



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Experimental study on the effect of suffusion on mechanical properties of densely compacted pumice sand in Satozuka District, Sapporo, Japan [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Sarmah, Rupali
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15848号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92146
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Rupali_Sarmah_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 Rupali Sarmah

審査担当者 主査教授 渡部 要一
副査教授 石川 達也
副査教授 川崎 了

学位論文題名

Experimental study on the effect of suffusion on mechanical properties of densely compacted pumice sand in Satozuka District, Sapporo, Japan

(札幌市里塚地区火山灰質砂の密な締固め状態における内部侵食が力学特性に及ぼす影響に関する実験的研究)

札幌市清田区里塚地区は、約4万年前に支笏湖のカルデラが形成された噴火による火砕流堆積物の台地のほぼ末端に位置する。その土質は火山灰質砂であり、非塑性細粒分が40%以上と高い割合で含まれることが特徴である。1970年代の急激な人口増加に対応するため、火砕流堆積物でできた台地の尾根筋を切土し、谷地形に沿って埋土することにより住宅地が開発された。2018年に北海道胆振東部地震が発生した際には、谷埋め盛土の地域が3m近く沈下し、その主要原因として、造成時の締固めが不十分であったこと、排水機能が劣化して地下水位が上昇していたこと、盛土末端の急斜面部から液状化した土砂が噴出したことなどが指摘された。一方、大雨で地下水位が上昇した際に盛土からの排水が濁るなど、細粒分の一部が内部侵食によって流出する。内部侵食の一形態であるサフュージョンは、土粒子が形成する土骨格の中を細粒分が移動するプロセスで、この現象は骨格を残しながら細粒分が流出するため、土の微細構造を変化させ、土の力学挙動に影響を与える。しかしながら、本研究で対象としているような、細粒分を多く含む粒径分布の良い火山灰質砂の力学特性に及ぼすサフュージョンの影響は未解明な点が多く残されていた。

札幌市は北海道地方の中心都市として現在でも成長を続けており、今後も土地造成の需要は続くと考えられる。現在の施工管理では、従来のような締固め不十分な土地造成は許されず、一般には90%以上、理想的には95%以上の高い締固め度が要求される。このような高い締固め度を達成しても、初期には浸透によって濁り水が流出することから想像できるように、サフュージョンが発生する。このため、密に締め固められた細粒分を多く含む火山灰質砂に対して、サフュージョンが力学挙動に及ぼす影響を調べておくことは、盛土の品質を評価する上で重要である。

上述を背景として、本研究の目的は、細粒分含有率の高い火山灰質砂について、今後の盛土造成を想定した高い締固め度でありながらも含水状態の違いに起因する微細構造の違いに着目して、透水特性やサフュージョン特性を調べるとともに、サフュージョンがせん断強さやダイレイタンスーといった力学特性に及ぼす影響について評価することである。各締固め条件において、サフュージョンの有無を設定して圧密非排水三軸せん断試験を実施し、サフュージョンが透水特性やせん断特性に及ぼす影響を詳細に調べた。その結果、供試体作製時の締固め度が低い場合には、サフュージョンが発生しやすくなる傾向が見られた。また、同じ締固め度になるように作製された供試体であっても、締固め時の飽和度(または含水比)が低いとマクロポロシティと呼ばれる間隙ネットワークが

形成されるため、サフュージョンにより細粒分が流出して流路が拡大し、透水係数が増大した。サフュージョンを受けた供試体は、最大主応力差と残留せん断強さの増加を示し、せん断時の圧縮(負のダイレイタンス)から膨張(正のダイレイタンス)への相遷移の発生が早まる傾向が見られた。この傾向は、サフュージョンは火山灰質砂で造成された盛土の劣化に悪影響を及ぼさないことを意味し、締固め度が80%から100%の間で一貫して同様の傾向が見られた。

本論文は全7章で構成されている。第1章では、本研究の背景や目的を述べている。第2章では、サフュージョンが土の物理特性や力学特性に及ぼす影響に関する既往研究についての文献レビューを取りまとめている。第3章では、研究対象とした土質材料の物理特性についてまとめている。第4章では、実験装置と設定した実験条件・実験手順について詳述している。第5章では、締固め条件の異なるケースの実験において特徴的に見られたサフュージョン特性について調べている。第6章では、各締固め条件においてサフュージョン過程の有無を条件設定し、圧密非排水三軸せん断試験から得られたせん断特性を考察している。特に、非排水せん断強さ、応力経路、ダイレイタンス特性について、土の微細構造の違いやサフュージョンによるその変化に着目して分析・解釈している。第7章では、本研究から得られた結論をまとめている。

これを要するに、著者は、これまで工学的検討が充分なされていなかった細粒分を多く含む火山灰質砂の締固め条件とサフュージョンと称される内部侵食との関係、サフュージョンの有無がせん断特性に与える影響について緻密で緻密な試験条件の管理を要する一連の実験を通じて貴重な知見を得たものであり、同土質材料や類似の土質材料を用いた今後の土地造成において、盛土の性能を考慮した品質管理や維持管理等を通じて、地盤工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。