

V—3 炭素繊維混入コンクリートの発熱特性について

北海道工業大学 正員 佐々木 勝男

学生員 中田 英樹

学生員 沼田 智之

1. まえがき

本実験は、コンクリートに直接通電し、その発熱を利用して融雪と凍結防止を行なうことに関して資料を得ようとした。この目的の為にコンクリートに良導体を混入させ、コンクリート通電発熱の機能を向上させる。良導体としては、炭素繊維、銅繊維、コークス等を混入した。この良導体混入コンクリートについて通電を行ない体積抵抗率と発熱量とを計測し、混合物に対する伝導性と力学的性質との関係を実験的にもとめた。通常のコンクリートでは抵抗が大きく通電発熱が難しい。

2. 実験概要

A. 供試体作製

下の写真に示すように、この混入コンクリート供試体は、16cm×13.6cm×4cmの直方体として良導体を混入させたもの。型枠内には両端子として建築用ラス網を間隔2cmに積層させた。

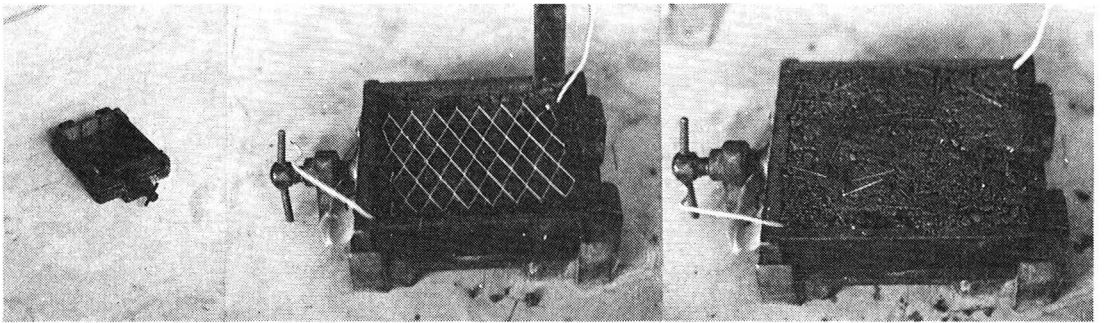


写真-1 型枠

写真-2 ラス網ターミナル

写真-3 供試体の打設完了

B. コンクリートの配合

セメントとして普通ポルトランドセメントを使用した。粗骨材は石狩産の川砂利で10mmふるいを通過した安山岩を使用した。炭素繊維は長さを1cmにそろえた。湿和材はメチルセルローズと消泡剤を使用した。コークスは市販のものを25mmと1.2mm以下に砕いて使用した。尚、配合に用いた材料の比重は表-1に示す。

表-1 各混合の比重

材料名	比重	材料名	比重
炭素繊維	1.50	セメント	3.14
銅繊維	7.85	粗骨材	2.68
コークス	1.16	水	1.00

C. 体積抵抗率の算定

供試体の端子間抵抗 $R(\Omega)$ を測定し、次式から各供試体の体積抵抗率 ρ_v を求める。

$$R = R(\omega) \frac{A_0}{l}$$

ただし l : 端子間隔 (0.02 m)

A_0 : ラス細面積 (0.16 × 0.136 = 0.0218 m²)

D. 解析法

実験結果について、抵抗率、通電発熱のデータをもとに分散分析し、各因子と測定値間における影響について有意検定を行った。そして独立や交互作用の因子の平均二乗和の小さいものの中から仮誤差項を求め各因子の仮りのF値を算定し、寄与率を求める手順に従った。

E. 測定条件

コンクリートを打設した日から、7日間約20℃で乾燥させてから5Aの電流で24時間通電し、ひき続き、10Aに電流を上げ48時間通電し、発熱の状態をみた。抵抗は1日のうちで定時を決めて1日おきに測定した。測定条件は表-2に示す。

表-2 測定条件

測定回数	測定時間	電圧
1回	24hr	5A
2回	48hr	10A
3回	72hr	10A

F. 配合

完全直交配列の実験計画法により3因子3水準によって行なった。供試体はセメント、骨材、コークス、鋼繊維(SF)、炭素繊維の順で手練りによって混合した。

※注 粒度比は粗粒(25mmフルイ通過)と細粒(1.2mmフルイ通過)との比を粒度比とした。

表-3 因子と水準

因子 \ 水準	1	2	3
粗骨材(g)	470	500	530
コークス量(g)	250	300	350
粗度比(コークス)	2:1	1:1	1:2

G. 測定結果

供試体	体積抵抗率	供試体	体積抵抗率	供試体	体積抵抗率
1	9.156	10	10.137	19	17.876
2	7.303	11	11.663	20	14.170
3	14.824	12	22.018	21	13.407
4	24.634	13	14.606	22	13.189
5	35.098	14	12.862	23	24.961
6	20.492	15	14.933	24	22.127
7	19.838	16	22.454	25	13.189
8	32.482	17	16.023	26	22.236
9	11.009	18	19.293	27	13.407

3. 実験結果

各測定値については分散分析の結果を表-4、表-5に示す。尚、判定(**)は、1%危険率有意水準、判定(*)は、5%危険率有意水準を満足する因である。

表-4 体積抵抗率の分析表

因 子	水 準			F 値	寄与率	判 定
	1	2	3			
粗骨材量 A	19.42	16.00	17.18			
コークス量 B	13.40	20.32	18.88	4.91	16.2	*
粒度比 C	16.12	19.66	16.82			
交互作用A×B				2.66	13.7	
交互作用B×C				1.93	7.7	

表-5 通電発熱の分析表

因 子	水 準			F 値	寄与率	判 定
	1	2	3			
粒骨材量 A	11.11	12.56	8.78	7.00	18.4	*
コークス量 B	10.67	11.89	9.89			
粒度比 C	12.67	9.67	10.11	5.05	12.4	*
交互作用A×C				2.68	10.3	

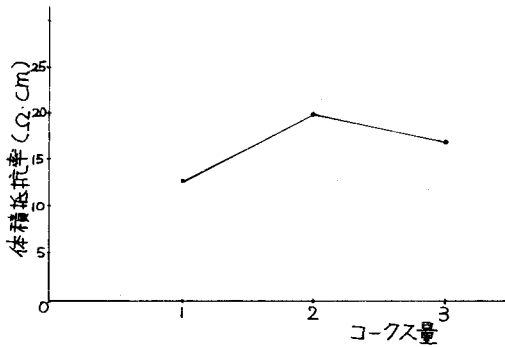


図-1 コークス量の主効果グラフ

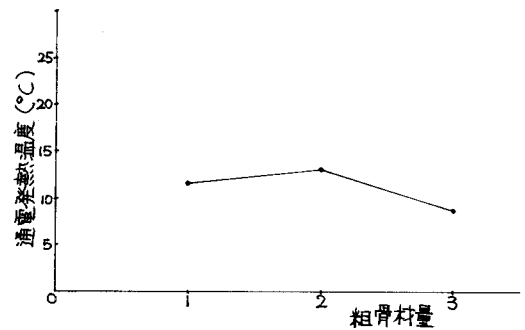


図-2 粗骨材量の主効果グラフ

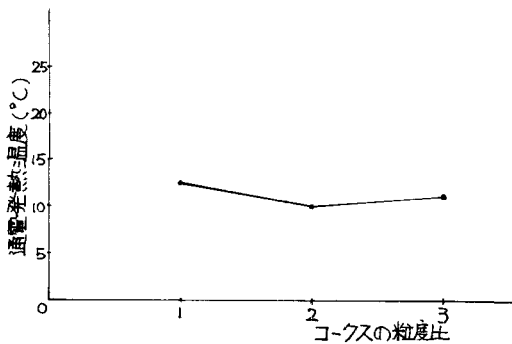


図-3 粒度比の主効果グラフ

4. 実験結果と考察

各測定値ごとの影響について分散分析によって有意の見られる因子について主効果グラフを描く。以下に述べるような諸関係が導かれた。

A. 体積抵抗率

(1) コークス量については最不適値が見られた。(図-1)

体積抵抗率は、表-4に見られるように、混入コークス量は、危険率5%の有意水準を満足している。

B. 通電発熱温度

(1) 粗骨材量については最適値が見られた。(図-2)

(2) コークスの粒度比は最適値が見られた。(図-3)

通電発熱温度は、表-5に見られるように、粗骨材量とコークスの粒度比は共に危険率5%の有意水準を満足している。

5. まとめ

以上の結果をまとめると、次のようになる。

- (1) 混入粗骨材量は、発熱には影響が大きく見られるが、抵抗には影響が少ない。
- (2) 混入コークス量は、発熱には影響が少ないが、抵抗には影響が大きくみられる。
- (3) コークスの粒度比は、発熱には影響が大きく見られるが、抵抗には影響が少ない。

参考文献 佐々木勝男他「炭素繊維混入コンクリートの発熱特性について」
道支部論文報告集 第40号(PP520-523), 1984