

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 グエン ナムホン

直接基礎や杭基礎などを支持する密な地盤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。このような弾性的変形特性の実験的研究には、これまで主として三軸試験が用いられてきた。しかし、この試験では主応力軸の方向が鉛直・水平方向に固定されており、実際の地盤で生じる主応力軸の回転を再現することができない。そのため、主応力軸が鉛直・水平方向以外の場合の弾性的変形特性については十分な試験データが得られていない。

また、これまでの研究で地盤材料の弾性的変形特性には初期異方性と応力状態誘導異方性があることが明らかになっているが、これら2種類の異方性の軸が一致しない場合のモデル化の検討も十分にはなされていない。

さらに、大振幅の繰返し荷重を受ける地盤材料の挙動をモデル化する手法として、単調荷重で得られる応力ひずみ関係を骨格曲線とし、これを徐々にシフトさせながら所定の履歴法則を適用する手法が提案されているが、地震時の水平地盤のように水平面上に繰返しせん断応力が作用する場合の挙動を対象とした検証はこれまで行われていない。

以上の背景のもとで、本研究では、主応力軸方向を回転させることのできるねじり三軸試験を乾燥豊浦砂の中空円筒供試体を用いて系統的に実施し、弾性的変形特性に及ぼす応力条件や供試体寸法等の影響を明らかにしている。また、初期異方性と応力状態誘導異方性の軸が一致しない場合にも適用可能な弾性的変形特性のモデルを新たに提案し、試験結果に見られる傾向が説明できることを示している。さらに、大振幅の繰返しねじり試験を行い、その結果を対象に骨格曲線を徐々にシフトさせる前述した手法の妥当性を検証している。

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、中空ねじり三軸試験におけるひずみと応力の算定方法、および新たに開発したピンタイプの局所変位計測装置について記述している。

第四章では、さまざまな応力状態において微小ひずみレベルでの繰返し荷重を鉛直方向とねじり方向に行うことにより、鉛直方向のヤング率、水平面上のせん断剛性率、および鉛直・水平面でのポアソン比を測定した結果を報告している。三軸応力状態ではこれらの弾性的変形特性の応力状態誘導異方性が鉛直応力と水平応力の関数としてモデル化できることを示したうえで、ねじりせん断応力を作用させて主応力軸方向を鉛直・水平方向から回転させた場合には、このようなモデル化が成立しなくなることを指摘している。

第五章では、中空円筒供試体の寸法を三通りに変えた場合の試験結果を比較し、弾性的変形特性の測定値に及ぼす影響は小さいが、供試体寸法が大きいほうがデータのばらつきが少なくなることを明らかにしている。また、それぞれの場合において局所変位計測結果と外部変位計測結果を比較し、鉛直ヤング率には違いが見られないが、水平面上のせん断剛性率は後者のほうが大きくなり、端面拘束の影響を受けていると考えられることを示している。

第六章では、初期異方性と応力状態誘導異方性の軸が一致しない場合にも適用可能な弾性的変形特性のモデルを新たに提案している。また、このモデルを用いてシミュレーションを行い、試験結果に見られる傾向が説明できることを示している。

第七章では、大振幅の繰返しねじり試験を行った結果を、等方圧密過程からの各ひずみ成分の挙動も含めて詳細に記述している。また、空中落下法により中空円筒供試体を作成する際に、砂粒子の散布方向に起因して水平面内での異方性が生じるという知見を見出している。

第八章では、大振幅の繰返しねじり試験結果を対象としたシミュレーションを行い、単調荷重で得られる応力ひずみ関係を骨格曲線とし、これを徐々にシフトさせながら所定の履歴法則を適用する手法が有効であることを検証している。

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、系統的な試験結果との比較により、初期異方性と応力状態誘導異方性の影響を考慮しながら多様な応力条件に適用できる弾性的変形特性の新たなモデル化に成功し、さらに、大振幅の繰返し荷重を受ける地盤材料の挙動について既往のモデルの妥当性を検証したものであり、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。