

小形モータの負荷特性自動計測システム

Automatic Test System for Load Characteristic of the Small Motors

神部 晃*
Akira Kanbe
安田 徹*
Tōru Yasuda
法月 八郎**
Hachirō Norizuki
関 晃***
Akira Seki
太田 俊光*
Toshimitsu Ōta
岡田 太一郎*
Taichirō Okada

As a step of the company's strategy for enhancing the efficiency of jobs, we have developed and installed "Automatic Test System for Load Characteristic of the Small Motors". This system has realized great savings on labor in the measurement of load characteristic of the small motors, which conventionally involved much time on the part of the engineering and quality control departments. The automatic test system for load characteristic on the shading coil motors has recently been utilized. This paper reports on its applicable range, system configuration, and the outline of its management.

1 まえがき

最近、企業の事務所などには、パーソナルコンピュータ（以下パソコンという）やワードプロセッサなどのOA機器の導入が急速に進み、伝票処理や表計算及び文書処理などの事務作業に、かなりの普及がみられるようになった。

しかしながら製造業の生産現場でのコンピュータの活用となると、化学工業などでのプロセスオートメーション、あるいは一部の先進企業でのファクトリオートメーション（FA）などに限られ、マスコミで宣伝されているほどには、普及が進んでいないのが現状である。

特に現場の核となる「品質管理部署や試料分析室あるいは試験研究室でのパソコンやマイクロコンピュータ（以下マイコンという）を利用した計測・制御の自動化」、いわゆるラボラトリ・オートメーション（LA）の本格的普及・導入は、これからとみられる。

当社では、国内経済の低成長化に加えて、昨今では円高不況更にはアジアNICSの攻勢などの市場環境の厳しさに対応するために、社内各部門で業務・作業処理の効率向上などの体質改善の諸施策が推進されている。

その中でも、特に小形モータ事業部門では、工場の生産合理化の重点推進を計るとともに、最近の市場ニーズの多様化、商品開発期間の短縮化、製品納期の短期化などの諸要求に応えるために、技術・品質管理部門で従来から多くの人手を要していた小形モータの負荷特性計測作業の自動化を、パソコンを利用して進めることになった。

本報告では、初めにパソコンを利用するLAシステムの概要について触れた後、稼働を開始した「小形モータの負荷特性自動計測システム」について紹介する。

2 LAシステムについて

OA、FAに比べて一般に馴染みが少ない「LA」の由来を探ると、ミニコンピュータ（以下ミニコンという）誕生時の逸話とともに、LAにおける技術的な課題がクローズアップされる。

1960年当時一介の回路モジュールメーカーであったDEC (Digital Equipment Corporation) 社は、プログラマブルデータプロセッサ (PDP) なる名称の科学技術用の小形コンピュータを発表した。このコンピュータはビジネス中心のIBM社の大形コンピュータとは異り、従来のコンピュータではクローズされていた入出力側をユーザにオープンにしたため、計測・制御用の機器との接続が比較的容易に行える特長により、大学・研究室などに爆発的な人気を得た。これがきっかけとなって、DEC社は一躍ミニコンメーカーに成長することになった。

これに追従して、IBM社も1台の中形コンピュータを利用して、分析研究室などの多くの計測機器を集中管理する方式を「LAシステム」と名づけて発表した経緯があるが、このあたりに「LA」の語源発生の端がある。

時代は下って、パソコン、マイコンが普及・高性能化した現在でも、技術内容、レベル上の差こそあれ、上述のミニコン創世期におけると同様に、コンピュータと計測・制御機器あるいはユーザ側のハードウェアとの結合

—インターフェイスング—がLAシステム導入上の重要な基幹技術であることは、依然として変わっていない。

以下に、パソコンを使用するLAシステムの企画・開発時において、留意すべき技術上のポイントを列記して、この章のまとめとする。

(1) パソコンの理解

LA技術の習得の第一歩としては、パソコンのハードウェア、ソフトウェア両面の基礎的技術の理解が必要不可欠である。

(2) インターフェイスング (インターフェイス技術)

パソコンと計測・制御機器あるいはユーザ側のハードウェアとの結合を行う時に、インターフェイス (ボード又はLSIチップなど) の使用法から、I/O機器の制御までの知識と理解が必要とされるが、従来よりコンピュータメーカー側からのインターフェイスに関する情報提供は不足がちであるため、ユーザ側としての対応が必要となる。

実務的には、RS-232C、GP-IB、セントロニクスなどの各インターフェイスの特徴の把握とともに、ソフトウェア制御手法についての習得が必要となる。

(3) CPU (パソコン) の選択

パソコンは、低価格、コンパクト、小回りが利くなどの特長で、事務処理用主体で発展してきたが、LAシステムに適用するとすると、高速/大容量データの収集、加工、記録、整理などの能力とともに、前記インターフェイスとも密接に関連するI/O機器の制御可能な、柔軟で強力なソフトウェア及びハードウェア機器の装備が必要とされる。

将来的にシステムの拡張または高速化などが予想される場合には、ソフトウェアの柔軟性とともに、ハードウェア面での拡張性も配慮する必要がある。

(4) ソフトウェア

使用言語をソフトウェアの開発効率の面から見ると、事務またはホビィ用で発展したインタプリタ言語のBASICでなく、モジュール (構造) 化が可能なFORTRANやC言語も検討対象となる。場合によっては、高速性の要求される入出力制御のために、専用LSIをアセンブラ (機械語) レベルで制御することも必要であるため、相応のオペレーティングシステム (OS) の装備も必要となる。

またデータ処理の過程で、図表化作業が当然必要となるため、プリンタ及びプロッタ対応の強力なグラフィックコマンドの完備したソフトウェアが必要となる。

3 システムの適用範囲と構成

小形モータの負荷特性自動計測システムの開発を進める前提条件として、特に次の4点を基本方針として設定した。

- (1) 従来行われてきた負荷特性試験の100%近くを本システムでカバー可能とする。
- (2) 負荷特性試験の自動化の次には、無負荷特性試験や定格負荷特性試験、拘束特性試験などの自動化が考えられるので、それらにも対応できるシステムにする。
- (3) 集録された試験データは、モータ設計時あるいは顧客への技術サービス提供時の基礎資料となるため、データ検索が容易に行えるファイル構造とする。また将来的には、本システムで蓄積された試験データを同種のパソコンによって解析可能とするとともに、モータ設計のCAD・CAE化を計る場合のデータベースとなるように配慮する。
- (4) 本システムのソフトウェアは、当社の小形モータ事業部門ですべて自主開発することにした。当部門ではこの様なソフトウェア開発は初めての事であり、技術的・時間的・人的制約があるため、一度にすべてのソフトウェアを開発することは困難であった。したがって最初にソフトウェアの基本部分を作成し、後々は残りの部分を徐々に追加して行くことができるソフトウェア構造を採用した。

以下の各節では、上記の4点を念頭に置きながら、システムの適用範囲と構成について述べる。

3.1 適用範囲

(1) 対象モータ

当社の小形モータ事業部門では、クマトリモータ、コンデンサモータ、ブラシレスDCモータ、三相モータなどを製造・販売している。この内、三相モータを除く前三つのモータを対象として、負荷特性試験の自動化を図ることになった。

なおブラシレスDCモータには駆動回路があり、この回路の入力電源としては直流または単相50Hz/60Hz、回路の出力としては大半が三相方式である。またモータ制御用として直流電源を使用する場合もあるため、各場合に対応可能なように配慮した。

(2) データ項目の種類

① モータの設計仕様項目

本システムに組込むデータ項目として、表1に示したモータ設計仕様項目がある。これらの項目に対するデータ、例えば電源周波数のデータとしては、50Hz、60Hz、50/60Hz、また極数のデータとしては、2極、4極、6極などのデータを、モータ設計者から吸い上げてデータベース化を計った。

このデータベースを、条件設定時あるいはデータ検索時に使用して、各種各様のデータの中から適当なものを選択することにより、データ入力が可能のようにした。

表 1 /モータの設計仕様項目

Tab. 1/Items in the specification of all motors

仕 様 項 目	仕 様 項 目
電源電圧	固定子補助巻線径
電源周波数	結 線
相 数	巻 数
極 数	主巻線の巻数
タ ッ プ	補助巻線の巻数
出 力	クマトリコイルの寸法(長)
コンデンサ容量	クマトリコイルの寸法(短)
絶縁の種類	直流電圧
鉄心防錆処理	マグネットの材質
鉄心形式	マグネットの寸法
鉄心材質	エアギャップ
鉄心積厚	エンドリング
巻線の種類	スキュー
固定子巻線径	軸受の型番
固定子主巻線径	ケースの材質

② 設定条件項目

負荷特性試験の前に設定する条件項目のリストを表 2 に示す。これらの条件のうちの一部、例えば電源電圧、相数、極数などは、表 1 で示した設計仕様項目(データベース)の中からデータを選択する方式を採用。この表 2 の条件項目を測定データとともに、ディスクに格納することにより、測定データがモータ設計時の有効な資料となる。

また将来課題として、表 2 の中で網掛けして示した

電源電圧や鉄心形式などの、モータ設計上基本となる条件項目で測定データの検索ができるように計画している。

③ 測定項目ならびに計算項目

負荷特性試験において測定する特性項目及びそれらから計算して得る特性項目を図 1 に示す。測定項目は当然ディスクに格納されるが、計算項目も格納することにした。後者は必要な時に再計算すれば得られるので、一見メモリの無駄のようにみえるが、発生時毎に「ファイル参照—計算」のプログラム化の必要があり、またデータ解析の時にも再度それらを計算してからでないと解析に移れないので、上記の方式を採用することにした。

(3) 負荷特性試験成績表の項目と書式

負荷特性試験結果をプリンタ及びプロッタで出力したそのままの形式で、客先に提出できるようにフォーマット化を計った。

試験成績表を作成するときの印刷項目リストを図 2 に、そのフォーマット例を図 22、図 23 に示す。

負荷特性曲線に対しては、横軸として回転数以外にトルクも選べるように、縦軸には希望の特性項目が選択できるように配慮した。また試験条件の違いによる特性の変化を、一つのグラフ中に重ねてプロットできるようにした。

表 2 /設定条件

Tab. 2/Set conditions

■ : データ検索時に用いる試験条件。

分類	番号	試 験 条 件	分類	番号	試 験 条 件	分類	番号	試 験 条 件
一般 事 項 条 件	1	モータの形名	設 計 条 件	24	巻 数	設 計 条 件	53	軸受の型番 (リード側)
	2	モータの形式		25	巻 数 (Hi tap まで)		54	シール名 (#)
	3	電源電圧		:			55	グリスの品名 (#)
	4	電源周波数		29	巻 数 (Ul tap まで)		56	軸受メーカー名 (#)
	5	相 数		30	主巻線の巻数		57	メタルの寸法 (#)
	6	極 数		31	主巻線の巻数 (Hi tap まで)		58	含浸油の品名 (#)
	7	タ ッ プ		:			59	軸受の型番 (反リード側)
	8	出 力		35	主巻線の巻数 (Ul tap まで)		60	シール名 (#)
	9	コンデンサ容量		36	補助巻線の巻数		61	グリスの品名 (#)
	10	絶縁の種類		37	補助巻線の巻数 (Hi tap まで)		62	軸受メーカー名 (#)
	11	試作番号		:			63	メタルの寸法 (#)
	12	ステータ試作番号		41	補助巻線の巻数 (Ul tap まで)		64	含浸油の品名 (#)
	13	ロット番号		42	クマトリコイルの寸法 (長)		65	ケースの材質
	14	製造番号		43	クマトリコイルの寸法 (短)		66	試験電圧
設 計 条 件	15	鉄心防錆処理	44	直流電圧	67	電源周波数		
	16	鉄心形式	45	マグネットの材質	68	タ ッ プ		
	17	鉄心材質	46	マグネットの寸法	69	試験状態		
	18	鉄心積厚	47	エアギャップ	70	試験年月日		
	19	巻線の種類	48	エンドリング番号	71	室 温		
	20	固定子巻線径	49	エンドリング加工量 (内径)	72	湿 度		
	21	固定子主巻線径	50	エンドリング加工量 (外径)	73	気 圧		
	22	固定子補助巻線径	51	エンドリング加工量 (厚さ)	74	使用トルクメータの種類		
	23	結 線	52	スキュー				

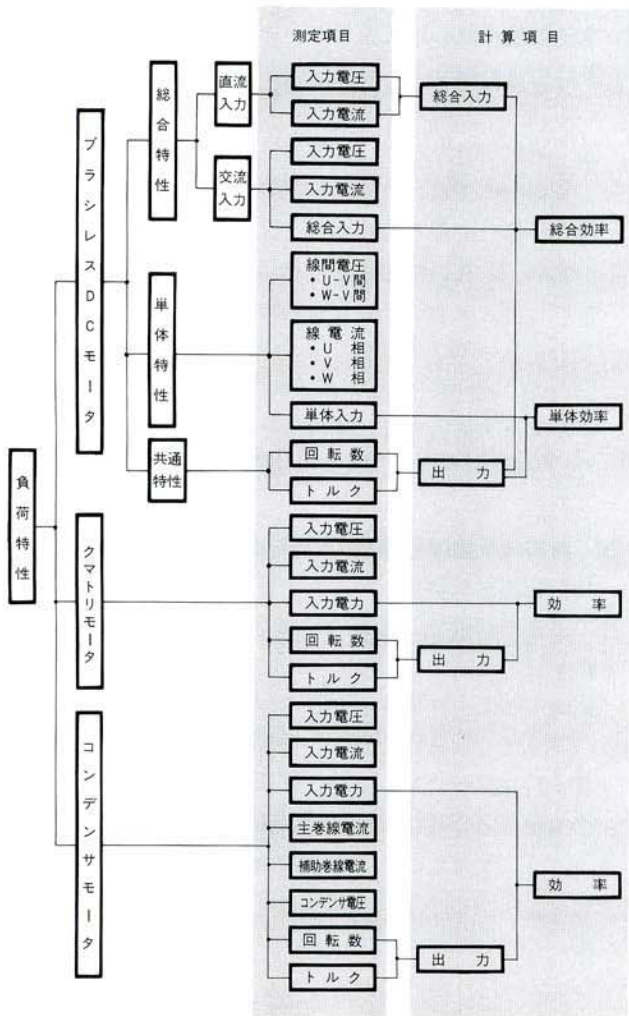


図1 / 測定項目および計算項目
Fig. 1 / Measurement and calculation items

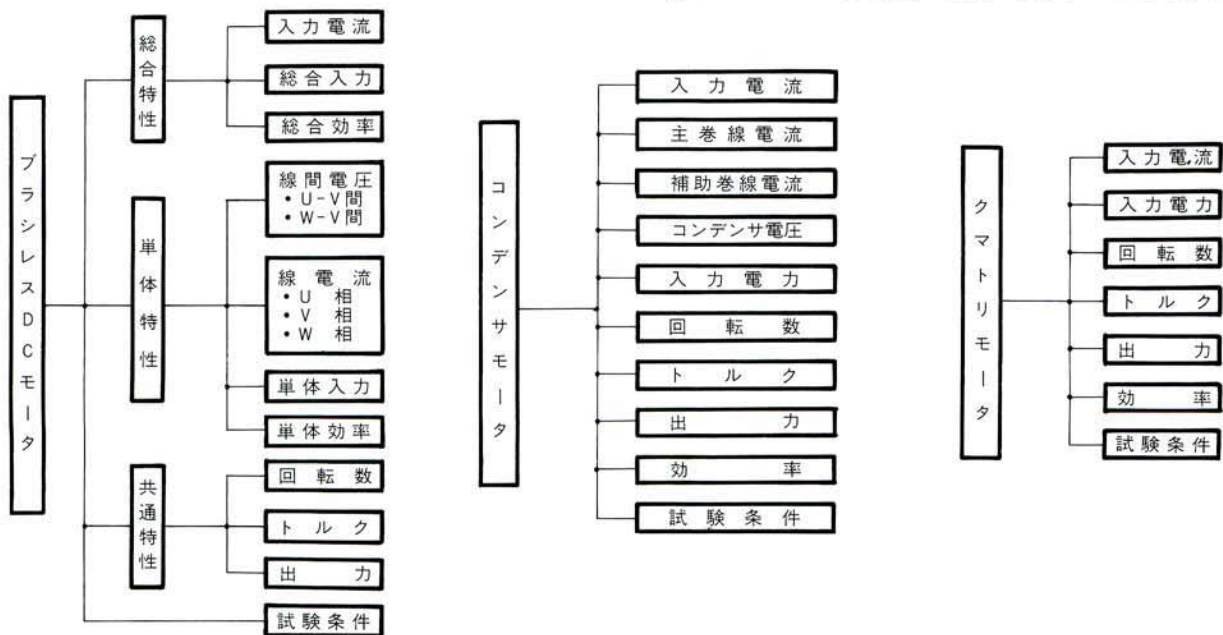


図2 / 印刷項目
Fig. 2 / Printouted items

(4) 測定範囲

本システムでの負荷特性の測定可能範囲は、当社における現在の製造可能範囲、及び今後の市場ニーズの変化に対応できる仕様範囲を想定して、表3のように定めた。

表3 / 測定範囲
Tab. 3 / Measuring range

測定項目	試験対象 クマトリモータ	コンデンサモータ	ブラシレスDCモータ
入力電圧 [V]	AC 0 ~ 560	同左	AC 0 ~ 560 DC 0 ~ 60
入力電流 [A]	AC 0 ~ 50	同左	AC 0 ~ 10 DC 0 ~ 10
入力電力 [kW]	0 ~ 25 (AC)	同左	0 ~ 5.0 (AC) 0 ~ 0.2 (DC)
主コイル電流 [A]		AC 0 ~ 50	
補助コイル電流 [A]		AC 0 ~ 20	
コンデンサ電圧 [V]		AC 0 ~ 840	
線間電圧(三相) [V]			0 ~ 50
線電流(三相) [A]			0 ~ 5
三相電力 [W]			0 ~ 393
トルク [kg·cm]	0 ~ 30	同左	0 ~ 5
回転数 [rpm]	0 ~ 4,000	同左	0 ~ 30,000

3.2 ハードウェアの構成

本システムのハードウェア構成のブロック図を図3に、またシステムの外観図(写真)を図4に示す。図3に示したように、本システムは大別して次の5つのブロックからなる。すなわち一つはパソコンやプリンタ、プロッタなどから成るデータ処理部、二つ目はモータのトルクや回転数を測定するトルクメータの部分である。また三つ目はモータの入力電圧、電流、電力などを測定する計

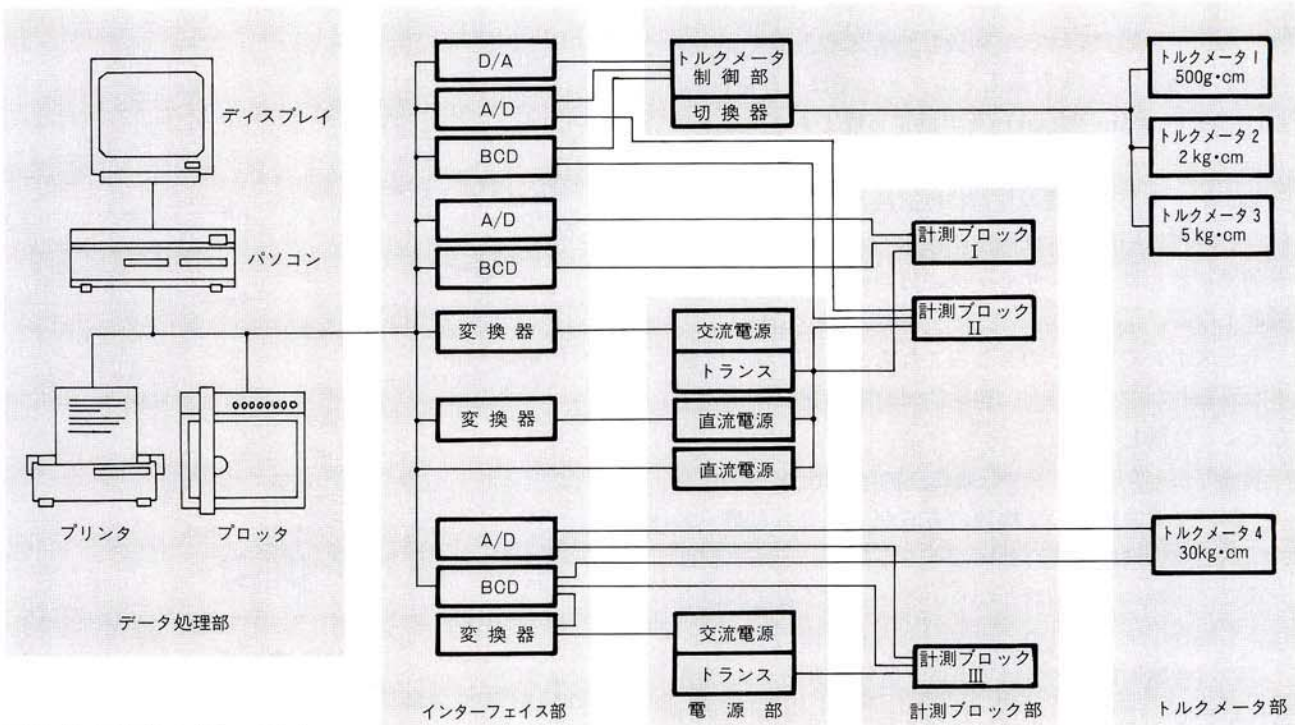


図3/システムブロック図

Fig. 3/Block diagram on the motor characteristics test system



図4/システムの外観

Fig. 4/Appearance of the system

測ブロックの部分である。更に A/D 変換器や D/A 変換器及び TTL 入出力装置の 3 種類のインターフェイス部分がある。最後の一つはモータに電力を供給する電源の部分である。

上記の各部分について以下少し詳しく説明を加える。

(1) データ処理部

2 章でも概説したように、LA で使用されるパソコンが具備すべき必要条件としては、I/O 機器を制御するための強力なインターフェイスを有すること、高速かつ大容量のデータ処理が可能なことである。

ソフトウェア面からは、プログラムの分割作成が可能で、プログラムに拡張性をもたせ易い構造化された言語を有すること、更にプロッタを容易に制御できる強力なグラフィック命令も必要不可欠である。

以上の各条件を考慮した結果、インターフェイスは GP

-IB を採用し、パソコンは HP (Hewlett Packard) 社のモデル 310 を使用することに決定した。

モデル 310 は CPU としてモトローラ社の 16 ビットマイコン MC68010 を使用し、メモリ 容量は RAM 1 M バイトを標準装備している。ディスプレイは 12 インチモノクロビットマップディスプレイで、外部記憶装置として 3.5 インチ両面マイクロフロッピーディスク装置が選択できる。周知のごとく、3.5 インチマイクロフロッピーディスクは、ハードケースに収納され、埃や塵に強く、LA での使用に最適なフロッピーディスクである。

言語としては構造化 BASIC を持ち、プログラムをモジュール分割して作成することができ、更にグラフィックコマンドとして HP-GL (Hewlett Packard Graphic Language) からなる BASIC のコマンドが装備されている。なおこの HP-GL は近年グラフィック言語の規格として制定された GKS (Graphic Kernel System) にほぼ準拠した言語である。

GP-IB インターフェイス (IEEE-488) は元々 HP 社が開発したインターフェイス (HP-IB) であり、モデル 310 で用いられる BASIC にも GP-IB 関連のコマンドが豊富にある上に、最近では GP-IB インターフェイスを有する I/O 機器も多数市販されている。

上記のパソコン、ディスプレイ及び外部記憶装置に、試験結果などを出力するプリンタとプロッタが接続されて、データ処理部が構成される。

(2) トルクメータ

本システム用に、ヒスカップ方式のトルクメータを新たに 3 台導入した。これらのトルクメータはブラシレス DC モータの需要として高速回転での使用が一般的であ

るため、それに対応すべく新設したもので、最大30,000 rpmまで測定でき、また最大トルクとしてはそれぞれ500 g・cm、2 kg・cm、5 kg・cmまで測定可能である。以上の3台のトルクメータで現在のクマトリモータとブラシレスDCモータの全機種種の負荷特性試験が可能となり、更にこの3台に以前より使用中の30kg・cmのトルクメータを加えると、コンデンサモータのほとんどの機種種が試験可能となる。

本システムでは、今のところこれらのトルクメータの単独運転しかできないが、将来的には並列運転が可能となるよう計画している。

新設したトルクメータでは負荷制御として、基本的にトルク制御と速度制御の2種類の方式が可能であるが、図23に示した特性曲線から理解できるように、トルク制御方式では曲線は多価関数となり、モータが不安定動作を起こす場合が生じるため、速度制御方式を採用した。

この速度制御指令信号はアナログ信号であるためD/A変換器を通して与え、またこれら3台のトルクメータの切替や測定レンジの切替などの指令はTTL信号で与える。

(3) 計測ブロック

計測ブロックは、モータの電圧、電流、電力を測定する装置で3台あり、計測ブロックIはトルクが500g・cm以下のクマトリモータやブラシレスDCモータを対象とし、計測ブロックIIはトルクが5 kg・cm以下のクマトリモータ、コンデンサモータ、ブラシレスDCモータを対象とし、最後の計測ブロックIIIはトルクが30kg・cm以下のクマトリモータ、コンデンサモータを対象とする。

各計測ブロックの計測回路のブロック図を図5に示す。これらは計測用の変圧器 (PT)、変流器 (CT) 及びそれらのタップを切替えるリレー、電圧トランスデューサ (TV)、電流トランスデューサ (TA)、電力トランスデューサ (TW) から構成されている。図5(a)の計測ブロックIは単相・三相ラインの線電流、線間電圧、電力を測定し、直流電圧に変換出力するものである。図5(b)の計測ブロックIIはコンデンサモータの主コイル電流、補助コイル電流、コンデンサ端子電圧を測定するために、計測ブロックIの単相計測回路にCT₂、CT₃、PT₂などの回路を追加したものである。CT₂、T_{A2}で主コイル電流、CT₃、T_{A3}で補助コイル電流、PT₂、T_{V2}でコンデンサ端子電圧を測定する。三相計測回路は計測ブロックIと同様である。図5(c)の計測ブロックIIIは計測ブロックIIの単相計測回路と同じものである。

各計測ブロックにはリレーを制御するためのプログラマブルシーケンサが組込まれている。このシーケンサが外部からくるTTLレベルのリレー制御信号を受けてリレーを動作させる。

(4) インターフェイス装置

前述のようにインターフェイス装置としては、A/D変

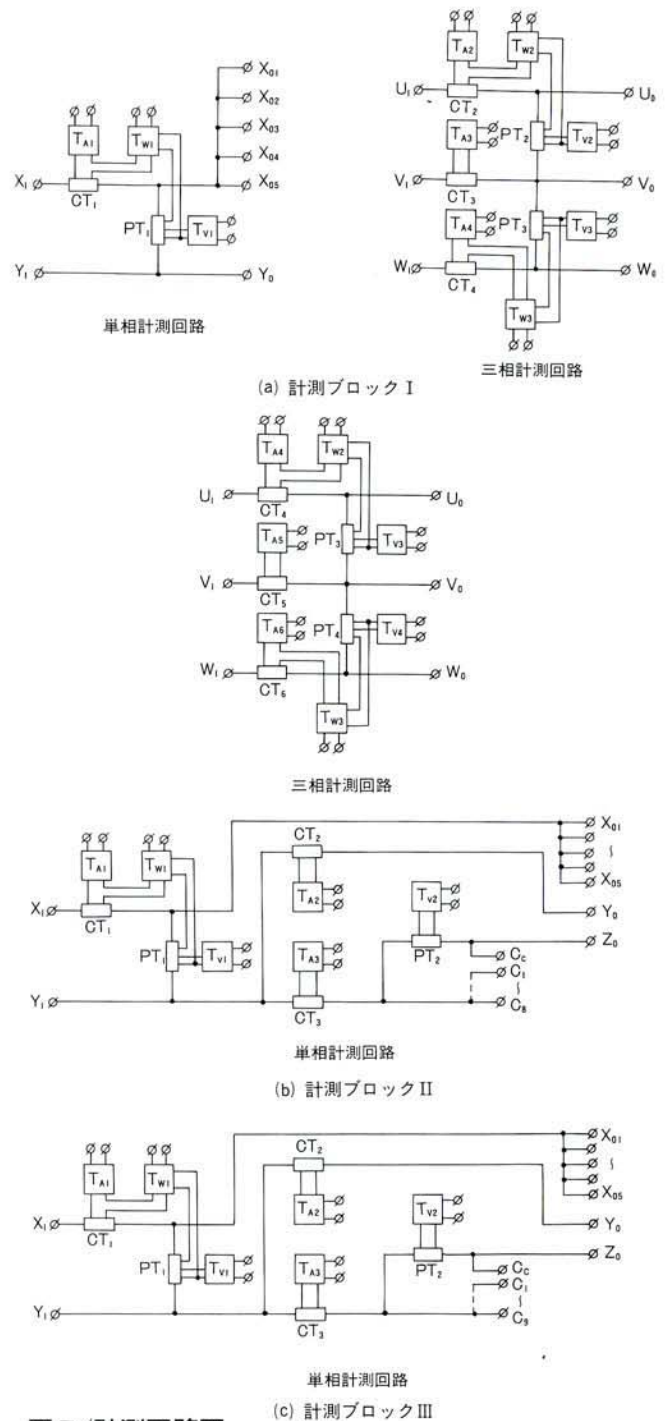


図5/計測回路図

Fig. 5/Circuit blocks for measuring motors

換器、D/A変換器及びTTL入出力装置があり、パソコンと測定装置の間において、各種信号をそれぞれに扱い易い形態に変える機能を果たす。本システムではこれらの装置はすべてGP-IBインターフェイスをもちパソコンとの通信はGP-IB制御で行われる。各装置の使用目的の概要を以下に述べる。

①A/D変換器

本装置は3台あり、計測ブロックの各々に1台ずつ接続されている。各計測ブロックの出力である電圧、電流、電力のアナログ信号を12ビット/5Vのデジタル信号に変換する。またこのうちの1台がトルクメータ

と接続されていて、トルクメータからの回転数とトルクのアナログ出力をデジタル信号に変換する。サンプリングはモータの回転が安定した時に50ms毎に行い、10点のデータを採用して平均したものを測定値とした。

② D/A変換器

本装置は1台でトルクメータと接続されている。パソコンが出力するトルクメータの速度制御指令をアナログ電圧信号に変えてトルクメータの速度を制御する。トルクメータの速度制御電圧は5V/F.S.^(注)でD/A変換器は5V/10ビット単位でアナログ信号に変換する。速度制御はモータの無負荷回転数によって異なり、1,200rpm以下は25rpm以下、2,000rpm以下は50rpm、4,000rpm以下は100rpm、10,000rpm以下は250rpm、20,000rpm以下は500rpm、30,000rpm以下は1,000rpm毎に速度を変化させている。

③ TTL入出力装置

A/D変換器と同様に本装置も3台で、各計測ブロックに1台ずつ接続されている。パソコンの指令によりこの装置からTTLレベルの信号が出力されて計測ブロックをコントロールする。またトルクメータの速度制御以外の測定レンジ切替などの制御はTTL信号で行われるので、3台のうち1台がトルクメータと接続されている。

(5) 電源装置

電源装置としてはトルクが5kg・cm以下のクマトリモータ、コンデンサモータ、ブラシレスDCモータ用の容量1kVAの交流安定化電源と30kg・cm以下のコンデンサモータ用の容量4kVAの交流電源(電動スライダック)がある。またブラシレスDCモータ用の駆動用電源として、容量200Wの直流電源と制御用の容量80Wの直流電源がある。

1kVAの交流電源と2台の直流電源はGP-IBインターフェイスをもっておりパソコンで直接制御できる。特にブラシレスDCモータ駆動用の直流電源は、その出力電圧、出力電流のモニタと並行して、そのデータを送る機能がある。また4kVAの交流電源はTTL信号で制御されて、出力電圧がコントロールされる。

3.3 ソフトウェアの構成

前述のように、パソコンの選択に合わせて使用言語はHP社の構造化BASICを選択した。この言語ではプログラムをサブプログラムに分割して、それだけを単独で作成することができ、またサブプログラムを集めて1つのプログラムにするなどのモジュール化が容易にできる。したがって今回のように複数人でソフトウェア開発を行ったり、ソフトウェアに拡張性をもたせるなどの場合には最適の言語である。

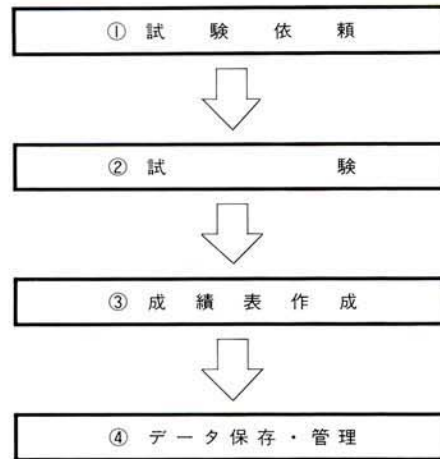


図6/試験作業の概略

Fig. 6/Outline of testing operations

本システムのソフトウェア開発に先立って従来からモータ設計部門で行われてきた試験作業の業務の流れを分析すると次のようになる(図6参照)。

- 最初に試験依頼を書類で受け取り、試験条件を確認する。(①)
- 次に試験を行う。(②)
- データ整理をして試験成績表を作成する。(③)
- 最後に成績表の形式でデータの保存、管理を行う。(④)

上記の4つの作業の自動化が最終目的であるが、今回はその第1ステップとして負荷特性試験及びその試験成績表作成について自動化を進めていくことに決定した。また対象となるモータとして、最初にクマトリモータを選んだ。

(1) 基本構成

プログラムの拡張性及び試験データをモータ設計時の基礎資料として活用し易いようにするため、プログラム構造とデータ構造を次のようにした。

① プログラム構造

図6に示した各作業毎、そして負荷特性試験や無負荷特性試験などの各特性試験毎、及びモータの種類ごとに独立にプログラムを作成する。そして必要に応じてそれらのプログラムの一つを選んでフロッピーディスクからメインメモリに自動的にロードできるようにする。そのための制御プログラムも独立させて作成する。

② データ構造

試験データは各特性試験毎、及び試作モータ毎に独立したファイルに格納する。そして、それらのファイルを管理するためのディレクトリファイルを設ける。

また、プログラムが格納してあるディスクと試験データを格納するディスクとを分ける。更に、試験データを格納するディスクも、試験作業用のディスクとデータベース用のディスクに分ける。プログラムが格納してある

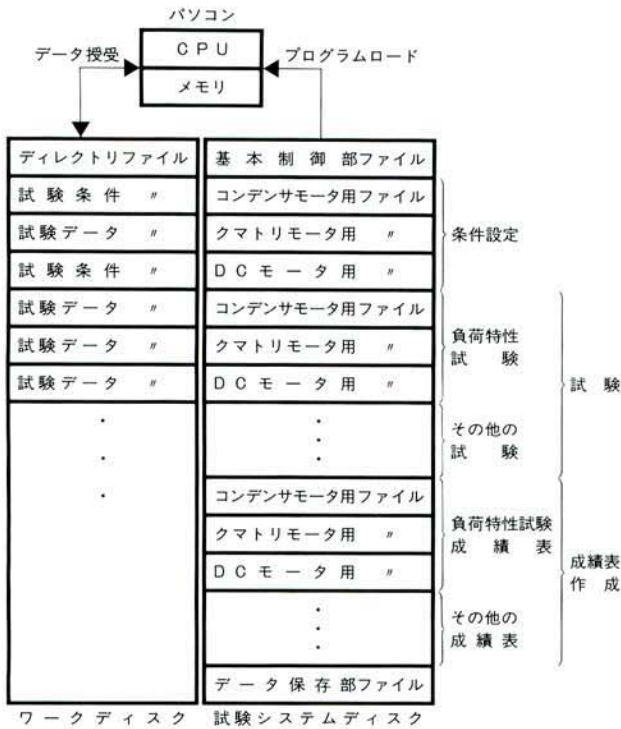


図7/試験システムディスクとワークディスク
Fig. 7/Test system disk and work disk



図8/プログラムの基本構成
Fig. 8/Basic structure of test system program

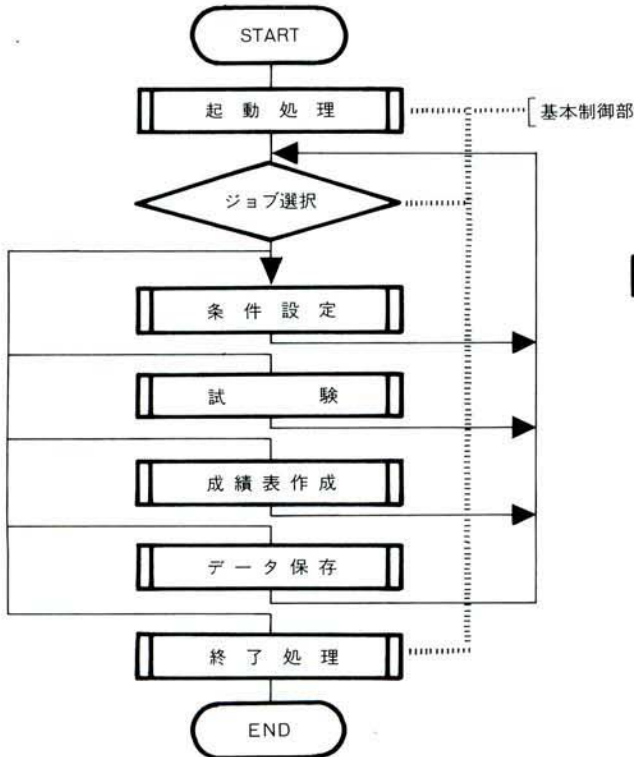


図9/基本フローチャート
Fig. 9/Basic flow chart

ディスクを試験システムディスクと呼び、試験作業用のデータディスクをワークディスク、データベース用のデータディスクを保存ディスクと呼ぶことにする。試験システムディスクとワークディスクの構造と、この両者とパソコンとの関係を図7に示す。

試験システムディスクに格納されているプログラムの基本構成を図8に、またこのプログラムの基本フローチャートを図9に示す。基本制御部は全体的なプログラムの流れを制御するもので、他のプログラムのロードを行う。図9の基本フローチャートに示すように、他のプログラムは基本制御部で選択されるたびにメモリにロードされ実行される。そして実行終了後に再び基本制御部を自動的にロードし実行する。条件設定のプログラムは3.1節(2)項で述べたような条件を設定するためのプログラムである。試験のプログラムは設定した試験条件を基にして各特性試験を実行するためのプログラムである。今回は負荷特性試験を行うプログラムである。成績表作成のプログラムは試験結果をプリンタやプロッタに出力して客先に提出する試験成績表を作成するものである。

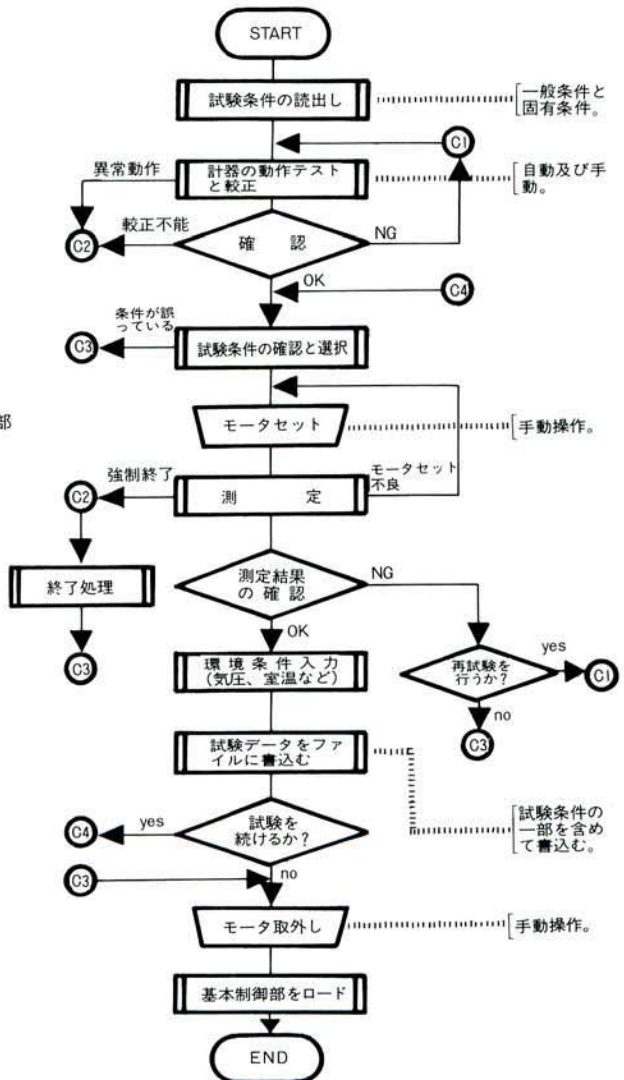


図10/負荷特性試験の概略フローチャート
Fig. 10/General flow chart of the load test program

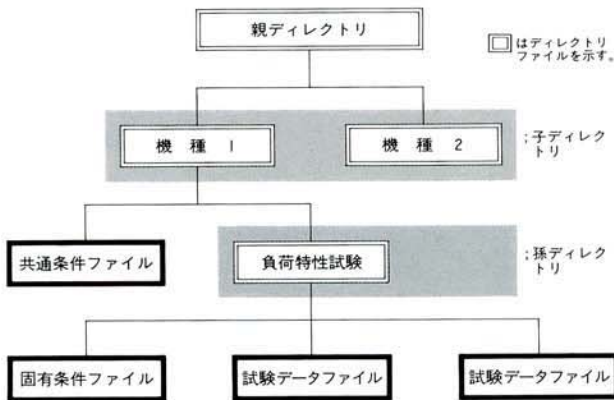


図11/ワークディスクのファイル構造

Fig.11/Tree diagram of files in the work disk

データ保存のプログラムはワークディスクに格納されている試験データを保存ディスクに移すためのプログラムである。

ここでは特に負荷特性試験プログラムの概略フローチャートを図10に例示する。

(2) ファイル構造

前節で述べたように試験データ格納用ディスクとしてワークディスクと保存ディスクを設ける。ワークディスクは試験途中のデータを一時的に格納しておくための作業用ディスクである。保存ディスクはデータを永久に保存・管理し、データベースとして利用できるようにしたディスクのことである。本項ではこれらのディスクのファイル構造の概要について簡単に説明する。

ワークディスクのファイルの階層構造を図11に示す。ディレクトリファイルは三種類あって、レベルの上位の順に親ディレクトリ、子ディレクトリ、孫ディレクトリの各ファイルがある。孫ディレクトリファイルは各特性試験ごとにあり、その試験に固有な試験条件を格納する固有条件ファイルとその特性試験データを格納する試験データファイルを管理する。子ディレクトリファイルは被試験モータの機種ごとにあり、各特性試験に共通な条件を格納する共通条件ファイルと孫ディレクトリファイルを管理する。親ディレクトリファイルはただ一つで子ディレクトリファイルを管理する。

保存ディスクのファイル構造はワークディスクとほぼ同じである。異なっているのは親ディレクトリファイルだけである。これはデータ検索を考慮したためで、ワークディスクの親ディレクトリファイルの構造を図12に、保存ディスクの親ディレクトリファイルの構造を図13に示す。保存ディスクの親ディレクトリファイルには、データ検索用の分類コードや回転数とトルクの値で検索するためのコードを含んでいる。

ここでデータ検索用の分類コードとは、3.1節の(2)項で述べた電源電圧や鉄心形式などの設計条件をコード化したものである。

親ディレクトリファイル以外のファイルの一例として

クマトリモータの負荷特性試験データファイルの構造を図14に示した。

レコード No. 1 レコード=104バイト

1	a1	a2							
2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									

(a) 保存形式

項目番号	親ディレクトリの内容	レコード内のバイト数	例
a1	最大登録機種数	2	20 (default)
a2	現在の登録機種数	"	0 (初期値)
a3	管理情報	"	"
a4	子ディレクトリファイル名 (=登録機種ファイル名)	14	A000
a5	モータの形式 (=登録機種名)	"	BCS-30225
a6	試作番号	10	I-5050
a7	登録日	16	10 Dec 1986
a8	全試験完了日	"	"
a9	データ保存日	"	"
a10	納期	"	"

(b) ファイルの内容とデータ形式

図12/ワークディスクの親ディレクトリファイル構造

Fig. 12/Structure of the root directory file in the work disk

レコード No. 1 レコード=112バイト

1	d1	d2	d3						
2	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10		
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10		
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									

(a) 保存形式

項目番号	親ディレクトリの内容	レコード内のバイト数	例
d1	最大保存機種数	2	30 (default)
d2	現在の保存機種数	"	0 (初期値)
d3	検索方法の個数	"	5
d4	管理情報	"	0 (初期値)
d5	ファイル名の先頭コード	14	A000
d6	モータの形式	"	BCS-30225
d7	試作番号	10	I-5050
d8	全試験完了日	16	10 Dec 1986
d9	SD No. または QMJ No.	14	SDI2345678
d10	分類コード	42	100:50:C:30::2:::
d11	回転数とトルクの検索コード	112又は88	

(b) ファイルの内容とデータ形式

図13/保存ディスクの親ディレクトリファイル構造

Fig. 13/Structure of the root directory in a preserved disk

レコード
No

1レコード=50バイト

1	ALD1	空 領 域					
2	ALD2	ALD3	空 領 域				
3	0	ALD4	ALD5	ALD6	ALD7	ALD8	ALD9
4	ALD10	ALD11	ALD12	ALD13	ALD14	ALD15	ALD16
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

(a) 保存形式

項目番号	データ項目	レコード内のバイト数	例
ALD1	負荷特性試験条件の組合せ番号	2	1
ALD2	データ数	"	50
ALD3	入力電圧 [V]	8	100.0
ALD4	回転数軸の最大値 [rpm]	"	2000
ALD5	トルク軸の最大値 [g·cm]	"	1000
ALD6	入力電流軸の最大値 [A]	"	1.000
ALD7	入力電力軸の最大値 [W]	"	120.0
ALD8	出力軸の最大値 [W]	"	40.00
ALD9	効率軸の最大値 [%]	"	100.0
ALD10	データ管理情報	2	0 (初期値)
ALD11	回転数 [rpm]	8	1748
ALD12	トルク [g·cm]	"	23
ALD13	入力電流 [A]	"	0.563
ALD14	入力電力 [W]	"	58.5
ALD15	出力 [W]	"	0.41
ALD16	効率 [%]	"	0.7

(b) ファイルの内容とデータ形式

図14/負荷特性試験データファイルの構造(クマトリモータの場合)
Fig. 14/Structure of a data file in the load test. (For the shading coil motor)

4 システムの運用

システムの運用手順としては、最初にその日に負荷特性試験を行うすべてのモータの試験条件を入力しておく。次にモータの負荷特性試験を行い、最後に試験成績表を作成する。勿論この手順に従わず、1つのモータの負荷特性試験の後、別のモータの試験条件を入力し、その後また別のモータの試験成績表を作成することも可能である。ここでは前者の手順に従って説明することにする。

4.1 条件設定

現在のところ負荷特性試験に最低限必要な条件と成績表を作成する時に必要な条件しか入力できない。

システムを起動すると最初に図15のように実行ジョブを聞いてくるので、キーボードの↑、↓キーを押してカーソル(図中の矢印)を動かし、ジョブを選ぶ。ここでは条件設定(1.Setting conditions)を選ぶ。条件設定で入力する条件のCRT表示を図16に示す。入力方法は、例えば図16(a)の定格電圧(Rating voltage)を入力する場合には、表1に示した項目に関するデータがプログラム中に取り入れられているので、図17のようにCRT上に表示されたデータから選択するなどにより、極力キーボードからデータを打込む操作を少なくした方法を取っ

ている。また試験電圧も5種類まで設定できるようにしており、図18に示すように、定格電圧及びその±10%、±15%増などの電圧の中から選べるようにした。

設定された条件はワークディスクに格納される。

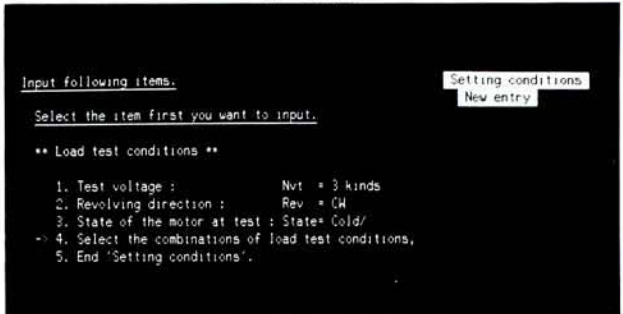


図15/ジョブ選択メニュー

Fig. 15/Menu of job selection



(a) 一般条件



(b) 固有条件

図16/条件設定例

Fig. 16/Example of setting conditions

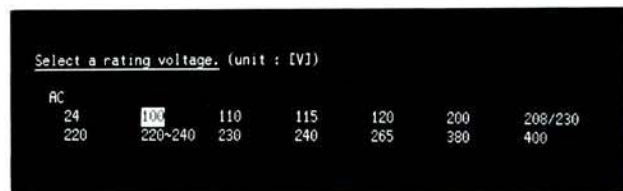


図17/定格電圧の選択

Fig. 17/Selection of rating voltage

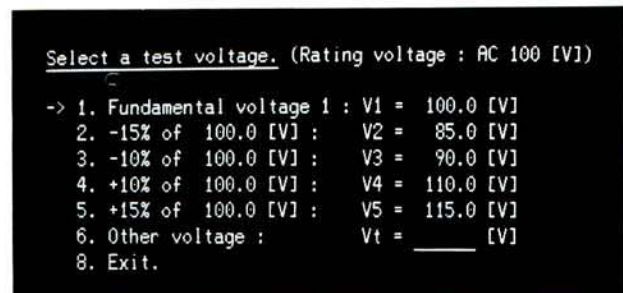


図18/試験電圧の選択

Fig. 18/Selection of test voltage

4.2 負荷特性試験

条件設定が終わると最初のジョブ選択に戻る。ここで負荷特性試験を選ぶと、条件設定されてワークディスクに登録されたモータのリストが図19のように表示される。ここで被試験モータを選ぶ。次に、実行する試験条件を

```

Select one among the following motors.

      Name      Try      Entry      Test      Preserve      Deliver
1.  CY2081 F  1-5752  26 Aug 1987
2.  C19152      28 Aug 1987
3.  N-1534      1-5769   8 Sep 1987   8 Sep 1987
4.  K1516       1       3 Aug 1987  11 Sep 1987
5.  K1516       2       3 Aug 1987  11 Sep 1987
-> 6.  K-1516    1-0001  10 Sep 1987
7.  CS2025     1       4 Aug 1987   6 Aug 1987   12 Sep 1987
8.  CS2025     2       4 Aug 1987   7 Aug 1987
9.  CY2068     2       5 Aug 1987   6 Aug 1987
10. CY2068     3       6 Aug 1987   6 Aug 1987
11.  C25       7 Aug 1987  17 Aug 1987
99. Exit.
    
```

図19/登録モータリスト表示例

Fig. 19/Example displaying a list of registered motors

```

Motor : K-1516      Trial No. : 1-0001      Characteristics Test
Lot No. :          Load test

Rating
Phase 1      Vin [V] 100      F [Hz] 50/60      Pole 4      Tap [speeds] 1

Test conditions
Vt [V] 100.0      Ft [Hz] 50      Tap No      State Cold      DTw [deg] 0      Rev CW      T. meter 2 kg-cm

Load test start !

Now measuring !

No. Vin Speed Torque Iin Pin
[V] [rpm] [g-cm] [A] [W]
21 100.2 938 522 .548 41.4
    
```

図20/負荷特性試験実行中の表示例

Fig. 20/Example displaying in testing the load characteristic of a motor

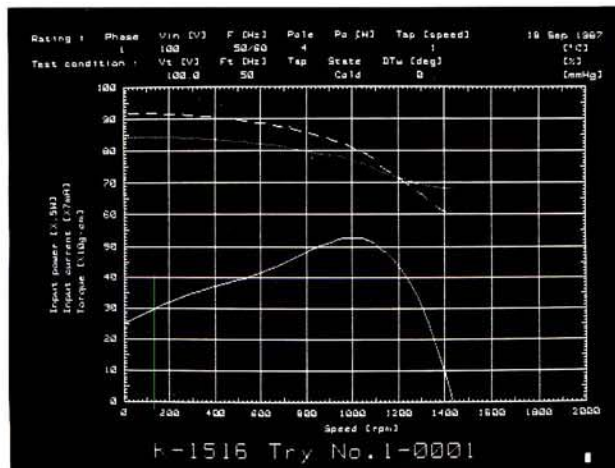


図21/測定結果の表示例

Fig. 21/Example displaying measured data

選び、測定を開始させる。図20に測定中のCRT表示を示す。測定方法は無負荷状態から、1.5秒ごとに無負荷回転数に応じて100rpm又は50rpm、25rpmずつトルクメータの回転数を減らし、拘束状態まで測定する方法をとった。時間間隔1.5秒のうち回転数を安定させるため前半の1秒間待ち、後半の0.5秒間に10点データをサンプリングして、その平均値を測定値とした。

測定が終わると、図21のように結果が表示される。図21の実線はトルク (T)、点線は入力電流 (I)、破線は入力電力 (Pi) である。以上のように試験直後に測定結果が目視確認できるとともに、結果が芳しくない場合は再試験を繰返し行なうことが可能である。

測定されたデータはワークディスクに格納される。

4.3 負荷特性試験成績表

図15のジョブ選択において試験成績表作成 (3. Making test report) を選び、図19において成績表を作成したいモータを選ぶ。そして、負荷特性データ表か又は負荷特性曲線を作成する。作成した一例を図22、図23に示す。図22が負荷特性データ表でA4用紙の範囲内に納まるようにフォーマットした。図23は負荷特性曲線である。3章でも述べたように、横軸は回転数かトルクのどちらかを選ぶことができる。縦軸は図22図示にある特性項目のうち希望の項目を4種類まで選ぶことができる。また、図23(b)に示すように、試験条件の違いによる特性の違いも表示可能である。更に図23(c)のように、多種類の特性項目の試験条件による違いを同時にプロットアウトも可能である。

* Load Test *

Date : 10 Sep 1987

```

Model : K-1516      Trial No. : 1-0001      Lot No. :

Rating
Phase 1      Vin [V] 100      F [Hz] 50/60      Pole 4      Po [W]      Tap [speed] 1

Test condition
Vt [V] 100.0      Ft [Hz] 50      Tap No      State Cold      DTw [deg] 0      Rev CW      T. meter TR-2K-U1
Room temp. 23.5 (°C)      Humidity 67.0 (%)      Pressure 757 (mmHg)

Test data
    
```

Speed [rpm]	Torque [g-cm]	Iin [A]	Pin [W]	Po [W]	Effi. [%]
1737	0	.426	24.9	0.00	0.0
1679	120	.427	26.2	2.07	7.9
1558	307	.443	29.5	4.91	16.6
1451	396	.461	31.9	5.91	18.5
1348	446	.482	34.4	6.17	17.9
1246	456	.498	36.0	5.84	16.2
1142	442	.512	37.3	5.19	13.9
1040	420	.523	38.1	4.49	11.8
938	388	.532	38.9	3.74	9.6
837	356	.539	39.3	3.06	7.8
736	330	.544	39.8	2.49	6.3
634	310	.548	40.0	2.02	5.0
532	301	.551	40.4	1.64	4.1
431	290	.554	40.7	1.28	3.2
331	272	.556	40.8	.92	2.3
232	252	.558	41.1	.60	1.5
136	228	.559	41.2	.32	.8
0	195	.560	41.2	0.00	0.0

図22/負荷特性データ表

Fig. 22/Load characteristic data

5 あとがき

現在稼働を始めたシステムはクマトリモータの負荷特性試験を行った後、その試験成績表を作成するところまでをカバーしている。システムとしては、ハードウェアはほぼ完成に近い段階にあるが、ソフトウェアはほんの第一歩を踏み出した段階である。そのため3章で述べたようなデータ解析時に必要となる設計条件を設定するプログラムや自動計測した試験データをデータベース化するプログラムはまだ組み込まれていない。

しかしながら、このようなシステムでも、従来から多人数の労力を要していた負荷特性試験作業を1人で行えるようになり、作業の効率向上が期待されている。

機器事業部としては、このようなコンピュータを応用したシステムの自主開発は初めてのことであったが、関係部署の絶大なる御支援、御協力により、一応の成果が得られたことに対し、感謝の意を表明する。

今後はコンデンサモータ、ブラシレスモータの負荷特性の自動計測は勿論のこと、無負荷特性などの計測システムあるいは設計業務支援用の蓄積試験データの検索システムなどを逐次開発推進する計画である。

これらシステムが完成の暁には、改めて報告を行うことを約束して、結びに代える。

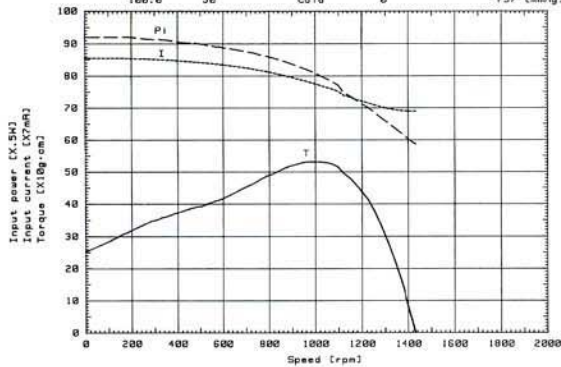
参考文献

南 茂夫 「科学計測とラボラトリー・オートメーション」
インターフェイス Feb. 1983

塩島康造他2名 「計測におけるパーソナルコンピュータの応用」

共和技報 第341号 (昭和61年7月1日)

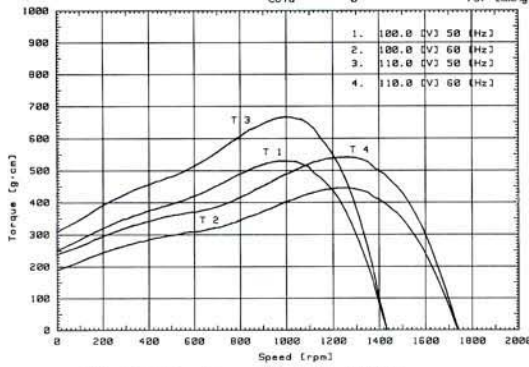
Rating : Phase Vin [V] F [Hz] Pole Po [W] Tap [speed] 10 Sep 1987
1 100 50/60 4 1 23.5 [°C]
Test condition : Vt [V] Ft [Hz] Tap State DTw [deg] 67.0 [°]
100.0 50 Cold 0 757 [mmHg]



K-1516 Try No. 1-0001

(a)

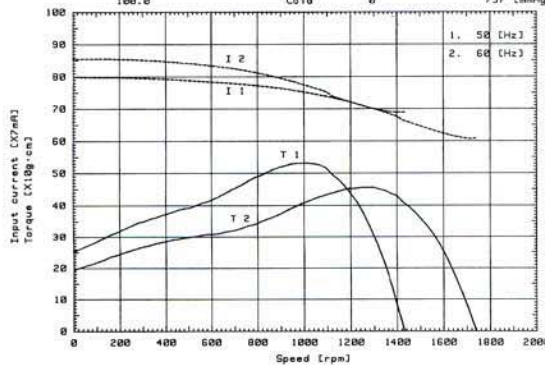
Rating : Phase Vin [V] F [Hz] Pole Po [W] Tap [speed] 10 Sep 1987
1 100 50/60 4 1 23.5 [°C]
Test condition : Vt [V] Ft [Hz] Tap State DTw [deg] 67.0 [°]
100.0 50 Cold 0 757 [mmHg]



K-1516 Try No. 1-0001

(b)

Rating : Phase Vin [V] F [Hz] Pole Po [W] Tap [speed] 10 Sep 1987
1 100 50/60 4 1 23.5 [°C]
Test condition : Vt [V] Ft [Hz] Tap State DTw [deg] 67.0 [°]
100.0 50 Cold 0 757 [mmHg]



K-1516 Try No. 1-0001

(c)

図23/負荷特性曲線

Fig. 23/Load characteristic curves