

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 カリウキ キャサリン ワンデル

本論文は、**Pre-failure Multiple Yield Characteristics of Lightly Cemented Geo-materials**（弱固結土の多段階降伏特性）と題した英文論文である。

微小ひずみ領域から破壊に至る土の力学挙動を、3 段階の降伏を規定して詳細に記述する構成モデルが従来から提案されている。しかし実際の降伏曲面やひずみポテンシャルの形状は、砂や粘土について検討した例はわずかにあるものの、実測が困難なことから詳細は不明なままであった。本論文では、比較的弱い固結を有する土を主に用いて、三軸試験装置で一連のストレスパステストを実施し、多段階降伏特性とそれに対して固結の及ぼす影響を調べた。

第 1 章では、研究の背景と目的を述べ、論文の構成を説明すると共に、土の固結、および降伏特性に関する既往の研究や事例について整理して示している。

第 2 章では、実験に用いた地盤材料、試験装置および試験方法を解説している。試験材料には 5 種類の土を用いた。均等な細砂の豊浦砂、50%近い細粒分を含むミホ砂、ミホ砂に重量比 3%のセメントを混合したセメント改良ミホ砂、それを 6 か月間酸性水に浸して固結に損傷を起こした劣化供試体、さらに横浜の建設現場から採取した軟岩、と異なる固結状態の材料を使用した。ミホ砂は細粒分が多く盛土材料として適正とはいえないので、セメントや石灰等を混合し改良して用いられる。盛土建設で今後考えられる状況を想定して弱固結土としてミホ砂改良土を用いた。材料の強度や剛性に応じて低圧および中圧三軸装置を使用し、 p' （平均有効応力）- q （軸差応力）平面上で、等方圧密状態から一定応力比を保つような応力経路を与えるストレスパス試験を実施した。

第 3 章では、圧密・およびせん断過程において測定した微小ひずみ剛性について、その手法の理論的背景や既往の研究について示している。本研究ではベンダーエレメントを用いてせん断波速度を測定すると共に微小繰り返し試験を実施し材料の剛性を測定した。

第 4 章では、微小ひずみ剛性の測定結果について報告している。材料の微小剛性は拘束圧に依存するが、固結度が大きくなるほど依存の度合いが小さくなること、等方圧密またはせん断が固結に損傷を及ぼす状況が微小ひずみ剛性の拘

束圧依存性の変化から観察されること、せん断波速度測定（動的試験）と微小ひずみ繰返し载荷試験（静的試験）から得られた剛性は概ね整合するが、ミホ砂は動的試験から得られた剛性の方が低めという従来と異なる結果となり、材料の異方性が原因のひとつと推定されることなどを示した。

第5章では、一連のストレスパステストから同定した各材料の多段階降伏について論じている。特に、固結（セメンテーション）が降伏曲面に対して及ぼす影響について、第1降伏（微小ひずみの線形弾性領域の終点）、第2降伏（ひずみ増分方向の変化点）にはあまり影響を及ぼさないが、第3降伏（応力ひずみ曲線の最急点、ひずみ増分の **95%**が塑性ひずみとなる点）を遅らせる効果があり、第3降伏曲面が増大（硬化）する結果となることを示した。また、セメント改良ミホ砂およびその劣化供試体からは、固結により拡大した第3降伏曲面はセメンテーションの劣化により縮小することがわかった。

第6章では、塑性ひずみ増分の方角を検証し、推定した降伏曲面と必ずしも直交していないことから、関連流れ則が成立しているわけではないことを確認した。

第7章では、本研究で得られた成果を結論としてまとめ、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、固結度（セメンテーション）の異なる土供試体のストレスパステスト及び微小ひずみ剛性測定を実施し、土の多段階降伏と固結度の影響を明らかにした。特に弱固結土について、固結の損傷や劣化に伴う変形・降伏特性を調べ有用性な知見を得た。これらは地盤工学の進歩への重要な貢献である。

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。