審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名　　楊 陽

本論文は、Evaluation of mechanical properties of sand subjected to piping effect（内部侵食により連続空隙を有する砂質土供試体の力学特性）と題した英文論文である。

盛土などの土構造物に大きな動水勾配が作用した場合、内部に水みちが生成し、部分的に土砂が流出して連続した空隙に成長することがある。河川堤防やダム、大規模掘削など土構造物の内外で大きな水位差が発生するような場合、このパイピング現象を防止するために十分配慮して設計する必要がある。一方自然斜面でも繰り返し降雨に晒された結果、内部侵食作用により連続空隙が出来ることがあり、応用地質学の分野ではソイルパイプとして知られている。ソイルパイプは、常時においては土構造からの排水を促進する機能を担い構造安定に寄与すると思われるが、排水が追い付かないほどの豪雨時においては空隙を有することから構造上の弱点となることが懸念される。最近では 2013 年 10 月に伊豆大島で発生した土石流災害跡にソイルパイプの痕跡が残され、関心が高まっている。本論文は、ソイルパイプを模擬した連続空隙を室内試験で砂供試体内に作成し、三軸試験および中空ねじり試験にて、連続空隙の力学特性への影響を調べたものである。特に、パイプの有無や、パイプに対する主応力の方向の、剛性や強度への影響を詳細に調べている。

第１章では、研究の背景と目的を述べ、論文の構成を説明している。

第２章では、内部侵食および土の異方性に関する既往の研究を整理して示している。

第３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。試験材料には均等な細砂と細物粒分混じり砂を用い、高精度の三軸試験装置、および中空ねじり試験装置を使用した。供試体内に棒状のグルコース塊を設置し、水を通水してグルコース塊を溶解させてパイプ状の連続空隙を導入した。均質な細砂と細粒分混じり砂では、空隙の生成の様子が異なることを示している。

第４章では、三軸試験および中空ねじり試験における応力やひずみの算定方

法など、データ整理・分析の背景となる理論をまとめて示した。

第５章では、三軸試験の結果を報告している。グルコースを溶解させて供試体内にパイプ状の空隙を作成する際の体積変化、連続空隙がヤング率やポアソン比などの変形特性や強度特性へ与える影響などを分析した。

第６章では、中空ねじり試験の結果を報告している。ここでは、連続空隙と主応力方向との相対角度（β）を種々に変え、微小ひずみ剛性の変化を論じている。なお、砂供試体には堆積面と主応力方向の相対角度（α）に依存する異方性が存在することが知られているので、連続空隙を導入しない供試体について主応力方向の回転に伴う剛性の異方性をあらかじめ調べて比較する必要がある。さらに、主応力方向一定載荷でせん断を施す試験も実施し、強度特性に対するα、βの影響を調べた。

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、パイプ状の連続空隙を供試体内に導入し、主応力と堆積面の相対角度（α）、および主応力と連続空隙の相対角度（β）をパラメータにとって力学特性への影響を調べ、α、βともに砂供試体の微小ひずみ剛性や力学特性に大きく影響することを示した。このこと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。