

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 レグワン アンダン

密な礫は、盛土構造物や鉄道・道路の路盤を建設する材料として、また、直接基礎や杭基礎などの支持地盤として、広く利用されている。密な礫は剛性が高いために、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。実務では、原位置で測定した弾性波速度等に基づいて微小ひずみレベルでの剛性を求め、さらに、想定されるひずみレベルに応じてこれを低減して変形解析に用いることが行われている。

しかしながら、大粒径の土粒子を有し堆積構造の不均質性が高い礫においては、弾性波速度測定等による動的な測定と繰返し載荷等による静的な測定で得られる微小ひずみレベルでの剛性の値が異なることが指摘されている。また、礫を密に締固めた場合の変形特性は強い異方性を示すが、前述した測定方法の違いがこれに及ぼす影響については不明な点が多い。

さらに、近年における構造物の大型化に伴い、例えば明石海峡大橋主塔基礎の支持地盤のように、密な礫が比較的高い荷重を受けるケースも生じてきた。このような場合には、従来は無視されてきたクリープ変形などの時間効果が顕著に現れる可能性も考えられるが、密な礫の変形特性の時間効果についての検討例はこれまで極めて限定されている。

以上の背景のもとで、本研究では大型の三軸試験装置と三主応力制御試験装置を用いて動的および静的な測定を行い、密な礫の変形特性の時間効果と微小ひずみレベルでの異方性に関する検討を系統的に実施している。

第一章は序論であり、関連する既往の研究をまとめながら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、大型三軸試験で得られた密な礫の変形特性の時間効果について記述している。せん断中に軸ひずみ速度を突然変化させると応力値が急に上昇または低下し、その後明確な降伏挙動を示すこと、また、クリープ中に生じるひずみは極めて大きく、せん断応力レベルとともにクリープひずみ量が増加することを示し、密な礫においても時間効果が無視できないことを明らかにしている。

第四章では、上記の時間効果のモデル化について記述している。密な礫の試験結果に見られる挙動が従来のモデル化では説明できないことを明らかにしたうえで、ひずみ速度とひずみ加速度の一時的な影響を考慮できる新しいモデルを適用し、試験値のシミュレーションに成功している。

第五章では、大型三軸試験において、微小ひずみレベルでの鉛直・水平方向のヤング率を動的および静的に測定した結果を記述している。小型の圧電型アクチュエータと加速度計を利用した計測システムを新たに導入し、2方向の弾性波速度の局所計測に成功している。ヤング率の初期異方性と圧力状態誘導異方性に関しては動的および静的な測定結果が同様な傾向を示すが、試料の平均粒径とともに2種類の方法によるヤング率の値の定量的な差が大きくなることを明らかにしている。

第六章では、大型三主応力制御試験において供試体と側方拘束板の間に設置する摩擦軽減層の条件に関する基礎的な検討結果を記述している。

第七章では、大型三主応力制御試験の結果を記述している。新たに導入した試験装置を用いて、大型直方体供試体の3方向に作用する主応力を独立に精度良く制御することに成功している。密な砂と礫の微小ひずみレベルでのヤング率の応力状態誘導異方性に関しては、動的および静的な測定値の傾向が前述した三軸試験結果と一致することを明らかにしている。一方、定量的には一致しない試験結果も得られており、今後の検討が必要である点を指摘している。

第八章では、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、密な礫の変形特性に及ぼす時間効果の影響が従来考えられていたよりも重要であることを示してそのモデル化に成功し、さらに、新たに確立したいくつかの試験手法を併用することにより、動的および静的な測定方法の違いが微小ひずみレベルでの変形特性の異方性に及ぼす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。