

熱赤外線を利用した吹付け法面の空洞調査

長崎大学工学部	学生員○秋本 隆彦
同 上	正 員 後藤恵之輔
(株) 地研	正 員 一川 宏也
同 上	正 員 長谷川秀人

1. ま え が き

都市化による開発の波が全国に広がっているなかで、土砂災害による犠牲者が跡を絶たず危険箇所の整備が急がれている。しかしながら、その整備はあまり進行していないのが現状である。そこで、斜面崩壊の要因となる岩盤の風化、なかでもコンクリート吹付け法面地山の風化による空洞化に着目した。法面保護工の一例として吹付け工が用いられるが、年月の経過とともに岩盤の風化が進み細粒土が排水孔から流出すること等により空洞が生じる。この空洞の存在によって地震や雨水の浸透が誘因となって斜面崩壊を起こすこともあり得る。ここでその調査にあたって、空洞部が存在する場合吹付け工表面の温度変化パターンが正常部と異なることに着目し、熱赤外線リモートセンシングの利用が有効であると考えた。本論では、熱赤外線リモートセンシングによる探査手法の確立のために基礎的実験を行なったので、その結果を報告する。

2. 目 的

土や岩盤は、土粒子・水・空気の一要素で構成される。本実験は、法面空洞調査手法として熱赤外線リモートセンシングを用いるにあたって、その確立のための基礎的データを得るためにコンクリート吹付け工の裏面に土(砂)、水、空気が存在する場合の熱特性の違いを、把握することを目的とした。

3. 実験方法

試料として砂(豊浦標準砂)、空気、水を取り上げ、それぞれの温度特性を把握するために図-1のようなモデルを作製した。容器は熱損失を極力抑えるために発泡スチロールを断熱材とし、容積は $300 \times 300 \times 300(\text{mm})$ とした。モルタルは吹付けの標準配合を適用し、セメント：細骨材=1：4(重量比)、水セメント比 $W/C=45\%$ とした。モルタル厚は、吹付の実績としてはおよそ10cm以上であるが、暖地においては5cm程度の所もあることから、2、5、8、10cm厚のものを作製し使用した。熱源には写真用ライト(500W)を使用した。熱かん養は5時間とした。温度測定は熱電対と自記記録計により経時的に行った。

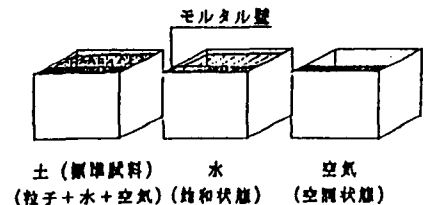


図-1 測定に使用したモデル

4. 結果と考察

図-2は内部試料が異なる場合のモルタル表面温度の経時変化を比較したものである。内部試料に空気を用いたものは、温度上昇が大きく熱かん養終了時の到達温度も他のモデルに比べて高い。また下降も大きく、熱かん養終了後5時間程度で他のモデルと逆転し冷たくなっている。内部試料に水を用いた場合は、温度上昇も小さく熱かん養終了後のモルタル表面温度は水温へと収束している。

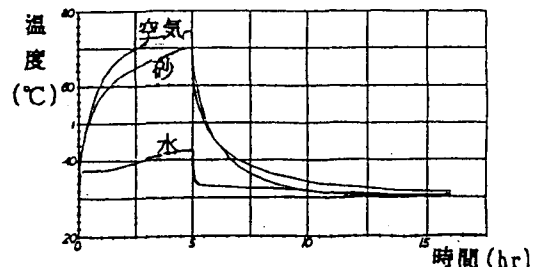


図-2 モルタル表面温度の経時変化

図-3は、熱かん養中の温度上昇と内部への熱移動を、1時間毎に熱かん養終了まで示したものである。内部試料が砂の場合、深さ方向に向って時間の経過とともに順次熱が伝わっている様子がよく分かる。内部試料が空気、水の場合のモデルは、容器内が一様に上昇し砂とは異なっていることがよく分かる。これは、砂のモデルの場合モルタルからの熱移動が熱伝導によるのに対し、他のモデルは熱による対流によっても熱移動が行なわれているためと考えられる。

図-4には各モデルのモルタル表面温度の上昇率（熱かん養開始1時間後～2時間後）、図-5には下降率（熱かん養終了1時間後～2時間後）を示した。内部試料が空気の場合が、上昇率、下降率ともに他のモデルと比べ大きいことが分かる。また、内部試料が水の場合は、上昇率、下降率ともに他のモデルに比べ小さくなっている。内部試料が砂の場合のモデルはその間の領域で変化している。これは、図-2の経時変化を裏付けるものである。

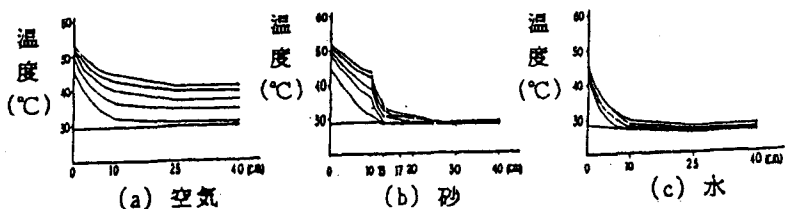
次に、上昇率、下降率とモルタル厚の関係をみると、モルタル厚が8cmを超えたあたりから差が小さくなっていき、10cmになると順位も逆転してしまっている。これは、モルタルが厚くなるにしたがってモルタル表面の試料の影響を受けにくくなるため、この実験においては背後の状態による表面温度変化の差異を確認できたのは8cm程度までであり、モルタル厚が10cmのモデルについては、それを捉えることは困難であった。このことは、実際の野外の測定においても言えることであろう。しかし、その際の測定の限界がどの程度のモルタル厚であるかは、周囲の条件によって変わってくると思われる。

次に、上昇率、下降率とモルタル厚の関係をみると、モルタル厚が8cmを超えたあたりから差が小さくなっていき、10cmになると順位も逆転してしまっている。これは、モルタルが厚くなるにしたがってモルタル表面の試料の影響を受けにくくなるため、この実験においては背後の状態による表面温度変化の差異を確認できたのは8cm程度までであり、モルタル厚が10cmのモデルについては、それを捉えることは困難であった。このことは、実際の野外の測定においても言えることであろう。しかし、その際の測定の限界がどの程度のモルタル厚であるかは、周囲の条件によって変わってくると思われる。

5. まとめ

以上のことより、空洞が存在する場合、上昇率、下降率ともに大きく、水が存在する場合はともに小さいという温度変化パターンの特徴があることが確認できた。また、測定においてはモルタル厚によって制約を受けることも確認できた。他に、測定に適する季節としては、表面温度の差異を明確につかむためにも、夏期がよいと思われる。

今後は、現地での実際の測定を重ねながらデータを蓄積することが必要であろう。



※各状態のグラフにおいて、下から順に、熱かん養開始時、1時間後、2時間後、3時間後、4時間後、5時間後

図-3 各サンプルの温度上昇(モルタル厚10cmの場合)

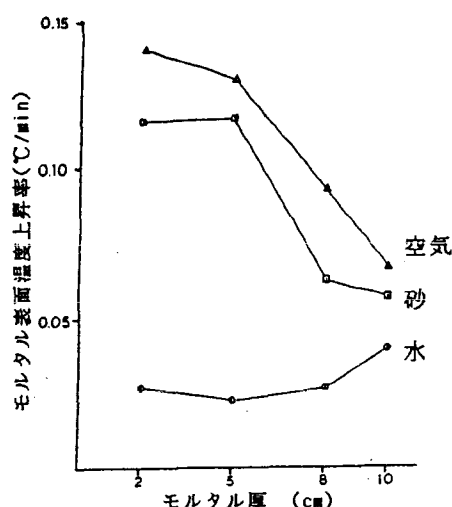


図-4 モルタル表面温度の上昇率とモルタル厚

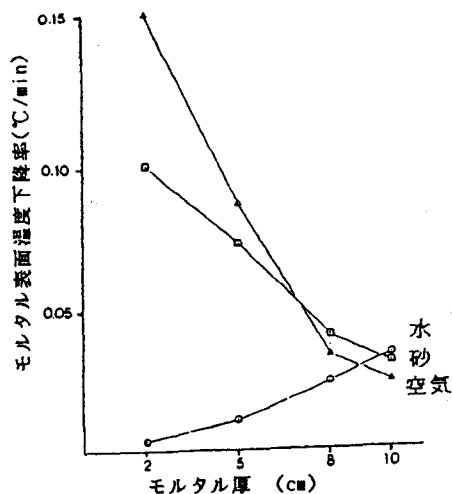


図-5 モルタル表面温度の下降率とモルタル厚