

炭素繊維混入モルタル平板の通電発熱試験

九州共立大学 学生会員 福地徳晃
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、発熱機能を有するコンクリートが可能になる。セメントペーストにおいては、炭素繊維を容積比 2 ~ 3 % 混入することにより、電気抵抗が激減して約 3 /cm になることをすでに報告している¹⁾。また、通電端子の接触性を高めることにより、モルタルにおいても数 /cm の電気抵抗になることを確認している。

そこで、本研究では、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どうか、効率よい通電端子の配置方法などについて検討するため、平板供試体の通電実験を行い、任意の点における温度を測定した。その結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 実験 A : 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、任意の端子間に通電した場合に面全体に発熱効果が得られるかを調べた。ピッチ系炭素繊維 (径 13 μm、糸長 10mm) を容積比で 3 % 混入したモルタル (W/C = 50%、S/C = 1.5) をオムニミキサ (容量 5?) で練り混ぜ、平板供試体 A を作製した。その形状寸法、端子位置、温度計測点位置を図 - 1 に示す。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、A-A'、C-C'、A-E、A-E'、AE-AE'、AE'-AE、ABCDE-AB'CD'E' の 7 ケースについて行った。

(2) 実験 B : 道路の融雪や凍結防止に応用するためには、ジュール熱を効率よく表面温度上昇につなげる必要がある。そこで、発熱体の厚さを 1 cm にした場合にも所定の通電性が得られるとともに面的な発熱効果が得られるかを調べた。容積比 3 % で炭素繊維を混入した W/C = 50% のセメントペーストをオムニミキサで練り混ぜ、平板供試体 B を作製した。端子部は拡底ボルトを埋込むための厚さ 3cm が必要なことから、測定部との間にテーパを設け、通電距離を 100cm にした。その形状寸法などを図 - 2 に示す。

(3) 測定方法: いずれの実験においても、任意の端子間に直流 100v を所定の時間通電し、断面中央に埋設した熱電対で温度を計測した。

3. 実験結果および考察

(1) 実験 A : 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、面部材においても通電発熱効果が期待できることが確認された。ただし、

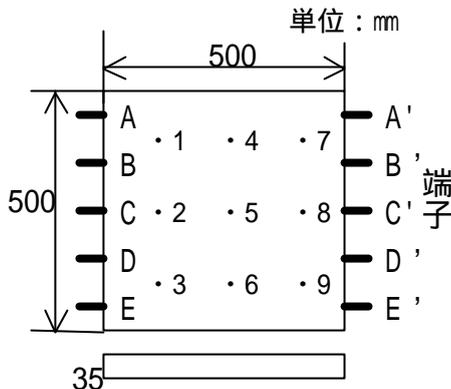


図-1. 平板供試体 A の形状寸法, 通電端子の位置と温度計測点

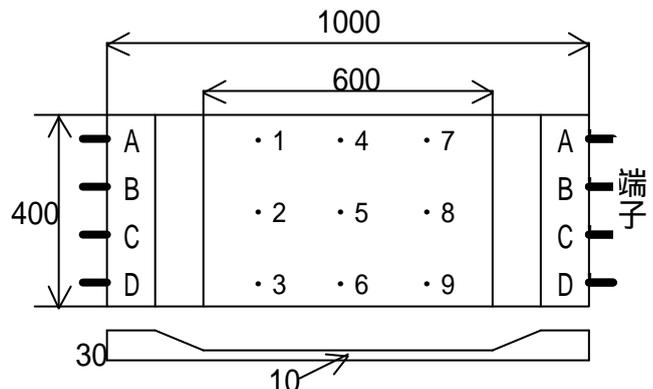


図-2. 平板供試体 B の形状寸法および通電端子位置と温度計測点 (単位 mm)

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 (V^2/R) のジュール熱によるモルタルの温度上昇率 (/分) を次式で求めて示しているが、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。

$$w = \frac{(V^2 / R) \times 60}{I \times G} \dots (1)$$

ここに、 w : モルタルの比熱、 G : 発熱体の質量
 (2)実験B: 平板供試体Bにおいては、いずれの通電ケースにおいても各測点の温度上昇に極端な違いは見られなかった。図-5に、端子A-A'間に通電した場合の

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。これは、端子部 - 測定部間のテーパにより電気の流れがスムーズになったことや発熱部の厚さを薄くしたことにより均質性が増したためと考えられる。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。この場合の電気抵抗 65 Ω で (1)式により求めた上昇率は約 0.5 /分であり、それより大きな値となっている。この理由は不明であり、今後検討する予定である。

5. まとめ

面部材においても炭素繊維混入モルタルの通電発熱性能が得られることが確認された。

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

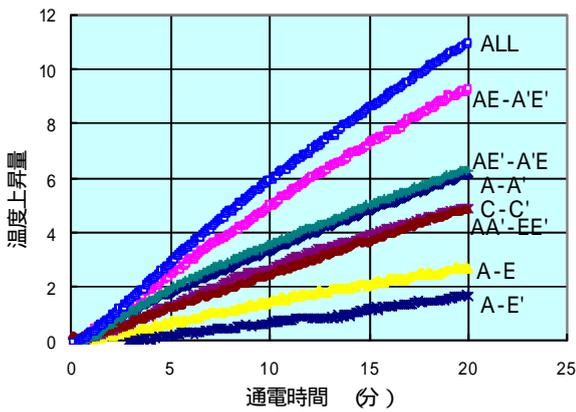


図-3. 通电時間 - 平均温度上昇量
 平板供試体A (電圧 100V)

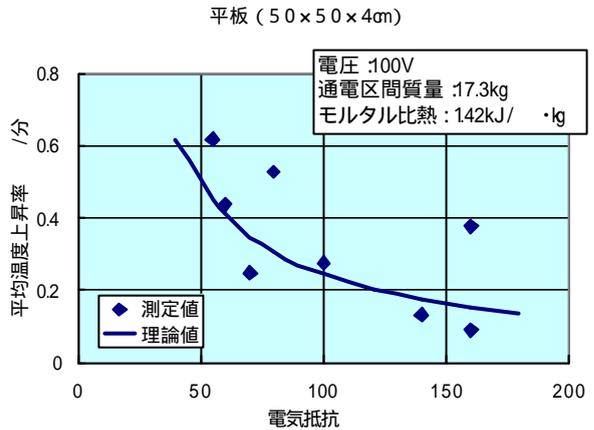


図-4. 電気抵抗と温度上昇率との関係
 平板供試体A (電圧 100V)

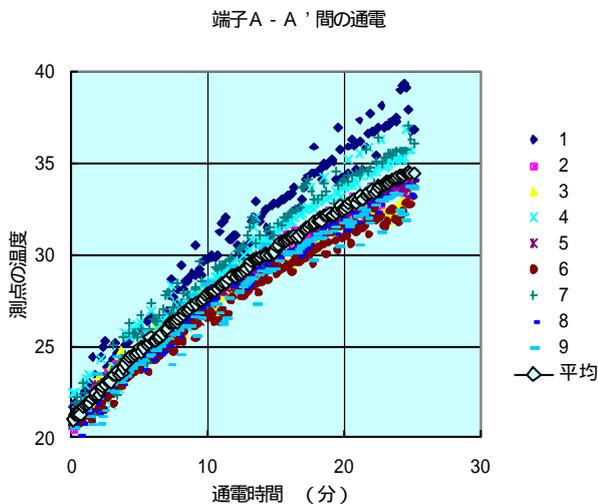


図-5. 端子A-A'間の通電における各測点温度
 平板供試体B (電圧 100V)

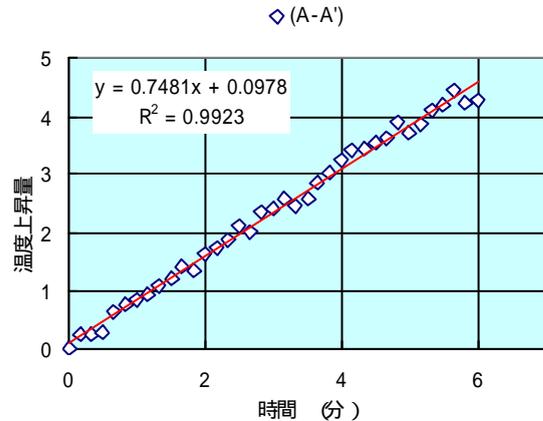


図-6. 通电開始後6分間の平均温度上昇量
 平板供試体B (電圧 100V、端子A-A'間)