

V-368

拡張カルマンフィルタを用いた熱伝達係数と日射吸収率の逆解析 — 実測結果に基づく推定 —

清水建設 正会員 新美勝之・鈴木 誠
 中部電力 正会員 上田 稔・佐藤正俊

1. はじめに

マスコンクリート構造物を対象とした温度応力解析においては、養生面での熱学的境界条件が解に与える影響は大きく、その設定が解析精度を向上する上で重要である。著者らは、拡張カルマンフィルタを用いて、コンクリート内部の温度分布などの観測値から、養生面における日射吸収率と熱伝達係数を、同時に逐次推定する手法を提案したり。本研究では、この推定手法を用いて、屋外に設置したコンクリート試験体の温度分布計測結果に基づいて、実際に熱伝達係数と日射吸収率を時刻歴で推定した。

2. 屋外コンクリートの温度計測試験概要

試験は、屋外に1辺1mの立方体コンクリートを打設し、試験体内部の温度と、気温、湿度、水平面全日射量、降水量、風向、風速を10分間隔で計測した。試験体は、側面と底面を厚さ30cmの発泡スチロールで覆い、養生面以外での熱の出入りを遮断した。試験体内部の温度は、深さ方向に温度分布が把握できるように、熱電対を図-1に示す位置に設置した。コンクリート打設時からの試験体内部の温度と気温の経時変化を図-2に示す。なお、横軸の時間は、コンクリートを打設した日の午前零時を原点とした。

3. 推定解析

(1) 解析条件

解析時間は、水和反応が進行し水和発熱による温度上

昇が、日射と熱伝達による温度変化に比べ無視できる程度に十分小さくなったと考えられる3.0日から、10日間を対象にした。有限要素法熱伝導解析のモデルは1次元とし、温度計測点と節点が一致するよう、図-3のようにモデル化した。試験体コンクリートの熱物性値は、文献²⁾を参考に設定した。その他、カルマンフィルタの事前情報等も含めた解析条件を表-1に示す。

(2) 解析結果

熱伝達係数の推定値は、図-4(1)に示すとおり10.0～

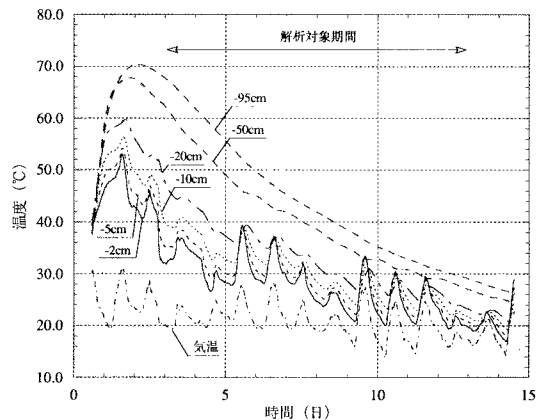


図-2 試験体温度経時変化図

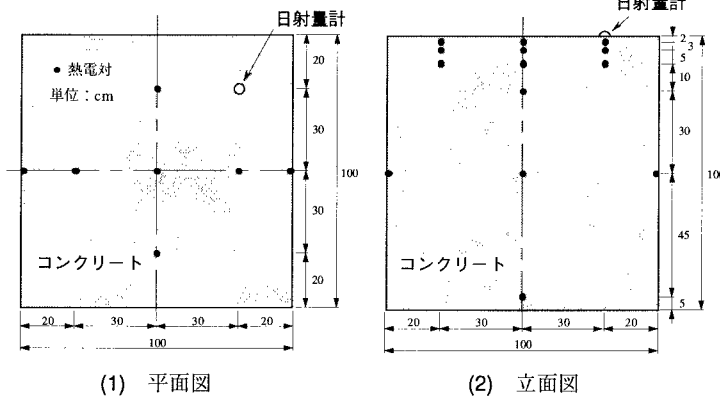


図-1 コンクリート試験体計器設置状況

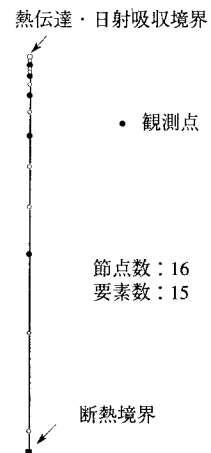


図-3 解析モデル

キーワード：拡張カルマンフィルタ、逆解析、熱伝達係数、日射吸収率

〒100-0011 千代田区内幸町 2-2-2 富国生命ビル TEL 03(3508)8101 FAX 03(3508)2196

〒459-8522 名古屋市長区大高町字北山関 20番地の1 TEL.052(624)9184 FAX.052(623)5117

表-1 解析条件

コンクリート	熱伝導率(λ_c)	2.80 W/m $^{\circ}$ C
	比熱(c)	1.05 kJ/kg $^{\circ}$ C
解析対象時間		20日
積分時間間隔(Δt)		10分
推定値初期値	熱伝達係数(α)	20.0 W/m $^{\circ}$ C
	日射吸収率(γ)	0.5
推定誤差分散初期値	$P_{\lambda c}$	1.0×10^{-1}
	$P_{\lambda c}$	1.0×10^{-1}
	$P_{\lambda c}$	1.0×10^{-6}
	W_{α}	1.0×10^{-6}
システムノイズ分散	W_{α}	1.0×10^{-1}
	W_{γ}	1.0×10^{-7}
	W_{γ}	1.0×10^{-7}
観測ノイズ分散(v)		1.0×10^{-7}

50.0W/m $^{\circ}$ Cの範囲で大きく変動している。これは、主に風と降雨による影響と考えられる。解析対象時間内の風速と降水量の観測値を図-5に示す。4.5日と7.5日付近では、養生面に降った雨水に奪われた熱やその気化熱を、熱伝達による流出として評価したために、推定値が大きく変動している。その他の変動は、主に風によるものと考えられる。既往の研究^{2),3),4)}では、熱伝達係数は風速と関連付けて議論されている。熱伝達係数の推定結果のうち、降雨の影響がないと思われる5.0日から7.5日までの間の風速との関係を、既往の研究と比較し図-6に示す。本推定得られているのは、風速が3m/sec以下の低い場合の結果だけではあるが、推定結果は近久ら⁴⁾のものと良く一致している。

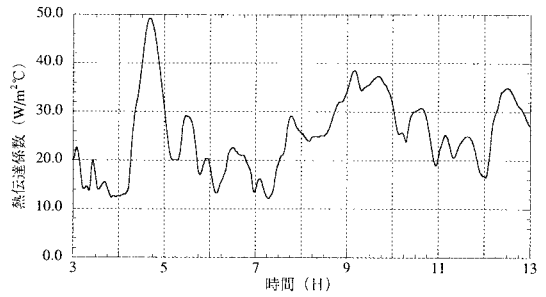
一方、日射吸収率の推定値は、図-4(2)に示すとおり0.5程度で安定している。文献によれば一般には0.65~0.8程度⁹⁾であり、本研究の推定値はこれよりも低い評価になっている。これは、本研究のモデルでは放射熱伝達を考慮していないために、定常的な夜間放射によるコンクリートからの伝達熱が、日射による発熱と相殺されて評価されたためと考えられる。

4. おわりに

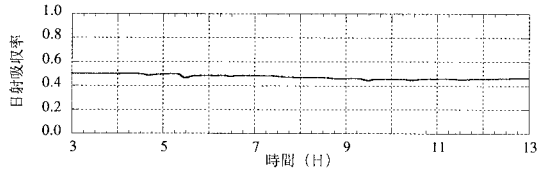
屋外に設置したコンクリート試験体の計測結果に基づき、先に提案した推定手法を用いて、熱伝達係数と日射吸収率を同時に時刻歴で推定できることを示した。熱伝達係数の推定結果は、風や雨の影響による変動が現れており、既往の研究結果ともよく対応がとれている。今後は、降雨や潜熱、夜間放射の影響なども考慮した解析モデルの構築等の検討を加え、推定精度の向上を目指す。

参考文献

- 1) 新美勝之ほか：拡張カルマンフィルタを用いた熱伝導問題の境界条件の逆解析一定式化と適用例一，土木学会第52回年次学術講演会，I-A,pp.206-207,1997.



(1) 熱伝達係数推定値



(2) 日射吸収率推定値

図-4 推定結果

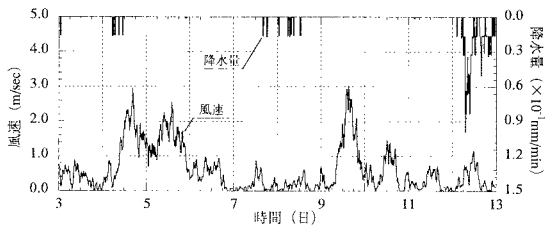


図-5 風速と降水量経時変化

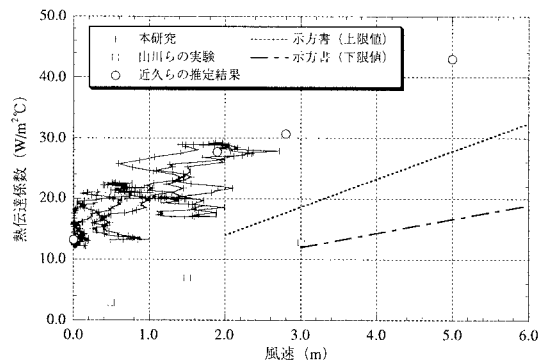


図-6 熱伝達係数と風速の関係

- 2) コンクリート標準示方書[施工編]土木学会，1996.
- 3) 山川秀次ほか：熱伝達率の試験ならびに実測例，マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム 論文集，pp19-26,1982.8.
- 4) 近久博志ほか：逆解析手法によるマスコンクリートの熱伝達係数の評価，土木学会論文集，No.451/V-17,pp39-47,1992.
- 5) 斎藤平蔵：建築気候，共立出版，1974.