

ISSN 0452-2982
UDC 533. 6. 071
533. 6. 08
681. 3. 02

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-629

大型低速風洞における分散処理システムについて

星野秀雄・室田勝一・近藤洋史

1990年11月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

大型低速風洞における分散処理システムについて*

星野秀雄** 室田勝一** 近藤洋史**

1. まえがき

当研究所大型低速風洞¹⁾は、昭和40年9月竣工以来航空機の研究開発、当所の独自研究や外部機関からの依頼試験等多種多様な風洞試験に利用されてきている。風洞は、所要の気流を測定部に発生させるための風洞本体と被測定物体を設置して必要なデータを計測する計測設備とに大きく分けられることができる。

これら設備のうち、過去20年間の使用により老朽化していた計測システムの重要部分である静的量計測装置(図1参照)⁴⁾が故障したのに伴い、昭和62年度にその更新を行った。この更新に当たっては、測定チャンネルの増加(空気力等のアナログデータは18チャンネルから40チャンネルに、圧力データは240点から480点)、気流パラメータと試験情報モニター機能及びデータ収集等の分散化を計った。

改修計画時点では、データ処理システムは日本データゼネラル社製ミニコンピュータ ECLIPSE S/140(以下旧システムと称す)を主体に計測用インターフェースを付加したシステムで、OS(Operating System)はマルチタスクが可能なリアルタイム性を持った MRDOS (Mapped Real Time Disk Operating System)のもとに動作していた。ただ、このシステムは各種インターフェースのライブラリが、現在の技術水準から判断して非常に操作性が悪く、データ収集プログラム作成上困難さが伴い、又A/D変換器の分解能が11ビットと性能不足であった。

データ収集の分散化に当たっては、旧システムで取られていたミニコンピュータ一括集中処理方式から分散処理方式とし、システムの負荷分散を計

った。即ち、FA (Factory Automation) コンピュータシステムにより風速、動圧、静圧、模型姿勢角等の気流パラメータの測定^{注)}、監視及び模型姿勢角の自動設定とデータ収集の自動化を計り、更にデータの平均等の簡単な処理も改修システム(以下本システムと称す)にて行い、その集約された結果を RS-232C、又は GP-IB等の統一規格のインターフェースにて転送し、所定の形式のデスクファイルに収集データを記録し、空力係数化、グラフ化等を旧システムホストコンピュータ側にて行え得る様にした。

今回の改修による分散処理方式化により、平成元年度に行われた大型低速風洞データ処理システム(以下ホストシステムと称す)の更新により日本データゼネラル製 ECLIPSE MV/7800XP に代替えされた時も、RS-232C及びGP-IBインターフェースに係る部分のプログラムを書き替えればよく、ホストシステム代替えに伴う移行作業はかなりの程度省力化且つ迅速化できた。

本報告では、分散処理方式化した部分(本システム)を主体にして、そのシステム構成と機能を紹介する。又ホストシステムについては、本システムで収集されたデータをホストシステムに転送するデータ通信に関する部分及び試験結果をオンライン表示する為の処理プログラム部分について紹介する。

2. 本システムの構築要件

旧システムでは、ミニコンピュータをオペレーターコンソールとして気流パラメータの測定や力及び圧力データの収集等一連の風洞試験に伴う作業を行っていたが、風洞試験内容の高度化に伴ってデータ収集時に他のバッチ処理を行うと性能的に

*平成2年9月25日受付
**空力性能部

注) 気流パラメータ測定・監視システムより取込むデータは全て気流パラメータとする。

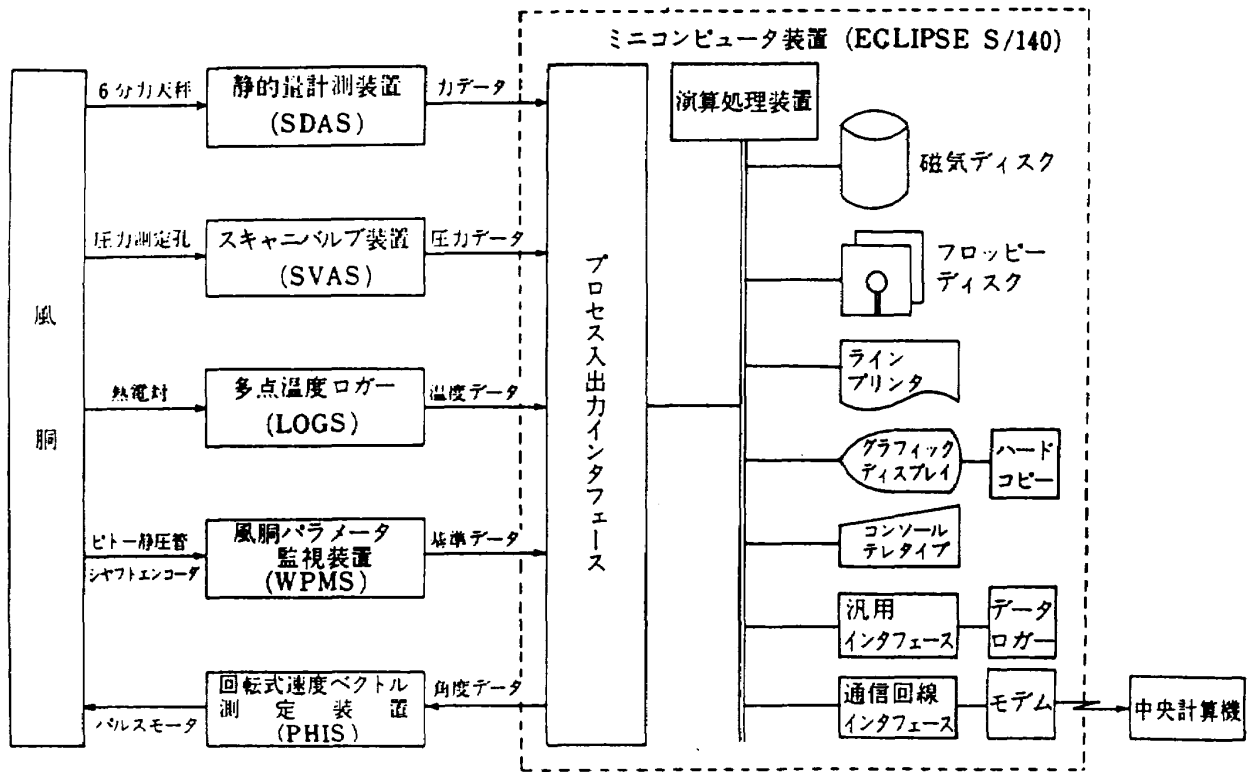


図1 旧システムハードウェアブロック図(文献4より引用)

無理が生じることがあった。その為、航空機や飛翔体の高性能化に伴う風洞試験要求に十分には対応できなかったため、各作業内容毎にシステムの分散化を計ることとした。以下に本システムを構築する時点で明らかとなっていた旧システムの問題点及び本システムに求められる基本要件を述べる。

2.1 旧システムの問題点

- (1) 風洞試験時にシステムが占有され、早い段階でのデータ処理が不可能
- (2) 風洞測定部に於て、気流パラメータや試験情報が円滑に把握できない
- (3) 計測及びデータ処理等のアプリケーションプログラムが非常に複雑化している
- (4) 操作性が悪い(風洞試験時における計測操作及びデータ処理手順)
- (5) 処理速度が遅い(データ収集に関して、6チャンネルデータ50回平均で約20秒要する)

又PIO(Process Input Output)インタフェース及びこれを動かすライブラリの操作性が悪いため、

- (6) プログラムの作成効率が悪い(迅速なシス

テム構築が難しい)

- (7) ミニコンピュータが変わる(OS, 入出力インタフェースも含む)と従来のアプリケーションプログラムが全て使用不可能になり、プログラム作成労力が非常に大きい

2.2 基本要件

上記(1)から(7)項目の問題点を考慮し、以下に示すような事項を基本要件とした。

- (1) 風洞試験に於ける計測操作及びデータ処理手順が簡単且つ円滑に行える
- (2) 使い易いマンマシンインタフェースの導入
- (3) 模型姿勢角設定の自動化とこれに伴うパラメータ設定のテーブル化を充実
- (4) 試験中に於けるデータの監視モニター機能の充実
- (5) 気流パラメータ及び試験情報モニター機能の充実
- (6) 各種プログラムは複雑化を避けるため階層構造(機能別にモジュール化)にする
- (7) 各種測定器とシステム間のデータ通信は、標準インタフェース(RS-232C, GP-IB)を採用す

る

(8) 各種測定器は可能な限りインテリジェント機能を有するものを採用する

3. 本システムのハードウェア構成と機能

図2-1にハードウェアブロック図を図2-2に全体の構成を示す。本システムは、気流パラメータ測定・監視システムと計測システムから成り、これにホストシステムが接続されている。2台のFAコンピュータ間のデータ通信は、高速(1メガビット/秒)専用バス(以下システムバスと称す)で接続されている。ホストシステムとのデータ通信は、RS-232Cインタフェースに準じたシリアル転送を採用している。又各種計測器からのデータ収集及びコントロールは、GP-IBインタフェースを採用し、各種風洞試験に対応したシステムが短時間に容易に構築できる様に配慮した。FAコンピュータ及び付属機器の性能概要を表1に示す。

3.1 気流パラメータ測定・監視システム

気流パラメータ測定・監視システムは、FAコンピュータ、インテリジェント・メインセンサターミナル(以下メインセンサターミナルと称す)及びインテリジェント・サブセンサターミ

ナル(以下サブセンサターミナルと称す)から構成されており、風洞測定部の温度、静圧、動圧の測定と模型角度の設定及びこれら気流パラメータ情報を風洞制御盤等に表示したり、試験情報を風洞測定部のビデオモニタに表示したりして風洞試験の進捗状況の監視を行う。又データ収集に際して計測システムに各種試験に対応したプログラムの起動指令や計測指令コマンドを出すオペレータ・コンソールとしての機能をもっている。

(1) FA コンピュータ

コンピュータは、YEWMAC300(横河電機社製)で16ビットのマイクロプロセッサを載せ、メインメモリは1メガバイトを有している。又特長として

- (イ) リアルタイム OS で、各種入出力インタフェースとの割り込み処理がBASIC言語で容易に行える
- (ロ) 複数プログラム(4タスク)の並列処理が可能
- (ハ) インテリジェント・センサターミナルを分散配置し、システム・バス(同軸ケーブル)に接続することにより、高速(1メガビット/秒)なデータ転送ができ、総延長1kmまで延ばすことができる
- (ニ) インテリジェント・センサターミナルは、

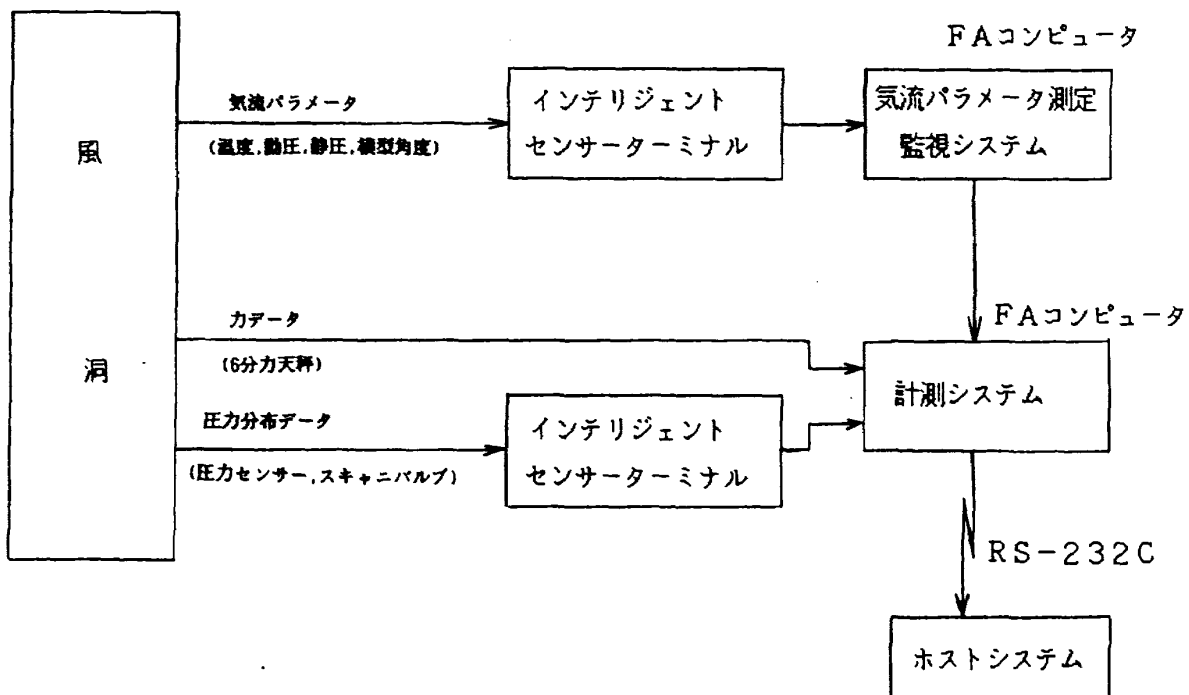


図2-1 本システムハードウェアブロック図

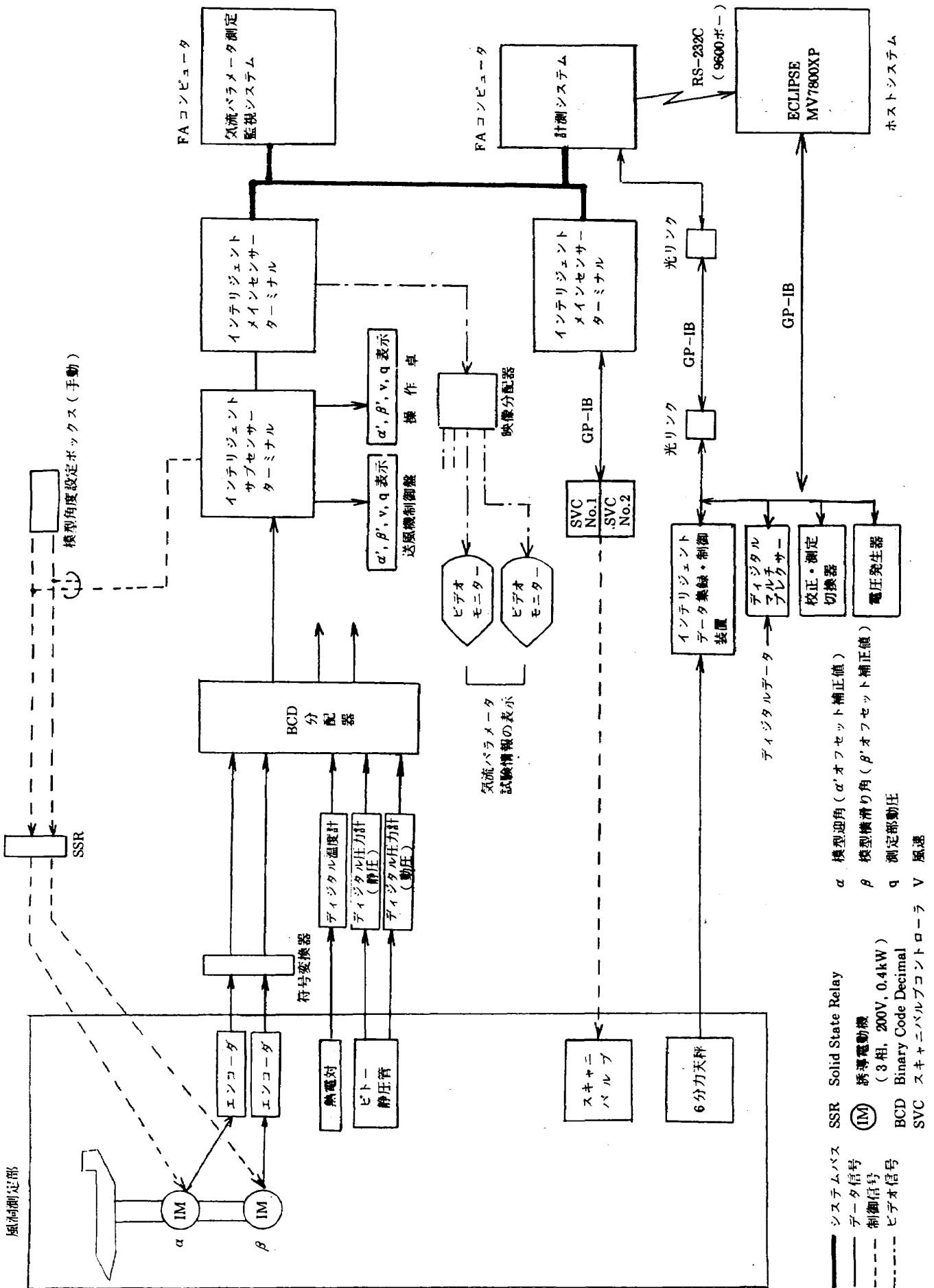


図2-2 本システムハードウェア構成

- システムバス
- - - データ信号
- ⋯ 制御信号
- ⋯ データ信号
- SSR Solid State Relay
- IM 誘導電動機 (3相, 200V, 0.4kW)
- BCD Binary Code Decimal
- SVC スキャニバルコンローラ
- α 模型迎角 (α' オフセット補正値)
- β 模型横滑り角 (β' オフセット補正値)
- q 測定部動圧
- V 風速

表1 FA コンピュータ及び付属機器の性能概要

項目	性能	項目	性能	項目	性能
FAコンピュータ	YEWMAC300 (横河電機製)	インテリジェント メインセンサー ターミナル	M3810A (横河電機製)	インテリジェント サブセンサー ターミナル	M3810S (横河電機製)
マイクロプロセッサ	MC68000 (16ビット, 10MHz)	マイクロプロセッサ	MC68000 (16ビット, 8MHz)	マイクロプロセッサ	16ビットバイポーラ型
メモリ ROM	16Kバイト 1Mバイト	メモリ ROM	16Kバイト 512Kバイト	メモリ ROM	56ビット×2K 16ビット×8K
使用言語	YM-BASIC300	使用言語	YM-BASIC	使用言語	YM-SEQ
CRTディスプレイ	14インチカラー(8色)	カード実装スロット数	8 スロット	カード実装スロット数	16 スロット
固定ディスク	10Mバイト×1	入出力インタフェース (気流パラメータ測定・監視システム) 数値入力 16 点 RS-232C/ ビデオインタフェース 各1ポート (計測システム) アナログ入力 16点×2 (14ビット, 50KHz) ステータス入出力 入力16点×2 出力16点×2 GP-IB インタフェース 1 ポート		入出力インタフェース	16点×6
フロッピーディスク	5インチ1Mバイト×1			無電圧接点 オン・オフ入力	16点×2
システムバス	MLバス 1Mビット/秒			DC24V オープンコレクタ出力	16点×2
RS-232C インタフェース	4 ポート				
GP-IB インタフェース	1 ポート				
BSC通信 インタフェース	1 ポート				

注) BSC(Binary Synchronous Communication)

最大15台まで接続でき、その並列処理が可能である

(ホ) CRT画面が3画面あり(1画面はシステム用)、切り換えて使用することによりプログラムエリアの選択が可能となり、並列に各プログラムの状況が把握できる

(ヘ) シェアードメモリ機能(メモリの共用)を有しているため、FAコンピュータ間の信号及びデータ転送が、通信手順を介せず高速かつ容易にプログラミングが可能である

(ト) デジタル入出力カード、シーケンス入出力カード、高速アナログ入出力カード等豊富な入出力インタフェースと、これらを動かすソフトウェアパッケージが揃っているため、システムの構築及び拡張が容易に行える

等かなりの機能を有しており、計測制御用に適している。ただ、使用言語がBASICであるため、高速化に限界があるが、インテリジェント・センサーターミナル(負荷分散)により十分カバーされている。

(2) 気流パラメータの測定と表示

風洞測定部の温度、静圧、動圧はデジタル温度計及び圧力計で測定し、BCD(Binary Code Deci-

mal)データに変換される。模型迎角(α)、横すべり角(β)はシャフト・エンコーダで測定され符号変換器によりBCDデータに変換される。温度計、圧力計、符号変換器の出力(TTLレベル)はBCD分配器に取り込まれ、ここでレベル変換(オープンコレクタ)と論理変換(負論理:デップスイッチにより容易に変換可能)を行い、3系統に出力される。1系統はサブセンサーターミナルへ、他の2系統は予備とし、風洞試験者持ち込みシステムや他のコンピュータシステムに利用出来るようにしている。

これらの気流パラメータは、サブセンサーターミナルの入出力インタフェース(シーケンスカード)により高速(1から16ミリ秒)に測定され、内部バス経由でメインセンサーターミナルに転送され、ここで模型角度のオフセット補正処理や風速計算等を行い、FAコンピュータのCRT画面、送風機制御盤、操作卓等への表示及びメインセンサーターミナルのビデオインタフェースに出力し、映像分配器経由で、風洞測定部に設置してあるビデオモニタ(2台)に表示している。映像分配器は、4系統に出力できるが分配コネクタを付加すれば8系統まで可能である。又これらの表示は

200ミリ秒サイクルで行っている。

(3) 模型角度の設定

模型角度の設定は、角度設定ボックスより手動でSSR (Solid State Relay) を作動し、3相誘導電動機(200V, 0.4kW)を駆動して行っている。この手動操作をFAコンピュータによりコントロールするのに、サブセンサーターミナルで測定した角度信号(α' , β')と目標値(プログラムでの設定)との偏差値を計算し、この値をサブセンサーターミナル入出力インターフェース(DC24Vオープンコレクタ)より接点信号で出力し、SSRを作動させて自動設定が出来るようにした。

3.2 計測システム

計測システムはFAコンピュータ、メインセンサーターミナル及び各種測定器で構成されており、全機、尾翼等の力試験や主翼及び胴体表面の圧力分布試験、これらを組み合わせた力・圧力分布同時試験、更にアンプゲイン校正、模型重量風袋試験などのデータ収集を行っている。各種測定器は、システムの構築が容易なGP-IBインタフェース内蔵のものを採用し、光リンクで接続している。これは、システムの周辺に送風機動力系(AC200V)ラインが敷設されており、これらのノイズ混入を防止するためである。

(1) 力データの収集

力を測定する天秤からのデータやその他のアナログデータは、インテリジェントデータ収録・制御装置(横河ヒューレットパッカー社製、以下データ収録・制御装置と称す)から取り込んでいる。データ収録・制御装置は、16ビットマイクロプロセッサを載せ、メインメモリ11キロバイト、拡張メモリ1メガバイトを有している。又言語は簡単な計測コマンドが使用できる簡易BASICで、計測コマンドの他に四則演算、三角関数、統計処理などが行え、FAコンピュータからのプログラム(ダウンロード)により容易にコントロールできる。簡易BASICのプログラム例を図3に示す。図に示す様にプログラムをかなり簡略化して作成できるのが大きな特長である。

入出力インターフェースは、最大8ボードまで装

着でき、ここでは高精度A/D変換器(積分型)1台と高速(182マイクロ秒/チャンネル)な半導体マルチプレクサ2台(20チャンネル/台)を備え、40チャンネルまでのアナログデータの収集が行える。このチャンネル数は、6分力データの他に舵角や昇降舵等のヒンジモーメント等多様化する計測項目に対応するためのものである。

気流パラメータ等のデジタルデータは、気流パラメータ測定・監視システムで収集したデータをシェアード・メモリ機能により、システムバス経由で高速に取り込んでいる。

(2) 圧力分布データの収集

主翼、尾翼及び胴体表面等の圧力分布データは、模型内に差圧型圧力センサーと一緒に装着したスキャニバルブ(米国、スキャニバルブ社製)をGP-IBインタフェースで接続したスキャニバルブコントローラ(米国、スキャニバルブ社製)により自動切り換えを行い、圧力センサー出力はメインセンサーターミナルのスロットに装着している高速A/D変換器(14ビット, 50KHz)によりデータ収集を行っている。スキャニバルブコントローラは、GP-IBインタフェースの他にRS-232Cインタフェースも備えている。又スキャニバルブのポート切り換えは、表面パネルからの手動操作とコンピュータからのリモートコントロールで行える。

(3) アンプゲインの校正

天秤出力は、ミリボルトの低レベル信号であるため、一旦アンプで増幅して取り込んでいる。しかしアンプのゲインは各チャンネルで異なり、一定な値ではない。このゲインを各チャンネル毎に校正するのにGP-IBインタフェースに接続している電圧発生器、校正測定切換器、データ収録・制御装置を使用して行っている。電圧発生器は市販品であり、設定精度が設定レンジの約0.03%である。

校正測定切換器は単純なリレーのON・OFF動作で、切り換え速度が10ミリ秒以下である。切り換えは最大48チャンネルの入力データが可能である。その他に、持ち込みシステムや予備システムへのデジタルデータの収集等にデジタルマルチプ

```

40 ERASE
50 GB81=85      :!Y-300 GPIB アドレス
60 A3852=7     :!3852A GP-IB アドレス
70 OPTION BASE 1
80 DIM VV(40)
90 !
100 ! PRINTER IS 2
110 !** DOWN LOAD TO 3852A SUBPROGRAM ****
120 INPUT "チャンネル数(MAX 40) =" ;IH
130 INPUT "平均回数 =" ;MEA
140 MLET(0,VV(*))
150 DP "開始時間 =" ;TIMES$
160 OUTPUT GB81,A3852;"RST"
170 OUTPUT GB81,A3852;" DISP OFF"
180 OUTPUT GB81,A3852;" USE 0"
190 IC=IH-1
200 FCH=100      :! ファーストCH
210 LCH=100+IC  :! ラストCH
220 IF IH<=20 THEN GOTO 250
230 IC=IH-21
240 LCH=200+IC
250 !
260 OUTPUT GB81,A3852;"SUB A" -----
270 OUTPUT GB81,A3852;" REAL V(39),SUM(39),L,H,M,S"
280 !OUTPUT GB81,A3852;" REAL V(39),SUM(39)"
290 OUTPUT GB81,A3852;" INTEGER I,N"
300 OUTPUT GB81,A3852;" N=100"           :! 平均回数(100 回)
310 OUTPUT GB81,A3852;" CONF DCV"
320 OUTPUT GB81,A3852;" RANGE 10"
330 OUTPUT GB81,A3852;" NPLC 0.1"       :!積分時間=2 ms ,5 1/3桁(100μv)
340 OUTPUT GB81,A3852;" AZERO OFF"
350 OUTPUT GB81,A3852;" FOR I=1 TO N" ----- 収集データの平均処理(チャンネル毎)
360 OUTPUT GB81,A3852;" MEAS DCV ";FCH;"-";LCH;" INTO V"
370 OUTPUT GB81,A3852;" MAT SUM=SUM+V"
380 OUTPUT GB81,A3852;" INDEX V,0"
390 OUTPUT GB81,A3852;" NEXT I"
400 OUTPUT GB81,A3852;" MAT V=SUM/(N)"
410 OUTPUT GB81,A3852;" STAT,L,H,M,S,V" ----- 統計処理
420 OUTPUT GB81,A3852;"SUBEND" -----
430 !
440 OUTPUT GB81,A3852;"CALL A" ----- ダウンロードプログラムの起動
450 OUTPUT GB81,A3852;"VREAD V" ----- メモリ(1Kバイト)から収集したデータをGP-IBバッファに格納
460 FOR I=1 TO IH
470 ENTER GB81,A3852;E
480 VV(I)=E
490 NEXT I
500 !
510 DP "終了時間 =" ;TIMES$
520 BEEP
530 OUTPUT GB81,A3852;"VREAD L"          :! 最少値の読み -----
540 ENTER GB81,A3852;L
550 OUTPUT GB81,A3852;"VREAD H"          :! 最大値の読み -----
560 ENTER GB81,A3852;H
570 OUTPUT GB81,A3852;"VREAD M"          :! 平均値の読み -----
580 ENTER GB81,A3852;M
590 OUTPUT GB81,A3852;"VREAD S"          :! 標準偏差の読み -----
600 ENTER GB81,A3852;S
610 !

```

データ集録・制御装置へ
ダウンロードする
プログラム

統計処理結果を
メモリからGP-IBバッファに格納

----- 簡易BASICプログラム部分

図3 簡易 BASIC のプログラム例

表2(その1) 各種測定器の性能概要

項目	性能	項目	性能	項目	性能
スキャニバルブ コントローラ (2台)	SDIUMK1 (スキャニバルブ社製)	校正・測定切換器	7V14N (日本電気三米製)	デジタル マルチプレクサー	F-PCMI F (東朋エレクトロニクス製)
GP-1B インタフェース	1ポート	チャンネル数	24チャンネル×2	マイクロプロセッサ	280A相当品 (8ビット, 3.68MHz)
RS-232C インタフェース	1ポート	選択回路数	2回路/チャンネル	メモリ ROM RAM	8Kバイト 4Kバイト
ポート表示	LED 2桁	最大入力電圧	30VDC又はACピーク値	伝送距離	最大2Km
電圧発生器	TR6142 (アドバンテスト製)	最大開閉電流	10mA	応答速度	15ミリ秒/16点
応答時間	150ミリ秒以内	直接対抗抵抗	1Ω以下	GP-1B インタフェース	1ポート
耐圧	出力端子-シャーシ間 DC500V	熱起電力	5μV以下	入出力インタフェース	
出力	フローティング方式	寿命	10××8回以上	DC24V入力	16SDC 16点×4
GP-1B インタフェース	1ポート	切換速度	10ミリ秒以下	トランジスタオープン コレクタ出力	16RTR 16点×4
BCDコントロール	TTLパラレル信号	GP-1B インタフェース	1ポート		
表示方式	7セグメントLED表示				

レクサーを使用している。デジタルマルチプレクサーは、8ビットのマイクロプロセッサを搭載し、64点のデジタルデータの収集と出力ができ最大2kmまでのデータ伝送機能を有している。各種測定器の性能概要を表2(その1, その2)に示す。

4. プログラムの概要

本システムのプログラムは、気流パラメータ測定・監視システム、計測システムで構成している。以下各プログラム機能について述べる。

4.1 気流パラメータ測定・監視システムプログラム

このプログラムは、風洞測定部の気流温度、動圧、静圧、模型角度(α , β)等の測定、監視、設定及び変更や試験プログラムの起動指令等を行うものである。主な機能を図4に示す。

(1) パラメータテーブルの設定

(イ) 模型パラメータ

模型の形状、重量等に依存して決定されるパラメータで、一連の風洞試験が始まる段階で決定されるものを対象としている。このパラメータは、

一度決定されると以後ほとんど変更されない。

●模型角度上下限值(α , β)

気流パラメータ測定、表示等のアラーム検出に使用している。又 α , β 設定時に参照され設定、変更ミス防止している。

●模型取り付けオフセット量(α' , β')

各種模型によって、模型姿勢角の基準となる角度(通常ゼロ)と角度検出器のゼロが異なっている。この角度差の値をオフセット量として与えている。実際の測定角度はこの値で補正している。

● α , β 変角時の慣性値

角度設定をコンピュータでコントロールする場合、目標値との偏差値が完全にゼロと成るとすると、変角用の歯車のバックラッシュの影響でハンチング状態に成るため、目標値に対する許容範囲を α , β 変角時の慣性値として与えている。この値はバックラッシュ範囲内において、模型重量などに依存している。

●ディレイタイム

α , β 変角後、測定信号が安定するに要する時間。これらパラメータ内容を図5に示す。パラメータの値の変更はコンソール・ファンクションキーの操作により容易に行える。

表 2 (その 2) 各種測定器の性能概要

項目	性能	項目	性能
光リンク	37203A (銅ヒューレットパッカー機)	インテリジェント データ収録・制御 装置	3852A (銅ヒューレットパッカー機)
伝送方式	パラレル→シリアル→パラレル	マイクロプロセッサ	MC68000 (16ビット、12.5MHz)
伝達速度	最大50Kバイト/秒	メモリ ROM	11Kバイト
伝達距離	最大 1Km	RAM	1Mバイト
		拡張 RAM	
		使用言語	簡易BASIC
		カード実装スロット数	8 スロット
		GP-IB インタフェース	1 ポート
		入出力インタフェース	
		A/D変換器 (積分型)	
		積分時間	20:100 ~ 107:1000
		桁数	6 1/2 ~ 3 1/2桁
		FETマルチプレクサ	
		チャンネル数	20チャンネル×2
		最大切換速度	182マイクロ秒/チャンネル
		最大入力電圧	16Vピーク値

(ロ) 模型スイープテーブルの属性

模型角度のスイープは、基本的に α 、 β の二種類があり風洞試験の内容により、これら二種類のスイープを使い分けている。又角度の設定方法として、角度の初期値、最終値、きざみ値が一定な標準スイープ、設定値が不規則なランダムスイープがある。ここでは、これらの属性をテーブル化して定義できるようにしている。 α 、 β スイープテーブルは、それぞれ最大 8 枚まで作成可能で、作成順にテーブル番号が割り当てられる。これら

のテーブルをうまく利用することによりテーブル番号の選択のみで次に述べる模型スイープパラメータの設定が効率良く行える。属性の変更・追加は、コンソールファンクションキーの操作により行う。属性内容を図 6 に示す。

この他に、模型変角時の重心位置移動により生じる天秤出力の変化量を補正するための風袋量を測定する場合のみに使用する α ・ β 混合スイープテーブルがある。

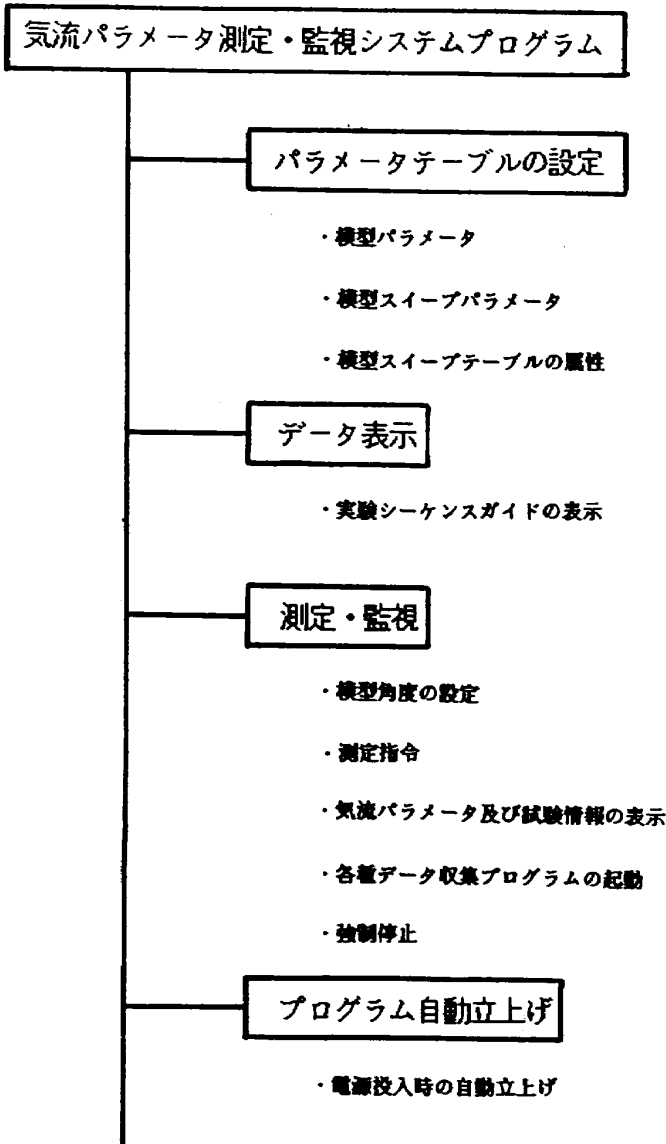


図4 気流パラメータ測定・監視システムプログラムの機能

い) 模型スイープパラメータ
 模型変角の自動設定に使用するパラメータで次の様なものがある。

●初期値

α 又は β が最初に設定される値で、これより一連の測定が開始される。通常この値はゼロが設定される。

●最小値

設定角の最小な値で、初期値データ収集後、 α 又は β をこの最小値まで変角し、設定終了後データ収集を行う。

●きざみ

変角のきざみ値で、最小値よりこのきざみ値で角度増分を行い、角度設定とデータ収集を逐次行う。

●最大値

設定角の最大な値で、通常模型の失速特性が得られる範囲の値を設定する。

●最終値

変角の最終の値で、通常ゼロが設定される。

● α 又は β 設定値

変角を行う時、 α 又は β いずれかを固定する値。これらパラメータの設定、変更はテーブル番号を選択することにより容易に行える。標準スイープの設定、変更は変角パターンが決まっているの

S1 S2 S3

模型パラメータテーブル登録

α 上限値[deg] = 40.0
 α 下限値[deg] = -10.0
 α オフセット[deg] = -0.80
 α 慣性値[deg] = 0.17
 α デイレイ[sec] = 15.0

β 上限値[deg] = 30.0
 β 下限値[deg] = -30.0
 β オフセット[deg] = 0.00
 β 慣性値[deg] = 0.17
 β デイレイ[sec] = 20.0

図5 模型パラメータテーブル内容

で同じ表示画面で行うが、ランダムスイープの場合は、表示画面を切り換えて行う。又 $\alpha \cdot \beta$ 混合スイープの場合はランダムスイープと同じ動作で行っている。標準スイープ、ランダムスイープ及び $\alpha \cdot \beta$ 混合スイープテーブルの表示画面と設定、変更画面を図7-1から図7-6に示す。

図7-1は標準スイープテーブルの表示画面で、画面上に割り付けているファンクションキーの操作によりテーブル内容の変更、登録及びスイープテーブル(α , β , $\alpha \cdot \beta$)の検索が容易に行える様になっている。スイープテーブル検索キーを押すと登録順にテーブル内容が切り換わり、テーブル番

S2 S3

スイープテーブル属性登録

α スイープ			β スイープ		
NO	テーブルNO	属性	NO	テーブルNO	属性
1	1	標準	9	1	標準
2	2	ランダム	10	2	ランダム
3	3	ランダム	11	3	ランダム
4	4	ランダム	12	4	ランダム
5	5		13	5	
6	6		14	6	
7	7		15	7	
8	8		16	8	

キーを押して下さい。

図6 模型スイープテーブル属性内容

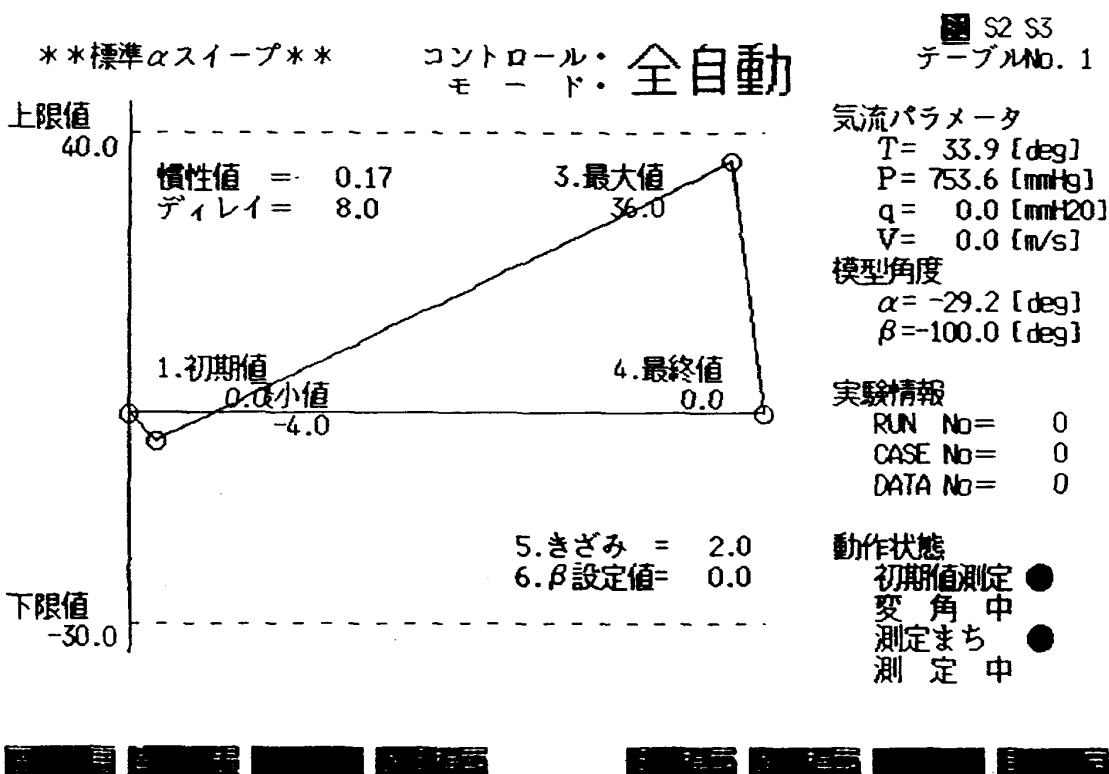


図7-1 標準スイープ表示画面

号が画面右上に表示され参照しているテーブルが把握出来るようになっている。図7-2は図7-1の表示画面上で変更操作をしたときの表示例である。パラメータ番号を設定することにより、番号に対応したパラメータが設定出来る。又リターンキーを押すとパラメータ番号が自動的にインクルメン

トされ、パラメータのみ設定すれば良いようになっている。図7-3はランダムスイープテーブルの表示画面で、ファンクションキーの機能内容は図7-1の標準スイープテーブルと全く同じである。ただ図7-4に示す様に変更は、矢印キーの操作でカーソルを作動して行っている。図7-5は $\alpha \cdot \beta$

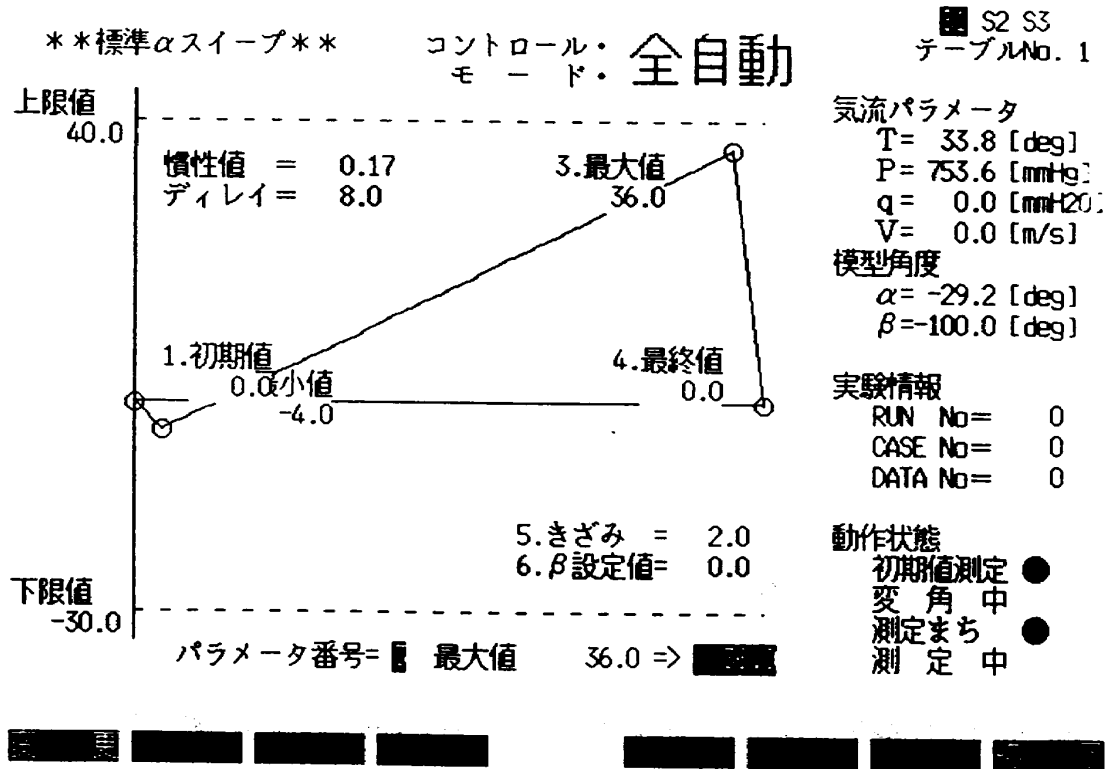


図7-2 標準スイープ設定・変更画面

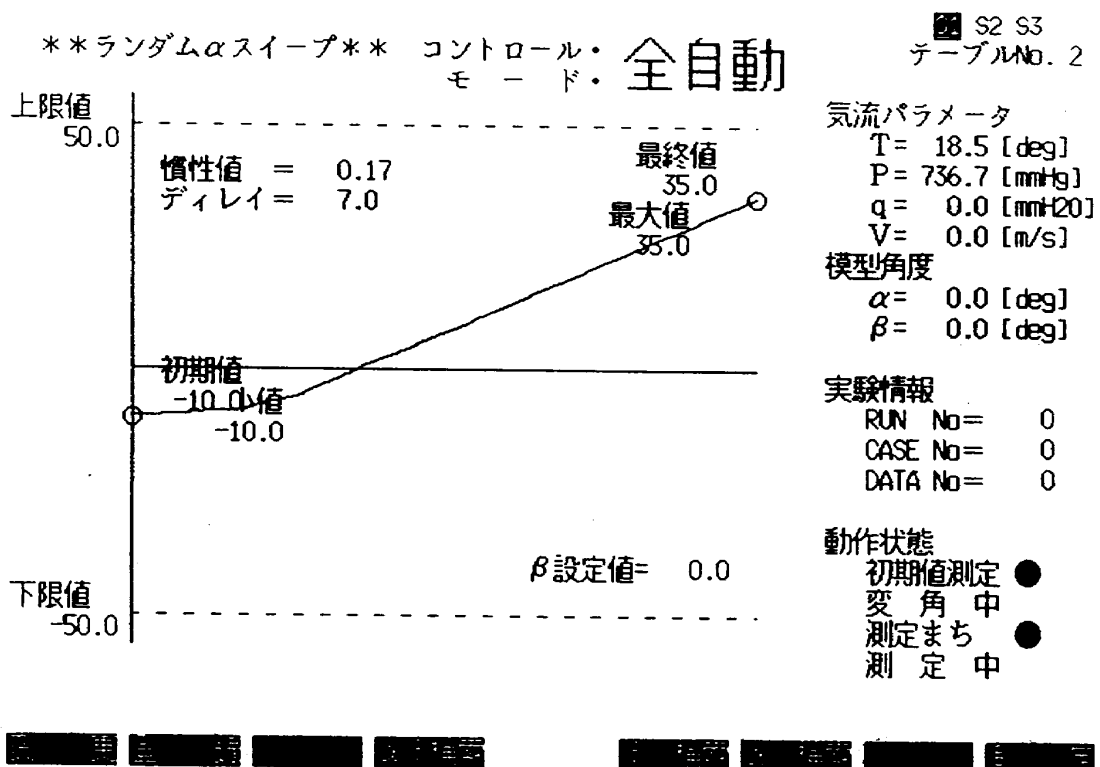


図7-3 ランダムスイープ表示画面

混合スイープテーブルの表示画面で、ファンクションキーの機能内容は図7-1と全く同じである。混合スイープは α と β が変角するので個々の値を表示している。図7-6は変更画面で、変更は図7-4と同じ操作で行う。

(2) データ表示

指定した風速に設定するために必要な動圧値、送風機動翼開度等を算出して、テーブル表示するもので、ここでは実験シーケンスガイド表示と定義している。これは、将来風速の自動設定を行う技術布石を目的としたものである。

$\beta =$ 		***ランダム α スイープ***					S2 S3 テーブルNO. 2
1.	-10.0	11.	30.0	21.	31.	41.	
2.	-9.0	12.	35.0	22.	32.	42.	
3.	-8.0	13.	END	23.	33.	43.	
4.	-5.0	14.		24.	34.	44.	
5.	0.0	15.		25.	35.	45.	
6.	5.0	16.		26.	36.	46.	
7.	10.0	17.		27.	37.	47.	
8.	15.0	18.		28.	38.	48.	
9.	20.0	19.		29.	39.	49.	
10.	25.0	20.		30.	40.	50.	
ターミネータ=END							

図7-4 ランダムスイープ設定・変更画面

混合スイープ						コントロール・全自動 モード		S2 S3 テーブルNo. 1
α		β		ランダム設定値				
α	β	α	β	α	β	α	β	
1	-5.0	-25.0	18	-5.0	20.0	35		α 上下限值[deg] 40.0 / -30.0
2	5.0	-25.0	19	5.0	20.0	36		β 上下限值[deg] 100.0 / -100.0
3	10.0	-25.0	20	10.0	20.0	37		慣性値
4	15.0	-25.0	21	20.0	20.0	38		$\alpha = 0.17$ [deg]
5	20.0	-20.0	22	25.0	20.0	39		$\beta = 0.17$ [deg]
6	25.0	-20.0	23	30.0	25.0	40		現在値
7	30.0	-20.0	24	35.0	25.0	41		$\alpha = -29.2$ [deg]
8	35.0	-20.0	25	38.0	25.0	42		$\beta = -100.0$ [deg]
9	38.0	-20.0	26	38.0	0.0	43		動作状態
10	38.0	-10.0	27	35.0	0.0	44		初期値測定 ●
11	35.0	-10.0	28	30.0	0.0	45		変角中
12	30.0	-10.0	29	25.0	0.0	46		測定まち ●
13	25.0	-10.0	30	20.0	0.0	47		測定中
14	20.0	10.0	31	10.0	0.0	48		
15	10.0	10.0	32	-5.5	0.0	49		
16	5.0	10.0	33	END		50		
17	-5.0	10.0	34					

図7-5 $\alpha \cdot \beta$ 混合スイープ表示画面

(イ) 実験シーケンスガイド表示

図8に表示例を示す。コンソールから任意の風速値を設定すると以下の式により演算されて表示する。

$$q = 1/2 \rho V_{SET}^2 \quad [Pa] \quad (1)$$

$$\rho = 1.2931 \times (273/T) \times P / (1.01325 \times 10^5)$$

q ; 動圧 [Pa]
 ρ ; 空気密度 [kg/m³]
 V_{SET}; コンソールからの風速設定値 [m/s]
 T ; 現在の気流温度(測定値) [K]
 P ; 現在の風洞測定部静圧(測定値) [Pa]

■ S2 S3
 テーブルNo. 1

混合スイープ コントロール: **全自動**
 モード: **全自動**

		ランダム設定値					
	α	β	α	β	α	β	
1	5.0	-25.0	18	-5.0	20.0	35	
2	5.0	-25.0	19	5.0	20.0	36	
3	10.0	-25.0	20	10.0	20.0	37	
4	15.0	-25.0	21	20.0	20.0	38	
5	20.0	-20.0	22	25.0	20.0	39	
6	25.0	-20.0	23	30.0	25.0	40	
7	30.0	-20.0	24	35.0	25.0	41	
8	35.0	-20.0	25	38.0	25.0	42	
9	38.0	-20.0	26	38.0	0.0	43	
10	38.0	-10.0	27	35.0	0.0	44	
11	35.0	-10.0	28	30.0	0.0	45	
12	30.0	-10.0	29	25.0	0.0	46	
13	25.0	-10.0	30	20.0	0.0	47	
14	20.0	10.0	31	10.0	0.0	48	
15	10.0	10.0	32	-5.5	0.0	49	
16	5.0	10.0	33	E N D		50	
17	-5.0	10.0	34				

α上下限值[deg] 40.0 / -30.0
 β上下限值[deg] 100.0 / -100.0

慣性値
 α = 0.17 [deg]
 β = 0.17 [deg]

現在値
 α = -29.2 [deg]
 β = -100.0 [deg]

動作状態
 初期値測定 ●
 変角中 ●
 測定まち ●
 測定中 ●

図7-6 α・β混合スイープ設定・変更画面

実験シーケンスガイド

S1 S3

設定風速 Vset =

設定風速[m/sec]=60.0

		温度 T [°C]	動圧 q [mmH2O]	動翼開度 [%]
低	1	14.0	218.8	82.3
	2	15.0	218.1	82.2
	3	16.0	217.3	82.1
	4	17.0	216.6	82.0
現在温度	5	18.0	215.8	81.9
	6	18.4	215.5	81.8
	7	19.0	215.1	81.8
	8	20.0	214.3	81.6
	9	21.0	213.6	81.5
	10	22.0	212.9	81.4
	11	23.0	212.2	81.3

図8 実験シーケンスガイド表示例

送風機動翼開度(θ)は、風洞内をクリーン状態にし、動圧と動翼開度を变化する試験を行い、この時のデータを基にして係数を(2)式で算出している。但し、洞内クリーン状態のため模型がセットされるとこの係数は使用出来ない。又、 θ と風速は比例関係と成っている。

$$\theta = C_0 + C_1 q + C_2 q^2 + C_3 q^3 + C_4 q^4 \quad [\%] \quad (2)$$

C_0 C_4 ; 係数

q ; (1)式の値

これらの表示は、任意にコンソールファンクションキーの操作により可能である。

(3) 気流パラメータの測定・監視

(1) 模型角度の設定

模型角度の設定は、手動、半自動、全自動の三種類のコントロールモードから成っており、コンソールファンクションキーの操作で容易に選択可能となっている。

●手動モード

角度設定ボックスより手動で α 及び β を設定するもので、変角チェックや模型の失速付近の角度設定に利用する。

●半自動モード

模型パラメータテーブルの内容に従って角度の自動設定を行うが、データ収集の開始をキーボードからのキーイン待ちとしている。模型の写真撮影や持ち込みシステムとの同期をとって試験を行う場合に利用する。

●全自動モード

基本的には半自動モードと同じであるが、角度設定とデータ収集を一貫して行うもので、通常の試験はこのモードで行う。

設定内容については図7-1から図7-6を参照。尚スワイプテーブルを登録するとCRT画面の色が変化(水色)し登録されたことを確認できる様になっている。又全自動、半自動モードで標準スワイプやランダムスワイプを行った場合、角度の軌跡上を赤色でなぞり角度設定の進捗状況が把握できる様に成っている。

(2) 気流パラメータ及び試験情報の表示

サブセンサターミナルから風洞測定部の温度、静圧、動圧を測定して、これより風速計算を行っ

てCRT画面に表示している。又これと並行して模型角度(オフセット補正済み)や試験番号、ケース番号、データ番号、試験の動作状態等を表示している。表示例については図7-1から図7-6を参照。又風洞測定部に設置しているビデオモニタへの出力も行っている。これら一連の表示動作は200ミリ秒のサイクルで行っている。このプログラムは気流パラメータ測定・監視システムの電源投入時、自動的に起動するようになってい

(4) 測定指令

測定指令には、無風状態(風洞停止)のデータを収集する初期値測定、風洞通風中のデータを収集する測定、試験ケースの終了を示すケース終了、試験終了時(風洞停止)のデータを収集する試験終了等がある。これらの指令はコンソールファンクションキーとキーボードに対応させて割り付けている。初期値測定と測定はファンクションキーで、ケース終了と試験終了はキーボードのCTRL/E, CTRL/Zの文字に割り付けている。この様な指令を実行することにより計測システムで既に起動している各種試験プログラムに割り込みをかけてデータ収集が出来るようになってい

(5) 各種試験プログラムの起動

計測システムに格納されている各種試験プログラムは、メニュー画面に表示された機能を持つファンクションキーにより自動的に起動することが出来るようになってい

試験プログラムには力、圧力、力・圧力同時、模型重量風袋試験及びアンプ校正等があり、更に追加や拡張が容易に行える様になっている。メニュー画面を図10に示す。

(6) 強制停止

模型角度の自動設定中に設定機構部に何か不具合が発生し、模型が暴走したり送風機の異常により途中で試験を中止せざるを得ない場合に使用するもので、ファンクションキーの操作により行うことが出来る。このキーを押すと直ちにSSRがOFF状態になり自動的に手動モードに切り換わる。図11にコントロールモードの遷移図を示す。

f1 タスク停止	f3 強制停止	f8 手動モード
f9 半自動モード	f10 全自動モード	f14 気流パラメータプリント
f15 実験シーケンスガイド	f16 試験プログラム起動	f17 ユーザアプリケーション
f18 ユーザアプリケーション	f19 模型パラメータ設定/変更	f20 初期値測定
F1 変更	F2 登録	F4 α/β スイープテーブル検索
F5 β スイープテーブル検索	F6 α スイープテーブル検索	F8 測定
CTRL + E 手動モードによる CASE 終了	CTRL + Z 試験終了	

fn CRT画面にキーラベルが表示されない	n ; 1...20
Fn CRT画面にキーラベルが表示される	n ; 1...8

図9 ファンクションキーの機能割り付け

S1 **S2** S3

*** ファンクションキーからプログラムを起動して下さい。***



図10 各種試験プログラム起動メニュー画面

(7) プログラムの自動立ち上げ

以上述べてきた各種プログラムは、全てシステムの電源投入時、自動的に立ち上げられコンソールからのキーイン待ち状態になる。従ってオペレータは個々のプログラムの起動操作が全く不必要となっている。

4.2 計測システムプログラム

一連の試験データの計測を、気流パラメータ測定・監視システム指令のもとで行うプログラムである。その機能を図12に示す。

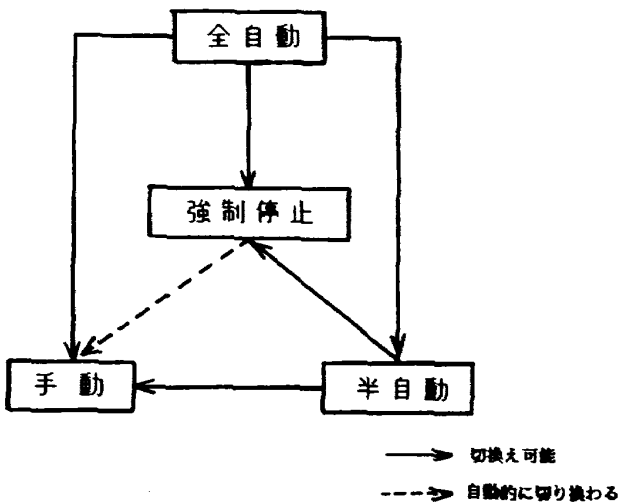


図11 コントロールモード遷移図

(1) 計測コントロールプログラム

気流パラメータ測定・監視システムからプログラムの起動指令を受信して、これに対応した試験プログラムを自動的に起動させるものである。

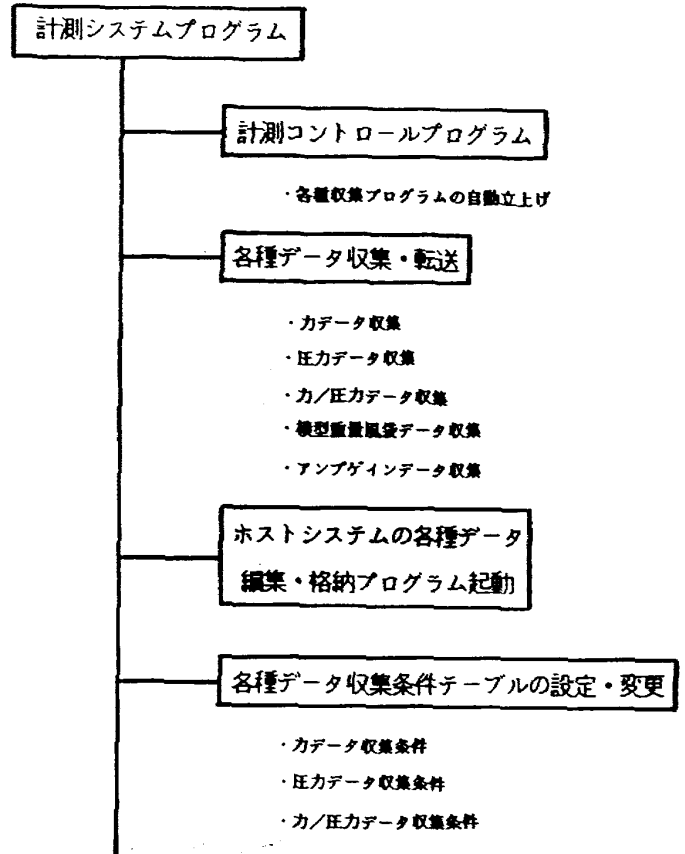


図12 計測システムプログラムの機能

■ S2 S3

NAL LOW SPEED WIND TUNNEL

*k*k*k*k CNTL5 プログラム 起動 *k*k*k*k



図13 計測コントロールプログラム起動表示例

このプログラムはFAコンピュータの電源投入時に自動的に立ち上がり、気流パラメータ測定・監視システムからの指令待ち状態となっている。この表示例を図13に示す。従って個々の試験プログラムの起動が全く不必要で、気流パラメータ測定・監視システムの操作から一貫して起動するこ

とが出来る。

(2) カデータ収集プログラム

全機模型、尾翼等の6分力データや舵角のヒンジモーメント等のカデータと気流パラメータ及び動力付き模型のエンジン回転数等のデジタルデータを収集するプログラムである。

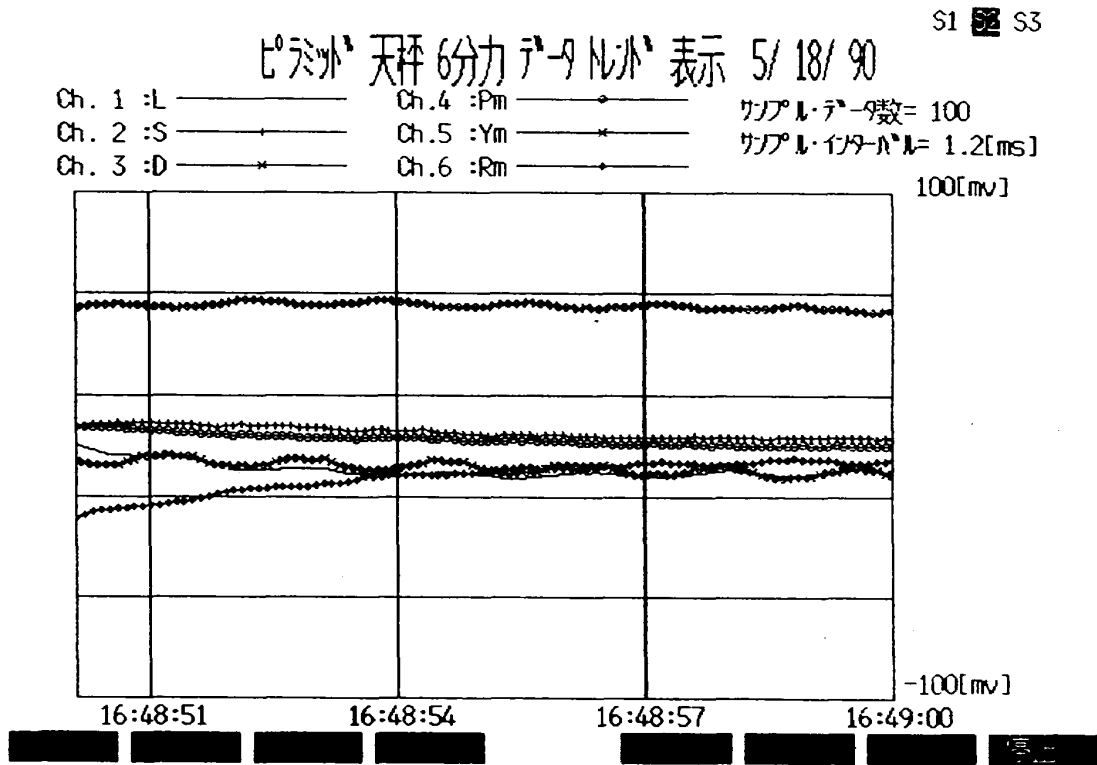


図14-1 6分力天秤データトレンド表示例(オーバーレイモード)

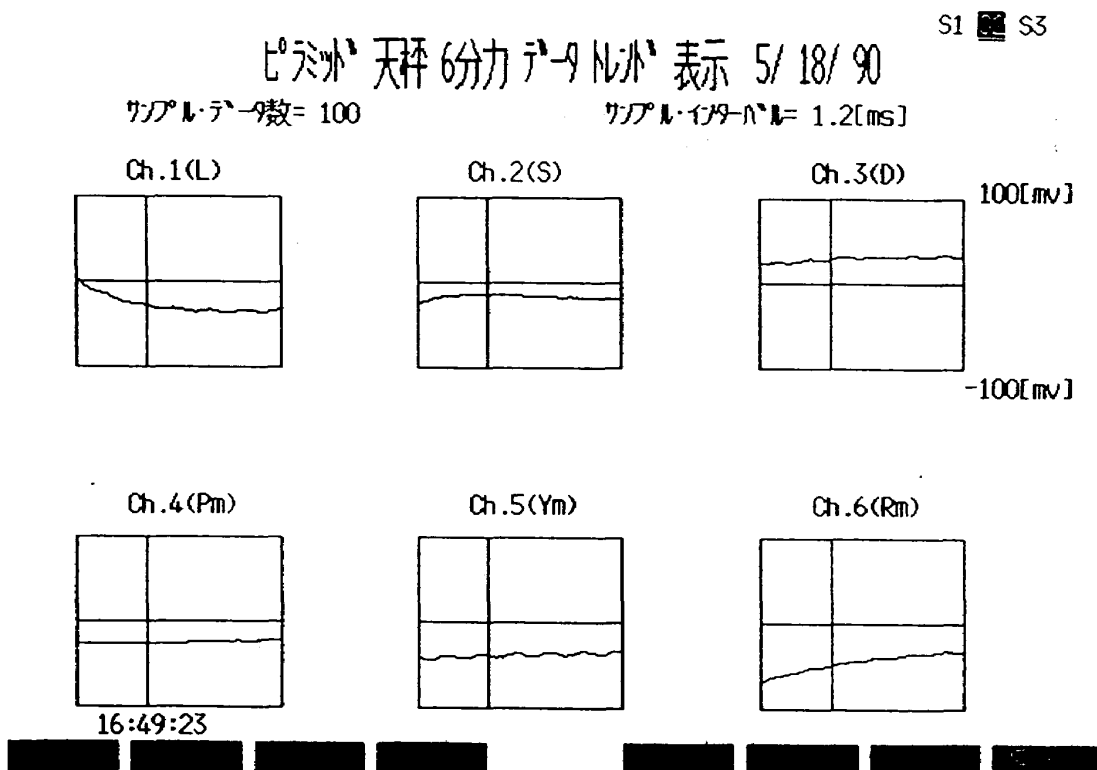


図14-2 6分力天秤データトレンド表示例(サーマルモード)

計測コントロールプログラムにより起動されると直ちにRS-232Cインタフェース通信でホストシステムのカデータ編集・格納プログラムを起動する。気流パラメータ測定・監視システムで選択登録された模型角度スイープテーブルの変角パターン及び測定指令と同期しながらデータ収集を行う。

収集したデータは、ホストシステムのコードであるASCIIデータに編集して各種測定指令コマンドと一緒にホストシステムに転送される。測定指令コマンドには、N(初期値測定)、S(測定)、

E(ケース終了)、Z(試験終了)、P(収集条件変更)等がある。これらの測定指令コマンドはホストシステムでデータの編集等を行うときに使用している。又CRT画面を切り換えることによりデータ収集と並列に6分力天秤データのトレンド表示ができる様になっており、試験データの監視に役立っている。トレンド表示には画面を6分割表示するサーマルモードと一画面に一括表示するオーバーレイモードがある。トレンド表示例を図14-1、14-2に示す。プログラムの動作フローを図15に示す。

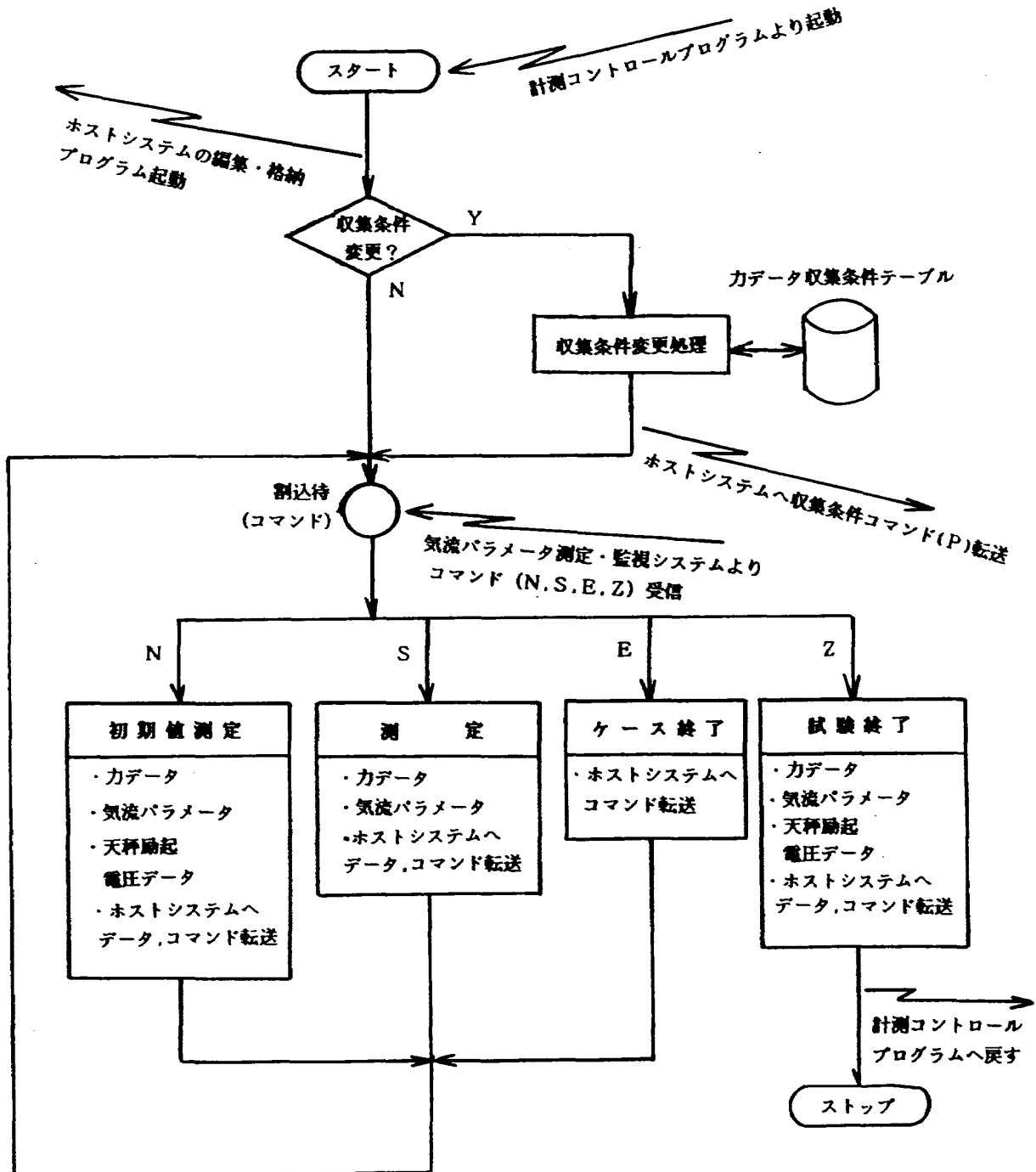


図15 カデータ収集プログラム動作フロー

(3) 圧力データ収集プログラム

主翼，尾翼及び胴体表面上の圧力分布データ等をスキヤニバルブをコントロールしながら収集し，ASCII データに編集してホストシステムへ転送するプログラムである。現在5連式スキヤニバルブ2台(最大480点の圧力データ)までのコントロールが可能と成っている。

圧力データは，メインセンサターミナル内のスロットに設置してある高速A/D変換器(14ビット，50Kz)により収集している。データ収集は，気流パラメータ測定・監視システムからの測定指

令により同期しながら行っている。プログラムの動作フローを図16に示す。

(4) 力・圧力データ同時収集プログラム

(2)，(3)項で述べた力及び圧力データを並列に収集しASCII データに編集してホストシステムへ転送するプログラムである。

やはり気流パラメータ測定・監視システムの測定指令により同期しながらデータ収集を行う。動作フローを図17に示す。

(5) 模型重量風袋データ収集プログラム

通風時に於る力データには，空気力の他に模型

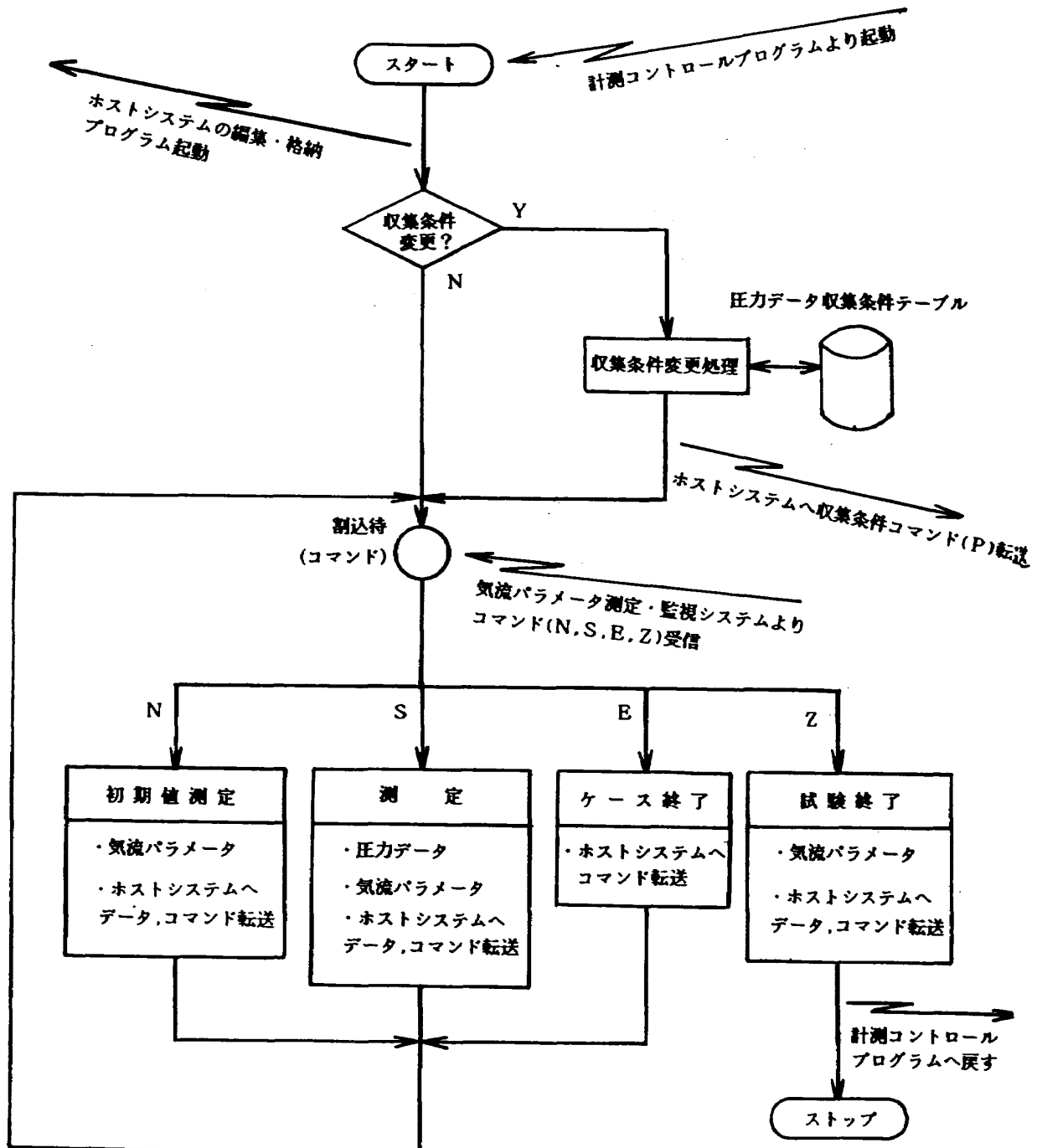


図16 圧力データ収集プログラム動作フロー

変角 (α, β) に伴い模型重心の移動により天秤が感じる力が存在する。実際の空気力データは、この量を補正している。この補正係数を算出するため試験前(風洞停止時)に、模型角度をパラメータとして天秤データを収集し ASCII データに編集してホストシステムへ転送するプログラムである。このプログラムも気流パラメータ測定・監視システムの測定指令により同期しながらデータ収集を行う。

データ収集時にデータの不具合が監視できるように、画面切り換え操作によりデータ収集と並列に

天秤出力値(電圧値)をCRT画面に表示している。このプログラムは模型形態が変更される度に実行される。表示例を図18に示す。

(6) アンプゲイン校正データ収集プログラム

天秤データはアンプで増幅(1000倍)した後A/D変換を行っているが、個々のアンプによりゲインが異なる。そこで標準電圧発生器から既知の電圧をパラメータ(ここでは8点)として収集し個々のアンプゲインを算出した後、ASCIIデータに編集してホストシステムへ転送するプログラムである。又誤差の統計処理等も行ってCRT画面に表

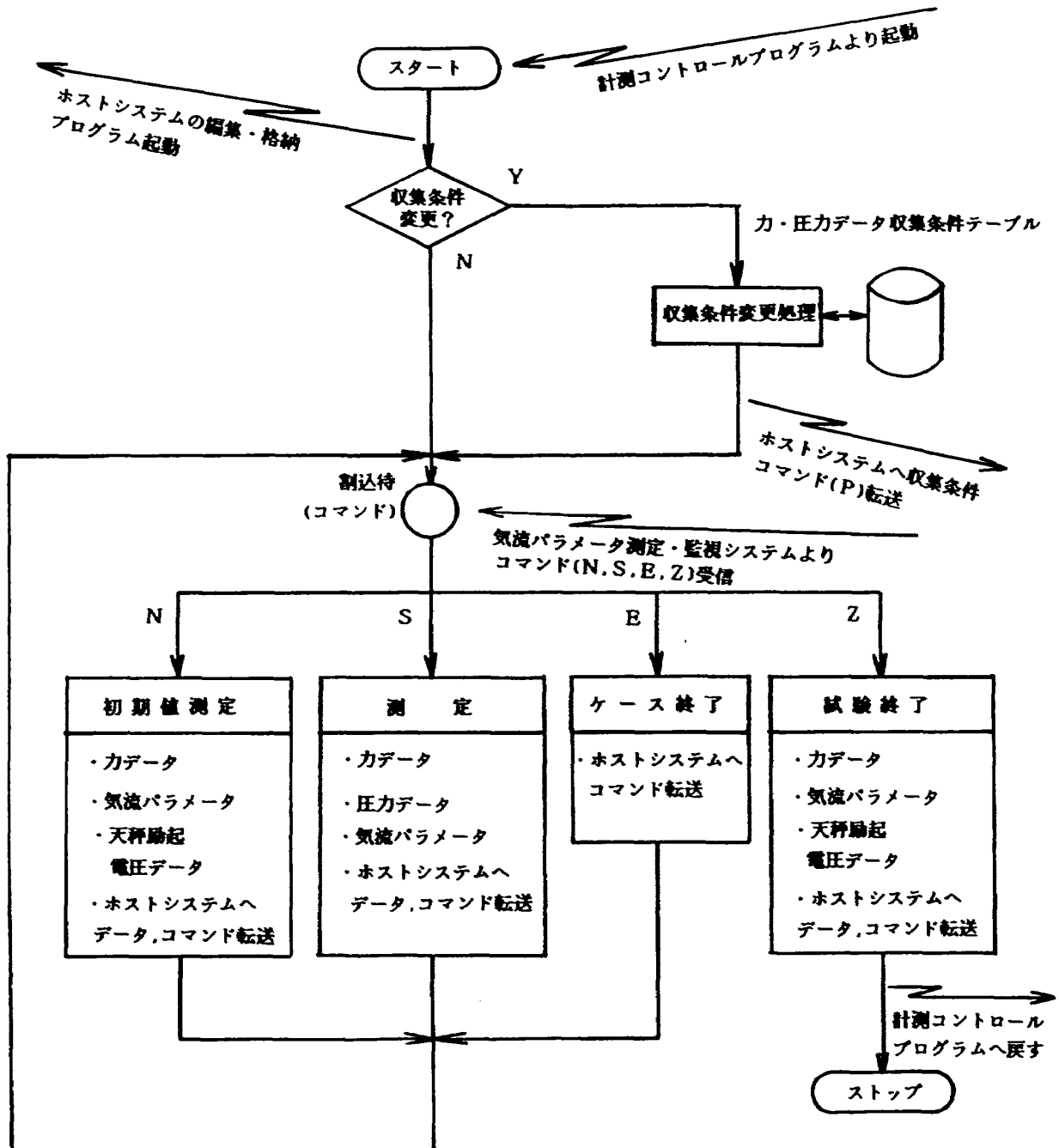


図17 力・圧力データ収集プログラム動作フロー

示す。アンプゲイン校正は試験前の午前一回、午後一回程度の割合で行っている。表示例を図19に示す。

条件テーブルを作成し、設定、変更等がメニュー画面を見ながらファンクションキーとキーボード操作により会話形式により行えるもので、それぞれ独立したプログラムと成っている。これらのプログラムは、各種収集プログラムの中や単独で

(7) 各種収集条件テーブル作成プログラ
力、圧力及び力・圧力同時試験等のデータ収集

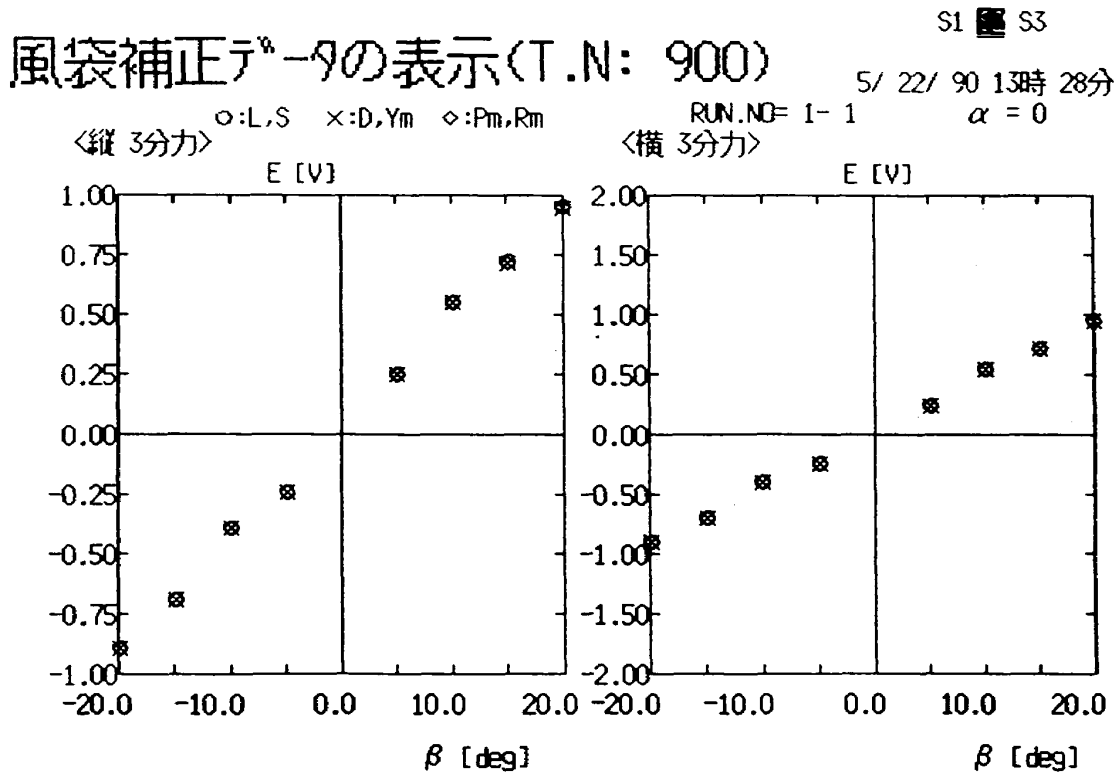


図18 風袋補正データ表示例

S2 S3

AMP GAIN の校正 7/ 3/ 90 9: 46

EC[mv]	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6
-8.00	-7984.3	-7990.8	-7968.7	-7970.0	-7971.0	-7975.2
-6.00	-5988.5	-5993.1	-5977.1	-5976.5	-5978.1	-5980.5
-4.00	-3990.6	-3993.8	-3983.2	-3983.2	-3983.8	-3985.6
-2.00	-1993.3	-1994.7	-1989.4	-1989.4	-1989.7	-1990.6
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.00	1998.3	1999.8	1994.6	1994.4	1994.6	1995.6
4.00	3995.8	3998.4	3988.3	3988.0	3988.3	3990.5
6.00	5993.7	5997.2	5982.5	5981.1	5982.3	5985.1
8.00	7991.3	7995.3	7976.1	7974.9	7975.9	7980.1
GAIN	998.3	999.0	996.4	996.3	996.5	997.0
比率	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
分散	10.3244	6.9011	10.8347	7.7650	7.4686	7.9900
標偏	3.2132	2.6270	3.2916	2.7866	2.7329	2.8267
励電	8999.4	8999.3	8981.7	8999.1	8994.6	8994.3

図19 アンプゲイン校正結果の表示

の起動が可能となっており、設定及び変更後は ASCII データに編集してホストシステムへ転送される。それぞれの収集条件テーブルの表示例を図

20-1, 20-2, 20-3 に示す。

以上のプログラムは終了すると、全て計測コントロールプログラムへ戻るように成っている。

S1 S3 T2
5/ 19/ 90 10時 50分

カ データ 収集条件変更 (FLWTMC)

1	TEST.NO	0900	17	XXXX	0000
2	RUN .NO	0001	18	XXXX	0000
			19	XXXX	0000
3	平均回数 (MAX 200)	0200	20	XXXX	0000
4	LAST CH (MAX 40)	0006	21	XXXX	0000
5	Samp Int (0.1, 2.0, 20.0)ms	1.0	22	XXXX	0000
6	XXXX	0000	23	XXXX	0000
7	E=9 FLG (0/1/2:OF/Tiny/GCSP2)	0000	24	XXXX	0000
8	DS.SW (4CH) ON/OFF (1/0)	0000	25	XXXX	0000
9	α 0 (支柱抵抗補正用)	.0	26	XXXX	0000
10	β 0 (支柱抵抗補正用)	.0	27	XXXX	0000
11	天秤タイプ (1/2:Pyla/Sting)	0001	28	XXXX	0000
12	XXXX	0000	29	XXXX	0000
13	XXXX	0000	30	XXXX	0006
14	XXXX	0000			
15	XXXX	0000			
16	XXXX	0000			

***** 抜け出す時は PARA NO.1....30 以外の番号 SET !!
PARA.NO= 0

図20-1 カデータ収集条件テーブル内容

S1 S3 T2
5/ 19/ 90 10時 45分

圧力 データ 収集条件変更 (PLWTMC)

1	TEST.NO	9001	18	XXXX	0000
2	RUN .NO	0001	19	XXXX	0000
			20	XXXX	0000
3	平均回数	0200	21	XXXX	0000
4	LAST CH (MAX 10)	0005	22	XXXX	0000
5	スケールアップラストポイント (MAX48)	0020	23	XXXX	0000
6	Samp Int [ms] Chの整数倍	2.0	24	XXXX	0000
7	XXXX	0000	25	XXXX	0000
8	E=9 FLG (0/1/2:OFF/Tiny/GCSP2)	0000	26	XXXX	0000
9	DS.SW (4CH) ON/OFF (1/0)	0000	27	XXXX	0000
10	スケールアップ Hold Time(ms)	0600	28	XXXX	0000
11	Φ エントリー フラグ ON/OFF (1/0)	0000	29	XXXX	0000
12	Φ エントリー 自動/手動 (1/0)	0000	30	XXXX	0000
13	Φ スイープ 個数	0000			
14	Φ 刻み [Deg]	0000			
15	Φ Delay Time [秒]	0000			
16	α 0 (支柱抵抗補正用)	-.1			
17	β 0 (支柱抵抗補正用)	-30.7			

***** 抜け出す時は PARA NO.1....30 以外の番号 SET !!
PARA.NO= 0

図20-2 圧力データ収集条件テーブル内容

S1 ■ S3 T2

力/圧力データ 収集条件変更(FPLWTC) 5/ 19/ 90 10時 40分

1	TEST.NO	9001	17	DS.SW (4CH) ON/OFF (1/0)	0000
2	RUN .NO	0020	18	α 0 (支柱抵抗補正用)	-16.4
			19	β 0 (支柱抵抗補正用)	.0
3	DATA 平均回数(MAX 200)	0200	20	天秤ゲイブ (1/2:Pyla/Stin)	0002
4	力 DATA LAST CH(MAX 40)	0006	21	XXXX	0000
5	Samp Int(0.1,2.0,20.0)ms	1.0	22	XXXX	0000
6	圧力 DATA LAST CH(MAX 10)	0005	23	XXXX	0000
7	SV サンプル数(MAX48)	0006	24	XXXX	0000
8	SV Samp Int [ms] Chの整数倍	2.0	25	XXXX	0000
9	XXXX	0000	26	XXXX	0000
10	Φ エントリ ON/OFF (1/0)	0000	27	XXXX	0000
11	Φ エントリ 自動/手動(1/0)	0000	28	XXXX	0000
12	Φ スイプ 数	0000	29	XXXX	0000
13	Φ 刻み [DEG]	0000	30	XXXX	0000
14	Φ DELAY TIME [秒]	0000			
15	SV VALVE HOLD TIME [MS]	0600			
16	E=9 FLG(0/1/2/3:OF/TG/T/G)	0000			

*clock 抜け出す時は PARA NO.1....30 以外の番号 SET !!
 PARA.NO= 0



図20-3 力・圧力データ収集条件テーブル内容

5. ホストシステムの概要

5.1 ハードウェアの性能

計測システムで収集された各種風洞試験データを RS-232C インタフェース経由で受信し(転送速度 9600ビット/秒), 磁気ディスクへの格納や一次処理データを12インチ, 17インチカラー・グラフィック表示及びレーザプリンタへの出力等をオンラインリアルタイムで処理している。

RS-232C インタフェースは, 計測システムと接続しているものを含め 8 ポート, GP-IB インタフェースは 1 ポート有している。又計測システム及び気流パラメータ測定・監視システムの故障を想定し, GP-IB インタフェースを接続することにより各種測定器をホストシステム側でコントロールして, 力及び圧力データが収集ができる様にも成っている。ホストシステムの性能概要を表 3 (その 1, その 2) に示す。

5.2 プログラムの概要

各種データ収集のオンライン処理やバッチ処理, 天秤及びセンサー等の校正処理を目的としたプロ

グラム構成としている。これらのプログラム機能を図21に示す。

(1) 通信プログラム

計測システムから受信したプログラム名にもとづいて, 各種試験データの編集・格納プログラムを自動立ち上げし, 一連の風洞試験データが一貫して処理できる様にしている。又コンソールキーボードからも任意のプログラムが単独に起動できる様にしている。このプログラムは, 試験前に予め起動しておかなければならない(1日1回)。

(2) データ収集のオンライン処理

通信プログラムで起動された各種試験データ編集・格納プログラム(力, 圧力, 力・圧力)は, 計測システムからの測定指令コマンド(N, S, E, Z, P)に従って受信したデータの編集を行い, データの内容(力, 圧力)に対応したディスクファイルに格納したり, 一次処理(空力係数や圧力係数の算出)を行ってリアルタイムでカラーグラフィックディスプレイ表示等を行っている。尚, 一次処理の詳細については文献2), 3) で報告している。力及び圧力試験データは, 1台のカラーグラフィックディスプレイに 6 分力空力係数及び圧

表3(その1) ホストシステムの性能概要

項目	性能
中央処理装置	32ビットミニコンピュータ(ECLIPSE MV7800XP) (日本データゼネラル製)
記憶容量	6Mバイト
サイクルタイム	220ナノ秒
演算速度	1.59MMIPS
補助記憶装置	
磁気ディスク	147Mバイト
磁気ディスクレット	1.26Mバイト
磁気テープ	1600/800BPI
テープ速度	75IPS
出力装置	
コンソール	2台
画面サイズ	12インチ
画面容量	972×700ピクセル JIS C6226-1978 準拠
12インチカラー	
グラフィックディスプレイ	
(16色)	
解像度	972×700ピクセル
	JIS 第1,第2水準漢字
17インチカラー	
グラフィックディスプレイ	
(16色)	
解像度	1024×768ピクセル
グラフィック プロセッサ	MC68000
	JIS 第1,第2水準漢字
高速レーザープリンター	
プリント速度	20ページ/分(A4)
解像度	240ドット/インチ
	JIS 第1,第2水準漢字
低速レーザープリンター	
プリント速度	8ページ/分(A4)
解像度	240ドット/インチ
	JIS 第1,第2水準漢字

表3(その2) ホストシステムの性能概要

項目	性能
出力装置	
ハードコピー	2台
印字方式	インパクトドットマトリクス方式
印字速度	333CPS(Draft-mode)
カラーハードコピー	
記録方式	熱転写方式
表示色	7色(最大1600万色)
プリント時間	50秒/A4サイズ
分解能	9.45ドット/mm
X-Yプロッタ	
プロット範囲	272×399mm(A3サイズ)
プロット分解能	0.006mm
ペン速度	800mm/秒(最大)
ペン数	8本
RS-232Cインタフェース	8ポート
GP-IBインタフェース	1ポート
LANコントローラ	インサネット, 転送速度 10Mビット/秒

力係数を表示するが、力・圧力同時データの場合は2台のカラーグラフィックディスプレイを使用し、1台は6分力空力係数を表示し他の1台には圧力係数を表示させている。試験が終了すると自動的にバッチ処理プログラムが起動し、一次処理結果をレーザプリンターに出力する。オンライングラフィック表示例を図22に示す。

(3) データファイルの構造

各種試験データを格納するディスクファイルは、大きさが試験の内容により変化するのでランダムファイルとしている。データファイルには力データと圧力データの2種類があり、試験開始、初期データ、計測データ、ケース終了、試験終了の5

ブロックから構成されている。旧システムでは、力、圧力データファイルが1つのファイルで構成されていたため、ファイル構造が複雑化しファイル操作が容易でなく、更にファイル名が固定していたため保存や再処理をする場合、その都度ファイル名を変更しなければならない等の不具合があった。この様な不具合をなくすため、ファイルは力、圧力に分け、ファイル名も試験毎に変わるようにした。

図23-1, 23-2に力、圧力データファイル構造を示す。

(4) 各種バッチ処理プログラム

力データから空力係数算出、圧力データからの

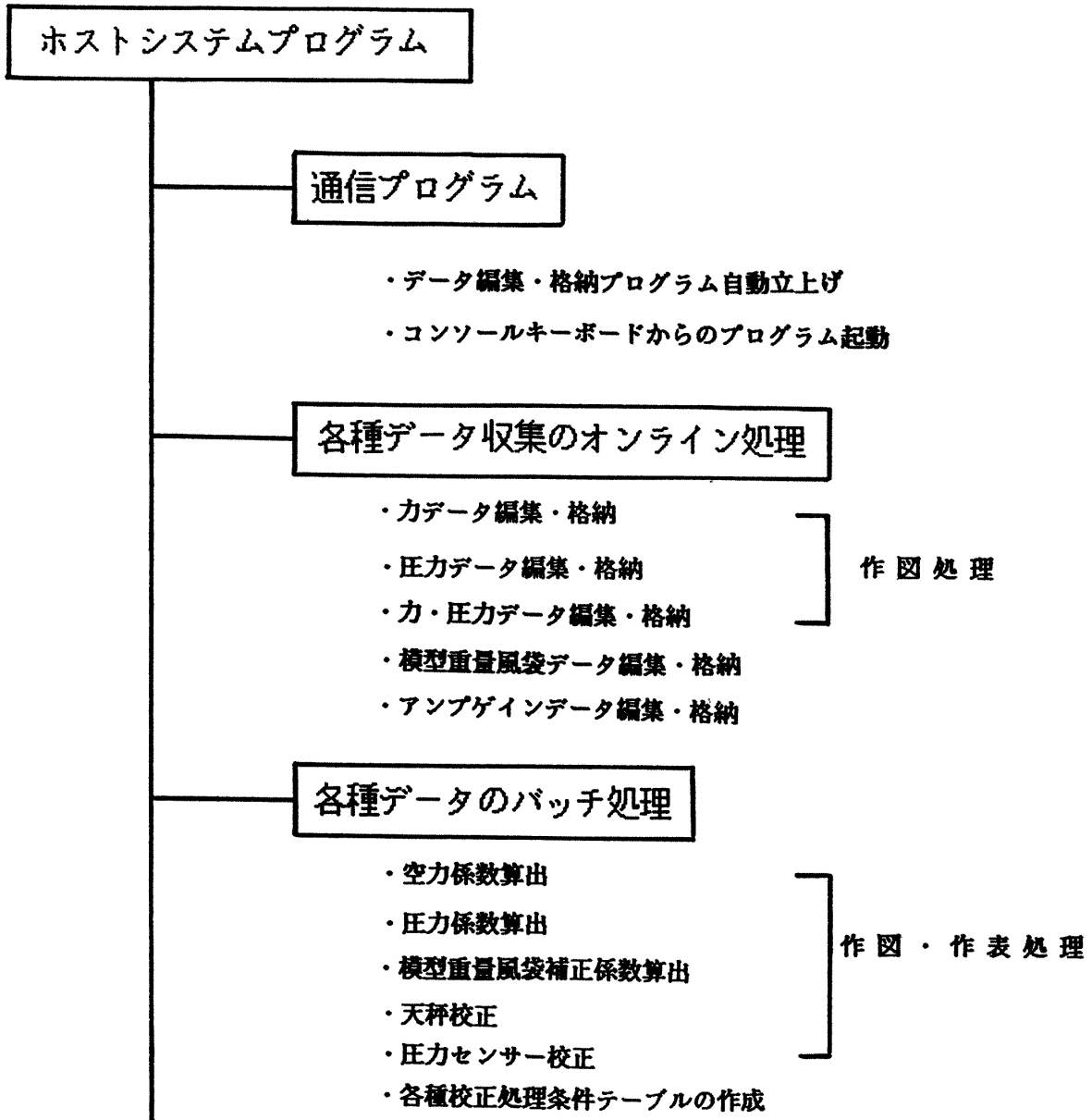
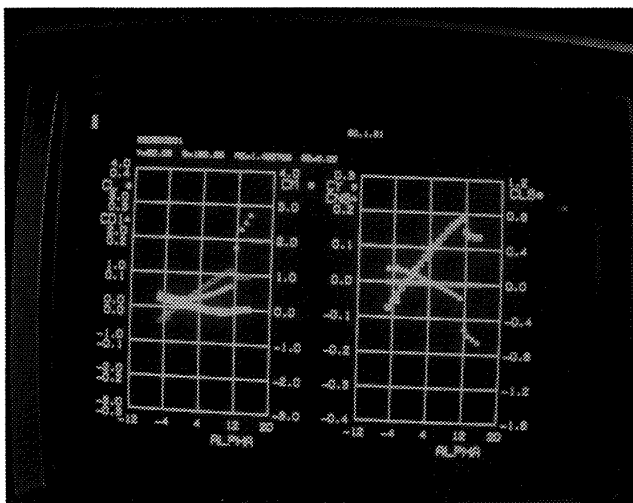
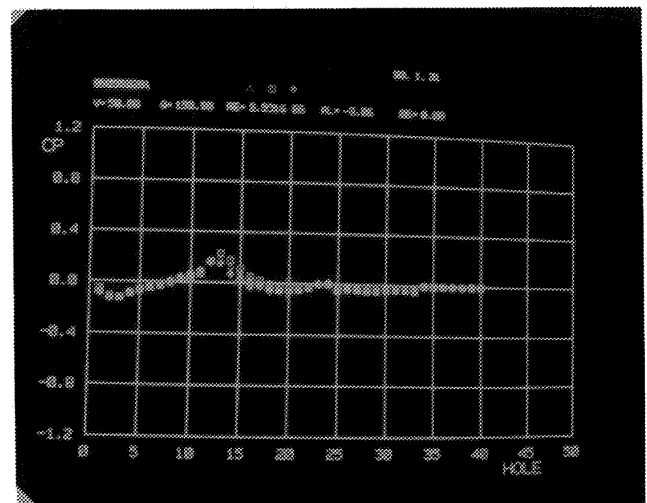


図21 ホストシステムプログラム機能

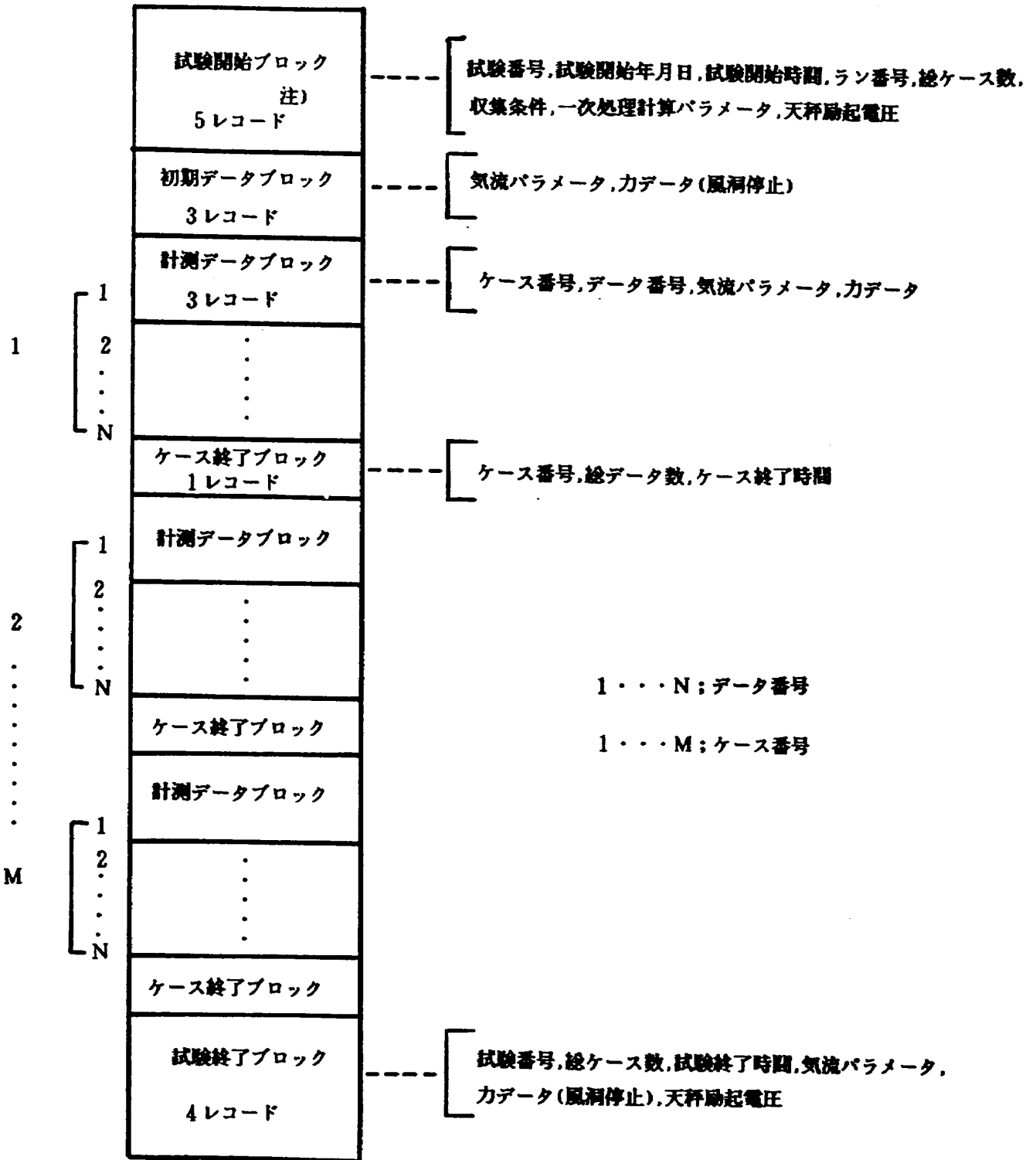


(a) 空力係数表示 (12インチカラーグラフィックディスプレイ)



(b) 圧力係数表示 (17インチカラーグラフィックディスプレイ)

図22 オンライングラフィック表示例 (力・圧力データ同時収集)



注) 1レコード128バイト

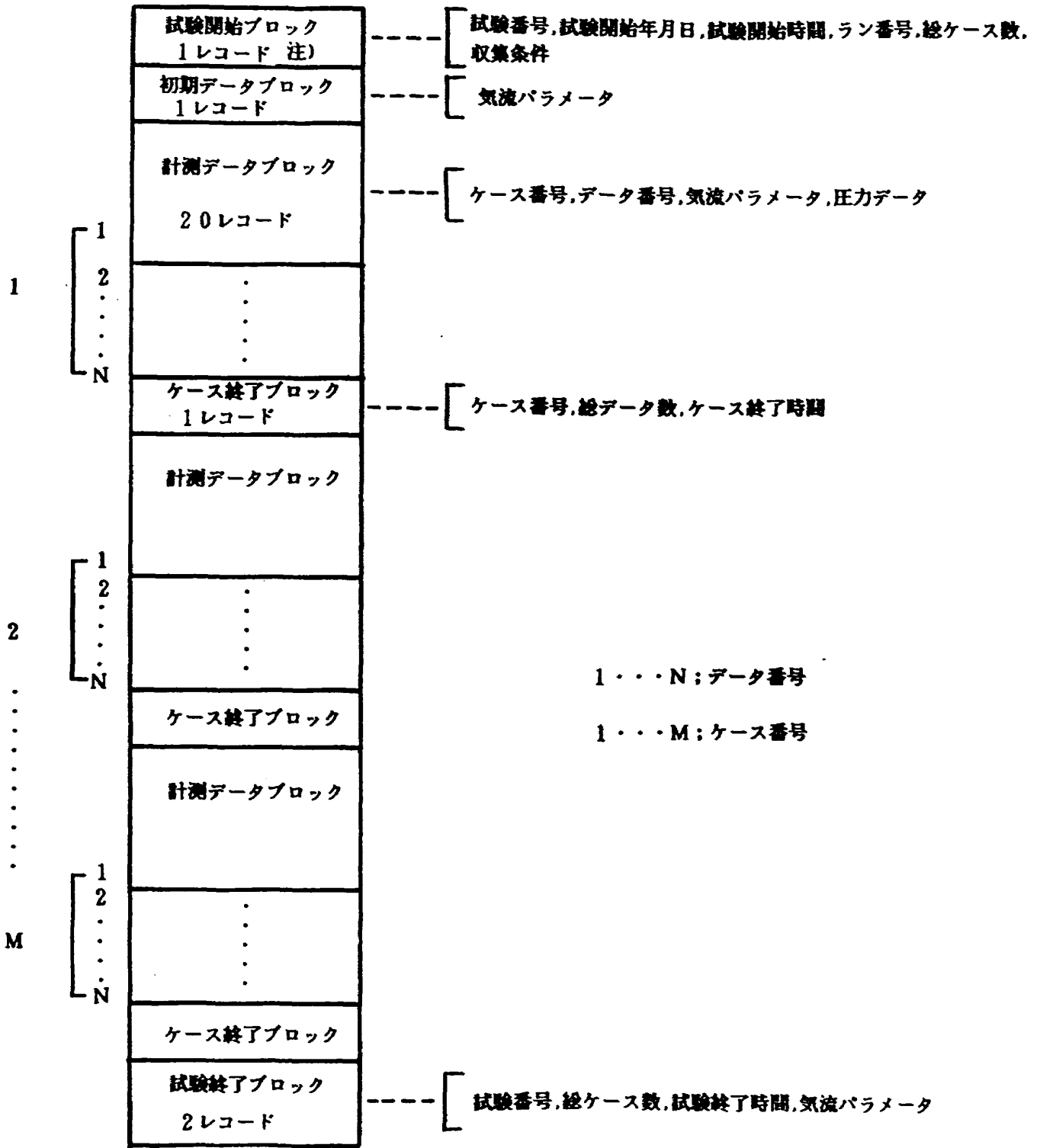
図23-1 カデータファイルの構造

圧力係数算出プログラムや空力係数算出する上で必要な模型重量風袋補正係数算出プログラム, 天秤及び圧力センサー校正処理プログラム等があり, 状況に応じてデータ処理が可能と成っている。これらのプログラムは, 全て作表, 作図が可能である。校正処理は, 校正条件テーブル作成プログラムにより校正条件の設定, 変更がCRT画面を見な

がらファンクションキーやキーボード操作により容易に出来るように成っている。このプログラムは, 校正処理プログラムの中や単独でも起動可能と成っている。

(5) その他の機能

気流パラメータ測定・監視システム及び計測システムが故障してデータ収集が不可能に成った場



注) 1レコード128バイト

図23-2 圧力データファイルの構造

合、ホストシステムのメインバスに接続してある GP-IB インタフェースを使用することにより、力及び圧力データの収集が出来るプログラムを用意している。格納するデータのファイル構造は(3)項で述べた内容と全く同じに成っており、バッチ処理プログラムがそのまま使用できる様に配慮して

ある。この様にデータ収集プログラムを2系統にすることにより風洞試験の計測・処理システムの信頼性を図っている。

以上述べてきたシステム全体(気流パラメータ測定・監視, 計測, ホストシステム)の動作概要を図24に、外観図を図25に示す。

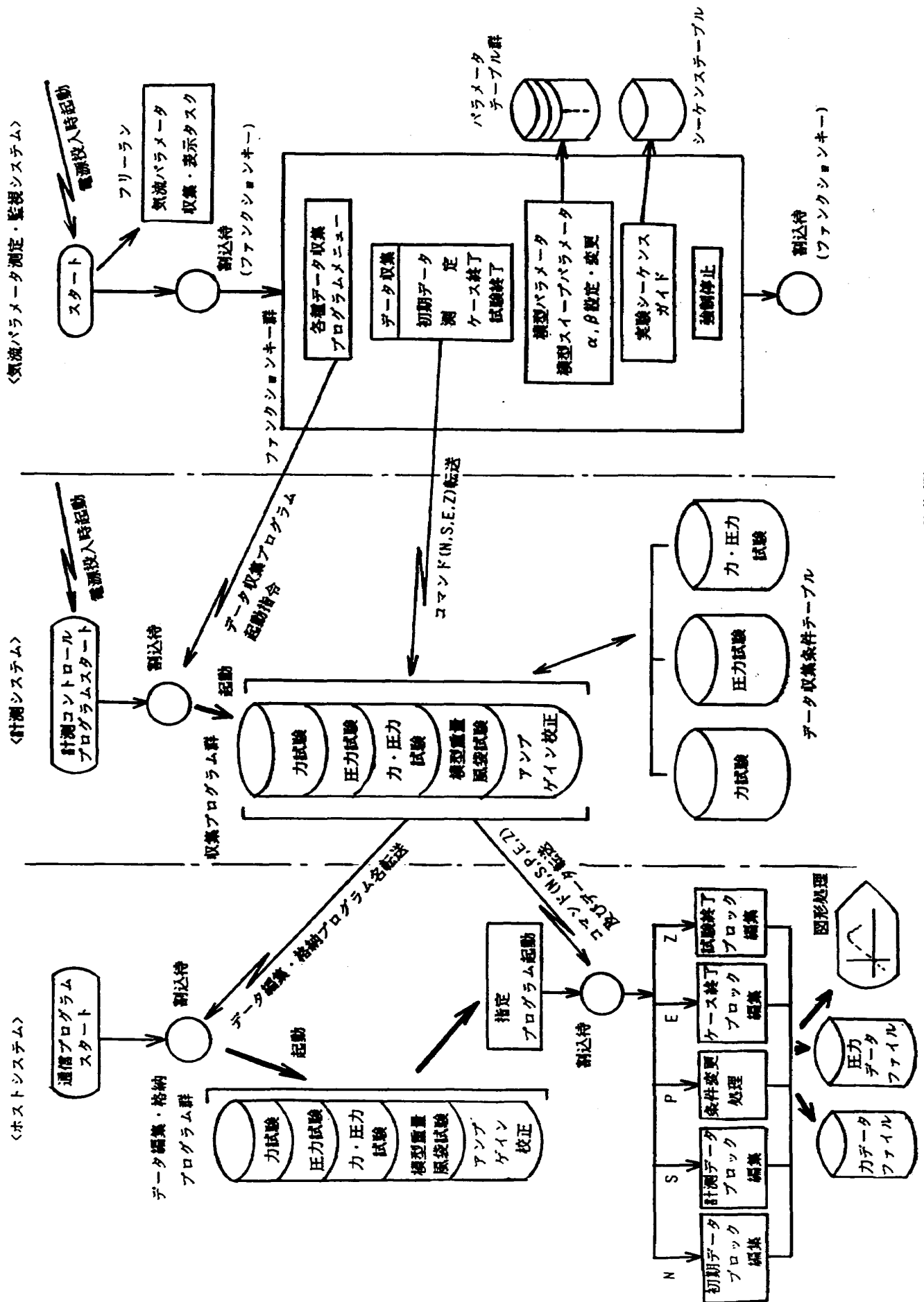


図24 本システムプログラムの動作概要



図25 本システム外観図

5. あとがき

静的量計測装置の故障で昭和62年度に本システムを完成し、以来STOL全機風試、YXX低速全機風試など多種多様な風洞試験に寄与し、第2章の冒頭で述べた構築要件をほぼ満足した成果が得られた。特に

(1) 風洞試験と並行してデータ処理及びプログラム開発が可能になったため、次の試験ケースへの対応が早く成った。

(2) 風洞測定部で気流パラメータ及び試験情報等が把握（ビデオモニタ）出来るように成り、測定部に於ける試験作業（模型監視、写真撮影等）効率が向上した。

(3) 機能的なマンマシン・インタフェースの導入とパラメータのテーブル化に伴い、風洞試験の計測操作とデータ処理手順が円滑に行えるようになった。

(4) GP-IBやRS-232C等の標準インタフェース及びインテリジェント機能を持った測定器を積極的に採用したことにより、各種風洞試験に対応

したシステムが容易に構築できる様になった。

(5) プログラムを階層構造にしたことで、プログラムのメンテナンスや拡張が容易に成った。

(6) 本システムが故障して使用不可能になった場合、ホストシステムからデータ収集が出来るようになった。

など分散処理システムにしたことにより、旧システムに比べ風洞試験効率とシステムの信頼性はかなり向上した。しかし、分散化はまだ緒についたばかりで個々の装置の機能を十分発揮していない面もあり、今後はより使い易いシステムにするための改良を行っていく予定である。

最後に本システムの製作を担当された横河電機株式会社の関係各位に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 重見, 広岡; 航空宇宙技術研究所大型低速風洞について, 日本航空学会, 第15巻第167号, 1967年
- 2) 桑野, 星野, 室田; 大型低速風洞データ処理システムについて I. 航技研資料 TM-345,

- 1978年
- 3) 室田, 桑野, 星野; 大型低速風洞データ処理システムについて Ⅱ. 航技研資料 TM-392, 1978年
- 4) 桑野, 星野, 室田; 大型低速風洞データ処理システムについて Ⅲ. 航技研資料 TM-529, 1984年

航空宇宙技術研究所資料629号

平成2年11月発行

発行所 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1
電話三鷹(0422)47-5911(大代表)〒182

印刷所 株式会社 三興印刷
東京都新宿区西早稲田 2-1-18
