

炭素繊維混入モルタルの発熱機能に関する基礎的実験

九州共立大学 学生会員○山崎 陽一
九州共立大学 正会員 牧角 龍憲
九州共立大学 横田 明典

1. はじめに

路面の凍結防止や融雪対策においてコンクリート舗装自体が発熱するならば、より効率的に凍結防止や融雪対策が行われるのではないかと、という発想から本実験を行った。本実験はピッチ系炭素繊維を混入したコンクリートに通電し、ジュール熱によりコンクリート自体を発熱させる試みである。炭素はもともと優れた導電材であり、ピッチ系炭素繊維の形状がややねじれていて相互に絡みやすい性質を活用すれば、コンクリート中に混入した場合に三次元的にランダムに接触して一様な導電性能を付与できることが想定される。

ピッチ系炭素繊維を容積比 2% で混入したセメントペーストにおいて、単位長さあたりの電気抵抗は $3\Omega/\text{cm}$ となる導電性が得られた。さらに、供試体の長さ 50 cm に電圧 50V で 30 分間通電することにより温度上昇 15°C となる発熱機能が確認できた。ここにその報告をする。

2. 炭素繊維混入率と導電性との関係

(1) 実験方法 炭素繊維の種類と混入率を変化させて炭素繊維を混入したセメントペーストにおける抵抗値を測定した。使用した炭素繊維を表-1 に示す。供試体寸法は長さ 140 mm、幅 75 mm で厚さ 15 mm と 30 mm の 2 通りとし、炭素混入率は 1.25% から 4% まで変化させた。セメントペーストの水セメント比は炭素繊維混入が可能な 45% とした。抵抗値は縦(測定距離 140 mm)と横(測定距離 75 mm)で測定し、単位長さあたりの抵抗値を求めた。

(2) 結果・考察 図-1 に示すように、炭素繊維を混入することによりセメントペーストの導電性が極端に高まり、繊維混入率 2% で発熱機能を期待できる抵抗値が得られた。また、その値は繊維の糸径と糸長によりやや異なり、最も効率が良いのは品番 234 の炭素繊維であった。

3. 通電距離と導電性との関係

(1) 実験概要 実用に供される場合、厚さは薄く延長が長い構造となる。そこで、本実験では、厚さ 1 cm、幅 10 cm で長さ 100 cm のセメントペースト供試体(繊維混入率 2%) を作製し、図-2 に示す通電用端子としてボルトを 10 cm 間隔に埋設し 10 cm 毎の電気抵抗を測定した。

表-1 試験に用いたピッチ系炭素繊維

品番	231	232	234	331	332
糸径 (μm)	13	13	13	18	18
糸長 (μm)	3.3	5.5	10	3.3	5.5

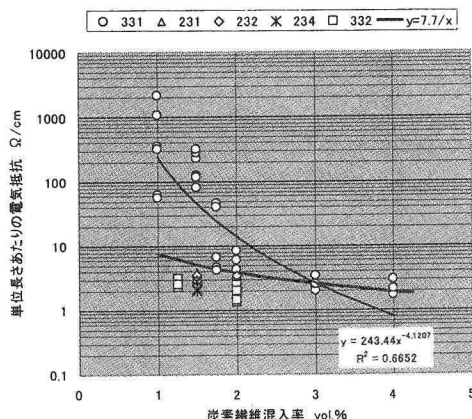


図-1 繊維混入率と単位あたりの電気抵抗値との関係

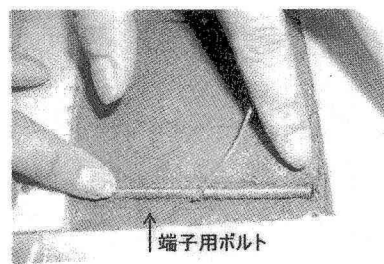


図-2 端子用ボルトの埋め込み

(2) 結果・考察 図-3 に測定結果を示すが、抵抗値は距離（導電体の長さ）に比例していることから、供試体のいずれの位置においても通電性能は一樣であることが認められ、すなわち一般の導電体と同じ性能を有することが確認できた。また、単位長さあたりの抵抗値は約 $3\Omega/\text{cm}$ であった。

4. 通電による発熱性状

(1) 実験概要 ピッチ系炭素繊維（品番 234）を容積比 2% で混入したセメントペースト（ $W/C=50\%$ ）で厚さ $1\text{cm} \times$ 幅 $10\text{cm} \times$ 長さ 50cm の供試体 2 体を用いて直流電流 50V を通電させて、その温度変化を調べた。温度は 10cm 間隔の 4 ヶ所の断面内部に埋設した熱電対により測定した。また、同じ供試体を水で飽和させ湿潤状態にした場合についても検討した。

(2) 結果・考察 図-5 に示すように通電開始直後から、温度は上昇し始め、通電 30 分後には約 15°C 温度が上昇した。この間電圧ならびに電流は一定の値を保っていることから、安定した発熱性能を有することが認められた。また、湿潤状態（a1W、a2W）においても乾燥状態（a1D、a2D）と同様に、各測点で安定した通電による温度上昇が得られており、漏電・ショート等がないことが確認できた。

一方、消費電力は一定であるにもかかわらず、温度上昇速度は温度上昇につれて低下している。これは温度が上がるにつれて外気への放熱による損失が大きくなるためと考えられ、したがって、熱損失を少なくすることが今後の課題といえる。

4. まとめ

今回の実験により、ピッチ系炭素繊維を混入したコンクリートには十分な発熱機能を付加できることが確認された。また、単位長さあたりの電気抵抗値を指標に出来ることから、実用に際しての設計も十分可能であると考えられる。

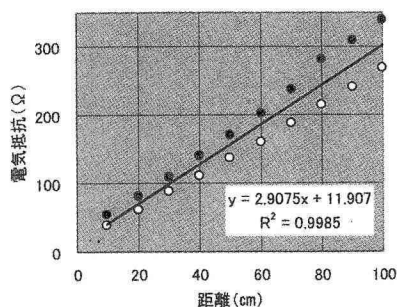


図-3 通電距離に対する抵抗値の変化

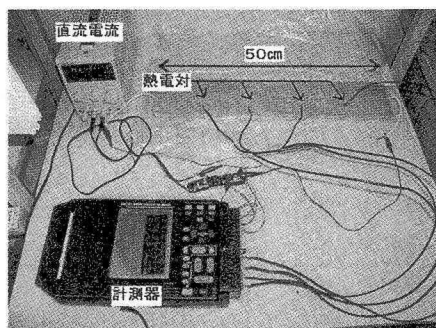


図-4 通電実験装置

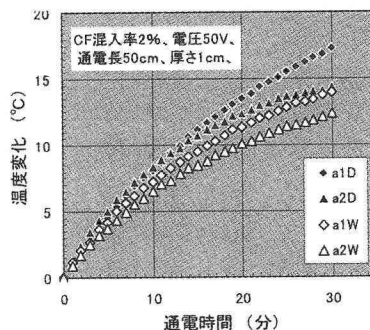


図-5 通電による温度上昇量

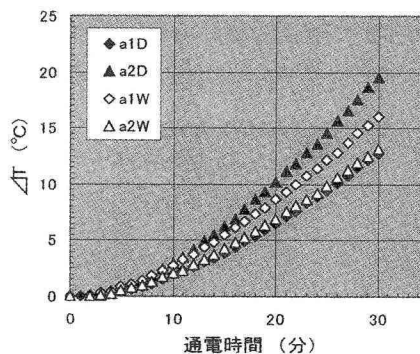


図-6 放熱による温度損失量 ΔT