

## V-187

## マスコンクリートの情報化施工システムとその適用例

フジタ工業(株) 技術研究所 正員 ○青景平昌

同 上 正員 伊藤祐二

同 上 正員 鎌田正孝

## § 1. はじめに

マスコンクリートの施工管理の一環として、コンクリートの温度計測がしばしば行なわれるが、その測定データを有効に利用するためには、これをリアルタイムに処理し管理しやすい情報に加工する必要がある。また、現場での気象環境の変化あるいは材料特性のバラツキ等の不確実な要因を考慮すると、温度ひびわれに関する事前検討の精度向上には自ずと限界があり、そこに計測管理の重要性がある。そこで、マスコンクリートの施工管理の合理化と省力化を目的として、最小限の測点数の温度をモニターしつつ以後の温度応力と温度ひびわれに対する安全度を自動的に予測し施工管理の情報とする『情報化施工システム』を開発した。本報告は、このシステムの概要とある現場への適用例についてまとめたものである。

## § 2 マスコンクリートの情報化施工システム

## 2. 1 システムの構成

システムの構成はホストコンピュータ部と計測部に大別される。前者はパーソナルコンピュータ、デスクユニット及びプリンタより成り計測データの収録と保存、温度及び温度応力の予測計算を行なう。後者は、コントローラ及びスキャナより成りデータの取込と中間保存あるいはホストコンピュータ部へのデータ転送を行なう。

## 2. 2 システムの機能

本システムは、特定測点の温度測定値を計算に必要なデータとして取り込むことを特徴とし、温度ひびわれに対する安全度は温度ひびわれ指数<sup>1)</sup>で示す。図1に本システムのフローチャートを、またその機能を以下に示す。

- 1) 外気温度、コンクリート断面の中央および両面境界部の温度を計測し、これをもとに最新の計測時点での断面内の温度分布を推定する。これは断熱温度上昇量を修正することによって最適化している。
- 2) 最適化された断面内温度分布より現時点の温度応力を推定する。
- 3) 最新の計測時点の温度分布と温度応力の推定値をベースに将来の状態を予測する。

- 4) 計測データ、計測時点の推定計算値、次ステップの予測計算値等は、自動的に保存される。

## 2. 3 温度および温度応力の計算方法

温度計算にはシュミット法を用い、温度応力の計算には、内部拘束応力と外部拘束応力に分離したメカニズムを考え、時間ステップ毎の簡易逐次計算法<sup>2)</sup>を用いている。本システムでは、試験データがない場合、表1のコンクリート物性値を用いる。ここで、有効弾性係数は、温度上昇域の①区間、温度下降域でその時点のコンクリート引張強度に対して温度応力レベル比が0.5以下の②区間、そして温度下降域で同様の温度応力レベル比が0.5以上の③区間に分けて定義している<sup>3)</sup>。

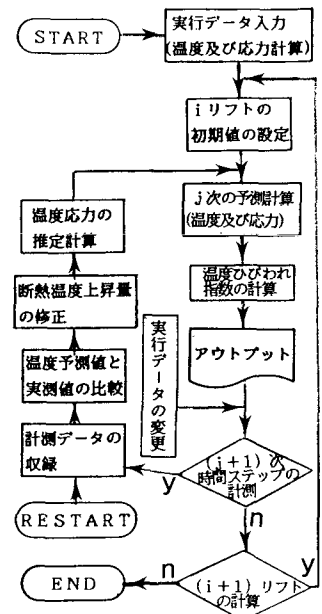


図1 フローチャート

表1 コンクリートの物性値

|          |                                                                         |                              |                              |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 断熱温度上昇量  | 修正塚山式                                                                   |                              |                              |
| 断熱温度上昇速度 | 修正塚山式                                                                   |                              |                              |
| 線膨張係数    | $10 \times 10^{-6} (1/^{\circ}\text{C})$                                |                              |                              |
| 熱拡散率     | 0.08 ( $\text{m}^2/\text{day}$ )                                        |                              |                              |
| 熱伝導率     | 48.0 ( $\text{Kcal}/\text{m} \cdot \text{day} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ) |                              |                              |
| 圧縮強度     | $\sigma_c(te) = \{te / (3.84 + 0.86te)\} \cdot \sigma_{c28}$            |                              |                              |
| 引張強度     | $\sigma_t(te) = 0.24 \cdot \sigma_c(te)^{0.86}$                         |                              |                              |
| 静弾性係数    | $E_c(te) = 16400 \cdot \sqrt{\sigma_c(te)}$                             |                              |                              |
| 有効弾性係数   | ①区間<br>$0.19 \times E_{c28}$                                            | ②区間<br>$0.51 \times E_{c28}$ | ③区間<br>$0.27 \times E_{c28}$ |

\* 強度特性は普通ポルトランドセメントの場合のみ  
ここに、M: 積算温度( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{日}$ )、te: 有効材令(日)  
 $\sigma_{c28}$ : 有効材令28日の圧縮強度( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )  
 $E_{c28}$ : 有効材令28日の静弾性係数( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

### § 3 地下構造物への適用例

本システムの現場適用実験を図2に示す地下構造物の側壁部で行った。本システムの精度を確認するための計測点は図2に示すとおりである。打設コンクリートは、粗骨材最大寸法25mm、セメント量305kg/m<sup>3</sup>の普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートで、その強度特性値を図3に示す。本システムの適用にあたっては、事前に試験データがない場合を想定して表1の値を用いている。なお、本壁体の温度応力の予測値は外部拘束度を0.6として計算している。

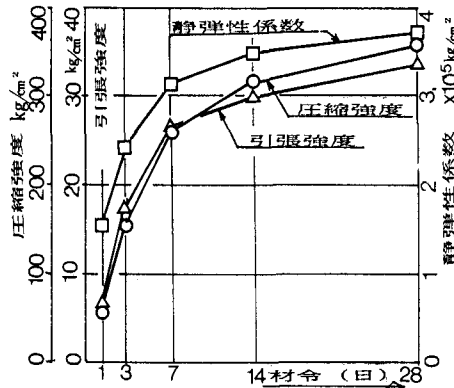


図3 コンクリート強度特性

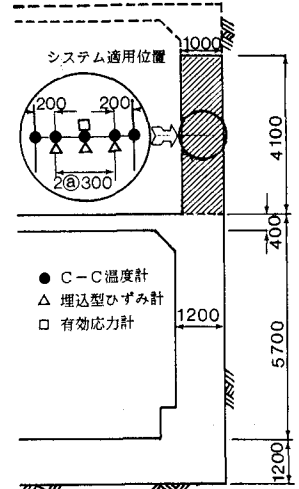


図2 適用現場の構造物

本システムの適用は側壁部のコンクリート打設とともに開始し、3時間のインターバルで材令4週間まで継続した。温度、温度応力および温度ひびわれ指数に関する測定値と予測値あるいは推定値の比較をそれぞれ図4、図5および図6に示す。いずれの場合も本システムによる計測時点の推定値あるいは次ステップ（3時間後）の予測値とも、計測値と比較すると良く一致した結果が得られ、実用に耐え得るものと考えられる。なお、温度ひびわれ指数は、温度応力に対するコンクリートの引張強度の割合で定義されるが、本システムに用いるコンクリートの引張強度は、バラツキの下限値を想定して、いわゆる設計基準強度に対応する値としている。

### § 4 おわりに

マスコンクリートの情報化施工システムを作製し、現場適用実験を行ったところ、良好な精度で温度および温度応力の推定が可能であることが認められた。また温度ひびわれ管理の尺度として温度ひびわれ指数を導入するのが合理的であり、本システムを用いた場合の適切な管理限界値を設定するためには、種々の構造物に対する適用事例の蓄積が必要と考えている。

### 参考文献

- 1) 「マスコンクリートのひびわれ制御指針」  
昭和60年3月 日本コンクリート工学協会
- 2) 大西・佐々木・古賀・青景「川代ダム堰柱コンクリートの温度ひびわれ制御」第1回施工体験発表会—マスコンクリートの施工— 昭和60年6月 土木学会
- 3) 青景・伊藤・渡辺「マスコンクリートの有効弾性係数に関する実験的研究」第8回コンクリート工学年次講演会論文集 1986 日本コンクリート工学協会

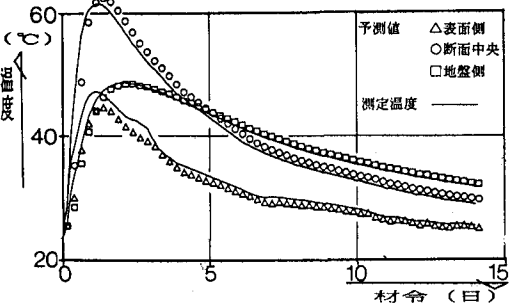


図4 温度予測値と測定値の比較

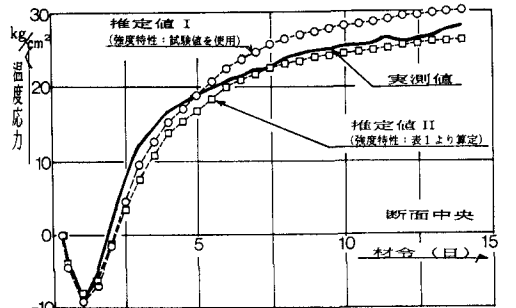


図5 温度応力の推定値と測定値の比較

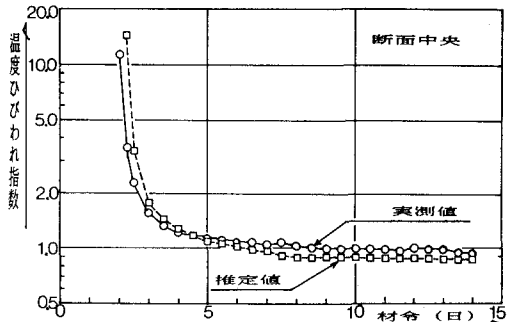


図6 温度ひびわれ指数の比較