

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 サイエド ウマイル アリ ナクイ

本論文は、**Experimental and Numerical Analyses of Soil Arching and Stability Mechanism under Trapdoor and Underground Cavity Conditions** (地盤内の空洞生成や落とし戸模型実験におけるアーチ効果に関する実験及び解析的検討) と題した英文論文である。

粒状体である土は内部に局所的な欠損や弱部が生じて、その周囲にアーチ効果が働き上部の土を支えうる。このアーチアクションについては落とし戸試験や空洞形成実験等で観察することができる。本論文は、模型実験および DEM シミュレーションにて土中のアーチ効果を検討したものである。

第一章では、研究の背景と目的を述べ、論文の構成を説明している。

第二章では、落とし戸試験、地盤内空洞、および DEM 解析等について、既往の文献を調査し整理して示している。

第三章では、落とし戸試験とそれをシミュレーションする DEM 解析について、試験装置、試験方法や解析条件の設定について説明している。

第四章では、落とし戸試験と DEM 解析において観察された土のアーチ効果および土中応力の再配分について分析した。落とし戸試験における底板の降下による鉛直応力の変化を定量的に示すと共に、アーチ効果が作用する場合に、土中をアーチ形状に沿って力が伝達した結果アーチの両足元部分にはたがい逆方向のせん断力が働いていること、土被り条件によって、アーチ形成が不完全な場合はせん断力の方向が逆転することがわかった。床の降下に伴う応力集中に対する土の密度、粒径、および粒子形状の影響も検討した。

第五章では、落とし戸試験の DEM シミュレーションで観察されるアーチ効果を、2つの球形粒子を連結した粒で構成されているモデルを用いて、個々の粒の変位や回転速度等に注目し微視的スケールで検討した。

第六章では、落とし戸試験のサイズやパターンによる影響を実験と解析の両面から検討すると共に、パターンごとの応力集中の程度に関して経験則の構築を試みた。

第七章では、前章まででえられた土のアーチ効果に関する知見を地中空洞周

りの土の安定性のメカニズムの理解に応用した。模型実験および DEM シミュレーションを乾燥砂を想定して実施したところ、空洞はアーチ効果だけでは形成せず粒子間のサクションも重要であることがわかった。粒子の接点に粒径に対応したみかけの粘着力が作用するモデルを構築し、DEM 解析に導入した。

第八章では、空洞形成模型実験および空洞上載荷試験に関する試験装置、条件、方法及び DEM 解析の設定条件を示した。

第九章では、空洞形成模型実験、空洞上載荷試験、およびそれらを再現した DEM 解析の結果を示した。モデル地盤には単粒球形のガラスビーズまたはいくつかを固着したガラスビーズを用い、空洞形成またはその安定性に関して、粒径、粒子形状、密度、飽和度、空洞サイズの影響等を検討した。また、空洞周辺に発達するアーチ効果によるフォースチェーン（応力伝達経路）と空洞の安定性の関係について示した。

第十章では、空洞形成と載荷に関する実験と解析の結果を示し、空洞の安定に関する載荷範囲や載荷速度の影響を考察した。

第十一章では、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、土のアーチ効果について、模型実験と DEM 解析の両ツールを用いて分析し、落とし戸現象および空洞安定問題の解釈に新しい展開をもたらした。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。