

## V-364

## 実測データに基づく時刻変化を考慮したマスコンクリートの熱特性値の推定

西松建設技術研究所 正会員 ○潮田和司 正会員 土橋吉輝  
西松建設技術研究所 正会員 西田徳行 正会員 浅井 功

## 1. はじめに

マスコンクリートの温度解析においてコンクリートの熱伝導率、比熱はある一定値として、熱伝達率は養生方法、型枠種類によりそれらの設置期間、設置後で異なった値を与えている。しかしこれら熱伝導率、比熱および熱伝達率は、コンクリート打込み後の若材齢時や硬化過程においてコンクリート性状の変化あるいは環境条件により時時刻々と変化することもある。そこで本報告は、実構造物で計測された温度データより1日毎の熱伝導率、比熱および熱伝達率を逆解析手法を用いて推定したものである。

## 2. 温度解析及び逆解析手法

温度解析モデルは、本報告で対象とする構造物がすべてスラブ状構造物であるため図-1に示すように地盤部を5(m)、コンクリート部を $H_c$ (m)とする1次元モデルとした。解析は、x軸方向に関してFEMより離散化し、時間軸に関しては固有値解析を用いて解析的に解いている。なおFEM解析は、2次のアイソパラメトリック要素を用いている。

逆解析手法は、参考文献(1)に提示されている非線形最小2乗法にGauss-Newton法を用いた手法を用いている。

## 3. 実測データを用いた計算例及び考察

## 3. 1 構造物概要及び実測データ概要

本報告で対象とした構造物は、リフト高さが3.0m、2.5m、1.5mである3つのスラブ状構造物で、これらのセメント種類、打設時期などの施工条件を表-1に示す。コンクリート温度は、熱電対より計測し、これらはコンクリート躯体の高さ方向に下部、中央部、上部及びそれらの中間に設置されている。そこでこれらの構造物の下部、中央部、上部における温度履歴図を図-2に示す。

## 3. 2 解析条件

温度解析、逆解析の入力パラメータの値は、地盤の熱特性は示方書の値を、固定温度は15℃を、外気温は実測値を、地盤の初期温度は固定温度と外気温を線形補間したものを、コンクリートの初期温度は実測値を用いている。また逆解析におけるコンクリートの熱特性値は、示方書の値を初期値として用いている。

## 3. 3 時刻変化を考慮しないときの熱特性値の推定

時刻変化を考慮しないときの熱特性値の推定は、コンクリートの熱伝導率、比熱、断熱特性 $Q_{\infty}, \gamma$ 、熱伝達率の5つパラメータとした。使用したデータは、図-2に示す実測温度を用い構造物A、Bについては30日間、構造物Cについては14日間とした。この推定は、これらの構造物の断熱特性 $Q_{\infty}, \gamma$ を推定すること及び逆解析に使用したデータ期間の平均的な熱特性値を推定するために行い、その推定結果を表-2に示す。

## 3. 4 時刻変化を考慮した熱特性値の推定

時刻変化を考慮した熱特性値の推定は、コンクリートの熱伝導率、比熱、熱伝達率の3つのパラメータを1日毎の実測温度データを用いて行っている。ここで断熱特性 $Q_{\infty}, \gamma$ の値は一定値としているが、これらの値は3.3で得られた推定値を使用している。1日毎に推定された熱伝導率、比熱、熱伝達率の時刻変化を図-3に示す。ここで構造物Aについては打込み後3日間、構造物Bについては1日間、構造物Cについては2日間の1日毎のデータでは解が得られなかった。図-3より熱伝導率、比熱については、若材齢時、材齢25日以降で多少大きなばらつきがみられるが、これらを除けば全体的にはほぼ一定と見てよいであろう。熱伝達率については、養生方法、環境条件などの影響を大きく受けるため時時刻々と変化していると考えられる。またこれら時時刻々と変化した値を単純に平均した値を表-2に示した。表-2より熱伝導率、比熱、熱伝達率の平均値と時刻変化を考慮しない時の推定値を比較するとほぼ同様の値となっている。以上より、コンクリートの

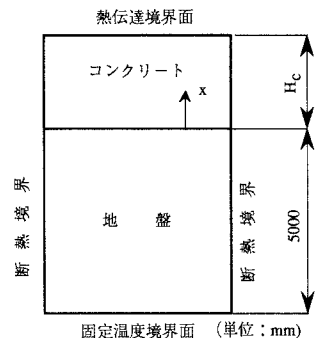


図-1 温度解析モデル

熱伝導率、比熱は、時刻変化を考慮せずある一定な値として扱うことが妥当であろう。しかし熱伝達率については、実際には時時刻々と変化していると考えられるが、時刻変化を考慮した平均値と時刻変化を考慮しない時の推定値はほぼ等しいため、一定値として扱うことが実用的であると思われる。

謝辞：東京電機大学建設工学科松井邦人教授には、逆解析について色々ご示唆を賜ったことをここに記し感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

1) 松井邦人、他3名：逆解析手法によるマスコンクリートの熱特性値の推定、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.16, No.1, pp1347~1352, 1994.

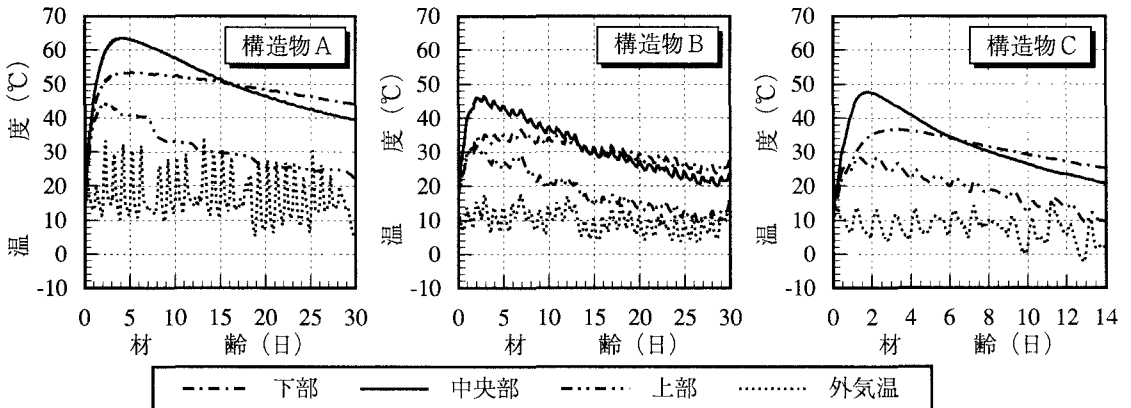
表一 1 構造物の概要及び施工条件

| 構造物の種類 | リフト高 $H_c$ (m) | セメント種類 | 打設時期 | 打設温度(°C) | 熱電対の数 |
|--------|----------------|--------|------|----------|-------|
| A スラブ  | 3.0            | 高炉B種   | 10月  | 14.0     | 5     |
| B スラブ  | 2.5            | 普通     | 12月  | 18.0     | 5     |
| C スラブ  | 1.5            | 普通     | 12月  | 12.0     | 3     |

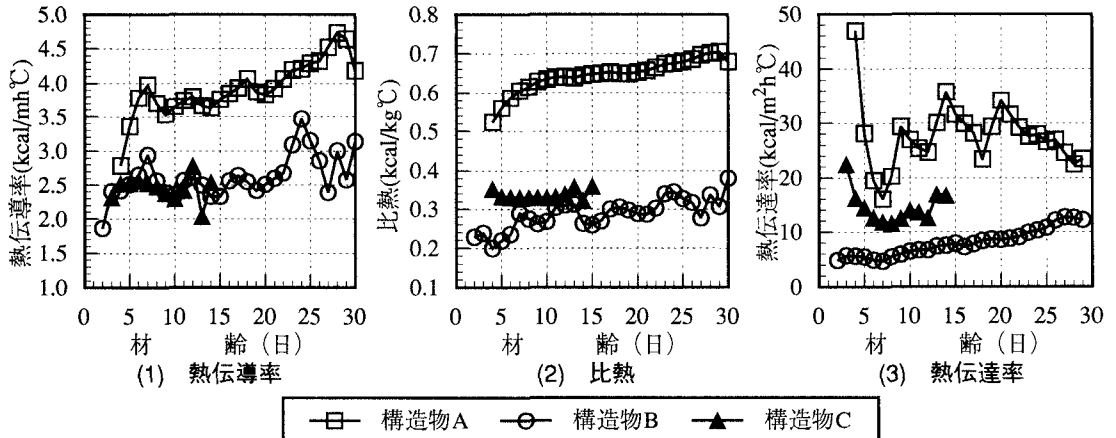
表一 2 推定結果

|    |                                | 構造物A                  | 構造物B  | 構造物C  |
|----|--------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| I  | 終局断熱温度上昇量(°C)                  | $Q_{\infty}$ 51.4     | 31.1  | 42.9  |
|    | 温度上昇速度に関する定数(1/day)            | $\gamma$ 0.882        | 0.970 | 0.961 |
|    | 熱伝導率(kcal/m h °C)              | $K_c$ 3.78            | 2.41  | 2.28  |
|    | 比熱(kcal/kg °C)                 | $C_c$ 0.638           | 0.269 | 0.338 |
|    | 熱伝達率(kcal/m <sup>2</sup> h °C) | $\alpha_A$ 27.8       | 6.7   | 16.7  |
| II | 熱伝導率(kcal/m h °C)              | $\bar{K}_c$ 3.92      | 2.62  | 2.45  |
|    | 比熱(kcal/kg °C)                 | $\bar{C}_c$ 0.646     | 0.288 | 0.337 |
|    | 熱伝達率(kcal/m <sup>2</sup> h °C) | $\bar{\alpha}_A$ 27.7 | 8.1   | 14.6  |

注) I：時刻変化を考慮しない II：時刻変化を考慮



図一 2 各構造物の温度履歴図



図一 3 熱伝導率、比熱、熱伝達率の時刻変化を考慮した推定結果