

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 並河 努

深層混合処理工法などの地盤改良としてセメント改良土を用いる場合、その施工方法や使用材料が工夫されるに従って、近年では従来よりも高強度でばらつきの少ない地盤改良の実施が可能になってきた。そのため、全面改良ではなく壁状改良、格子状改良など各種の改良形式が利用されるようになり、コスト縮減にも役立っている。また、セメント改良土は盛土やダムなどの土構造物の建設材料としても用いられているが、近年ではその高度な利用技術の開発も進められており、例えば、セメント改良礫を補強土擁壁の裏込め材料として用いた耐震橋台が実用化されている。

これらのようにセメント改良土の利用形態が多様化する一方で、その設計に際しては性能設計が導入されつつあり、従来のような極限釣り合い状態を仮定した安定計算や許容応力度の照査だけでは対応できない場合が生じてきている。例えば、重要構造物の設計においては、極めて稀に生じるような巨大地震動に対してある程度の変位・変形を許容するような評価手法が導入されつつある。セメント改良土による構造物支持地盤や土構造物も例外ではないが、このような終局状態の適切な評価法と設計への導入に関する研究例は限定されている。

以上のような背景のもとで、本研究では、セメント改良した砂質土を対象として、せん断破壊および引張破壊の発生条件とこれらの破壊が生じてからの変形挙動に着目した検討を実施している。

第一章は序論であり、既往の関連研究をレビューするとともに研究の背景と目的を説明し、最後に論文の構成を記述している。

第二章では、引張破壊挙動を調べるために実施した曲げ試験および割裂試験について記述している。これら2種類の試験で得られる引張強度の大きさが異なることと、切り欠きを入れた供試体の曲げ試験の結果から引張破壊後もひずみ軟化挙動を示すことを明らかにしている。

第三章では、せん断破壊挙動を調べるために実施した平面ひずみ圧縮試験について記述している。平面ひずみ条件下でのせん断強度は三軸圧縮条件下よりも高いこと、および、せん断破壊後のひずみ軟化過程で吸収される破壊エネルギーが引張破壊後の破壊エネルギーよりも大きいことを明らかにしている。

第四章では、セメント改良砂の弾塑性モデルの構築について記述している。引張とせん断の2つの破壊基準を設け、それぞれのひずみ軟化挙動を第二章と第三章の試験結果に基づいて設定し、ひずみの局所化に起因するメッシュサイズ依存性も低減したモデルを提案することに成功している。

第五章では、提案した弾塑性モデルを用いて実施した検証解析について記述している。計4種類の室内土質試験を対象とした有限要素解析を実施することにより、引張とせん断のそれぞれのモードにおいて、破壊後のひずみ硬化挙動までを含めたモデル化が適切に行われていることを確認している。

第六章では、一軸引張試験、割裂試験、曲げ試験で得られる引張強度の違いについて実施した詳細な解析的検討について記述している。一軸引張試験で得られる引張強度は材料としての引張強度と概ね一致するが、割裂試験では引張強度が過少評価され、逆に曲げ試験では引張強度が過大評価される理由を明らかにしている。

第七章では、セメント改良砂の曲げ破壊に関する遠心模型実験を対象とした解析について記述している。提案モデルを用いることにより、境界値問題においても妥当な解析結果が得られることを確認する一方で、改良砂を弾性体でモデル化する従来手法に基づく解析では、過度に安全側の評価となることを明らかにしている。

第八章では、地盤内で格子状のセメント改良を行う液状化対策工法の効果に関して、提案モデルと従来手法を用いた解析結果を比較している。改良体を弾性体としてモデル化する従来手法では大地震時において設計が成立しなくなる場合でも、提案モデルを用いることにより、液状化抑制効果を保持したまま大地震時における改良体の部分破壊を許容するような設計が可能となることを明らかにしている。

第九章では、結論と今後の課題を記述している。

以上を要約すると、本研究は、セメント改良砂を対象として系統的に実施した各種の室内土質試験結果に基づいて、引張・せん断破壊後のひずみ軟化挙動を考慮できる弾塑性モデルを構築し、その妥当性を検証している。さらに、大地震時の液状化対策工法の設計においてこのモデルを適用することにより、大幅な合理化が可能となることを明らかにしたものであり、地盤工学の発展に貢献するところが大きい。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。