東海地方に分布する温泉余土の基礎的物理・力学特性の把握

宇都宮大学 正会員 ○海野寿康,吉直卓也 NEXCO 東日本(元宇都宮大学)正会員 戸部那奈美 小野建設株式会社 正会員 小野大和

1. はじめに

鳴子温泉や箱根温泉,別府温泉を中心とした温泉余土 の存在する地域では,温泉地すべりの大規模な崩壊事例 が幾つか存在しトンネル事故も発生している.これらの 発生は,温泉作用や硫化作用等,後火山作用といわれる 地質現象により岩石が特殊な変質を受けて分解変質して できた粘土鉱物(温泉余土)が原因とされている¹⁾.

東海地震など今後予想される各地の大規模地震の被害 予想地域には、温泉余土分布地が含まれており、ゲリラ 豪雨の頻発も含め、土砂災害対策のため温泉余土の物理 特性や力学特性の把握が必要である.しかし、これらの温 泉余土に関しては、地域特有の土質(ローカル土)である ためにデータが散在しており、地域によっては基本的な 力学挙動を調べた研究事例がほとんど無く、不明な点が 多いケースもみられる²⁾.このような地区では、温泉余土 の工学的性質や力学特性を系統立てて把握し、土質力学 に基づく工学的評価結果が望まれる.以上の背景より、 本研究では箱根地区の温泉余土の基礎的な土質特性の把 握を行った.

2. 温泉余土の性質

用いた試料は,東海地方に分布する温泉余土として静岡県駿東郡内の国有林内で摂取された土である.

写真-1に土の基となった母岩ならびに温泉作用により 劣化した母岩を示す.この地域は、火山岩類非アルカリ苦 鉄質の岩石が分布する³⁾地域であり、この岩が温泉水に より劣化したものである.母岩である苦鉄質岩の特徴と して有色鉱物(苦鉄質鉱物)の含有量が高く、火成岩であ るため岩として存在する際、その強度は高いとされる⁴⁾.

一方,劣化すると白色になり手で触れる程度で崩れ粉 末状になる.**写真-2** は実験で使用した**写真-1b**)を粉末 にしたものの概要写真と電子顕微鏡写真である.本来,風 化作用によってこれらの土は,劣化岩から風化作用を経 て粉末化するが,本研究では**写真-1**b)の白色劣化岩に強 制的に外乱を与え,粉末化させて得られた土を使用した.

写真-2 b)の SEM から分かるように本試料の土粒子に は多くの空隙が存在している. 表-1 は,試験より与えられた温泉余土の土質特性であ り,図-1 は,粒径加積曲線である.土粒子の密度は 2.82(g/cm³)である.本研究で用いた試料の工学的分類は, 細粒分質砂(SF)と分類され,粗粒分が 56.4(%),礫分が 0.0(%),砂分が 56.4(%),細粒分が 43.6(%)であった.ただ し,外力作用時の粒子破砕程度によっては,この細粒分 含有率の値は変化し,細粒分の値が増える可能性はある.



a)母岩片

≒片 b)劣化した母岩 写真−1 劣化前後の苦鉄質岩





a)土粒子全体

100.0

80.0

b)SEM による土粒子表面

写真-2 温泉余土

表-1 実験により得られた土質特性





キーワード 温泉余土,特殊土,一次的性質,力学特性 連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL. 028-689-6218 性指数 I_p は, それぞれ w_L =27.2(%), w_p =11.9(%), I_p =15.3 であり, 低塑性である.

3. 温泉余土の締固め特性

突固めによる土の締固め試験を JIS A 1210 に準拠して おこなった.本研究では、粒子破砕が生じやすい土試料の ため非繰返し法でおこなうとともに加水する水も蒸留水 を用いておこなっている. 締固め曲線を図-2 に示す.最大 乾燥密度 ρ_{dmax} は 2.03(g/cm³)であり、最適含水比 w_{opt} は 11.0(%)であった.



4. 静的圧縮強度特性について

温泉余土の基本的な圧縮強度特性を把握するために三 軸圧縮試験(静的載荷)をおこなった. 圧密非排水(CUbar) 試験はJGS 0523-2000, 圧密排水(CD)試験はJGS 0524-2000 に準拠しておこない, ひずみ速度 0.125(mm/min)でひずみ 12.0%までせん断した. 供試体は締固め曲線の値を参考に, ρ_{dmax}の 70~75(%)程度の稠密状態を目安に自然落下させ作 製した供試体を使用した(中密).

図-3は、圧密非排水試験の有効応力経路、図-4は、圧 密排水試験の有効応力経路である. 圧密非排水試験にお ける有効応力経路の挙動を見ると、過剰間隙水圧の発生 によりせん断にともなって有効応力は低下し破壊線にぶ つかった段階で試験が修了するような経路を辿っており、 粘性土のような経路をとる. 若干だが正のダイレイタン シーの挙動を生じるようにもみえるが、一般的な砂質土 とは異なる. 試験から得た粘着力と内部摩擦角は、それ ぞれ表-2 に示す値となった. 圧密非排水せん断強度なら びに圧密排水せん断強度における粘着力 (c', cd) はほと んど無く、内部摩擦角 (φ', φd) も非常に小さい値を示 す結果となった.

5. 結論

本報告より得られた知見は以下の通りである.

本研究に用いた温泉余土の密度は 2.82(g/cm³)であり、土の工学的分類は、細粒分質砂(SF)で、細粒分

が 43.6(%)であった.

- 一方,最大乾燥密度は 2.03(g/cm³),最適含水比は 11.0(%)であり,締固め曲線は砂質土のような形状 をとる.

本研究の土試料採取にあたり静岡森林管理署に御協力頂 いた.また,本研究は,公益財団法人前田記念工学振興財 団より研究補助を受けて実施しました.ここに記して御 礼申し上げます.



図-3 温泉余土(CUbar 試験)の有効応力経路



図-4 温泉余土(CD 試験)の有効応力経路

表-2 粘着カと内部摩擦角

	CUbar	CD
$c (kN/m^2)$	0.93	3.02
φ(°)	8.84	7.21

参考文献 1) 宮下義幸・永瀬英生・廣岡明彦・田上裕・持永修史:
そうら層および温泉余土の動的変形・強度特性,土木学会西部支部研究発表会,pp.410-411,1998.2) 落合英俊・松下博通・江頭和彦・一瀬久光:温泉余土と基礎工,土と基礎,Vol..36,No.3,pp.61-66,1988.
3) 産業技術総合研究所地質調査総合センター (編)(2015)20万分の1日本シームレス地質図2015年5月29日版.産業技術総合研究所地質調査総合センター: https://gbank.gsi.jp/seamless/index.html?lang=ja&p=download
(2015年12月16日閲覧) 4) 地学団体研究会:新版 地学事典,p346,苦鉄質岩.5) 社団法人 地盤工学会:土質試験の方法と解説 - 第一回改訂版,p.76,2010.