

Graphic Display を利用した大型山留計測管理システム

清水建設(株)

○日比一喜

正員

小林公博

1. はじめに

近年、建設工事の大型化、多様化に伴って、所謂超軟弱地盤での大規模な山留工事が実施される機会が、多くなってきた。根伐山留の計画、管理に於いては、種々の規準、指針等が示されているが、超軟弱地盤に於ける地中連続壁の設計は、いくつもの仮定のもとに拡大適用しているのが、現状である。

工事が市街地で行なわれる場合は、隣接する建築物あるいは、埋設物などへの影響を最小限に留める必要があり、工事の安全性を管理する目的から、現場計測は、必要不可欠のものである。又、測定データは、現時点の安全性の検討のみならず、次段階の掘削時の予想、あるいは今後の類似構造物のより適切な設計データを得るためにも有用となる。

現在までにも、軟弱地盤における現場計測が、何例か実施されており、計算機を有効に利用して、測定データの処理、次期予測が行なわれて来ているが、^{1) 2)} 今回、測定データから得られた現時点の山留壁の挙動を、現場で把握し、かつ対応策が即時に取れることを目的とした、システムを開発した。

2. システムの概要

本システムは、工事の安全管理と今後の設計データの収集の二つの意味を持っているが、特に安全管理上のデータの処理、出力は、迅速であることが、要求され、そのシステムの信頼性の高さ、操作性の簡略なことも、同時に要求される。このため必要と思われる処理は、すべて、現場に設置されたマイクロ・コンピュータ・システムで行なうことを前提に設計を行なった。

又、処理結果の出力は、人間の直観に訴えやすい図面の形が望ましいと考え、従来行なわれて来た打点記録計による測定データの時間的変化に加え、Graphic Display による側圧、水圧、変形などの水平、垂直方向の断面図も出力し、安全管理上の検討資料としている。今後の設計データを得るための解析、あるいは次段階の掘削時の予測計算は、センターの大型機のシステムで行なっているが、現場で得られた測定データはすべてカセット・テープに収録し、週一度程度の頻度で、大型機へ入力している。

山留の計測管理の手法は、まだ完全には確立していない現状から、長い測定期間中に多くの変更も予想される。このために会話型の言語である BASIC 言語を使用して、³⁾ システムの変更にも柔軟に対処することが可能となっている。

(1) ハードウェア

機器構成は、図-1 及び、写真-1 の様になっており、計測システム、図化システム、センター・システムに下別される。

a. 計測システム

a-1 センサー

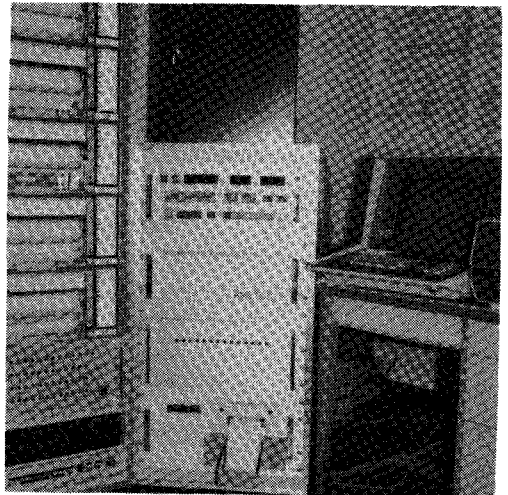


写真-1

土圧計，水圧計，鉄筋応力計，傾斜計（壁の変形測定），歪計（切梁の荷重測定），温度計（切梁の周辺温度），間隙水圧計などを使用して，温度計（白金測温体）以外は，すべて差動トランス型の変換器を使用している。

a-2 スキャナー（切換器）

ブリッジ・バランス，A/D 変換器をすべてのセンサーに対応させると非前は高価なシステムとなるため，スイッチにより順次，切り換えて測定するためのもので，現場の何ヶ所かに分散して設置されている。

a-3 スキャナー・コントローラ

スキャナー，時計，プリンターなどの制御，測定値のデジタル化などを，マイクロ・プロセッサ（東芝 TLCS 12）により制御している。測定法は，特殊なサーボ機構を利用した零位法⁴⁾を採用し，長期間の安定性，精度を確保している。データは，IEEE-488 標準バス^{5) 6)}を経由して，図化システムへ転送される。

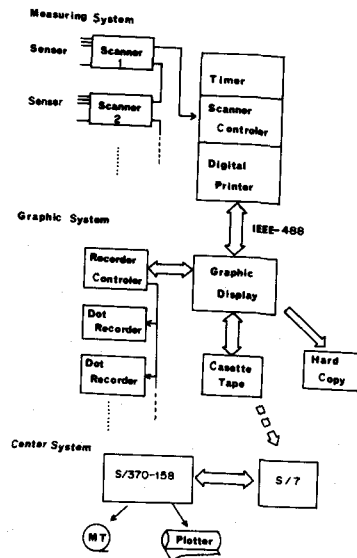


図-1 システム・ブロック図

b. 図化システム

b-1 グラフィック・ディスプレイ

蓄積管型の CRT を使用したマイクロ・プロセッサ・システム（M 6800）で内部に ROM 32 k バイト，RAM 32 k バイトを内蔵し，ユーザー・プログラムは BASIC 言語により，RAM 部分で実行される。又，カセット・テープ（1/2 インチ幅，1600 BPI，300 ft）が，使用可能であるため，これを，プログラム，測定データの保存用として使用している。

b-2 打点記録計

測定データを，図化システム内で換算計算し，その結果を出力し，データの長時間の時間的変化を観察するために使用される。データは，計測システムと同様に，IEEE-488 標準バスを経由して転送され，D/A 変換器（精度 12 ビット）により出力される。

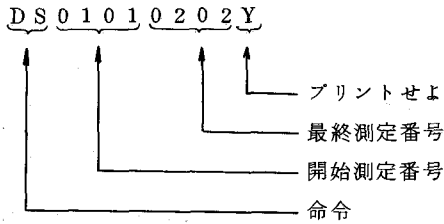
(2) ソフトウェア

本システムのソフトウェアは，計測システム（アセンブラー言語 3 k バイト），打点記録計コントローラ（アセンブラー言語 2 k バイト），図化システム・モニター（アセンブラー言語 32 k バイト），図化システム・アプリケーション（BASIC 言語 32 k バイト）より構成され，図化システム・アプリケーション・プログラム以外は，メーカー提供のものを使用している。

a. 計測システムと図化システムのやりとり

計測システムと図化システムのデータの転送，制御は，何種類かの命令（ASCII 文字の列）により行なわれ，動作終了，時刻などの通報は，割込によって行なわれる。命令の例を，以下に示す。

a-1 計測開始コマンド



センサー番号 101 から、202 までのデータを測定し、図化システムへのデータの転送を要求する。これを上述の様な ASCII 文字の列を、計測システムへ伝送することで、命令を与えている。

b. 図化計算プログラム

b-1 物理量への変換

各センサーの初期値（測定開始前の値）、校正係数（センサーの出力と物理量を対応させる係数）を使って、測定データを物理量へ変換する。初期値、校正係数は、図化システムの主記憶中へ、カセット・テープより読み込まれる。

b-2 変形の算出

壁の傾斜角と測定点間の距離から変形量を算出する。

b-3 軸力の算出

切梁の断面方向 4 点の歪計の測定値から軸力を算出する。

b-4 分布面積

土圧、水圧、変形の鉛直方向の測定値から全土圧、全水圧、変形面積を算出する。

b-5 各切梁の側圧支持領域

鉛直方向の側圧の測定値から、各切梁の分担領域を算出する。

b-6 最大値検出

各測定場所内での壁の変形、鉄筋の応力などの最大値を、〔図-2〕の様に、数表として出力する。

b-7 各種の図化プログラム

側圧、水圧、壁の変形、壁の鉄筋応力などの測定データの鉛直方向の分布図を、〔図-3〕から〔図-6〕の様に出力し、又、〔図-7〕の様に壁の水平方向の変形の分布図などを、CRT 上に出力し、必要に応じて、ハード・コピーを得ることができる。

b-8 打点記録計出力プログラム

MAX-VALUE OF DISPLACEMENT AND STRESS

1977 09 08 09:28

PANEL NO.	DISPLACEMENT (mm)	STRESS (kg/cm ²)
1	-2.7	-46.9
2	168.8	48.0
3	174.3	63.9
4		7315.1
5	-19.9	46.4
6	68.2	48.3
7		0.0
8	157.2	
9		0.0
MAX	174.3	7315.1

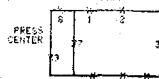


図-2 鉄筋応力の最大値

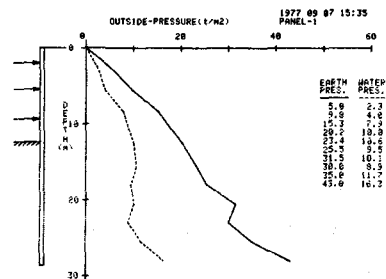


図-3 主動側の側圧、水圧

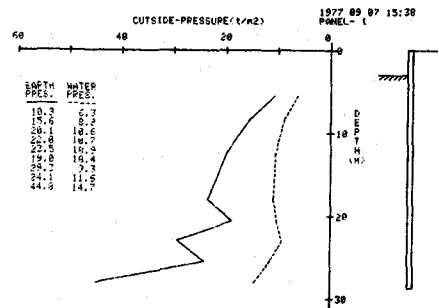


図-4 受働側の側圧、水圧

側圧、水圧、変形などは、測定データそのものではなく、分布面積などの計算結果を、打点記録計用のD/A変換器に合せた数値に変換して転送する。

以上の処理は、設定された時間間隔のタイマー割込による定時処理と、人間が任意の時点に、キーボードからの要求により実行される非定時処理に分かれる。定時処理では、前述の処理は、すべて行なわれ、打点記録計、カセット・テープへの出力もされる。非定時処理は、〔図-2〕から〔図-7〕の処理内容ごとに、特別なキーが対応し、測定場所などを入力すれば、その時点の測定データを出力する。

3. おわりに

このシステムは、山留などの計測管理にかかわる施工時の現場計測の一つの試みであり、従来のシステムとの違いは、センター大型機で処理していた項目のかかなりの部分を、現場システムへ移行させたことである。これにより、多くの情報が、即時に現場で得られることになるが、これが施工管理に、どの程度貢献するかは、今後の課題であろう。しかし、施工の計測管理の手法が、まだ完全に確立していない以上は、より多くの情報を、より速く処理し、今後の設計、施工へ役立てていくべきであろう。

このシステムを土台に、諸賢の御批判、御意見を待って、より経済的で有効なシステムを作って行きたいと願っている。

参考文献

- 1) 肱黒、富永、二町、猪野：深い土留め壁における情報化施工，施工技術，8-11，昭50-11，pp65-72
- 2) 野尻：根切り山止め工事の施工計画と管理測定，建築技術，1976・2，No.294，pp113-125
- 3) J.G. ケメニー：ベーシック入門，共立出版
- 4) 寺尾：測定論，岩波書店，1975，pp11-22
- 5) IEEE Std. 488-1975：IEEE Digital Interface for Programable Instrumentation
- 6) 野口：標準インターフェイスシステム HP-IBの概要，電子計測，昭50-4

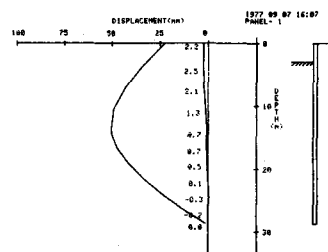


図-5 山留壁の変形及び設計値

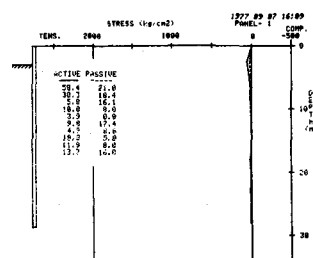


図-6 山留壁の鉄筋応力

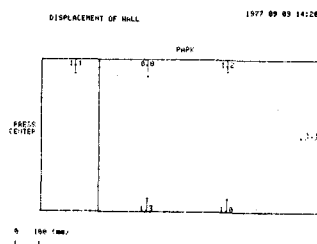


図-7 架構の変形