

ピッチ系炭素繊維混入によるコンクリートの発熱機能の付加

九州共立大学 正会員 牧角龍憲

1. まえがき

ピッチ系炭素繊維は導電性に優れるため、それを混入したコンクリートに通電するとジュール熱が生じることから、発熱機能を付加したコンクリートが可能になる。コンクリート自体が発熱すれば、冬季における歩道や橋面の凍結防止や融雪などがより合理的に対処でき、また、導電性を活用した新たなコンクリート構造の展開も期待できる。

図-1 に示すように、 $W/C=40 \sim 50\%$ のセメントペーストおよびモルタルに容積比 $1 \sim 4\%$ でピッチ系炭素繊維（径 $13, 18 \mu\text{m}$ 、糸長 $3.3 \sim 10\text{mm}$ ）を混入した場合、比抵抗 R_0 は混入率の増加に伴って激減し、容積比 3% で $50 \Omega\text{cm}$ 以下になることをすでに確認している¹⁾。この比抵抗は、例えば、断面積 $A = 20\text{cm}^2$ 、長さ $L = 50\text{cm}$ の場合の抵抗が 125Ω ($=R_0 \times L/A = 50 \times 50/20$) 以下になり、 100V 通電時に 80W 以上の消費電力を生じさせることに相当する。

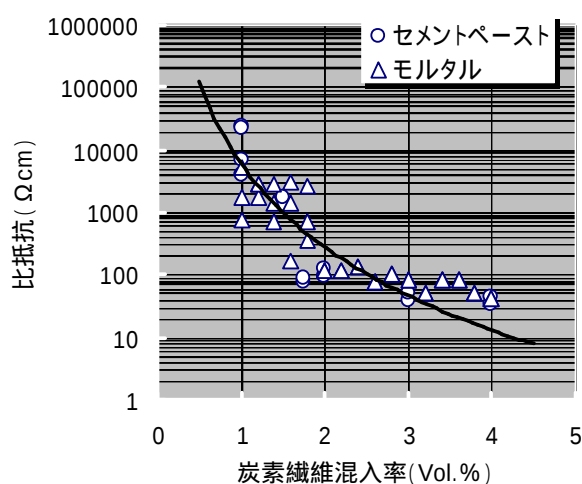


図-1. 炭素繊維混入率と比抵抗との関係

本研究では、発熱機能を応用しやすい面的な広がりのある場合にも通電性が確保されて発熱効果が得られるか否かを調べ、実用化に向けて効率よい回路設計の可能性などについて検討した。その結果を報告する。

2. 実験概要

炭素繊維はモルタル中にランダムに分散するため、

無数の不確定な通電回路が形成されることになる。

そこで、図-2 に示す 2 通りの形状の平板供試体を用いて、両端に等間隔に設置した任意の端子間に通電した時の断面中央の温度を熱電対で測定して発熱性状を調べた。A は厚さが一定の正方形、B は端子部と測定部の断面厚さを変化させ、通電距離を長くした形状である。供試体は、ピッチ系炭素繊維（径 $13 \mu\text{m}$ 、糸長 10mm ）を容積比で 3% 混入してオムニミキサ（容量 5l ）で練り混ぜたモルタル（供試体 A： $W/C = 50\%$ 、 $S/C = 1.5$ ）またはセメントペースト（供試体 B： $W/C = 50\%$ ）で作製した。

通電端子は、長繊維を巻きつけたアンカーボルトをモルタル中に埋め込み、モルタル硬化後に埋込み端を拡底することにより接触を高めている。通電は、任意の端子間に直流 100V を所定の時間通電した。

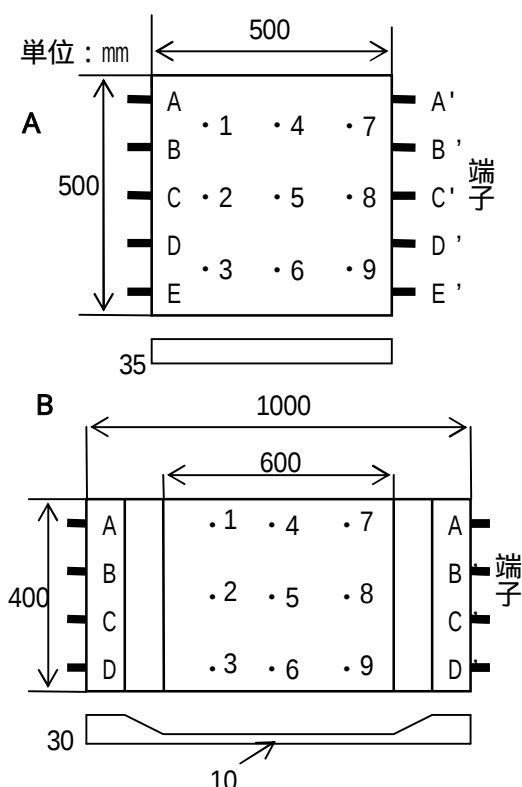


図-2. 平板供試体の形状寸法

3. 実験結果および考察

供試体 A の場合、いずれの通電ケースにおいても発

熱は認められたが、各ケースの通電端子交線から離れた位置の温度上昇は微小であった。したがって、消費された電力により平板全体に熱量が与えられるとして、全測定点の平均温度について検討した。図-3に、平均温度上昇量の経時変化を示すが、20分で10以上の温度上昇が得られ、面部材においても発熱効果が期待できることが確認された。ただし、各通電ケースにおいて傾向に差があるのは、通電経路の違いにより全体の電気抵抗が異なるためである。

図-4に、各通電ケースにおける電気抵抗と平均温度上昇率との関係を示す。図中には、消費電力のジュール熱によるモルタルの温度上昇率の理論値も示しているが、測定値にほぼ近似しており、消費電力が効率よく温度上昇に転換されていることがわかり、発熱部材の設計が可能といえる。

供試体Bの場合、いずれの通電ケースにおいても各

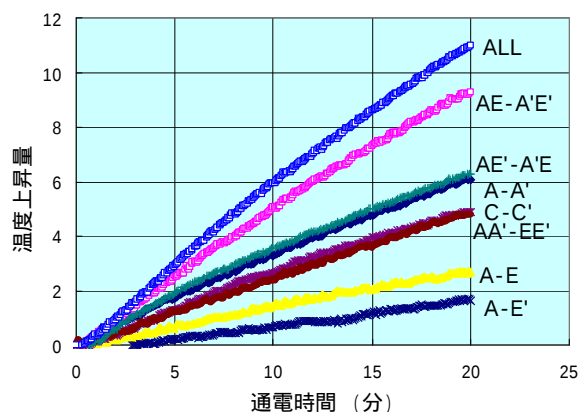


図-3. 通电時間 - 平均温度上昇量
供試体A（電圧100V）

測定の温度上昇に極端な違いはみられなかった。図-5に、端子A-A'間に通电した場合の測定結果を示すが、ほぼ一様に温度上昇していることがわかる。また、図-6に平均温度の上昇率を示すが、0.75 /分と極めて高い値が得られた。これは、端子部の断面厚さが測定部の3倍でかつ通电長さが短いことにより、端子部の測定部に対する抵抗比が約0.05となり、効率的な並列回路に近い回路が形成されたためと考えられる。

5. まとめ

ある程度の広がりがある面部材においても、炭素繊維混入モルタルの通电発熱性能が確認できた。また、並列回路を仮定することで発熱部材の設計が可能であることも確認できた。

1) 山崎他：炭素繊維混入モルタルの発熱機能に関する基礎的実験、平成15年度西部支部研究発表会、2004

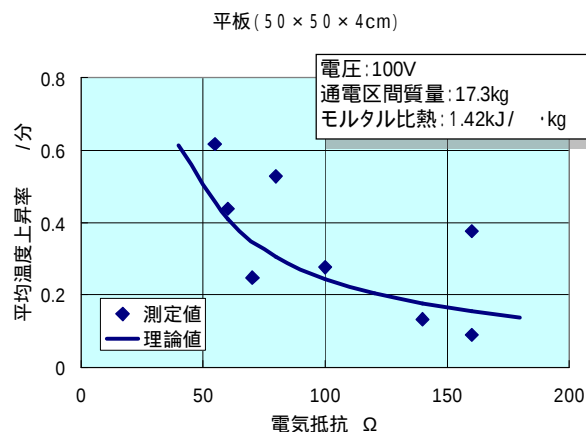


図-4. 電気抵抗と温度上昇率との関係
供試体A（電圧100V）

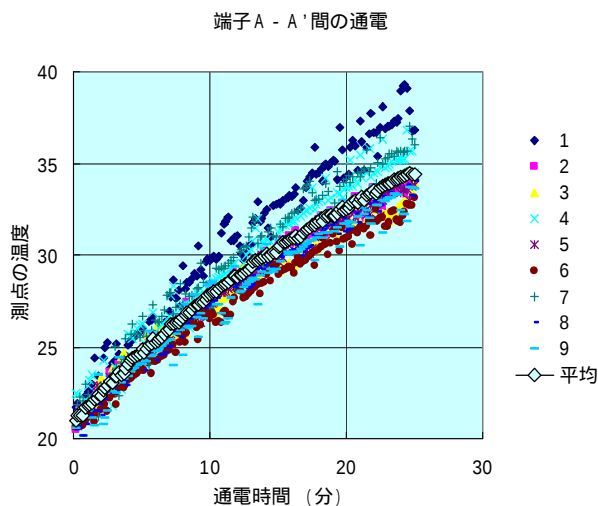


図-5. 端子A-A'間の通电における各測点温度
供試体B（電圧100V）

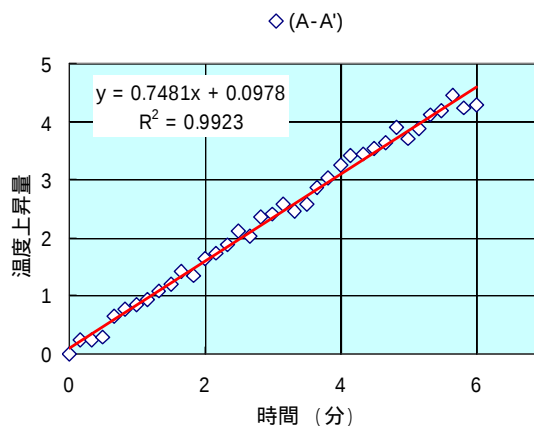


図-6. 通电開始後6分間の平均温度上昇量
供試体B（電圧100V、端子A-A'間）