

因島大橋補剛桁工事におけるマイコンを利用した施工管理システム

川田工業(株) 長大橋課 正会員 中崎 俊三
 " 研究室 正会員 〇越後 滋
 " 電算センター 大西 茂
 因島大橋補剛桁工事J・V 大庭 一ニ

1. はじめに

最近のコンピューター関連技術の発展の目覚ましは今さら述べるまでもないが、特に一般ユーザー向けのマイコン(本文では入出力装置を備えたシステム化された小型コンピューターを指すものとする)は、その機能・容量・演算速度などから見て十年前の中型機に匹敵するものも多く、しかも小型化・低価格化・使用性の簡易化などにより、利用者は増大の一途をたどっているといわれる。

一方、建設業界においては施工技術の発展にともない工事は大型化しており、その工事を安全に正確に遂行するための施工管理は複雑なものとなりつつある。この施工管理に電算機を利用し、迅速化・正確化・省力化を計ることは以前よりなされてきたが、前述のようなマイコンの普及とともに、最近では中小規模の工事でも利用されつつあるようである。

このような状況の中で、大型プロジェクト本州四国連絡橋の最初の吊橋である因島大橋の補剛桁工事(川田・日立・住重・東骨共同企業体)においても、マイコンを利用した施工管理等が計画され、現場において現在稼動に入ったのでここにその概要を報告する。

2. システム構成

本工事においては後述のような管理項目について処理を行うため、大型電算機の利用が必要となる。そこで、川田工業所有のUNIVAC 1100/61 Vanguardのオンライン端末機としての機能を持たせるとともに、小規模の計算やデータ処理等の小まわりのきくオフライン利用も可能なように、インテリジェント機能を持たせた端末としてマイコン(SORD M223 Mark II)を現場事務所内に導入し、既に端末の設置されている川田工業四国工場(香川県多度津町)とモデムを介して専用回線(1200 BPS)にて接続した。さらに、現場のマイコンには、1/32桁プリンター、X-Yプロッターとともに振動解析用にA/D変換装置(SORD HC-A/D)を取付けた。(写真-1、図-1参照)

このようなシステム構成とすることで、既存の大型計算機用のプログラムを有効に利用することができ、ハード・ソフト両面での開発経費を最小限にとどめることができた。

なお、マイコンキーボードからのデータ入力またはプリンターやプロッターへのデータ出力は、回線のデータ転送速度との兼ね合いから、一旦フロッピーディスクに書き込む必要があり、一見手間がかかるようではあるが、これにより大型機の稼動時間帯に制約されることなく、オフラインでも随時処理が行えるとともに、入出力データの保存管理が容易となる。

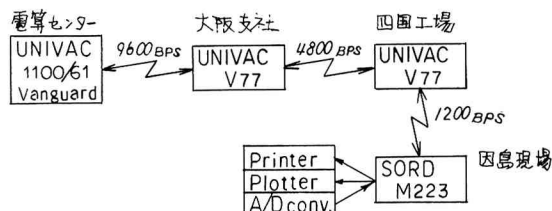


図-1. システム構成



写真-1 端末システム全景

(右より、モデム・プリンター・本体・X-Yプロッター)

3. 管理項目

本工事において計画された架設段階に応じた施工管理項目としては、主に以下のものがある。

- 1). 形状管理 —— 架設途上におけるケーブルや補剛桁の形状は、完成後の全体形状や断面力に大きく影響するため最も重要な管理項目であり、実荷重（架設機械等）などの影響を考慮した計算値と実測値を対比し施工の管理を行う。
- 2). ハンガー張力 —— 逐次剛結法による桁架設では、架設先端ハンガー張力が厳しい状態にあかれるが、形状管理と同様に計算値と実測値を対比し安全性を管理する。
- 3). ハンガー引込量と引込力 —— 補剛桁を逐次張出し、先端でハンガーを引込むために、引込量と引込力を想定して桁部材の補強がなされているが、これらの実際の値も測定し、安全性の管理を行う。
- 4). 桁応力 —— 架設途上の補剛トラス部材の応力について、同様に計算値と実測値を対比して管理する。
- 5). ケーブル温度 —— 上記のものには、ケーブル温度が影響するため、主ケーブル表面温度を測定し、FEMによりケーブル平均温度を推定し、各項目に対しその影響を反映させる。
- 6). 振動 —— 架設途上の耐風安定性については風洞実験によりその安定性を確認しているが、その挙動の再確認のため風向・風速と吊橋全体系の不規則振動を測定し、外力としての風の特性や桁の応答および振動特性を解析し、理論上の振動特性と比較検討する。
- 7). その他 —— 出来高、工程管理等。

以上をまとめると、図-2 のようである。

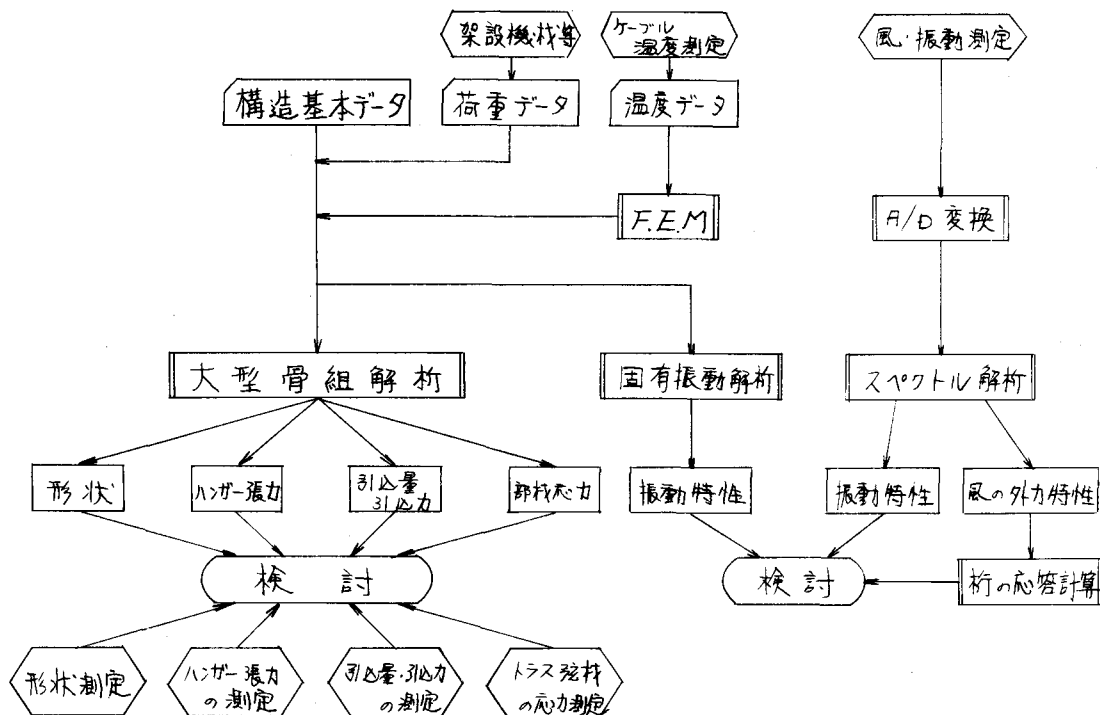


図-2 施工管理項目 及び 方法

4. 処理手順

処理手順の概要を図-3に示す。即ち、大型機のディスク・ファイル内には前もって各架設段階の基本的な構造データ等を作成しておき、解析処理を行う時に荷重データ、温度データなどの必要データのみをマイコンのキーボードから入力する。この入力データをフロッピー・ディスク内に収め、BASICで作成されたオンライン・プログラムの管理下でこのデータを大型機に転送すると同時に、大型機の処理実行をコントロールする。大型機での処理結果は再度オンライン・プログラムで転送し、フロッピー・ディスクに書いた後、出力の必要に応じてプリンターまたはプロッターに出力する。この間でマイコンと大型機とのオンラインは、データ転送・処理実行の指示の時のみ必要であり、他はオフライン状態でマイコン単体としての利用が可能であり、大型機の稼働状況に左右されずに小規模な計算処理などを行う。

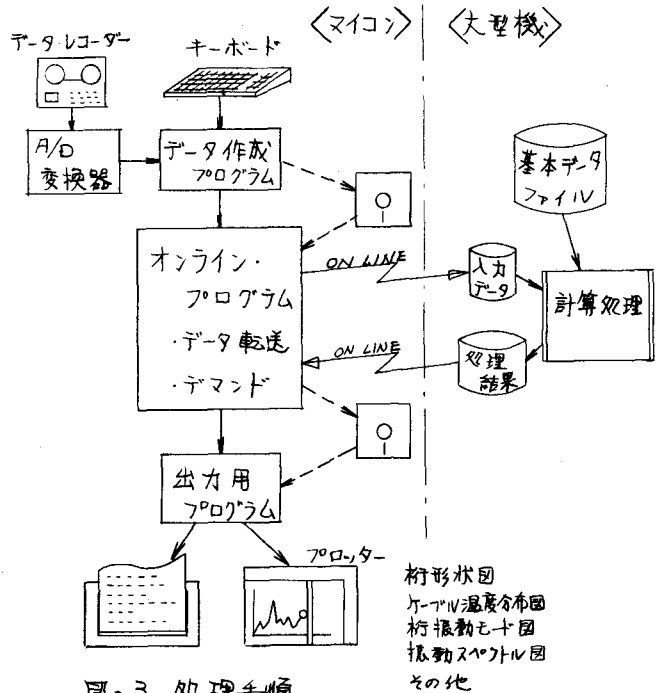


図-3 処理手順

また実測振動記録をソフトウェア解析するには、磁気テープに記録された風や構造振動をデータレコーダーで再生しながら、マイコンに組み込んだA/D変換器にてデジタルデータに変換し、フロッピー・ディスクに書き込む。その後は同様に大型機に転送して解析を行う。以下にこのA/D変換について多少説明する。

5. A/D変換

一般に実測振動を現場でスペクトル解析するには、スペクトルアナライザーがよく用いられるがCH数が多いとCHと少なく、またミニコンを利用した専用のA/D変換装置は非常に高価で場所も占めるため、現場向きではない。それに対し、今回用いるA/D変換器は(株)SQRD電算機システムより市販されているA/D変換インターフェース・ボード(HC-A18)を利用したものであり、マイコンのユーザーズ・スロットに組み込んでBASICによって制御することができる。

このA/D変換器は

CH数: 16 CH 分解能: 12 bit (4.0% 程度) サンプリング時間: $500 \mu\text{sec}$ の整数倍
のような機能を持ち、土木構造物の振動解析には十分と思われる。

これにより、スペクトルアナライザーのように完全なリアルタイム処理はできないが、現場において不規則振動測定解析結果を居ながらにして短時間で得ることができ、しかもスペクトル図等をX-Yプロッターで描画することにより、即座に結果の検討を行うことができる。

なお、今回使用するデータレコーダーの出力電圧は $\pm 1\text{V}$ 、A/D変換器の入力電圧は $\pm 5\text{V}$ であり、直接接続したのでは十分な精度のA/D変換ができないので、オプアンプを利用したゲータ増幅器を製作した。また複数台のデータレコーダーを使用するので、別個に再生・A/D変換を行ってもデータの同時性が保たれるよう各データレコーダーの空CHにゲータスタート・マーカを記録し、再生時にはこれによりA/D変換のトリガーがかかるようなゲータ・マーカーおよびオート・トリガー・パルス発生器をも製作した。(写真-2, 3参照)

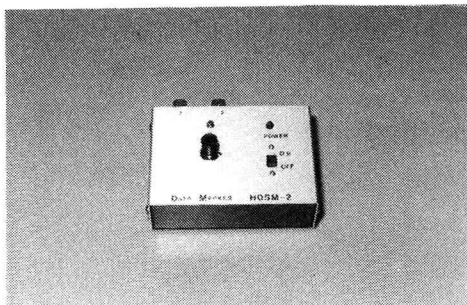


写真-2 データ・マーカ

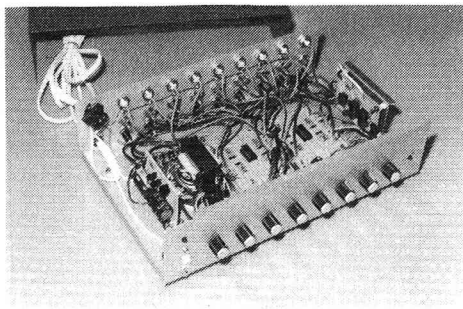


写真-3 データ増幅器 (トリガ・パルス発生回路付)

6. あとがき

以上のように、現場にマイコンを導入することで、大型機の端末として大規模なバッチ処理やマイコンとしての小規模な計算処理など、適宜その機能を使い分けることで現場における電算機の有効な利用が可能であると思われる。

今後は、このマイコンを単なる計算処理にのみ用いるのではなく、外部機器（例えば、形状測定、応力測定等の計測機器）の制御に活用し、なお一層の省力化を図ることも考えられる。

なお、本工事は折架設のための種々の準備を終え、補剛トラスのオイルネールの架設に入ったところであり（7月末現在）、この電算システムの本格的な稼動はまだ始まっていないが、テストの段階では十分な効果が発揮されている。最後にテストデータによる本システムでの処理結果の例を図-4に示す。

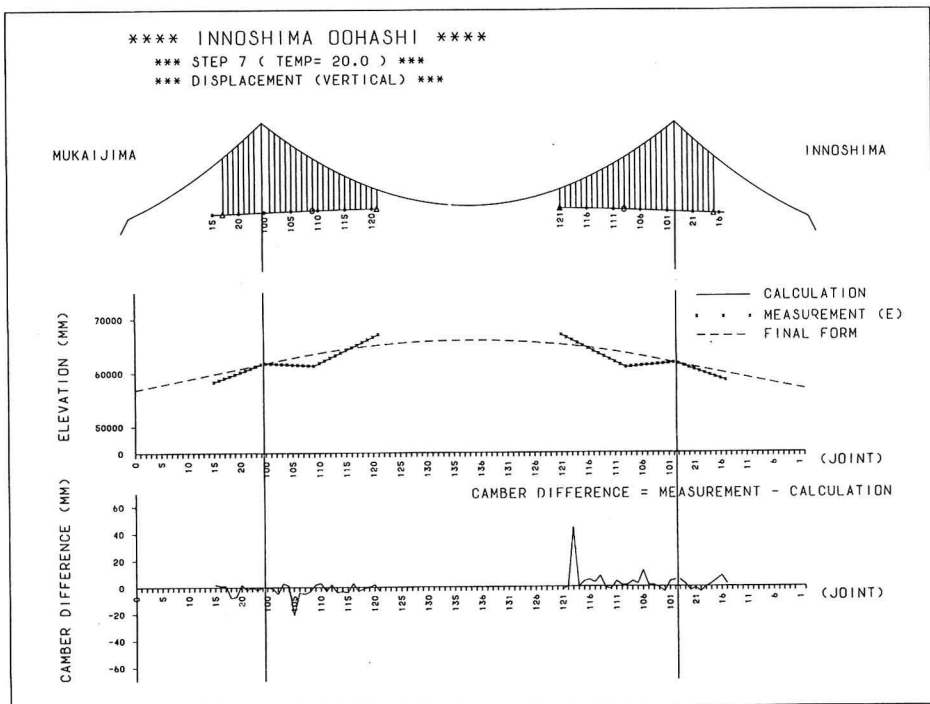


図-4. テストデータによる形状管理図の例