

V-143

コンクリートの熱伝達係数の評価

飛島建設(株) 技術開発部 正 大河原重昭
 飛島建設(株) 技術研究所 正〇津崎 淳一
 飛島建設(株) エン지니어リング事業部 正 近久 博志
 飛島建設(株) エン지니어リング事業部 正 中原 博隆

1. はじめに

マスコンクリートの熱伝導解析をおこなう場合の境界条件に関してさまざまな研究や報告が実施されており、数多くのデータが入手されるが、熱伝達係数等を系統立て実験・評価したデータは少ない。ここでは、室内実験の結果を逆解析手法によって評価することによって、養生方法の違いによる熱伝達係数の変化について整理する。

2. 熱伝達係数試験

湿度60%前後の実験室内（無風状態）で、図-1に示したようにコンクリートの養生に使用される材料を敷き、コンクリート底部を加熱したときの内部の温度変化から養生方法の違いによる熱伝達係数の変化について調べた。このとき使用したコンクリートの配合と熱特性試験結果を表-1と表-2に示す。

3. 実験結果

今回ここでは16通りの養生方法の実験を実施した。1種類の養生方法に対して約10時間加熱し、コンクリート内部の温度変化を調べた。試験結果の中からブルーシート（1枚）を敷いた場合のコンクリート内の温度変化と実験室内の温度変化の一例を図-3に示す。図中に示した計測点は図-1の測点番号に対応している。

4. 実験結果の評価

逆解析手法（文献1、2）によってコンクリート表面の熱伝達係数の1時間毎の変化を評価した。解析に際して、○印（図-1）の熱電対でコンクリート側面の断熱性能の確認した後に、図-2のような1次元の有限要素モデルによって解析した。この有限要素モデルの中で、●印で示した節点が温度測定点に対応している。

当初、いくつかの実験結果に対して、コンクリートの熱伝導率と表面の熱伝達係数を同時に同定したが、図-4に示したように熱伝導率はコンクリートの熱特性試験と同じ値付近で安定していることが確認されたので、その後の解析は熱伝達係数だけを同定した。図-5には

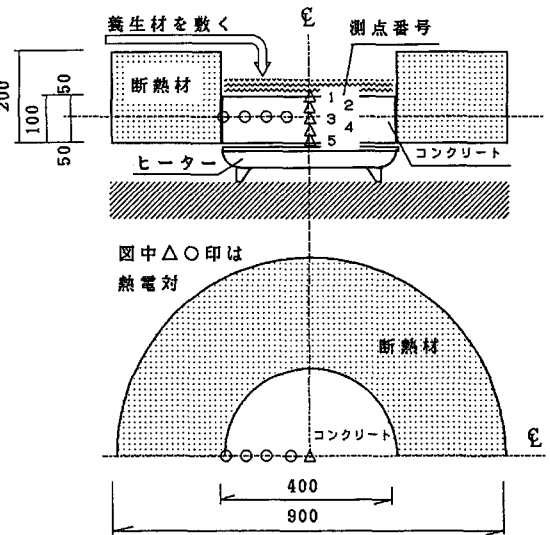


図-1 熱伝達率試験

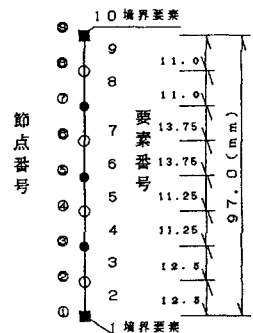
図-2 有限要素モデル
(熱伝達試験)

表-1 コンクリートの配合表

最大寸法 mm	スパン cm	空気量 %	W/C %	s/a %	単位量 (kg/m³)				
					C	W	S	G	混和剤
40	8	4	58.3	42.0	270	152	789	1130	0.675

呼び強度：240 kg/cm²、セメント：高炉B種（日本セメント）、水：地下水、
 細骨材：鹿島産陸砂50%、岩丹産陸砂50%(FM=2.74)、粗骨材：葛生産砕石20mm・50%
 ・葛生産砕石40mm・50%(FM=7.28)、混和剤：A E減水剤(ネーリスNo8)

表-2 熱特性試験結果

密度 t/m³	比熱 kcal/kg/°C	熱拡散率 m²/hr	熱伝導率 kcal/m/h/°C
2.372	0.258	0.00306	1.87

計測結果から同定された熱伝達係数の経時変化を示したが、時間の経過と共に次第に一定値に収束している様子が分かる。ここでは、この収束値もしくは最終値を各養生方法による熱伝達係数であるとして整理すると表-3のようになった。

5. あとがき

ここでは簡易な試験方法によって得られた実験結果を有限要素法をベースにした逆解析手法によって評価したため、得られた結果は試験器や評価上の仮定や特異性といったものが少なくなる。さらに、本手法を用いると計測された温度変化から材料の熱特性や境界特性がそのまま評価されることになり、温度計測の結果評価に有効的であると思われる。しかし、図-6に示したように、湛水養生の場合、湛水深1cmでは明確ではないが、5cmでは熱伝達係数が収束しないで次第に低下している。これは、試験時間が短くて定常状態になっていないことや水の比熱・対流・気化等が複雑に絡み合ったためにであると思われる。今後、本手法によって、湛水養生やパイプクーリング効果等の評価も加えて、コンクリートの境界評価のデータとして整理するとともに、現場で温度計測を実施し、本試験結果の相違について検討を加えて行きたいと考えている。

（参考文献）

- 1) 近久、津崎、荒井、桜井：「マスコンクリートの熱伝導解析への逆解析の適用」第43回年次学術講演会講演概要集、土木学会、1988、10
- 2) 大河原、近久、津崎、桜井：「マスコンクリートの熱特性の評価」第44回年次学術講演会講演概要集、土木学会、1989、10

表-3 熱伝達係数一覧表（単位： $\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}/^\circ\text{C}$ ）

養生材	熱伝達係数	適用
無養生	11.4	—
養生マット（ $t=7.5\text{mm}$ ）	5.4	1枚
養生マット（ $t=7.5\text{mm}$ ）	2.4	3枚
麻（ $t=2\text{mm}$ ）	7.6	1枚
麻（ $t=2\text{mm}$ ）	5.6	3枚
白シート（ $t=0.5\text{mm}$ ）	9.2	1枚
ブルーシート（ $t=0.3\text{mm}$ ）	8.8	1枚
発泡スチロール（ $t=3\text{cm}$ ）	3.4	1枚
木板（ $t=12\text{mm}$ ）	4.4	2枚
鉄板（ $t=12\text{mm}$ ）	6.8	2枚
大鋸屑（ $t=5\text{cm}$ ）	2.8	—
乾燥砂（ $t=5\text{cm}$ ）	5.4	—
流水（ $d=10\text{cm}$ ）	63.2	20°C
噴霧	28.2	$1.5\text{mm}/\text{hr}$

- 養生材は基本的には乾燥状態
- 無風状態
- 平均室内温度： 13.0°C ，平均室内湿度： 60.0%

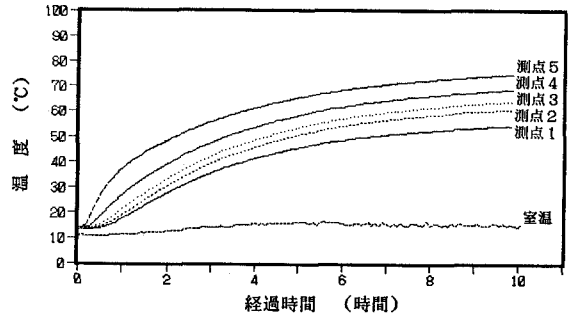


図-3 内部温度の経時変化図（ブルーシート1枚）

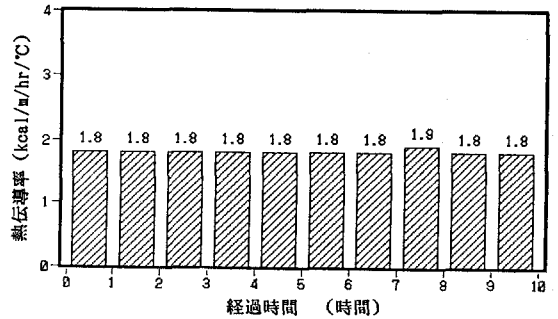


図-4 熱伝導率の同定結果（無養生）

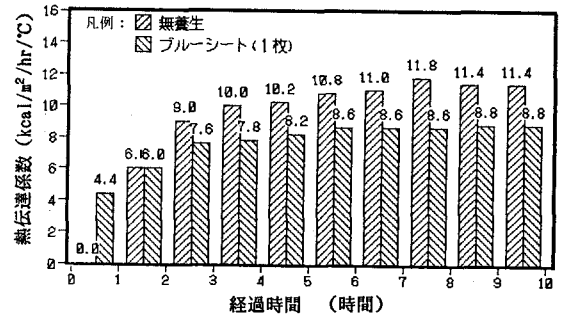


図-5 熱伝達係数の同定結果（その1）

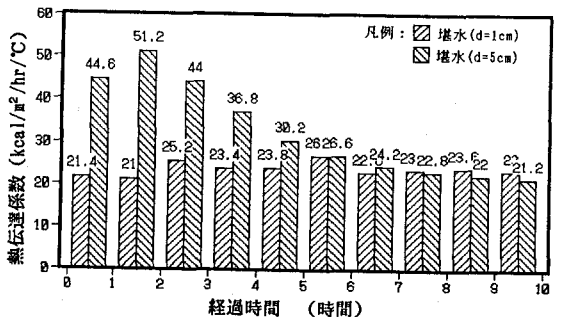


図-6 熱伝達係数の同定結果（その2）