

密度とせん断波速度が豊浦砂の液状化強度特性に及ぼす影響

その他のタイトル	Effects of density and shear wave velocity on liquefaction characteristics of Toyoura sand
著者	呉 杰祐
学位授与年月日	2017-03-23
URL	http://doi.org/10.15083/00075666

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 吳 杰祐

社会基盤施設や一般構造物の耐震設計において、地震時の地盤の液状化の検討は重要である。また、想定地震に対する液状化ハザードマップの構築は、液状化が発生する可能性の高い地域のまちづくりや震災対応の改善に大きく寄与すると考えられ、これらの取り組みは2011年東北地方太平洋沖地震以降、特に活発に進められている。このような液状化の検討に際し、日本国内において一般的に用いられている液状化簡易判定は、主にボーリング調査時に実施される標準貫入試験結果（N値）や当該地盤の粒度特性を利用して行われてきた。しかし、近年の地震による液状化の発生状況を振り返ると、同等のN値、粒度特性であっても、液状化の程度に大きな差が生じていることが報告されている。

一方、液状化強度特性とせん断波速度との間に良い相関があることは、多くの既往研究により報告されている。しかし、これまでの研究では、供試体密度とせん断波速度、および液状化強度特性の関係を系統的にまとめた例は少ない。

本研究では、豊浦砂を対象として、せん断波速度（微小変形特性）に代表される地盤の微視的構造と液状化強度との関係を整理するため、供試体密度を一定となるように調整したうえで排水・非排水繰返し载荷履歴を与え、構造の異なる供試体の液状化強度特性を比較した。本研究における微小変形特性については、局所ひずみ測定装置 LDT を用いた静的微小繰返し载荷による静的微小変形特性、および加速度計、ベンダーエレメント BE を用いて供試体を伝播する弾性波速度により得られた動的微小変形特性を計測している。

本論文の主な内容と成果を以下に概説する。

第1章では、本研究の背景および目的について示している。近年の地震における液状化に伴う地盤の災害から、液状化予測を精度よく評価するためには、N値だけでなくせん断波速度にも着目し、液状化強度との関係を系統的に考察することが重要であることを指摘している。

第2章では、液状化判定に関する既往研究の整理を行った。また本研究に着目する液状化強度特性およびせん断波速度に及ぼす各影響要因に関する既往研究をまとめている。

第3章では、本研究で用いた試料（豊浦砂）の物性値と三軸試験機の詳細を示した。供試体の構造が液状化特性に及ぼす影響を調べるために事前応力履歴を与えた供試体作成方法について述べると共に、実験中のせん断波速度を計測手法についても詳しく記述した。また、液状化試験（非排水繰返し三軸試験）方法の説明を記述した。

第4章では、供試体のせん断波速度と液状化強度・変形特性の関係について実施した実験結果を示した。また、繰返し载荷履歴による供試体の異方性の発達と消失を考察するため、供試体の直行方向に伝播するせん断波速度の計測結果も示した。

第5章では、各試料の液状化試験結果を示し、その挙動について詳細に説明した。また、液状化試験直前に計測されたせん断波速度と液状化強度の相関を求め、排水・非排水繰返し载荷応力履歴付与によ

る土粒子構造の変化が、それぞれの液状化強度の増減に及ぼす影響について考察を加えた。また、試験中に計測された過剰間隙水圧と軸ひずみの変化を示した。液状化試験中の過剰間隙水圧と軸ひずみの発達傾向より、排水繰返し载荷により微視的構造が発達した供試体では、繰返し载荷による過剰間隙水圧の増加は低減されることが確認された。一方、液状化後の軸ひずみの発達程度は、地盤の構造よりも相対密度との相関が強いことが示された。

第6章では、様々な事前応力履歴を有する供試体の液状化特性と液状化試験前のせん断波速度との関係について考察した。異なる相対密度の試験結果より、相対密度やせん断波速度だけでは説明できない液状化強度との関係が得られた。これは、液状化強度に影響を与える要因が相対密度だけでなく、せん断波速度に代表される土の微視的な構造の変化も含まれるためだと推察される。また、本研究より求められた相対密度とせん断波速度の変化より、土粒子構造の違いによる液状化強度の違いを表現できる手法を検討した。

第7章では、本研究で得られた結論をまとめ、今後の課題を整理している。

以上、今後社会基盤整備上重要な役割を担う液状化発生と地盤挙動予測の発展に関し、系統的な実験により科学的な情報を示し得た意義は大きく、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。