

境界条件を異にする屋外試験データを用いた熱特性値の推定

東京電機大学 学生会員 菅原 智博 西松建設(株)技術研究所 正会員 潮田 和司
西松建設(株) 正会員 高橋 誠二 東京電機大学 フェロー会員 松井 邦人

1. はじめに

温度データからコンクリートの熱特性値を同定する逆解析は、これまでにいくつか提案されている。これまでの逆解析方法は、表面の境界条件を熱伝達境界、また輻射熱を考慮した境界、底面部を断熱、固定温度、熱伝達境界として扱っている。境界のモデル化が正しくないとき、推定された熱特性値はその影響を受ける。そこで、本論文では、コンクリート表面における輻射熱や、設定した境界の影響を受けないでコンクリートの熱特性を同定する逆解析手法を提案している。本手法はコンクリートの上面部・下面部に計測データを用いて固定温度境界とし温度解析を行う手法である。

本研究は、輻射熱実験での計測データを用いて、環境条件の異なるコンクリートの熱特性値、内部温度を推定し比較検討することを目的とする。

2. 実験概要

試験体には、スランプ 12cm、呼び強度 30N/mm²、最大粗骨材寸法 20mm のレディーミクストコンクリートを用いた。打設は '97 年 11 月 7 日午前 11 時に終了し、同時に計測始点とした。使用している躯体温度データは 30 分間隔の測定値を出力している。試験体概要図を図-1に示す。また、図-2に示すような環境条件の異なる試験体を 4 種類作成した。形状は後の解析を簡素化するため、表面以外を断熱材で覆い一次元的熱拡散を仮定した円筒形供試体としている。

3. 温度解析

静止している連続体における一次元非定常熱伝導方程式は、一般に次式で与えられる。

$$rC \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{Q} \quad (1)$$

ここに、 r :密度[kg/m³]、 C :比熱[J/kgK]、 K :熱伝導率[W/mK]、 $\dot{Q}$:発熱特性である。また発熱特性 $\dot{Q}$ は一般に次式を用いている。

$$\dot{Q} = rC \cdot Q_{\infty} \cdot g \cdot e^{-gt} \quad (2)$$

ここに、 Q_{∞} :終局断熱温度上昇量[°C]、 g :発熱に関する定数[1/day]である。

温度解析はコントロールボリューム法に基づいて行う¹⁾。なお、逆解析にはガウスニュートン法を用いている。

3. 結果および考察

解析に用いた初期値を表-1に、それぞれのタイプでの同定結果を表-2に示す。括弧内は境界条件として熱伝達境界だけを考えた同定結果である。また、躯体内部の温度履歴を

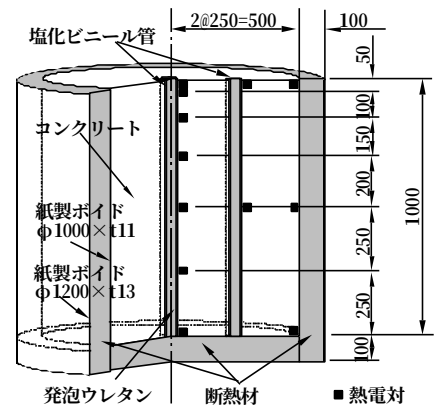


図-1 コンクリート試験体概要図

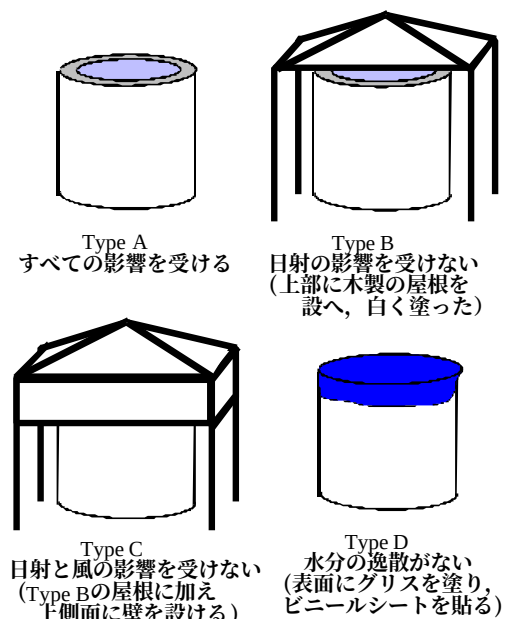


図-2 試験体モデル

Keyword:コンクリート, 温度解析, 熱特性値, 境界条件

連絡先:〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL:0492(96)5731 内線(2734), FAX:0492(96)6501

図-3に示す。ここで、Type Cの試験体は70cm位置の熱電対が断線していたため85cmを表示している。表-2より同定結果を見てみると、どのタイプの環境条件であっても、熱特性値に大きな違いは見られなかった。これより、表面の境界条件や、環境における条件が正確にモデル化できればコンクリートの熱特性値は変わらないことがわかる。図-3を見るとどのタイプもほぼ実測値と一致しており、精度良く予測されている。これは、上下面部を固定温度境界として温度入力しているため、不明確な情報が少なく良い結果が得られたと考えられる。

4. おわりに

本研究において得られた知見を以下に示す。

- (1)提案した方法を用いることで、環境条件や表面の境界条件にとらわれることなく、コンクリートの熱特性値を推定し、精度のよい温度予測ができる。
- (2)コンクリートの熱特性値は、環境条件が異なってもほぼ等しい。
- (3)内部温度を予測するためには有効な方法であるが、内部2点の既知温度データが必要になるため使用条件が限られてしまう。

参考文献：1) 潮田和司，他：コンクリートの上・下面部計測データを既知温度境界とした逆解析，コンクリート工学年次論文報告集，投稿中。

表-1 解析初期条件

項目	数値	単位
解析期間	360(7.5)	hr(day)
時間間隔	0.5	hr
コンクリート高さ	1.0	m
熱拡散率	0.00317	m^2/s
終局断熱温度上昇量	51.56	$^{\circ}\text{C}$
発熱に関する定数	0.914	1/day
初期温度	21.5	$^{\circ}\text{C}$

表-2 初期値と各タイプ別同定結果

	繰り返し回数	熱拡散率 [m^2/s]	断熱温度上昇量 [$^{\circ}\text{C}$]	発熱に関する定数 [1/day]
初期値		0.00317	51.6	0.914
Type-A	5 (8)	0.00431 (0.00461)	64.9 (65.0)	1.008 (0.859)
Type-B	5 (7)	0.00423 (0.00426)	66.0 (62.3)	0.984 (0.900)
Type-C	6 (7)	0.00450 (0.00463)	66.9 (62.6)	0.936 (0.862)
Type-D	6 (7)	0.00432 (0.00432)	67.5 (65.3)	1.008 (0.965)

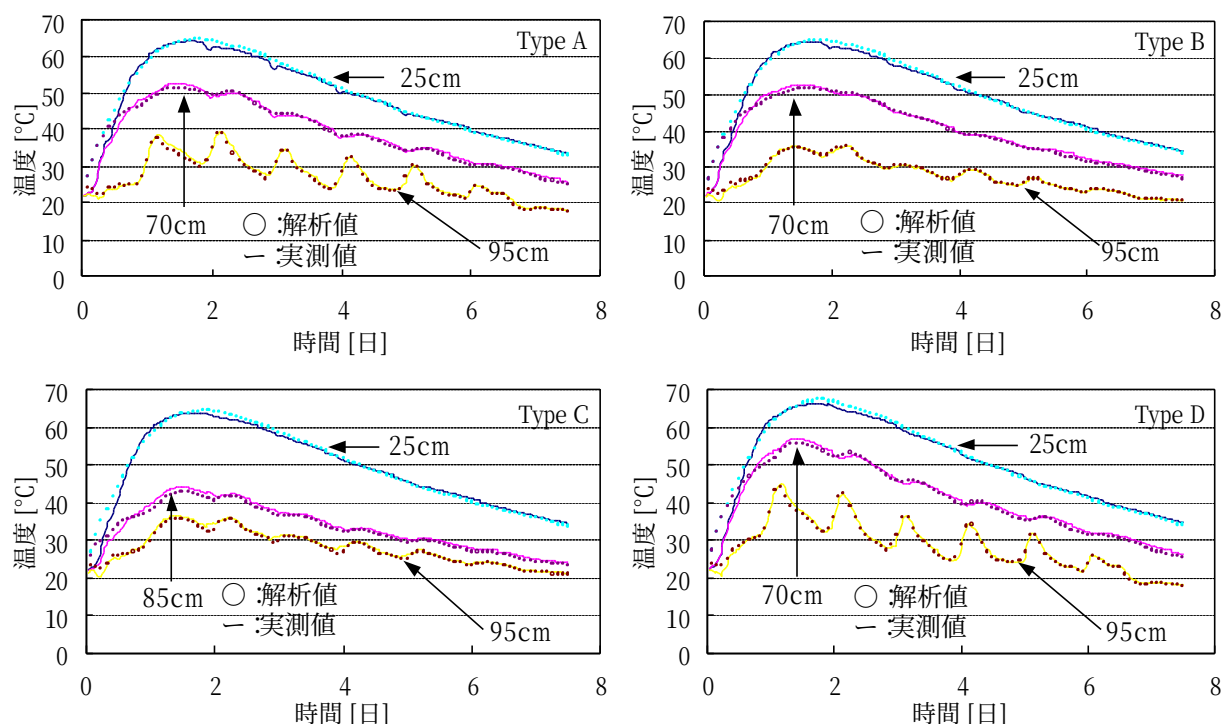


図-3 各タイプにおける躯体内部の温度履歴