

審査の結果の要旨

氏名 宮下 千花

本論文は「固結した地盤材料の変形強度特性の拘束圧・載荷速度依存性」と題した論文である。

近年では、大断面のトンネル掘削工事や、非開削切り開き工法を用いた特殊なトンネル建設工事が実施されるようになってきた。これらの工事を固結した地盤で実施する際には、掘削直後は問題がなくても、その後のクリープ変形やクリープ破壊が懸念される場合がある。このようなクリープ挙動を詳細に検討するうえでは、掘削対象となる地盤材料の変形強度特性の載荷速度依存性を適切に評価して考慮する必要がある。また、これらの工事が大深度で行われる場合には、変形強度特性の拘束圧依存性にも配慮する必要がある。

さらに、近年では建設発生土の有効利用も盛んに行われている。その一環として、埋戻し土や盛土材料として活用する際に、セメント等の固化剤を添加して人工的に固結させる例が増えている。また、構造物を安定的に支えられるように、その支持地盤を原位置で固化改良する例も増えている。これらの固化処理を行った場合にも、その後の荷重条件によっては、処理後の地盤材料の変形強度特性の載荷速度依存性と拘束圧依存性を考慮する必要性が生じるものと考えられる。

以上の背景のもとで、本研究では、堆積後に自然固結した軟岩や、セメント等で人工固化処理した数種類の地盤材料を対象に、これらの変形強度特性の載荷速度依存性と拘束圧依存性を明らかにすることを目的として、高精度な室内土質試験を系統的に実施している。

第一章では、研究の背景と既往の関連研究をとりまとめ、これらを踏まえて研究目的を設定し、さらに論文の構成を説明している。

第二章では、検討対象とした数種類の固結地盤材料の物理的な特性を記述している。また、試料の採取・作成方法と、室内土質試験に用いた三軸試験装置の概要および試験手順を示している。

第三章では、三軸試験中の供試体の局所的な変形挙動を評価するために用いた画像解析手法と、得られた解析結果を補正する方法、および解析精度の検証結果について述べている。

第四章では、強度が比較的低い固化処理土を対象とした三軸圧縮試験・画像解析結果と、電子顕微鏡による土粒子の微視的な構造の観察結果を記述している。

第五章では、強度が比較的高く、それぞれ砂質土と粘性土を母材とする2種類の固化処理土を検討対象として、三軸圧縮試験結果・画像解析結果と微視的構造の観察結果を記述している。

第六章では、堆積軟岩を対象に実施した三軸圧縮試験結果・画像解析結果と微視的構造の観察結果を記述している。

第七章では、第四章から第六章に記述した各試料の試験結果をとりまとめ、これらの変形強度特性の載荷速度依存性と拘束圧依存性を統一的に解釈している。載荷速度依存性に関しては、固結構造が損傷する前はいずれも Isotach 粘性を示すが、損傷後は母材に依存した異なる粘性を示すことを明らかにしている。また、このような固結構造の損傷は、等方圧密時の有効応力が一軸圧縮強度を大きく超えて顕著に体積収縮した場合、および三軸圧縮載荷時のピーク強度発揮後にせん断層が形成されて変形の局所化が顕著となった場合に生じることを見出している。拘束圧依存性に関しては、試験中の最大有効主応力が一軸圧縮強度を超えると変形強度特性が明確に変化することを示したうえで、試験時の拘束圧と一軸圧縮強度の大小関係に応じて、大まかには2通りの挙動が観察され、さらにその中間的な挙動を示す場合もあることを明らかにしている。

第八章では、以上の検討で得られた研究成果を結論として記述したうえで、今後の課題を整理している。

以上をまとめると、本研究では、多様な母材特性と広範囲な強度を有する固結した地盤材料の変形強度特性の載荷速度依存性と拘束圧依存性を実験的に明らかにして、その統一的な解釈に成功している。これらの成果により、地盤工学の分野において重要な貢献を果たしている。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。