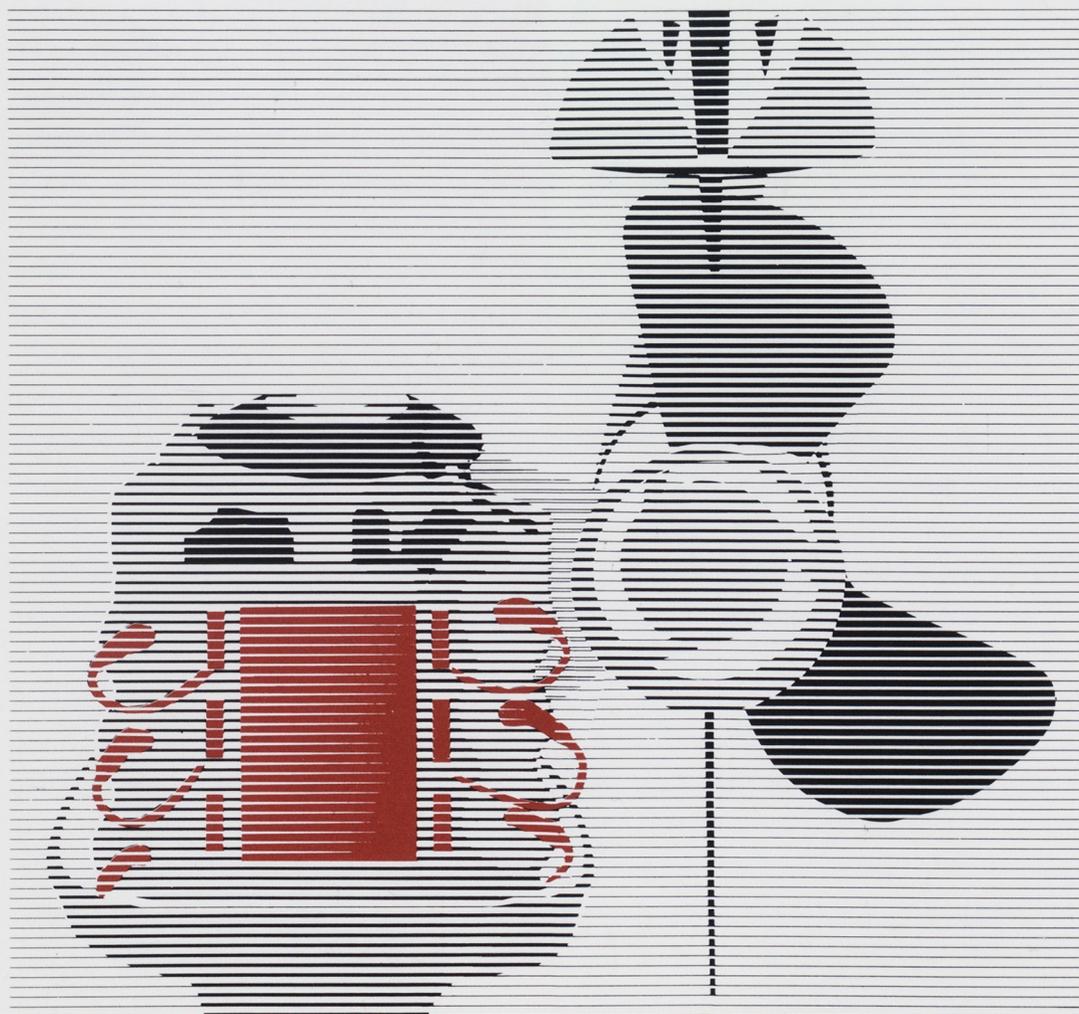


ヤマハ技術会 技報

No.4

1987・7



巻 頭 言



ヤマハ技術会顧問
永 易 均

技術のヤマハを標榜する当社にあって、技術に関心を抱く者すべての集団「ヤマハ技術会」も発足して3年目を迎えました。その活動の内容も、日に日に充実しつつあることは喜ばしい限りです。

振りかえってみますと、「ヤマハ技術会」の発足と相前後して、世界の経済情勢が大変大きな変化を見せて参りまして、特にここ数ヶ月の、日本の貿易不均衡是正を迫る世界的な動き、ドル安、保護主義等々の一連の激動は、輸出比率の高い当社にとって、誠に厳しい環境であり、企業の存続をかけて、それへの抜本的対応を迫られている昨今であります。

我々はこれまで、優れた技術開発力でもって、種々の商品を開発し、世界のユーザーに楽しみと満足を与えて参りましたが、此等製品は主体的には、国内で生産して来ましたが。然し昨今の状況は、生産の国際化を強く促すものがあり、それも、部品の海外調達、自製率向上程度のものでなく、完成製品そのものの、現地生産化を検討せざるを得ない状況下にあります。我々の製品は、どれをとっても、デザイン、性能、品質の良さは、常に高く評価されておりますが、価格面に於ては、昨今の円高、ドル安の中にあつて、輸出市場では、最早、割高感と云う程度のものではなく手の届かない域に入りつつあります。又反面、従来のように価格面だけで、国内生産方式を押し通すことは、困難な情勢になって来ております。とすれば、世界に点在する、すべての生産拠点を戦略的に位置づけ、当社製品の国際分業化が、今迄以上に必要になって参りましょう。と云うことは、市場特性に合った商品の企画と開発の重要性に加え、これからは、民族・歴史・宗教・習慣等々が異なる各国の工場と、そこで働く従業員に、ヤマハブランドの製品作りの技術移転と現地生産に適した商品開発が必要となり、そこで、開発技術、製造技術、そして管理技術の総合的技術力の結集と向上が、ますます不可欠になって来ようかと思われまます。

此の様に、所謂、空洞化現象にむけての動きが進む一方に於て、市場潜在需要を喚起する、あるいは、新しいユーザー作りの新商品作り、特に国内需要拡大商品作りが、急がれる重要課題であります。

此等は、どれ一つをとっても、生易しいものではありません。然し、これまでの経験から見て、われわれが本気で問題の解決に力を結集したならば、必ず乗り越えられるものです。ますます複雑化する状況の中ですが、幸い「ヤマハ技術会」は巾広い経験、知識をもつ、沢山の人の集団ですから、相互啓発、技術研鑽を重ねて頂き度く思います。

技術会の皆さん方に中心的役割を演じて頂き、ヤマハのあらゆる技術を包含した「ヤマハ技術会」の皆さんの英知に支えられたテクノロジーは、こうした問題を必ず解決出来るものと期待致しております。

目 次



巻 頭 言	ヤマハ技術会顧問	永易 均	
1. ヤマハFMSの現状と将来	生産技術部生産技術第2課	鈴木 雅晴	1
2. V-6 船外機の開発と紹介	三信工業㈱第一技術部設計室 〃 実験1課	田口 道博 奥村 滋雄	9
3. 高速メッキシステム(YRPS)の開発	R & Dセンター開発部	塚越 洋 磯部 正章 渡辺 誠之	29
4. 無人ヘリコプタの開発	R & D開発部	森谷 隆	35
5. FARTⅢ 経営管理システムの 技術的視点からの説明	部品事業部システム流通課 部品事業部管理部管理課 管理本部情報システム部	大江 一義 坂田 真行 平岡 法昭	43
6. 試作鋳造型製作のCAD/CAM化	生技開発室 AM技術第2課	佐野 優視 米田 俊彦	55
7. 材料技術における最近の話題(Ⅳ) —樹脂材料編—	第1研究部材料研究課	木村 吉延	65
8. ヤマハモートル・ダ・アマゾンア紹介	ヤマハモートル・ダ・アマゾンア	鈴木 重男	79

ヤマハのFMSの 現状と将来



生産技術部生産技術第2課 鈴木雅晴

1. はじめに

産業界の重要なテーマの1つに、生産性の向上がある。量産技術確立後の多量生産の時代において、それは生産設備の自動化を中心とした合理化・近代化により推進されてきた。しかし、経済水準が高度化するに伴い、単なる合理化・近代化だけでは対応できなくなってきた。なぜなら、経済水準の高度化によって、消費者の価値感やニーズの多様化が促進され、それらに伴って製品のライフサイクルは短くなり、技術革新の進展とあいまって、多種少量化が進行してきたからである。

当社の主力製品であるモーターサイクルの市場においても同様である。当社では、数年前よりこの多種少量への流れに対応すべく、ケースクランクやヘッドシリンダの機械加工を中心にFMSの導入に取り組んできた。ここに、そのヤマハのFMSの概要を紹介する。

2. FMSとは

FMSとは、Flexible Manufacturing Systemの頭文字をとった呼び名であるが、明確な定義はない。一般に、生産性が高くかつ柔軟性を兼ね備えて、自動化をめざした生産方式であればFMSと呼ばれていることが多い。

その生産性と柔軟性に対するFMSの位置づけ

を図1に示す。単一部品の多量生産は、専用トランスファマシンまたは専用工作機械に適した領域であり、ロットサイズの小さい一品料理的な生産は、汎用工作機械で加工するのが有利な領域である。FMSは、これら両者の中間に位置し、図中斜線を引いた領域に適した生産形態である。その対象範囲は非常に広い。



図1 FMSと生産性・柔軟性

その際の柔軟性は、GT方式に基づく類似ワーク、いわゆるファミリーと称される部品群内において多種対応ができるということである。どんなワークにでも、どんな工程にでも自在に対応できるFMSは今後の拡大課程のなかにあり、現在では存在しない。

必要とする生産性と柔軟性のレベルは、扱う製

品の特性により各企業で異なる。したがって、FMSの形態はそれぞれ各企業で異なっている。FMSの概念を把握する参考として、モータを生産するF社の例を図2に掲げた。これは、工場全体をFMS化した代表的な例である。この例にもみ

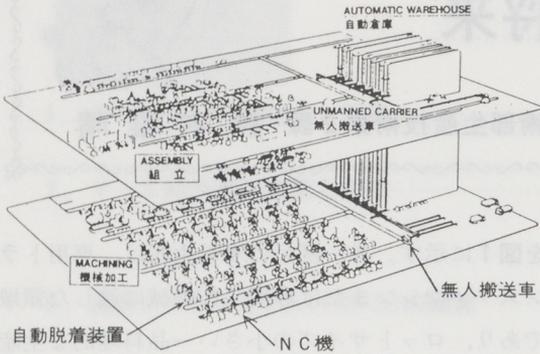


図2 工場全体をFMS化した例

られるように、機械加工のFMSは一般にNC機械群とそれらへの自動ワーク脱着装置、機械間の自動ワーク搬送装置、ワークをためておく自動倉庫、そしてそれらを統括管理するコンピュータといった5項目より構成されている場合が多い。

3. ヤマハのFMSの現状

3-1 ヤマハにおけるFMSの必要性

当社では、昭和50年頃までは専用機による量産加工を導入し、新機種が出るたびに新しく専用機ラインを設置してきた。

しかし、新機種数の増加に伴い、専用機ラインでの対応では、多くの工場スペースや多額の投資額を必要とする為、それに変わる新たな生産方式が望まれた。そこで、昭和51年に生産能力を低下させず機種数の増加に対応する手段として、治具・軸頭交換式の多軸専用機を開発し、ケースやヘッドの機械加工を中心に導入してきた。その方式により、新機種立ち上げに際してスペース拡張の必要がなく、投資額もそれまでの $\frac{1}{2}$ 以下に削減できた。その治具・軸頭交換式多軸専用機の構造を

図3に示した。つまり、治具・軸頭と本機との接

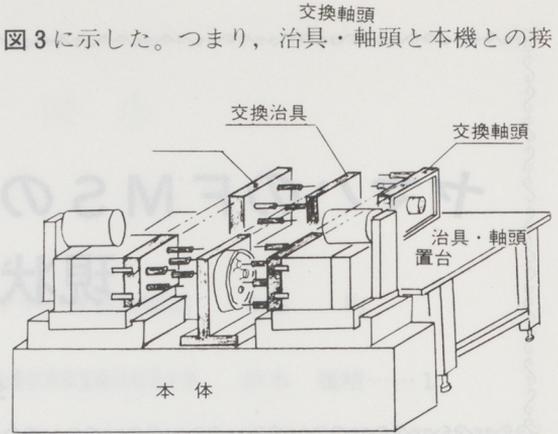


図3 治具・軸頭交換式多軸専用機

続部を標準化しておき、新機種導入時には、その治具・軸頭のみを製作し、それらを段取り交換して対応しようという考えかたであった。この方式は、生産準備期間を非常に長く必要とする欠点があったが、多くの数が見込めた時代の柔軟性のもとせかたとしては、適した方法であった。

しかし、最近の機種は図4に示すように、高々月3,000台の生産量であり、かつ立ち上がり後、半年もするとその生産量は $\frac{1}{3}$ 以下に減少するものが大半を占めるようになった。したがって、前述の治具・軸頭だけの投資回収さえ難しくなった。また、競争の激化に伴い、新機種開発のテンポが早くなり期間も短縮する必要にせまられてきたが、長い生産準備期間を必要とする治具・軸頭交換方式では、その要求にこたえられなくなってきた。ここに、治具・軸頭交換方式に変わる生産方式と

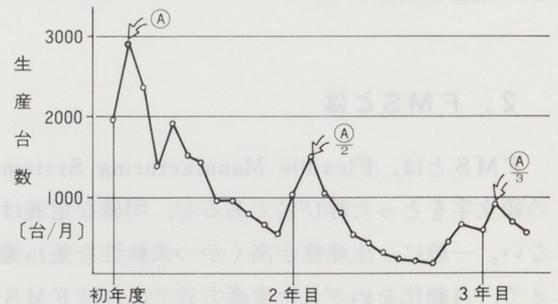


図4 昭和60年立ち上がり機種が生産量の変遷例

して、生産性と柔軟性を兼ね備えたFMS導入の必要性が生じてきた。

3-2 ヤマハのFMSの特徴

我々が最終的にめざすところは、工場全体のFMS化であるが、投資額や現在の生産のやりくりを考えると、一挙にそれを実現することにはとうてい無理があった。したがって、我々は新機種の導入にあわせて徐々に、ライン単位でFMSに取り組んでいくことを考えた。その際の狙いは前項の2つの問題を解決することと同時に、高い生産性を確保するため『量産型であること』と、『生産量の変動に対応できること』を追求した。この4点を求めたところにヤマハのFMSの特徴がある。

3-2-1 量産型FMSであること

生産性と柔軟性に対するヤマハのFMSの位置づけは、図1のクロスハッチを施したところに相当し、比較的生産性の高いところに位置する。なぜなら、最近の生産は少量化してきてはいるが、図4に示したように生産立ち上がり当初は3,000台/月程度ある。したがって、ラインはそれ以上の能力をもつ必要があり、FMSとしては高い生産性をもつ量産型をめざす必要があったからである。

そこで、サイクルタイムは3~6分程度とし、搬送は極力自動化して労働生産性を高め、かつ切粉処理性、設備安全性を考慮したライン造りに努めた。図5に左右割ケースの場合のライン構成を示した。

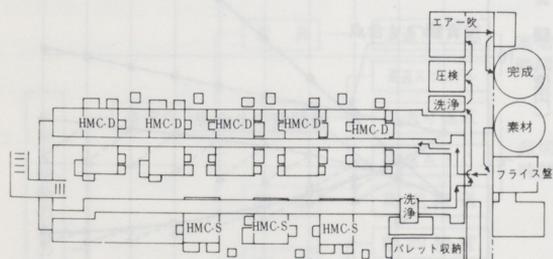


図5 左右割ケースのレイアウト図

このラインの工程の流れを述べると、フライス盤で合面の加工が施されたワークは、次工程で専用のパレット（ワークを取付けて搬送、位置決め

に使われるプレート）にセットされる。そして、8台のマシニングセンターからなるNCトラマンで切削が施され、その後洗浄、圧検を経て出荷になる。トラマン用パレットには、機種識別機構が取付けられており、各マシニングセンターはそれを読み取り、必要なプログラムを自動的に呼び出して加工ができるよう柔軟性を持たせてある。

このラインの中心となるマシニングセンターの略図を図6に示した。切粉処理性および安全性向上への対応として、治具固定でコラム移動式を採用し、メンテ部を切粉や切削水の多くかかる所から外した。また、ベッドにおいては平面部をなくし、溝には十分な傾斜（3度）をつけると共に、切削水や切粉が停滞することがないように切削水の合流する所には、お互いの溝に段差を設ける工夫もした。

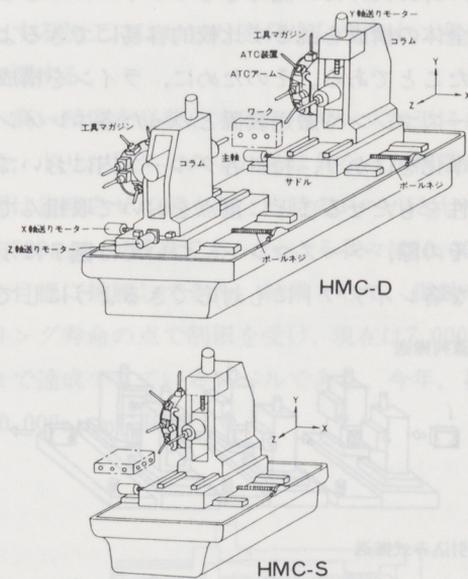


図6 マシニングセンター概略図

3-2-2 生産量の変動に対応できること

昨今の世の中的情勢の変化にはめまぐるしいものがある。したがって、新機種の立ち上がり時のみならずその他の面でも生産量は多くの変動をうける。この変動に対応できるように、ライン間で機種の相互乗り入れができること、およびライン能力そのものの増減が比較的容易にできることの

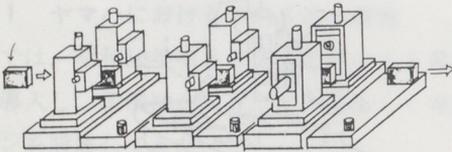
2点を配慮した。

(1)ライン間でワークの相互乗り入れ可能なこと
採算性を考え効果的な設備であるために、上下割ケース、左右割ケース、多気筒ヘッドの形でワークを分類し、それぞれのグループの特徴にみあった形で、ライン形態を別々なものにした。そして、そのグループのなかには、最大のワークを対象にして、マシニングセンターの能力範囲、治具の構造およびパレットの大きさを設定した。したがって、そのグループのライン同志においては機種間の生産の変動に対応できる構造になっている。

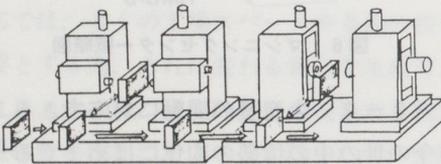
(2)ライン能力の増減に対応できること

例えば、能力3,000台/月のラインを造っておき生産計画が増えたら別のラインから機械をもってきて、4,000台/月の能力をもつラインにすることが、全体の構成を乱さず比較的容易にできるようにしたことである。そのために、ラインを構成するベースマシンや搬送装置といった各エレメントの標準化をはかり、特に各グループ内においては互換性をもたせることに重点をおいて取組んできた。その際、ベースマシンについては図7に示すような各レイアウトにも対応できるようにして、

(a) 直列搬送



(b) 引込み式搬送



(c) 単体機として使用

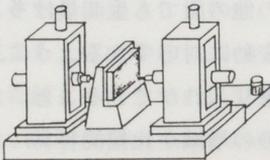


図7 レイアウトの種類

転用の容易化をはかっている。

3-2-3 製造コスト引き下げへの対応

量産型FMSの場合、そのライン構成のなかに軸頭自動交換式の多軸機を一部組み込む場合もあるが、ヤマハのFMSは投資最小を狙い、あくまでもマシニングセンター中心で構成している。したがって、1機種に対応するための設備投資としては、基本的に初工程のフライス治具とNCトラマン用のパレットおよび刃具、それに圧検や洗浄の治具類だけであり、従来よりも投資額はずっと減っている。

例えば、上下割ケースにおいて毎年1機種立ち上がったと仮定した時に、従来の治具・軸頭交換の多軸式とFMSの場合との投資比較を図8に示した。各機種により実際には投資額は異なるが、多軸の場合1.8億、FMSの場合0.4億と現実的なところで設定した時に、累積投資額は3.2年で、償却費は2.5年で相方互格となり、それ以上稼働を続けた時にはFMSのほうが有利となる。生産台数が減少してきたなかには、この投資削減は製造コスト低減に大きく寄与している。また自動搬送を採用し、人員の削減ができていこともコスト低減に結びついている。

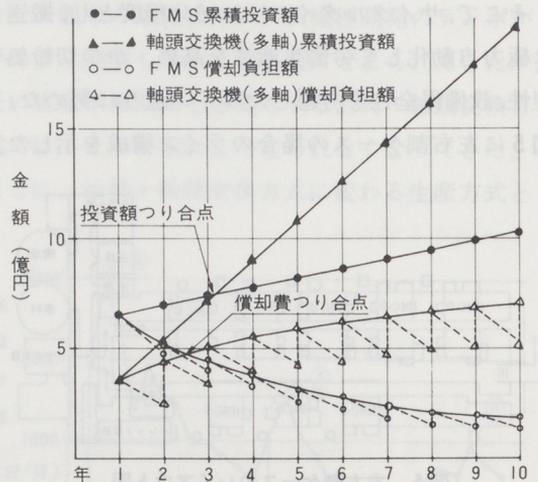


図9 軸頭交換機(多軸)とFMSとの投資比較

3-2-4 生産準備業務の改善

新機種の立ち上げに伴って必要な設備が少なく

て済むことは、前項の投資削減の他に、設備を計画、導入する工数の低減を可能とし、また設備検討期間や製作期間、それに導入の為のライン停止期間等の短縮にもつながっている。したがって、開発着手から立ち上げまでのリードタイム $\frac{1}{2}$ に少なからず貢献できている。表1にそれらの改善の程度を示した。

	多軸の場合	FMSの場合	改善度
生産準備期間	8~10ヶ月	4~5ヶ月	$\frac{1}{2}$
ライン停止期間	約1ヶ月	2週間	$\frac{1}{2}$
生産準備工数	1.5人×8~9ヶ月	1人×4~5ヶ月	$\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$

表1 FMS導入による生産準備の改善

3-3 技術課題と達成度

我々がFMSに取り組もうとしていたころ、世の中のFMSはまだ工作機械メーカーにみられるように、1台のマシニングセンターでフライス加工から穴あけ、ネジ立てまでの総てを加工しようというものであり、サイクルタイムも30分~2時間と非常に長く、機械自体の動きも遅いものであった。その中であって、我々の目的とする生産性の高い量産型FMSを確立するには、図9に示した多くの課題があった。つまり、速い切削速度で削り、切粉を出している実切削時間の短縮をはかること。および、刃具を交換するATC (Auto Tool Change) 時間、加工する穴位置まで刃具を

運ぶ早送り時間、ワークを所定の加工位置まで運ぶ搬送時間といった非切削時間の短縮をはかること、そして、それら高速化のもとでの精度の確保を行なうことがメインの課題であった。

3-3-1 実切削時間短縮

実切削時間を短縮する為には、切削条件を高めていく必要がある。その際ケースやヘッドの加工においては、ドリルやボーリングの加工が大半を占める為、まずこの2点の高速化に的を絞った。

ドリル加工については、図10に示すように、スピンドルと刃具の中を通して切削油を供給するようにして、刃先の潤滑及び切粉の排出を強制的に行なった。そして、15,000r.p.mの加工を実現している。従来は、4,000r.p.m程度が限界だったのに比べると、3倍以上の高効率となっている。ただ、下孔の錆抜いてある穴の加工や、刃具長を長く必要とする加工ではビビリを発生しやすく、多少改善を要する。

高い精度を必要とするボーリング加工においては、ドリル用スピンドルとは異なった構造となる。図は省略させて頂くが、当時のレベルとしては、4,500r.p.mが最高であったところ我々は10,000r.p.mを目標に挑戦してきた。結果として、振動やベアリング寿命の点で制限を受け、現在は7,000r.p.mまで達成できているレベルである。今年、再度10,000r.p.mに挑戦する。

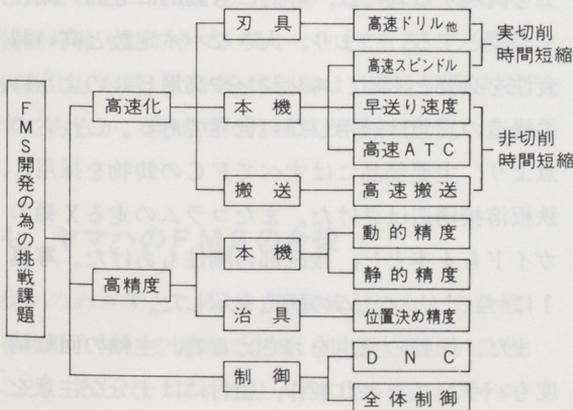


図9 技術課題

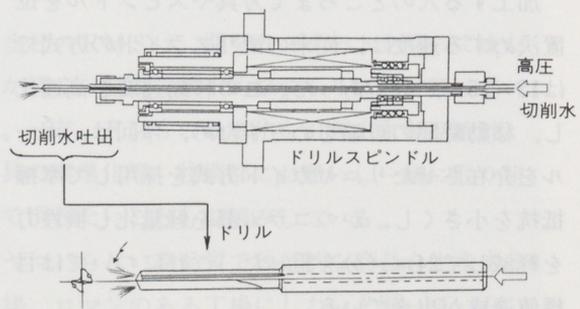


図10 高速用ドリルスピンドルとドリル

3-3-2 非切削時間の短縮

(1) 刃具交換の高速化

図11に今回採用したATC機構の略図を示す。ATC時間の当時の一般値は、刃具交換だけのT_{to T}で5~6秒であったが、我々は目標として、2.5秒を狙った。そのため、マガジンとコラムとを一体化して、加工完了後スピンドルが後退すれば直ちに刃具交換ができる構造にすると共に、ATCアームの動きをメカ方式とし、サイクロイド曲線をもったカムでアームの加減速特性を最適にして高速化をはかった。結果として、目標値までは届かなかったが3.5秒までの達成は出来ている。

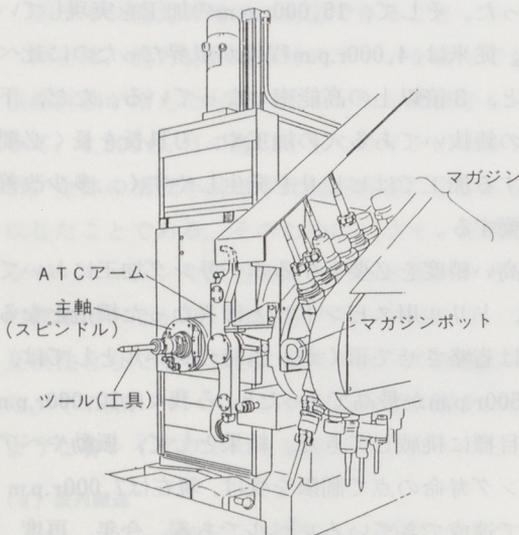


図11 高速ATC

(2) 早送りの高速化

加工する穴のところまで刃具やスピンドルを位置決めする速度は、従来の滑りスライドの方式では12~15m/分であった。この移動速度を高速化し、移動時間の短縮をめざすため、今回は、ボールを介在させたりニヤガイド方式を採用して摩擦抵抗を小さくし、かつコラム部を軽量化し慣性力を軽減して24m/分を狙った。これについては目標値達成が出来ている。

(3) 高速搬送

ある工程で加工完了したワークを次の工程における搬送時間も、従来は10~20m/分であったが、

今回は50m/分を目標とした。その為、図12に示すように、直流サーボモータを使ったチェーン式搬送の構造を採用した。なぜなら、空圧や油圧それに普通のモータでは、速度制御が不安定なことで、理想的な加減速特性を得ることができないのである。結果として、左右割及び上下割ケースの加工ラインでは目標値達成が出来ている。

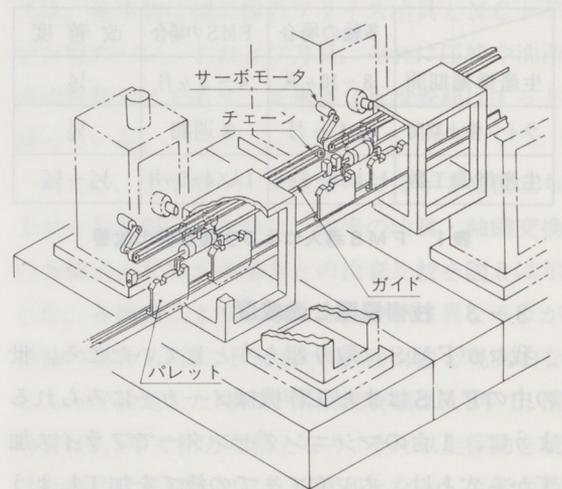


図12 高速搬送

3-3-3 高精度加工

機械各部の動きを高速化するなかで、高い精度を確保しなくてはならず、今回の開発のなかで最も神経をつかい、評価に時間をかけた項目である。工作機構の加工精度=剛性であり、高い精度の加工を実現する為には、静的にも動的にも高い剛性を必要とする。つまり、大きなバネ定数と高い減衰性を必要とする。エンジンや高層ビルのように、柔構造の思想は通用しない世界である。これらの点より、主要部品にはすべてFCの鋳物を採用し、鉄板溶接構造はさけた。またコラムの走るX軸のガイドも4本とし、接続部の剛性もあげた。写真1にベットとコラムの構造を示した。

また、振動の発生をおさえる為、主軸の回転精度もバランスをとり製作、組付には十分な注意を払っている。そして、温度変化による変形に対応

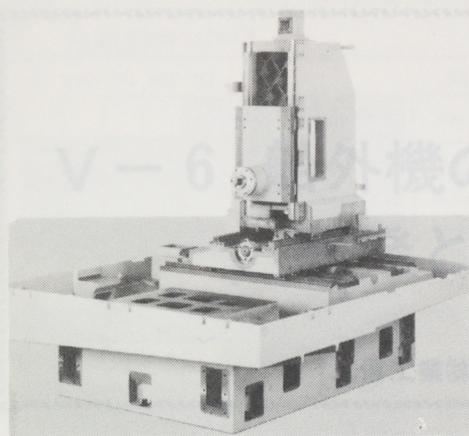


写真1 ベッドとコラム

する為、極力熱対象構造とし、スピンドルには冷却を施した。

結果的には、軸間精度 ± 0.02 に対しCpkで1.2程度と従来よりかなり改善してきた。また形状精度もワークの特性を除外すれば、真円度 $5\mu\text{m}$ に対し工程能力はある。しかし動剛性の点で改善すべき所が残っており、今後構造解析を導入し対策の手を効果的にうって行く。

3-3-4 全体制御

ラインの情報収集をして管理の工数低減をはかり、将来の無人化を達成する為には、コンピュータを活用し、生産計画やそれに伴う情報の管理、故障の監視等をコントロールしていく必要がある。この全体制御は現在のところ実現していない。現状では人が管理するシステムであり、ライン停止時どんな状態にあるのか人がみて直ちにわかる表示装置の導入ができていないレベルである。ラインが複数化した時、この全体制御は効果を発揮するはずであるが、現時点では採算が合わない。

4. ヤマハのFMSの今後

我々のめざすところは、1個流しのもとで数機種を段取り無しで同時に生産（混合生産）ができること。そして、ファミリー内においてはライン間で機種の変りとりが可能で、そういったFMS

ラインで工場を構成し、総量さえ越えなければ、必要なものを、必要なとき、必要なだけ、安いコストで造れるFA工場を実現することにある。このレベルを実現するには、まだまだ多くの問題や課題があり、それらを解決していかななくてはならない。

この一年は、さらに柔軟性を増すことをめざすと共に、ライン全体としての混合生産の確立と、500時間/月の稼働を実現していきたい。具体的には、三次元穴加工機やインライン圧入機を開発すること、圧検機のサイクルタイム内自動段取り、昼休みと休憩時間の自動運転、それにロボット導入等による直接作業者の1人/直化の実現を中心に取組んでいく。

生産管理やライン監視等コンピュータによる全体制御や、自動補正のできるインライン計測の導入は、FMSラインの増加とさらなる合理化のために将来必ず必要になる。これらについては当面技術面での基礎的な追求をしていく。

また、生産準備においては、CADとコンピュータの活用により、工程設計の合理化と標準化を推進していく。そして、新機種立上げの際のライン停止期間短縮や、開発のリードタイム $\frac{1}{2}$ にさらに貢献できるよう、FMS導入を機に質の高い生産準備業務実現に取り組んでいく。

5. おわりに

当社のFMSは、開発のスタートを切ってまだ日が浅く、設備の基本的なつくり込みが残っている。一方、FMSの効率化を引き出す製品設計、刃具の標準化等、技術部にお願いし一緒に取り組んで頂きたいことも山積みしている。

ヤマハらしい高品質で独創的な商品を生産する工場、ロマンのある工場にしたいと願っている。このシステムを成功させるため、各部門の協力をお願いする次第である。

以上

V-6 船外機の 開発と紹介



設計室

三信工業(株)第一技術部 田口道博



実験1課

奥村滋雄

1. ま え が き

ヤマハ船外機は、昭和35年に(株)昌和製作所で初モデル(P-7機)の生産をスタートして以来、昭和46年に25A、昭和49年に55A、昭和53年に85A、昭和56年に115A/140Aと商品開発を進め、ラインナップの拡大を計って来ました。そして、昭和58年には、2サイクル、2600ccのV型6気筒船外機を生産移行し、米国二社(OMC社、Mercury社)に負けない2~220馬力のラインナップを完成し、同時に、船外機にとって最後の市場であった北米で、販売が開始される様になりました。

以降、V6シリーズの充実を計る為、(1)外洋フィッシング用カウンターローテーションモデルL150/L200の開発。(2)バスボート専用のスポーツ性に優れたPro V150の開発。(3)船外機で初めてマイコンを搭載した220Aのフルモデルチェンジ225A(V6-Excel)の開発。等々を行って現在に至っています。

今回、ヤマハ技術会の技報に投稿する機会を得ましたので、ヤマハ船外機のV6シリーズの紹介及び代表的モデルの技術的な特徴の紹介をさせていただきます。

2. V-6 船外機 LINE-UP

今回の投稿内容の理解を深める為に、V6船外機の仕様及び市場状況をここに紹介する。



写真1 FLORIDA: ALL YAMAHA O/M

Specifications.

Features.

	225	200	175	ProV	150					
						225	200	175	ProV	150
Engine Type	V6 (90°)	Micro Computer Ignition								
Displacement	158.4 ci (2596 cc)	CD Ignition								
Bore & Stroke	3.54x2.68 in 90x68 mm	Loop Charging								
Horsepower at Prop	225 HP @ 5800 RPM	200 HP @ 5500 RPM	175 HP @ 5500 RPM	150 HP @ 5000 RPM	150 HP @ 5000 RPM	Precision Blend Oil Injection				
RPM Range	4800-5800	4500-5500	4500-5500	4500-5500	4500-5500	100:1 Premix				
Compression Ratio	6.4:1	5.9:1	5.9:1	5.6:1	5.8:1	Remote & Integral Oil Tank				
Fuel Charging System	Loop Charged	Integral Oil Tank								
Carburetion	Three (dual throat)	Anti-corrosion System								
Lubrication	Precision Blend	Engine Protection Systems								
Fuel Tank Capacity	NA	NA	NA	NA	NA	F-N-R Gear Shift				
Oil Capacity	2.8 gal (10.5 lit)	Energy Advisor Throttle								
Exhaust System	Through prop	Remote Controls								
Ignition System	CDI Micro Computer	CDI	CDI	CDI	CDI	Power Trim & Tilt				
Starting System	Electric	Electric	Electric	Electric	Electric	Emergency Shut-Off				
Shaft Length	20 in. and 25 in.	20 in. and 25 in.	20 in. and 25 in.	20 in.	20 in. and 25 in.	Shallow Water Drive				
Gear Ratio	15:27 (1.8)	14:26 (1.86)	14:26 (1.86)	14:28 (2.0)	14:26 (1.86)	360° Steering				
Weight*	397 lb (180 kg)	390 lb (177 kg)	Tachometer							
						Tool Kit				
						Automatic Choking System				
						High-Output Alternator				
						Counter Rotating Models				

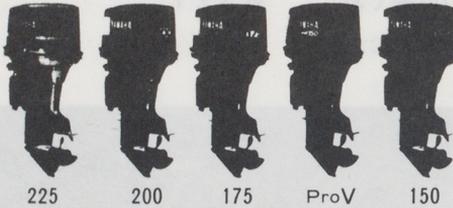


表 1 U S 仕様



写真 3



写真 2

3. 技術紹介

3-1 EXCEL 225A

3-1-1 開発概要

225A(V6-EXCEL)はヤマハ最高級モデルとして船外機で初めてマイクロコンピューターを搭載した220Aのフルモデルチェンジを行なったものであります。

開発の狙いとしては、ヤマハ船外機の最高級モデルとして性能的に他社V6トップモデルよりも優れたものとするものであり、具体的には、第1にV6同クラス最高の動力性能を目指し大型ボート(全長25ft以上)のオフショア市場では加速性能と耐久性を重視し、なおかつスピードボートでは120km/hもの高速安定性を有すること、第2には最高級モデルにふさわしい外観と仕上げを有することです。

性能的には、プロペラ軸出力225PS/5800rpm、比出力86.5PS/l(比トルク12.3KGM/l)の船外機として高出力エンジンが誕生し、V6クラスでは社内外共に最高の動力性能と航走性能を有する商品です。

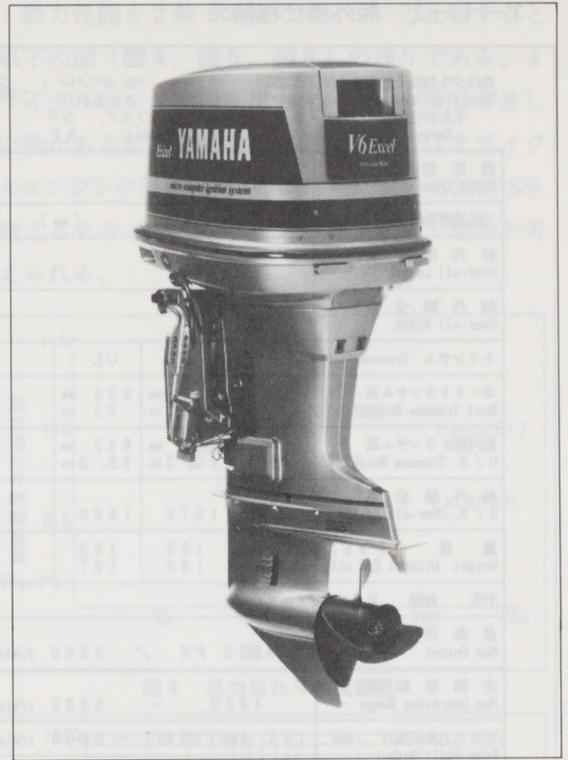


写真4 外観

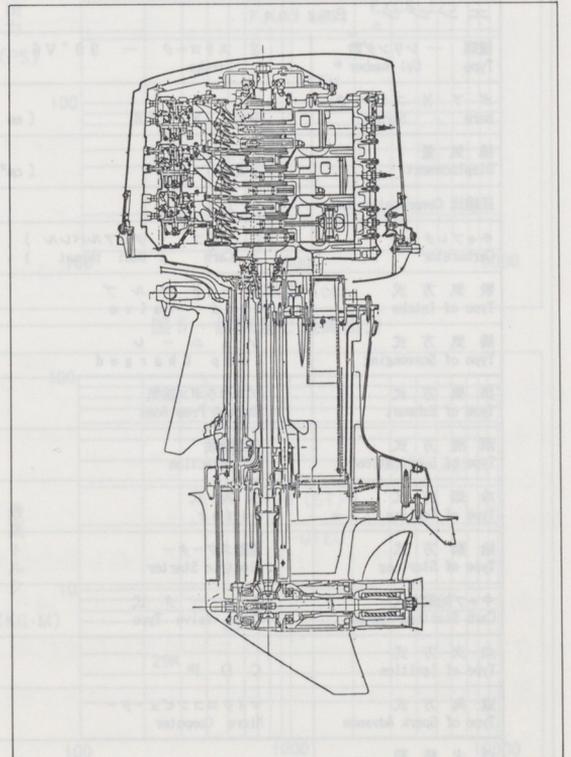


図1 全体断面図

3-1-2 船外機仕様諸元

船外機仕様諸元表

Specifications of Outboardmotor

Model : 225AETO
 Market : アメリカ, カナダ, オセアニア, NV
 U S A Canada Oceania N V

モデル : 225AETO

Model

認定型式 Model Code	6 K 7			点火プラグ Spark Plug	B R 9 H S - 10		
主要諸元 Dimensions (mm)				ノイズサプレッサー Noise Suppressor	標準装備 Standard		
船外機全長 Over-all Length	8 2 8			発電性能 Alternator	充電電源 12V-14A For Charging (With Rectifier-Regulator)		
船外機全巾 Over-all Width	6 0 2			ブラケット Bracket Unit			
トランサム Transom	L	UL		チルト角度 Tilt Angle	—		
ボートトランサム高 Boat Transom Height	508 mm 20 in	635 mm 25 in		チルトアップ角度 Tilt-up Angle	7 8 (対トランサムボード)		
船外機トランサム高 O/M Transom Height	515 mm 20.3 in	642 mm 25.3 in		ステアリング角 Steering Angle	左右各 35° Stb & Prt Each		
船外機全高 O/M Over-all Height	1572	1690		浅瀬航走角度 Shallow Water Drive	—		
重量 (kg) Weight Without E/G oil	SUS Prop Al. Prop	185 183	189 187	トリム角度 Trim Angle	-4° ~ 16° (12°トランサム角度)		
性能 育ち Performance				燃費量及びオイル Fuel and Oil			
最高出力 Max Output	225 PS / 5800 r/min			使用燃料 Fuel	ハイオクガソリン (リサーチオクタン価94以上) High-Octane Gasoline (RON over 94)		
全開回転域 Max Operating Range	4800 ~ 5800 r/min			混合比 Mixing Ratio	—		
イコミア表示馬力 Max Prop-shaft Output in ICOMIA 28	165.4 kW (225 PS) —	5800 r/min		燃料タンク容量 Fuel Tank Capacity	24 L		
Mid	161.7 kW (220 PS) —	5300 r/min		ギアオイル 容量 Gear Oil Quantity	ハイボイドギアオイルSAE#90-980 Gear Oil SAE#90 (cm ³)		
最大燃料消費量 Max Fuel Consumption	94.0 L/H — 5800 r/min			エンジン Engine			
エンジン Engine				ドライブユニット Drive Unit			
種類 シリンダ数 Type Cyl Number	2 ストローク — 90°V6 Stroke			ギアシフト Gear Shift	F - N - R		
ボア X ストローク Bore Stroke	90 × 68 (mm)			ギア比 Gear Ratio	15 : 27 (1.80)		
排気量 Displacement	2596 (cm ³)			ギア形式 Type of Gear	スパイラルベベルギア Spiral Bevel Gear		
圧縮比 Compression Ratio	6.4			クラッチ形式 Type of Clutch	ドッグクラッチ Dog Clutch		
キャブレター Carburetor	3 キャブ (デュアルバレル) 3 Carb (Dual throat)			プロペラ回転方向 Prop Rotation	右 (後方から見て) Clockwise (Rear View)		
吸気方式 Type of Intake	リードバルブ Reed Valve			プロペラ駆動方式 Prop Drive System	スプライン方式 Spline		
掃気方式 Type of Scavenging	シュニール Loop Charged			プロペラシリーズ記号 Mark of Prop Series	M		
排気方式 Type of Exhaust	プロペラボス排気 Through Prop Boss			カラーリング Coloring			
潤滑方式 Type of Lubrication	分離給油 Oil Injection			MMS Metallic Marine Silver	アメリカ, カナダ, オセアニア U S A Canada Oceania		
冷却方式 Type of Cooling	水冷式 Water			MMB Metallic Marine Blue	N V N V		
始動方式 Type of Starting	電動スターター Electric Starter						
キャブ始動方式 Carb Starting System	チョーク式 Choke Valve Type			年 月 日	訂正内容	担当	
点火方式 Type of Ignition	C D I			.	新規発行		
進角方式 Type of Spark Advance	マイクロコンピューター Micro Computer			.			
点火時期 Ignition Timing	—			.			

表2 仕様諸元

3-1-3 性能説明

(1) 動力性能

EXCEL225の出力性能曲線を図2に示す。

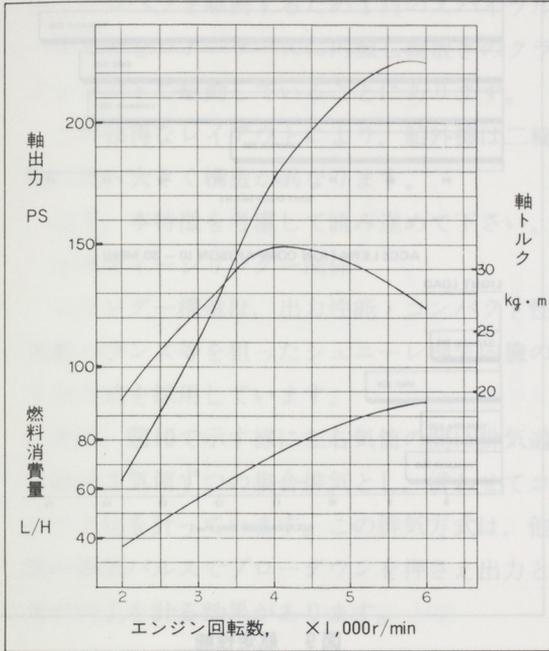


図2 出力性能曲線

船外機では、2サイクルエンジンの大きなチューニングポイントである排気系がそのレイアウト上制約されるが、その中でV6の場合左右3cyl毎にデュアル化し、2サイクル3cylエンジンのメリットを生かすとともに、(図3)吸気系レイアウトの検討と、マイコン進角によるMBT運転、高圧縮比化等により高い動力性能を出している。

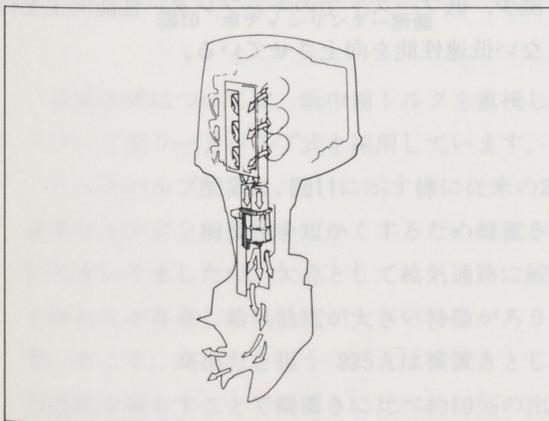


図3 排気系 (V6)

動力性能を2輪・4輪のエンジンと比較すると以下の図(図4、図5、図6)の通りである。4サイクルエンジンの高出力化はターボ等目ざましいものがあるが、馬力当たり機関重量では2サイクルエンジンが優位にあり、船外機において200PSを超える2サイクルエンジンが存在する一理由と考えられる。

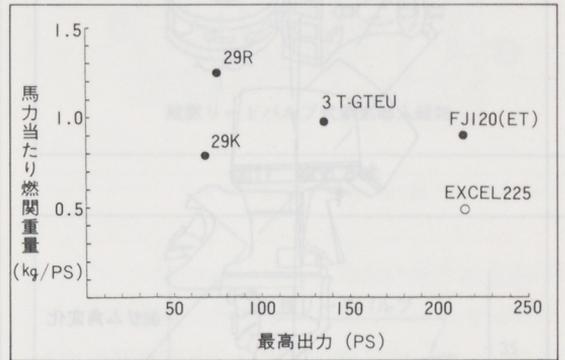


図4 馬力当たり機関重量

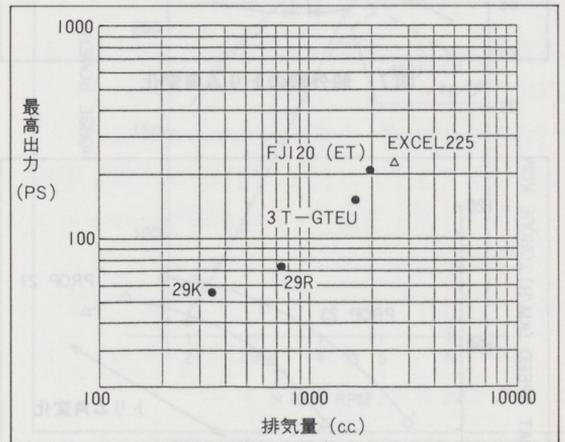


図5 排気量と最高出力

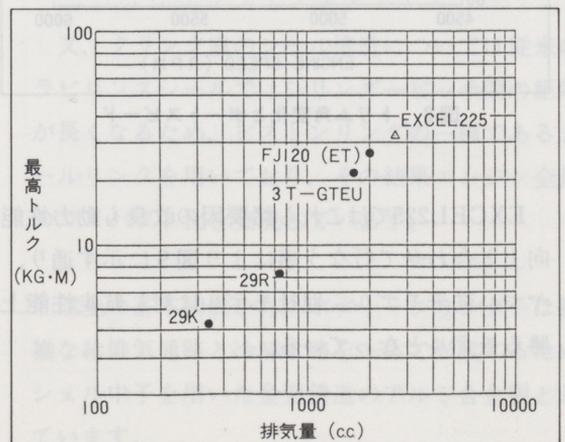


図6 排気量と最高トルク

(2)航走性能

船外機の航走性能は単に動力性能だけでなく、プロペラ、水没部の面積・形状も決定要因である。

また同一船外機と同一プロペラの組み合わせでもトリム角度を変更すると加速性能、最高スピード性能とも変化する。(図7、図8)

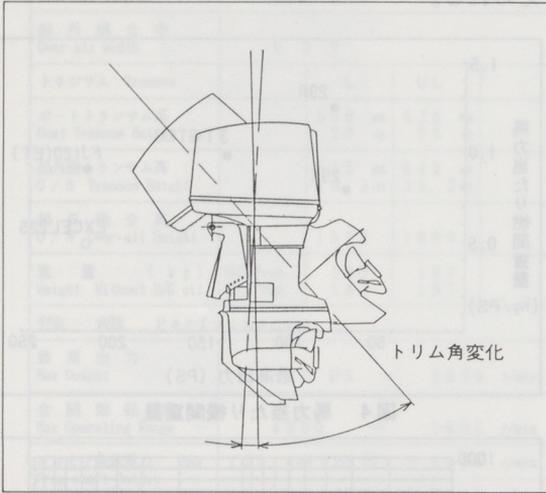


図7 船外機のトリム角変化

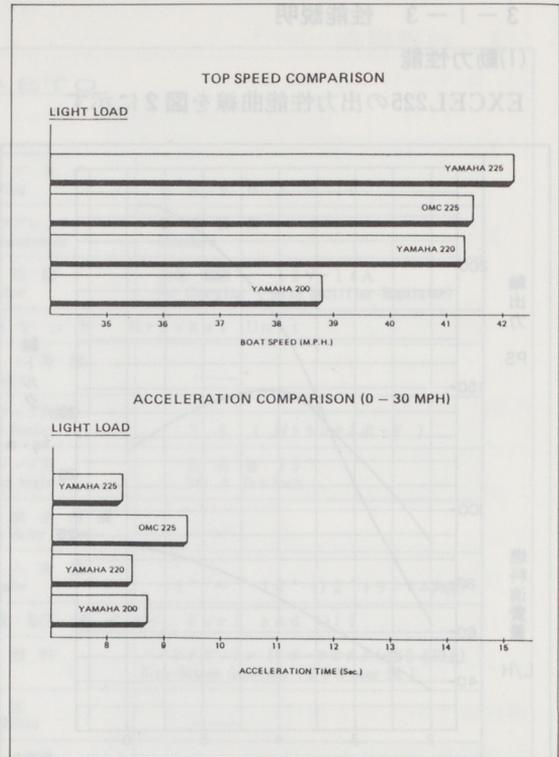


図9 航走性能

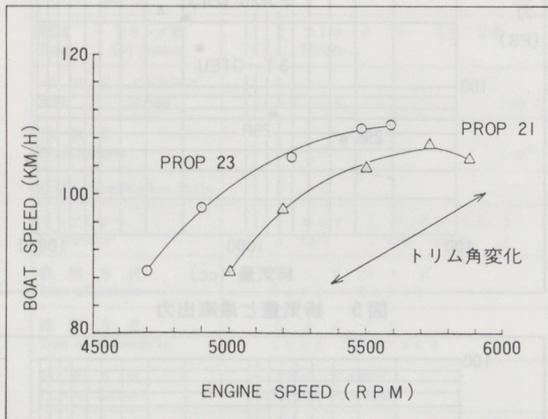


図8 トリム角変化とボートスピード

(3)低速性能

船外機においては、魚釣り等の為極低速（600 RPM程度）での運転性能が重要であるが、2サイクルエンジンではこのような低給気比での燃焼を安定させる事は技術的に非常に困難である。

EXCEL225では、点火遅角（ATDC点火）・吸気系改良による未気化燃料に起因するA/F変動の減少、低ブーストでのキャブレター性能向上を行ない低速性能を向上させている。

EXCEL225ではこれら諸要因の改良も動力性能向上と合わせて行なう事により図9に示す通り、ヤマハ従来モデル、他社モデルに対し航走性能上勝るモデルとなっている。

3-1-4 各部概要説明

(I)エンジン関係

船外機の構造上の特徴は、図1に示す様に効率良くプロペラを駆動するため1対のスパイラルベベルギヤをローケースに内蔵し縦置きのクランクシャフトで駆動していることにあります。

この独特なレイアウトにより、船外機は二輪車等に比べ大きく構造が異なります。

以下、本特徴を考慮して読み進めて下さい。

(a)ボディーシリンダー関係

シリンダー構造は、出力性能・コンパクト性・振動バランス等を狙ったシュニーレ掃気内臓の90°V型方式を採用しています。

更に、図10で示す様に左右気筒の間に排気通路を設け3気筒ずつの集合排気とし、併わせてコンパクト化を計っています。この排気方式は、他気筒の排気パルスでブローダウンを押しさえ出力と燃費の向上を計る効果があります。

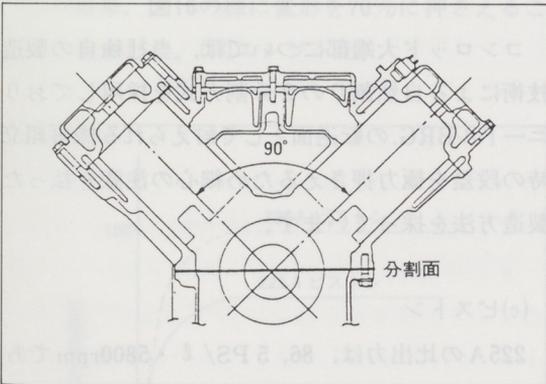


図10 ボディシリンダー断面

給気方式については、低中速トルクを重視してクランク室リードバルブ式を採用しています。

リードバルブ配置は、図11に示す様に従来の220Aではエンジン前後長を短くするため縦置きとしてまいりましたが、欠点として給気通路に絞りやひねりが存在し給気低抗が大きい特徴があります。そこで、高出力を狙う225Aは横置きとし給気低抗を減らすことで縦置きに比べ約10%の出力向上を達成しています。(図12参照)

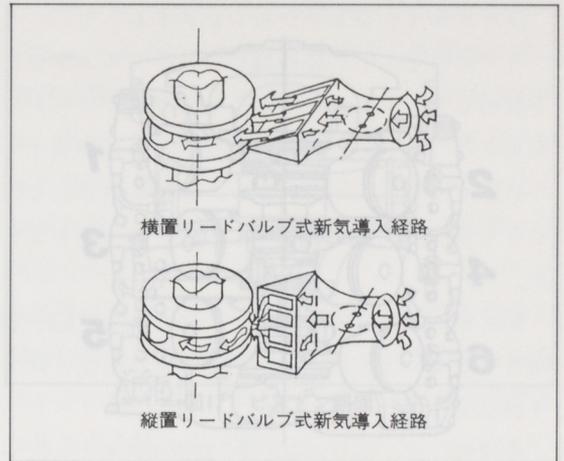


図11 給気方式

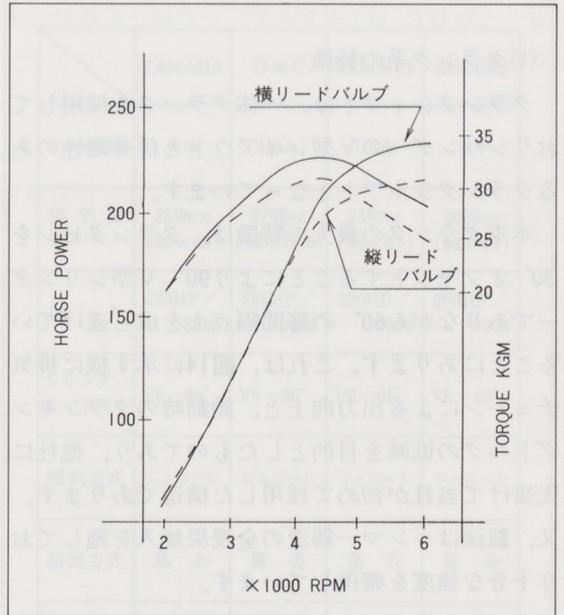


図12 給気方式による出力差

又、クランク室のシール構造については従来のラビンスシールではシリンダーピッチ間の距離が長くなるため、ピストンリングの一種であるシールリングを用いており、その結果エンジン全長のコンパクト化を実現しています。

以上の基本構成から、ボディーシリンダーは複雑な給排気通路と冷却水路を一体で形成するためシェル中子を用いた金型鋳造のアルミ合金製としています。

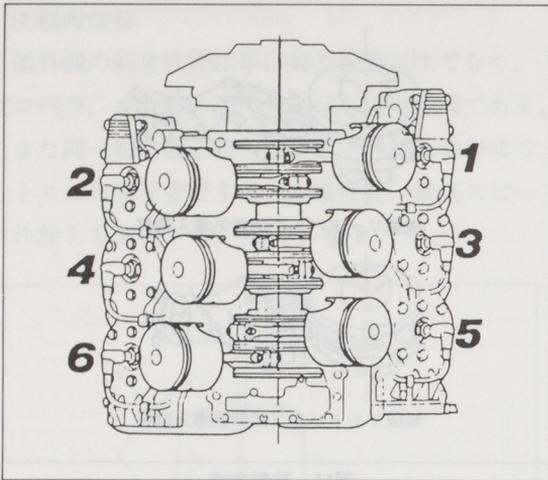


図13 ボディシリンダー

(b) クランク系の特徴

クランクシャフトは、一体クランクを採用しておりシリンダーのV型レイアウトと併せ剛性のあるクランクシャフトとなっています。

本クランクの最大の特徴は、クランクピンを30° オフセットすることにより90° V型シリンダーでありながら60° の等間隔点火を成し遂げていることにあります。これは、図14に示す様に排気チューンによる出力向上と、始動時のクランクインクトルクの低減を目的としたものであり、他社に先掛けて当社が初めて採用した構造であります。又、製法はハンマー鑄造の全浸炭焼入を施しており十分な強度を確保しています。

クランクジャーナルBRG.(BEARING)は、アッパー1個、センター2個、ローア1個の計4個で構成されており必要最少限の支持でクランクのコンパクト化を計っています。

アッパーBRG.は、フラグの振れを押しさえるため複列のローラータイプであり、センターBRG.及びコンロッドの大端BRG.は2分割のローラータイプを採用しています。又、ローアBRG.はクランクの重量を支えるため特殊樹脂製リテーナーを持つボールBRG.を採用し、各BRG.とも十分な容量を確保して信頼性には特に注意を払っています。

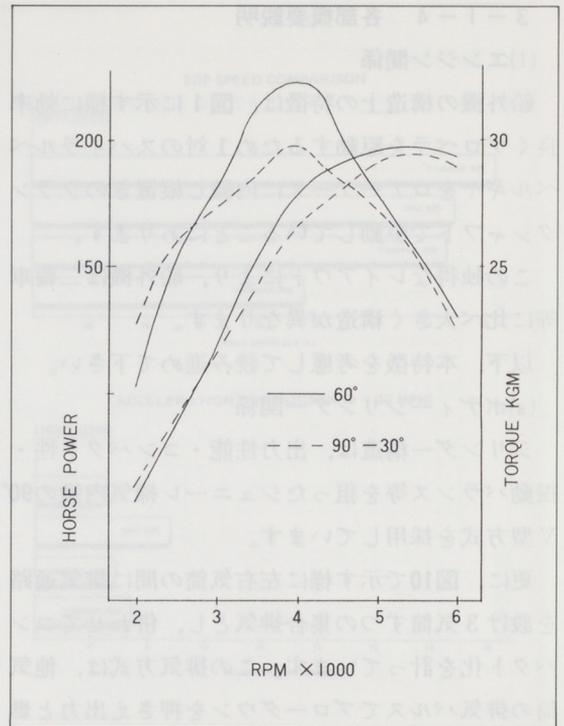


図14 60°クランクによる出力差

コンロッド大端部については、当社独自の製造技術による自然割りの2分割方式を採用しており、ニードルBRG.の転送面として耐えられる様再組立時の段差を極力押しさえるため細心の注意を払った製造方法を採用しています。

(c) ピストン

225Aの比出力は、86, 5 PS/ℓ・5800rpmであり2サイクルエンジンとしてはピストンに与える熱負荷も非常に厳しいものがあります。このため、有限要素解析を活用し剛性の高い、かつ軽量のピストンを設計しています。

ピストンは、運転中の爆発圧力により熱と力を受け変形を伴いながら上下運動します。

変形のメカニズムとして、ピストンメーカーであるアート金属社では図15の様に爆発圧力を受けピストンピンが曲がることでピストンを外側へ押し出し変形が生じると言われています。

この変形を押しさえるには、熱負荷を下げるこ

以外にピストンピンとピンボス廻りの剛性を高くすることが有効な手段であると考えられます。

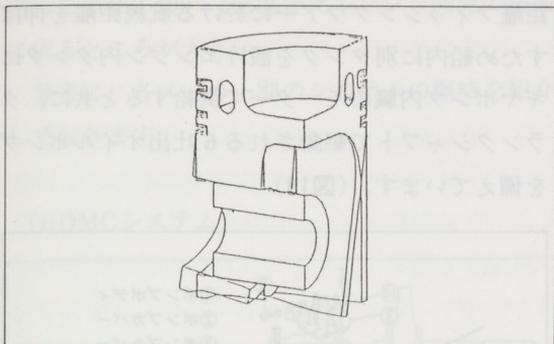


図15 ピストン変形メカニズム

本ピストンでは、ピンボスとリブ部の剛性を上げ同時にピストンピンも剛性を上げています。更に剛性向上による重量増に対してピストンは外周を肉抜きし、ピストンピンは面圧の許す限りピン長さを短かくしてピンボスに油溝を設けピン穴潤滑に配慮したものとなっています。

この結果、図16の様に変形を70%に押さえることができました。(同エンジン比)

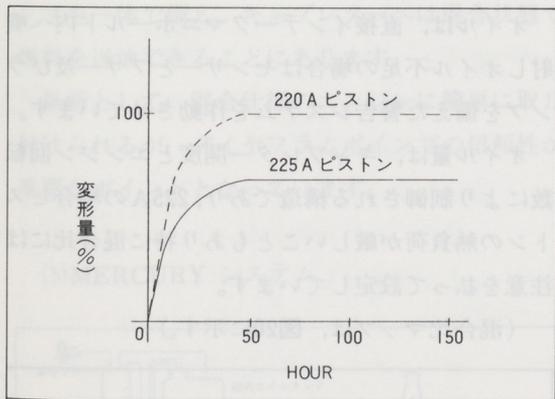


図16 ピストン変形量

尚、材質はアルミ合金のAC8Aとし高温強度を高めるためT7処理を施しています。

以上、シリンダーまわりの技術特徴を述べてきましたが、他社船外機と同クラスモデルと比較してその主要コンポーネント諸元を表3に示します。

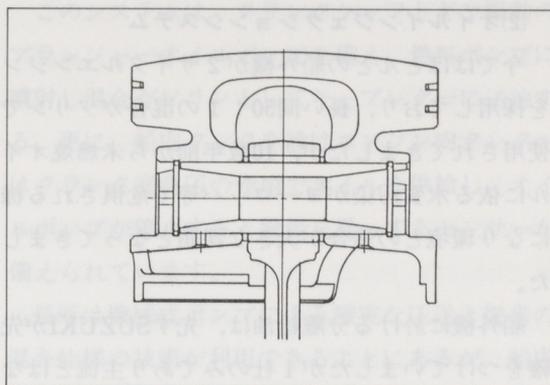


図17 ピストン断面

	YAMAHA	O M C	MERCURY	SUZUKI
メーカー国籍	日本	USA	USA	日本
排気量 (ボアストローク)	2596cc (90×68)	2700cc (89×72.6)	2330cc (86×67)	2693cc (84×81)
出力	225HP/ 5800	225HP/ 5500	220HP/ 5500	200HP/ 5500
シリンダー レイアウト	V6-90°	V6-90°	V6-60°	V6-60°
掃気方式	シュニーレ	シュニーレ	シュニーレ	シュニーレ
排気方式	集合	集合	集合	集合
給気方式	クランク室 横リードバルブ	クランク室 横リードバルブ	クランク室 横リードバルブ	クランク室 縦リードバルブ
クランク型式	一体クランク	一体クランク	一体クランク	組立クランク
爆発間隔	60°等間隔	60°等間隔	60°等間隔	60°等間隔
クランク室 シール	シールリング	シールリング	シールリング	シールリング

表3 メーカー別V6エンジン 主要諸元

(2) オイルインジェクションシステム

今ではほとんどの船外機が2サイクルエンジンを採用しており、長い間50:1の混合ガソリンで使用されてきましたが、10数年前から未燃焼オイルに依る水質汚染がヨーロッパ等で危惧される様になり環境との適合が大きな課題となってきました。

船外機に於ける分離給油は、先ずSUZUKIが先鞭をつけていましたが1社のみであり主流とはなり得ませんでした。

本格的には、当社が40PS~220PSのモデルに一度に採用したのがきっかけとなって、US各メーカー(OMC, MERCURY)が追従し結果的に業界全体が84年モデルで採用した経過があります。

分離給油の目的は、第1にガソリン給油のたびにオイルを計量して混合する必要がないという便利性にあり、第2に、オイル消費を減らし白煙を少なくすることにあります。

又、システムについては各メーカーそれぞれに

特徴があり構造は大きく異なっています。

本システムは、**図18**に示す様に大型船外機の長距離フィッシングツアーに於ける航続距離を伸ばすため船内に別タンクを設けエンジン内タンクにギヤポンプ内臓のモーターで供給すると共に、クランクシャフトで駆動される6吐出オイルポンプを備えています。**(図19)**

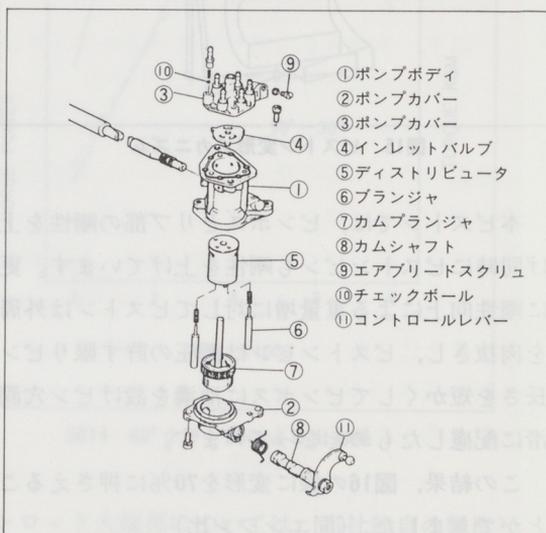


図19 オイルポンプ構造

オイルは、直接インテークマニホールド内へ噴射しオイル不足の場合はセンサーとブザー及びランプを備えた警告システムを作動させています。

オイル量は、キャブレター開度とエンジン回転数により制御される構造であり、225Aの場合ピストンの熱負荷が厳しいこともあり特に混合比には注意を払って設定しています。

(混合比マップは、**図20**に示す。)

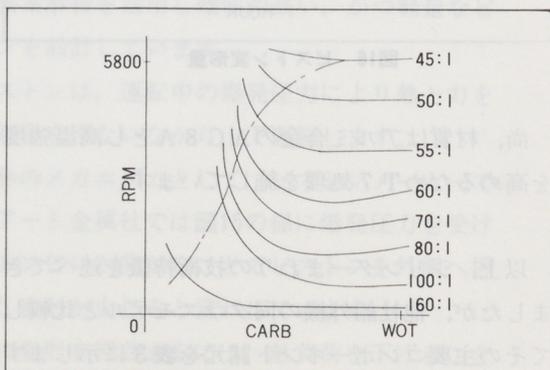
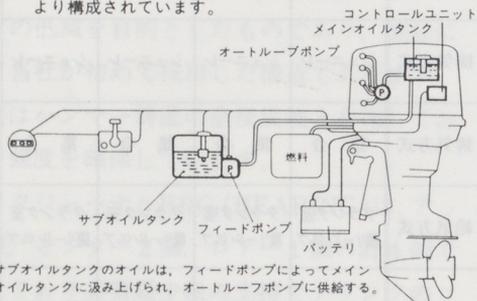


図20 混合比 MAP

V4, V6シリーズ

オートループポンプ、メインオイルタンク、コントロールユニット、サブオイルタンク及びフィードポンプより構成されています。



サブオイルタンクのオイルは、フィードポンプによってメインオイルタンクに汲み上げられ、オートループポンプに供給する。

警報システム

パイロットライト、警報ブザー、サブオイルタンクのオイルレベルセンサ、コントロールユニット、メインオイルタンクのオイルレベルセンサから構成されています。

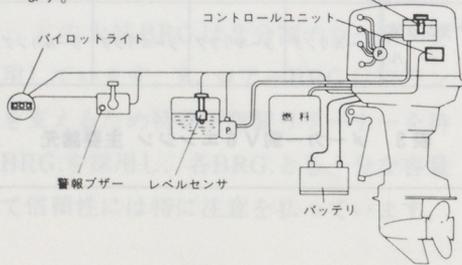


図18 オイルインジェクション システム

尚、アイドルでの低混合比の技術はピストンとリング及びコンロッド・クランク・BRGの改良を重ねた当社の100:1低混合比エンジン開発の技術に依るところが大きい。

参考に、各メーカー別のシステムの概略を紹介しておきます。

(a) OMC システム

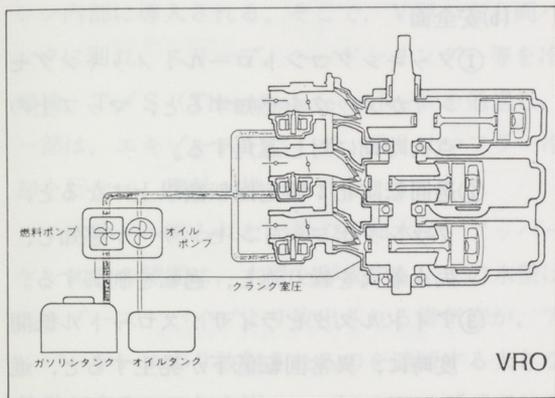


図21 OMC VRO システム

このシステムの特徴は、クランク室負圧パルスで駆動するダイヤフラム式オイルポンプと燃料ポンプを一体で備え、キャブレターへは混合状態で燃料を送油できることにあります。

長所として、混合仕様のエンジンに簡単に取り付けられるが、ダイヤフラムポンプの信頼性が重要なポイントとなっています。

(b) MERCURY システム

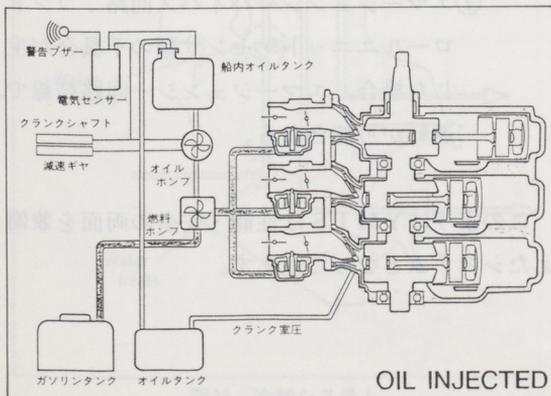


図22 MERCURY システム

このシステムは、クランクシャフトギヤ駆動のプランジャーオイルポンプを備え、燃料ポンプに噴射し混合ガソリンとしてキャブレターに送油する。更に、船内タンクを設けエンジン内タンクへはクランク室負圧の作用でオイルを供給し、オイルポンプが停止すると警告を発するセンサーが備えられています。

長所は機械式ポンプによる確実な圧送と従来の混合仕様の技術が利用できることにあるが、船内タンクに機密モレがあるとオイル供給が不可能となる欠点を持っています。

(c) SUZUKI システム

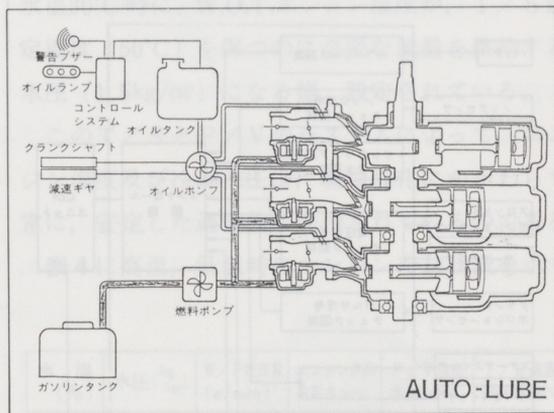


図23 SUZUKI システム

このシステムは、クランクシャフトギヤ駆動のプランジャー式オイルポンプを備え各気筒のインタークマニモールドへ各々直接噴射し、オイルタンクはエンジン内に大容量タンクを備えており、又、各BRG.へもオイルを供給する配管となっています。

長所として、別タンク等の部品が無くコストが安くシンプルなことであるが、エンジン全体の大きさが大容量タンクのため大きくなる欠点を持っておりタンク容量も制限されます。

(3)マイコンシステム (Y M I S)

従来船外機の点火時期コントロールは、機械式の為、複雑なコントロールが出来ずスロットル開度の全開状態を重視した設定となっています。

これに対して、今回の225Aは、220Aで好評を博した、マイクロコンピューターを搭載した船外機でキャブレタスロットルバルブ開度とエンジン回転数をベースにエンジンの運転状況に応じた最適の点火時期に自動的にコントロールするシステム (Y M I S) です。Y M I S では最適点火時期を予めマップ化し、記憶させ、各種センサよりの記号に応じ点火信号をC D Iユニットに伝えます。

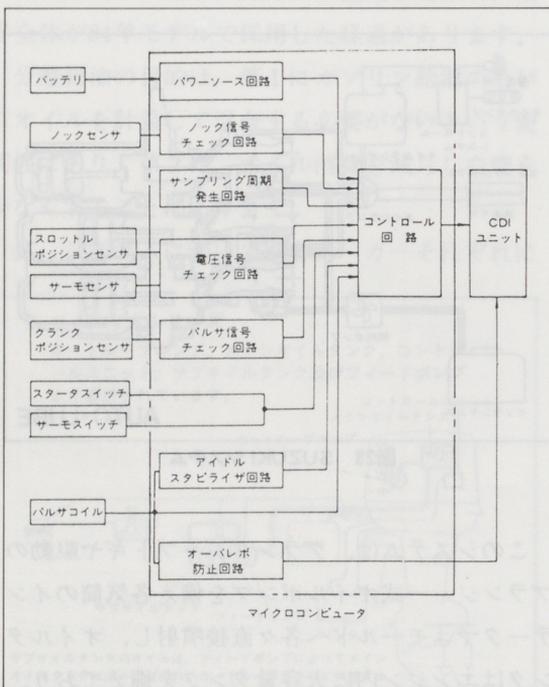


図24

Y M I Sには、7種類のセンサとスイッチが装備され、それぞれの信号により、その状況に応じた点火時期がコントロールされ、燃費向上と最高の出力が得られると共に、安全機構も兼ねています。このY M I Sの採用により次のような効果が得られます。

(a)性能面

- ①全開高回転でも最適進角が設定が出来る

為、最高出力の向上

- ②巡航速度域に於ける航走燃費の向上
- ③船型・重量・運転状態にかかわらず常に最適点火時期で最高出力が得られる。
- ④加速性能向上
- ⑤始動時、進角させることで始動性向上
- ⑥サーモセンサで温度管理させることで暖機特性向上

(b)安全面

- ①ノッキングコントロール：ノッキングセンサがノックを感知すると、マップ上の点火時期に対し遅角する。
- ②過回転防止：設定回転数以上になると、クランクポジションセンサーが感知し、失火着火を繰り返し、過転を制御する。
- ③アイドルスタビライザ：スロットル低開度時に、異常回転低下が発生すると、進角しエンジンストップを防止する。
- ④オーバーヒートアラーム：サーモスイッチが設定温度以上にエンジン温度を検知すると、ブザーが鳴り、回転数の制御を行う。
- ⑤オイルレベルアラーム：オイルレベルが低下すると、ランプ、ブザーにて警告し、回転数の制御を行う。
- ⑥逆転防止：エンジンが逆転しようとした場合、逆転が続かないようエンジンをストップさせる。
- ⑦エマージェンシーバイパス回路：コントロールユニット・センサ類の不具合が生じた場合、エマージェンシー回路結線で、運転が可能となる。

このようにY M I Sは性能・安全の両面を兼ね備えたシステムとなっています。

(4)冷却系

船外機の冷却は、水冷方式であるが、同じ水冷である自動車、オートバイのそれが循環式であるのに対し、その使用環境上常に存在する機外の水を取り込み、排出するシステムを用いている。

図25に本機の冷却システムを示す。まず、W/I (Water-inlets) よりドライブシャフトに取付けられたW/P (Water-pump) によって、エンジン内部に導入される。そこで、V型の左右両バンクに別れ、スリーブ、ヘッドシリンダー等を冷却後、T/S (Thermostate-valve) を通過し、一部は、エキゾーストパイプ、残りはマフラー冷却を行ない、機外へ排出される。

マフラーへ送られた大量の冷却水は、アッパーケースとの隙間に、水壁を形成する。この水壁は、エキゾーストパイプより放出される排気音が、アッパーケースより放射されるのを遮断する大きな効果が有る。これをWater-silencingと呼んでいる。

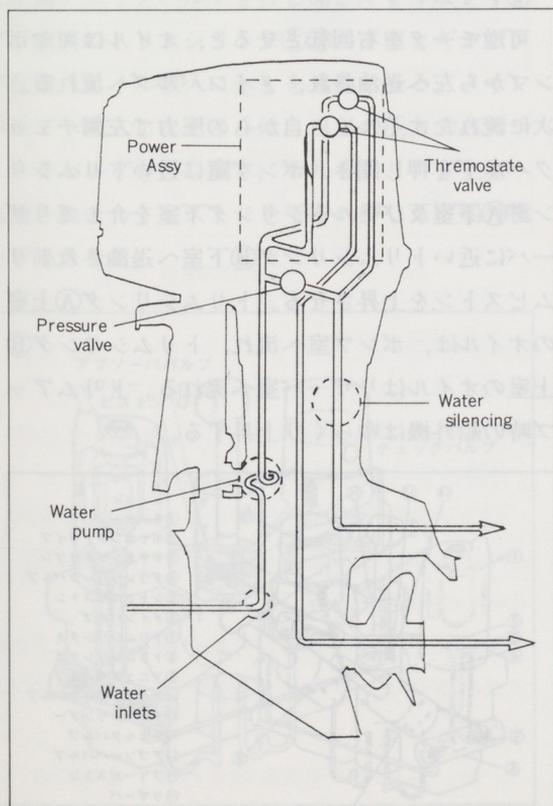


図25 冷却システム

先に述べた様に、冷却水を機外から取込み、排出している為、季節、地域等の環境による水温変化に合せて、エンジンへの供給水量を変化させ、常にエンジンを適性温度にしてやる必要がある。

本機は、P/V (Pressure-valve) を、エンジン冷却前後の水路を結ぶバイパス間に設置する事によって、それを可能にしている。すなわち、水温が低い時は、T/Sの開閉が小さく、圧力が上がる傾向を示す為、P/Vが開き、一部の冷却水が直接機外へ排出され、また、その逆の水温が高い時は、T/Sの開閉が大きく、圧力が上がらぬ為、P/Vは開弁せず、ほとんどの冷却水は、エンジンへ供給されるのである。P/Vの開弁設定値は、水温30°C時に、W.O.T.エンジン温度が、T/S設定温度(50°C)を保つのに必要な流量を供給する水压(1.5kg/cm²)になる様、設定されている。

このT/SとP/Vのシステムによって、エンジン温度及び冷却水压は、環境変化にかかわらず常に、安定した適性値に保持されているのである。

表4に高温、低温時のエンジン冷却状況を示す。

水温 (%)	水压 (kg/cm ²)	W/P吐出量 (e/min)	エンジン供給冷却水 (e/min)	P/V排出水量 (e/min)	T/S通過冷却水温(°C)
0	1.5	90	50	30	50
30	1.5	90	75	5	50

表4 W.O.T 航走時の冷却水

(5)パワーチルト&トリム

(a)概要

このパワーチルト&トリム(以下PT/Tと称す)の働きを大別すると、2つの機能に分かれます。

1つはトリムアップダウン操作で、これはエンジン性能を犠牲にすることなく、水面ロードの変化に対して航走姿勢を調整し、適切なトリムで最良の航走性能と経済的な燃料消費、そして快適な乗り心地を得ることができます。もう1つはチルトアップ、ダウン操作です。これらの操作は電動油圧により行うものです。又この他にバッテリー上りなどにより、電動による操作が出来ない場合には手動にてチルトアップ、ダウン操作が可能なマニュアル回路と航走中に不意な障害物に衝突した場合に船外機本体への衝撃を防ぐアブソーバ回路も設定されています。取付けは外観デザインのシンプル化とPT/Tの保護を兼ねたクラランプブラケットへの内蔵タイプとなっています。

船外機の動作は下の様になります。

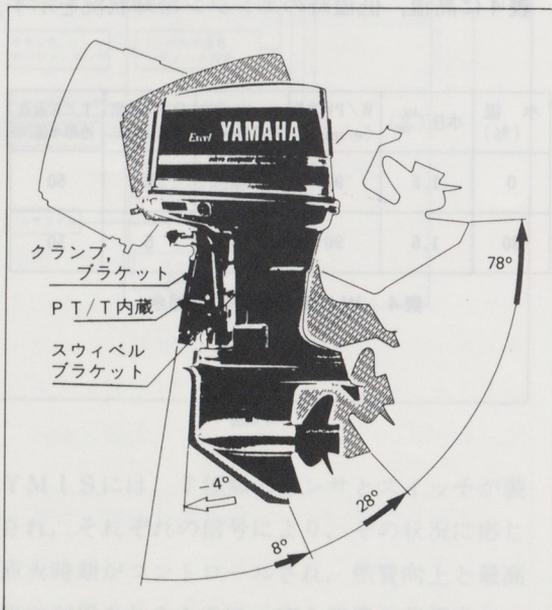


図26

- ①ネガティブトリム角範囲 - 4°
- ②トリム角 (8°→28°) 20°
- ③チルト up角 70°

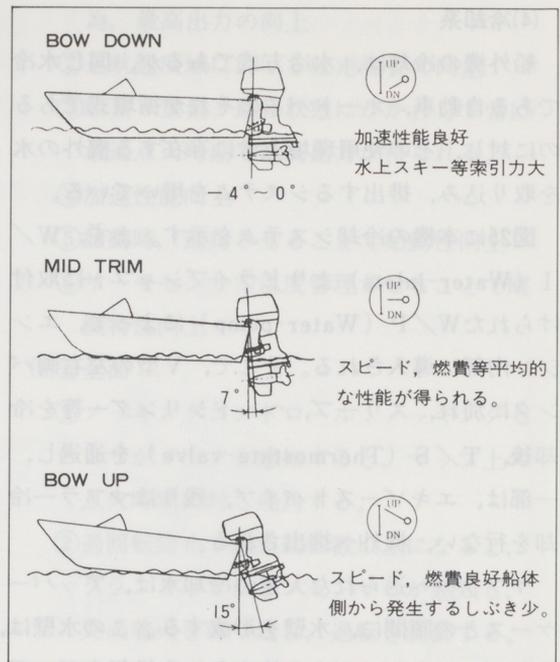


図27 各トリム角にての特性

(b)基本動作

①トリムアップ

可逆モータを右回転させると、オイルはギヤポンプから左へ送油され、メインバルブへ流れる。次に流れたオイルは、自からの圧力で左側チェックバルブを押し開き、ポンプ室に近いトリムシリンダ(A)下室及びチルトシリンダ下室を介してリザーバに近いトリムシリンダ(B)下室へ送油されトリムピストンを上昇させる。トリムシリンダ(A)上室のオイルは、ポンプ室へ流れ、トリムシリンダ(B)上室のオイルはリザーバ室へ流れる。トリムアップ時の船外機はゆっくり上昇する。

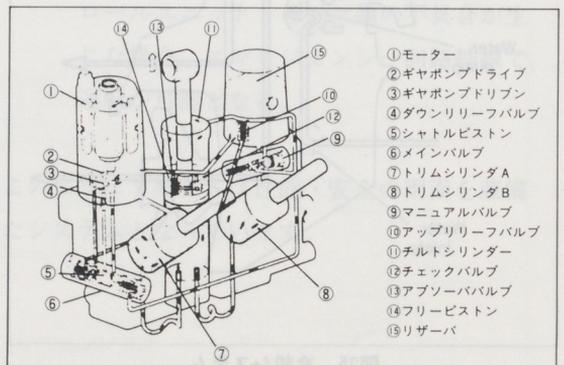


図28

②チルトアップ

トリム作動が終ると、船外機の上昇が速くなります。この時、トリムピストン(A)(B)共上昇に昇っている為、トリムシリンダ(A)(B)の下室及びチルトシリンダ下室の油圧が上りチルトピストンは上昇します。チルトシリンダの上室のオイルは、メインバルブを通りポンプ室へ送油されます。またポンプ吐出量に比べ戻り油量が少ない為、その分はリザーバ室より供給する。チルトアップが完全に終ると、システム内の油圧が高圧になるが、この圧力を逃がす様アップリリーフバルブを設けてある。

③チルトダウン

トリムアップ、チルトアップ作動とは逆で可逆電動モータを逆方向に回転させると、ギヤポンプから右方向へオイルが送油されてメインバルブに流れ、中央のシャトルピストンは左側へと移動して左側チェックバルブを押し開き、チルトシリンダ下室側のトリムシリンダ(A)(B)の下室とギヤポンプ左側(オイル吸入口)とを連通させる。メインバルブへ流入したオイルは、自らの圧力で右側チェックバルブを押し開き、チルトシリンダ上室へ送油されチルトピストンを下方へ押し下げ船外機を下降させる。

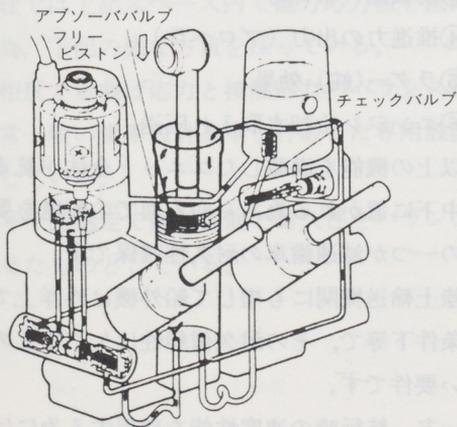


図29

④トリムダウン

トリム範囲に於いては、スウィベルブラケットのスラストレシーバにより、トリムピストンも押し下げられ、それに従いトリムシリンダ上室ヘリザーバからオイルが流れ込みトリムダウンする。

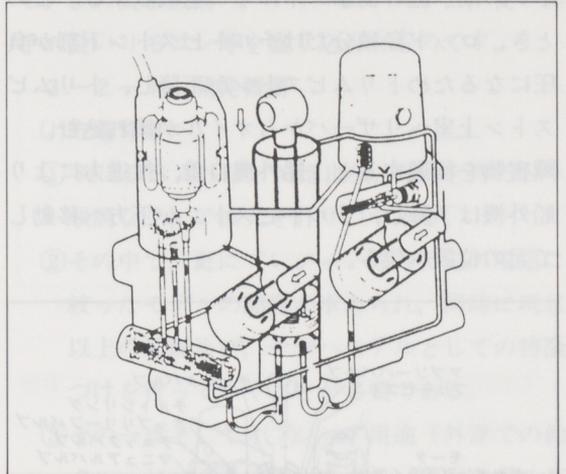


図30

⑤マニュアル作動

スクリュアマニュアルリリースを、いっぱいまで締め込むことに依りマニュアルバルブが開き、チルトシリンダ上下両室と、トリムシリンダ下室がリザーバと連通しチルトピストンが抵抗なく作動する様になる。この操作により、船外機はマニュアル操作で自由にチルトアップ、ダウンができる。

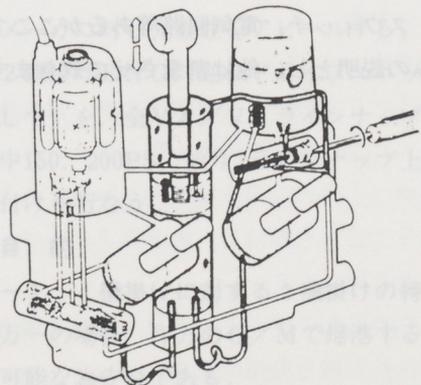


図31

⑥アブソーバ

航走中、船外機が障害物が衝突した場合、チルトシリンダのチルトピストンが上方へ移動し、チルトピストンにあるアブソーババルブからオイルがチルトピストンと、その下方にあるフリーピストンの間へ逃げ衝撃エネルギーを吸収する。このとき、ロッド容積分だけチルトピストン下部が負圧になるためトリムピストンが下降し、トリムピストン上室ヘリザーバからオイルが流れ込む。障害物を回避すると、船外機自重、推進力により船外機は下降し、チルトピストンが下方へ移動して元の位置へ戻る。

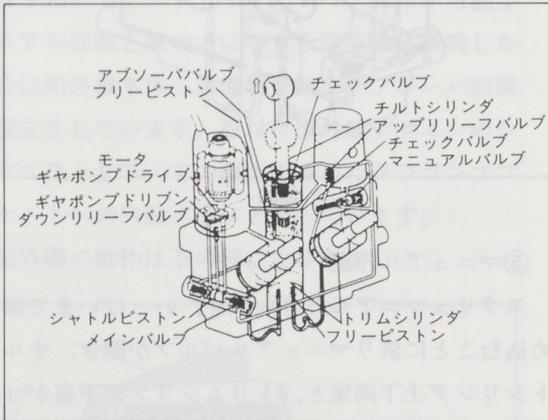


図32

以上、概略をここに記載したが当PT/Tは船外機としては50ps以上に用意されておりV6シリーズに於いては標準装備となっている。他にメータ類、スイッチ、電気回路等あるがここでは本体のみの説明とし、他は割愛させて致します。

(6)ドライブユニット

船外機のエンジン駆動力を減速伝達し推進させる為の機構部分をドライブユニットと呼びます。その基本構造を図33に示します。

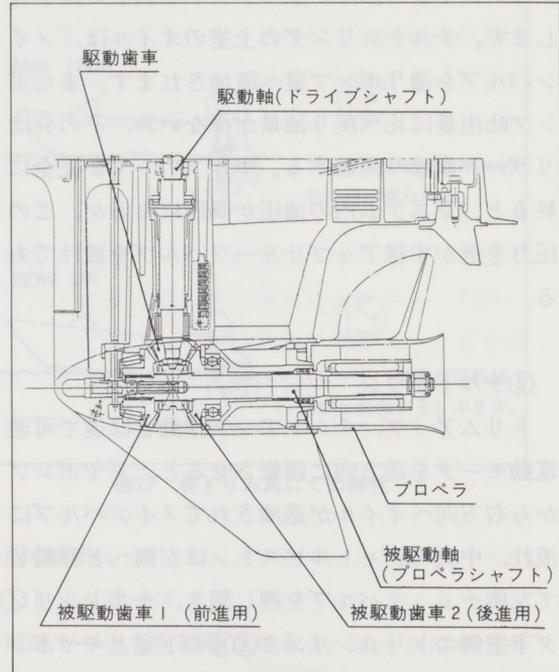


図33

ドライブユニットの持つ基本機能として次の6項目が掲げられます。

- ①エンジン駆動力の伝達
- ②駆動力の減速に依るトルク増強(1/2減速)
- ③前後進の切替え
- ④推進力の出力(プロペラ)
- ⑤ラダー(舵)効果
- ⑥エンジン冷却水取入れ圧送

以上の機能を満載したユニット全体が航走中、水中下に置かれる為あらゆる面での配慮を要し、その一つが減速歯車の耐久性確保です。

陸上輸送機関にも増して船外機は外洋上での使用条件下等で、その耐久信頼性は欠くことのできない要件です。

一方、航行時の速度性能を確保する為には、水面下に存在するドライブユニットの抵抗をいかに

軽減させるかが課題となります。

ここで耐久信頼性確保上は歯車キャパシティをできる限り余裕持たせる為、歯車外径を決定づけるピッチ円径を大きく採る必要があるが、水中抵抗軽減上おのずと限界があり、この接点における最もバランスの良い歯車系の開発が最大のポイントとなる。さらに、このクラスでの最大航行速度は100km/Hを越し、速度の2乗に比例する。水中抵抗はよりシビアな領域となる為、ユニット断面形状の選定は特に重要となる。

本機では先の出力諸元に対し駆動ギヤ、被駆動ギヤ外径がそれぞれφ56、φ100と非常にコンパクトで、歯の曲げ応力、歯面接触応力は厳しいものとなっています。

歯面負荷を考える上で市場使用域は、自動車、モータサイクル等に比べエンジン全開回転域付近の常用が大半で、自動車と言う最大負荷が定常負荷に担当します。

比較例として自動車減速差動歯車の一般的許容応力値を掲げておく。

負 荷	許容曲げ応力		許容接触応力 減速歯車
	減速歯車	差動歯車	
最大負荷	70	98	281
定常負荷	21	21	176

表5 歯車の許容応力 (kg/mm²)

本社では上記スペース内で極力応力値を低減させる為、下記の様な方策を採っている。

- ①相反する曲げ応力と接触応力のバランスを通常一般の歯車設計基本を打破した専用設計としている。
- ②ギヤ比選定で航行性能と耐久性をバランスさせたものとしている。

3-2 V6 COUNTER ROTATION MODEL

本モデルは船外機としては他社に例のないヤマハ独自の機構として前後進切替可能かつドライブユニットのみの変更で成立、さらに2機掛け専用モデルの要求機構の、アラームシステム、使い勝手の良いリモコン等を盛り込んだものです。

3-2-1 開発概要

(1)市場背景

- ①'84にUSAへO/M進出後、好評を得ており、順調なシェア拡大を計りつつある。
- ②その中で、更にプレジャー等の特定の用途に絞ったモデルの開発が求められ、同時に現状以上の拡販及び、ヤマハモデルとしての特徴づけを行っていくことが必要である。
- ③その一点としてオフショア用途(外洋での釣、クルージング)に焦点を当て、現行モデルが2機掛専用として開発されたものでない為操船上の欠点(船体傾き、ステアリング荷重バランス、etc)をカバーするモデルが考えられる。

(2)狙い

- ①USA市場の大型船外機(200PS以上)化の中で、供用できるものとする。
- ②2機掛け専用モデルとして作り込む上で、従来の欠点をカバー出来る様、逆転ドライブと関連システム付の2機掛けENG.とし、対抗メーカーに対し先進性をアピールする。
- ③2機掛けENG.(逆転ドライブユニット付として)を、全V4/V6ラインナップ6機種中150、200PSに絞り、ラインナップ上の特徴付けを行なう。

(3)目的

(3)-1 1機掛けに対する2機掛けの特長

- ①万一の場合、片方のO/Mで帰港することが可能な為安全である。
- ②低速時もしくはスピード規制のある水域を航行する際等、高速航走の必要が無い場合、片

舷機のみ運転が出来る為、経済的である。

(3)-2 片舷を逆転化した2機掛けの利点

①操縦安定性が良い

ハンドルの取られが極端に少ない。直進性良
ハンドル操作荷重が少ない。操作性良

②安定した艇の姿勢が得られる。

プロペラ反力に依る艇の傾斜がない。

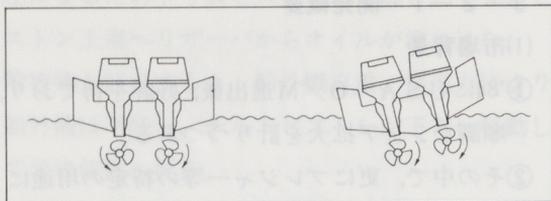


図34

③波浪時のジャンプの際安定したジャンプ姿勢が得られる。

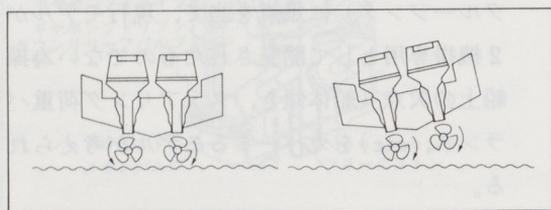


図35

(3)-3

以上のメリットを持たせると共に、さらに安全性を追求する上から、2機のENG.が相互に成立しうるウォーニングアラームシステム化を計っています。

(4)商品性

①ステアリング取られが解消出来、操舵性向上と共に良い運動性が得られる。

②プロペラ反力に依る船の傾きからくる不快な乗りごちを解消し、快適なクルージングが出来るようになる。

③既存の正転モデルとの部品互換性を極力持つて市場負担を軽減出来る。

④取扱い性および安全性を重視した2機掛け仕様としてのトータルシステムを確立できる。

3-2-2 主な特徴

- (1)逆転機構はドライブユニット内に組み込み、従来ENG.との連結を容易にする。
- (2)既存のレース用逆転ドライブの様に前後進機構が無いものに対し、従来の船外機基本構造を変更する事無く、前進、中立、後進を備えたものとし、操船性を容易なものとする。
- (3)ギヤ比は従来の右回転V6モデルと同一とし2機掛セット化を容易なものとする。
- (4)ドライブユニット内逆転機構は、プロペラシャフト、BRG系中心に、全て新設計とし、逆転化に依るプロペラ推力支持方式に工夫を加える。
- (5)プロペラは逆転化に伴ない、ねじり方向を反転させたものとし、市場船種に合せプロペラピッチを3種に限定する。
- (6)ENG.過熱時、2〜オイル残量減の際、左右ENG.回転を同時にある設定回転まで低下させ、同時に警報(ブザー)鳴呼させることで、急激な操舵変化無く体感・聴感的警報を発す(TWINアラームと称す)。
- 2機同時作動方式のキルSWの採用で確実なENG.停止が可能。
- (8)TWINアラームの左・右独立化と光通信に依る信号の伝受及び干渉の防止を行ない、信頼性を高めた。又独立化に依り回転変動等の危険性を排除している。
- (9)システムは2機掛け専用リモコンBOXとスイッチパネルASSY.の2部品でメインをまとめ連結性向上を計る。
- (10)船内での操縦席からENG.を連結するワイヤーリード、ホース類は、大型艇への対応を計る為従来より延長仕様とする。
- (11)逆転モデルに関する部品に対しては、左右の識別を行ない、誤組防止の工夫を施す。

3-2-3 構造, 作動の概要

(1)ドライブユニット：逆転出力機構

先に述べた「EXCEL225」のドライブユニットに対し、①前後進選択切替用のシフト系、②プロペラ軸を中心とする駆動系、③推進系（プロペラ）の3点を変更しています。

全体の横断面構造を図36に示す。

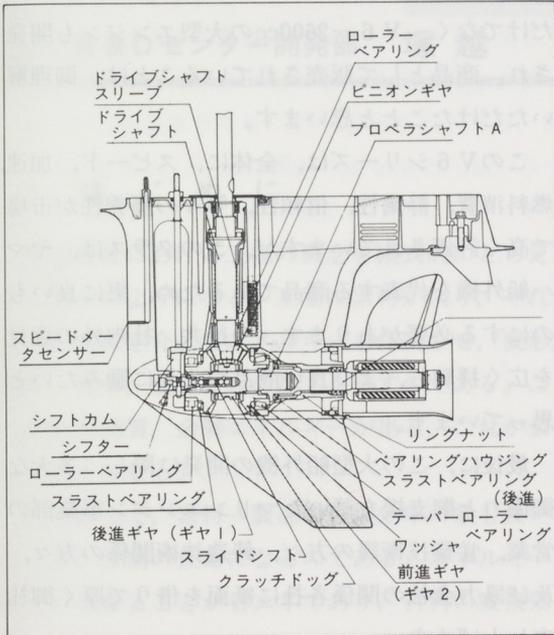


図36

①シフト系

リモコンBOX側のシフト操作方向を変更することなく、従来の前進、中立、後進操作が出来る様、ドライブユニット内シフトカムのクランク部位相を180°反転させている。(図37)

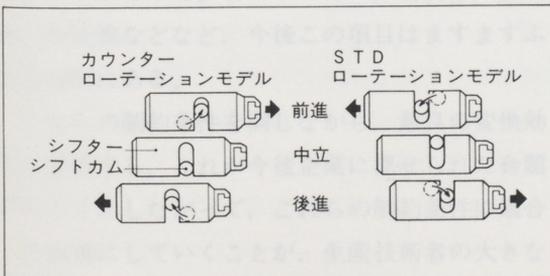


図37

①駆動系

i 駆動（ピニオン）被駆動（ギヤ1、2）用スパイラルベベルギヤが常時噛合いの従来ユニットに於いて、前進ギヤ（ギヤ1）、後進ギヤ（ギヤ2）をそれぞれ逆使いにすることで逆転（前進時の左回転）を得る。

ii プロペラシャフトは、ほぼ中央でスプラインで2分割とし、プロペラ推力に依る前進力を後部のシャフトBにて支持させる様にした。これに依り互に逆転摺動しあうプロペラシャフトAと後進ギヤ（ギヤ1）間の干渉力を軽減させ、焼付等の発生を防止している。

iii プロペラ推力は前後進それぞれで逆方向となる為、前進推力は前進ギヤ（ギヤ2）支持BRG.（テーパBRG.）に併せて支持させ、前進ギヤの噛み合い反力と相殺し合う設定とし負担荷重軽減を計ったものである。

一方、後進推力は、後部HSG.に専用スラストBRG.を設けて支持させる。

iv 後進用ギヤの支持BRG.は、従来ユニットのテーパBRG.方式に代って、ローラBRG.とスラストBRG.のセット使いとし、プロペラ推力をテーパBRG.プリロードとして利用していた従来ユニットに対し、プロペラシャフト構造変更によりプリロードが不足する為ギヤ支持上の傾きを防止する上で、本方式を採用とする。

③推進系

プロペラは、左回転時前進推力を得る為、従来の右ねじりに対し左ねじりとし、翼形等は左右バランス上、同一対称形状とする。又、シャフトへの取付方式は、従来と同じスプライン結合方式としている。

(2)D.E.S（デュアル、エンジンシステム）

2機掛け艇であるが故の動作上の問題点や使い勝手を、2機掛であることの最大のメリットである信頼性を下げずに改良したシステムがD.E.S.です。

本システムの構成は図38参照願います。

2機掛け用リモコンBOXは、片手でシフト・スロットルレバーが2機同時に、又握った状態で（2機同時に作動する）シンクロパワーチルト・トリムSW.が、操作できるデザインになっており、1機掛け艇と同感覚で操作可能となっています。

SW.パネルは、落水等の非常時にでも確実に2機が同時にENG.停止するように、キルSW.を同時作動するSW.になっており、又、オーバーヒート警告、オイルレベル警告等のENG.回転数制御（ENG.回転数を一定回転数以下に抑える）が2機同時に作動するようにENG.間の制御を行なう2機掛け用コントロールユニットを用いた構成になっており、不意の時でも2機のバランスはくずれず、1機掛けと同レベルで制御が実施されるシステムとなっています。

本システムの特筆すべき点は、2機の船外機の制御を同時に行なうシステムを多用しているにもかかわらず、左・右の船外機間は光通信によって制御されている為、電気的に完全に分離されており、もし一方の船外機が決定的なダメージを受けても、もう一方の船外機は通常に航走できるようになっています。

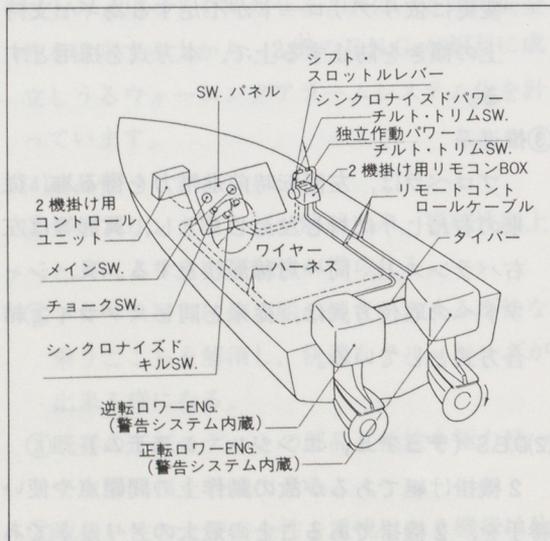


図38

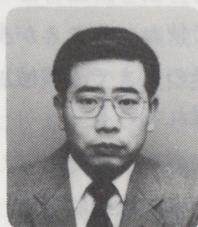
4. あ と が き

船外機の最高モデルであるV6シリーズの製品紹介と、技術的な特徴を述べてきましたが、日頃、馴染みの薄い商品の為、理解出来難い点が、多々あったことと思います。しかしながら、ヤマハの伝統的な2サイクルエンジン技術が、船外機と言うマリンエンジンにも受け継がれ、小型エンジンだけでなく、V6-2600ccの大型エンジンも開発され、商品として販売されていることは、御理解いただけたことと思います。

このV6シリーズは、全体に、スピード、加速、燃料消費、静粛性、信頼性、等々の優秀性が市場で高く評価されていますが、このクラスは、ヤマハ船外機を代表する商品であるため、更に良いものにする必要があります。今後共、社内外の意見を広く拝聴し、より良い商品づくりに励みたいと思っています。

最後に、この大型船外機の開発に際し、多大な御協力と御支援を載いたマリンエンジン事業部の営業、営業技術課の方々、鑄造技術関係の方々、及び協力会社の関係各社に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

高速めっきシステムの開発(YRPS)



R & Dセンター開発部 塚越 洋 磯部正章 渡辺誠之

1. はじめに

製造会社における工場概念を模式的にとらえると図1のようになる。工場に素材が入り、それに生産施設を介してエネルギーを作用させ、変形、除去、接合、変質などの加工を施すのである。この際余剰物質、余剰エネルギーが出る。これが公害のもとになる。

したがって、素材→製品の変換効率の最も良いことが、工場の使命になるのである。エネルギー効率の大なることが省エネであり、材料の変換効率の大なることが省資源である。この変換効率を大きくすることが、とりもなおさず無公害を達成することと一致するのである。

工場の使命は、素材に何らかの働きかけを行い、それに価値を付与することである。即ち価値を高めることである。価値を高めるといことは、目的とする製品機能を最も安い費用で達成することである。最近はこの時にいろいろな制約条件が加わるようになった。省エネルギー、省資源、無公害、安全性などなど、今後この項目はますますふえる傾向にある。

これらの制約条件を満しながら、最良の変換効率を達成する、これが今後企業に課せられた命題であろう。したがって、これらの制約条件に適した設備にしていけることが、生産技術者の大きな役割になろう。

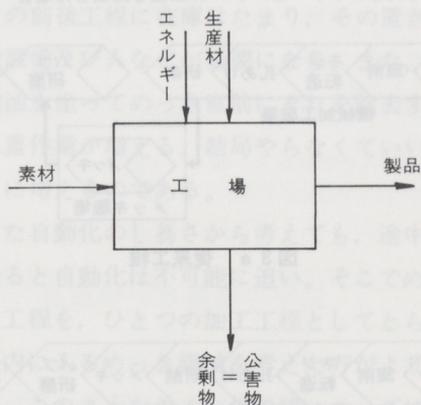


図1 工場概念

2. 工程編成

工場内をもう少し詳しくのぞいてみよう。工場内は物の流れに従って、図2のような職場に分けて考えることができる。それぞれの部品によって多少流れる経路は違うが、大きく分けるとこのようになるだろう。この中で表面処理は塗装、めっきな

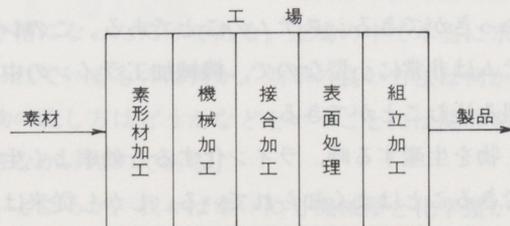


図2 工場内の職場

どであるが、装飾的なものはこの図のとおりである。

しかし、最近では機能めっきが盛んになり、この場合は機械加工職場の途中で使われることが多い。ところが職場の分け方は従来のままで、機械加工職場とめっき職場は大きく離れている。

図3 aのような工程が従来のやり方であった。このようなやり方では変換効率が極端に悪く、自動化も困難である。そこで図3 bのような工程編成をねらいとしてYRPSが考えられたのである。

■たとえばロッド・ピストンの工程を比較した場合

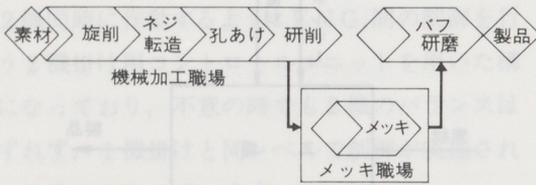


図3 a 従来工程

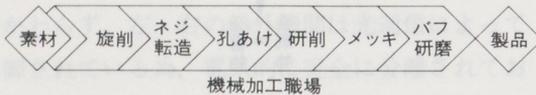


図3 b YRPSによる工程

3. YRPS開発の背景

YRPSとはYAMAHA Rapid Plating Systemの略で、公害を起すことなしに、高速度でめっきができるシステムのことである。このシステムは非常に小型なので、機械加工ラインの中に組み込むことができる。

物を生産する時、ライン化すると効率よく生産できることはよく知られている。しかし従来は、異種の作業をライン化することは不可能と考えられていた。特にめっきという工程は機械加工に比

べて、水を使うばかりでなく、それに伴う公害の面からも、ライン化は困難であるとされていた。

しかし、最近特にきびしい経済環境から、より一層の合理化が求められると、このめっき工程の合理化が、工場合理化のひとつのポイントになってきた。機械加工工場の合理化は行きつくところまで行きついたという感があり、これ以上の合理化には非常に大きな資金が必要になる。それにひきかえ、めっき工程の合理化は遅れているので、これを合理化する方がより効率的である。

ライン化する場合に、まず考えなければならないのは、ライン化の条件である。めっき工程をラインの中に入れる場合、特に問題になるのは、その大きさと公害問題である。

まず大きさ、これは本質的にめっき速度が小さいから、一度に沢山の品物を槽に入れなければならない、これがめっき装置を大きくしている理由である。これを解決する手段として、高速めっきという技術がある。めっきを高速化すれば1個ずつめっきができ、めっき槽も品物が1個入るだけの大きさがあればよく、装置全体も非常に小型になる。ここで1個ずつ入れるのが重要である。

一方の無公害化は最近技術が進んで、小型で、完全に排水を処理する方法が開発されている。めっきにおける水の役割を真剣に考えてみると、水はたんなるイオンの運搬役にすぎない。したがって、水は循環使用ができるはずで、めっきの際に水を捨てる必要はない訳である。

図4に高速めっきのS-Nテーブルを示した。左側が高速めっきのニーズで右側がそれに応える手段すなわちシーズという形で示してある。この図からわかるように工場の使命は製品の価値を高めることである。そのために、原価低減と品質向上という手段があり、原価低減のためには、またそれぞれの施策がある。

図の中で、「設備費を少なくする」以下、「スペースを小さくする」までのニーズを満す方法がライン化であることがわかる。「ライン化する」

の右側がライン化の条件である。

これらの条件が満たされて、初めてライン化が可能になる訳である。「ライン化する」というニーズに応える方法が「高速化機構」である。めっきをする部分を高速化すれば、ライン化の条件をほとんど満たすことができる。かつまた「高速化する」ことによって電流効率が上り、「省エネルギー」も達成できる。

もう一方で「無公害化する」ということと、「省資源」とは本質において同じになる。すなわち排水を出さないという施策が達成できれば、無公害と省資源の両方が満足されるのである。そのためには、基本的に発生源でおさええるという考え方が大切である。出たものを後で処理するという具合に考えると、次々に新しいデバイスが必要になり、結局はコストの高いものになり、公害を拡散することになる。

品物に付着しためっき液を、次の水洗工程で洗い、その水を捨てるから公害になるのである。水洗という工程はめっきにおける必要悪で、その目的は品物をきれいにすること、すなわちめっき液を品物から分離することである。

水洗工程は品物とめっき液の分離器である。分離器と考えれば水洗のみでなく、いろいろな方法が考えられる。圧縮空気吹きおとす、遠心分離器なども考えられよう。このような方法でめっき液をすぐ回収してしまえば、排水処理への負荷は非常に少なくできることになる。

さらに多段水洗を併用すれば、水はこの系から排出する必要がなくなる。水の出ない装置はもはや公害設備とは言わないだろう。このようにして、めっき工程を機械加工機と全く同じ形の機械にすることができれば、ラインの中に置くことは容易になる。

また、ライン化することのメリットはその左側に書かれた事項で、これらは原価を低減するのに非常に有効なことからである。特にめっきのように、途中工程をライン外に出すことは、生産管理上、品質管理上、生産技術上非常に不利である。

その前後工程に在庫はたまり、その置き場所、運搬設備及び人などが必要になる。また、加工後防錆油を塗ってめっき直前にそれを除去するという二重作業が増える。結局やらなくていい作業が次々に増えるのである。

また自動化のし易さから考えても、途中が切れていると自動化は不可能に迫り。そこでめっきという工程を、ひとつの加工工程としてとらえ、ライン内に入るめっき機械を考えた方がより得策である。このようなライン化の強いニーズに応える形でYRPSというシステムは生まれた。これを支える技術は、めっきの高速化と無公害化の技術である。

このシステムが生まれた背景には、もうひとつ次のような考えがあった。すなわち、めっきも加工法のひとつであるという考え方である。従来はめっきといえば化学屋の領域で、機械屋は「神聖にして犯すべからざるもの」であった。

一方化学屋は化学屋で、ピーカーからの発想から抜け切れず、ピーカーが種になり、それがめっき槽になっただけである。工場の中で本当に求められているものは何か、効率の良い方法は何か、物の流し方はどうかなどということには関心を示さなかったのである。

ところが、我々は幸いにも機械屋と化学屋が交流し、そこに高速めっき機械の発想が生まれたのである。

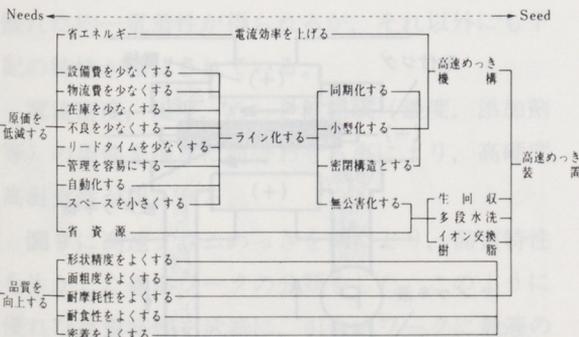


図4 高速めっきのS-Nテーブル

加工法の体系的分類を図5に示した。

4. YRPSの特徴

YRPSの特徴を列挙すると次のようになる。

(1) 従来の方法に比べ約100倍のめっき速度が得られる。

クロムめっきの場合、従来の方法では毎日0.6 μ 程度の析出速度であったが、本システムではその100倍の毎分60 μ の析出速度が得られる。

(2) クローズドシステムによる無公害

前処理の脱脂槽、めっき槽、水洗槽を連続密閉回路にし、しかもめっき液や水を再利用するので、廃棄物はほとんど出ず、有害ガスやめっき液のミストもない。

(3) 小型で運搬が可能

従来のような大きなめっき槽や水槽が不要で、システム全体が小型化され、通常の工作機械と同様にどこにでも置くことができる。

(4) 1個ずつ連続のめっき処理ができる。

従来のように、ラックに被めっき物をかけたり、はずしたりする必要がなく、1個ずつ連続してめっきでき、完全自動化が実現する。

(5) 生産加工ラインの中に設置できる。

クローズドシステム、小型であるため、工作機械のピッチタイムにあわせて、生産加工ラインに接続することができる。

(6) 電流効率がよく省エネルギーに貢献

クロムめっきの場合、従来の方法では電流効率は15%程度であったが、このシステムでは50%と3倍に電流効率が良くなった。

(7) クロムだけでなく汎用性

めっき液をかえれば、クロムめっき以外のめっきも可能である。

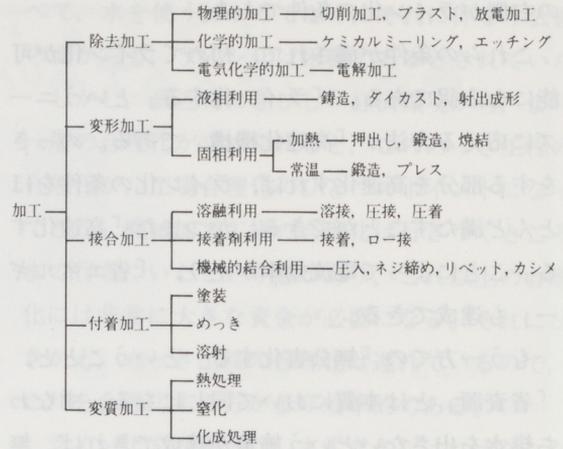


図5 加工法の体系的分類

5. 高速化の原理

めっき液と品物の間に相対運動を与えて、品物表面のイオン拡散層を破壊すると、低電圧で大電流を流すことができるようになる。そうすることによって短時間でめっきができるようになる。

相対運動の与え方にはいろいろあるが、我々はめっき液をポンプで流す方式を選定した。これは汎用性があるからである。図6に高速めっきの機構部分を、図8に電圧—電流曲線を示した。

この方法によって、図7の従来法よりも約100倍速くめっきが付けられるようになった。クロムめっきで毎秒1 μ のめっき速度が得られる。クロムめっきは通常5~20 μ の厚さで使われるから、大体5~20秒のピッチタイムが可能になる。これは通常の機械加工のピッチタイムと同じである。

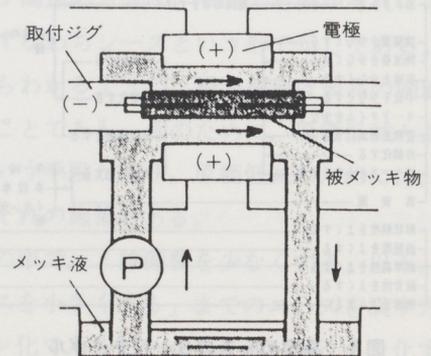


図6 YRPS

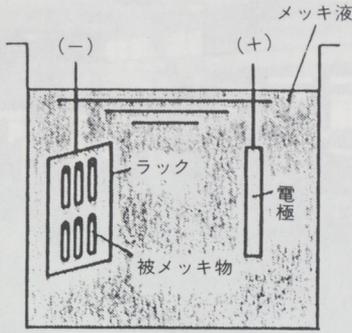
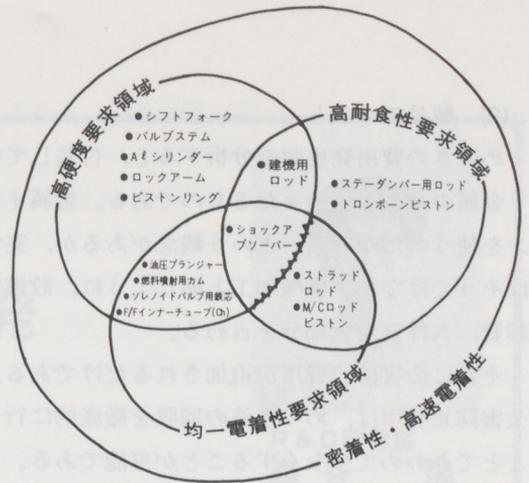


図7 従来法



各部品特有のめっき要求特性

- 厚付性 (180~300 μ) ————— ビストンリング
- Aℓ 素地への密着性 ————— Aℓ シリンダー
- クラックパターンの規定
(クラックフリー, マイクロクラック) — ガスクッション
- 光沢性 ————— クラッチ板・E/Gバルブ
- 部分めっき ————— 油圧プランジャー
- 面粗度 (めっき後の研磨性) ————— 噴射用カム

図9 高速クロムめっき品質特性と用途

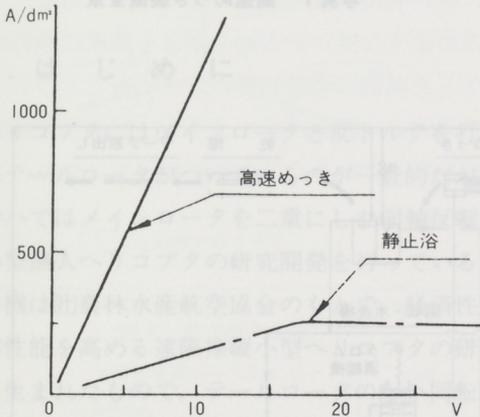


図8 電圧—電流曲線

7. 高速めっき装置の構成

写真1に米国に納入済の高速クロムめっき装置の全景を、図10にその装置の構成を示した。これは自動車のクッションの部品であるショックアブソーバーで、摺動部の耐摩耗性を目的として硬質クロムめっきが施されている。

この装置の主な仕様は次の通りである。

めっき種類 : 硬質クロムめっき

膜厚 : 13 μ

ピッチタイム : 6.6秒/本

装置の大きさ : 6.3m×9.5m

8. 導入実績

(1) 設備のコンパクト化

従来は、何万リットルというめっき槽を設置するため数十メートルものめっきラインが必要であったが、高速めっき設備は200~2,000リットルの液槽で可能となった。このため設置スペースも従来法の $\frac{1}{5}$ ~ $\frac{1}{10}$ のコンパクト化が実現された。

6. 優れた品質特性による幅広い用途

高速めっきの品質上の特徴として、機構的に、優れた均一電着性が得られるが、それ以外にも下記の特性が確認されている。

電流密度、温度、めっき液組成(濃度、添加剤等)の条件を種々に組み合わせる事により、高硬度、高耐食性が得られる。

図9に高速クロムめっきを例にとり、品質特性を生かした適応ワークの分類をした。このように優れた品質特性を武器に、引合いワークに最適の処理システムを構成し、製品化することができる。

(2) 製品のコスト

めっきの費用発生源を分析すると、付着していく金属のコストは微々たるものである。金属イオンを使うのだから高いという観念があるが、実情はそうではない。機械加工と同じように、設備償却費、人件費が大部分を占める。

それに公害防止費用が追加されるだけである。公害防止費用は、めっき液の回収を徹底的に行うことできわめて少なくすることが可能である。また、人件費は自動化によって少なくすることができる。このようにめっき工程を高速化することによって、めっきのコストを従来の約1/2に引下げることができた。

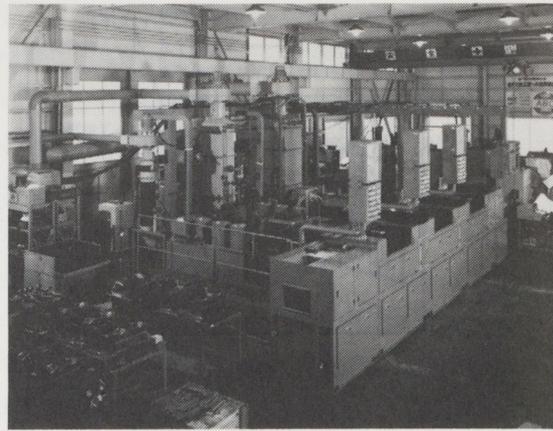


写真1 高速めっき装置全景

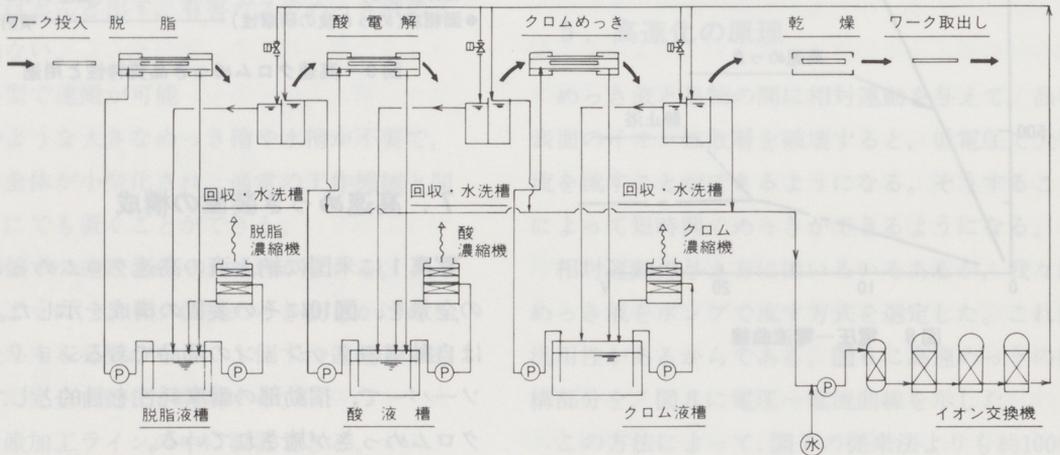


図10 フローシート

9. おわりに

高速クロムめっき装置はこれまで、硬質クロムめっきを中心として事業展開をしてきたが、他のめっきでも高速化は可能である。銅、ニッケル、亜鉛などにも広げていく予定である。

また、製品の形状としては、円筒外面、円筒内面、平面は容易である。形状が複雑なものは困難であるが、いろいろな工夫によって可能になるものである。主な用途を図11に示す。

最近はいろいろな分野で機能部品へのめっきが盛んである。いわゆる機能めっきと呼ばれるもので、これは部分的にめっきが欲しい場合が多い。高速めっきでは、この部分めっきが簡単にできるのもメリットのひとつである。

めっきは表面に異なる物質を付与することによって、素材にない有効な機能を表面に与える有効な手段である。そして、高速めっきは表面改質の手段として、今後加工法の一分野を占めることになろう。

部 品					
名 称	クッションロッド	排気井	インナーチューブ	ソレノイドバルブ 可動片	プリンター ローラー
メッキ種類 膜 厚	硬質クロムメッキ 15 μ	硬質クロムメッキ 5 μ	硬質クロムメッキ 20 μ	硬質クロムメッキ 5 μ	ニッケルメッキ 10 μ
大 き さ	φ8×200	φ8×60	φ30×600	φ15×30	φ30×500
ピッチタイム	10秒/本	6秒/本	30秒/本	6秒/本	20秒/本

図11 YRPSの主な用途

無人ヘリコプタの開発



R & D 開発部
森谷 隆

1. はじめに

ヘリコプタにはメインロータと反トルクを打ち出すテールロータがついているのが一般的だが、ヤマハではメインロータを二重にした同軸反転型の小型無人ヘリコプタの研究開発を行っている。

本機は(財)農林水産航空協会のもとで、経済性や操作性能を高める遠隔操縦小型ヘリコプタの研究から生まれたもので、テールロータのない同軸反転方式が採用された。この特徴は小型、軽量化が容易で全方位の運動を容易にすることである。

当社は昭和58年度から研究に参加し、現在に至っている。

ヘリコプタの最大の特徴は自在に動くロータを操ることで空中静止（ホバリング）させたり、3次元空間を自由に飛び廻ることである。その反面常に発散しようとする不安定さが伴っており、更に本機は二枚のロータ面をコントロールする必要がある。

開発にあたってはこのロータを含む機体固有の動特性を把握することと、操作性能を向上するため自動姿勢制御装置を開発することにした。

これまでにシミュレーションやフライト試験を通じてほぼ技術的な見通しが得られたためここに紹介する。

2. 技術要素

この開発にはハード面のみならず、制御プログラムやフェイルセーフのつくり込みなどのソフト開発及び運用技術や利用技術などを含むシステムを構想しながら開発を進めてきた。

図1にこのプロジェクトの技術要素をまとめてみた。

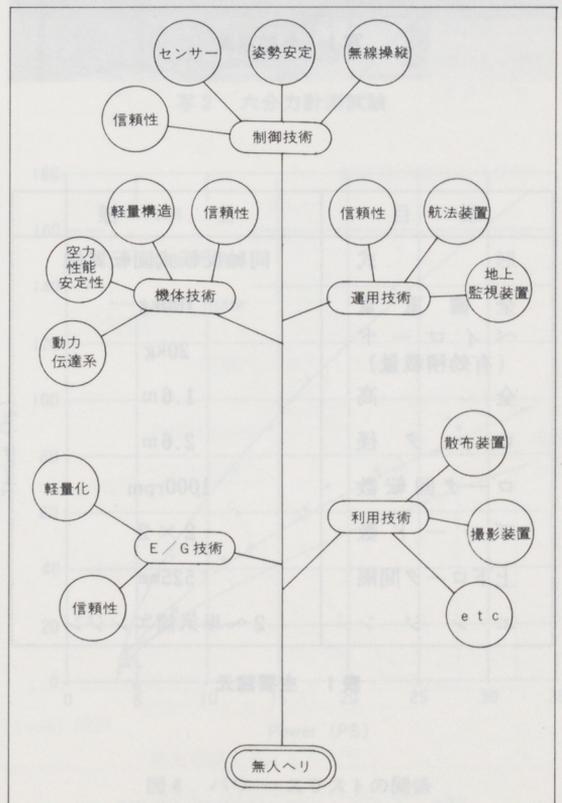


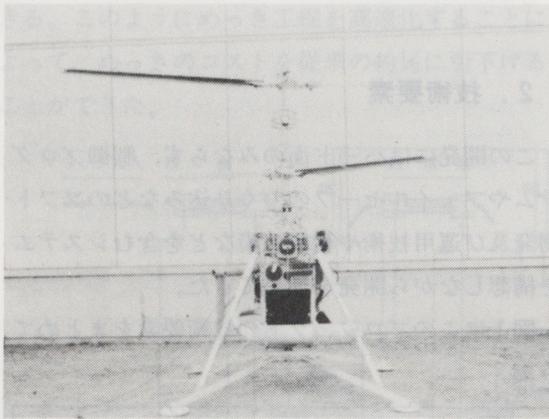
図1 無人ヘリの技術要素

3. 機体の概要

本機の基本計画にあたってはパワーを最も必要とするホバリング飛行における重量、ロータ直径、誘導パワーの関係を求め、ホバリング飛行時の性能計算とそれに基く機体の形状を選定した。

その結果、全備重量100kg（ペイロード20kg）、のときに適合するロータ直径を2.6Mに定めた。

写1に外観を示す。また主要諸元を表1に示す。



写1 外観写真

項目	仕様
形式	同軸反転式回転翼機
全備重量	100kg
ペイロード (有効積載量)	20kg
全高	1.6m
ロータ径	2.6m
ロータ回転数	1000rpm
ブレード数	2×2
上下ロータ間隔	525mm
エンジン	2〜単気筒エンジン

表1 主要諸元

4. 自動姿勢制御装置の開発

4-1 姿勢制御の導入

RC（ラジオコントロール）ヘリは実用的に多くの可能性をもっている。しかしその操縦はきわめてむずかしく、かなりの熟練を要する。また熟練したパイロットでも風などの外乱が入ると正確に位置を保つことは決して容易ではない。

従ってある程度操縦を容易にしたり、姿勢や位置に対する安定性を増強できる制御系をおり込めば、その利用価値を高められるはずである。

このような狙いから初心者にも簡単に飛行できることを前提に姿勢制御にとりくむことにした。

将来的には図2に示すような、航法装置を搭載して位置や移動を全て自動制御対象にすることが考えられる。

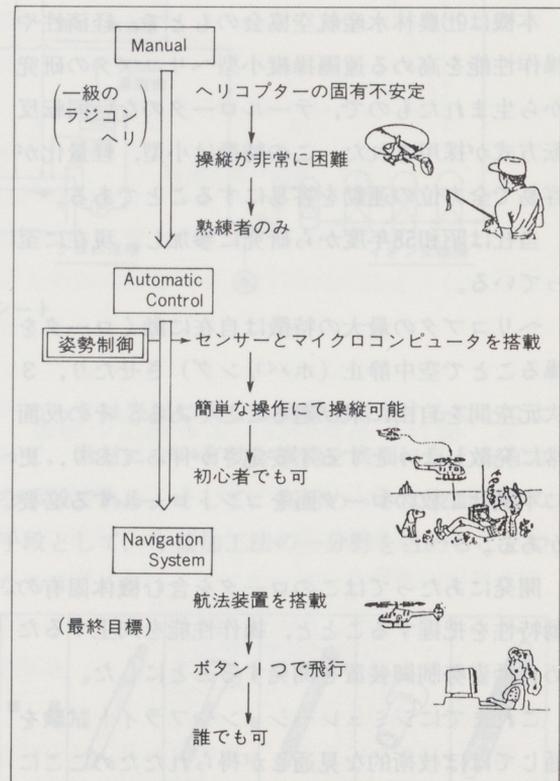


図2 目標と到達レベル

4-2 制御対象の決定

ヘリコプタに限らず航空機の運動の自由度は図3で示すX, Y, Z軸(ヨー軸あるいは高度軸)と各軸まわりの回転角であるピッチ, ロール, ヨーを合せた6自由度がある。

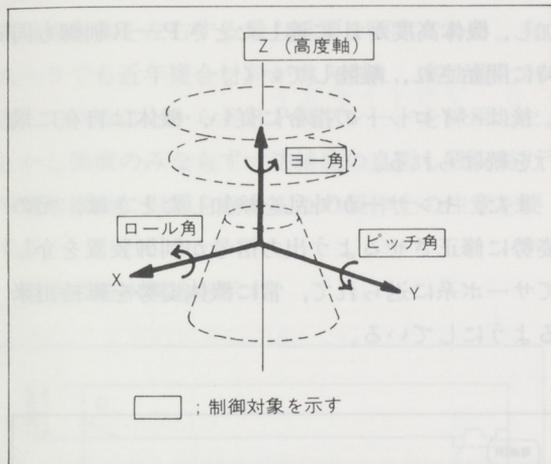


図3 航空機の自由度

機体の固有安定を除けば姿勢を支配する自由度は各軸廻りの回転角(P, R, Y)である。また安定したホバリングをさせるためには一定高度を維持させることと, ロータ回転数を制御することが必要になる。これらを制御対象に決定した。

〈制御対象〉

- ①ピッチ角 (P)
 - ②ロール角 (R)
 - ③ヨー角 (Y)
 - ④高度 (Z) (H)
 - ⑤ロータ回転数
- } 図3 □印

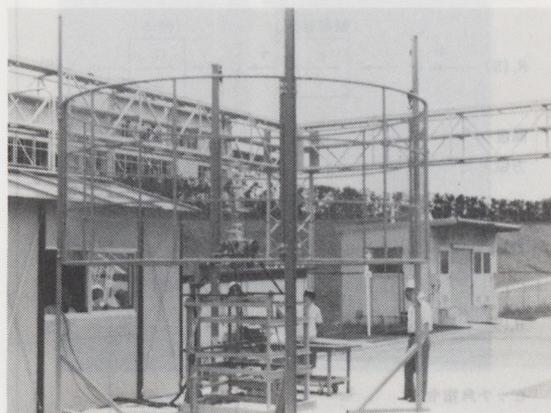
X, Y軸は今後の航法システムの研究開発にゆだねることとし, 当面マニュアルで行っていく。

4-3 空力特性

ホバリング(空中静止)や前進飛行時の性能は吹きおろし一定の運動量理論と翼素理論をくみ合わせた単純モデル化した計算で求めた。

このロータ特性を検証するため, 六分力計を製作して実際のロータ空力特性を計測した。

計测试験風景を写2へ, 計測データの一例としてパワー・スラスト曲線を図4に示す。各々のカーブはホバリング時の理論計算値であり, 実測データもほぼ一致している。なおローロータのみは計測データは略いた。



写2 六分力計測試験

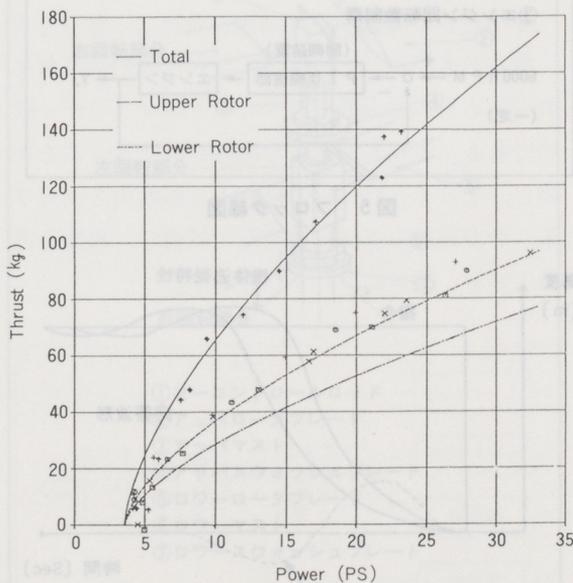


図4 パワー・スラストの関係

4-4 動的特性の検討

4-3の結果をもとにホバリング飛行時の数式モデルを導き、制御系の設計を行った。

求められた運動方程式よりコレクティブピッチ系(H-Y)の組と、サイクリックピッチ系(P-R)の組に分離できることがわかった。

さらにエンジン回転数制御系を加えたそれぞれの組のブロック線図を図5に示す。またシミュレーション特性の一例として高度軸の応答波形を図6に示す。

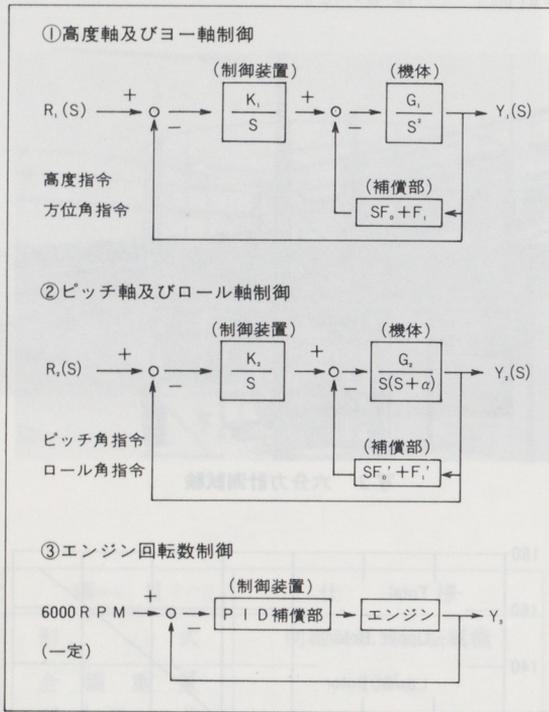


図5 ブロック線図

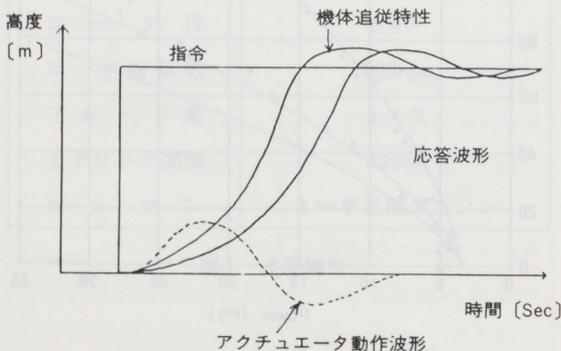


図6 シミュレーション特性(高度)

4-5 制御プログラム

本機におり込んだ制御プログラムのフローを図7に示す。

制御がスタートするとオートモードに切り換えられ、エンジン回転数制御によりN₁rpmまで上昇すると、まずH-Y制御がスタートする。

高度指令を受信するとコレクティブピッチが増加し、機体高度がH₀に達したときP-R制御も同時に開始され、離陸していく。

後はパイロットの指令に従い、機体は自在に飛行を続けられる。

また、センサーが外乱を検知したときは、元の姿勢に修正させるよう出力信号が制御装置を介してサーボ系に送られて、常に機体姿勢を維持出来るようにしている。

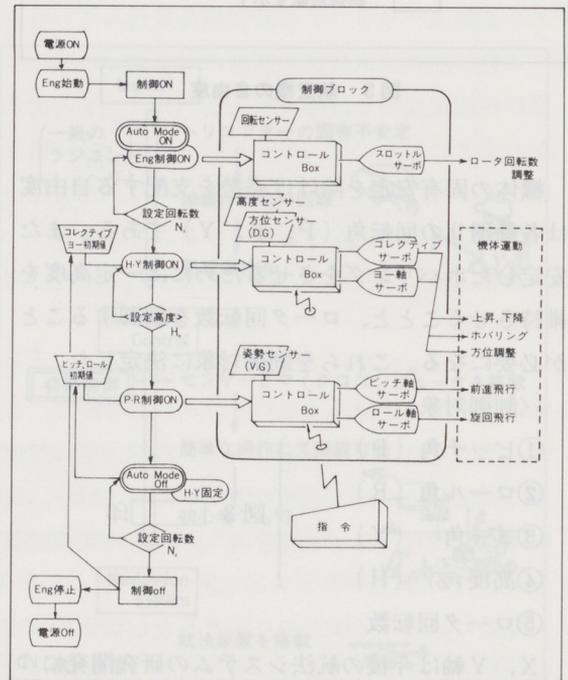


図7 制御プログラム

5. 機体構成

ここでは特徴的なロータブレード、ピッチコントロール及びセンサーを紹介する。

5-1 ロータブレード

ヘリのブレードは揚力と操作力を受けもち、運動特性全体を左右する最も重要な要素である。有人ヘリでも近年複合材料が導入され、高性能化が進んでいることからFRP製ブレードを採用した。しかし強度のみならず寸法精度の良否も吸収馬力や機体振動に影響を与えるため製作上の注意を要する。

図8に基本構造を示す。

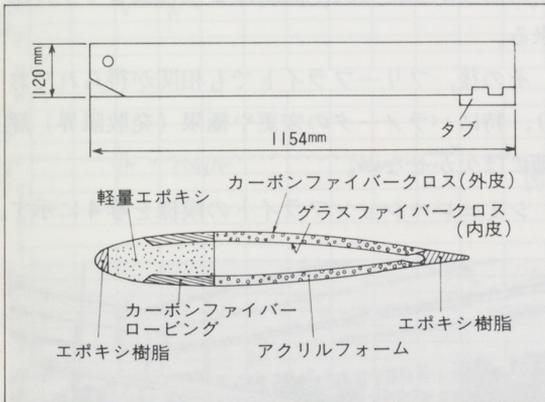


図8 ブレード基本構造

5-2 ピッチコントロール(写3, 図9による)

ピッチコントロールは3系列に分けられる。

①コレクティブピッチコントロール

ロータブレードのピッチ角を上下とも増減させることにより、ロータが発生する全スラストを加減して上昇下降を行う。

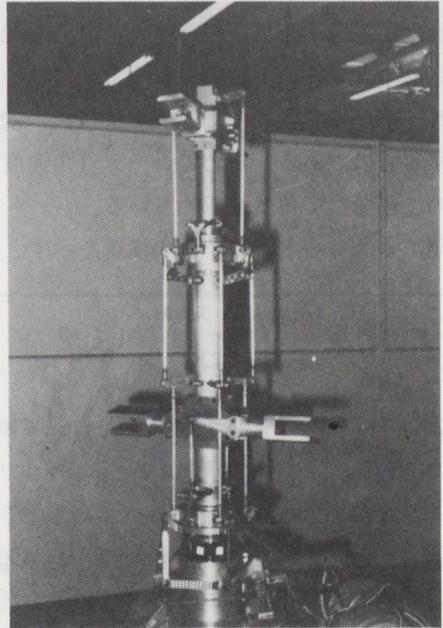
②サイクリックピッチコントロール

回転しているロータブレードの位相角によりピッチ角の差を生じさせ全スラストの前後(P)や左右方向(R)に分力を発生させ機体を前後左右に移動させる。

③ヨーコントロール

上下ロータのピッチ角を加減することにより、機首方向を変える。

シングルロータでのテールロータ(ラダー)に相当するものである。



写3 リンケージ

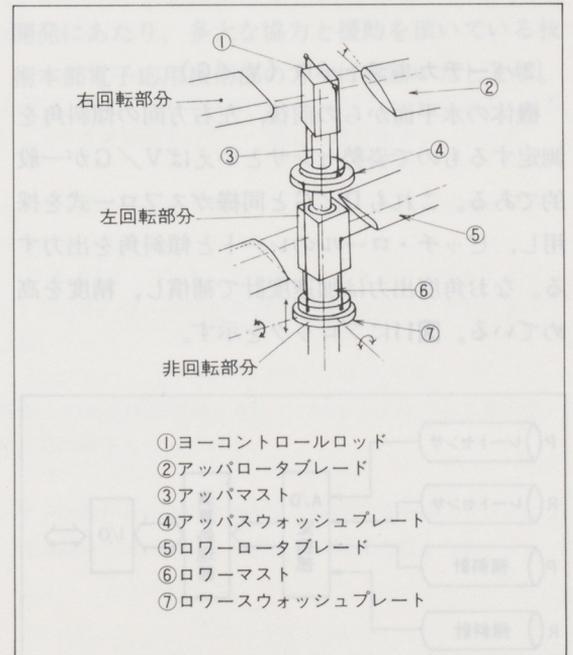


図9 ピッチコントロール

5-3 センサー

(1)ディレクショナルジャイロ (D/G)

方位を検出する手段として磁気コンパスやジャイロが用いられる。ジャイロの中でも機械、光、振動やガスフロー式など種類も多いが、小型軽量で高精度なガスフロー式を採用した。

これは圧電素子を使用してガスフローを発生し、回転させるとコリオリの力によりガスフローが曲げられ、ブリッジに組んだ熱線の抵抗値の変化を利用するものである。出力はレート（角速度）であるので積分して角度を求めている。

図10にガスレートジャイロの構造を示す。

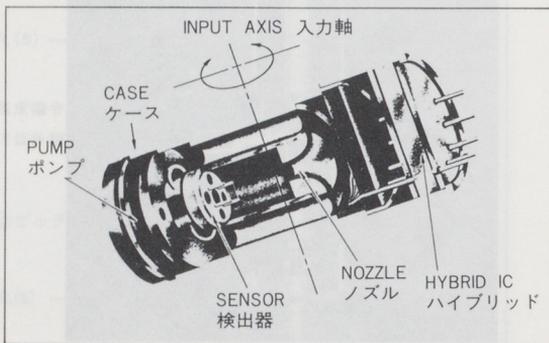


図10 ガスレートジャイロ

(2)バーチカルジャイロ (V/G)

機体の水平面からの前後、左右方向の傾斜角を測定するもので姿勢センサといえばV/Gが一般的である。これもD/Gと同様ガスフロー式を採用し、ピッチ・ロールのレートと傾斜角を出力する。なお角度出力は加速度計で補償し、精度を高めている。図11にブロックを示す。

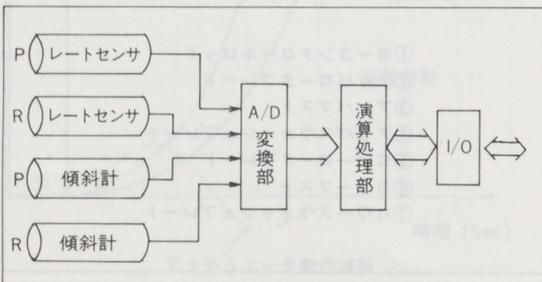


図11 バーチカルジャイロ

(3)アルチチュードセンサ (高度計)

対地高度と気圧高度センサを使っている。

対地高度は電波、光、超音波式などの評価から対地高度0～数mの検出精度や環境特性を考慮し、超音波センサをとり入れた。

また気圧センサは、高度10m程度よりソフト処理を施すことで実用化出来そうである。

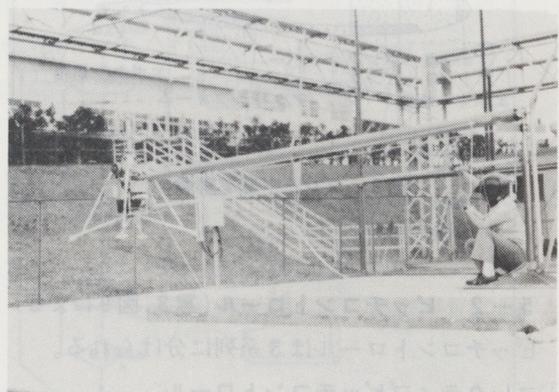
6. フライトテスト

6-1 シミュレータによるフライト

初期の機体性能や制御系の検証あるいは改良評価のため、機体自由度を適当に変更できるフライトテストスタンド (F.T.S) を製作した。最大5自由度が与えられ、高度は5m程度まで上昇出来る。

その後、フリーフライトでも相関が得られており、特にパラメータの変更や極限 (発散限界) 評価には欠かせない。

シミュレーションフライトの様様を写4に示す。



写4 FTSテスト

6-2 フリーフライト

FTS上で確認された個々の制御特性を総合的に検証するためフリーフライトを行っている。

高度センサの検出能力もあり3m程度の高度にとどめているものの、ホバリング時の安定性は非常に高く、経路飛行もパイロットの指令に十分追

従ることがわかった。更に初心者にも簡単に操作出来ることから自動姿勢制御の有効性が証明された。

但し、高度センサーをはじめとするセンサ性能や信頼性の確保、指令に対する応答特性の改良、機体固有の運動性能の向上などが今後の課題といえる。

写5はフリーフライトである。またパイロットの操作（指令：破線で示す）に対する機体の追従特性（実線で示す）が図12である。上よりロール、ピッチ、ヨー、高度、エンジン回転数である。



写5 フリーフライト

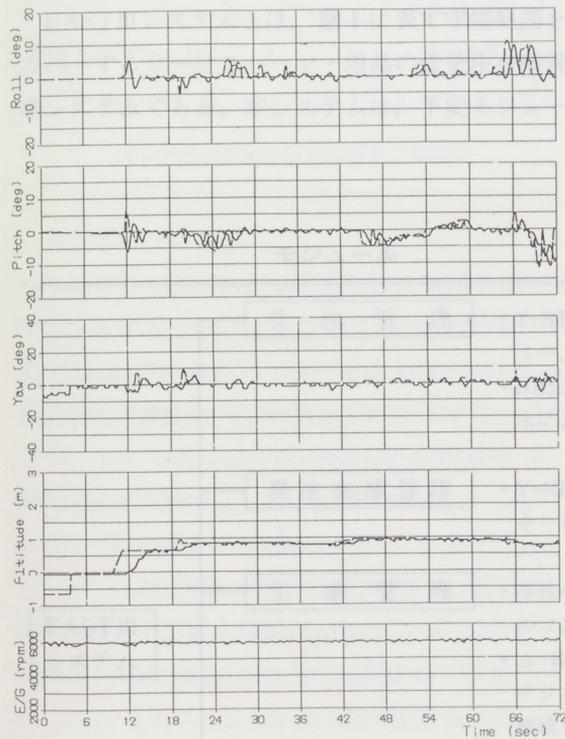


図12 フリーフライトデータ

7. おわりに

二重反転ロータヘリとの出会い、3次元空間にピタリと決める姿勢制御へのチャレンジ。ともに難解で手にあまる日々も続いたが、フリーフライトで徐々にその成果もあらわれ、RCヘリ実用化の有力な手段としてそれぞれの課題を克服していきたい。

最後にこの紙面を借りて“自動姿勢制御装置”開発にあたり、多大な協力と援助を頂いている技術本部電子応用技術部の方々に感謝いたします。

6-1-3 センサ

「ガスレーザジャイロ」(Gyro)は、方位を測出する手段として磁気コンパスやGPSなどと同様に、フライト中に必要不可欠な装置のひとつである。フライト中に機体の傾斜や姿勢の変化を感知し、これを検知して機体の傾斜や姿勢を修正し、飛行の安定性を確保する。また、フライト中に機体の傾斜や姿勢の変化を感知し、これを検知して機体の傾斜や姿勢を修正し、飛行の安定性を確保する。また、フライト中に機体の傾斜や姿勢の変化を感知し、これを検知して機体の傾斜や姿勢を修正し、飛行の安定性を確保する。

図10にガスレーザジャイロの構造を示す。

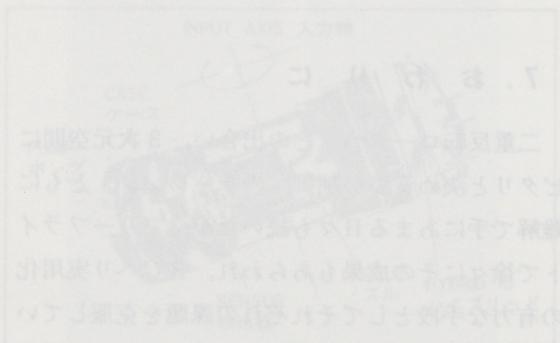


図10 ガスレーザジャイロ

「垂直軸傾斜変換器」は、計器面でのこの対象に対する傾斜や傾斜角の検出を、機体の水平面からの傾斜、左右方向の傾斜角を測定するものである。センサとしてはY/Gが一般的である。これもフライトと同様ガスフォー式を採用し、ピンチ・ロールのレートと傾斜角を出力する。なお角度出力は加速度計で補償し、精度を高めている。図11にブロックを示す。

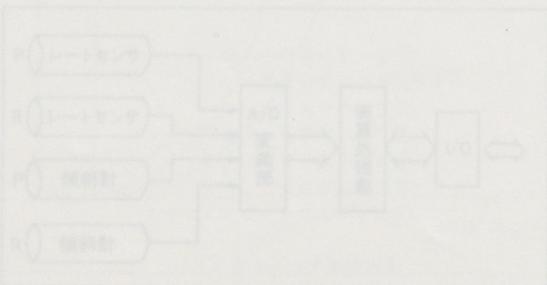


図11 垂直軸ジャイロ

飛行中に機体の傾斜や姿勢の変化を感知し、これを検知して機体の傾斜や姿勢を修正し、飛行の安定性を確保する。また、フライト中に機体の傾斜や姿勢の変化を感知し、これを検知して機体の傾斜や姿勢を修正し、飛行の安定性を確保する。また、フライト中に機体の傾斜や姿勢の変化を感知し、これを検知して機体の傾斜や姿勢を修正し、飛行の安定性を確保する。



図12 FTSSテスト
メモイトでマテマティック

6-2 フリーフライト
FTS上で確認された個々の制御特性を総合的に検証するためのフリーフライトを行っている。高度センサの検出能力もあり3m程度の高度にとどめているものの、ホバリング時の安定性は非常に高く、経路飛行もパイロットの指令に準じて

FASTⅢ 経営管理システムの技術的視点からの説明



部品事業部
システム流通課

大江 一義



部品事業部
管理部管理課

坂田 真行



管理本部
情報システム部

平岡 法昭

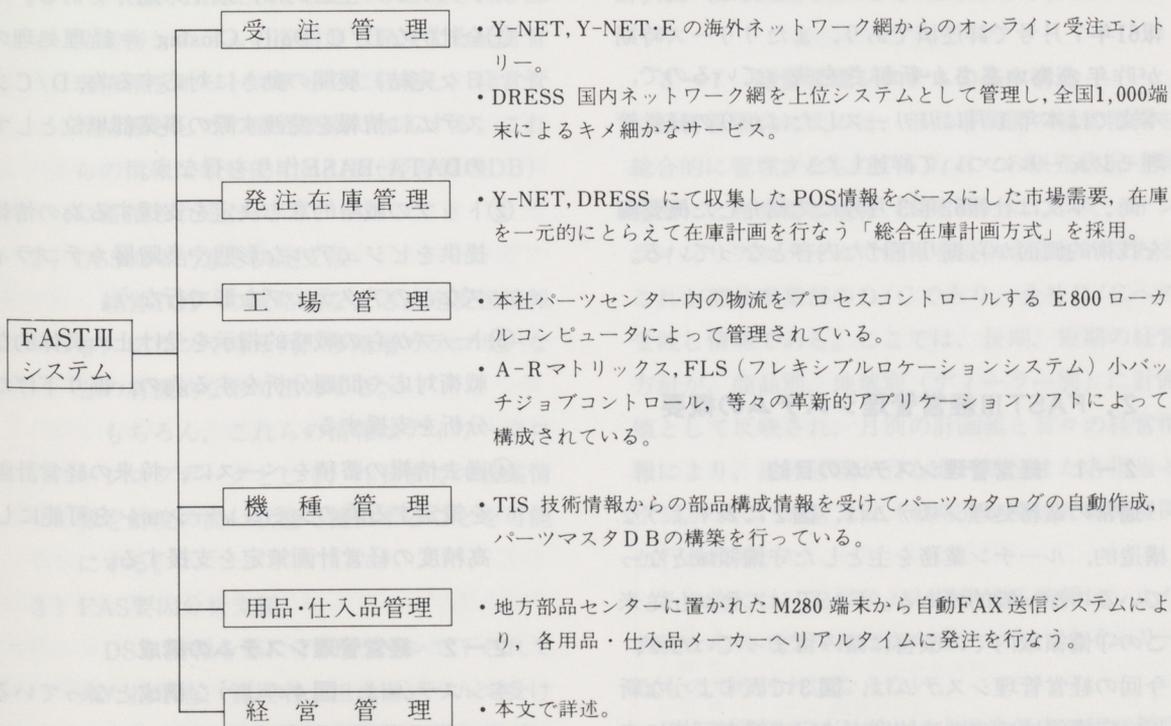
1. はじめに

FASTⅢシステムとは、図1に表す守備範囲をカバーするサービスパーツ・用品の受発注在庫管理システムである。本システムは、下記モジュール

によって構成されそれぞれ右欄に示すコンセプトを保有したシステムである。

モジュール

特長的コンセプト



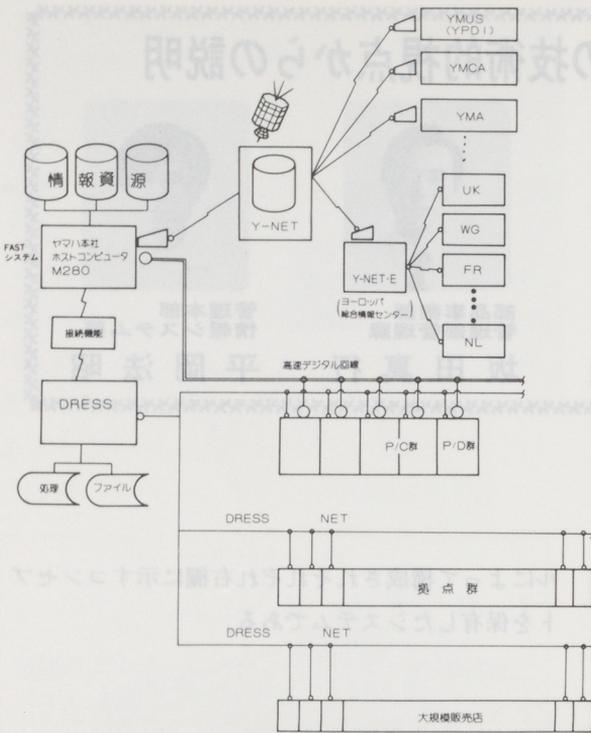


図1 FASTⅢの海外・国内ネットワーク網

Y-NET, Y-NET-Eなどのシステムは、既に社報61年7月号で詳述済みであり、またリリース時期が昨年の為いささか新鮮さを失っているため、本文では本年1月にリリースしたばかりの経営管理モジュールについて詳述したい。

尚、本文は社報62年3月号にて紹介した概要編を技術的側面から掘り下げた内容となっている。

2. FASTⅢ経営管理システムの概要

2-1 経営管理システムの目的

通常の業務処理システムは、図2に表すような構造的、ルーチン業務を主とした守備領域となっているのが一般的である。FASTシステムも従来この守備領域内での改善に踏み留まっていたが、今回の経営管理システムは、図3で表すような新しい守備領域での戦略的意志決定支援を可能にする事をシステム基本コンセプトに置いた。

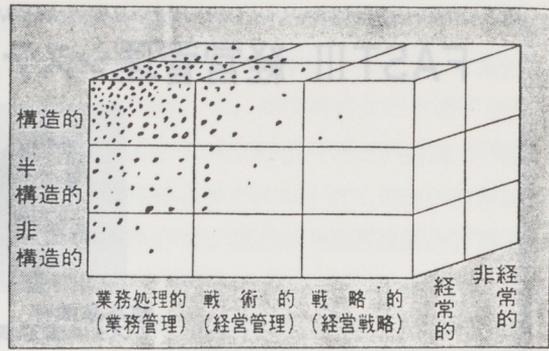


図2 従来のFASTシステムの守備領域

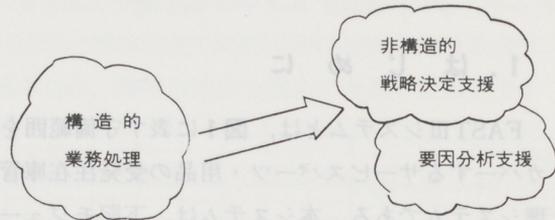


図3 これからのシステムの方向性

本システムの主目的は、以下の通りである。

- ① 全社的なD/C (Daily Closing = 経理処理の日々完結) 展開の動きに対応する為、D/Cシステムに情報を受渡す際の事業部単位としてのDATA-BASE作りを行なう。
- ② トップの戦略的意志決定を支援する為の情報提供をビジュアルな形態や多階層カテゴライズなどのアクティブな形で行なう。
- ③ トップからの戦略的指示を受け止め具体的な戦術対応や問題分析をする為の、掘り下げた分析を支援する。
- ④ 過去情報の蓄積をベースに、将来の経営計画を策定する為のシミュレーションを可能にし高精度の経営計画策定を支援する。

2-2 経営管理システムの構成

本システムは、図4のような構成となっている。

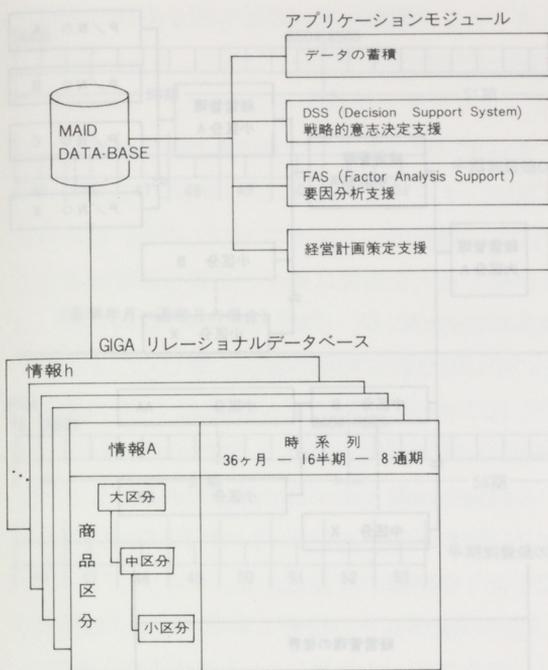


図4 FAST 経営管理システムの構成

1) データの蓄積

FAST, DRESS, PORT で処理される部品業務システムの各断面で発生する経営管理情報をオートマチックに収集し、経営管理情報としての構成要素に加工する。これらの情報は最終的にMAID (経営管理DB) に蓄積される。

2) DSS戦略的意志決定支援

経営TOP の戦略的な意志決定支援情報を、グラフや時系列、多階層カテゴリーなどの有機的な形で出力する。

もちろん、これらの情報はディリークローリングデータとして、昨日までの営業情報を鮮度の高い状態で提供することを可能にする。

3) FAS要因分析支援

DSS 情報を基に TOP ダウンで下されて来た指示を、管理者、担当者レベルで受け止め戦術的な業務展開や要因分析をサポートする。これは、GIGA リレーショナルデ

ータベースを採用したMAID データベースにより複雑なKey 構造でも容易に検索が可能になっている。

3. 経営管理システムの技術的側面からの説明

本システムでの技術的側面から見た特徴的な要素は、ビジュアルな形態での情報出力形態を可能にしたKGRAF/BGRAF (日立製作所提供のグラフ処理パッケージソフト) と複雑なKey 連鎖であっても容易に検索可能なGIGA リレーショナルデータベース (NBC提供) の採用である。このうちGIGA DB と社内で初の採用例となったKGRAF/BGRAF について詳細な説明をする。尚、本文では、本グラフソフトを実際に採用していく時に実際にユーザの側に立っての開発手法を詳述したものである。パッケージソフトそのものの仕様詳細等は、参考文献を参照せられたい。

3-1 経営管理システムの基本構造

経営管理システムは、部品事業部の経営情報を総合的に管理するものであり、日々の販売状況 (損益面) と在庫受払情報 (資産面) について、オンラインリアルタイムで情報を提供するものである。これが部品事業部のD/Cであり、全社D/Cへの受渡し情報である。ここでは、長期、短期の経営方針が、商品別、地域別 (ディーラー別) に計画値として反映され、月別の計画値と日々の経営情報により、進捗管理が行なわれる。また各担当セクションで、経営方針 (戦略) を受けた戦術展開が行われる。

その為には、システムが提供する情報は、より真実なものでなければならず、かつ、タイムリーなものでなければならない。

以上を満足させる為には、事業部内の経営管理概念を統一しなければならない。第一に、図5に

示す部門別階層構造の統一である。

ここでは（主要）ディーラーが、情報蓄積の最小単位となり、それをまとめたものがテリトリー、それをさらにまとめたものが部門となる。

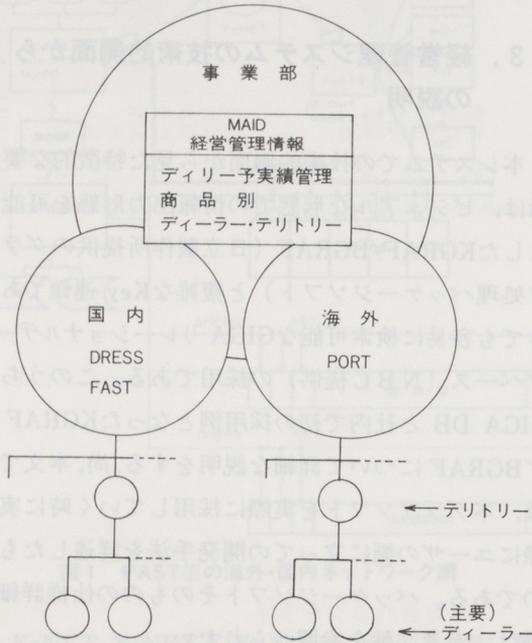


図5 部門別階層構造

第2には、商品カテゴリーの統一である。各業務管理システム（在庫発注管理システム等）においては、20万点の部品情報を取扱い、非常に詳細な管理がなされている。しかし、それをまとめる単位の商品区分については、システム毎に異なる為、貴重なデータも総合的に見る事ができない。そこで、経営管理の世界では、経営状況を瞬時に把握し、報告する目的から、20万点というアイテムの世界を扱わず、図6の階層構造を持つ商品区分に事業部全体を統一した。ここでは、経営管理小区分がデータ蓄積の最小単位となる。

第3に時系列管理である。FASTが持つ多くの情報は、部品個々に亘る詳細データの為データボリュームが大きく、ファイル保管が物理的に行えない。また、たとえ行えたとしても、短期間か、若しくは、データ処理に大量の時間と費用を要す

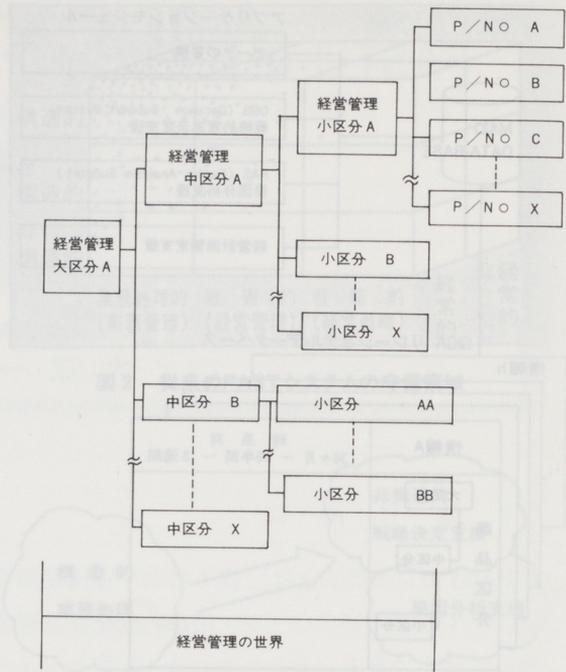
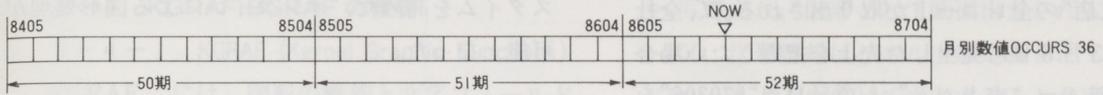


図6 商品区分の断層構造

る。

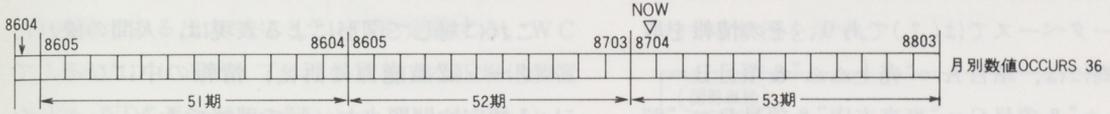
この点を、回避する為にも、経営管理システムでは、ディーラー、商品というサマリー（集計）情報でなければならず、最大36ヶ月、16半期、8通期の各データ蓄積を可能とし、さらにオンライン検索も可能とした。図7は経営管理情報を時系列に管理するテーブルで、データ管理上極めて重要な働きをもっている。

第4にデータの選別と定義づけである。部品事業部の経営形態は部品の調達、用品の仕入、開発から在庫管理、供給管理、販売管理と非常に幅広いために、データの特徴を、フローとストックに分けて考えた。フローについては、ディーラーFrom・Toで把握する。たとえば、AからBへの払出データは、FromがAでToがB、同時にこのデータは、Bの受入データとなる。この結果、データの二重持ちは回避され、パフォーマンスの向上につながった。次にストックは、部品及び用品の在庫管理を行う場所をストックポイントとし、営業部門とは区別した管理単位とした。



(基準年月=通常月の場合)

準備年月	8607	月次ポイント	27
期	52	上期ポイント	15
上下区分	1	下期ポイント	16
開始年月	8605	通期月別ポイント	OCCURS 20
月数	12		25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,



(基準年月=通末月の場合)

準備年月	8703	月次ポイント	24
期	52	上期ポイント	13
上下区分	2	下期ポイント	14
開始年月	8605	通期月別ポイント	OCCURS 20
月数	11		13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,

図7 経営情報の時系列概念

第5に、データベース構造にGIGA（リレーショナルデータベース）を採用した。

経営管理の情報は、以上で述べたとおりデータを管理、識別する為の項目コード等が複雑にからみ合い、これをフローとストック、さらに借方、貸方という管理を行わなければならない。そこで、その数値データを蓄積する器、つまりデータベースは、あらゆるアクセス条件でも、瞬時にその情報を取り出す事のできるKey構造を持っていないなければならない。従来からあるADMデータベースでは、セグメント単位に独立な複数Keyを定義する為には、セカンダリキーを利用しなければならない複雑にKeyがからみ合う情報処理に対処することは、非常に困難である。従って、図9で示す、GIGA-DBを採用することにより、日々発生した情報、月単位に蓄積された情報、期単位に蓄積された情報などが、簡単にかつ正確に把握することが可能となり、更に、KGRAF、F.BGRAF（図形構築ルーチン）と結合させることにより、オンラインでの図形処理を可能とした。

3-2 GIGAリレーショナルデータベースによる経営情報管理

経営管理では、複雑にからみ合った膨大な数値データを貸借管理しなければならない為GIGAデータベース(リレーショナルデータベース)を採用したが、ここでGIGAデータベースとADMデータベースの違いについて例をとって簡単に説明する。

図8に示すようなデータ構造の場合、GIGAデータベースでは、項目A、B、C、Dを独立なKEYフィールドとして定義することより、例えば、本社が東京支店に売上げた情報を把握したい場合は、アクセス条件にC="東京支店"と指示するだけで、

項目 A	→	"売上△△" "売上原価"
項目 B	→	"本社△△" "東京支店" "大阪支店"
項目 C	→	"△△△△" "東京支店" "大阪支店"
項目 D	→	データ発生年月日
項目 E	→	数値データ

*注 項目Cは本社が各支店に売上げた場合のみ支店名称が存在する。

図8 ADMデータベースの構造

“東京支店”の全レコードが取り出される。又、全社の87年3月6日に発生した売上を把握したい場合は、項目A = “売上△△” & 項目D = “870306”をアクセス条件としてGIGA データベースに指示すれば良い。その状況を図9に示す。

ADM データベースの場合は、1レコードに対して、1つのKEY フィールドを使うのが普通であり、項目A-D、全てをKEY情報としなければならない。よって項目C = “東京支店”を指示しても、ADMデータベースでは(?)であり、その情報を取り出す為には、項目A = “売上△△” & 項目B = “本社△△” & 項目C = “東京支店” & 項目D = “870306”を指示することにより、初めて①のレコードが取り出される。又は、データベース上に存在する全レコードを取り出し、項目C = “東京支店”のみのレコードを対象にしなければならない。

以上より経営管理ではGIGAデータベースで最適なデータ管理を行うことで、日々発生した情報、月単位の蓄積された情報、期単位の蓄積された情報などが簡単、かつ正確に把握できる。

又、GIGAの特性を最大限に利用し、K/BGRAF (図形構築ルーチン)と結合することで、レスポ

ンスタイムを高めた、オンラインによる図形処理が可能となった。

3-3 オンラインにおけるグラフ処理

現在、オンライン処理で扱われている情報のほとんどは数値データを主体としている。数値による詳細で莫大な情報は個々の正確な値を知る上で貴重な情報である。しかし全体的な傾向あるいはその中に含まれる問題の抽出が難しくなる。

これに対して図形による表現は、人間の優れたパターン認識能力に訴え、情報の中にひそんでいる傾向や問題点が一目で理解できる。しかしながら、図形処理をオンラインで行う為には以下に記すような問題が考えられる。

- ①ハードウェアの転換 (グラフィック処理の可能な端末への転換)
- ②メーカーより提供される図形処理用ソフトウェアパッケージの導入
- ③図形処理の最大の欠点と考えられるオンラインパフォーマンスの低下

その他、さまざまな問題点が考えられると思うが、数々の情報が入り混った現代社会においては、その情報を効率よく理解するには、情報の図形処理により数々のデータをグラフ化して表現することが有効である。

本文では本経営管理システムで採用したKGRAF, BGRAFを使用した、グラフ処理オンラインユーザソフトについて説明する。

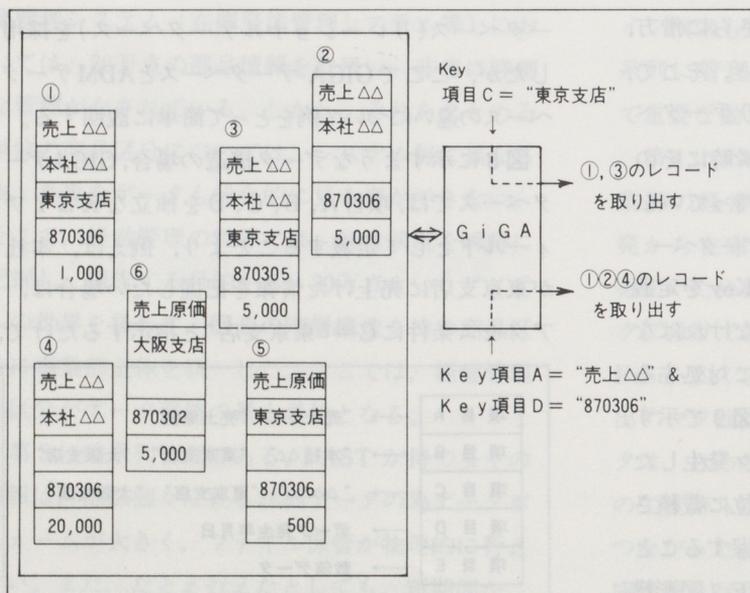


図9

3-4 KGRAF.BGRAFの概要

3-4-1 KGRAF (Kernel Graphic Functions)

KGRAFには、図形の機能と文字フィールドの機能とがある。文字フィールドの機能は、パネルと呼ばれる帳票の世界で、文字フィールドの定義、値の設定、文字列の入力、介入種類の問合せなどの機能を持つ。

図形の機能は、世界座標(WC:World Coordinates)と呼ばれる無限空間に図形を構成する最小単位である出力プリミティブを定義する。WC上の出力プリミティブは、装置独立な正規化装置座標(NDC:Normalized Device Coordinates)に写像される。写像に当っては、WC上の領域(ウィンドウ)がNDC上の領域(ビューポート)に写像されるように図10に示すような座標変換(正規化変換)が行われる。

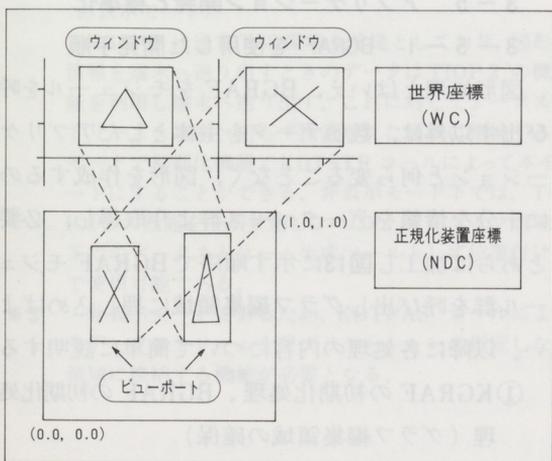


図10

正規化変換はWC上に定義された出力プリミティブをNDC上に任意の縦横比で歪ませ任意の位置に任意の大きさで必要な部分のみ位置付けることができる。つまり、同一ウィンドウ値を使ってビューポートの値を変更するだけで図形の移動/拡大/縮小が可能となる。

NDCは標準値として $[0.0, 1.0] \times [0.0, 1.0]$ の領域を持ちこの領域内に写像された部分が、相似形で物理装置(装置座標DC:Device Coordinates)

へ写像され、図形として画面出力される。

又、図形情報はパネル上に定義されている文字フィールドと合成して出力することも可能である。

パネルと合成して出力する場合には、出力対象となる図形のかたまり(ピクチャ)に対して固有の識別番号を定義しておき、表示の時点でピクチャ識別番号と、オープンしているパネルの座標系中での表示領域を指定する。

図11に図形単独の出力と、パネルと合成して出力する状況を示す。

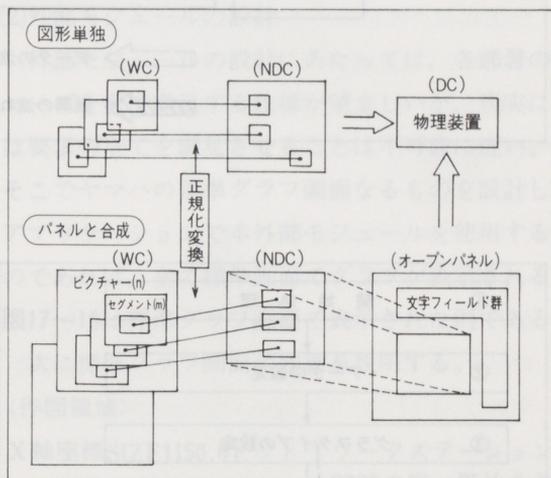


図11

3-4-2 BGRAF (Business Graphic Feature)

BGRAFはFORTRAN, COBOL, PL/Iで記述されたユーザプログラムにより、事務計算、技術計算の分野で頻繁に使用されるグラフを簡単に作成することを目的とし、汎用グラフ作成プログラムであるグラフィック基本ルーチン群(KGRAF)を介してビジネスグラフを作成する。

BGRAFはユーザプログラムとKGRAFとのインターフェース領域として8~32Kバイトのグラフ編集領域を持ちユーザプログラムよりグラフ作成に必要な情報を受け取る。又その情報を同領域を介してKGRAFに引き渡す。KGRAFでは引き渡された情報を基に図形機能、文字フィールド機能を使いグラフを生成する。

図12にそれぞれの関係を示す。

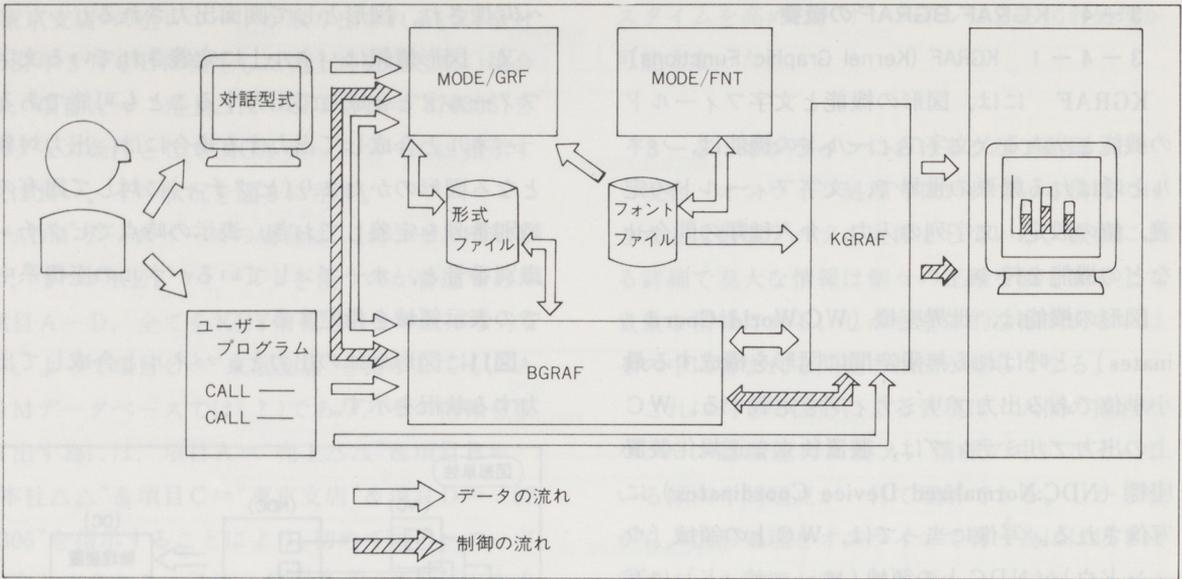


図12

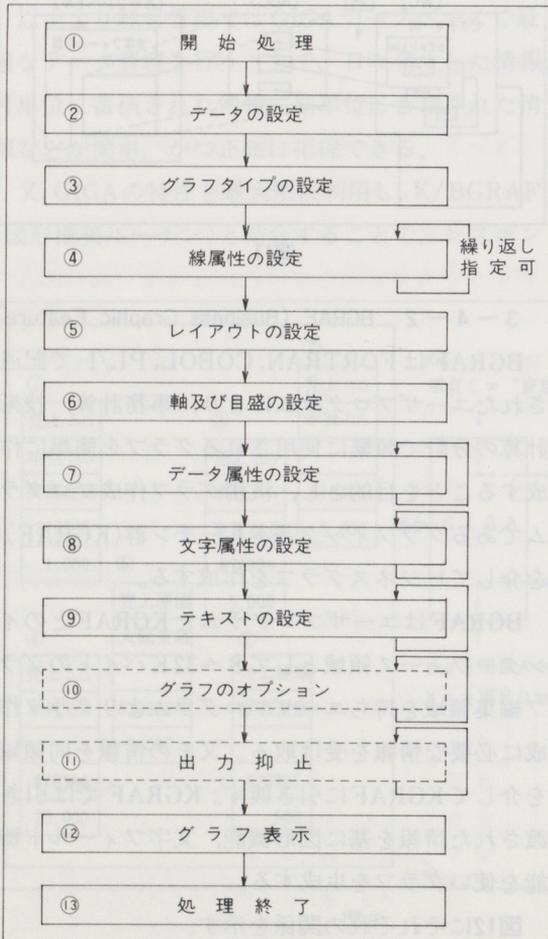


図13

3-5 アプリケーション開発と標準化

3-5-1 BGRAF を使用した開発手順

図形処理とはいえ、BGRAF をモジュール呼び出す以外は、数値データを主体としたアプリケーションと何ら変わることなく、図形を作成するのに十分な情報をデータベース群より取得し、必要とあらば加工し図13に示す順序でBGRAF モジュール群を呼び出しグラフ編集領域に押し込めばよい。以降に各処理の内容について簡単に説明する。

- ① KGRAF の初期化処理^{*1}、BGRAF の初期化処理 (グラフ編集領域の確保)
- ② グラフ作成の原データ (数値データ) をグラフ編集領域に設定。
原データはWC上に出カプリミティブを生成する際の観測点となる。
- ③ グラフの種類を選択し、グラフ編集領域に設定。
- ④ WC上に生成されるポリラインの線情報 (線の種類、線の色) の設定
- ⑤ 作図領域 (DC上の座標値)、図領域 (パネル上の座標値)、データ領域 (ビューポート値) の設定

- ⑥ X, Y 軸の範囲(WC上のウィンドウ値)X, Y 軸のさきみ値の設定
- ⑦ WC上に生成される出力プリミティブのシェーディング情報, ポリマーカ情報の設定
- ⑧ グラフに表示される文字フィールド群の色, 文字枠の設定
- ⑨ タイトル, 凡例タイトル等の文字フィールド群の設定
- ⑩ データ値の出力などのグラフ別のオプション機能の設定 (任意)
- ⑪ 生成されたグラフの部分的な出力抑止情報の設定 (任意)
- ⑫ 生成されたグラフを物理装置に表示^{*2}
- ⑬ BGRAF の終了処理, KGRAF の終了処理

※1 O.L 環境を前提としているのでKGRAFの初期化処理の際にはKGRAFの一部の機能である非表示モード宣言を行う必要がある。
 <非表示モード>

KGRAFは通常TSS環境を前提としており、図形情報を端末へ送り出すときのデータはTIOP2の機能を利用し端末へ送り出す。これに対してデータストリームを端末へ送らず指定された領域に格納するモードで初期化機能でKDTSTR コールによって本モードにすることができる。非表示モード下では、TIOP2の機能を一切使用しないため、オンライン環境下でのデータストリーム生成ツールとして位置付けで使用可能である。

※2 非表示モードであるため、KDTPAS コールによりデータストリームをアプリケーションの指定した領域に格納する機能が必要となる。

3-5-2 標準化

(1)標準化への背景

前で説明した手順でBGRAFモジュール群を呼び出すことによりグラフを作成することは可能だが、いちいち個々のプログラムに組み込んでいたのでは、プログラマーにとっては大変な作業であり又、それらのモジュール群を組み込む為には、KGRAF, BGRAFの機能を十分に把握し、常にWC, NDC, DC 上の状態を念頭においてプログラム設計を行わなくてはならない。そのような開発を行っていたのでは、SE, プログラマーの教育だけ

でも、膨大な時間を要し、開発工数の削減、開発コストの削減も行えない。

このような背景から開始処理→終了処理までのプログラム構成を基本ロジックとし標準化、つまり外部モジュール化することが望ましい。外部モジュール化することにより、プログラマーは図形処理を意識することなく、単に数値データを主体としたアプリケーションの設計を行うだけでよく開発工数の削減、開発コストの削減にもつながることになる。

(2)外部モジュールの設計

外部モジュールの設計にあたっては、各部署のニーズを全て満足する仕様が望ましいが、現実には要求の全てを満足させることは不可能に近い。そこでヤマハの標準グラフ画面なるものを設計し、アプリケーションで本外部モジュールを使用するのであれば、全て標準画面でグラフが表示される。

図17～19は標準グラフ画面で表示された例である。

次に標準グラフ画面の詳細を説明する。

<作図領域>

X 軸座標SIZE1150.0ドット } ワークステーション
 Y 軸座標SIZE 750.0ドット } 2020の縦/横比を基準に設定

<データ領域>

X 軸座標SIZE = 作図領域の座標系で100.0ドット位置から 890.0ドット位置
 →790.0ドット
 Y 軸座標SIZE = 作図領域の座標系で100.0ドット位置から 600.0ドット位置
 →500.0ドット

<タイトル文字フィールド>

作図領域の上部中央に設定し、文字SIZEは作図領域の2.5%を設定することにより、文字枠は20.83ドットとなる。

タイトルは上部中央より3行まで表示可能である。

1行に表示可能な文字=1150.0/20.83 (漢字/2)

<凡例文字フィールド>

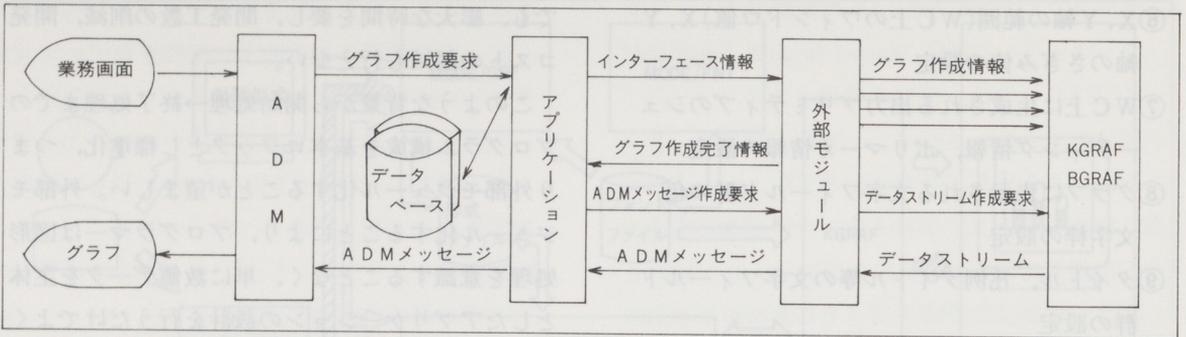


図14

作図領域の座標系でX軸が910.0ドット位置、Y軸が450.0ドット位置を原点として、上部に積み上げられ表示される。文字SIZEは、作図領域の2.0%を設定することにより、文字枠は16.66ドットとなる。

1行あたりに表示可能な文字数

$$=(1150.0-910.0)/16.67 \text{ (漢字/2)}$$

但し、BGRAF 凡例成分 16.66×2 を無条件に使用する。よって外部モジュールが表示可能な文字数は(1行あたりに表示可能な文字数 - 16.66×2)となる。

<注釈文字フィールド>

作図領域の座標系でX軸が10.0ドット位置、Y軸が630.0ドット位置を原点として右方向に生成する。文字SIZEは作図領域の2.0%を設定する。

文字枠=16.666ドット、注釈文字数は漢字2文字までとする。

<PFKEY ガイダンス文字フィールド>

作図領域の座標系でX軸が10.0ドット位置、Y軸が10.0ドット位置を原点として右方向に生成する。文字枠=16.666ドット

<日付/時間文字フィールド>

日付・時間を作図領域の上部右端に表示する。

以上が標準グラフ画面の詳細使用であり、文字数等の制限値はあるにせよ、ユーザーの要求するほとんどのニーズを満足し得るグラフを作成することが可能と考える。外部モジュールはグラフを生成するに最低限必要な情報(ウィンドウ値、デ

ータ値、文字情報)をアプリケーションより取得し、標準グラフ画面に従ってBGRAFモジュール群を呼び出せばよい。図14に外部モジュールと他プログラムとの関連を示す。

3-6 応答時間

オンライン処理における応答時間は人間の意識を考えると10秒以内が望ましいとされている。数値データを主体としたオンライン処理では、OSの制御プロセス、データベースI/Oプロセス、メッセージ転送プロセスが最悪の状態でない限りその要求は満たされる。これに対してグラフ処理ではグラフ構築というプロセスがプラスアルファされるので応答時間が遅延することは間違いない。図15にグラフ処理のある4業務の応答時間を日別・時間別に示す。(R-Timeとは、キーを入力し送信を行ってからグラフを描き始めるまでの時間/秒。D-Timeとはグラフを描き初めてから描き終るまでの時間/秒)

しかしながらグラフ構築のプロセスの一部である文字フィールド生成処理の文字生成パターンを変更することで応答時間をかなり短縮することが可能となる。

文字生成パターンにはソフトウェア生成文字とハードウェア生成文字を使用する2パターンがあり(図15の値はソフトウェア生成文字を使用してグラフ作成している)それぞれ182文字を使用して同一のグラフを作成した結果を図16に示す。

ドラッグアクション名	PU70		PU75		PU80		PU85	
	R-TIME	D-TIME	R-TIME	D-TIME	R-TIME	D-TIME	R-TIME	D-TIME
12/2/13:30	40	20	75	40	68	30	60	45
12/2/15:00	37	23	50	48	57	40	63	34
12/2/17:00	30	26	62	43	51	49		
12/3/9:30	56	53	98	80	60	69	55	59
12/3/13:30	32	25	48	42	52	35	43	32
12/3/15:00	30	27	45	42	40	35	61	45
12/3/17:00	83	12	87	58	84	47	59	31
12/4/9:30	49	32	58	32	80	41	73	40
12/4/15:00	56	25	69	80	48	49	56	39
12/4/17:00	33	17	84	62	79	43	65	44
12/5/15:00	30	20	47	28	48	32	34	31
12/5/17:00	39	21	58	33	53	36	48	29
12/6/9:30	30	20	47	55	43	38	59	49
12/6/13:30	20	20	46	69	43	41	41	54
12/6/15:00	22	18	39	52	40	78	41	46
12/6/17:00	20	18	76	36	60	35	66	53
12/9/9:30	34	26	65	33	60	43	55	28
AVR-TIME	37.7	23.7	62.0	49.0	56.8	43.6	54.9	41.2

図15

	ソフトウェア文字	ハードウェア文字
CDU TIME (文字生成のため のCPU使用)	5~6(S)	0.3(S)
EXCP (フォントファイ ルI/O回数)	1,800回	0回
応答時間	55(S)	15(S)

図16

その結果を見る限りハードウェア生成文字を使用することで応答時間を短縮することができる。

FASTはハード文字採用によりR-TIMEで20秒平均で応答させている。

(補足) ハードウェア生成文字は、文字書体が固定で拡大/縮小は標準、 $\frac{1}{4}$ 倍、4倍の3パターンしか行えない。

3-7 KGRAF/BGRAF を利用した経営管理

グラフの例

図17, 18, 19に本機能を利用して出力した経営管理グラフの例を示す。これらのグラフは、前述のハード文字を採用して出力した為何れもD-TIME 30秒以内で出力が得られている。

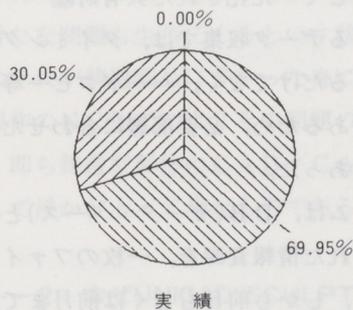
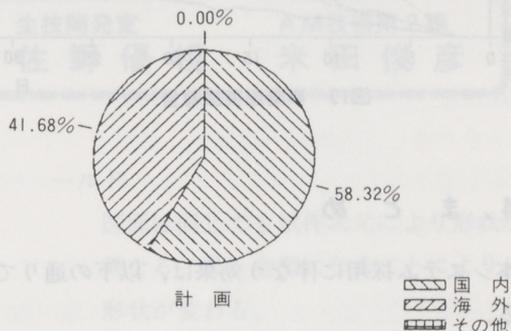


図17 地域別実績構成

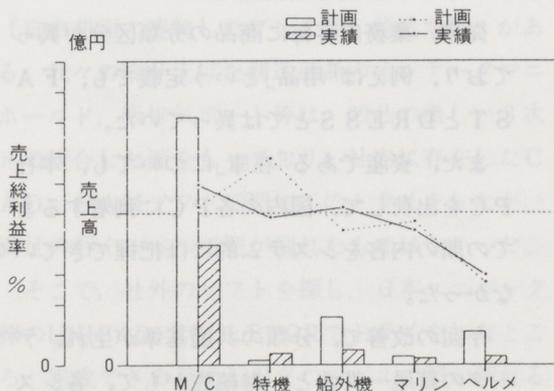


図18 商品別実績報告

億円

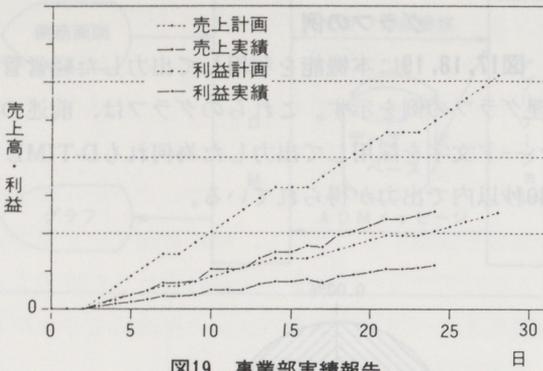


図19 事業部実績報告

4. まとめ

本システム採用に伴う効果は、以下の通りである。

1) 情報資源として一元化された共有財産

人力によるデータ収集では、タイミングの遅れが生じるだけでなく、ハードコピー等のファイルであるため、必要部署に合わせた複製が必要であった。

新システムは、DB(データ・ベース)という一元化された情報資源を、一枚のファイル洩れもなく、しかも前日もしくは前月までのデータを、全部門が共通して利用できるようになった。

2) データの一貫性と継続性

従来、業務内容毎に商品の分類区分が異っており、例えば「用品」という定義でも、FASTとDRESSとは異っていた。

また、資産である「在庫」についても、本社PCを出荷して、国内の各PCに到着するまでの間の内容をシステム的には把握できていなかった。

今回の改善で、分類の共通基準が生れ、データの首尾一貫性と、継続性がもて、各システム間のインターフェイスを実現できた。

3) 情報の高度利用

時系列に整理できたデータが、誰れにでも簡単な端末操作で、必要に応じ瞬時にとり出

せるので、事業部長から担当者まで高度利用が可能となり、データに基づく経営判断が容易に行なえるようになった。

4) 最新情報による部門支援

刻々変化する前日までの主要情報が、デイリーで更新されているので、迅速な対応を要する仕入や販売部門等に、タイムリーな情報が提供できるようになった。

5) 情報加工のフレキシビリティ

決算期の変更、流通形態の変更、業務分担の変動等によって生じる対応も、比較的容易となり、過去のデータであっても、これらに対応した情報加工の要求受け入れが、可能になった。

6) 経営管理精度の向上

商品別や地域別、もしくはこれらをクロスしたトレンド情報の入手が容易になり、しかも不良在庫発生内容の情報群別推移等が得られるようになったので、経営上の好ましい傾向、問題となる変化、計画との差異、夫々の要因把握が的確となり、タイムリーな問題提起が行なえる体制になってきた。

また、経営指標や生産性指標等の経営に直結する部門指標の算出も自動化しているので、時系列データの蓄積(現在4~11ヶ月)が増すごとに効果が大きく期待できる。

7) 低いランニングコスト

開発当初より、DBとシステムのランニングコストを低減するよう、格納情報の重複排除と絞り込み、既存業務処理時の情報収集を原則とする等に留意し、コスト低減に努めた結果、所期見積以内の低いランニングコストに納めることができた。

末筆ながら、本システム開発に当って下記関係者の方々に、全面的なご協力を頂いたことに関し、本誌上をお借りして厚く御礼申し上げます。

(株)日立製作所

(株)CSK

情報システム部、運用技術課
管理本部、システム課

試作鋳造型製作の CAD/CAM化



生技開発室
佐野優規



AM技術第2課
米田俊彦

1. はじめに

自動車エンジン事業部では、5年前の1982年にトヨタ自動車向けの新DOHCシリーズの第1弾として4バルブの2ℓ6気筒の1G-GEUをラインオフさせた。この開発を通じて様々な問題が浮かび上って来た。一方では、開発や製造のプロセスへのコンピューター利用が急激に発展している状況であった。この様な状況のなかで、開発のプロセスにコンピューターを持ち込むことで問題の解決を図れないか、と考えて取り組んで来たのが鋳造部品のCAD/CAM化である。

1-1 なぜ鋳造部品か？

コンピューター導入の端緒は、やはりCADであった。当時のシステムは、今では陳腐化してしまったCALMAシステムで、初歩的なNC加工に適用出来る機能がついたものであった。一方、前述した開発を通じての問題の中で主たるものは以下の様なものであった。

●試作品がうまく出来ない。

- ・インテークマニホールド

複雑な3次元形状で、手加工では抜勾配や肉厚を正確に作れず中子が弱くなり、ばりや砂落ちが多発。

●形状の再現性不良

- ・吸排気ポート、燃焼室、インテークマニホ

ールド

図面は同じでも試作次元により形状が異なる。又、金型になることにより、形状が変わる。

これにより、型が変わるたびに評価確認が必要で新たな問題も生じてくるという状況であった。特にそれが鋳造部品に多かった為に、鋳造部品の型製作のNC加工によりその問題の解決を図ること、即ち鋳造型製作のCAD/CAM化がテーマとして浮かび上って来たものである。

1-2 なぜUNICAD/SCULPTORか？

型の製作方法により分類すると、2次元（例えばワイヤカットによるプレス打抜き型）、2½次元（例えば大多数のダイカスト型）、及び3次元（自由曲面の連続したプレス型、鋳造型等）がある。我々の取り上げた鋳造部品のインテークマニホールド、吸排気ポート等は、凹凸の激しい3次元の複合した面をもっており、社内に存在したCAD/CAMソフトで型加工のトライをしたが、満足の行くレベルで型が削れたものはなかった。

そこで、社外のソフトを探し、日本ユニバック(株)のUNICAD/SCULPTORでトライをしたところ、完成できる見通しが立つレベルで型が削れることが解った。特に、自在にモデリングが行なえる面処理機能と、安定した複合曲面カッターパス計算機能に優れていた為、日本ユニバック(株)と協

力して鋳造型CAD/CAMシステムを作り込むことにした。

2. 開発の背景とねらい

現在、主流となっているCAD/CAM適用部品を眺めてみると、プレス部品のように板内形状を基準として板厚分のオフセットをし、プレス方案を加えて上下型にて部品を製作するもの、樹脂部品のように、外観形状を基準に肉厚分のオフセットを考慮し、内側にリブ形状、他にランナー、ゲート等の型方案を付加し、キャビティ、コアにより部品を製作するものなどがある。

エンジン鋳造部品の場合には、樹脂部品に似た電算処理工程を踏める、カバー、ケース類の他に、主型、中子型等、複数の型により部品製作を行う、エンジン性能部品図1や吸気系部品がある。

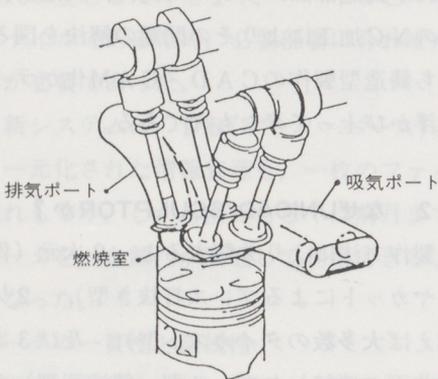


図1 エンジン性能部品

従来、エンジン性能部品は、直接性能に影響を及ぼす割には完璧な形状定義がされておらず、高度な技術を持った技能者が勘と経験を頼りに形状のアレンジを行いながら試作型製作を行っており、技能者の個人差による品質、精度のバラツキ、対称形状での部品のバラツキ、高技能者不足等の問題が提起されており、試作から生産、生産から更新型、新規開発において不確実な要素の入り込むケースが多かった。そこで、エンジン性能に影響を及ぼす鋳造部品のCAD/CAMによる試作型開発を行うにあたり、重点目標として下記4項目を設定した。

響を及ぼす鋳造部品のCAD/CAMによる試作型開発を行うにあたり、重点目標として下記4項目を設定した。

- (1)エンジン鋳造部品の品質、精度向上
- (2)試作工数の低減
- (3)後工程（機械加工等）工数低減
- (4)波及効果として、エンジン形状不確定部の解消

これらを達成するためのキーとなる技術を、5項目抽出した。

- (1)自由自在にモデリングが行える面処理機能の強化と利用技術の獲得
- (2)UDL(Unicad Design Language)を使用し、利用技術を折り込んだCAM専用機能の開発
- (3)特別な教育を必要としない、CL(Cutter Location)計算用パートプログラム創成機能
- (4)安定した、複合曲面CL計算機能
- (5)CL編集効率を上げるための会話型CL編集機能

3. エンジン性能部品のモデリング

世間一般に、CADとCAMとは、太いパイプで繋がっており、設計で作られたCADデータは、そのままCAMとして利用できNCによる型彫りが総て行えると考えられがちである。確かに、一部の部品に於いては、これも現実なのであろうが、エンジン鋳造部品は、この例には乗らない。もし、この流れに乗せるものとしたら、設計から製造までの総てを知り尽くし、CAD操作も巧みなスーパー・エンジニアが作ったCADデータは、比較的素直にCAMに繋がると言うことにはなる。そこで現実には、エンジン鋳造部品のCAD/CAM業務をCAD、CAMの中のCAD（以下、CAM/CADと記す。）、CAMの3つに分類し、CADにて作成されるデータをCADデータ、CAM/CADで作成されるデータをプロダクトデ

ータと呼ぶことにし、工程、組織を分類した。この概要を図2に示す。

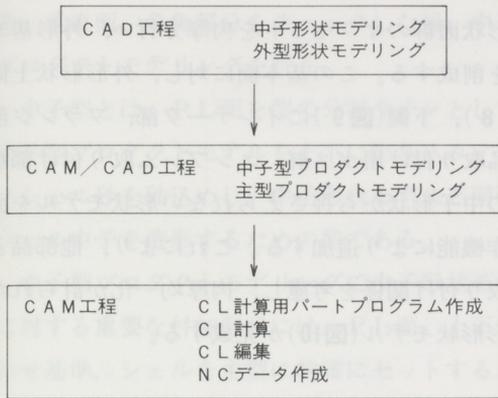
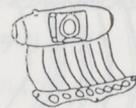
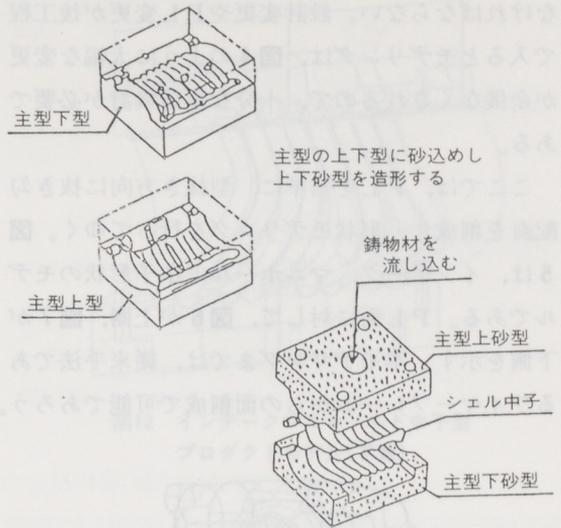


図2 鋳造部品CAD/CAM化

この項では、試作鋳造の工法を、図3で説明し鋳造の概要を理解願った後、それぞれの工程でモデリングが、どの様に展開されてゆくか、インテーク・マニホールドを例にとって説明する。

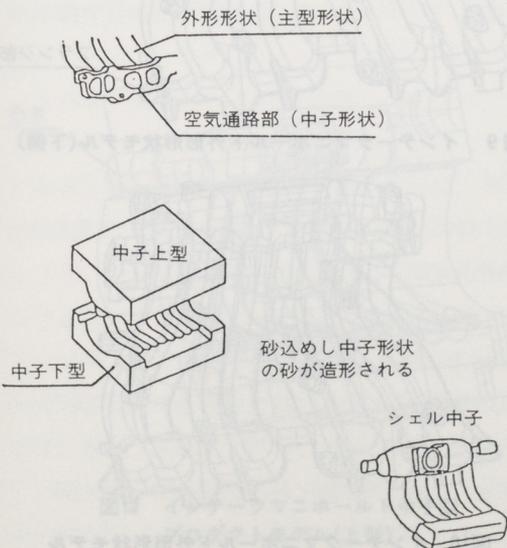


冷却後鑄物を取り出し砂をかき出す

図3 試作鋳造工法

試作鋳造工程

- (1) 中子上下型に砂詰めを行い、シェル中子(砂)を造形
- (2) 主型下型に上から砂を乗せて主型下砂型を造形
- (3) 主型上型に上から砂を乗せて主型上砂型を造形
- (4) 主型下砂型にシェル中子をセット
- (5) 主型上砂型をその上にセット
- (6) 鑄物材を上から流し込む
- (7) 鑄物が冷却後シェル中子を壊し、砂をかき出す



3-1 CAD工程1(中子形状モデリング)

インテーク・マニホールドに於いて中子形状とは、空気の流れを指すが、モデリング前に、部品形状の押さえ寸法、部品の注記要件(指示なきR, 徐々に変化、抜き勾配等)と型方案上で大切なPL(Parting Line)、型抜き方向が、決定されてい

- 変更内容
1. 取付座追加
 2. PL面変更
 3. 基本面修正

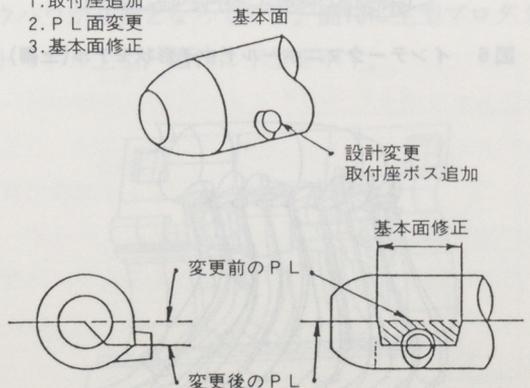


図4 設計変更による面モデル修正

なければならない。設計変更やPL変更が後工程で入るとモデリングは、図4のように大幅な変更が余儀なくされるので、十分な事前検討が必要である。

ここでは、PLを基準に、型抜き方向に抜き勾配面を創成し、形状モデリングを行ってゆく。図5は、インテーク、マニホールド中子形状のモデルである。PL面に対して、図6が上側、図7が下側を示す。本モデリングまでは、従来手法であるワイヤーフレームからの面創成で可能であろう。

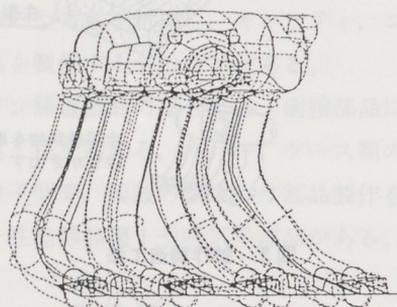


図5 インテークマニホールド中子形状モデル

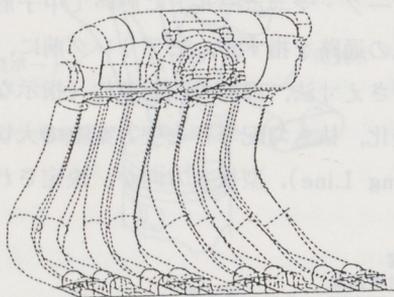


図6 インテークマニホールド中子形状モデル(上側)

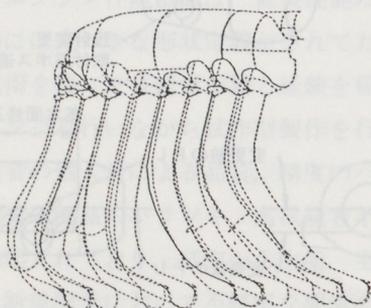


図7 インテークマニホールド中子形状モデル(下側)

3-2 CAD工程2(外形形状モデリング)

外形形状は、部品肉厚均一化を計り、軽量化を目指すための鍵を握っている。モデリングは、中子形状面群のオフセットを肉厚分行き、外形基本面を創成する。この基本面に対し、外形形状上側(図8)、下側(図9)にインテーク部、フランジ部、部品取り付け用ボス群、エンブレム取り付け部などの中子形状から押さえられない形状モデルを面操作機能により追加する。これにより、他部品との取り付け関係を考慮し、肉厚均一化が計られた外形形状モデル(図10)が完成する。

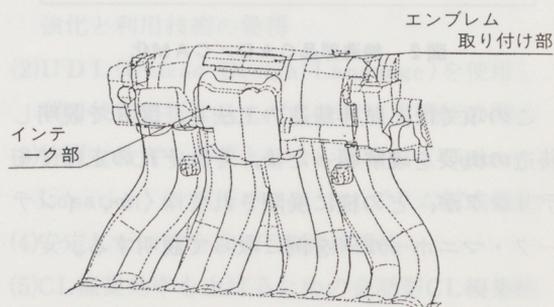


図8 インテークマニホールド外形形状モデル(上側)

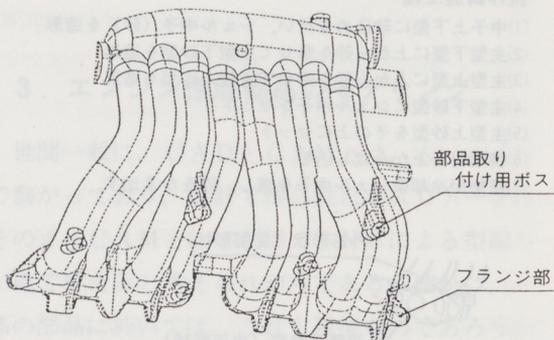


図9 インテークマニホールド外形形状モデル(下側)

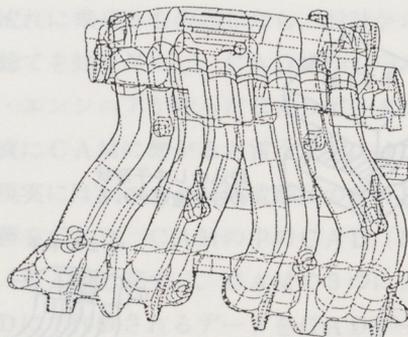


図10 インテークマニホールド外形形状モデル

3-3 CAM/CAD工程1 (中子型プロダクトモデリング)

中子形状モデルについて、型抜き可否を見る為、垂直面、負角部分をチェックした後、中子型プロダクトモデリングを行う。

中子型とは、PL面を型の分割ラインとして、中子型プロダクトモデルを上下に彫り込み、これにシェル砂を砂込めし、中子形状モデルと同形のシェル中子を造形するための型である。

中子型プロダクトモデリングで中子形状モデルに対する重要な付加形状には、PL面、上下型合わせ基準、シェルを主型に的確にセットするために用いる巾木があり、これらを順次モデリングして行く。ここで最も重要な事は、それぞれのモデリングが正しく行われても、主型とシェルの巾木にズレが生じれば casting 部品としては不良品となる。したがって、プロダクトモデリングにも十分な配慮が必要となる。

中子型プロダクトモデル上型を図11に、下型を図12に示すが、この場合のPL面は、中子型プロダクトモデルが彫り込みとなるため、PL面と中子プロダクトモデルとは、別体加工ができ、モデリング工数低減を狙って、PL面と中子プロダクトモデルとの、面相貫は行っていない。

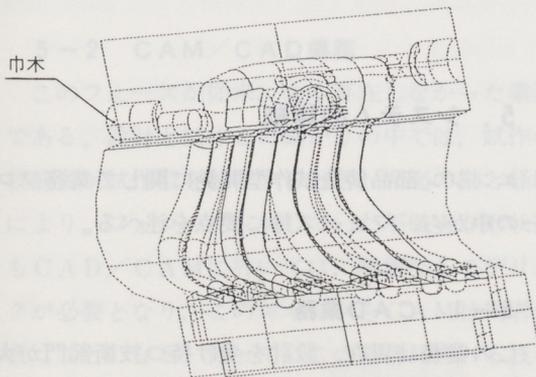


図11 インテークマニホールド中子型プロダクトモデル(上型)

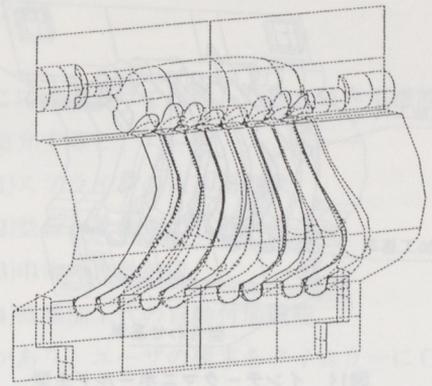


図12 インテークマニホールド中子型プロダクトモデル(下型)

3-4 CAM/CAD工程2 (主型プロダクトモデリング)

外形形状モデルについても基本チェックを実施後、主型プロダクトモデリングを行う。

外形形状を形作る型を主型と呼んでおり、PL面を型の分割ラインとして、主型プロダクトモデルを、それぞれ凸形状に彫り、砂込めを行って主型(砂型)を造形する。

主型プロダクトモデリングで外形形状モデルに対する重要な付加形状は、中子型と同様、PL面、型合わせ基準、巾木の他、素材に機械加工を行う部分の総てに、機械加工代面形状の織り込み、及び機械加工精度を上げるための機械加工基準が必要となり、これら方案の設計やモデリング等にノウハウが必要となってくる。図13に主型プロダクトモデル上型、図14に下型を示す。

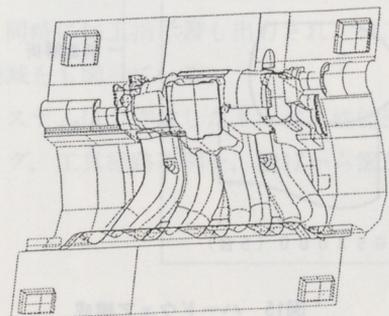


図13 インテークマニホールド主型プロダクトモデル(上型)

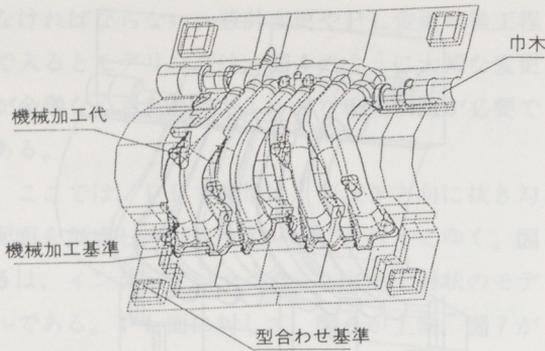


図14 インテークマニホールド主型
プロダクトモデル(下型)

以上、エンジン部品試作鋳造型を製作する上での、モデリングに関する事例を挙げたが、この段階での技術レベル、精度、モデリング工数が試作型開発に於けるCAD/CAM利用の成否を決定し、基礎技術としてCAD面操作機能がある事は言うまでもなく、これに、いかに専用機能を付加するかにかかっている。

4. システム構成

コンピュータは、UNIVAC1100/83を使用しており、図15に示すごとく各種アプリケーションと共用している。

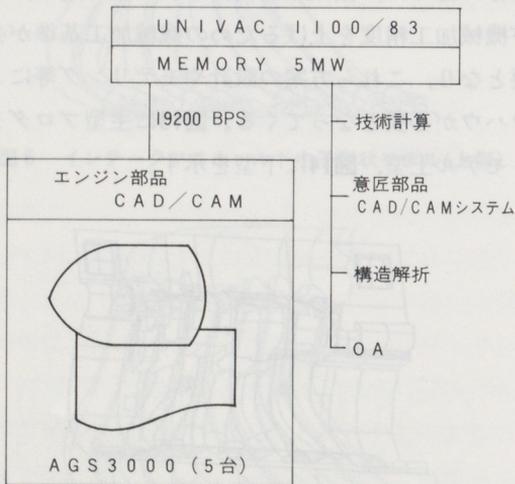


図15 ハードウェア構成

エンジン部品CAD/CAMシステムは、UNICAD/SCULPTORを利用しており、ソフトウェアは図16の構成となっている。

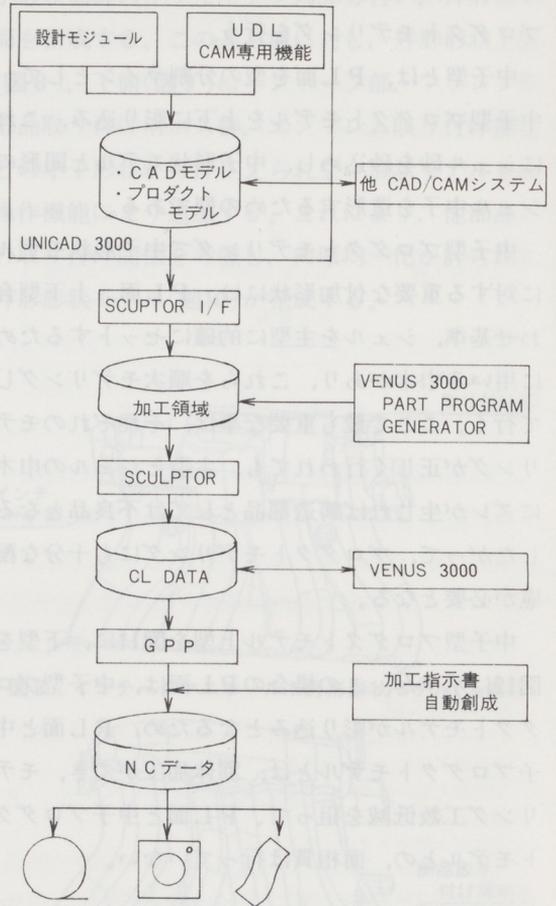


図16 エンジンCAD/CAMソフトウェア構成

5. システムの詳細

エンジン部品鋳造試作型開発に関して業務フローの中から、フェーズ毎に要点を述べる。

5-1 CAD業務

この業務は現在、設計を受け持つ技術部門が大部分担当している。

従来、CAD業務と言うと図面を作るだけ、三次元形状創成に於いても、図面レベルでのモデリ

ングに留ることが多かったが、CAM工程を意識したモデリングとなると、なかなか簡単にはいかない。今迄、図面注記欄に何気なく記述していた“指示ナキ抜き勾配ハ2度トスル”も、いざモデリングをしてみると大変な苦労がある。また、これらは、設計工数の増大に繋がり実現の可能性を阻む要因となっていた。したがって、システム側でも極力、設計者の負担軽減を考慮した機能を提供する事が重要となる。

ポイントとしては

- (1)充実した曲線曲面の操作機能
- (2)充実した部分面操作機能
- (3)充実した曲線、曲面のチェック、評価機能
- (4)曲面構成点の拡張
- (5)複合面フィレット機能
(フィレット：曲面群がぶつかった部位のR面)
- (6)充実した表示制御機能

などである。そこで、上記諸機能の充実を図るため、日本ユニバック㈱に機能追加、改良の要求をした。UNICAD/SCULPTORはバージョンを重ねるに従い機能が充実して来た。

現在モデリング業務は、上記機能に加え三次元グラフィックディスプレイ・AGS 3000の機能、利用技術、ノウハウの蓄積により格段に進歩し工数低減が計られている。

5-2 CAM/CAD業務

このフェーズが従来、全く存在しなかった業務である。設計と試作との繋がりの中では、試作の技能者が試作型を製作するとき、今迄の勤と経験により、フォローアップしていた不確実な形状部もCAD/CAMに於いては、明確なるモデリングが必要となり、このギャップをCAM技術者が負うことになる。従って、この業務に携わる技術者は、前後工程の技術把握が不可欠となる。そこで、電算機、モデリングに余り気を使わなくても面創成が行える様に、CAM専用機能の構築が必

要となる。

ここに、マクロで作成したCAM専用機能の一部を紹介すると

- (1)スプラインの抜き面創成
- (2)型合わせ基準の自動創成
- (3)巾木の自動創成
- (4)機械加工代の自動付加機能

等があり、ユーザの要求をタイムリーにCAM専用機能として、リリースしている。

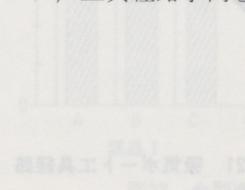
5-3 CAM業務

CAMの定義をSCULPTOR I/FからNCデータ作成までと位置づけているが、このフェーズでの最重点項目は“誰にでも使いこなせるシステム”であり、ユーザに特別な教育を施さなくても業務が行えるように極力配慮した。

CL計算用パートプログラム作成には、かなりの教育が必要となっていたが、SPG (Sculptor Part Program Generator) にて、表形式のパートプログラム創成機能を使用することにより、誰でも表を埋めるだけでCL計算が可能となる。

CL編集に関しては、SCULPTORの安定化で、不正パスが激減しており、CL編集機能の効率を上げる事により問題のないレベルに到達するであろう。

NCデータ作成のためのパートジェネレータ機能は、加工標準も充実しており、加工部署別にNCデータが、紙テープ、フロッピーディスク、磁気テープの媒体に出力される。更に、自動創成機能により、同時に加工指示書も出力され、後工程での負担軽減をも図っている。

本システムにて作成したエンジン性能部品のモデリング、工具経路事例を、17から21に示す。

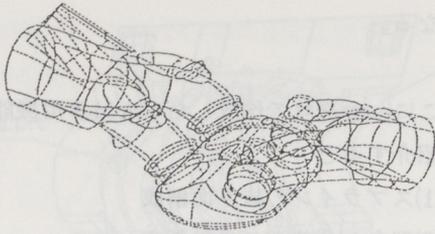


図17 エンジン性能部品モデル

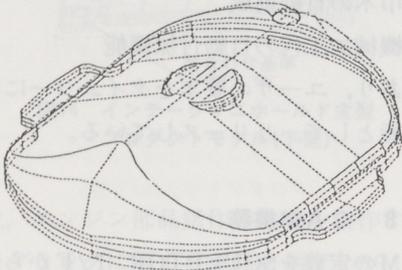


図18 燃焼室モデル

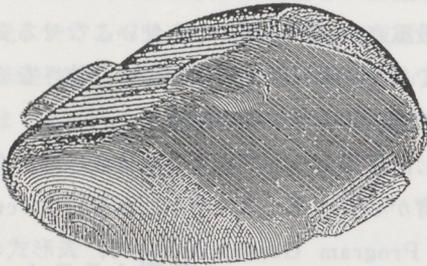


図19 燃焼室工具経路

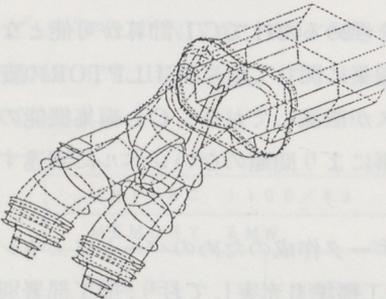


図20 吸気ポートモデル

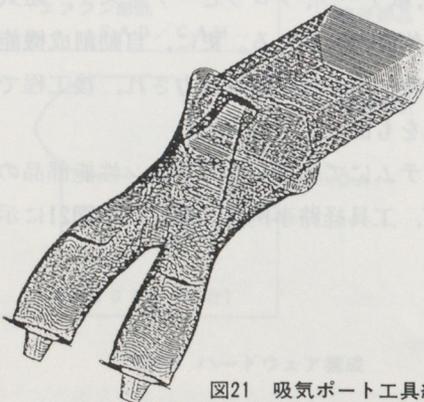


図21 吸気ポート工具経路

6. システムの効果

エンジン部品铸造試作型開発により、直接、間接効果に関して、社内各部門より報告をうけているが、本項では、インテーク・マニホールドを例に取り、注目すべき効果に絞って述べる。

- (1)本システムにより主型上下型が別々に製作可能となり、上下型の砂込めが同時に行えることで砂型製造工数が半減した(図22)。
- (2)インテーク・マニホールド等の筒物部品は、従来工法と比較し、かなりの軽量化を実現した。
- (3)铸造部品は、中子型、主型、シェル砂、铸物材と品質の悪化を招く要因が多く、これによる試作铸造、寸法検査が繰り返し行われていたが、本システムでは試作铸造、寸法検査の工数が半減した。
- (4)機械加工基準の高精度化により、機械加工時の不良率が半減した。

以上、直接、間接に効果測定ができたものについて挙げたが、更に、

- (5)試作部品は従来、生産型での部品と異なり部品精度、品質等に甘い箇所が見受けられていたが、本システムにより生産型相当品が試作時点で作られ、試験、生産移行がスムーズに行われ、実験工数、生産移行トラブルが低減した。
 - (6)従来工法では、伸尺等の問題もあり、試作トラブル要因が不明確であったが、精度の押さえが明確になり、ノウハウの蓄積が可能となった。
- などの、波及効果も計り知れない。

7. 今後の課題

前項で述べた効果は確認できたが、エンジン铸造部品のCAD/CAM化としては、第1ステップ

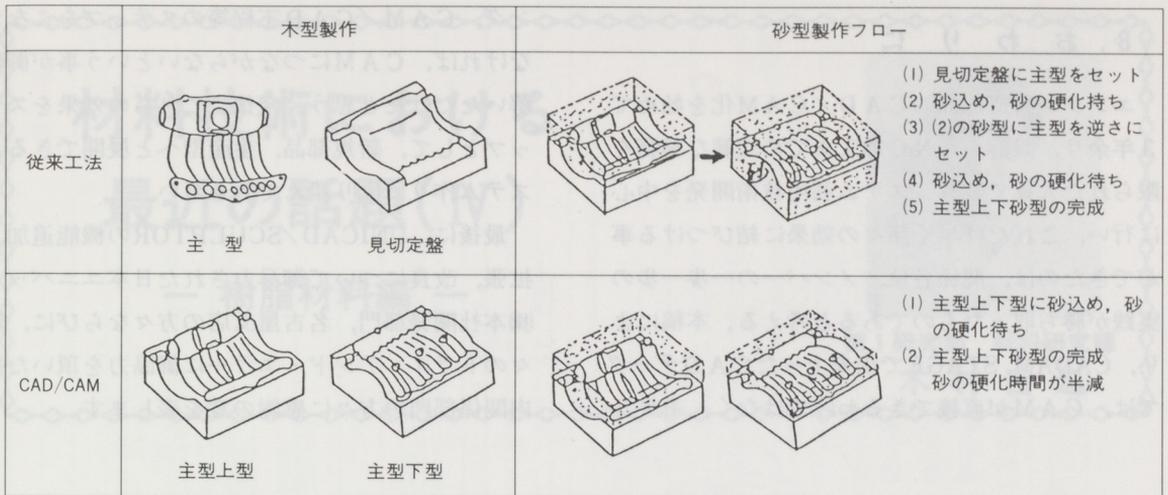


図22 インテークマニホールド主型試作工法

ブを通過した段階であり、更に効果を上げるべくやるべき課題は多いと判断している。

まず、一般的に見て設計段階で詳細な铸造方案、型方案、製造方案まで詰める事は難かしいと考えられるので、エンジン铸造部品の完全なCAD/CAM化を目指すには、開発業務フロー、業務分担、組織の見直し等が必要となってくる。

また、CADデータとプロダクトデータの間には、未だに相当のギャップがある事は否めず、ここをいかに埋めるかが、今後、金型直彫り展開への鍵となるであろう。ここで、プロダクトデータ自動変換機能（プロダクトモデリングを自動的に行う機能）がクローズアップされるが、全自動化を目指すべく分析、検討、開発を今後も続けて行く。更に、製造サイドから見ると試作データを生産に適用するには、試作時点から生産を考えた諸々の方案が必要となり、特にPLの早期決定が不可欠となる。しかし試作では、精度、品質のよい試作部品を早く作ることが目標であり、生産では、良いものを型寿命を考慮しながら、総てに効率よく部品を作る事が重要である。これらの見地から、まだまだデータの一元化には紆余曲折もあろうが、試作型での実績、ノウハウを蓄積し標準化を図りたいと考えている。

CAM業務では、仕上げ加工の大きな問題は無くなっているが、荒取りに多くの問題が残されていると考える。荒取り工数が加工工数の多くを占める現在、自由に荒取りが行える機能開発も重要な要素となり得るであろう。

一例として、金型直彫りをトライした場合の工数、金額の低減効果を、従来方式を100として比較し、試算した結果を図23に示す。

A	従来方式	倣い型ハンド加工, 金型倣い加工
B	倣い型NC	倣い型NC加工, 金型倣い加工
C	NC直彫り	金型NC直彫り

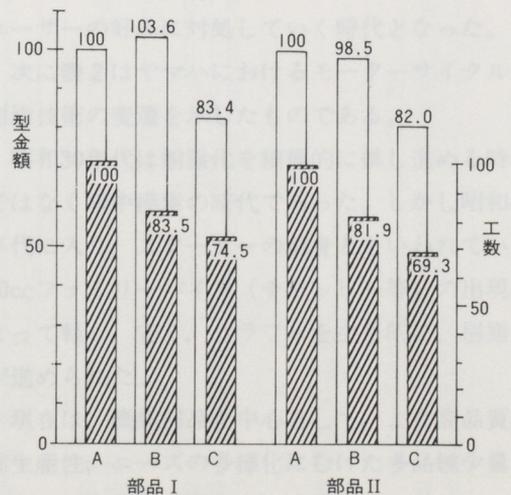


図23 金型直彫りの効果

8. おわりに

エンジン鑄造部品のCAD/CAM化を始めて3年余り、設計からNC加工までの広範な業務を限られた人員で電算システム利用技術開発を中心に、これだけ早く諸々の効果に結びつける事ができたのは、関係各位、メンバーの一步一步の実践が勝ち取ったものであると考える。本稿により、CADAM, STAGEで出来上ったCADデータでは、CAMが直接できるわけではなく、モデリ

ング、CAM/CAD工程等のステップをこなさなければ、CAMにつながらないという事が御理解いただけたと思う。今後、これらの効果をステップとして、新規部品、生産型へと展開できるシステム作りに取り組んで行きたい。

最後に、UNICAD/SCULPTORの機能追加、拡張、改良について御尽力された日本ユニバック(株)本社開発部門、名古屋支店の方々ならびに、数々のトライ・アンド・エラーに御協力を頂いた社内関係部門の方々に感謝の意を表します。

無計画な大規模なCAD/CAM化は、CAM/CADの導入に必要不可欠な要素の一つである。本稿では、CAD/CAM化の成功を導くための重要な要素を、図21に示す。図21は、CAD/CAM化の成功を導くための重要な要素を示している。図21は、CAD/CAM化の成功を導くための重要な要素を示している。

工場の設備数	工場A	工場B	工場C
工場A	100	100	100
工場B	100	100	100
工場C	100	100	100



図21 各工場A・B・CのCAD/CAM化の進捗状況

材料技術における 最近の話題(Ⅳ)

— 樹脂材料編 —



第1研究部 材料研究課
木村吉延

1. はじめに

昭和30年代前半の、石炭から石油へのエネルギー変遷に伴ない、石油を原料とするプラスチックの歴史が本格的に始まったと言える。

- (1)軽い、安い
- (2)形状が自由
- (3)加工が容易
- (4)着色が自由

等のメリットから、従来のブリキから変ったプラスチック製のバケツ、洗面器などの家庭用品に、数多く使われ、カラフル性、個性的なデザイン性により、台所革命をもたらした。

それに呼応するように、輸送機器部品にもプラスチックが使われる様になった。

石油危機による石油供給不安、価格上昇に伴ない、深刻な影響を被った時期もあったが、プラスチックは各種工業分野、あるいは日常生活において不可欠な材料となり、年々、使用量は着実に増加しており、今後共、個性化、多様化、省エネ化を前提とした材料開発、用途開発によりプラスチックが使われることは、まず異論のないところであろう。本稿では、プラスチック化の歴史をたどりながら、プラスチック化の思想、そして最近の動向について紹介したい。

2. プラスチック化の流れ

表1は昭和30年代から現在に至るまでの自動車内、外装樹脂部品、機能部品について、樹脂技術応用の変遷を示したものである。この表からわかるように、昭和30年代後半のモータリゼーションの始まりとともに、樹脂技術は急速に進んでいった。表中の第1次樹脂化の昭和40年代は、まさしく大量生産ならびにコストダウンが主目的として樹脂化が進められた時期である。その後、昭和48年の石油ショックを契機として、低成長時代となり、社会ニーズに対応した目的をもって樹脂技術開発が進められた。

現在は第4次樹脂化の時代に突入している。そして自動車は多様化、個性化の方向に急速に進みユーザーの好みに対処していく時代となった。

次に表2はヤマハにおけるモーターサイクルの樹脂技術の変遷を示したものである。

昭和30年代は樹脂化を積極的に推し進める時代ではなく暗中模索の時代であった。しかし昭和40年代に入り、スクーターの前身ともいわれている50ccファミリーバイク(チャッピー等)の出現によって軽く、安く、カラフルを主目的に、樹脂化が進められた。

現在は、機能部品を中心として、より高品質、高生産性、ニーズの多様化にむけた多品種少量をめざした樹脂化が進んでいる。

区分	部品名	材料	年代					備考
			S35	S40	S45	S50	S55	
車	フロントフェンダー	ABS(ABS樹脂) PP(ポリプロピレン)		(SPCC)	○(V70メイト) → (ABS) ○(RT2-MR50) → (PP)			メッキフェンダーはSPCC ↑
	リヤフェンダー	PP(ポリプロピレン)		(SPCC)	○(RT2-MR50) → (PP)			
	サイドカバナー	PE(ポリエチレン) ABS(ABS樹脂) PP(ポリプロピレン)	(SPC) A#	○(MF2-50モベット) → (PE)	○(FX-50) → (ABS) ○(YZ80) → (PP)			
	タンクオイル	PE(ポリエチレン)	(SPCC)	○(LB50チャッピー) → (PE)				
	タンクフューエル	PE(ポリエチレン)	(SPCC)	○(YZ125) → (PE)				樹脂タンクはIT、YZ系の オフロード車のみ
	ボトムプレート	PP(ポリプロピレン)		(SPCC)	○(XT250) → (PP)			
	ハンドルカバナー	ABS(ABS樹脂)		(SPCC)	○(XS650) → (ABS)			
	チューブスロットルガイド	POM(ポリアセタール)	(A#)	○(DT/C250) → (POM)				
	カバナーツールボックス	PE(ポリエチレン) PP(ポリプロピレン)	(SPCC)	○(DT100) → (PE) PP				
	レッグシールド	PP(ポリプロピレン)	○(MF1-50モベット) → (PP)					
系	カバナーローアー	PP(ポリプロピレン)		(A#)	○(LB50チャッピー) → (PP)			
	プロテクタエンジン	PP(ポリプロピレン)	(SPCC) A#	○(SA50ハッソーラ) → (PP)				
	ギアインペラシヤフト	ROM(ポリアセタール) PA(ナイロン樹脂)	(SCM) SPHC	○(RZ350) → (POM) ○(DT125L/C) → (PA)				
	カバナーラジエター	ABS(ABS樹脂) PP(ポリプロピレン)		○(RZ350) → (PP) ○(XZ1200) → (ABS)			XZ1200はメッキ仕様	
	ファン	PP(ポリプロピレン) PA(ナイロン樹脂)		○(CV80E ベルーガ) → (PP) ○(XC180 シグナス) → (PA)				
	エアージャウウド	PP(ポリプロピレン)		○(SA50 ハッソーラ) → (PP)				
	ギアポンプドライブ	ROM(ポリアセタール) PA(ナイロン樹脂)		○(RZ350) → (POM) ○(ボエッ150) → (PA)				
	カバークランクケース	PA(ナイロン樹脂)	(A#)	○(YZ100) → (PA)				
	クラッチウエイト	PA(ナイロン樹脂)		○(CV80E ベルーガ) → (PA)				
	ケースエアークリーナー	ABS(ABS樹脂) PE(ポリエチレン) PP(ポリプロピレン)	(SPCC)	○(RS100) → (PP) ○(YZ125) → (PE)	○(F51) → (ABS)		F51はホットスタンプ 仕様	

表2 ヤマハでのM/Cへの樹脂技術応用の変遷

		年 代						
		M45	T15	S10	S20	S30	S40	S50
樹脂材の変遷		熱硬化性樹脂が主流			熱可塑性樹脂の種類が増加したが主流は熱硬化性樹脂		熱可塑性樹脂が主流であるが後半は耐熱性を重視したエンブラが開発される。	
樹 脂 類	フェーレル樹脂	⇒						
	熱 ユリア樹脂	⇒						
	硬 メラミン樹脂							
	化 エポキシ樹脂	⇒						
	性 不飽和ポリエステル樹脂	⇒						
	樹 フッ素樹脂	⇒						
	脂 ポリウレタン樹脂	⇒						
	脂 ポリイミド樹脂	⇒						
	の ポリ塩化ビニル樹脂	⇒						
	の ポリスチレン樹脂	⇒						
	の アクリル樹脂	⇒						
	の ナイロン	⇒						
	熱 LDポリエチレン	⇒						
	可 ABS樹脂	⇒						
	塑 HDポリエチレン	⇒						
	性 ポリアセタール	⇒						
樹 ポリカーボネート	⇒							
脂 ポリアプロピレン	⇒							
脂 ポリフェニレンオキサイド (P.P.O.)	⇒							
脂 ポリエステル	⇒							
脂 ポリスルホン	⇒							
脂 ポリフェニレンサルファイド (P.P.S.)	⇒							

表3 樹脂材料の変遷

3. 樹脂材料の流れ

表3に樹脂材料の変遷を示した。昭和10年頃までは熱硬化性樹脂が主流に生まれたが、昭和10年代になると熱可塑性樹脂が増加し、エンジニアリングプラスチックもみられるようになった昭和30年代以降になると石油合成化学の発達とともに熱可塑性樹脂が大量に開発された。昭和40年代に入ると耐熱性を向上させた特殊エンブラが開発され、現在もポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホン等の特殊エンブラが登場している。

表4に昭和61年現在のプラスチック原材料生産推計表を示しているが、円高による外需落込みがあったにもかかわらず、個人消費や非製造業の設備投資に支えられ、前年並みの水準を維持した。中でも、エンジニアリングプラスチックグループとくにポリアミド、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート伸びが顕著で、機能部品への応用が拡大している。

種 類	(1,000t)	(t)	(%)
フェノール樹脂	312	326,636	△ 4.5
ユリア樹脂	458	470,334	△ 2.6
メラミン樹脂	108	107,624	0.3
不飽和ポリエステル樹脂	194	202,275	△ 4.1
アルキド樹脂	139	143,768	△ 3.3
エポキシ樹脂	93	91,021	2.2
けい素樹脂	76	68,111	11.6
ウレタンフォーム	250	243,716	2.6
熱硬化性樹脂計	1,630	1,653,485	△ 1.4
ポリエチレン計	2,030	2,027,308	0.1
(低密度)	1,094	1,118,608	△ 2.2
(高密度)	809	784,708	3.1
(エチレン・酢ビコポリマー)	127	123,992	2.4
ポリスチレン計	1,018	1,065,186	△ 4.4
(GP・HI)	853	894,760	△ 4.7
(FS)	165	170,426	△ 3.2
A S 樹脂	113	112,374	0.6
A B S 樹脂	436	421,615	3.4
ポリプロピレン	1,314	1,303,826	0.8
ポリブテン	32	31,370	2.0
石油樹脂	98	106,877	△ 8.3
塩化ビニル樹脂	1,520	1,549,549	△ 1.9
ポリビニルアルコール	133	132,797	0.2
塩化ビニリテン樹脂	37	39,028	△ 5.2
メタクリル樹脂	148	146,569	1.0
ポリアミド	117	112,219	4.3
ポリカーボネート	63	50,035	25.9
ふっ素樹脂	13	12,915	0.7
ポリアセタール	108	85,718	26.0
ポリエチレンテレフタレート	342	313,962	8.9
ポリブチレンテレフタレート	28	19,108	46.5
その他熱可塑性樹脂	45	48,429	△ 7.1
熱可塑性樹脂計	7,595	7,578,885	0.2
合 計	9,225	9,232,370	△ 0.1

表4 昭和61年プラスチック原材料生産推計

4. プラスチック化の思想

昭和30年代から昭和50年代前半は、使用環境や負荷条件の厳しくない意匠・内装部品が中心で材料についてもメーカーから推奨されるもので間に合っていたが、近年は機械特性を生かした外装・構造部品や、音振特性や断熱性、摺動特性を生かした機能部品にまで適用が広がり、ユーザーの明示した要求特性に適合した材料作りが、原材料メーカーの責務になりつつある。言い換えれば材料メーカー主導型の開発からユーザー主導型の開発に、現存する材料を選ぶ時代から、部品機能に合った材料を作る時代に変ったともいえる。

その結果、材料メーカーとの共同開発が増加し、

- (1)ヤマハ摺動用ウェイト材
- (2)ホンダ外装用ポリマーアロイ (HPA)
- (3)スズキ外装用SMC材 (SLMC)

等の材料が生まれた。

今後、さらに発展し、ユーザーサイドで、強化材などを充填した複合材が、混練り成形機等の進歩に伴って登場すると推定される。

5. 最近話題のプラスチック応用例

5-1 エンジン部品

エンジン回りの部品は、熱的にも応用的にも負荷が高く、プラスチック化が困難なものが多い。そのため負荷の小さいケースカバー類からはじまって順次高負荷部品へ進んでいくものと思われる。この場合、材料では、熱可塑性プラスチックにとっては不利な条件であるが、熱硬化性樹脂に比べて生産面、コスト面で有利であるだけに複合化によって高性能を図りながら、個々の部品の要求する性能要件に従って、それぞれ、最適な材料系が決まってくる。

(1)2 輪車用ウォータージョイント

耐LLC性、耐熱性を考慮してガラス繊維入りナイロン6もしくは6-6を使用するが、エンジンの高性能化にともない、より耐熱性が必要となりガラス繊維入りPPSも使用されている。



写真1 ウォータージョイント

(2)2 輪車用クランクケースカバー

ジェネレータカバーとしてアルミダイカストにかわって剛性、耐衝撃性、耐油性、耐熱性などの点からガラス繊維入りナイロン6が使用されている。(写真2)又、スクーター用として無機フィラー入りPPや長繊維のガラスマットにPPを複合化し加熱後プレス成形したものも使用されている。

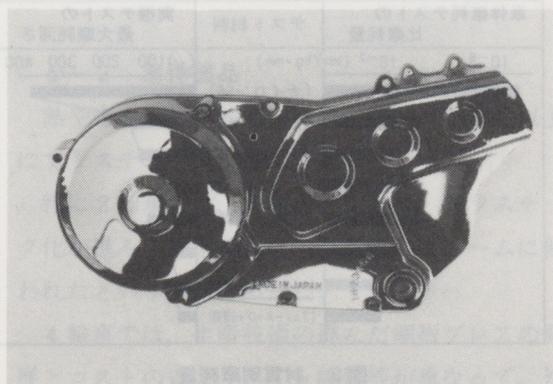


写真2 クランクケースカバー

(3) スクーター用変速部品

スクーターの変速はベルトコンバータ方式になっている。図1に示すように、車速により自動的にベルト位置を変えるため、可動プーリが装着されており、内部にウェイトという摺動部品が組込まれている。遠心力によりウェイトが移動し、その結果、可動プーリが移動し、固定プーリとの間にはさまれたベルト径を変えて変速するものである。ウェイトの摺動特性の向上と長寿命化達成のため、実機に即した試験機を利用し、図2に示すように、炭素繊維、滑剤入りナイロン6-6を使うことにより、ナイロン6-6単体に対し、摩耗量が1/10以下のレベルになった。

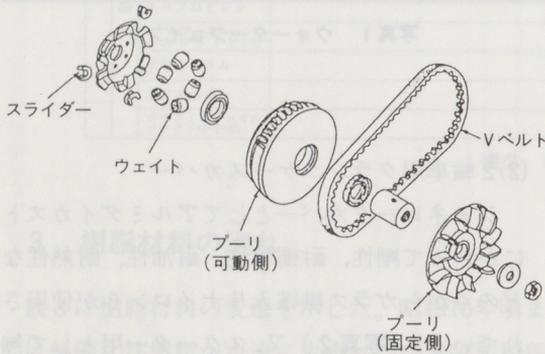


図1 スクーター用自動変速機

単体摩耗テストの 比摩耗量	テスト材料	実機テストの 最大摩耗深さ
10^{-6}		(μm) 100 200 300 400
10^{-7} (mm/kg・mm)	(ナイロン66)	
	(ナイロン66+A滑剤)	
	(ナイロン66+CF+B滑剤)	
	(ナイロン66+CF)	
	(POM+C滑剤)	
	(モノマーキャストナイロン)	
	(ナイロン66+CF+D滑剤)	
	(フェノール+CF+E滑剤)	

図2 材質別摩耗量

(4) キャブレター

アルミか亜鉛のダイカスト品から、ガラス繊維入りPPS製に代えたもので、軽量化、防錆、コストダウンを目的としたもので、精度、生産性、耐薬品性を考慮し採用された。

又、加工工数、部品点数についても大幅に減らすことができた。

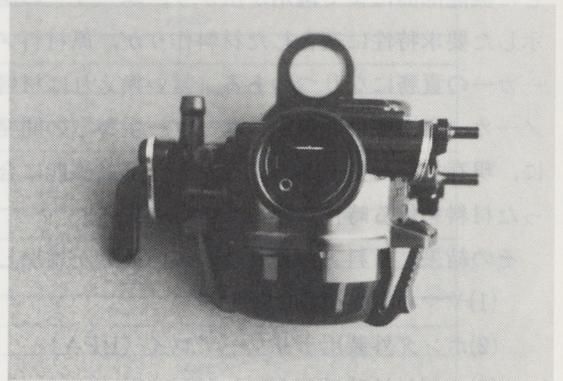


写真3 H社芝刈機用キャブレター

(5) シリンダヘッドカバー

アルミダイカスト、マグネダイカスト、鋼板プレスに代わって、耐熱、耐油性からガラス繊維入りナイロン6もしくは6-6が使用されており、軽量化、騒音低減を達成した。

樹脂の欠点である熱間剛性不足によるシール不良対策でゴム製成形ガスケットを使用した。

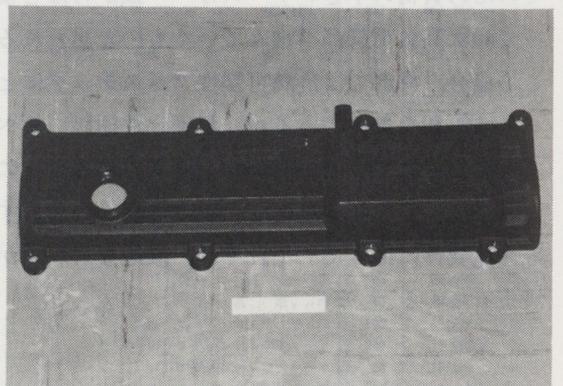


写真4 M社シリンダヘッドカバー

(6)コンポジットエンジン

前号でも紹介された米国ポリモーター社のコンポジットエンジンについて、少し詳細に述べてみる。

開発の歴史は、表5に示すように2000ccクラスの4気筒エンジンで、1984年開発の2000cc、DOHCエンジンでは、総重量76kgで従来のメタルエンジンの167kgに対して55%の軽量化がなされている。材料構成の内分けであるが、

補強繊維	— 18kg	} 76kg
樹脂	— 27kg	
メタル	— 31kg	

となっている。

樹脂は米国アモコ社のポリアミドイミド樹脂「トーロン」が主に使用されており、単独あるいは、金属と接合して使われている。表6に、実際に使用された部品名と重量及び軽量化率を示した。トーロンは、耐熱性、耐薬品性にすぐれ、射出成形ができることが、コンポジットエンジンに使用された理由である。(写真5)

開発年度	1980	1981	1982	1984
排気量	2300cc	2000cc	2300cc	2000cc
気筒数	4	4	4	4
弁配置	SOHC	DOHC	DOHC	DOHC
馬力	100	—	318	320
重量	77kg (メタルE/G168kg)	77kg	69kg	76kg (メタルE/G167kg)
情報	プラスチック ワールド	プラスチック ワールド	ポピュラー サイエンス	アモコ社 カタログ

表5 コンポジットエンジンの歴史

※(上段)従来材
(下段)使用材

部品名	材料	重量	軽量化率
インテークバルブ	steel AI/TORLON	140 g 30 g	79%
タペット	steel TORLON	48 g 19 g	60%
バルブスプリング グリテーナー	steel TORLON	22 g 9 g	59%
ピストン	aluminum AI/TORLON	500 g 391 g	22%
ピストンピン	steel steel/TORLON	105 g 65 g	24%
コンロッド	steel TORLON	743 g 380 g	49%
タイミングギヤ	steel TORLON	—	—
その他 (エンジンブロック シリンダヘッドカバー オイルパン)	steel GF,R.P	— —	— —

表6 樹脂材料使用部品

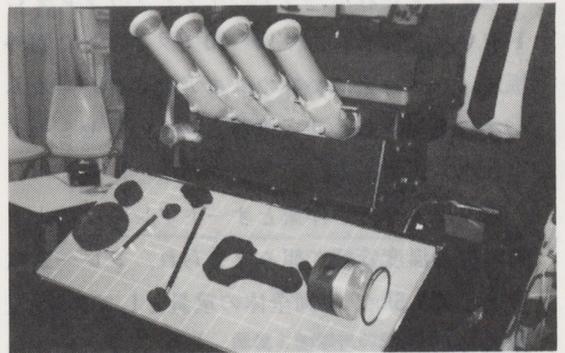


写真5 コンポジットエンジン

5-2 車体部品

熱や応力が比較的低いため、エンジン部品以上にプラスチック化が進んでいる。

特に2輪車では、4輪車と比較し、プラスチック化が進み、最近では、レース車のフレームに使われたという話題もあった。

4輪車では、生産技術の進んだ鋼板プレスの発展とコストの安さ、ライン体質等が重なって、外板パネルの樹脂化も進んでいなかったが、ニーズの多様化に伴って、一部採用されはじめた。

(1) 2 輪車用フェアリング

従来はABS樹脂を素材として使用していたが、特にエンジン部分のフェアリングは耐熱性が不足していたため断熱材を内張りしたりしていたが、ポリプロピレン樹脂とナイロン樹脂に特殊アロイ化材を加えて反応させたポリマーアロイ材料により、耐熱性が向上し採用した。その結果、断熱材は不要となり、又、従来の塗装法が、そのまま使えるため、コスト低減も可能となった。

耐久に関しては鋼製のように破断することなく剛性の低下が長期にわたって進行するが実用温度域では30万回で1.5%低下で鋼製の1.5倍以上の耐久性を示した。

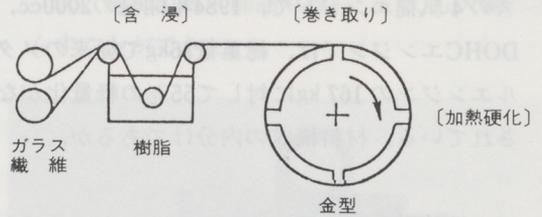


図3 フィラメントワインディング (FW) 法

(2) 2 輪車フレーム

1985年の鈴鹿8H耐久レースで童夢DCF1ブラックバッファローに、樹脂製フレームを採用し、完走した。

フレーム本体はCFRPでフィラメントワインディングされたヘッドパイプとプリプレグCFクロスを部所により10~20プライとした内外板にノーメックスハニカムコアとCFハニカムパネルを組み合わせて接着されているセミモノコック方式である。

加工はすべて手作業とオートクレーブによる高精度の温度管理で組み立てられ、フレーム重量として6.5kg、車両全体の重量として149kgを達成した。

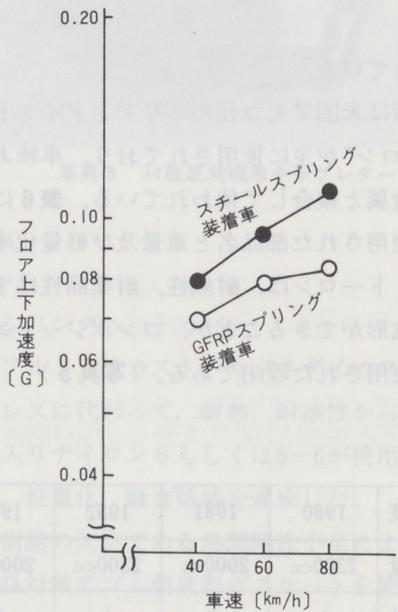


図4 前席乗心地比較

(3) リーフスプリング

N社ワンボックスカーにガラス繊維とエポキシ樹脂をフィラメントワインディング (FW) 法で成形し採用された。(図3)

FRP製リーフスプリングは図4で示すように、鋼製バネで得られない低いバネ定数が得られるため、乗心地が良好となる。

又、横置きタイプのため、センターボルト、目玉部 (両端の取付部) がなく、構造面、設計面でも長繊維の特性を生かすことができた。

(図5) 鋼製リーフスプリング(12kg)に対してGFRP製は(3.2kg)を達成した。

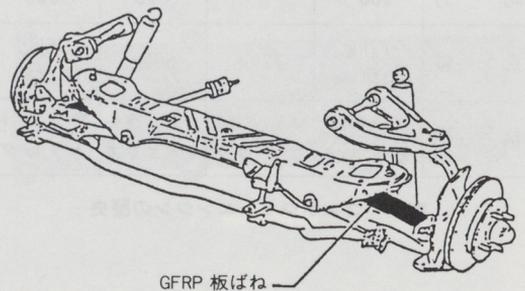


図5 横置きばね懸架装置

(4) 4 輪用ホイール

自動車では、バネ下部品や重心から離れた部分をすくなくすることは、車体重量軽減のきわめて有効な方策である。

そのひとつとしてホイールの樹脂化が考えられているが、安全性と機械作用、熱作用を強く受ける部品であることがわかっている。

そのため材料としては、熱硬化性樹脂である不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ビニルエステルをマトリックスとし、強化材にガラス繊維を65%重量にした高強度SMC (HSMC) をプレス成形したものと熱可塑性樹脂でリム部のみを樹脂化したものが試作されている。

写真6及び図6で示した物は、ブレーキによる発熱を生じるディスク部はアルミ、リム部は高剛性高衝撃性強化ナイロン（ガラス繊維45%重量含有）を使用し、射出成形をしたものを、ボルト締結組立てしたもので、JWL基準はすべて満足し、重量もアルミホイール5.4~6.3kg、スチールホイール7~8kgに対して4.6kgであった。

図7及び図8に、このホイールに使用された材料物性を示した。

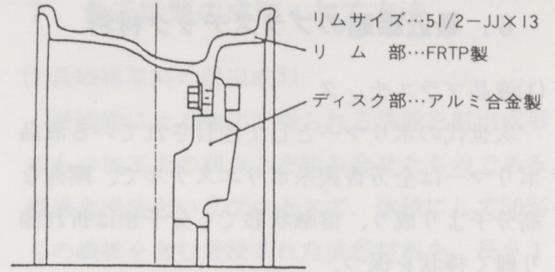


図6 ホイール構造

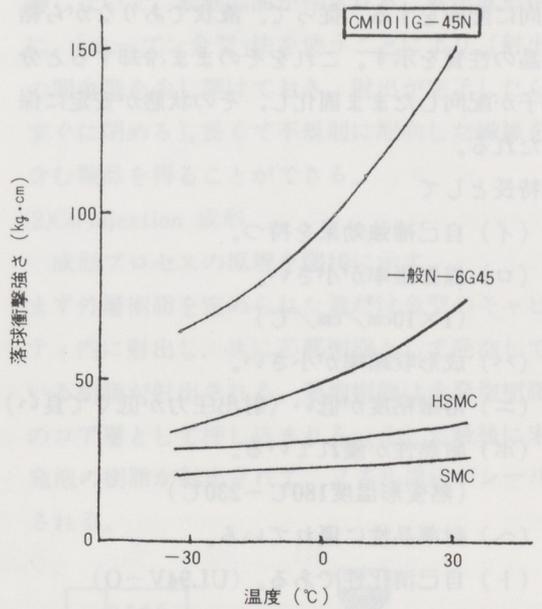


図7 温度と衝撃性の関係

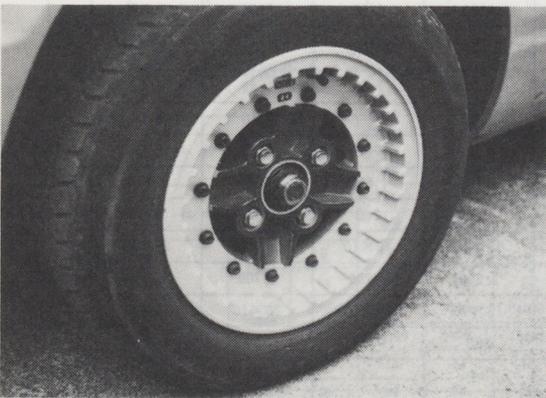


写真6 樹脂製ホイール

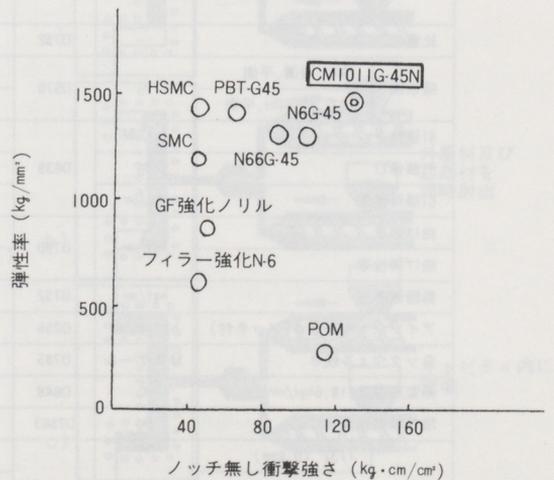


図8 衝撃強さと弾性率の関係

6. 最近話題のプラスチック材料

(1)液晶プラスチック

次世代のポリマーとして注目されている液晶ポリマーは全芳香族系ポリエステルで、剛直な高分子より成り、熔融状態でも分子鎖は折れ曲り難く棒状を保つ。

図9に示すように熔融時に分子のからみ合いが少なく、僅かな剪断応力を受けるだけで一方向に配向をする。従って、液状でありながら結晶の性質を示す。これをそのまま冷却すると分子が配向したまま固化し、その状態が安定に保たれる。

特長として

- (イ) 自己補強効果を持つ。
- (ロ) 線膨張率が小さい。
($1 \times 10^{-5} \text{cm/cm/}^\circ\text{C}$)
- (ハ) 成形収縮率が小さい。
- (ニ) 熔融粘度が低い(射出圧力が低くて良い)
- (ホ) 耐熱性が優れている。
(熱変形温度 $180^\circ\text{C} \sim 230^\circ\text{C}$)
- (ヘ) 耐薬品性に優れている。
- (ト) 自己消化性である。(UL94V-O)

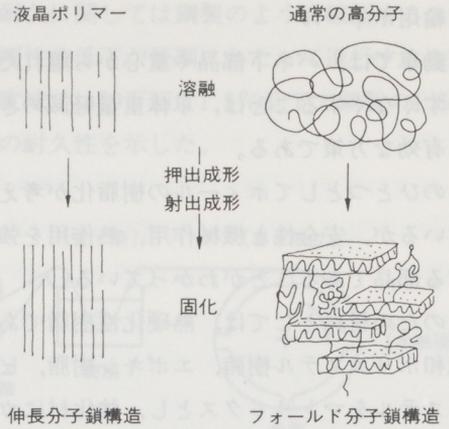


図9 液晶ポリマーと通常の高分子の違い

(2)ガラス繊維入りナイロンメッキ材

湿式法によるプラスチックメッキは約90%がABS樹脂で、残りの約10%がエンブラ樹脂である。エンブラメッキは大部分が自動車部品に採用されている。装飾性、耐熱性、高剛性などの面から、金属部品からの代替にメリットが見い出されるためである。

エンブラメッキの中でもっとも多いのは、ナイロンであるが、耐熱的に約 100°C が限界であった。その欠点を改善したのが、ガラス繊維15%重量入りナイロン6メッキ材で、繊維を入れる

性質	単位	測定法 (ASTM)	ベクトラ					
			A950	A130	C130	A230	A410	
比重	—	D792	1.40	1.62	1.62	1.49	1.84	
吸水率	23℃、浸漬、平衡	%	0.08	0.05	—	0.10	0.04	
	23℃、50%RH、平衡		0.03	0.05	—	0.06	0.04	
引張強さ	kgf/cm ²	D638	2,100	2,150	1,650	2,050	1,750	
引張伸び	%		3.0	2.2	2.0	1.5	2.1	
引張弾性率	kgf/cm ²		10×10^4	18×10^4	16×10^4	30×10^4	21×10^4	
曲げ強さ	kgf/cm ²	D790	1,550	2,550	2,200	2,700	2,300	
曲げ弾性率			9×10^4	15×10^4	14×10^4	26×10^4	18×10^4	
剪断強さ	kgf/cm ²	D732	1,000	860	—	940	—	
アイソット衝撃強さ(ノッチ付)	kgf-cm/cm	D256	44	14	12	7	9	
ロックウェル硬さ	Mスケール	D785	60	—	—	—	—	
熱変形温度(18.6kgf/cm ²)	℃	D648	180	230	240	220	230	
限界酸素指数	%	D2863	35	36	37	—	—	
燃焼性	1/32" (0.8mm)	—	[UL-94]	V-0	V-0	V-0	—	—
	1/16" (1.6mm)			V-0	V-0	V-0	—	V-0
	1/8" (3.2mm)			V-0	V-0	V-0	—	V-0

表7 液晶ポリマー(ベクトラ)の物性

ことにより、線膨張係数が、金属に近づくことと無電解メッキの銅膜厚を厚くして電気メッキとの緩衝材とすることにより、耐熱性が120℃以上を達成し、又、ガラス繊維が入ることによる、強度アップがはかられた。

(3)ブロー成形用強化ナイロン6

ナイロン類のブロー成形は、粘度がPE、PPと比較し熔融粘度が低いためドロダウンが、激しく、成形が難しかったが、ナイロン材の変性によりナイロン6固有の長所である機械的性質、耐熱性、高温剛性、耐薬品性などの諸性質をそこなわずにブロー成形性を付与した高粘度ナイロンで、ガラス繊維を20%前後混入したのもでも、PE、PP並の成形性が得られることを特長としている。表8及び表9にその物性を示す。

脂樹脂種類 項目	一般	ブロー用	ブロー用	ポリオ	積層系
	ナイロン	ナイロン	高剛性	レフィン	(N 炭/PE)
			ナイロン	(PE,PP)	(強化N/ ナチュラル)
ブロー成形性	×	○	◎	◎	○
耐熱性	○	○	◎	×	△
高温剛性	○	○	◎	×	×
低温衝撃性	△	○	○	○	○
ガスバリア性	◎	◎	◎	×	◎
ガソリン性	×	×	×	◎	◎
耐水性	◎	◎	◎	◎	◎
表面光沢	◎	◎	×	△	(◎)

表8 ブロー成形用強化ナイロン物性(その1)

項目		単位	試験法 (ASTM)	CM1046 K4 G20%	CM1046 K6 G30%	CM1056 K4 G20%	CM1056 K6 G30%
引張強さ	絶乾	kg/cm ²	D638	1200	1650	1080	1590
	・吸水			740	990	730	970
引張破断伸び	絶乾	%	D638	6	6	6	6
	・吸水			14	10	16	11
曲げ弾性率	絶乾	kg/cm ²	D790	55000	77600	51000	64000
	・吸水			27400	46100	26900	43300
アイゾット衝撃強さ (Vノッチ付)	絶乾	kgcm/cm	D256	7.4	14	14	15
	・吸水			19	20	26	22
熱変形温度	4.6kg/cm ²	°C	D648	215	224	213	219
	18.6kg/cm ²			185	215	183	208
比重	—	浮沈法		1.29	1.37	1.23	1.35
吸水率	%	D570		1.3	1.1	1.2	1.1
融点	°C	DSC法		225	225	225	225

(注) 表中・印の吸水値は大気中平衡水分状態を示す。

表9 ブロー成形用強化ナイロン物性(その2)

7. 最近話題の成形・加工方法

(1)長繊維原料の射出成形

長繊維による強化で得られる性能を射出成形のもつ加工上の利点とを組み合わせたものである。繊維含浸法というプロセスで、体積にして50%もの繊維を含む含浸された成形材料を、長さ1~25mmの範囲で制御できる。

それを射出プロセスでは、ほとんど繊維が損傷しないで、最終部品が作られる。射出成形中に、「オープン金型」法を使うことにより(射出の間金型を少し開けておき、射出が完了したらすぐに閉める)、長くて不規則に配向した繊維を含む製品を得ることができる。

(2)Co-injection 成形

成形プロセスの原理を図10に示す。

まず外層樹脂を定められた量だけ金型のキャビティ内に射出し、次に芯部樹脂として発泡している樹脂が射出される。発泡樹脂は未発泡樹脂のコア層として押し込まれる。そして最後に未発泡の樹脂が射出されて、ノズル周辺がシールされる。

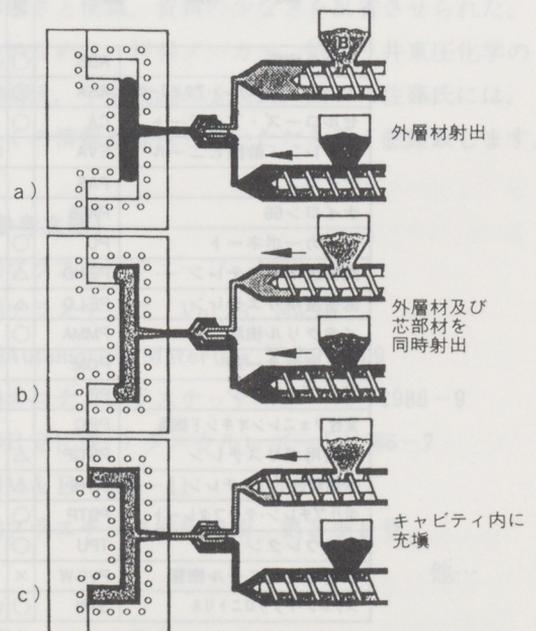


図10 成形工程

特長として

- (イ) 成形品表面は射出成形品と同様なものを得る。
- (ロ) ヒケ、反りが少なく肉厚成形品ができる。
- (ハ) 通常の射出用金型が使用できる。
- (ニ) スキン層とコア層に異種の樹脂を組み合わせることが可能。(表10)
- (ホ) スキン層にソフトな材料を、そしてコア層にハードな材料を組合わせて用いることができる。その逆も可能である。
- (ヘ) スキン層に一般用材料、コア層に強化材料を又、スキン層に高強度、耐薬品性、難燃性の樹脂をコア層に低コスト材が使用できる。
- (ト) ストラクチュアルフォーム(UCC法)と比べてサイクルタイムが大幅に短縮される。

(3) SMC真空成形法

SMC成形品にはピットとかポロシティと呼ばれる表面欠陥があり、修正工数が大幅に増加

し、これを少なくすることが品質向上と生産性向上の大きな課題であった。

従来は1つ1つ検出して補修したり、プライマー塗装でカバーしており、生産上の最大の障害となっていた。材料面では水分やスチレンの蒸発によるガス発生を押える工夫が施されている。

工法面ではSMC製造機の改良により材料混合時空気混入やガス発生を低レベルに押えることや、インモールドコーティング(IMC)工法としてSMC成形直後に型内にウレタン系静電塗料を射出し、ピットやポロシティを埋めて平滑な塗膜面を形成する新工法があるが、立面に塗膜面を、形成できなかった。その後、成形時型内の空気を強制的に抜取る真空成形法で、大幅にピットやポロシティが減少する技術が開発された。量産時のシール性の耐久等に、問題が残っているが、今後、発展する技術と思われる。(図11)

樹脂名	ABS	ASA	CA	EVA	PA6	PA66	PC	PEHD	PELD	PMMA	POM	PP	PPO	PSGP	PSHI	PBTP	TPU	PVCW	SAN	
A B S樹脂	ABS	○	○	○			○	△	△	○		△		△	△	○	○	○	×	○
アクリロニトリル・スチレン・アクリリク	ASA	○	○	○								△			×					○
セルローズ・アセテート	CA	○		○	△															
エチレン・酢酸ビニール	EVA	○	△	○				○	○			○		○						×
ナイロン 6	PA6					○	○	△	△			△			△					
ナイロン66	PA66					○	○	△	△	△		△			△			○		
ポリカーボネート	PC	○					△	○						△	×					○
高密度ポリエチレン	PEHD	△			○	△	△		○	○	△	△	×	△				×	△	
低密度ポリエチレン	PELD	△			○	△	△		○	○	△	△	○	△				×		
メタクリル樹脂	PMMA	○							△	△	○	△		△	×				○	○
ポリアセタール	POM								△	△		○	△							
ポリプロピレン	PP	△	△		○	△	△		×	○	△	△	○	△	△	△		×	△	
変性フェニレンオキシド樹脂	PPO												△	○	○	○				△
一般用ポリスチレン	PSGP	△			○		△	△	△	△		△	○	○	○				△	△
耐衝撃性ポリスチレン	PSHI	△	×			△	△	×			×		△	○	○	○			△	△
ポリブチレン・テレフタレート	PBTP	○															○			○
ポリウレタン	TPU	○				○		×	×			×						○	○	
軟質塩化ビニール樹脂	PVCW	×			×			△		○		△		△	△	△		○	○	○
スチレン・アクリロニトリル	SAN	○	○				○							△	△	△		○	○	○

*接合性 良 ○ ; 劣る △ ; 悪い ×

表10 2成分(3層)成形時の樹脂の組合せ

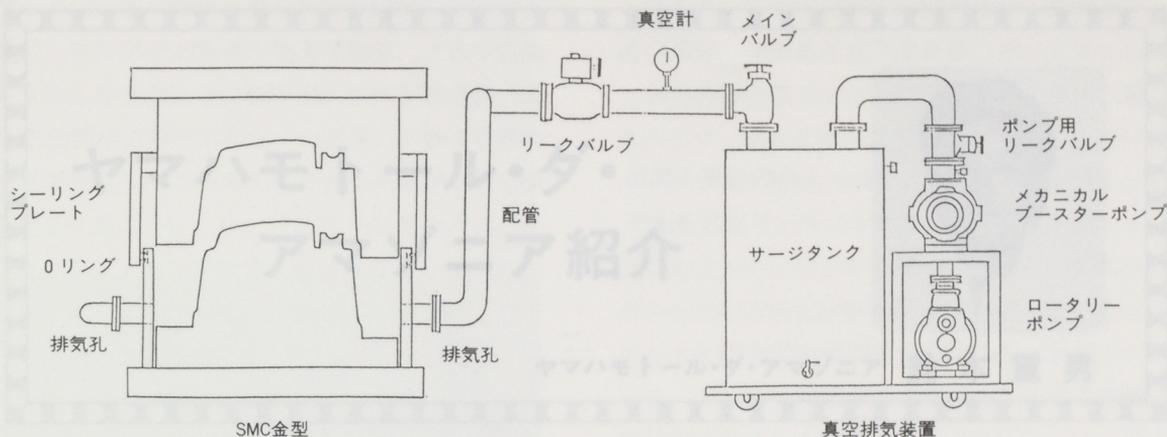


図11 SMC真空成形法

(4) 3次元フィラメントワインディング法

従来FW法といえば、パイプ類についての成形に限られていた。そのため、3次元形状の成形については不可能であったがロボットを使用することにより3次元FWが可能となり、フレームへの展開が考えられる様になった。

図12に示すのはゴルフヘッドを成形する3次元FWでロボットにウレタン心を把握させ、サーボモーターで糸ガイドを回転させ、パーソナルコンピュータで連動制御させ、ゴルフヘッド形状のFWを可能とした。

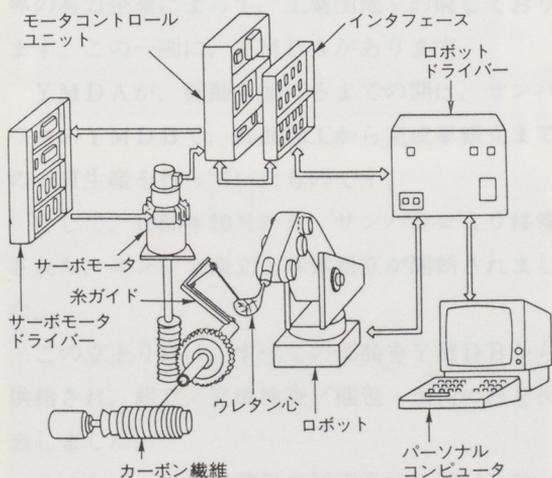


図12 3次元FW機

8. おわりに

日進月歩に進む材料と加工法の中で、いかに早く情報をつかみ、社内への取組みが必要か否かの判断をしたり、又、社内のニーズに従って、この材料は、この技術は使える。あるいは、我々自身どの様な技術を作り出していかなければならないのかの判断をするのが我々のひとつの仕事である。そのために、常に資料、文献等を集める努力をしていたが、今回、本内容をまとめるにあたり、整理の悪さと情報、資料の少なさを反省させられた。そのために、材料メーカー、特に三井東圧化学の杉崎氏、宇部興産の上岡氏、東レの佐藤氏には、多くの情報を提供していただき深く感謝致します。

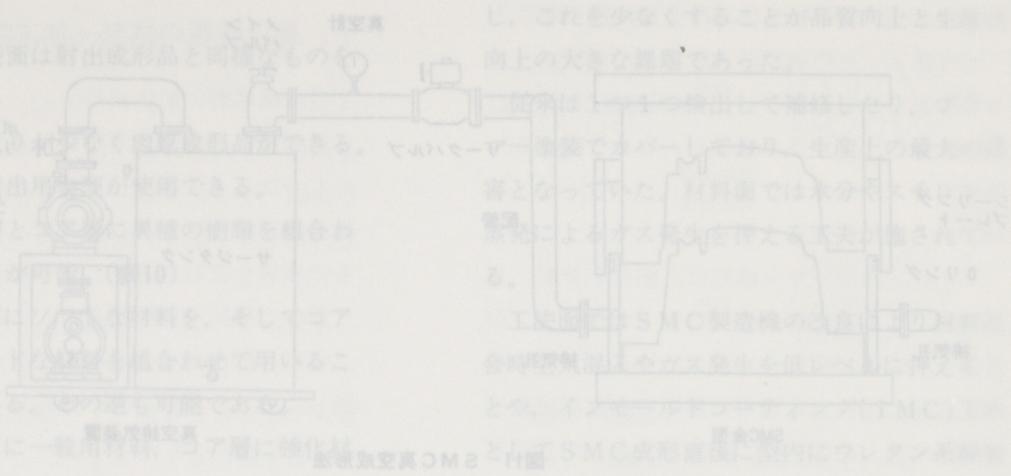
【参考文献】

- (1)プラスチックエージ 1986-4
- (2)プラスチック Vol.35, No.10
- (3)Automotive Materials Vol.9 No.9
- (4)ユニチカプラスチックニュース 1986-9
- (5)日立化成(テクニカルレポート)'86-7
- (6)M & E 1986-11
- (7)プラスチック成形技術 第3巻8号

他...

特長として

- (イ) 成形品表面は射出成形品と同質のものを得る。
- (ロ) 成形品に相対的に高強度を得ることができる。
- (ハ) 通常の射出成形機が使用できる。
- (ニ) スキン層とコア層に異種の樹脂を組合わせることができる。
- (ホ) スキン層に高強度材料を、そしてコア層にハードな樹脂を組合わせて用いることができる。
- (ヘ) スキン層に一般用材料、コア層に強化材料を又、スキン層に高強度、耐薬品性、難燃性の樹脂をコア層に低コスト材料が使用できる。



8. おおりに

早に、その成形品と原料の配合比、成形温度、成形速度、成形圧力、成形時間、成形回数、成形品の色、成形品の寸法、成形品の重量、成形品の強度、成形品の耐熱性、成形品の耐薬品性、成形品の難燃性、成形品の成形性、成形品の成形コスト、成形品の成形設備、成形品の成形技術、成形品の成形メーカー、成形品の成形市場、成形品の成形動向、成形品の成形展望、成形品の成形課題、成形品の成形解決策、成形品の成形成功要因、成形品の成形失敗要因、成形品の成形品質管理、成形品の成形コスト削減、成形品の成形生産効率向上、成形品の成形環境対策、成形品の成形社会貢献、成形品の成形未来展望、成形品の成形まとめ、成形品の成形おわりに。

じ、これを少なくすることが品質向上と生産の向上の大きな要素であった。

図1は、この射出成形機で成形したポリプロピレン製の成形品である。この成形品は、通常の射出成形機で成形した成形品と比べて、表面の粗さや寸法の精度が向上している。これは、この成形機が、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。

この成形機は、SAC製造機のように、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。これは、この成形機が、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。

この成形機は、SAC製造機のように、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。これは、この成形機が、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。

この成形機は、SAC製造機のように、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。これは、この成形機が、成形品に高強度の樹脂を注入し、その樹脂が硬化するまで、成形品を加熱し続けるためである。

成形品名	樹脂	成形温度	成形速度	成形圧力	成形時間	成形回数	成形品の色	成形品の寸法	成形品の重量	成形品の強度	成形品の耐熱性	成形品の耐薬品性	成形品の難燃性	成形品の成形性	成形品の成形コスト	成形品の成形設備	成形品の成形技術	成形品の成形メーカー	成形品の成形市場	成形品の成形動向	成形品の成形展望	成形品の成形課題	成形品の成形解決策	成形品の成形成功要因	成形品の成形失敗要因	成形品の成形品質管理	成形品の成形コスト削減	成形品の成形生産効率向上	成形品の成形環境対策	成形品の成形社会貢献	成形品の成形未来展望	成形品の成形まとめ	成形品の成形おわりに
自動車用部品	PP	200	10	100	10	10	黒	100	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
工業用部品	PP	200	10	100	10	10	黒	100	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
家庭用部品	PP	200	10	100	10	10	黒	100	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

図10 2成分(3層)成形時の樹脂の組合せ

ヤマハモトール・ダ・アマゾニア紹介



ヤマハモトール・ダ・アマゾニア 鈴木重男

1. はじめに

ヤマハモトール・ダ・アマゾニア (YMDA) は、ヤマハ発動機㈱、ヤマハモトール・ド・ブラジル (YMDB) 及び、TV-LAR (マナウス現地資本) の三社で、フリーゾーン関連租税の特別措置が適用される、アマゾナス州マナウス市に、合弁会社として、1983年8月に設立されました。

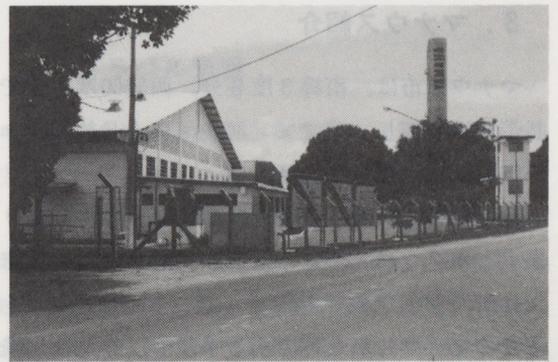
このマナウスには、日本の大手企業の中で、ナショナル、シャープ、東芝、サンヨー、他電器メーカー、セイコー、シチズン、等の時計メーカー、そして、モト・ホンダ等が既に進出しており、世界の有力企業によって、工業団地を形成しております。この一画に、YMDAがあります。

YMDAが、稼動を始めるまでの間は、サンパウロのYMDBで、部品加工から完成車組立までの一貫生産を行っていたものです。

そして、1985年10月から、サンパウロより移管された、エンジン組立と車体組立が開始されました。

この立上り期は、すべての部品をYMDBから供給され、組立/完成検査/梱包・出荷のみを担当しました。

このため、現地従業員の採用及び、YMDBへ現地採用者を派遣して、組立作業実習、そして既存建物の改築、部品倉庫兼、製品倉庫の建設が、1985年5月から、急ピッチで進められていきました。



一号館、二号館外観写真

1985年10月	D T 180	300台
11月	D T 180	300台
	R D-Z	300台
12月	D T 180	300台

と、徐々に生産レベルを上げ、従業員の数も、85/10 65名から、月々増加して、現在では、400名に至っております。

2. 沿革

83/8月	ヤマハモトール・ダ・アマゾニア 三社合弁で設立
85/5月	現地人員採用開始、現有建物の改造及び部品・製品倉庫建設開始
6月	現地採用者のサンパウロ研修開始
8月	組立ライン整備、現地組立指導開始

- 10月 DT180組立開始
- 第二期工事開始(3号館, 食堂)
- 86/1月 シリンダのボーリング・ホーニング加工開始
- 5月 3号館へRD350 生産設備搬入開始
- 7月 タンク溶接ラインが, YMDBより移管される。
- 10月 RD350一号車ラインオフ
- 11月 アルミ 鑄造設備据付開始
- '87/2月 アルミ 鑄造生産試作

気候は、乾期(6月~11月)と雨期(12月~5月)があり、高温・多湿の熱帯性気候です。気温は、最低22°Cから、最高36°Cと年間を通じて大差がありません。乾期は、まさに熱帯夜の連続で、昼と夜の気温差が少なく、クーラーは必需品となっております。

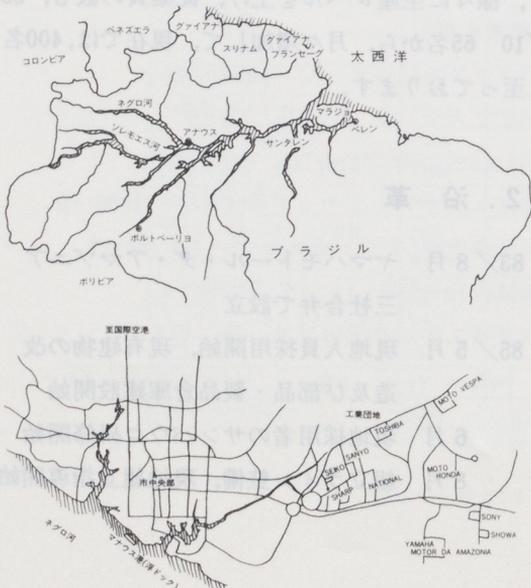
3. マナウス紹介

マナウス市は、南緯3度8分、西経60度1分で、熱帯地域に属し、アマゾン河の河口より約1500kmの内陸部に位置しております。

市街地を出れば、その先はジャングルが広がります。ネグロ河と、ジャングルに囲まれた小都市。これが、マナウスです。

このマナウスから外に出る手段は、船又は、飛行機以外にはありません。全ての車輛は一旦フェリーに移り、ベレン又は、ポルトベリョまでの船旅となる訳です。

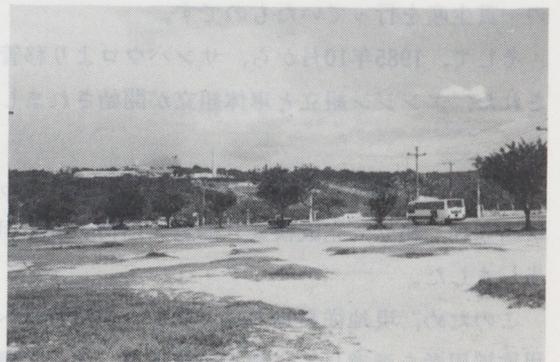
面積は、14,337km²で、市街地はアマゾン河の本流にあたるソリモンエス河とネグロ河の合流点より、20km上流にあり、マナウス港を中心に広がっています。



ZONA FRANCA 丸屋根の建物—テアトルアマソナス
高層ビルディング—アパート
遠くの河—ネグロ河(着任当初はつい海と言ったものです)

人口は、約100万人といわれ(日本にあるような戸籍登録制度が無いいため、推定人口です)うち、在留邦人数は約900人、日系人数は、約1,400人在住しており商工業、農牧業などで活躍されております。

日本からの進出企業は15社あり、この多くが市街中心部からおよそ4km離れた、工業団地内にあります。



工業団地遠景

マナウスは、19世紀末より20世紀の初めにかけて、世界における唯一のゴムの産地としての集積、積出地として全盛時代がありました。しかし、アマゾン産のゴムの苗木が、マレーシア等の東南アジアに移植され、大規模プランテーションで大量生産されることにより、衰退の一途をたどっていましたが、第二次世界大戦前の日本人移住者によるジュート栽培、更に、1967年の「マナウスフリーズン」設置により、現在に至っているようです。

そのゴム景気当時がしのばれる、アマゾナス劇場が、市街中心部に堂々とその姿を誇示しております。



アマゾナス劇場 手前の像—開港記念像

マナウスは、工業製品の材料、部品、治工具、設備類等をはじめ、生活用品、家具、食品等も、サンパウロを主として、南ブラジルから輸送されてくるものがほとんどです。

フリーズンということ、オートバイ、船外機、楽器類、又、食品類、衣類も高価ではありませんが、これ等を容易に求めることが出来ます。但し、マナウスから他州へ持ち出す際は、当社の製品は勿論、免税対象品については、厳重なチェックがなされることは、言うまでもありません。

私共も、アマゾンのジャングルの中の小都市に居ながら、日本食品を口にすることが出来るのは、このためと日系人の在住者が多く居ることによるものです。輸入食料品以外は、そのほとんどがサンパウロより空輸にてマナウスに運ばれてきます。

陸路では、サンパウロからベレンまでをトラックが走り、ベレンからマナウスまで、アマゾン河のいかにトラックを載せ、5,000kmの遠い道のおよそ15~20日間かかって輸送されます。ヤマハも、この輸送手段によって部品、材料、消耗材等が運ばれてくるのです。

4. ブラジル気質

工場紹介に入る前に、ブラジル人気質について少しふれてみたいと思います。

最近では、日本での新聞や、テレビでブラジルの報道が多くなっているようですので、既に御存知の方が多いとは思いますが、概してブラジル人は陽気で、人なつこい性格の人が多いようです。

サンバのリズムが流れてくればステップを踏み、友と会えば、昨日会ったばかりでありながら両手で握手したり、又、互いに抱き合って背中を叩き合い……と言った具合です。

私が、ブラジルに着任した時の印象として、習いはじめの下手なポルトゲースであっても相手は真剣に対応してくれたこと。そして、これが慣れない異国の地で非常に元気づけられたことです。

アパートの守衛が、BOM DIA (ボンジーア) を「日本語では、どう言うのか?」と尋ねられ、「おはよう」と言えば、その翌日から「おはよう」と声をかけてくれる。

又、ブラジルでは友のことを「アミーゴ」といいます。そして、このアミーゴを非常に大切にします。パーティーには勿論招待し、飲み、歌い、踊り、そして語り合います。友達の誕生日は、決して忘れません。仕事の場では、特に対外的業務に携わる際は、アミーゴの中を広く持つかどうか

が、その個人の能力発揮に大いに関係あることも事実です。

マナウスでは、これが若干異なるところがあります。サンパウロの人（パウリスタといいます）が、都会っ子とすれば、マナウスの人（アマゾネス）は、純僕な田舎っぺ、となりますか。

86/8月、マナウス工業団地のほぼ全域でストライキが発生しました。当社も説得の甲斐なく一部の従業員がこれに呼応したのですが、参加者の一人一人は「何故ストに参加しているのか」ということが充分理解出来ていないのです。職場へ戻らなければ、止むなく解雇する旨の最終呼びかけにも応じない程の固い決意？を示しながら、現実に解雇された後で会社に泣きつく。という事実。

又、或る会社では、会社の食事改善を主要求として条件改善を申し入れ、ストライキに入ったという例もありました。

これ等のことを考えたとき、いかに日常の従業員に対する正しいオリエンテーションが重要かを痛切に感じている次第です。

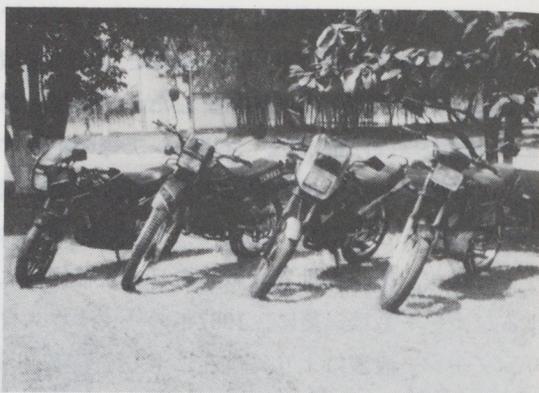
'86/8の解雇は、職場づくりの最中の出来ごとで、トレーニングを積んだ作業員を手離さざるを得ない状態で困惑したのですが、幸い一部の経験工と全くの素人で補充した体制が結果として比較的早期に解雇前の状態を取り戻すことが出来たのです。

教えることの出来る人さえいれば、むしろ全く白紙の人間の方が、教え易いということでした。但し、事務所関係はそうはいきません。経験者が高給で優遇されるため、貴重な人材が他社にいと簡単に移ってしまいます。工業団地内を移動する訳です。全く、頭の痛い問題です。

5. 工場紹介

5-1 製品紹介

YMDAは、こうした社会的環境の下で以下の製品を製造しております。



左より

RD350 LC	350ccロードスポーツ
DT180	180ccトレール
RDZ	125ccロードスポーツ
RD125	125ccストリート

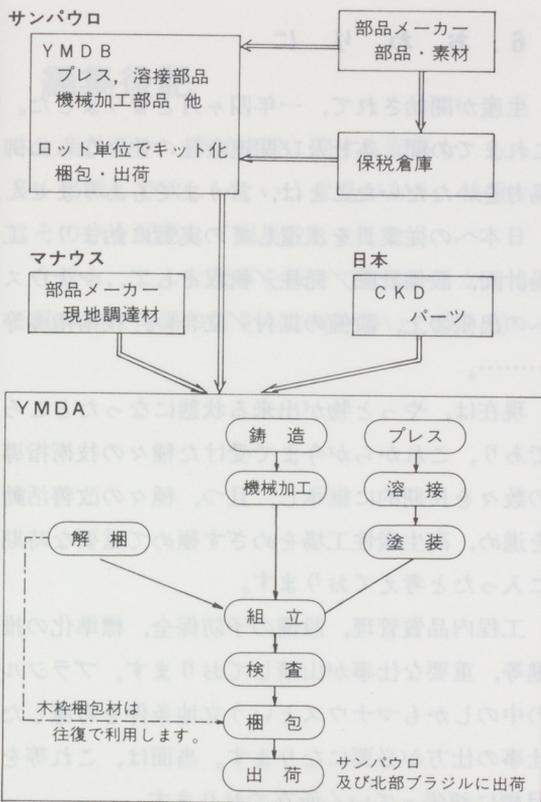
5-2 工場規模

○工場敷地	400,000m ²	
○工場面積		
1号館	casting, 機械, 他	2,920m ²
2号館	部品, 製品倉庫	2,400m ²
3号館	組立, 塗装, プレス溶接, 梱包, 事務所	7,000m ²
	塗料, 油脂倉庫	400m ²
	食堂, 医務室, ロッカー	900m ²
○従業員数	400名	

5-3 生産形態

YMDAは、CKDパーツ、現地調達材・部品、及び、梱包材等を除いて現時点ではほとんどがサンパウロから供給されます。サンパウロより供給されるものを大別すると「YMDA直接購入の資材」と「YMDBが購入・加工するもの」があります。

これ等の資材は、すべてサンパウロ側でキット化して、マナウス側に供給され、これがYMDB内の各工程に供給され、生産が行われます。



5-4 職場紹介

5-4-1 組立職場

組立ラインは、エンジン組立ライン、車体組立ラインがあり、それぞれRD125からRD350までの全モデルの組立を行っております。車体組立ラインは、最後尾にはシャーシダイナモを備えたものとなっております。



5-4-2 解梱・梱包ライン

サンパウロから輸送されてくる大物部品は、木枠に納められています。これを解梱ラインで解梱し、組立ラインに供給します。

又、ラインオフした完成車は防錆処理後、分解／梱包し、コンテナ車に積み込みます。出荷する際は、種々の書類を準備し、関係官庁の承認を得て出荷されます。

サンパウロ～ベレン間の陸路、約3,500kmと、ベレン～マナウス間のいかだ輸送（コンテナ車ごといかだに載せ、アマゾン河を逆のぼる）と、部品と完成車で輸送距離は、1万kmにもなり、このための錆、部品へのキズ付等の品質劣化対策に立上り当初は、大きなエネルギーを費したものでした。

5-4-3 プレス職場

素材は、YMDBで切断、防錆処理の上、マナウスに供給されます。

プレス職場をはじめ、溶接職場、塗装職場は、'86/8から稼動を始めました。このプレス職場は、RD350のフレーム、リヤアーム、メインスタンド、カウリングステー及び、メータBRKTの構成部品を生産しております。

5-4-4 溶接職場

溶接職場は、タンク溶接ライン、RD350のフレーム溶接ライン、リヤアーム溶接ライン、サブ溶接ラインに大別されます。

タイク溶接ラインは、全モデルの溶接組立を行っておりますが、職場環境上、工程内仕掛品を極力減らす工夫と、塗装渡し前の防錆処理が重要なポイントになっております。

RD350フレーム溶接は、外観に露出されるビード部分が多く、心配しておりましたが外観及び、溶け込み共合格し、順調な立上りとなりました。

5-4-5 塗装職場

マナウスは、高温・多湿であり、塗装工場の条件としては極めて好ましくない環境といえますが、チラーユニットを備え、湿度コントロールをし、



3号館 プレス/溶接/塗装/組立工場

静電塗装により、RD350のシルキーホワイト塗装も、日本並品質が得られるものになっており、輸出対応を可能としております。

排水処理も、将来の環境政策に対応出来るように備えております。

5-4-6 機械加工職場

シリンダのボーリング・ホーニング加工ラインと、マシニングセンターを利用したアルミ部品加工ライン及び、ホイール加工ラインから成っております。

この職場は、輸入設備に対する保全体制が、当面の主要課題となっております。

5-4-7 鑄造職場

'86/11より、設備の据付が始まり、鑄造技術課及び、生産六課の出張者の方々により、技術指導をしていただいております。ブラジルの側に、KNOW-HOWの全く無い職場であり、今の時期を大いに活用し、職場づくりに努力して行きたいと思っております。

6. おわりに

生産が開始されて、一年四ヶ月となりました。これまでの間、本社及び関連会社の並々な御協力をいただいたことは、言うまでもありません。

日本への従業員を派遣しての実習に始まり、工場計画、設備計画/発注/検収そして、マナウスへの出張の上、設備の据付/立合い、技術指導等……………。

現在は、やっと物が出来る状態になったところであり、これからが今まで受けた種々の技術指導の数々を長期的に継承し、且つ、種々の改善活動を進め、高生産性工場をめざす極めて重要な時期に入ったと考えております。

工程内品質管理、設備の予防保全、標準化の推進等、重要な仕事如山積しております。ブラジルの中のしかもマナウスという立地条件を考慮した仕事の仕方が必要になります。当面は、これ等を目標に頑張っていく所存であります。

今回、この紙面をお借りして、今までの御指導、御協力に対しての御礼と、今後増々の御指導、御協力をお願いいたしまして、ヤマハモートル・グ・アマゾニアの紹介を終らせていただきます。



編集後記

生産技術や、管理技術に関する記事も、もっと多く掲載して欲しいという意見があり、技報No.4はその点を配慮して編集致しました。

今後も、こんな記事を載せて欲しいとか、もっと具体的に何課の誰さんに何を書いて戴き度いと

いったご意見がありましたら、是非とも事務局までお知らせ下さい。

いつものことながら、休日を返上してまで原稿を執筆して頂いた方々に厚く御礼申し上げます。

ヤマハ技術会 技報 第4号

昭和62年7月5日 印刷

昭和62年7月10日 発行

(禁無断転載) ©

発行所 ヤマハ技術会

発行人 長谷川武彦

編集人 鈴木忠雄

表紙デザイン **YAC**

印刷所 浜松市米津町1181

桐屋印刷株式会社

