

氏名	木 全 卓
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	論農博第2129号
学位授与の日付	平成9年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	平面ひずみ条件における土の力学特性に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 長谷川高士 教授 河地利彦 教授 水山高久

論文内容の要旨

この論文は、平面ひずみ条件にある土の挙動を明らかにすることを目的とし、平面ひずみ試験装置を構築し、この装置を用いて行った研究を取りまとめたものである。対象とした試料は砂と粘土、せん断条件としては排水・非排水の静的せん断と非排水繰返しせん断について行い、土の平面ひずみ挙動全般について検討している。

第1章で研究の目的その他について述べた後、第2章では平面ひずみ試験の特徴について述べている。この試験法は、いまだ統一試験としての基準が確立されていないので、試験のイメージや力学試験としての位置づけ、応力・変形条件の特性、中間主応力係数などについて述べるとともに、それらについての検討を行っている。

第3章では、構築した自動計測・自動制御可能な平面ひずみ試験システムについて述べている。まず、このシステムを構成する個々の装置について述べ、次いで、その装置を構成するユニットや変換器について述べながら、試験システム全体の精度についても考察している。最後に、自動計測・自動制御を行うために作成した制御プログラムについて説明している。

第4章では、用いた試料と供試体の作成方法について述べている。土質試験を行う場合には、その供試体の質が試験結果に及ぼす影響は極めて大きいことから、その作成方法を厳密に定めておかなければならない。

第5章では、この試験システムで行った豊浦標準砂の静的せん断試験結果をもとに、その力学特性について述べている。圧密は K_0 状態としたが、比較のために等方圧密についても配慮し、また、せん断は排水状態で行い、後に行う粘土の試験との比較のために非排水せん断も行っている。その結果、応力～ひずみ関係では、三軸条件と比較してせん断力のピークの発現が顕著であり、せん断強度も大きくなることや、応力経路に中間主応力の影響が顕著に現れること、間隙水圧や体積ひずみにせん断力による砂粒子の負のダイレイタンスの影響が顕著に現れることなどを見出した。さらに、平面ひずみ状態に特有の中間主応力の特性として、ピーク位置などの様相が軸差応力のそれとほぼ一致していることや、その値は破壊時

において試験条件に限らず0.25~0.30とほぼ一定であることを明らかにしている。

第6章では、Ko圧密、非排水条件で行った粘土の静的せん断試験結果をもとに、その力学特性を述べている。その際、三軸試験や、砂の非排水せん断試験結果との比較、過圧密履歴の影響などについても検討している。その結果、応力~ひずみ関係、応力経路、間隙水圧とも、過圧密比によってその挙動が唯一的に定まることを見出し、その理由を考察している。中間主応力値は、圧密終了時の供試体の状態によって異なる挙動を示すものの、限界状態時には過圧密比によらずほぼ0.30であることを明らかにしている。

第7章では、砂の基本的な非排水繰返しせん断特性を調べるため、種々の条件のもとで試験を行った結果を述べ、平面ひずみと三軸試験による液状化強度では、平面ひずみ試験結果が約20%程度大きな値を与えるが、平面ひずみと中空ねじり試験とほぼ一致していること、非排水繰返しせん断で見られる限界状態線は、静的せん断試験で得られるものと一致するなどの結果を示している。

第8章では、Ko圧密したカオリン粘土を用いて、粘土の非排水繰返しせん断試験を行い、変形・強度特性について述べている。これによると、間隙水圧、軸ひずみともその発生の特性は三軸試験と大きく異なっていることを指摘し、その原因が一部は試験方法によるものの、ダイレイタンスの発現の相違によると考察している。また、静的せん断挙動との関係において、非排水繰返しせん断とよい一致を示すことも見出ししている。

第9章では、平面ひずみ状態を考える場合に重要な要素である、中間主応力の挙動を中間主応力係数を用いて検討している。その結果、用いた試料、載荷条件、排水条件、圧密条件などの組み合わせの相違による10種類の試験のいずれにおいても、限界状態時の値が0.25~0.30となることを確認している。このことから、この値を用いた強度定数の推定が可能であると考え、Cam-clayモデルの強度定数と中間主応力係数値を用いて、三軸試験結果から平面ひずみ強度を推定する方法を提案している。

第10章では、砂および粘土の静的せん断試験、非排水繰返し載荷試験による知見として土の平面ひずみ挙動の特性をまとめて、結論としている。

論文審査の結果の要旨

土構造物や基礎の設計のために必要な、強度や変形特性を表す特性値は、三軸試験によって求められている。三軸試験法は世界的に採用されている標準的な試験法であり、いくつかの優れた特徴をもっている。しかし、せん断過程での応力や変形が軸対称に限定されることから、この試験条件に直接的に対応する地盤の応力条件は限定されたものとなる。このため、起こり得る複雑な応力状態を再現できる試験法の開発が望まれているが、実用的に完成されているものは未だ見られない。

そこでこの研究では、軸対称条件と異なり構造物や地盤中で発現する機会が多く、また、2次元解析の基本条件となっている平面ひずみ状態を再現できる試験機を開発して試験を行い、平面ひずみ条件下における応力や変形の特性を明らかにする試みを行い、多くの新知見を得たものである。

評価できる主要な点は、以下のものである。

1. 平面ひずみ状態を再現できる載荷ユニットはもとより、変換器、コンピュータ制御や自動計測のシステムなどを独自に創案し、それらを含む一連のシステムとしての試験装置を開発して、高い精度の試験

を可能にした。

2. 粘土の非排水繰返しせん断試験において、限界状態線の傾きや発生する間隙水圧の大きさなどが、静的せん断試験結果とかなりよく一致することを確認した。このことは、正規圧密粘土や軽い過圧密粘土では、静的特性値によって繰返しせん断挙動の推定が可能なことを示唆するもので、簡便性を求める実用において有用な知識である。

3. 粘土の非排水繰返しせん断試験において、平面ひずみ条件固有のいくつかの力学特性を明らかにしたが、特に、粘土でも過剰間隙水圧の蓄積により急激に破壊に至る砂の液状化に似た現象が認められ、これが平面ひずみ条件下ではさらに顕著であることを見出した。

4. 中間主応力の特性についてその詳細を明らかにしたが、用いた試料、載荷条件、排水条件、圧密条件にかかわらず、中間主応力係数が限界状態において0.25~0.30の値をとることを確認した。この値と、限界状態における3主応力条件を加味した応力比と拘束圧を用いて、平面ひずみおよび三軸条件の限界状態における強度を定める関係式を誘導した。また、これにたいして理論的に適用性を検討して、実用における有用性を確認した。

以上のように、本研究は平面ひずみ状態にある土の力学特性を、砂と粘土を用いて各種の試験条件下で総合的に検討し、多くの新知見を得たもので、土質力学、農業施設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（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成9年1月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。