

サーモカメラを用いたベントナイト混合土遮水工の施工管理に関する研究

宇都宮大学工学部建設学科 正会員 ○吉直 卓也
宇都宮大学大学院工学研究科 正会員 今泉 繁良
三井住友建設株式会社 正会員 土居 洋一

1. 研究目的

ベントナイト混合土遮水工は現場で混合・作製されるが、その際、均一に混合・施工されていれば本来の遮水性能を発揮することができる。しかし、攪拌や締め固めにムラがあると遮水機能を発揮できない部分も生じる。攪拌の均一性や締め固め度を検査する方法としてメチレンブルー吸着量試験や現場密度試験を行うが、測定箇所が限られるこれらの試験を行うだけでは広大な廃棄物処分場全体を評価するには不十分であると考える。

そこで、広範囲を面的に調査できる熱赤外線映像装置(以下サーモカメラと称する)を用いて、ベントナイト混合土の表面温度の変化を非接触で観測し、ベントナイト添加率や締め固め度の不十分な箇所を抽出する方法について研究する。この方法の着眼点はベントナイトが均一に混ざっている所とそうでないところ、あるいは空気を多量に含むところとそうでないところでは、同じ太陽エネルギーを受けても暖まり方が違うので、それを観測して不良箇所を発見するというものである。本研究はこのことを確認するための基礎的な実験であり含水比とベントナイト添加率を一定として、締め固め密度を変えた混合土の温度変化特性を明らかにする。

2. 実験概要

供試体の母材としてまさ土(岡山産)を使用し、添加するベントナイトとしてアメリカ・ワイオミング産のものを使用する。供試体の作成には内径10cm、高さ12.5cmのモールドと質量2.5kgのランマーを使用する。撮影に使用するサーモカメラは日本アビオニクス社製Neo Thermo TVS600であり、サーモカメラで撮影した映像を、内蔵記憶装置に保存してパソコンに取り込み、専用ソフトにより温度分布の解析を行う。供試体は、測定前日に作製し学校敷地内に50cm×50cm×20cm程度の穴を掘り、供試体設置後すき間をまさ土で埋め観測面とした。その後、ブルーシートを掛け測定開始時刻までそのまま放置したとして外気温の上昇に伴う供試体表面温度をサーモカメラで観測した。外気温の上昇に伴う供試体表面温度をサーモカメラで観測した。



図1 観測装置配置位置

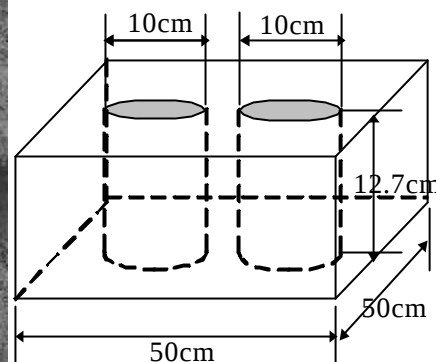


図2 供試体寸法

3. 実験結果及び考察

3.1 密度の差の大きい供試体による実験

はじめに、ベントナイト添加率・含水比は同じで1層あたりの締め固め回数を変えることにより密度が異なる供試体を2本作製した(表1)。

表1 供試体詳細

1層あたりの締め固め回数(N)	5回	25回
ベントナイト添加率(α)	14%	
含水比(w)	12.30%	
湿潤密度(ρ_t)	1.64g/cm ³	1.96g/cm ³
乾燥密度(ρ_d)	1.46g/cm ³	1.75g/cm ³

計測の時間は供試体に日光が当たり始める時刻から12時までとし、計測開始時刻1時間ほど前にあらかじめ掛けておいたブルーシートをはがして計測を行った。計測時間中の気温の変化を図3に示す。

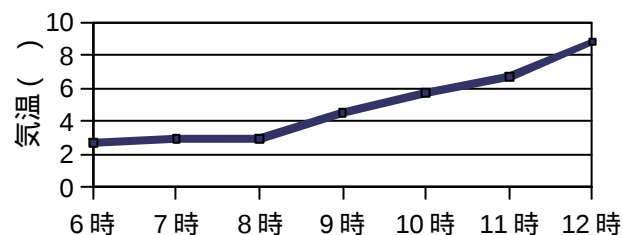


図3 計測中の気温の変化

高温時の画像として12時、低温時の画像として供試体に日光の当たり始める前の画像を使用した。差分画像

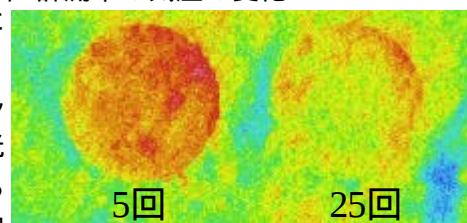


図4 差分画像

を作製した。その結果を図4に示す。差分画像から

キーワード ベントナイト混合土・サーモカメラ・廃棄物処分場

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel/Fax.028-689-6218 E-mail: yoshinao@cc.utsunomiya-u.ac.jp

作製したヒストグラムを図5に示す．図4より密度の低い1層当たりの締固め回数が5回の供試体の方が温度変化が大きいという結果が得られた．

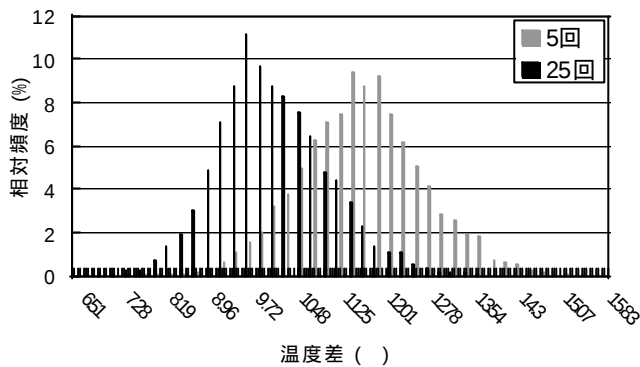


図5 差分後の供試体画像のヒストグラム

3.2 密度の差の近い供試体による実験

前述の実験では、締固め回数を5回と25回にすることにより、密度に大きな差をつけて観測を行ったが小さな密度の差でも温度変化に差が現れるのかを確認するために締固め回数を15回、20回、25回として同様の試験を行った．表2に供試体の詳細を示す．計測中の気温変化の様子を図6、差分画像とそのヒストグラムを、図7と図8に示す．図7と図8よりこの場合も密度の小さい供試体の方が大きいものに比べて温度変化が大きい事が分かる．

表2 供試体詳細

1層あたりの締固め回数(N)	15回	20回	25回
ベントナイト添加率(α)	14%		
含水比(w)	11.90%		
湿潤密度(ρ_t)	1.81g/cm ³	1.88g/cm ³	1.94g/cm ³
乾燥密度(ρ_d)	1.62g/cm ³	1.68g/cm ³	1.72g/cm ³
締固め度(%)	93.64%	97.11%	99.42%

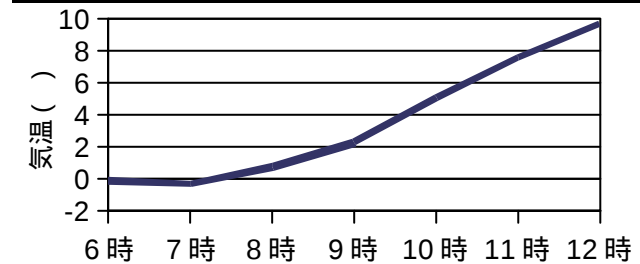


図6 計測中の気温の変化

3.3 考察

供試体の密度の違いによって供試体に温度差が生じる理由として、

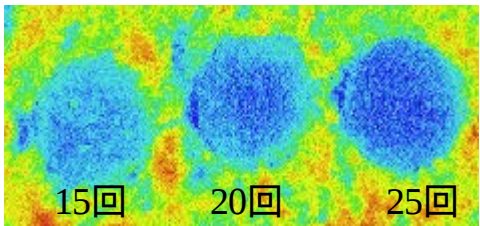


図7 差分画像

熱容量による考察を行う．

熱容量とは物体の温度を単位温度だけ上昇させるのに必要な熱量であり、単位体積あたりの熱容量は式(1)で計算される．

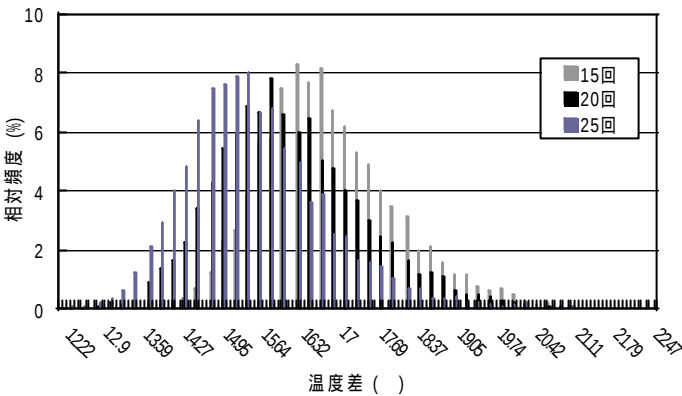


図8 差分後の供試体画像のヒストグラム

単位体積あたりの熱容量 = 比熱 × 密度 (1)

3.2で示した供試体に関して単位体積当たりの水・ベントナイト・まさ土の質量をもとめそれぞれに比熱を乗じて総和熱容量を求めた．その結果を表3、供

表3 単位体積あたりの熱容量

1層あたりの締固め回数(N)	15回	20回	25回
総和熱容量	0.180	0.184	0.193

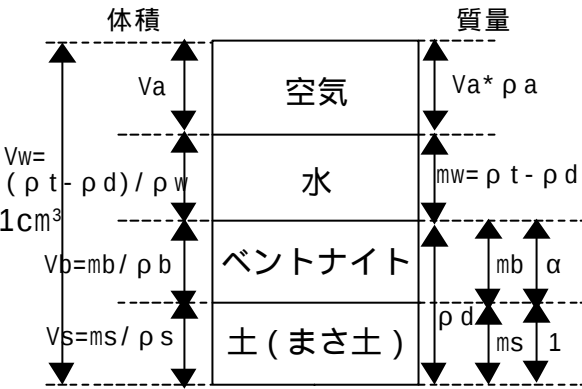


図9 供試体の模式図

試体を模式化した図を図9に示す．

供試体に与えている熱エネルギーはすべて同じなので単位体積あたりの総和熱容量の小さい供試体の方が温度変化が大きくなる．このことは、差分を行った画像・ヒストグラムの傾向とも一致している．

4. まとめ

- 密度が異なる供試体の温度上昇の違いは、密度差の大きい場合は顕著に表れるが、密度差の小さい場合でも温度上昇の違いが分かる．
- 混合土の単位体積あたりの熱容量の計算値の大小は差分を行った画像による温度の大小におけると定性的に関連しており、供試体に温度差が生じる原因として総和熱容量が関係していることが分かった．

参考文献

丸善(株)：理科年表、国立天文台編、平成16年度版