赤外線サーモグラフィを用いた吹付けのり面の背面空洞の深さに関する評価

長崎大学工学部 学生会員 〇山田哲平 長崎大学大学院 フェロー会員 蒋 宇静 長崎大学大学院 正会員 李 博 杉本知史 森政信吾 学生会員 仲村公輝

水セメント

1. はじめに

近年、コンクリート・モルタル吹付けのり面の老朽化が顕著になってきており、防災上の見地から改修が必要とされる箇所が数多く存在している.吹付けのり面の変状部を精度よく調査する手法が切に望まれており、 赤外線サーモグラフィによる老朽化診断の手法が解決策の一つとして提案されている.

赤外線サーモグラフィの老朽化診断法を用いて、構造物における変状部の有無や平面的な大きさについては、 熱画像から判断することが可能である.しかし、背面の老朽化の度合い(空隙の深さ等)を判断する場合、モル タル表面に削孔を行い目視点検する手法が現在でも用いられており、空隙の深さを熱画像から判断するまでに は至っていない.そこで、本研究では、背面に空隙を有するモルタル供試体を用いて、赤外線サーモグラフィ により熱画像を撮影・分析し、空隙の深さとモルタル表面の温度変化の関係を明らかにすることを目的とする.

2. 赤外線サーモグラフィを用いた供試体表面温度の測定

2.1 供試体の作成方法

先ず、縦40cm、横40cm、高さ20cmの容積を持つ木 枠の中に真砂土を敷き詰め、その上に20cm四方で深さ が2cm、4cm、6cm、8cm、10cmと異なる上面が開いた アクリルの箱を一つずつ設置した.このアクリルの箱が 背面の空隙部を模擬している.さらに空隙部以外には隙 間ができないようにアクリルの箱の周りも真砂土で敷 き詰め、最後に40cm四方で厚さ4cmのモルタルで蓋を して密閉した.このとき使用したモルタルの配合を表-1 に示す.また空隙部と比較するためにアクリルの箱を使 用せず、真砂土を木枠の中全体に敷き詰めてモルタルで 蓋をした供試体も作成し健全部を模擬する.周囲からの 熱の移動を避けるために、断熱材として木枠の周りとモ ルタルの側面を発泡スチロールで覆った(図-1).

2.2 測定方法と結果

作成した 6 つの供試体を学内の屋上に設置し、それら の表面温度を 2011 年 12 月 17 日と 12 月 20 日に赤外線 サーモグラフィを用いて真上から垂直になるように測 定した.測定は午前 7 時半から 9 時半までの間は 30 分 間隔で、それ以降は 1 時間間隔で継続して行った.

図-2に12月17日、図-3は12月20日の測定時刻に

セメント 細骨材 比 水 W/C(%)(W) (C) (S) 55 228 414 1656 モルタル 発泡スチロール 空隙 アクリル 木枠 真砂土 供試体の断面図 図-1 1.2 ← 2cm 4cm 6cm ပ္စ 第部と確全部の温度差(%)807 印刷 -0.2 7:30 8:00 8:30 9:00 9:30 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 -0.4 測定時刻 図-2 測定時刻における空隙部と健全部の温度差 (12月17日)

表-1 モルタル配合

重量(g)

おける空隙部と健全部の温度差を示す. モルタルの表面温度を評価する際、赤外線サーモグラフィにより得ら れた熱画像のうち、空隙の位置と合わせて供試体の中心部分となる領域(2500 ピクセル)を用いて解析し、 その領域の中に分布している各ピクセルの温度を平均化したものを空隙部の表面温度とした.また、図-4 に示 すように、空隙部の周りに真砂土と密着している部分を1つの領域が2800 ピクセルとなるように4分割し、 前述の空隙部の表面温度を算出する方法と同様にして それぞれを解析し、それらの4つの表面温度を平均化し たものを健全部の表面温度とした.

12月17日、20日の測定結果が共に、健全部と空隙部の温度差が大きい時間帯(16日15時、20日11時)では、温度差の値は空隙の深さが2cm、4cm、6cm、8cm、10cmの順に小さくなっている.

3. 熱伝対を用いた空隙内部の温度測定

上記の結果を検証するには、熱伝対を用いて空隙内部 の空気の温度測定を実施した. 12 月 26 日朝 8 時から 16 時まで1 時間毎に測定しその結果を図-5 に示す.供 試体毎の空隙内部の温度差が現れ始めた11 時以降のデ ータから、空隙内部の温度は高い方から 2cm→4cm→ 6cm、8cm→10cm の順になっている. 完全な規則性は 見られないが、空隙の深さが大きくなるに従い空隙内 部の温度が小さくなっていることが分かる.

4. 考察

空隙の容積が小さい場合、内部の空気が循環しにく いために熱が周囲の真砂土に発散されず蓄積されると 考えられる.一方、空隙の容積が大きい場合、内部の 空気が循環し易いため周囲の材料と接する機会が多く なり、結果的に熱が周囲に発散されて内部の温度が低 くなっていたと考えられる.

以上のメカニズムを考えて考察すると、空隙の深さ が 2cm の表面温度が高いのは空隙の容積が小さいため に空隙内部に熱が容易に溜まり、熱の移動が抑えられ てモルタルの表面に熱が蓄積したためと考えられる.



図-3 測定時刻における空隙部と健全部の温度差 (12月20日)



図-5測定時刻における空隙内部の温度(12月26日)

また空隙の深さが 10cm の供試体は背面の空隙部の容積が大きいため、モルタル表面からの熱が容易に背面の 空気へ移動し、さらに回りの地盤へ伝達する.結果的に、モルタル表面に熱が留まらないので空隙部の表面温 度が小さくなると考えられる.実験に使用した全ての供試体のモルタルの厚さは等しいので、背面の空隙の深 さと表面温度との間には明らかな相関性があることを確かめることができたと言える.

5. 終わりに

本研究では、赤外線サーモグラフィを用いて、モルタル背面に存在する空隙の深さとモルタル表面の温度変 化との関係を実験的に考察した.その結果、モルタル表面温度と空隙の深さ、または容積に関係性があること が示された.今後はモルタルの厚さを変化させ相関関係をさらに解明していく.

参考文献

- 1) 熱赤外線によるのり面診断研究会:熱赤外線影像法による吹付けのり面老朽化診断マニュアル,(財)建設省土 木研究所, pp.17-55, 1996
- 2) 仲村公輝ほか:赤外線サーモグラフィを用いた吹付けのり面の背面空洞調査分析に関する基礎的研究、土木 学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.745-746, 2011