

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 マクブール サジャッド

礫質土は、盛土構造物や鉄道・道路の路盤を建設する材料として広く利用されている。密な礫は剛性が高いため、通常の荷重下で生じるひずみレベルは小さく、弾性的な変形成分が占める割合が比較的高い。一方で、礫は大粒径の土粒子を有し堆積構造の不均質性が高いため、弾性波速度測定等による動的な測定と繰返し载荷等による静的な測定で得られる弾性的な変形特性が必ずしも一致しないことが指摘されている。

近年では、締固め施工機械の大型・高出力化に伴い、極めて高いレベルまで礫の締固めを行うことが可能になってきた。締固め程度の把握のための動的測定結果の利用についても検討がすすめられている。しかしながら、上記の動的・静的測定結果の違いに及ぼす締固め程度の影響について詳細に検討した例はない。

さらに、軸方向に十分に長い盛土や路盤の場合、設計上は平面ひずみ条件下にあると仮定することが多いが、礫の平面ひずみ圧縮試験は大型供試体を必要とするため、容易に実施することができない。そこで、通常の三軸試験を実施して、その結果から平面ひずみ条件下での強度変形特性を予測することが行われるが、これらの試験において締固め程度を変えた場合の影響や、繰返し载荷履歴やクリープ载荷履歴の影響については、これまで検討例が極めて限定されている。

以上の背景のもとで、本研究では、大型の試験装置を用いて動的および静的な測定を行いながら三軸試験と平面ひずみ試験を系統的に実施することにより、礫の強度変形特性に及ぼす諸要因の影響、特に締固め程度の影響について検討している。

第一章は序論であり、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、研究に用いた試験装置と試験材料の詳細、および試験方法と試験条件を記述している。

第三章では、新たに開発した締固め装置と、これを用いた千葉礫の締固め試験結果、および締固めに伴う粒子破碎に関する検討結果について記述している。

第四章では、弾性波を発信受信できる測定システムの改良内容とこれを用いた検証試験結果、および密な豊浦砂と締固めの程度を変えて作製した千葉礫の大型供試体を対象とした、微小ひずみレベルにおける鉛直ヤング率の動的測定結果と静的測定結果の比較について記述している。入力波形とその周波数の設定なども工夫することにより、大型供試体における弾性波の測定精度を大幅に向上させることに成功している。さらに、動的測定結果と静的測定結果の比率が、動的測定に用いた波長と試料の平均粒径だけでなく、乾燥密度にも依存することを明らかにしている。

第五章では、局所的に計測した中間主ひずみ増分をほぼゼロに保てるようなアクティブ制御の特殊な平面ひずみ圧縮試験方法を開発し、締固めの程度を変えて作製した千葉礫を対象に、拘束板を固定した従来型のパッシブ制御平面ひずみ圧縮試験と、拘束板を用いない三軸試験も実施して、これらの試験結果を比較している。アクティブ制御してもせん断初期を除いて応力ひずみ関係がパッシブ制御と変わらないことを示す一方で、これらの平面ひずみ圧縮試験によるピーク強度が、締固め程度によらずほぼ一定の割合で三軸圧縮試験結果よりも大きくなることを見出している。また、締固めエネルギーを増加させた場合のピーク強度の増加が、線形的には生じないことを報告している。

第六章では、大振幅の繰返し試験履歴とクリープ载荷履歴の影響についての検討を、ある一定の締固め程度で作製した千葉礫を対象に実施した結果を記述している。平面ひずみ圧縮試験と三軸試験の両者において、これらの载荷履歴を与えた後の単調载荷時のピーク強度が履歴のない場合と変わらないこと、およびこれらの载荷中には単調载荷中よりも体積収縮傾向が強く現れることを報告している。

第七章では、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、新たに開発または改良を行った試験装置を用いて礫の大型試験を系統的に実施することにより、微小ひずみレベルでの剛性の動的・静的測定結果の違いと、平面ひずみ・三軸条件下での強度変形特性の違い、およびこれらに及ぼす締固め程度と繰返し・クリープ载荷履歴の影響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。