

地中埋設物位置の可視化

一色 純 (信州大)

1. はじめに

地球上の全ての物質は温度に応じて電磁波として熱エネルギーを吸収・放射している。そこで常温付近において放射エネルギーのピークがある赤外域(8~12 μm)を検出する赤外カメラで砂表面を撮像することにより、温度に対応した輝度画像を得ることによって埋設物の位置を可視化できると考えられる。

2. 実験方法

実験装置の概略図を図1に示す。まず砂の中に何かモノが埋まっており、掘りおこさずに位置を特定したいという状況を想定して表2に示すモデルを作成した。底面には、ホットプレートから効率よく熱を供給するため銅板を敷き、側面は四方とも発泡スチロール板で覆い断熱面と仮定している。内部には砂の空隙率が赤外画像に及ぼす影響を考慮して、粒子径のそろった海砂を敷き詰め、この中に20mm立方に裁断した試験片を表3に示す深度条件で任意の位置に埋設した。このモデルを80に保ったホットプレート上に乗せ、一定時間毎に赤外画像を真上から撮像した。

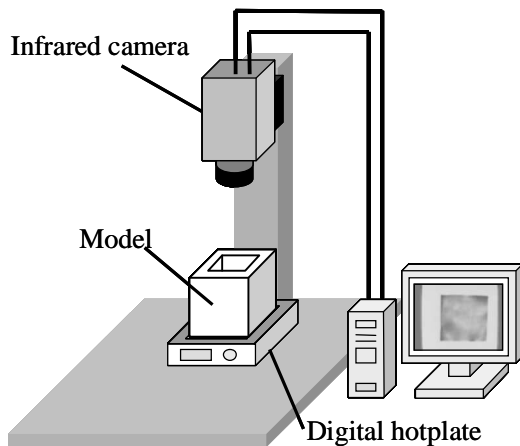


図1 実験装置

表1 赤外カメラ (IRSC1)

検出波長域	8~12 μm
ノイズ等価温度差	0.2 以下
有効画素数	320 \times 240

表2 モデルの概要

底面	銅板 170 \times 170mm
側面	発泡スチロール板 50mm
海砂	30~50mesh
試験片	1) 発泡スチロール片 2) 銅片

表3 試験片埋設条件

(1) 底面に接触.
(2) 砂表面から 30mm
(3) 砂表面から 10mm

3. 実験結果

図2に表3に示す条件で発泡スチロール片を埋設したとき、加熱開始から60分後に海砂表面を撮像した赤外画像を示す。また図3に銅片を同様の条件で撮像したときの赤外画像を示す。なお左から順に条件(1)、(2)、(3)の赤外画像となっておりこの順に探查深度は浅くなる。

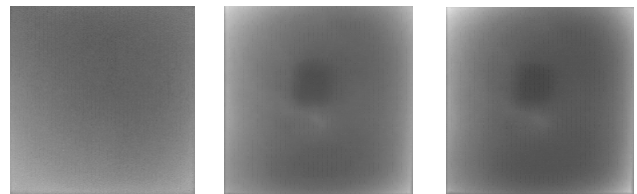


図2 60分後の砂表面赤外画像 (発泡スチロール片)

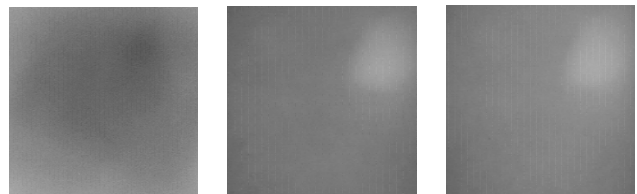


図3 60分後の砂表面赤外画像 (銅片)

これらの赤外画像を比較すると探查深度が浅いほど試験片上部にあたると考えられる部分と海砂表面部分との間に輝度差が得られた。輝度差が得られた原因として、発泡スチロール片を用いた場合は、底面から定常加熱によって与えられた熱流束が試験片部分より海砂部分で顕著な結果、砂表面の熱放射に差が生じたためであると考えられ、銅片を用いた場合は、逆の現象が生じたためであると考えられる。なお実験終了後、試験片を掘り出して見たところ赤外画像と埋設位置は一致していた。

さらに本検討では、作成したモデル内部での熱流束の時間変化を知るべく、データロガーにCA熱電対温度センサを接続しモデル外部から温度センサを外挿することで3チャンネル同時温度測定を行った。測定ポイントを図4へ条件(3)における測定結果を図5、図6へそれぞれ示す。

4.まとめ

砂地モデルを作成し、赤外画像から試験片の位置を特定することができた。砂中の3チャンネル同時温度測定の結果から、砂表面の熱放射に由来する温度変化を確認した。

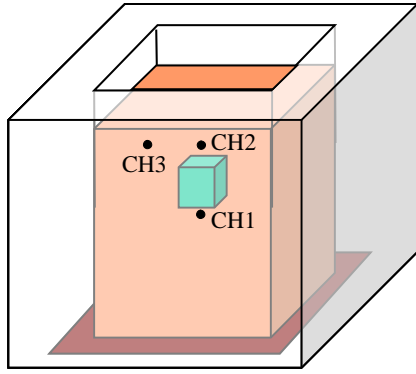


図4 温度センサ挿入点

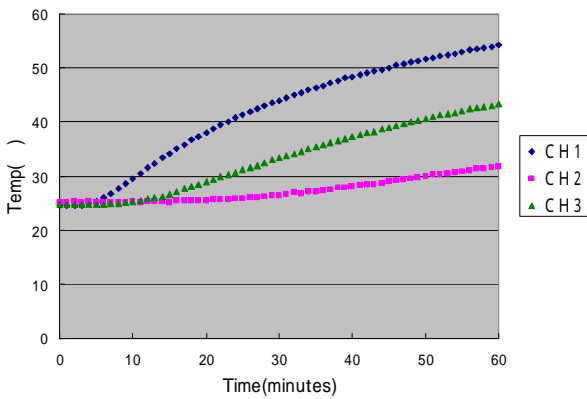


図5 温度変化 (発泡スチロール片)

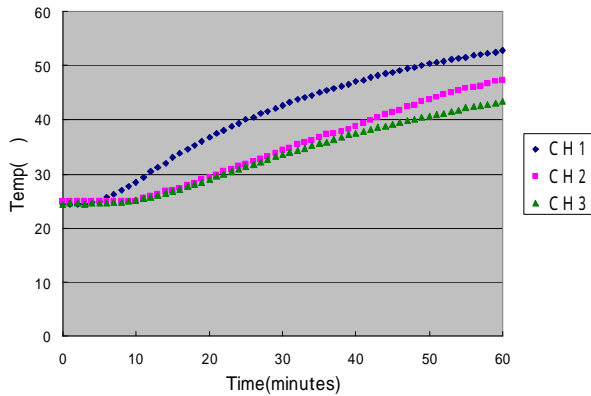


図6 温度変化 (銅片)

図5, 図6より同深度に設置したCH2, CH3において試験片の存在により温度推移に大きな差異が見られた。この結果から試験片と海砂の境界で熱流束の乱れが生じていることを端的に確認した。