

吹付けのり面劣化状況調査における熱赤外線影像法の有用性についての検討

長崎大学工学部 学生員○吉岡良平 長崎大学大学院 学生員 中別府二郎
 長崎大学工学部 正会員 立入 郁 長崎大学大学院 正会員 後藤恵之輔

1. はじめに

のり面における吹付け工法は、比較的簡易なりの面保護法として、1960年代後半から1970年代前半にかけて、非常に多くの施工実績があり、現在でも毎年7～8百万 m^2 の施工実績がある¹⁾。しかし、現在、全国各地の吹付けのり面の老朽化が深刻な状況になってきており、改修が必要とされる箇所が増大してきている。そのため、既設の吹付けのり面における老朽化等に伴う変状部を抽出する技術の向上が強く求められている。そこで、本研究では、老朽化した吹付けのり面において、熱赤外線映像装置を用いた温度検出による変状部の抽出方法の検証を行った。ここでは、長崎市の吹付けのり面において熱赤外線映像法を用いて得られた熱画像と、その吹付けのり面をモデル化し諸条件を変化させた熱伝導シミュレーションにより、表面温度分布計測による吹付けのり面内部の変状部診断手法の有用性を検討した。

2. 熱画像について

今回、長崎県内のモルタル吹付けのり面について、応用地質(株)が、熱赤外線映像法による熱画像のデータとコア抜き調査のデータを用いて解析を行った²⁾。図-1は調査が行われたのり面の写真である。図-2は図-1における2002年9月17日午後6時55分の熱画像から2002年9月18日午前3時25分の熱画像を

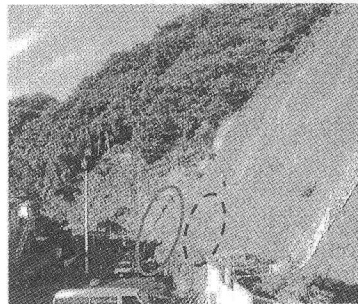


図-1 長崎市内の吹付けのり面

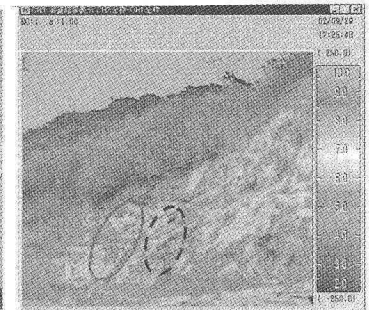


図-2 差画像

減算処理し、得た差画像である。図-2の実線で囲まれた箇所を空洞部と推測した。この箇所はコア抜き調査によって、空洞と確認された。また、破線で囲まれた箇所は健全部と判断された箇所である。

3. 熱伝導シミュレーションについて

熱伝導シミュレーションには二次元解析シミュレーションソフト Quick Field を用い、吹付けのり面の一部分を再現した図-3の(A),(B)2種類のモデルを用いて解析を行った。モデル(A)(B)とも、モルタル厚は対象とした吹付けのり面と同じ5cmとし、(A)については20×20cmの空洞、(B)についてはのり面表面に幅10cm深さ20cmのクラックの存在を仮定した。

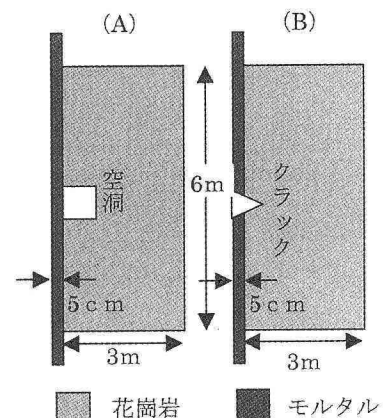


図-3 吹付けのり面モデル

解析では、調査が行われた2002年9月18日午前7時の気温294.1K(21.1℃)³⁾を、境界条件としてのり面表面に与えて、定常解析を行い、その解析結果を初期条件として非定常解析を行った。タイムステップは600秒、のり面表面の熱放射率0.94⁴⁾とし、調査当日の2002年9月18日午前7時から午後4時までの日射量の変化³⁾を入射熱流速として与えた。解析は、(A)の空洞がない状態(健全部)、(A)の空洞が空気で満たされている状態(空洞部)、(A)の空洞が水で満たされている状態(湿潤部)、(B)の吹付けのり面の表面にクラックが生じている場合の4つの条件について行った。

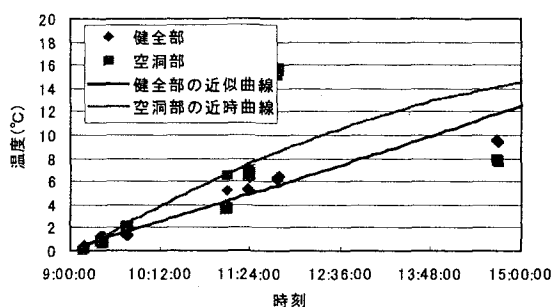


図-4 吹付けのり面の温度変化（観測値）

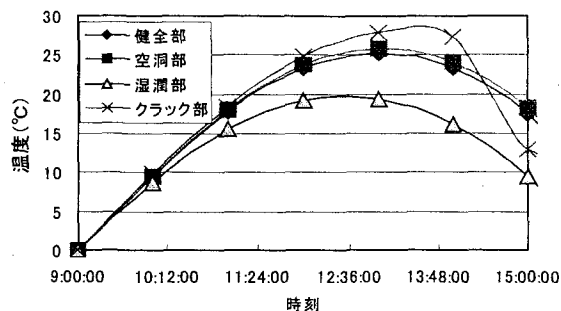


図-5 シミュレーションにおける温度変化

4. 解析結果

図-4は図-1の吹付けのり面において、熱赤外線影像法を用いて得た午前9:00から午後3:00にかけての温度変化である。空洞部と健全部の表面温度の差を比較すると最大で約3℃の温度差が見られた。一方、図-5は図-3の吹付けのり面モデルについてのシミュレーション解析結果である。湿潤部については、健全部と比較して最大で約7.4℃ほどの温度差が見られた。また、クラック部についても健全部と比較して最大で約4.7℃の温度差が見られた。しかし、空洞部については、健全部と比較して1℃以下のわずかな温度差が確認できるとどまった。表-1に各箇所との健全部との温度差を示す。熱画像による温度分布とシミュレーションとの間に温度差が生じた要因としては、雲の影響や、風の影響、シミュレーション解析を行う際の境界条件の誤差などが考えられる。

表-1 健全部と各箇所の時刻別の温度差
(シミュレーション)

時刻	健全部との差(℃)		
	9:00	13:00	16:00
湿潤部	0.23	-5.61	-7.37
空洞部	-0.19	0.40	0.64
クラック部	-4.75	-2.04	2.03

5. 考察

図-4と図-5を比較すると、湿潤部については吹付けのり面背面の空洞内の水により、健全部に比べて吹付けのり面表面の温度がかなり低くなっているため比較的抽出しやすいと考えられる。また、クラック部については、日射によって温められ始めた時は、健全部、湿潤部に比べてのり面表面温度が低かったが、時間がたつにつれて健全部より高温となった。これは、クラック部の空気の性質によるものだと考えられる。この特性から、クラック部は時間的な温度変化を捉えることにより判断することができると考えられる。空洞部については、シミュレーション解析によって図-4の熱画像による比較ほどの温度変化を表すことができなかったが、熱赤外線映像装置で十分とらえられる変化が起こることは確認できた。

6. おわりに

吹付けのり面における熱赤外線影像法の有用性について熱伝導シミュレーションを用いて検討した。解析結果から、吹付けのり面における温度変化の観測値とシミュレーションにおける温度変化を比較すると、変化の幅に違いは見られるが、同じような温度変化傾向が見られた。このことから、様々なのり面箇所について熱伝導シミュレーションを行うことにより、熱赤外線影像法に役立てることが可能だと考える。今後は、熱伝導シミュレーションを用いて、季節による表面温度変化の比較を行う予定である。

参考資料

- 1) (財) 土木研究センター:熱外線影像法による吹き付けのり面老朽化診断マニュアル, 1996.1
- 2) (株) 応用地質:熱赤外線探査による吹き付けのり面変状実態検証, 2002.9
- 3) 長崎気象台:気象庁年報(2002年版), 2002
- 4) 西川兼康, 藤田恭伸:伝熱学, 理工学社, pp.4-79, pp.289-329.