

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	Saqib Ashraf
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第2233号
学位授与年月日	2022年9月16日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目	Experimental investigation of the impacts of expansive soils on the long-term stability of mountainous tunnels
論文審査委員	主査 横浜国立大学 准教授 崔 瑛 横浜国立大学 教授 前川 宏一 横浜国立大学 教授 早野 公敏 横浜国立大学 教授 菊本 統 横浜国立大学 准教授 藤山 知加子

## 論文及び審査結果の要旨

審査対象論文では、膨潤性地山に掘削したトンネルにおいて、供用中に時間遅れで発生する変状のメカニズムについて検討したものである。

第1章では、膨潤性地山に建設したトンネルにおける問題点、および供用中に発生したトンネルの変状事例をまとめている。また、論文の構成と目的を示している。

第2章では、膨潤性地山の膨潤特性と強度特性、および膨潤性地山に起因するトンネルの変状に関する既往の研究をまとめ、本研究で膨潤に伴う強度変化を忠実に反映した模型実験を実施する理由について示している。

第3章では、模型実験に使用する膨潤性地山試料を選定するため、複数の膨潤性地山試料を混合し、その膨潤率や膨潤圧といった膨潤特性を比べている。また、水の浸潤に伴う各膨潤性地山試料の強度特性を調べ、膨潤性地山は飽和化に伴って膨潤圧を発現するだけでなく、強度の低下も生じることを示している。さらに、模型実験に使用する非膨潤性周辺地盤材料の強度特性を調べている。

第4章では、模型実験の概要と検討項目、結果の整理方法、および結果の分析で用いる画像解析手法の精度について説明している。

第5章では、トンネルの下部に膨潤性地層が存在する場合、水の浸潤に伴うトンネルと周辺地山の力学挙動について検討している。実験結果より、トンネル下部に膨潤性地山が存在する場合、トンネルは **acceleration zone**, **creep zone**, **renaissance zone**, **steady zone** の過程を経ることが観察できた。トンネルに作用する荷重がいったん安定した後、荷重が増加する傾向が見られ、これは建設してから長期間経過後に変状が発生する一因であるとの知見を得ている。

第6章では、トンネルの天端上部、肩部、脚部、下部などトンネルと膨潤性地山の相対位置がトンネルの長期安定性に及ぼす影響について検討している。

第7章では、膨潤性地山がトンネルの下部に位置する場合、下部地盤の剛性がトンネルの長期安定性に及ぼす影響について検討し、下部地山が剛であるほどトンネルに作用する膨潤圧が大きくなるなどの結論を得ている。

第8章では、膨潤性地山がトンネルのインバートから離れた下部地盤に位置する場合、トンネルの長期安定性に及ぼす影響について検討した。その結果、トンネルに作用する荷重の増加量は膨潤性地山試料の膨潤圧より大きくなる可能性があるとの知見を得ている。また、荷重の増加量を上昇床の理論を適用することで推測できることを示している。

第9章では本研究で得られた知見と今後の展望がまとめられている。

提出された博士論文は論文としての体裁が整っており、その内容は地盤工学・トンネル工学における有用な知見を含んでいる。また、iThenticateにより既往文献と照合した結果、本論文の記述について著作権侵害がなく、剽窃、盗用の不正行為はないことを確認した。

以上より、本研究内容は博士（工学）論文として十分に価値があるものと認められ、審査委員全員一致して合格と判定した。

（試験の結果の要旨）

令和4年8月2日10時30分よりハイブリッド形式により審査委員が全員参加のもと、約1時間にわたり学位論文公聴会を開催した。引き続き同日11時30分から対面形式にて審査委員会を開催した。研究内容の新規性、独創性、工学上の有用性および論文全体の完成度について審査した結果、本論文が博士学位論文として十分な内容を有しており合格と判定された。なお修了に必要な単位は取得済みであること、提出された論文の記述について剽窃、盗用が行われていないことが確認された。また本論文の内容と質疑応答の結果および研究業績から、地盤工学、トンネル工学分野において博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定された。

さらに国際学会での口頭発表の実績に加えて、質疑応答時の英語による説明から十分な外国語（英語）能力があることが判定され、学位取得に必要な対外発表論文があることも確認された。

- 1) 1) Saqib Ashraf, Zhenqing Liu, and Ying Cui: Model tests for evaluating the impacts of expansive soils on the long-term stability of tunnels, TAC 2020-One Toronto Conference Canada, October 19-21, 2021. (査読有り)
- 2) 2) Saqib Ashraf and Ying Cui: Time-dependent strength and expansion evaluation of expansive soils, 2021 Fall Meeting, AGU, T15A-0157, 6-17 Dec, New Orleans, United States of America. (査読なし)
- 3) 3) Saqib Ashraf and Ying Cui: Impacts of surrounding ground stiffness comprising expansive soils on long-term stability of tunnels, World tunnelling congress 2022, 2-8 September, Copenhagen, Denmark, 2022. (Paper accepted) (査読有り)

以上により、博士（工学）の学位を得るにふさわしい学識を有するものと認められ、審査委員会として最終試験は合格であると判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。