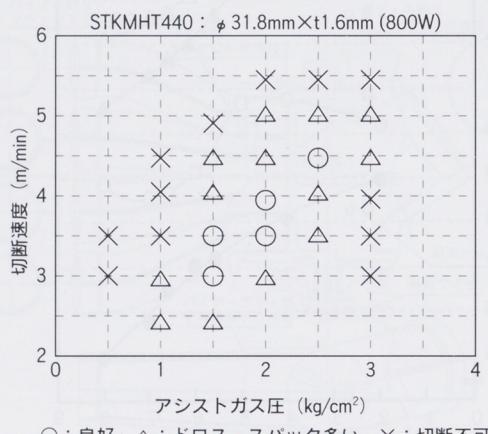


図6 パイプのレーザ切断工程

表2 切断条件

加工機	三菱CO <sub>2</sub> レーザ
発振器	CW 3016F
加工レンズ	f = 5 ~ 7.5inch
加工ノズル	φ 2.0mm
スポット径	φ 0.3mm
ビームモード	シングル
パイプ保持	NCテーブル片持ち3つ爪支持
アシストガス	O <sub>2</sub>
Foucs	板厚中心より前後

試験片：STKM11A  
：STKMHT440  
：SCM415-EC  
φ22.2mm～φ38.1mm t 1.2mm～3.0mm



○：良好 △：ドロス・スパッタ多い ×：切断不可

図7 ガス圧と切断速度との関係

### 3.3 切断後の端面の性質

切断パイプの材質は、機械構造用鋼管と合金鋼管がそれぞれ全体の約4割を占めている。良好な切断条件でも、端面にはレーザの熱影響が生じ、図8に示すように、高張力鋼管や合金鋼管では、面取りが困難な硬さまで表面が硬化していた。

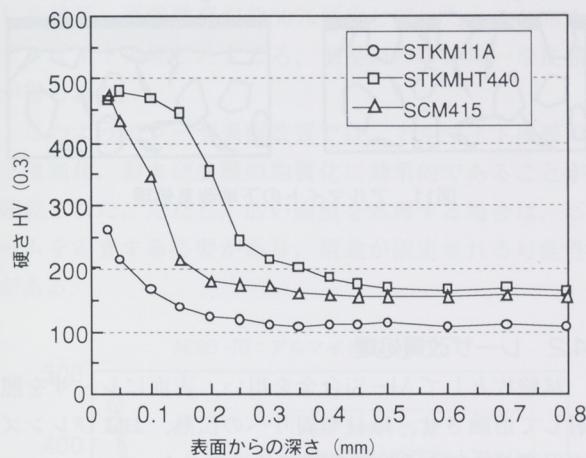


図8 レーザ切断による表面硬化

レーザ切断の熱影響が、後加工にどの程度影響するかを判断するため、鋼板の引張試験片を用いて、フライス加工した場合とレーザ切断のまでの機械的性質を調査した。その結果を表3に示す。どの材質でもレーザ切断では伸びと絞りが大きく低下している。密着扁平試験では、図9に示すように、レーザ切断品でエッチ割れが生じており、商品性を損ねる可能性が生じる結果となった。

表3 機械的性質に及ぼす端面の表面硬化の影響

試料	板厚 (mm)	加工方法	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)
SPCC	1.2	フライス	325	199	45.8	38.0
		レーザ	331	213	42.2	34.4
フライス/レーザの比率 (%)	2.1	6.5	-8.5	-10.5		
SAPH440	1.6	フライス	465	308	32.9	30.6
		レーザ	477	326	30.1	26.0
フライス/レーザの比率 (%)	2.5	5.4	-9.3	-17.7		
SCM415	3.0	フライス	431	294	33.6	30.2
		レーザ	444	301	31.4	28.3
フライス/レーザの比率 (%)	2.9	2.3	-7.0	-6.7		

試験片: JIS13号引張試験片

STKMHT440:  $\phi 31.8\text{mm} \times t 1.6\text{mm}$  [800W, v=4.5/m/min, O<sub>2</sub>ガス圧 2.5kg/cm<sup>2</sup>]

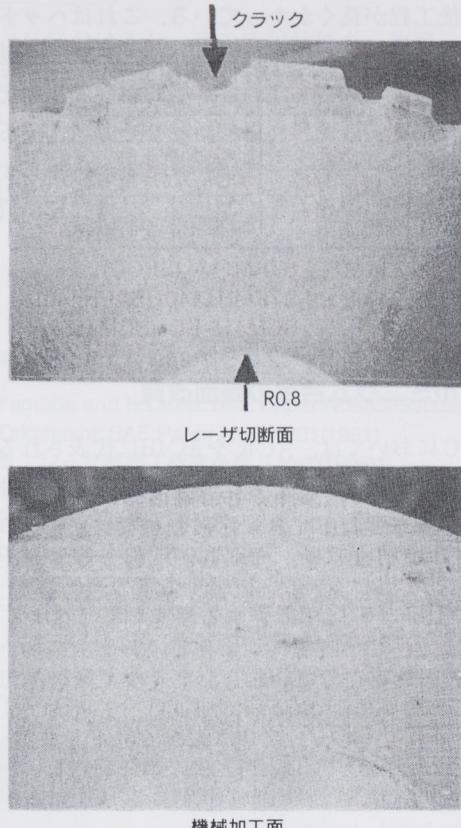


図9 加工方法の違いによる端面の割れ性

### 3.4 レーザ切断の生産性

パイプのレーザ切断は、バイト切断に比べパイプ径の変更対応や角パイプの切断などに有望とされるが、実際に生産性の違いを比較してみた。各切断方法で同じサイズのパイプを繰り返し切断し、それぞれの平均工程時間を比較したものを図10に示す。バイト切断機は切断・面取りが同時に行われる装置であり、レーザ切断では後工程に面取りを別の機械で行った。

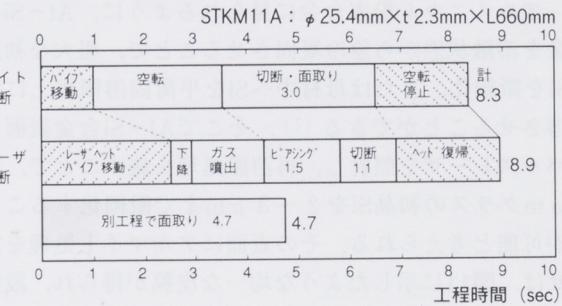


図10 各切断方法における工程時間の比較

レーザ切断は、ピアシング・切断の時間は短いが、その前後工程が長くかかっている。これはヘッドの移動などと短縮できるため、バイト切断より効率的になると考えられる。問題は、切断面の表面硬化部をいかに少なくするか、または面取りを合理化するかである。面取り工程をレーザ切断機に組み込む必要があるが、工程時間が長くなることや、設備投資に負担がかかるなど解決すべき課題が多い。

#### 4 アルミニウム合金の表面改質

M/Cにおいては、AC4CやAC4Bに代表されるアルミ鋳造合金が多く使用され、中でも耐焼き付き性・耐摩耗性を要求されるピストンにおいては、AC8AまたはAC9Bの高Si合金が多く使われている<sup>(4)</sup>。近年、さらに耐摩耗性向上のため、部分的に陽極酸化皮膜（以下、アルマイトという）を施している。しかし、粗大な初晶Siが表面に存在していると、アルマイトがAl母材部のみ成長し、初晶Siの上には成長しにくいため、皮膜厚さが不均一となる。その結果、露出している初晶Siが運転時に欠落し、研磨粉の役目となって異常摩耗を引き起こすことがある。

鉄鋼材料程度の硬さや耐摩耗性が要求される場合、アルマイトやめっき処理などでは皮膜が薄く十分対応できないことから、ミリオーダーの表面硬化層を得るためのCO<sub>2</sub>レーザによる合金化研究<sup>(5)</sup>や、電子ビームを用いたAl-Si合金の表面改質が発表されているが、まだ研究開発段階である<sup>(6)</sup>。

ここではYAGレーザを用いて、アルマイトの下地改質処理を狙った研究例を示す。

##### 4.1 急冷凝固法

アルミニウム粉末合金に見られるように、Al-Si合金を溶融状態から急冷凝固させることで、粗大な初晶Siを微細化、または母材中へSiを平衡固溶限以上に固溶させることができる<sup>(7)</sup>。そこでAl-Si合金表面にパルスレーザを照射し、再溶融処理をすることで、50 μmクラスの初晶Siを2~3 μmまで微細化することが可能と考えられる。その表面にアルマイト処理を施せば、図11に示したような均一な皮膜が得られ、段階的な硬度分布を持つ材料となるはずである。

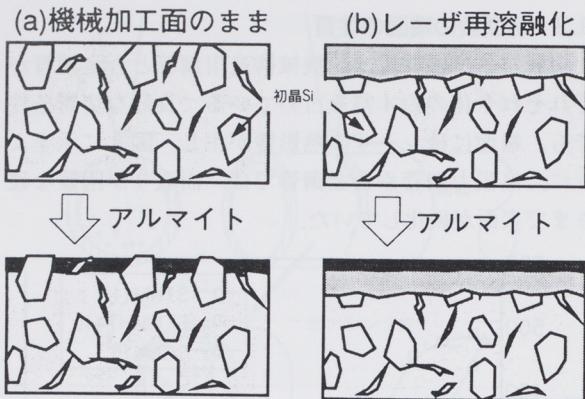


図11 アルマイトの下地改良処理

##### 4.2 レーザ改質処理

試験片としてAl-Si合金を用い、表面にレーザを照射して溶融させ、母材や周囲への伝熱、およびレンズの保護ガスによる冷却効果で急冷させた。

一般的にアルミニウムはレーザ光を反射しやすいため、吸収剤を塗布することが多いが、生産性を考慮すると不利なため今回は使用していない。アルミに対しYAGレーザの方がCO<sub>2</sub>レーザよりも光吸収率が高いことや、部品に対し局部的に照射しやすいことを考慮してYAGレーザを用いた。

再溶融処理の条件を表4に示す。処理条件の中で特徴的のは、ビームの焦点位置を表面から大きくずらしたことである。焦点位置を表面上に合わせると、処理面積が狭く、表面肌が荒れてしまうため、焦点をぼかすことでエネルギー分布を均一化し、処理面積を広げる効果を狙った。

表4 レーザ処理条件

装置	パルスYAGレーザ
送り速度	6mm/sec
レンズ	焦点距離 f 70mm
ファイバー	Si型 φ 0.8mm
デフォーカス	+ 7 mm
電圧	520 V
パワー	15J/P
パルス数	4 msec
パルス幅	20pps

### 4.3 結果

照射後の表面からの硬さ分布を図12に示す。またAC9Bヘビームを直線に走査した時の、再溶融処理の断面組織を図13に示す。再溶融部の深さは0.2mmに達し、ここには粗大な初晶Siが見られず、硬さは母材に比べ約40%向上していた。同様にAC8Aを再溶融処理した結果、再溶融部が約30%硬化していた。これらをアルマイト処理したところ、初晶Siのない均一な皮膜が得られた。

このようにレーザ表面改質では、アルマイト皮膜の下地強化、および皮膜の均質化に効果的であることが確認された。ただし、広い面積を処理する場合は、ビームを走査する必要があり、用途が限定される可能性がある。

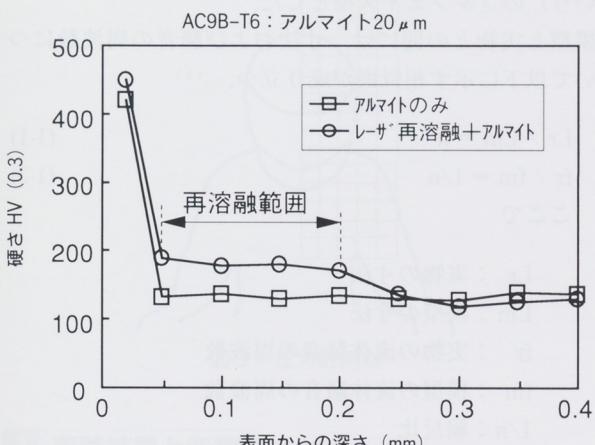


図12 再溶融処理における表面硬化

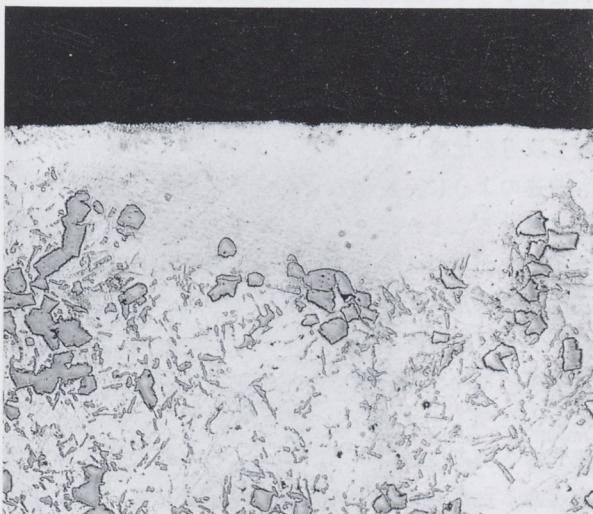


図13 AC9Bの再溶融組織

### 4 おわりに

M/Cにおけるレーザの応用技術を、溶接・切断・表面改質の3通りについて紹介してきたが、どの方法においてもレーザの果たす機能は高いと思われる。しかし、コスト・生産性を考慮すると、まだまだ一部の導入にとどまっているのみであり、今後の普及を考えると、レーザ装置の一層の進歩や低コスト化が望まれる。

### ■ 参考文献

- (1) K Yamabe and H Ueda: SAE Paper No880269(1988)
- (2) N Takahashi: SAE Paper No911301(1991)
- (3) 水野：レーザ熱加工研究会誌,3,No1(1996)1
- (4) 山縣：Boundary,11,4(1995)2
- (5) 中田、富田：軽金属, 45,10(1995)578
- (6) Sohi M H and T Bell: Power Beam Technology, Sept(1990)286
- (7) Metal Powder Report, Oct(1985)541

### 著者



高橋尚久

栗田洋敬

# モーターサイクル模型による流体騒音の予測と低減

Estimation and Reduction of Aerodynamic Noise by Motorcycle Scale Model Testing

後藤一廣 Kazuhiro Goto

林 恒夫 Tsuneo Hayashi

藤田 進 Susumu Fujita

●技術本部 基盤技術研究室

## 要旨

高速走行時の快適性を向上させるためには、流体騒音を低減することが重要である。当グループは模型風洞試験により、ライダー耳元の流体騒音を予測する技術を開発した。プローブマイクをライダー模型内に配置して、直接流体騒音を計測し、ライダーの耳とスクリーン先端との距離を最適化した結果、流体騒音を約3dB(C)低減できた。また最適化されたスクリーンは良好な風防機能を持っている。

## 1 はじめに

モーターサイクルにはスタイル・走行性能など従来の機能要件に加え、最近は様々な局面で快適性も望まれるようになってきた。それらの一つとして、高速走行時の流体騒音低減と風防機能の両立は重要な課題である。

他方、車両開発における一層の開発効率向上もまた、メーカーにとって重要な課題である。これらを同時に解決するには、旧来の試作・試験の繰り返しとは違う新たな開発の手法が必要となる。

自動車・航空機などの開発において、模型風洞試験はその初期段階より各種空力性能の予測に広く用いられている。そこでこれを一步進めて、モーターサイクルのライダーが受ける流体騒音を、模型試験により予測する手法を開発し、さらに車体形状の改善による騒音低減と風防機能向上を試みた。

## 2 実験装置および方法

模型風洞試験の概略を図1に示す。風洞の測定部はオープン型であり、送風機および送風路には低騒音処理は施されていない。

模型は縮尺比1/4とした。ライダー模型内部にはプローブマイクを配置し、プローブ先端を人間の耳と同位置に設定した。ヘルメット内部には適量の吸音材を充填し、実物により近づけるよう配慮してある。

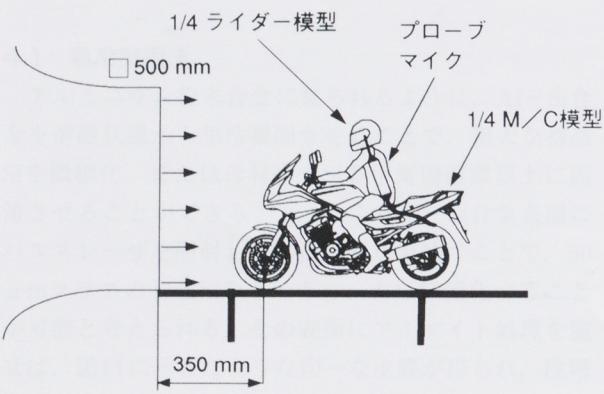


図1 模型風洞試験概要

モーターサイクルの流体騒音では、騒音に影響するライダー固有の物理的要因が多数存在する。そこで最も代表的な要因として、身長・乗車姿勢・装着するヘルメットの3点について条件を設けることとした。

ライダーの身長は176cmと設定し、体格は平均的男性をモデルとした。姿勢は自動車教習所などで基本姿勢として教えられる、通常に着座して乗車するものとした。ヘルメットはヤマハ発動機製（以下、当社製という）のフルフェイス型とした。

模型と実物との間には、寸法および騒音の周波数について以下に示す相似則が成り立つ。<sup>(1)</sup>

$$L_r / L_m = n \quad (1-1)$$

$$f_r / f_m = 1/n \quad (1-2)$$

ここで

$L_r$  : 実物の寸法

$L_m$  : 模型の寸法

$f_r$  : 実物の流体騒音の周波数

$f_m$  : 模型の流体騒音の周波数

$1/n$  : 縮尺比

である。模型の周波数は実際のn倍となる。そこでデータレコーダーに記録された模型流体騒音は、1/4に減速再生して周波数分析することとした。

このような模型試験を検証するために、実物との比較は不可欠である。実走行ではヘルメット内部に模型と同じ位置にプローブマイクを配置して流体騒音を採取し双方を比較した。

前述のように、流体騒音の低減と良好な風防機能を両立させることが最終的な目標であり、そのためにはライダーがどのような流れ場の中に置かれているかを知ることは重要である。そこで2種類の方法により、ライダー周囲の流れ場を計測することとした。

まず応答周波数の高い熱線風速計により、図2に示すようにライダー前方の主流方向に沿った断面での流速分布を測る方法である。風速の乱れは流体騒音と関連があると言われていることから、流れと音の関連について情報を得ることも狙っている。

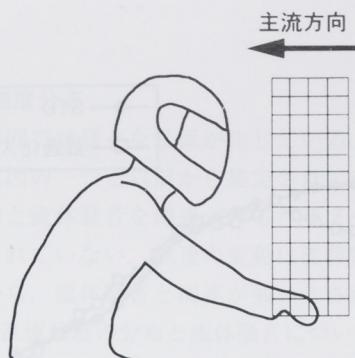


図2 風速計測点

さらに図3に示すように、ライダー前面の主流方向の圧力分布を高速圧力多点計測システムにより計測する方法である。後者については、模型だけでなく実車風洞（財團法人 日本自動車研究所）でも同一の試験を実施して、模型試験結果と比較し有効性を確認した。

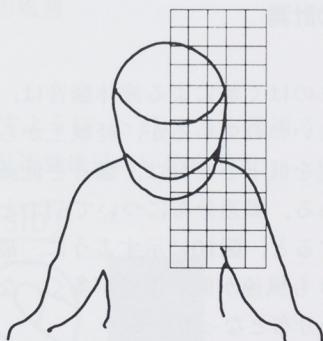


図3 圧力計測点

### 3 実験結果と考察

#### 3.1 流体騒音

実験に用いた車両外観および諸元を図4に示す。この車両はフェアリングを装備しており、この車体形状を基準形状（以下、STDと表記する）とする。実験時の風速は模型・実車とも27.7m/sec (100km/h)とした。



図4 テスト車両(STD)

排気量： 892cm<sup>3</sup>  
全長： 2,230mm  
全高： 1,300mm  
重量： 239kg

まず最初に、実際の走行におけるSTDの流体騒音スペクトルを図5に示す。低周波が支配的な広帯域音であり、いわゆるエオルス音のような顕著なピークは見られない。

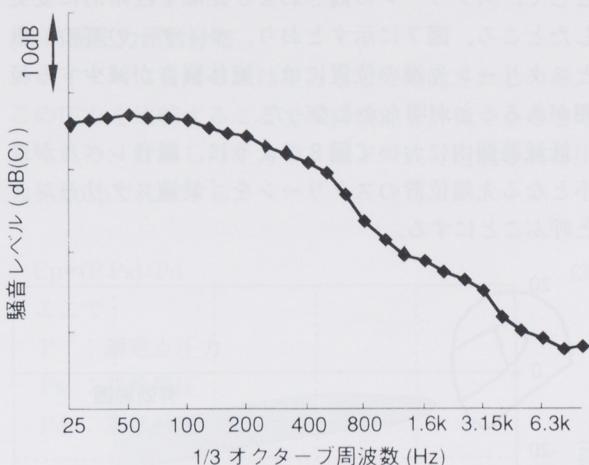


図5 実走行の流体騒音スペクトル

次に模型より得た流体騒音の周波数スペクトルを図6に示す。STDと非常に似通ったスペクトルを示し、また絶対レベルも非常に接近しており、両者には高い相関があると判断できる。

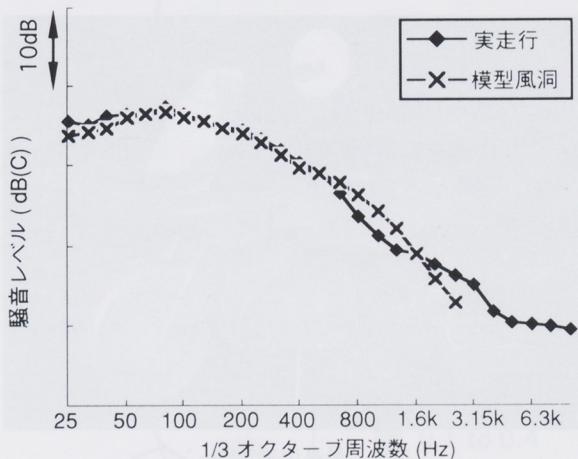


図6 模型と実走行の流体騒音スペクトル比較

この事実を基に、模型試験において車体形状の一部を様々に変更して、流体騒音の比較を行った。特に車体の中でも、耳に近い部品であるスクリーンを変更した実験を重点的に行った。ライダーの耳の位置を基準として、スクリーンの高さおよび距離を段階的に変更したところ、図7に示すとおり、ライダーの耳の位置とスクリーン先端の位置には、流体騒音が減少する範囲があることが明らかとなった。

低減範囲内において図8のように、騒音レベルが最小となる先端位置のスクリーンを「最適スクリーン」と呼ぶことにする。

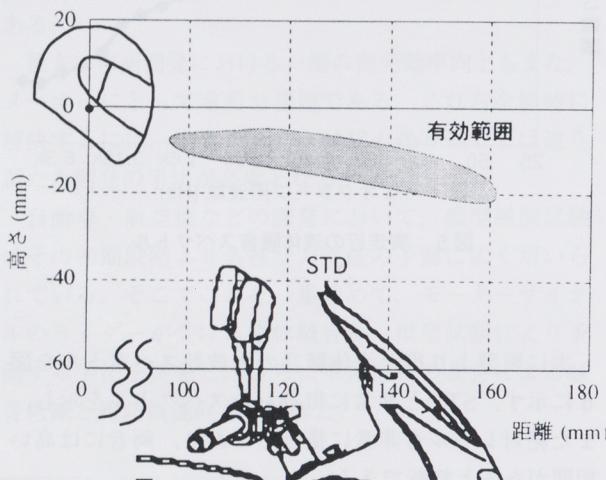


図7 騒音低減に有効なスクリーン先端位置

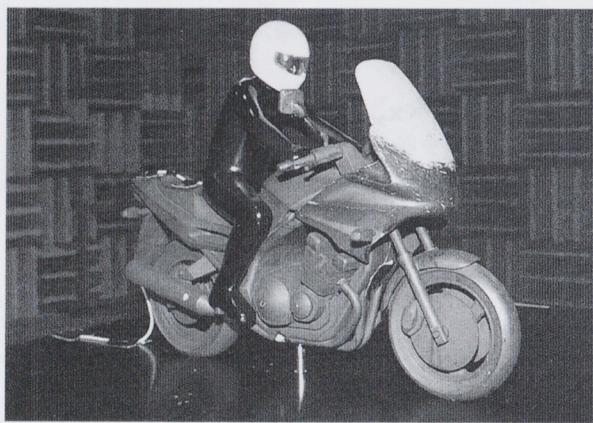


図8 最適化スクリーン

模型試験により考案された最適スクリーンは、流体騒音の低減が期待できる。そこで最適スクリーンを装備した実車で実際に走行して流体騒音を計測したところ、図9に示すように、流体騒音はSTDに対し約3dB(C)低減した。

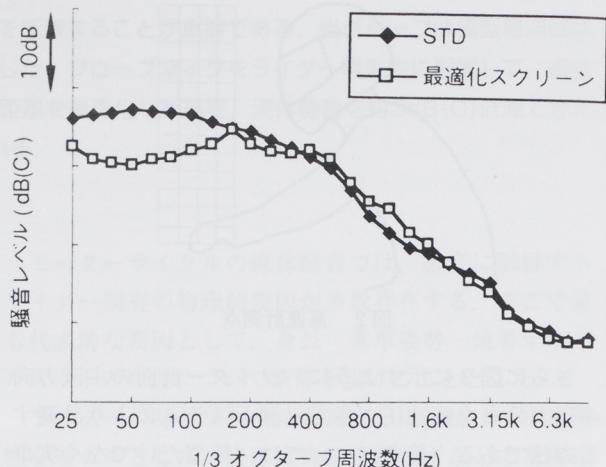


図9 最適化スクリーンの効果

### 3.2 流れ場の計測

#### (1) 流速分布

一般に流れのはく離による流体騒音は、流速の6乗に比例するといわれているが、経験上からもライダーに当たる風速を低下させれば、騒音を低減できることは明らかである。風速分布についてSTDと最適スクリーンを比較すると、図10に示すように、最適スクリーンはSTDよりも風速が低い領域が多く、なだらかでかつ風速も低い分布となっている。

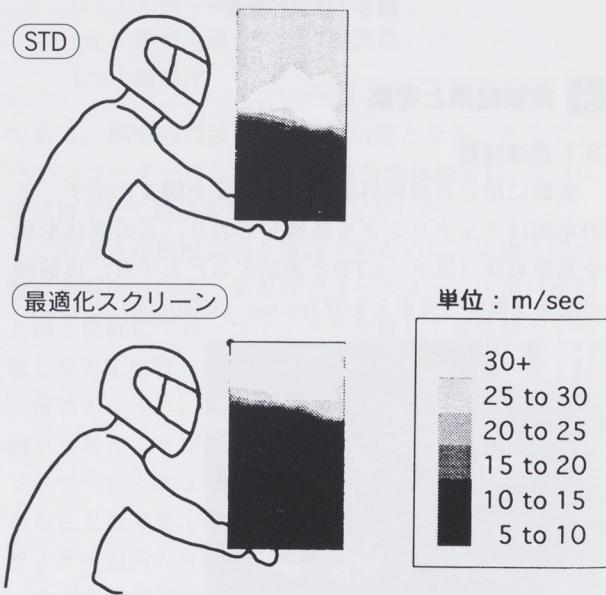


図10 風速分布の比較

また最適スクリーンでは、風速の高い領域がSTDよりも上方に移動しており、ヘルメットの開口部からより音源が遠くに移動したとも解釈できる。

## (2) 乱流強度分布

車体周囲では様々な乱流が生じている。乱流は流体騒音の原因の一つと以前から推定されているが、乱流そのものと流体騒音を関連づけるパラメーターは、まだ解明されていない。風速の変動は流体騒音を励起することから、流体騒音と関連が強いとされる。そこで今回は、乱流強度の分布と流体騒音について調査した。乱流強度TI (Turbulence Intensity)<sup>(2)</sup> は以下の式で定義される。

$$TI = \sigma / U \quad (2)$$

ここで

TI : 乱流強度 (%)

$\sigma$  : 風速の変動分の標準偏差

U : 平均風速

である。

図11に示すように、STDよりも最適スクリーンの方が全般的に乱流強度は高い値を示す。

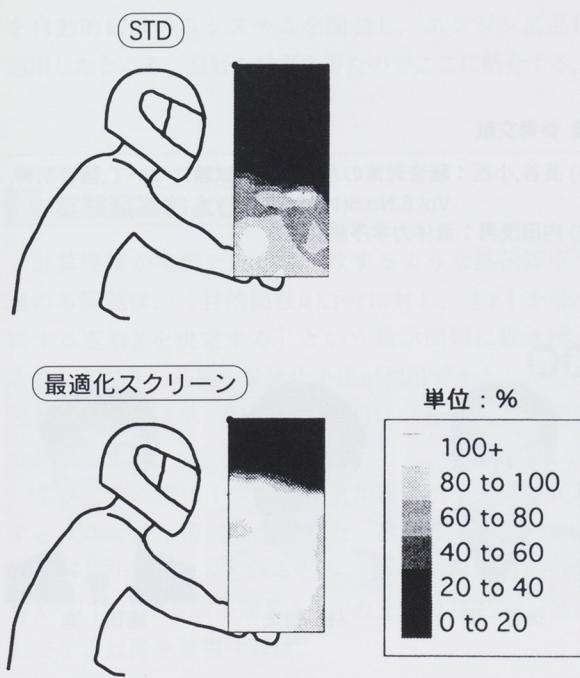


図11 乱流強度分布の比較

前述のように最適スクリーンの方が騒音レベルは低いにもかかわらず、このような分布となった原因として考えられることは、この模型については風速の乱れよりも絶対値の寄与率が高いためと考えられる。また現実には計測された一面だけの乱れが音波を励起する

のではなく、流れ中の様々な渦や流れのはく離が音源となるから、流れの物理量と流体騒音の関係をより正確に把握するには、全空間内でのさらに詳細な実験が必要と推定される。

## (3) 前面圧力係数分布

ライダーに当たる風は圧力として知覚されるので、この圧力を比較することで風防機能を評価できると考えられる。計測した圧力は、以下の式で定義される圧力係数Cpで比較する。

$$Cp = (P - Ps) / Pd \quad (3)$$

ここで

P : 測定点圧力

Ps : 基準静圧

Pd : 基準動圧

である。

まず最初に、模型と実車それぞれの圧力係数分布を図12に示す。ライダーの二の腕から外側にかけて、模型での圧力係数がやや高くなるが、全般的に模型・実車共によく似た分布となっており、模型風洞でも実際の流れ場をほぼ再現しているといえる。

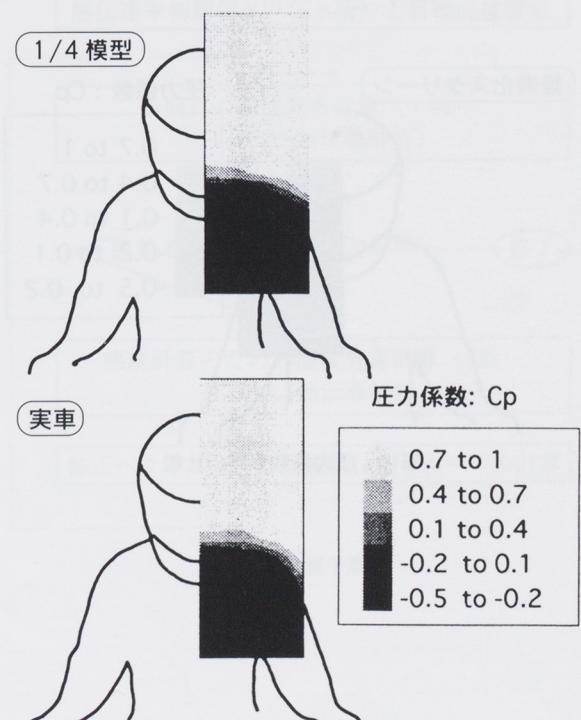
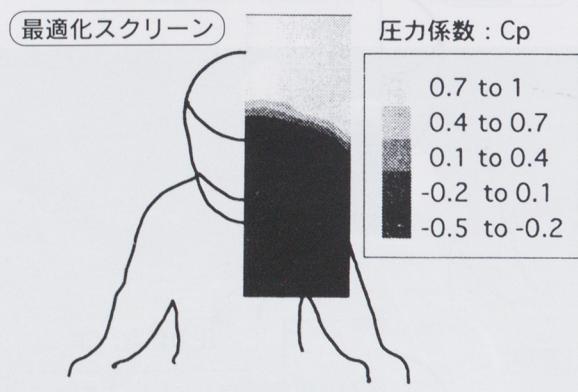
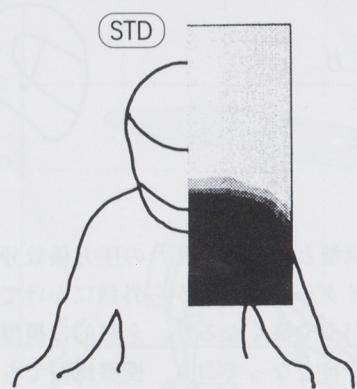


図12 圧力係数分布の比較

従って流体騒音の場合と同様に、模型風洞試験で風防機能を予測することが可能であると判断できる。そこで騒音低減効果のある最適スクリーンとSTDの風防機能を、模型風洞で評価することとした。

その結果を図13に示すが、最適スクリーンを装備することでライダーに風が直撃しない領域、すなわち圧力係数が負となる領域がSTDより広がっていることが明らかである。よってSTDより最適スクリーンのほうがより良好な風防機能を有するといえる。最適スクリーンは、風防機能と低流体騒音を両立した形状であることも明らかである。



## 4 結論

- (1) モーターサイクルの流体騒音は、模型風洞と実走行の間に高い相関がある。
- (2) 模型風洞で流体騒音を低減する車体形状を見いだすことができた。
- (3) 車体形状を最適化することにより、良好な風防機能と低流体騒音を両立できる。

## 5 今後の課題

模型による流体騒音予測が有効であると確認されたが、ライダーの身体・モーターサイクルの形状は千差万別であり、今後の課題として以下の2点が挙げられる。

- (1) 様々な身長・体格のライダーに対し、流体騒音を低減できる車体形状の探査
- (2) 異なる車種のモーターサイクル模型による流体騒音予測の検証

### ■ 参考文献

- (1) 長谷、小西：騒音対策のための模型試験について、騒音制御、Vol 6.No.5(1982)10
- (2) 内田茂男：流体力学序説 p133

### 著者



後藤一廣



林 恒夫



藤田 進

# 熱境界条件の最適化とエンジン部品への適用

Optimization of the Heat Boundary Conditions and its Application for Engine Parts

安藤剛廣 Takehiro Ando

笠原広規 Hiroki Kasahara

● (株) ワイ・イー・シー システム部

**要旨** 構造解析における熱境界条件の決定作業には、解析者の知識や経験だけでなく多大な工数を必要とする。この熱伝導計算結果を実測温度に近づけるための熱境界条件最適化システムを開発し、エンジン部品に適用したところ、工数は従来の1/5程度で計算温度誤差の大幅な改善ができた。

## 1 はじめに

市販の構造解析ソフトが近年盛んに取り組んできたテーマの一つが形状最適化であるが、依然として計算結果に大きく影響する境界条件の決定には、構造解析者の経験と知識が要求される。

一方、熱問題における熱応力と熱変形計算の精度を上げるには、熱伝導計算の結果である温度分布が充分に妥当なものであることが前提条件となる。しかし熱伝導計算の境界条件の一つである熱伝達率は、実際の問題に適用できる参考文献が少なく、また直接測定もできないために、計算した温度が実測値と一致するように何度も修正するという厄介な作業が必要であった。

今回、計算温度が実測値に一致するような熱伝達率を自動的に求めるシステムを開発し、エンジン部品に適用したところ、良好な結果を得たのでここに紹介する。

## 2 実験装置および方法

計算温度が実測データに一致するような熱伝達率を求める問題は、「目的関数 $f(X)=r$ に対し、 $\|r\|$ を最小にする変数 $X$ を決定する」という数学問題に置き換えることができ、各種の最適化手法が利用できる。ただし、変数 $X$ は熱伝達率、目的関数 $f(X)$ は計算温度と実測値の誤差とする。

本システムでは1次の感度（傾斜）ベクトルを使用するガウスの反復法を使用した。第 $k$ 段階における近似解 $X^{(k)}$ が分かっているとき、第 $k+1$ 段階の近似解 $X^{(k+1)}$ における誤差関数を $X^{(k)}$ のまわりにTaylor展開して2次以降を無視すれば、

$$\begin{aligned} f(X^{(k+1)}) &= f(X^{(k)} + s^{(k)}) \\ &= f(X^{(k)}) + A^{(k)} s^{(k)} \\ &= r^{(k+1)} \end{aligned} \quad (1)$$

ここに  $A_{ij}^{(k)} = \frac{\partial f_i(X^{(k)})}{\partial X_j}$  が感度である。

$r^{(k+1)}=0$  であるための修正ベクトル $s^{(k)}$ は

$$f(X^{(k)}) + A^{(k)} s^{(k)} = 0 \quad (2)$$

を満足する解であり、第 $k+1$ 段階目の近似解は

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} + s^{(k)}$$

として求められる。

計算手順を図1に示す。感度係数は熱伝導計算結果から求め、修正ベクトル $s^{(k)}$ は(2)式をニュートン・ラブソン法で解いて求めた。熱伝達領域分割数を $n$ ヶ所とし、 $m$ 回の繰り返しで収束した場合は、 $1 + m \times (n + 1)$ 回の熱伝導計算が必要になる。

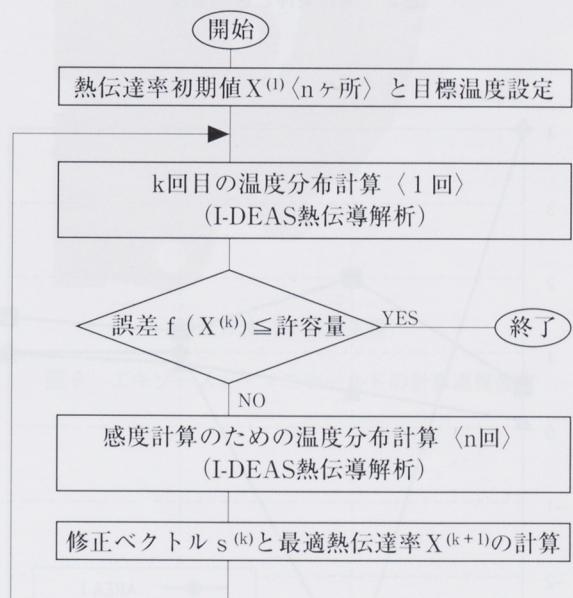


図1 計算手順

### 3 検証結果

図2に示す断面の構造物を仮定した熱伝導モデルに対し、図示した熱境界条件での熱伝導計算結果である温度と熱伝達率を目標値とした。

熱伝達率には適当な初期値を与え、目標値への収束状況を確認したが、その結果を図3に示す。

計算温度誤差の変化を図4に示すが、修正3回目で温度誤差1.8°Cに収まった。なお、計算温度分布を図5に示す。

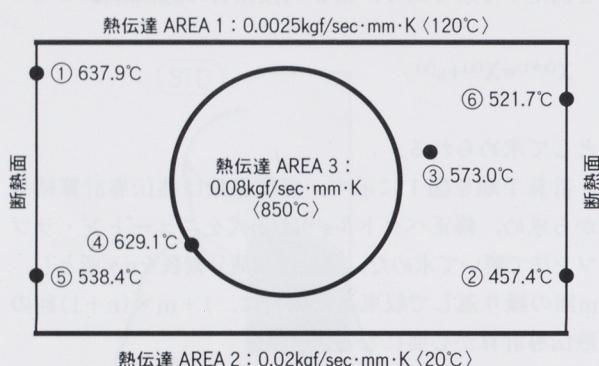


図2 境界条件と目標温度

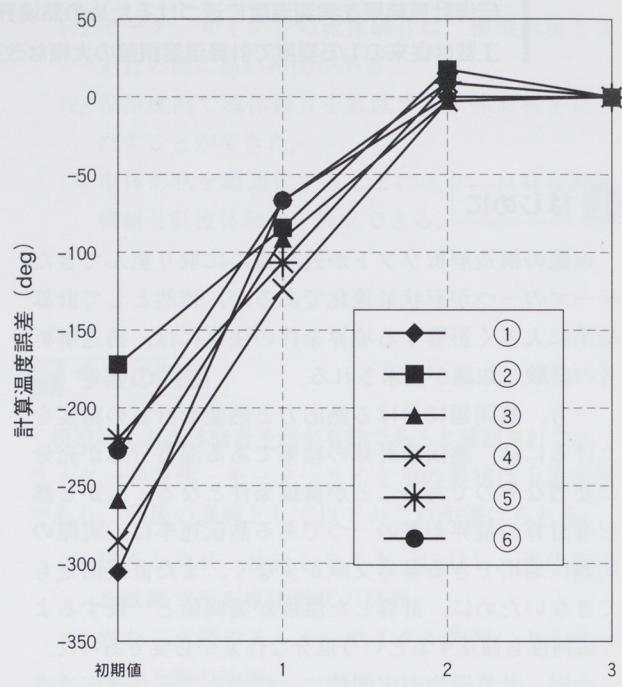


図4 計算温度誤差の変化

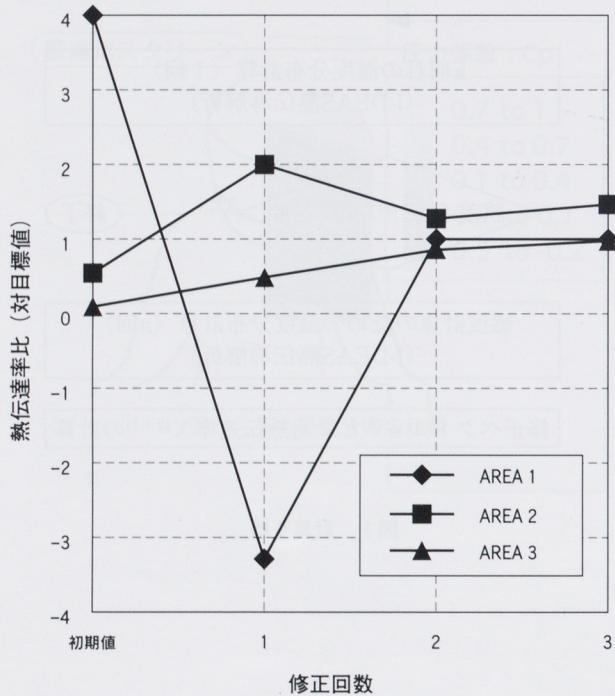


図3 热伝達率の変化

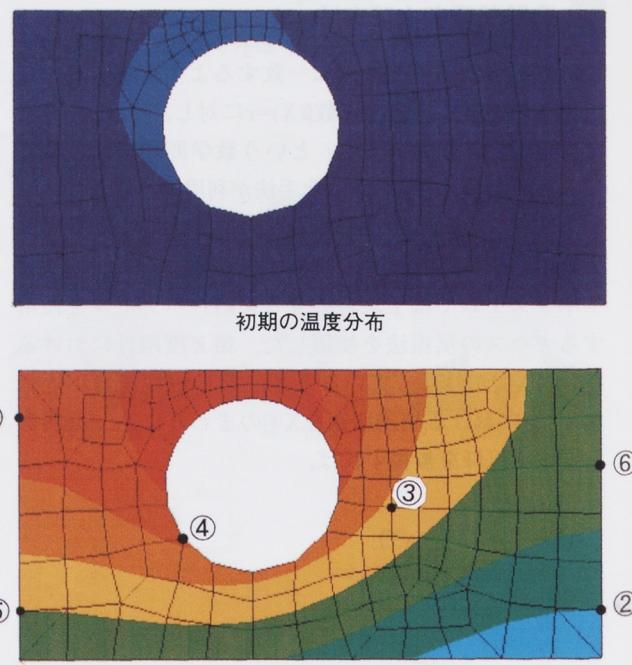


図5 計算温度分布

# 熱境界条件の最適化とエンジン部品への適用

YAMAHA MOTOR CORPORATION U.S.A.

## 4 適用例

### 4.1 エキゾースト・マニホールド

10ヶ所の目標温度に対し、3ヶ所の熱伝達領域を最適化した結果を図6～図8に示す。最高温度約800°Cに達する実測目標温度に対し、修正4回で誤差35°C以下になった。ちなみに従来の勘による方法では修正10回で誤差47°Cであった。

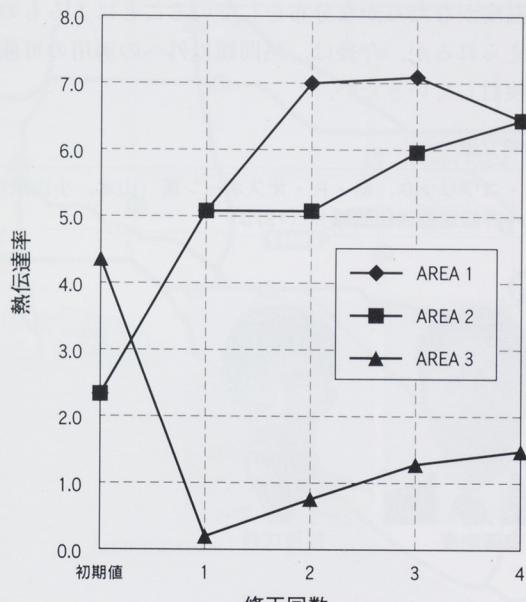


図6 热伝達率の変化

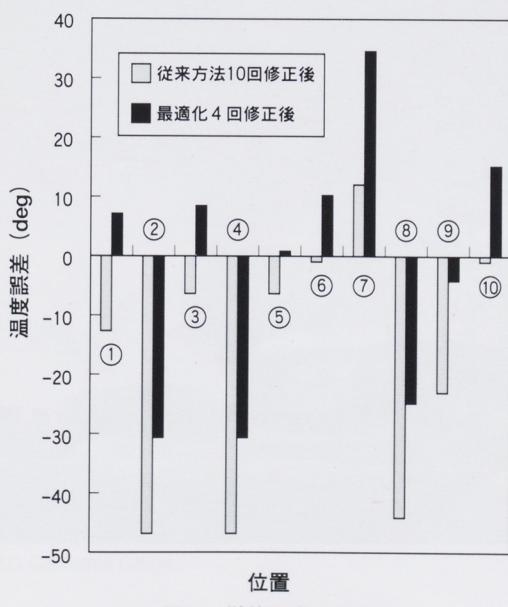
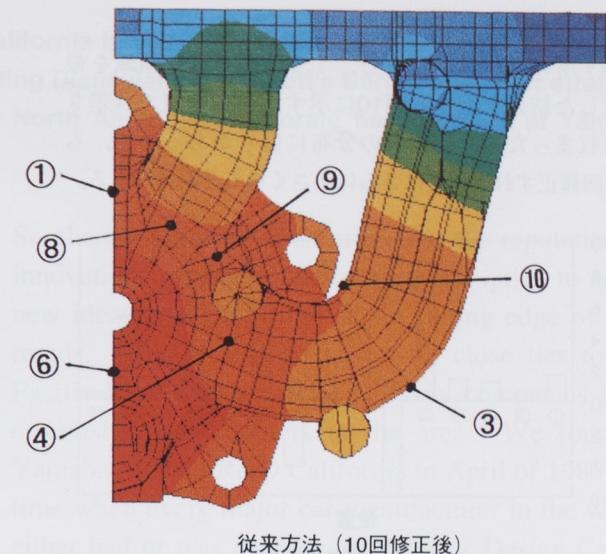
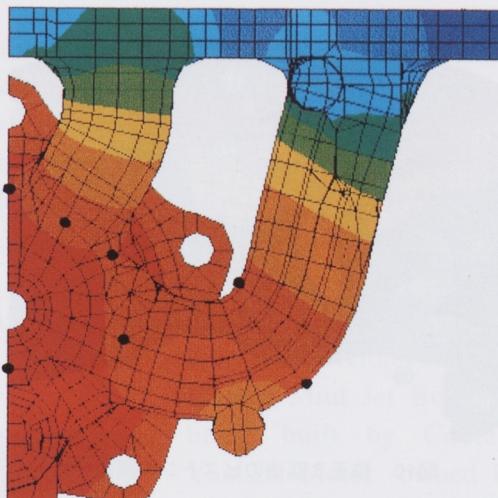


図7 計算温度の誤差



従来方法（10回修正後）



開発方法（4回修正後）

図8 エキゾースト・マニホールドの計算温度分布

## 4.2 ピストン

15ヶ所の目標温度に対し、7ヶ所の熱伝達領域を最適化した結果を図9と図10に示す。修正3回で誤差9°Cに収まった。まだ誤差の分布に偏りがあるので、もう一回修正すれば誤差はさらに小さくなると期待できる。

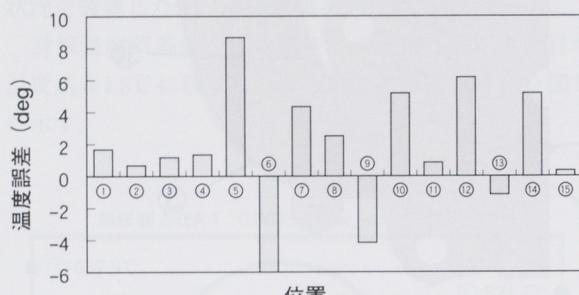


図9 計算温度誤差

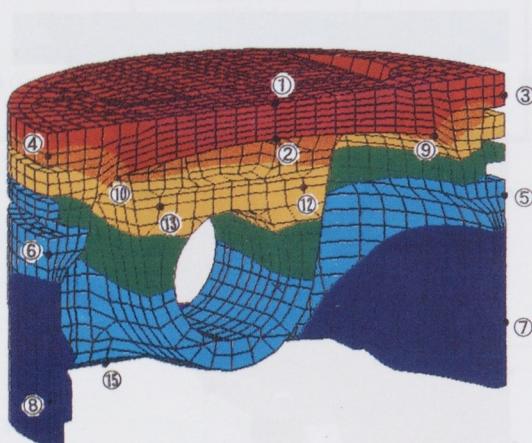


図10 修正3回後のピストンの温度分布

さらに、効率よく最適な熱伝達率に到達するためには、物理的に妥当性のある領域分割や初期値についてのノウハウがやはり必要になるが、本システムによる収束結果を分析することでこれらのノウハウ蓄積も容易となるはずである。

本システムでは、ベーシックな最適化手法を用いているが収束性に大きな問題はなく、その後の適用事例も増えているがどれも良好な結果を得ている。これは、温度がなだらかな分布をしていることによるものと考えられるが、今後は、熱問題以外への適用の可能性も検討していきたい。

### ■ 参考文献

- (1) J・コワリック, M・R・オスボーン著（山本, 小山訳）  
：「非線形最適化問題」（1970）

### 著者



安藤剛廣



笠原広規

## 5 今後の課題

今回開発した熱伝達率最適化システムにより、経験者が多大な工数をかけて熱境界条件を見つける作業は不要になり、特別なノウハウがない未経験者でも短時間で最適な熱伝達率に到達でき、高精度な温度分布が得られるようになった。

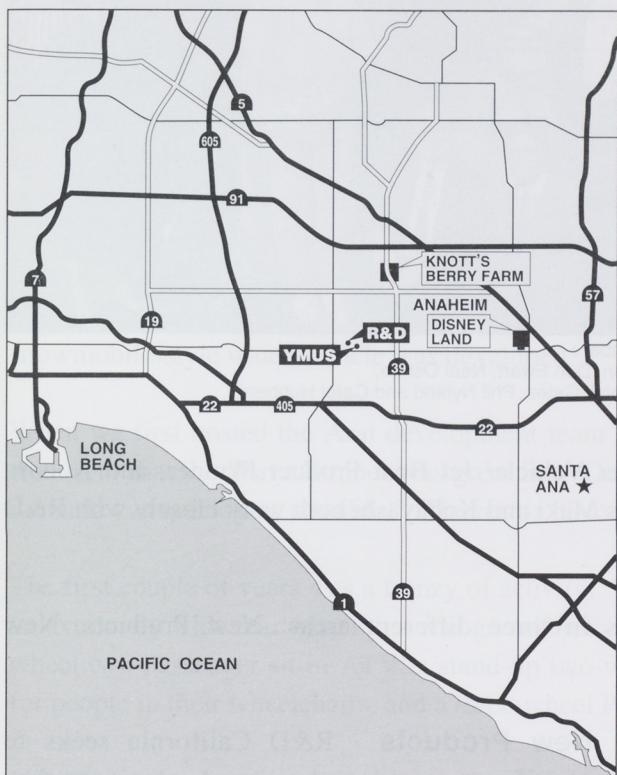
ただし、熱伝導計算自体は本システムとは別個に行う必要があり、操作上の煩わしさが残っているため、今後は初期値を入力するだけで最適値が求められる完全自動化システムを目指し、一層の解析効率の向上を図りたい。

# R&D Overseas - R&D California

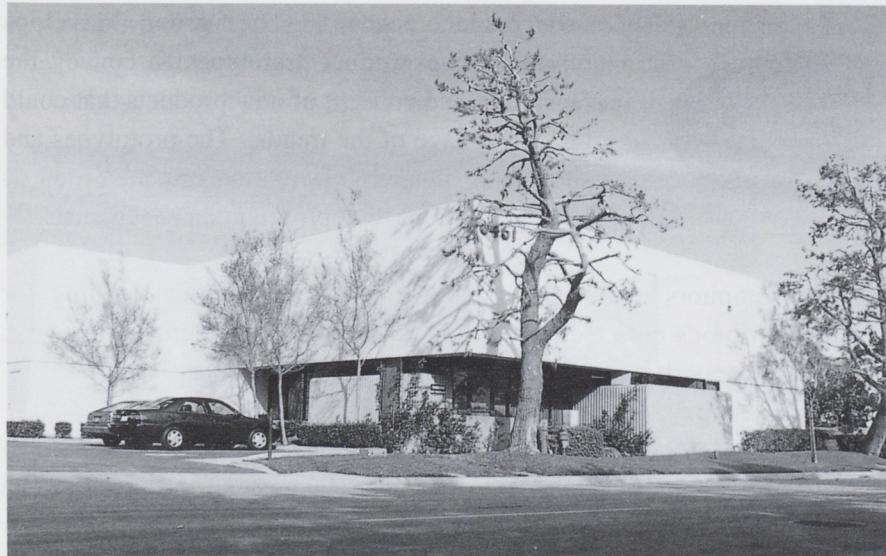
**Roger Hulett**

Manager, Research & Development California  
YAMAHA MOTOR CORPORATION, U.S.A.

R&D California is located in the hub of Southern California in Cypress, California, just a short drive from many of the area's most famous destinations, including Disneyland and Knott's Berry Farm. Our strategic location is also just about one kilometer from the North American Corporate headquarters at Yamaha Motor Corporation, U.S.A.



Location



R&D California Office

Southern California is an area with the reputation of innovation. Southern Californians are quick to adopt new ideas, and are often at the cutting edge of new trends. This is also an area with close ties to the Pacific Rim, which is why so many companies have established headquarters in the area. We founded Yamaha Motor's R&D California in April of 1985 at a time when every major car manufacturer in the world either had or was opening an R&D or Design Center in the area.

R&D California was created to assist in the expansion of Yamaha Motor in North America through new business opportunities. We have assisted in the development of the Wave Runner water vehicle, a market which has grown to almost 200,000 units in North America. Other accomplishments of our team include the establishment of the North American distribution for Yamaha Motor Robotics, and, recently, being involved in the development of the

Exciter Mini Jet Boats now being built by Cobia, a Yamaha Motor -owned U.S. boat company.

A creative organization like R&D California needs a strong team of individuals, and our group is certainly no exception. I think each individual has great talents and a bit of the "rebel," a requirement which I believe is critical in order to thrive and survive in the research and development of new products.

# Yamaha R&D California

## R&D California Team Members

R&D California team members are:

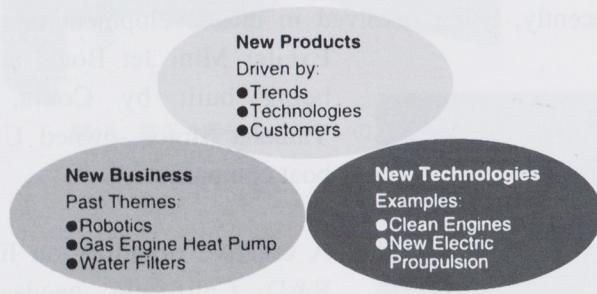
- Vice President-Nobuaki "Neal" Oshiro
- Assistant to the Vice President (Engineer)-Yukiharu "Yuki" Hosoi
- Manager (Engineer)-Roger Hulett
- Administrative Assistant-Carol Hubbard
- Project Engineers-Nick Larson,
- Kevin Springer
- Technicians-Phil Nyland, Neil Gates



R&D California Team Member:  
Kevin Springer, Nick Larson, Don Ewart, Neal Oshiro,  
Roger Hulett, Yuki Hosoi, Neil Gates, Phil Nyland and Carol Hubbard

It is also home for Yasushi "Rick" Maki, YMUS Water Vehicle/ Jet Boat Product Planner, and Noboru "Neil" Kobayashi, Marine Corporate Planning. Messieurs Maki and Kobayashi both work closely with R&D California in the development of new ideas.

R&D California explores new business opportunities in three different areas: New Products, New Technologies, and New Business Opportunities.



**New Products** - R&D California seeks to identify new trends and new technologies as they emerge, and also watches for changing customer and dealer needs. The group develops representative product prototypes to convey the feasibility and concept of new products that could take advantage of the trends. The prototypes and supporting market information are presented as strategic options to appropriate management.

**New Technologies** - R&D California monitors evolving technology in North America, looking for developments which could add to Yamaha Motor's core technology. When we discover things of interest, we explore them in detail. In some cases, we work to co-develop technologies. Examples include clean-engine related technologies, and new electric-propulsion technologies.

**New Business Opportunities** - R&D California evaluates U.S. customer interest in existing Yamaha Motor products or technologies available to other markets from Yamaha Motor, Japan, or from other Yamaha Motor companies worldwide. This effort often includes researching possible domestic U.S. partners to promote these products. Examples in the past have included Robotics and Gas Engine Heat Pumps.

I had the privilege to share 'The California Experience' with the R&D California Japanese staff when the team was first organized in 1985. The team was under the direction of "Shane" Muraki, and included "Oly" Hayata, Snowmobile and Golf Cars; "Harry" Sugano, Life Styles and Marketing; "Mark" Tanaka, Motorcycles and ATVs; "Kurt" Kobayashi, Design; and "Toshi" Yamada, Marine and Aircraft.

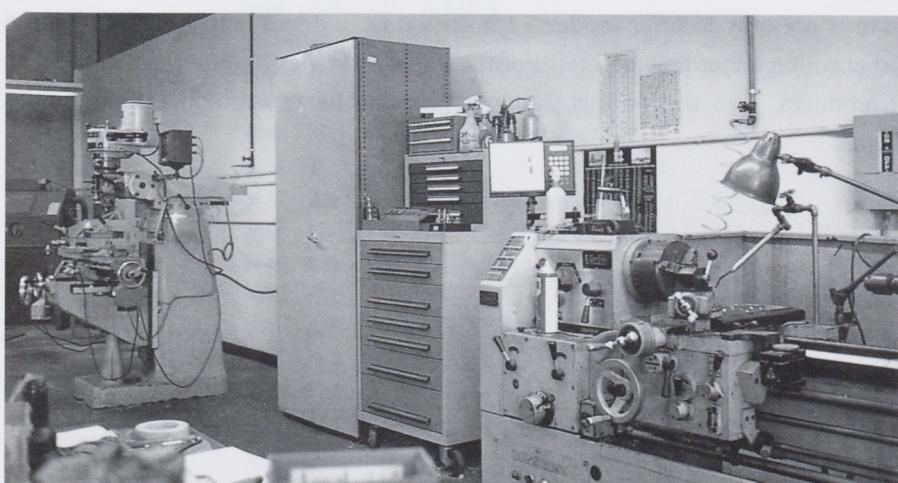
Our charter was simple: Find and develop new markets for Yamaha Motor. To do that we set off as a group, and individually, to explore and understand the customer's motivation for using recreational vehicles by experiencing the California lifestyle ourselves. We rode ATVs and motorcycles on the beach at Pismo Beach, in the low desert sand dunes of Glamis, and the high desert of El Mirage Dry Lake. We canoed and floated down the Colorado River. We experienced airboats and hovercraft, and drove everything we could find that went on the water, including jet skis, wet bikes, and surf jets. We evaluated Arai's stand-up "Jet Ski" with wings and a surf jet with a handle. From these experiences and market research, the idea of a snowmobile-style water vehicle was developed.

When we first hosted the Arai development team and tried the Wave Runner prototype for the first time it was clear that the Wave Runner was great fun. Our recommendation was "add more horsepower and take it to market as quickly as possible!" The rest is history and is now an over 200,000 unit market success story.

The first couple of years was a frenzy of activity. We built a three-wheel ATV with two wheels in front and an extremely wide rear wheel that was great fun to spin circles on. Then came a cruising wind surfer, a four-wheel two-passenger sit-in ATV, a stand-up two-wheel off-road scooter, a water vehicle for kids, a scooter for people in their wheelchairs, and a three-wheel PAS vehicle for senior citizens.

In 1989, we used an innovative research technique to search for new products. We went back to the customers who had purchased products from Yamaha Motor to ask them their current and future product interests. Our hypothesis was that we had been successful in introducing snowmobiles, ATVs and outboards because we had previously sold motorcycles to that same type of enthusiast. To test the hypothesis, the researchers went back to the early years of Yamaha Motor when the DT-1 and the XS650 were sold, and found those customers. R&D

asked the National Family Opinion (NFO) organization, which regularly surveys representative U.S. households, to include a single qualifying question in a survey sent to 40,000 households. From the survey the team selected 900 people who purchased their first motorcycle between 1965 and 1974, typically "baby-boomers" who were in their 20's, and asked questions on



Machine Shop Area



Office Area

product ownership over their life. Through this and subsequent research, the research team has concluded that approximately one-third of U.S. households are "outdoor active." These people have participated in activities such as hunting, fishing, camping, hiking, downhill skiing, and motorized recreational vehicles. They are Yamaha Motor customers.

In the 1960's, these customers purchased the DT-1 while in their teens, the XS650 in their 20's, and then went on to purchase snowmobiles, ATVs, and outboards in their 30's and 40's. The "outdoor active boomer" has helped Yamaha Motor grow from one product in the 1960s to over ten products in the 1990s.

Where are these "outdoor active boomers" interests as they enter their 50's? Cruising motorcycles, hot-rod cars, and boats. What interests do they express for the 21st Century? Boats and motor homes.

R&D California's vision for the future is not only to offer products for the aging "outdoor active boomer" but to offer products which will appeal and encourage that new one-third of the population, the "outdoor active teen" to enjoy products that Yamaha Motor produces. We will do that through searching for new product opportunities utilizing our core technology worldwide.

## ● 編集後記 ●

前号から会社としての技報になると同時に、サイズもB5版からA4版へと一回り大きくなり配布された時に、一瞬会報と間違ってしまった。以前に自身の担当モデルが掲載されたこともあり、これも何かの縁と技報の編集委員を引き受け、早くも何年か過ぎてしまった。その間に委員長は変わり、メンバーの入れ替わりはそれ以上に活発で大半が交代し、気が付けば私と同期の編集委員はほんの数人で最古参になってしまった。また技報の内容も技術論文や製品紹介が主体だったのに比べ生産技術関係が増え、より多岐にわたる製品の紹介そして関連会社の新技術あるいは新製品紹介と大変幅広くなり掲載量も多くなった。21世紀まであと2年と9ヶ月あまりにせまり、この先技報に掲載される当社の技術や製品はどのような変化をするのだろうか？私が編集委員を務めてきた過去7年の変化以上かもしれない。感動創造企業として、より社会や人々に貢献できる技術や製品が世に送り出されることを期待したいものです。さて私の編集委員会議事録のファイルもそろそろ一杯になりそうです。どなたか委員をご希望の方はいらっしゃいませんか？（阿部）

編集委員として編集業務はいまだ微力ではありますが、今後は今まで以上にパワーを出して行きたいと考えております。新しくなって二巻目を迎えるとともに、執筆されている方をはじめ関係者の方々のご協力に感謝いたします。私も常に技報を楽しみにして読んでおりますが、YMCのグループ内の技術の範囲と深さに感激しています。逆にYMCグループ外から見れば脅威に感ずることでしょう。何かを調べようとすると社内に必ずその道のプロがあり、ご教授が願えることです。これからも、これらの総合力を結集して行きたいし、そのほんの一部がこの技報に記載されていると考えています。（飯田）

1997年の重点課題の一つは「グローバルビジネスネットワークの構築」ですが、技報についてもグローバル化を図って行きたいと考えております。まず、その第一弾として、1997年1月から、技報の一部の記事についてはホームページ(<http://www.yamaha-motor.co.jp/>)にも掲載させていただき、全世界に向けた情報の発信を始めました。また、その第二弾として、今号からは「海外R&Dの紹介」というコーナーを設け、海外の情報も掲載させていただくことにしました。このコーナーについては、執筆者の英文原稿をそのまま掲載させていただきますので、辞書を片手に生の英語に接していただければ幸いです。（早坂）

### ● ヤマハ発動機技報編集委員（1997年3月現在）

編集委員長	齋藤 正芳	技術本部	開発支援室
編集副委員長	寺井 康晴	生産企画本部	生産企画室
編集委員	阿部 輝夫 飯田 正敏 岸田 肇 久保 正人 米谷 俊一 橋本 正喜 鈴木 隆 鈴木 晴久 土本 寛治 富本 史郎 中村 和郎 古谷 昌雄 松長 伸彦 森下 紀夫	モーター・サイクル事業本部 IIC 水事業部 GHP事業部 舟艇事業部 第1技術室 技術本部 基盤技術研究室 生産企画本部 生産企画室 ワイヤ・イー・シー 技術設計2課 モーター・サイクル事業本部 製造事業部 生産管理室 三信工業 技術企画部 創輝 開発部 特機事業部 パワープロダクト室 IM事業部 技術室 AM事業部 第3技術室 森山工業 開発課	第2プロジェクト開発室 開発部 開発部 第1技術室 技術本部 生産企画室 技術設計2課 モーター・サイクル事業本部 製造事業部 生産管理室 技術企画部 開発部 パワープロダクト室 IM事業部 AM事業部 森山工業
編集事務局	田村 力 早坂 謙一 明田千津子	技術本部 技術本部 技術本部	知的財産室 開発支援室 開発支援室

### ヤマハ発動機 技報 第23号

YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

印 刷 1997年2月20日  
発 行 1997年3月1日  
発 行 所 ヤマハ発動機株式会社  
〒438静岡県磐田市新貝2500  
発 行 人 永易 均  
編 集 ヤマハ技術会技報編集委員会  
表紙デザイン 株式会社エムロード  
印 刷 所 桐屋印刷株式会社  
〒432静岡県浜松市米津町1181  
無断転載を禁じます



**YAMAHA**

ヤマハ発動機株式会社