

マスコンクリート施工管理システムに関する研究

清水建設㈱ 土木技術部 ○大西 雄二
" 小野 定
" 楠田 泰仁

1. まえがき

近年、土木構造物の大型化に伴い、部材寸法の大きいコンクリート構造物の建設が増加している。このような部材寸法の大きいコンクリート、いわゆるマスコンクリートを施工する場合には、セメントの水和熱に起因した温度ひびわれの制御が品質上重要な問題となる。このため温度ひびわれの制御方法についてこれまで数多くの調査研究がなされている。また、施工管理の一環として、各種計測を行い、品質向上に努めている。しかしながら従来の計測ではデータの収集、整理に多大の時間と労力を要し、なかなか適時に計測データが施工管理に生かされていないのが実状である。さらに基本的な問題の一つとして、計測データを施工管理にフィードバックさせるために必要な施工状態の良否判定ができるレベルまでシステム化もなされていない。今回開発した本システム¹⁾はマスコンクリートの温度ひびわれ管理、さらにそれに伴う計測業務の省力化短時間処理を目的としたものである。主な特徴は次の通りである。

- 1) オンライン自動計測
- 2) 計測データの長距離伝送
- 3) 計測結果の自動図表化
- 4) 標準化による汎用性
- 5) データのリアルタイム解析処理
- 6) 施工状態の良否をリアルタイムに判断する情報の提供

以下その内容を説明する。

2. マスコンクリートの計測管理

計測項目としては表-1に示すように温度関係を主体としている。計測点数は今までの実績では100～300点位である。さらに、計測期間としてはコンクリート打設中ならびに養生期間を含め、1ヶ月～1年位である。測定頻度は打設中は1回/1時間、養生中は1回/2時間が品質管理上、必要である。収集されたデータの分析は通常、経時変化傾向、コンクリート断面の温度分布によって行われる。したがって取り扱うデータは膨大な量となり、人力に頼る部分の多かった従来の方法では施工良否の判定を行うまでに時間がかかりすぎ、リアルタイムな管理が困難である。そのため計測業務の省力化、短時間処理はマスコンクリートの施工管理上、必要である。

3. システム概要

3.1 ハードウェア

本システムの構成を図-1に示す。システムは大きく2つのサブシステムから構成されている。1つはセンサから

表-1 計測項目

温度	コンクリート温度
	" 材料温度
	" 練り上がり温度
	クーリング冷却水の温度
	中心部と表面部の温度差
鉄筋応力	断面温度分布
コンクリートひずみ	
継目開度	

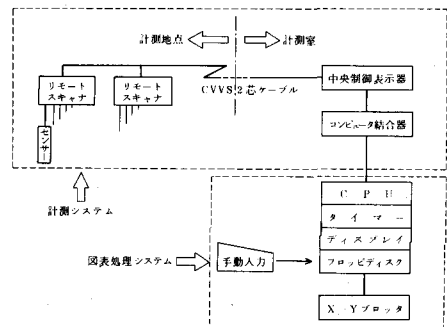


図-1 システム構成

データ収集を行い、計測室まで伝送する計測システムであり、他方はデータの保存と図表としての出力を行う図表処理システムである。計測システムはセンサから得られたデータを現場に置かれたリモートスキャナ（屋外切換器）で直ちにA/D変換し、計測室の中央制御表示器まで伝送する方法である。データ伝送の信頼性が高く、1.8 km までの長距離伝送が保証されている。写真-2に計測システムを示す。計測点数は最大480点まで可能である。測定速度としては480点に対し、約6.6秒で1回の計測を終了する。

図表処理システムは計測システムからのデータ受け渡し、フロッピーディスクへのデータ保存、図表出力ならびに定時計測の指令を行うためのグラフィックディスプレイ付マイクロコンピュータとXYプロッタで構成されている。各機器の接続はRS 232Cインターフェイスによって行われている。本システム全体の処理速度としては、計測→データ保存→計測値の一覧表出力までの定時計測で、100点位の場合、約5分間の短時間のうちに終了する。以下各使用機器を示す。

a) 計測システム

- 中央制御表示器 ST 710
- リモートスキャナ ST 210, ST 211
- コンピュータ結合器 ST 700
- 通信ケーブル CVVS 2 芯ケーブル

b) 図表処理システム

● マイクロコンピュータ

沖電気㈱ IF 800

- メインメモリ 128KB
- 外部記憶装置 2MB

c) XYプロッタ

渡辺測器㈱ W×4636

- 有効作業範囲 381 × 254mm
- 最大作図速度 400mm/sec

図表処理システムは単に測定データの伝送だけの仕様を決めている。この方式をとることによって各測定器メーカーごとによる計器仕様、電気信号の相異によって図表処理システムがシステム設計、プログラム開発に影響を受けることをほとんどなくしている。

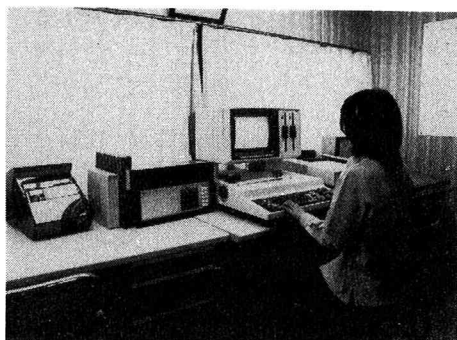


写真-1 計測室

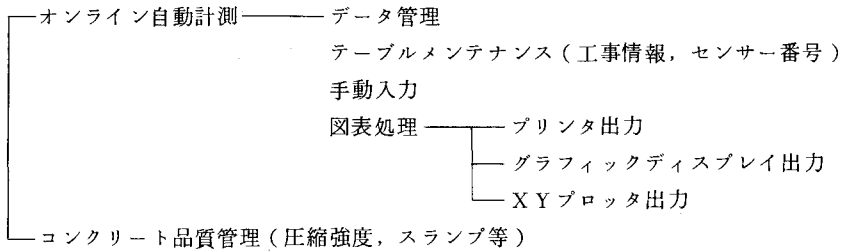


写真-2 計測システム



写真-3 図表処理システム

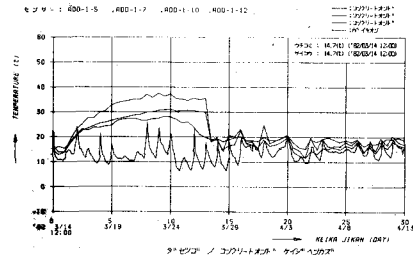
表－２ 基本ソフトウェア



3.2 ソフトウェア

本システムの基本ソフトウェアを表－２に示す。大きく分けてオンライン自動計測プログラム群とコンクリートの品質管理プログラムとから構成されている。通常はオンライン自動計測プログラムが実行されており，必要に応じてディスクから他のプログラムが呼び出され，実行される形式になっている。ディスクの利用形態は１台をプログラムの保存に用い，他のディスクを計測データが保存されて行くようになっている。計測データの出力は定時に現時点のデータの一覧表をプリンタへ，図化類は必要に応じ，簡単な操作でグラフィックディスプレイとXYプロッタに出力されるようになっている。図－２，３に出力例を示す。特に問題となる温度ひびわれは多くの不確定要因が含まれている現象であるという前提に立ち，温度ひびわれの発生の有無を今までに得られた計測データならびに解析から確率論的に評価する手法²⁾をプログラム化し，マスコンクリートの温度ひびわれ管理の充実を図っている。図－４に実際に温度ひびわれ管理を行うために使用する情報（温度ひびわれ指数の経時変化）の出力例を示す。以上，このようなプログラムは，開発に当って，今までの自動計測の経験から現場が替わるごとに起る出力形式，データ保存，テーブル類の変更，修正ができる限り少なく済ませられるように標準化を行っている。プログラム言語はBasicを用いている。

この言語はグラフ作成について便利な命令が数多く用意されている。また，プログラムの追加，変更に対しても簡単に行えるメリットがあり，システム開発期間の短縮，現場での変更に多に役立っている。しかしながら変数，サブルーチン機能に制約があり，あまり大きなプログラムを作ると利用しにくい面がある。したがって処理内容をいくつか分割し，個々の処理プログラムをチェーンする方法がプログラム破損を含め，良いと思う。



4. 導入効果と問題点

現在までに、本システムは本四連絡橋第2ルート櫃石島のアンカレイジ、LNG地下タンク底版のマスコンクリート工事等、4件の実績がある。その利用結果から導入効果を上げると次のようなものが上げられる。

1) 省力化

従来の人力に頼ることが多かった方法では少なくとも2, 3名の人間が必要であったのに対し、本システムでは1人で済ませるようになった。

2) リアルタイム処理

図-5に示すように従来の方法に比べ、約1/4程度の時間で処理できるようになり、しかも担当者は作業量が減ったことから、本来の施工良否(施工管理)に専念できるようになった。

3) 成果品の品質向上

計測データの整理法の標準化、自動化によってマスコンクリート工事の経験の浅い技術者にも容易に利用でき、しかも、作業ロスが少なくなった。

4) 総計測管理費の低減

機器類のコストは従来計測法に比べ高くなるが、総計測管理費の大半を占める人件費を大幅に削減できたことにより、総計測管理費の低減につながった。

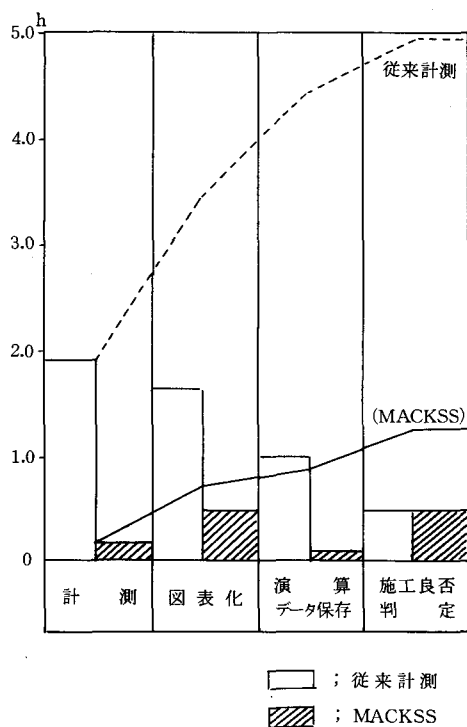


図-5 従来計測との処理時間比較

問題点としては本システムのような自動計測管理技術の利用ニーズは多いが、実際に現場に持ち込んだ場合、積極的に操作してみようとする人間が少ないことである。その理由として、今までマイコンに接する機会がほとんどなかったこと、Basic言語を知らないことに起因していると思われる。今後例えば今回のような自動計測、事務管理等、省力化、効率化のためにマイコンを利用しなければならなくなってくると考えられる。そのためマイコン自体の利用についての全体教育を進めて行く必要があるのではないかと考えられる。

5. おわりに

本システムは現在のところ主に計測開始から現在までのデータを使った施工管理に重点をおいたものであり、測定データを反映した将来予測は今後の課題を考えている。最後に本システムの利用に際し、本四公団東京電力㈱の関係者の方々に多大なる御協力を頂きましたことを感謝する次第であります。

参考文献

- 1) 大西, 亀崎, 吉田; マスコンクリートの情報化施工管理システムに関する研究, 土木学会第37回年次学術講演会, 第5部, 昭和57年
- 2) 小野, 樺田; マスコンクリートの温度ひびわれ発生条件に関する一考察, セメント技術年報35, 昭和56年