

コンクリートの過渡的温度分布に関する実験

北海道工業大学 正員 犬塚雅生
正員 堀口 敬
正員 原田勝男
学生員 斎藤祐司
学生員 〇山 紀夫

1 概説 本論文は、コンクリートに一定の厚さを持たせ、一方向から一定熱量差をあたえたと時間経過に応じて変化した上昇の温度分布を実験的に求めた。これまでは、実験的に求める場合、多くは、少数因子に焦点をあて、他の多数要因を固定化した方法をとったが、この事に対する検討の必要があるのが主要因子を定めて直交配列表による実験を行ない、測定結果の分散分析を行なったものである。

2 実験方法

2-1 予備調査 コンクリート内部の温度分布変化は、コンクリートの配合、養生方法などの環境因子などが異なり、また、試験値は、供試体表面状態、熱の照射方向によっても異なってくるとみられ、直交表を利用し、材料（水セメント比）、熱伝導度（供試体表面状態）、熱照射方向、の3要因による温度伝導の影響を実験した。

2-2 コンクリート配合設計、スランプは、 $\Delta \pm 1.5 \text{ cm}$ 最大骨材寸法は 1.5 cm とし、 5 mm 以下のより細骨材粗骨材に分け示す配合を行なう。

配合基準

	粗骨材の 最大寸法	スランプ 範 囲	水セメン ト比(%)	細骨材率 %	単 位 量			
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
単位量	15 mm	$\Delta \pm 15 \text{ mm}$	45%	47%	183	415	808	942
1 Δ $\pm$ 200	15 mm	$\Delta \pm 15 \text{ mm}$	45%	47%	3.66	832	16.16	18.86

2-3 因子及び水準の決定 因子は、コンクリート温度に影響を与えると思われるものとして、次のように設定した。

① 水セメント比 供試体材料の構成因子として（水セメント比）を取り上げた。

水準：40%，45%，50%

② 熱の照射方向 内部の水分が熱の照射方向によって移動し、これが温度分布に影響すると考えられた。

③ 表面状態 供試体表面積の大きさによって供試体の熱吸収が違ふと考えた。

水準：打放し仕上げ表面、鉄、木。

(表2-1)

記号	要 因	単位	水準1	水準2	水準3
G	水セメント比	%	40	45	50
H	照射 方向		上	下	横
	表面状態		打放し	鉄	木

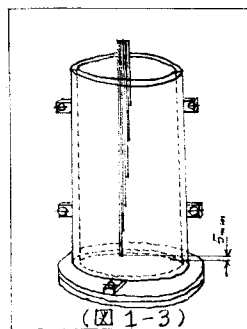
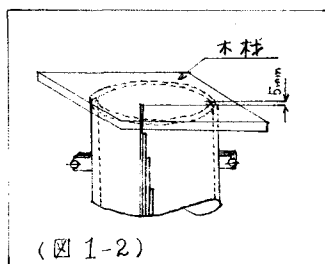
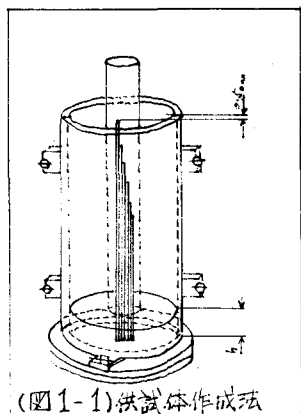
NO	水セメント比	照射方向	表面形状
1	45	上	打放し
2	45	上	鉄
3	45	上	木
4	45	下	打放し
5	45	下	鉄
6	45	下	木
7	45	横	打放し
8	45	横	鉄
9	45	横	木
10	50	上	打放し
11	50	上	鉄
12	50	上	木
13	50	下	打放し
14	50	下	鉄
15	50	下	木
16	50	横	打放し
17	50	横	鉄
18	50	横	木
19	40	上	打放し
20	40	上	鉄
21	40	上	木
22	40	下	打放し
23	40	下	鉄
24	40	下	木
25	40	横	打放し
26	40	横	鉄
27	40	横	木

(表2-2)

2-4 割りつけ 3因子3水準27供試体完全直交配列表とした。

3 実験要領 標準配合設計で配合し、供試体型枠く内に熱電対を投入しコンクリートを打ち込み、24時間後に水中養生とし、実験日の翌日水中養生から湿潤養生とし当日実験を行なった。この結果は、多点自動温度記録計にプリントされるのである。

3-1 供試体作成 水セメント比(40%, 45%, 50%)表面状態(打ち放し、鉄、木)照射方向(上、下、横)の27種類27本の供試体を作成した。なお、コンクリート打ち込み前に、熱電対を3cm間隔で6本1組を作成しておいた。

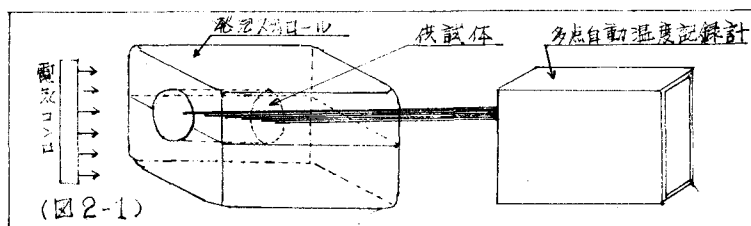


3-2 表面状態が打ち放しの供試体 (図1-1)のようにまず熱電対がはいる部分粘土に覆われ、コンクリートと熱電対が付かない様を作り、その後鉄管を図のようにし、コンクリートを型枠く3層に分け25回づつ突棒によって1層ごと鉄管を回して突く。なお、この場合熱電対は表面から5mm隔して、木づちによって型枠側面を軽くたたき気泡を追い出す。打ち込み24時間後型枠くをはずし、粘土を取り除いて、水中養生をする。

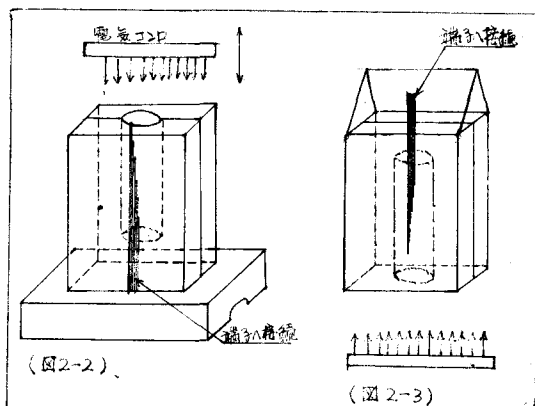
3-3 表面状態が木の供試体 この供試体作成については、先に表面状態が打ち放しの供試体作成と同じ手順をとり、最後に型枠く側面をたたいたのち、(図1-2)の様に、型枠くの上より木杵を打ち荷重を加えて、24時間後に型枠くをはずし、粘土を取り除き水中養生をする。

3-4 表面状態が鉄の供試体 (図1-3)のように型枠くと、熱電対を5mm隔してコンクリートを3層に分け25回突棒によって突いて型枠く側面を木づちにより軽くたたき気泡を追い出す。24時間後に型枠くをはずし、水中養生をする。

4 照射方向因子の実験要領



4-1 装置 発泡スチロールを、(図2-1)の様に、供試体表面を覆った部分に覆いながら、供試体表面の温度が一定にして電気インコで熱を照射した。この時、供試体表面は発泡スチロールによって、外部温度とは断熱された。また、供試体内部に埋め込んでいる熱電対は、自動温度記録計の端子へと接続した。なお、供試体は実験前日に水中養生から湿潤養生に代えて行なった。

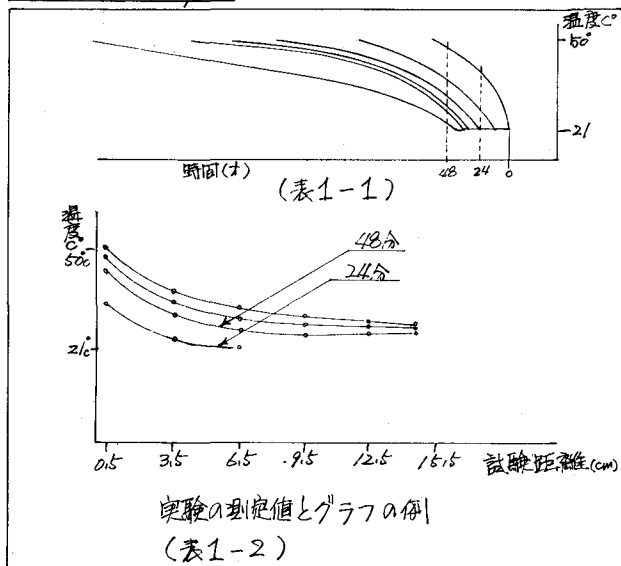


4-2 上方向からの照射 図2-2の様に供試体を、固定しておき電気コンロの上下移動によって、供試体表面を 50°C 一定に保ちながら実験を行った。

4-3 下方向からの照射 図2-3の様に供試体を外部温度から断熱して、発熱スティールをゴムバンドで固定し、排気管の型をとり供試体を上下移動させ表面温度を 50°C 一定に保つようにした。

4-4 横方向からの照射 図2-1の様に供試体を固定させ、発熱体を移動させ表面温度を 50°C 一定にした。

5 実験結果と考察

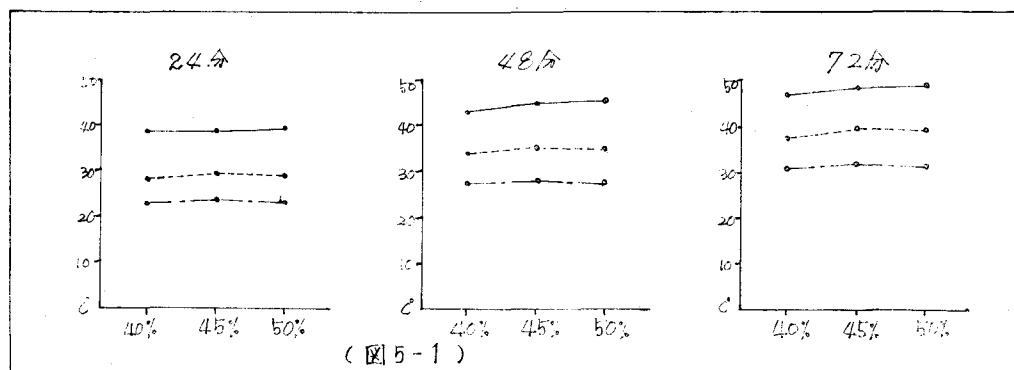


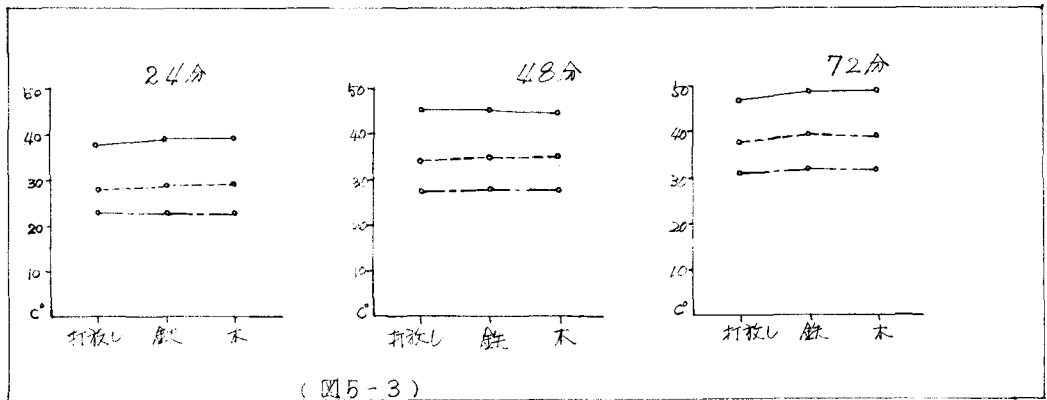
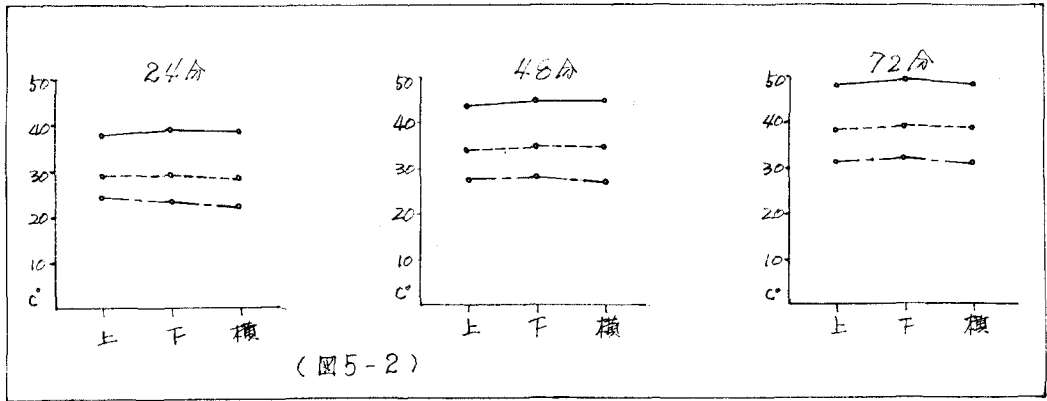
5-1 多点自動温度記録計

縦軸に温度をとり、横軸に時間をとってあり、多点自動温度記録計に供試体内部にある熱電対を接続して、時間と共に温度上昇がグラフとなって6本の曲線が描かれる。それは(表3-1)の様なものであるが、今回は、供試体表面から3.5 cm離れている熱電対が 50°C に至るまでの時間及びその時までの各点(3.5 cm, 6.5 cm, 9.5 cm, 12.5 cm)温度を取り出したものを横軸に各地点距離、縦軸に温度をとったグラフ(表3-2表)に書きかえた。

5-1 実験結果

実線	半線	一点鎖線
供試体表面からの5 cm	供試体表面から3.5 cm	供試体表面から6.5 cm





5-2 実験結果を考察 水セメント比の(図5-1)のグラフを比べてみると各断面ではどの時間においても、45%の水セメント比が他の水セメント比よりも、温度の伝わり方が速いように見られる。供試体内部における水分(水セメント比)の量の多いほど熱の伝達が早いと思われたが、結果は水セメント比45%が良かった。24分時、0.5cm、水セメント比45%の真が、やや落ちていたがこれはただ、3水準と比較できるだけのバラツキがあるものだったと考えられる。次に熱の照射方向(図5-2)の水準に着目してみると、これは下から照射した結果が他の2水準よりもいい結果となっている。これは熱が、下から上へと上昇する事、これに関連して供試体内部水分が、下方向からの照射によって内部移動が著しいのではないかと考えられる。またこの実験を通して、実験前と後の重量差はおおよそ40g程あった事に認められる。これは、供試体内部からの蒸発水分と考えられる。最後に表面状態を(図5-3)で見ると、表面が鉄によって作られた表面の熱伝達が良かった。熱と表面積との関係については、割け段階において、表面積の大きい、打放し表面がいいと思われたが結果となった。しかし、これは3因子全般にいえる事ではあるが、これはコンクリートに及ぼした精度差というのは1°Cから3°Cまでの、極微量な温度差しか出てこなかった。すなわち、これは因子は、有意の影響をコンクリートに与えてはいないのではないかと見方が変わった。