

土質研究室における自動解析システムについて

齋藤 二郎 平間 邦興
木村 薫 丸山 誠

Automatic Analysis System in the Soil Laboratory

Jiro Saito Kunioki Hirama
Kaoru Kimura Makoto Maruyama

Abstract

The automatic analysis system described in this report is mainly for automatically sampling and analyzing test data in the soil laboratory. This system is capable of processing various soil tests online, for example, dynamic triaxial compression testing, and of processing various field equipment and laboratory testing using a data recorder offline. This system has many applications and generality which makes it easy for users to develop programs by the FORTRAN language and to do simple technical calculations. On introduction of this automatic analysis system, it has reduced analysis work on experiment data to a great extent and has exhibited its functions sufficient and has much contributed to increased efficiency. An outline of the system is presented in this report.

概 要

この報告で述べる自動解析システムは、土質研究室における主として、実験データの解析作業を自動的にこなすために導入したものである。このシステムは、たとえば動的三軸圧縮試験をはじめとして各種土質実験のオンラインによる処理、並びに各種現場実験・室内実験についてデータレコーダーを用いたオフラインによる処理が可能である。また、一般ユーザーがフォートラン言語によって容易にプログラムを開発することが可能で、簡単な技術計算もできる非常に用途の広い汎用性のあるシステムといえよう。この自動解析システムを導入後、実験データの解析作業が大幅に軽減され、その機能を十二分に発揮し、大いに能率向上に貢献している。

この報告では、このシステムの概要について紹介する。

1. まえがき

この報告で述べる自動解析システムは、土質研究室における主として、実験データの解析を自動的にこなすために導入したもので、各種土質実験のオンライン処理、並びに各種現場実験についてアナログデータレコーダーによるオフライン処理が可能である。また一般ユーザーがフォートラン言語によって容易にプログラムの開発が可能で、簡単な技術計算もできる非常に用途の広い汎用性のあるシステムといえよう。

複雑多岐にわたる研究所業務の中で、調査→研究・実験→解析・検討→設計に至るまで、ラボラトリー・オートメーションの占める役割には大きなものがある。広い意味で“研究所の自動化”を考えた場合には、複雑でとらえにくい種々雑多の問題点にぶつかるが、狭い意味で“実験の自動化”と考えた場合には

有効な手段となり得る。

ラボラトリー・オートメーションとしてのこの自動解析システムとは、たとえば動的三軸圧縮試験などの実験データの読込・収集から解析に至るまでの実験データ処理の自動化で端的に表現することができる。通常、実験データの読み取りおよび解析のためには多くの時間と手間を必要とし、かつ複雑なデータ解析についてはおのずと精度が落ちるという不可避な面があった。この問題の解決にあたってはこの自動解析システムの導入により現在では能率向上に大いにその機能を発揮している。

ここでは、特に実験データの自動解析システムの概要・機能について紹介する。

2. 実験処理システム概要

2.1. システム開発目的

システムの開発は研究室における、特に“実験の自動化”を目的とした場合多くの長所があり、その効果にはきわめて大きいものがある。このシステム開発により、実験操作並びに実験処理を自動化することで具体的には次のような効果が考えられる。

- 1) 大幅な省力化ができる。
- 2) 実験結果が即時に把握でき、実験計画の作業工程が組みやすくなる。
- 3) 実験結果の精度向上が期待できる。
- 4) 実験結果の保管・管理が容易になる。
- 5) より高度な2次・3次解析の可能性がある。

以上のような実験のための大幅な能率向上が可能になった。特に、今まで実験結果の解析段階ではすべてを人手で行っていたことを考えると相当の省力化になっている。また、実験処理のより高度な解析については、現在のシステム機能を拡張して、より使いやすい機能を持たせるシステム化の可能性が残されている。

2.2. システム概要

IBM 1130 システムによる実験処理システムの構成を図-1 に示す。

たとえば動的三軸圧縮試験機などは電算機とオンラインで使用、2 台のデジタル磁気テープ装置を駆使してデータを格納し、最終的にはプロッターおよびプリンターに出力することになる。したがって、実験デ

ータは磁気テープに保管されており必要に応じて随時データを取り出すことができる。アナログデータレコーダーで実験データを収録した場合には、オフラインにより同様のデータ処理を行なうことができる。

3. IBM 1130 システムの利点

IBM 1130 システムは実績のある電子計算機システムと言え、だれでも簡単に操作でき、また次のような特長を有している。

- (1) 有効な磁気ディスクベースシステム 磁気ディスクはディスクカートリッジ形式なので取りはずしが可能でありデータ記憶容量も 512kW と非常に大きく、ディスクファイルにして用いることもできる。



写真-1 システム全景

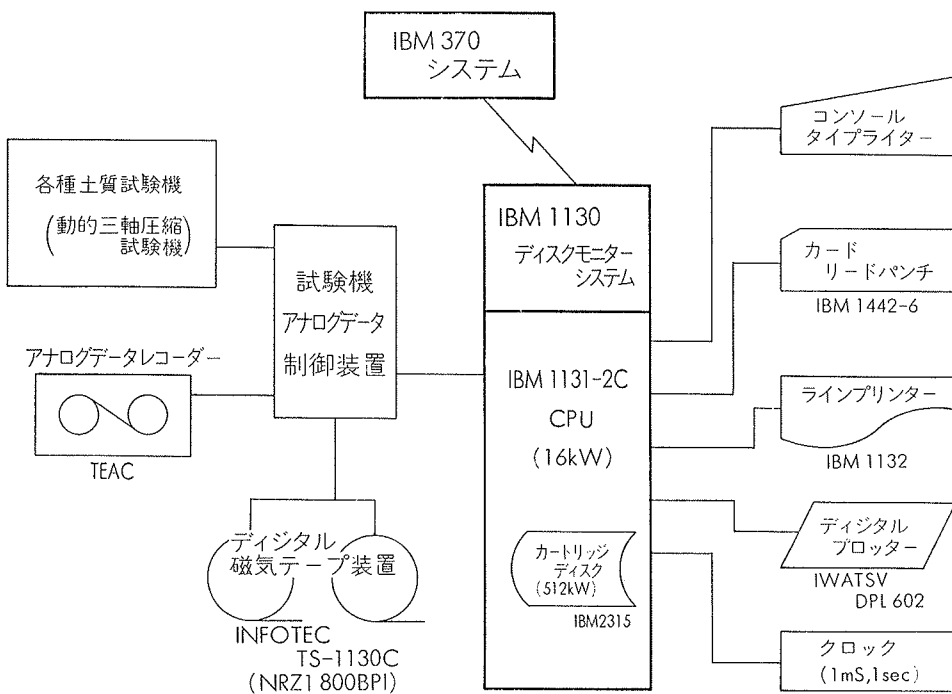


図-1 IBM 1130 による実験処理システム構成

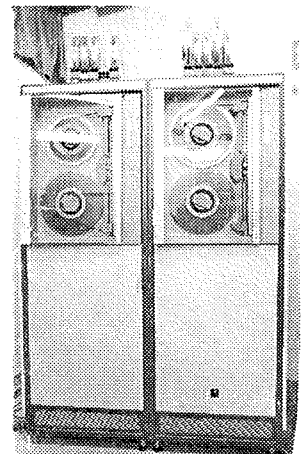


写真-2 デジタル磁気テープ装置

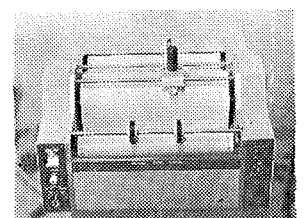


写真-3 デジタルプロッター装置

(2) 機能的なディスクモニターシステム ディスクモニターシステムとは、事前に実験処理用プログラムや技術計算プログラム等を磁気ディスク上に格納し、必要ときにコントロールカードを流すだけで、コア内に読み込むことができ、この機能を活用することによって処理効率を大巾に増大させることができる。

(3) IBM ストレージアクセスチャンネル (SACI) デジタルデータを直接入出力できるチャンネルを有し、実験データ処理を行なう場合にデータを容易に組み入れることができる。

(4) 豊富な技術計算用ソフトウェア 土木測量・統計学・物理化学計算・線型計画・数値解析・構造解析などの各種アプリケーションプログラムが備わっており、常に磁気ディスクより呼び出すことができる。

(5) 融通性・拡張性 IBM 1130システムはだれでもが容易にフォートラン言語やアセンブラー言語でプログラミングができ、将来性を考慮して拡張性に富んだシステムでもある。また、大型計算機の IBM 370 システムにも接続可能で、容量の大きい処理の場

合には大型機の使用も可能である。

4. ハードウェア構成

試験機アナログデータ制御装置のブロック構成図を図-2に示す。

本装置は、入力調整器を経て、IBM 1130システムストレージアクセスチャンネル I (SACI) に接続させる機能を有し種々の実験データの読み込み・収集の処理を行なうためのものである。主に、ローパスフィルタ一部とアナログマルチプレクサー・

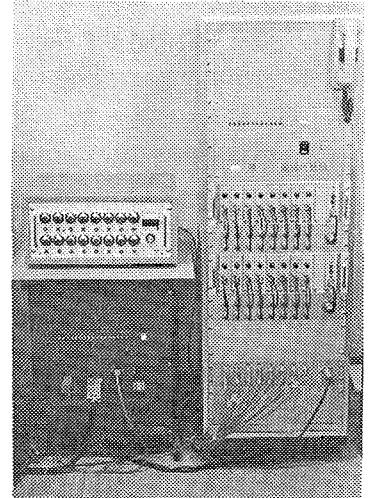


写真-4 アナログデータ制御装置 (インターフェース) と入力調整器

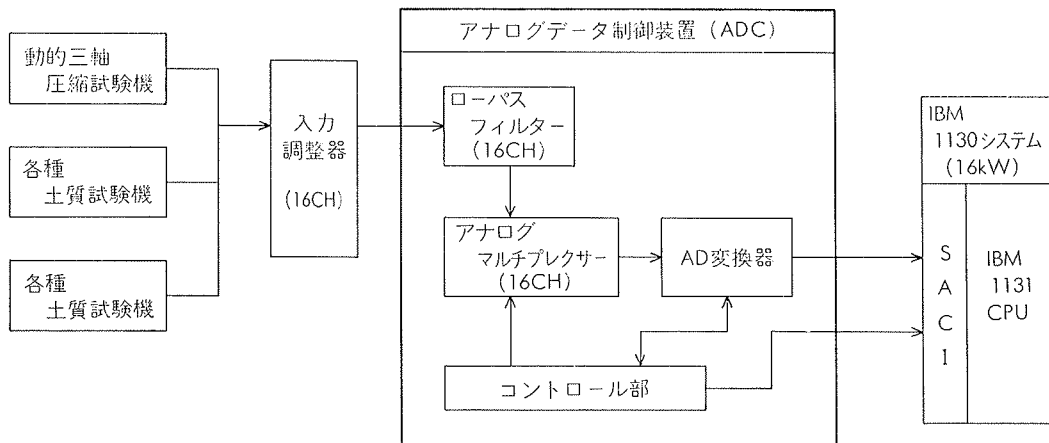


図-2 アナログデータ制御装置ブロック構成図

<p>入力調整器 (坂田電機製)</p> <p>チャンネル数 16チャンネル</p> <p>入力電圧 ±0.1V~±10V</p> <p>出力電圧 ±1V</p> <p>入力インピーダンス 100kΩ 不平衡</p> <p>出力インピーダンス 600Ω 不平衡</p> <p>指示計</p> <p>直流指示計 切換指示</p> <p>交流レベル指示計</p> <p>信号周波数範囲 0~1kHz</p> <p>電源 AC100V±10%</p> <p>接続コード BNCコネクター</p> <p>ケーブル長 2m・20m</p>	<p>ローパスフィルタ (VANTEK製)</p> <p>電源ユニット (PS-3・PS-4交直両用電源)</p> <p>交流入力 100V±10%</p> <p>50~60 Hz</p> <p>単相最大 14VA</p> <p>出力 FV-612</p> <p>フィルターユニット (LP-3)</p> <p>種類 ローパスフィルター</p> <p>遮断周波数 2・7・20・50・100Hz</p> <p>(レンジ×1, ×10切換)</p> <p>遮断周波数精度 ±3% (25°C)</p> <p>周波数応答特性 最大平坦・位相直線特性切換</p> <p>減衰傾度 24±2 dB/oct</p> <p>入力インピーダンス 100kΩ以上60PF以下</p> <p>並列, 不平衡</p>	<p>最大出力 電圧出力±10V以下2kΩ負荷</p> <p>電流出力±25mA 20Ω負荷</p> <p>出力直流ドリフト ±1mV/8ch(温度一定)</p> <p>±500μV/°C</p> <p>雑音 1mV rms以下</p> <p>減衰点周波数 (-3dB 最大平坦特性)</p> <p>4・14・40・100・200 Hz</p> <p>AD変換器 (VANTEK製)</p> <p>変換器仕様 12ビット</p> <p>変換時間 20μS</p> <p>アナログマルチプレクサー (VANTEK製)</p> <p>セトリングタイム 1μS ±0.01%</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

図-3 ハードウェア機器性能一覧

AD変換器を含む入力変換コントロール部より成り立っている。各々の機器の性能・特性の一覧を図-3に示す。

まず、各種の土質試験機より送られてくるアナログ信号(±1V～±10V)は入力調整器で0～±1Vに変換され、CPUの指令によってマルチプレクサーを切替えることにより必要なチャンネルのアナログデータをAD変換器を通してデジタルデータに変換するシステムとなっている。なお、本装置では16チャンネル分のデータ収録が可能であり、またデータサンプリングを正確に行なうために2個のクロックを内蔵し、最小で1msおよび1secの正確な割込み信号を発生させることができる。

マルチプレクサーの切替時間は1μs、AD変換時間は20μsの性能を有し、コントロール部全体のスキャン速度は1msとなる。データサンプリングを円滑に行なうために、ほぼ満足される特性と考えている。

5. ソフトウェア構成

実験処理プログラムは、1) データ読込プログラムと 2) 解析プログラムより構成されている。読込プ

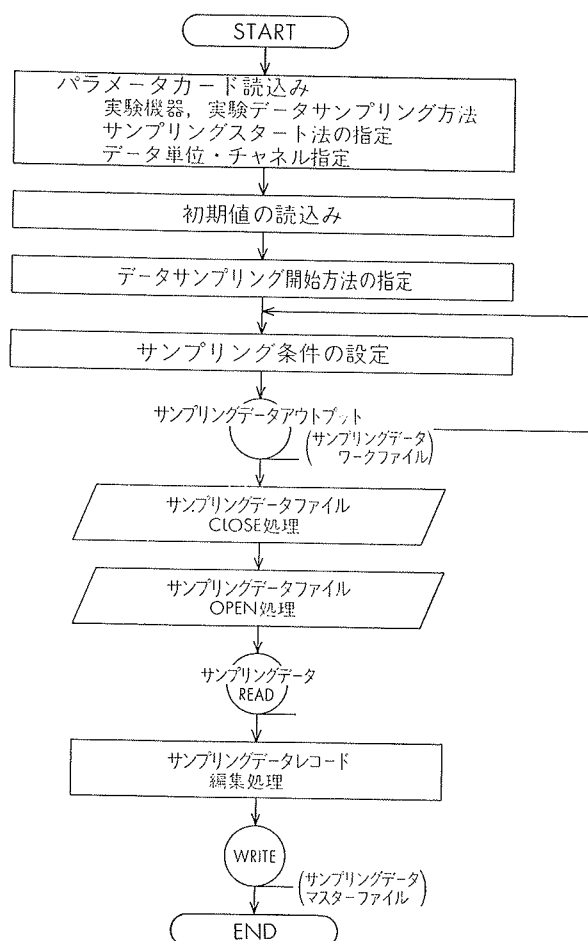


図-4 実験処理プログラムフローチャート

ログラムは実験データの磁気テープへの収集・データファイル編集に至るまでで、アセンブラ言語で組んである。また、解析プログラムはデータファイルから実験データの解析・整理に至るまでで、一般の技術者がだれでもが作成できるようにフォートラン言語でプログラムを組めるようにした。

5.1. データ読込プログラム

実験データ自動解析プログラムにおけるデータ読込部分の流れ図を図-4に示す。

このプログラムでは各種土質試験機およびアナログデータレコーダーをはじめとするあらゆる実験データの自動解析が可能であり、例えば振動測定についてのデータサンプリングでは連続読込時間の指定(主にデータレコーダー用)あるいは周波数・読取波数・分割数の指定によって、単位データを読込むことができる。周波数は1～100Hz、読込波数が1～10波、1波形1～10分割できる。またサンプリング条件としては 1)等差級数法 2)等比級数法 3)等差一等比級数法 4)等比一等差級数法 5)等差一等比一等差級数法 6)等比一等差一等比級数法 7)全てのデータの合計7種類のパターンによるサンプリングが可能である。

次に、サンプリングの開始方法についても状況に応じて、1)図-2におけるADC操作と同時開始 2)ADC操作後、任意の指定値が得られた時に開始 3)外部信号により開始の3種の方法が選択できる。なお、異常値の設定も可能で、設定した異常値の上下限を越えた場合にはアラームルーチンが作動し、警告を発するようになっている。

なお、データファイルを検査するためのプログラムも完備しており、容易にその内容を知ることができる。

5.2. 解析プログラム

実験データ読込プログラムで作成したサンプリングデータファイルから、各種試験目的に合わせてデータ処理をおこなう解析プログラムについて、たとえば動的三軸圧縮試験についてのアウトプットの一例を示したのが写真-5である。このプログラムでは動的および静的三軸圧縮試験についてプリンターへの実験データリストの出力、あるいはプロッターによるグラフ出力が可能であり、その他にヒステリシスループについてのプロッター出力もできるようプログラムを整えている。

なお、別に磁気テープの論理データ入出力プログラムが用意されており、ユーザーが物理レコードを意識しないで容易にプログラムが作成でき、磁気テープ装置を効率よく機能的に働かすことができる。その他に磁気テープ装置を作動するために必要なコピープログラ

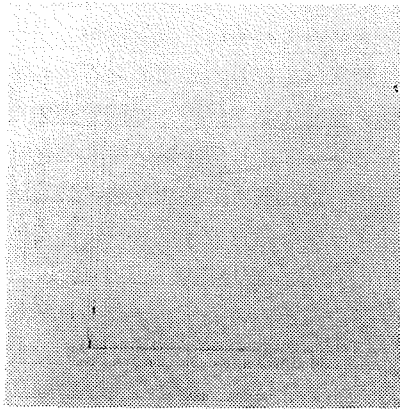
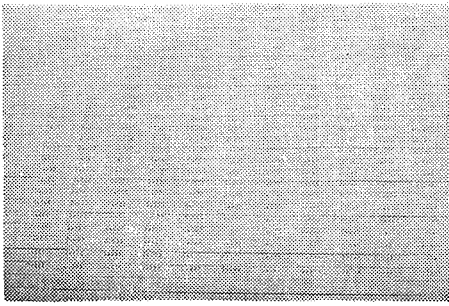


写真-5 アウトプット一例

ム、ダンププログラム、データ検査プログラムなどが用意されている。

6. あとがき

IBM 1130 システムによる実験処理システムの概要について紹介した。

このシステムを導入してから約2年が経過したが、実験データ読込プログラムについては、データファイルの記録密度を高め、実験データ量の多い場合に対処できるようにするなどの改良を加えた。また、現在整

備されているプログラムの他に将来配置されるであろう土質試験機と合わせて、すべての実験データ処理プログラムを逐次整備していく予定で計画を押し推めている。

また、今後“実験の自動化”システムを拡充していくなかで、より高度のデータ処理並びに解析システムを開発し、合わせて処理効率を上げるためにハードウェアの性能向上についてシステム全体の再検討を試みている。

参考文献

- 1) 斎藤・木村・平間・丸山：IBM 1130 システムによる実験処理システム 大林組技術研究所報告書 (1975)
- 2) 日本 IBM ㈱：IBM 1130 システムによる実験処理システム (1972)
- 3) 榎木好明：VM/CMS を用いた対話型自動測定システム CLAS とその応用について、IBMラボラトリーオートメーションシンポジウム報告集 (1974)
- 4) 藤原譲：ラボラトリーオートメーションのためのシステム開発について、IBM ラボラトリーオートメーションシンポジウム報告集 (1974)
- 5) 加藤・宍戸：研究所における分析システム、同上 (1974)
- 6) 戸川隼人：マトリックス法とコンピュータ 培風館 (コンピュータによる構造工学講座)
- 7) 岸田孝一：システムプログラム入門 日本経営協会
- 8) 西村怨彦：JIS 情報処理用語解説 共立出版
- 9) IBM 情報処理用語対訳集 (1973)