

北海道工業大学工学部 正員 ○犬塚 雅生

正員 堀口 敬

正員 原田 勝男

1. 概説

非定常状態の温度場に置かれたコンクリートは、内部の温度分布変化に物質移動を伴う。従って、フーリエの熱伝導式における比重、比熱、熱伝導率が変化する。本実験では、温度伝導率 (Thermal Diffusivity) の変化に与える諸因子として、熱の伝導方向、水セメント比、加熱面仕上げの3因子を取り上げ、温度範囲を $20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ に限定し、各因子の処女加熱における影響を見出すことを試みた。

2. 実験方法

(1) 供試体：普通ポルトランドセメントと安山岩質骨材（静内産）を用い、可傾式ミキサーにより混合し、加熱面を上方にして打設した。円柱供試体に沿って熱電対（ニッケルクロム）を5対配置した。

20°C 水中養生28日の後、 20°C 恒温養生（湿度85%）で28日養生を加えた。

(2) 温度伝導率の算定方法：加熱は、 1.2kW 電熱器を加熱面に対向させ、加熱開始と共に、各点の温度を自動記録計にプロットした（図-2）。点2（表面から0、5 cm）が 50°C に達する所用時間は平均 $1\text{h}50\text{m}$ の加熱曲線を用いた。温度伝導率は次式により算定する。

図1. 供試体寸法と熱電対

$$\text{温度伝導率} = \frac{(\Delta X)^2 \cdot A \cdot \rho \cdot c}{(\psi_3 - 2\psi_4 + \psi_5) \cdot \Delta t} \quad (\text{m}^2/\text{K}\cdot\text{s})$$

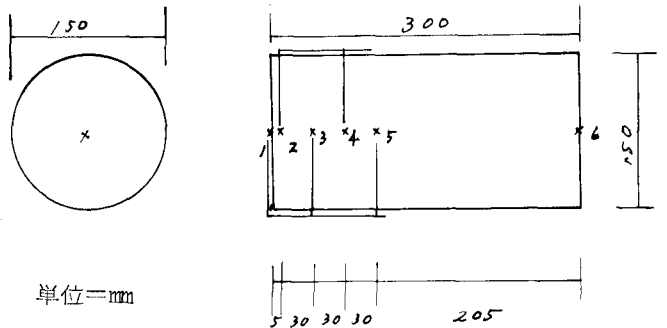
但し、 $\Delta X = 3.0\text{cm}$ （測点間距離）

ψ_3, ψ_4, ψ_5 ：時間 t における各

測点の温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

$\Delta \psi_4$ ：($t - \Delta t$) から t までに变化した測点4の上昇温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

$\Delta t = 1/2$ 分（単位ステップ時間）。

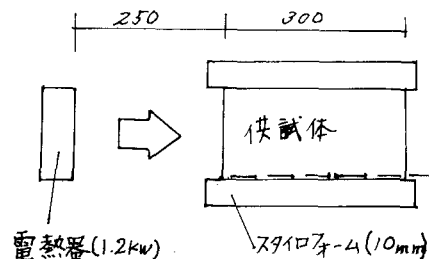


(3) 実験要領と測定結果：各因子水準は、表1のように与え完全直交表として表2のように配列し、順序を乱して実験を行い、各供試体において $1/2$ 分間で5回温度伝導率を得、平均したものを測定値として示した。測定値の単位は m^2/hr である。

表1. 実験因子水準表

実験因子	記号	水準1	水準2	水準3
W/C	A	40%	45%	50%
熱伝導方向	B	-90°	0°	$+90^{\circ}$
仕上げ方法	C	b (バット仕上げ)	m (金こて)	w (木こて)

図2. 温度分布測定装置



3. 要因分析

得られた測定結果を要因分析すると表 3 のようである。水セメント比は水準幅が狭いためか、有意水準を越えなかった。しかし、徳田・庄谷の実験結果に（参考 1）よく合うので誤差とみなさず、残した。A×C の交互作用が比較的大きいので、締め固め又は、表面状態形成に影響が考えられるので、これも、誤差に含まないことにした。結局、C、A×B、B×C、A×B×C等を誤差項として用いF検定により熱伝導方向が5%危険率で有意水準をこえる。

4. まとめ

伝熱方向の角度θについてのグラフは図 3 のようであり、1%危険率での信頼限界幅なら $\pm 3.74 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{hr}$ となった。水平（伝熱方向0°）で曲線の形が異なることが見られる。角度θの範囲を拡張すれば、曲線はθ=±90°に関して対称となる性質からθ=±90°ではこう配は水平になる。従って、図 3 の点線のようになる。伝熱方向が水平以下であれば、方向の影響が小さく一定値に近い。上方向角度の影響が大きい原因は、加熱によりコンクリート中の水分の比重が下がり上方向へ移動するためと考えられる。

参考 1・徳田・庄谷「コンクリートの熱特性値の判定と二三の考察」土木学会報告集第2/2号/973年4月

表2. 実験計画とその結果

番号	因 子			温度伝導率
	W / C	方向	仕上げ	
1	4.0	-9.0	b	2.7
2	4.0	-9.0	m	3.7
3	4.0	-9.0	w	3.1
4	4.0	+9.0	b	4.8
5	4.0	+9.0	m	3.1
6	4.0	+9.0	w	2.6
7	4.0	0	b	3.0
8	4.0	0	m	3.9
9	4.0	0	w	2.4
10	4.5	-9.0	b	3.2
11	4.5	-9.0	m	2.7
12	4.5	-9.0	w	2.2
13	4.5	+9.0	b	4.0
14	4.5	+9.0	m	5.7
15	4.5	+9.0	w	5.1
16	4.5	0	b	3.3
17	4.5	0	m	2.9
18	4.5	0	w	3.9
19	5.0	-9.0	b	2.6
20	5.0	-9.0	m	3.7
21	5.0	-9.0	w	4.3
22	5.0	+9.0	b	3.0
23	5.0	+9.0	m	3.9
24	5.0	+9.0	w	5.7
25	5.0	0	b	3.7
26	5.0	0	m	3.3
27	5.0	0	w	2.8

※温度伝導率の単位は $\times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{hr}$

図3. 温度伝導率曲線 ($\times 10^{-4}$)

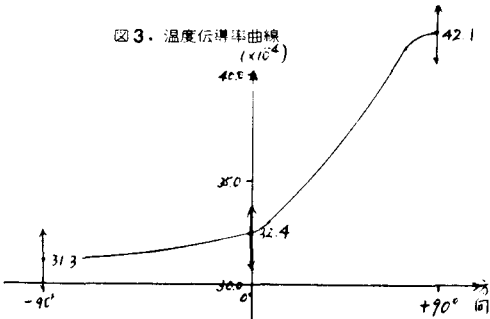


表3. 要因分析表

因子	自乗和 (10^{-8})	自由度	平均自乗和	F 値
A	100.9	2	50.5	
B	635.9	2	318.0	4.58※
C	(39.7)			
A × B	(69.2)			
B × C	(66.6)			
C × A	319.1	4	79.8	
誤差	1247.4	18	69.3	
計	2303.6	24		