

氏 名	清 水 正 喜 し みず まさ よし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1539 号
学位授与の日付	昭 和 58 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STRESS-STRAIN-STRENGTH CHARACTERISTICS OF SATURATED SOILS (飽和土の応力-ひずみ-強度特性)
論文調査委員	(主 査) 教 授 柴 田 徹 教 授 小 林 昭 一 教 授 赤 井 浩 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はその前半において、過圧密粘性土の構成関係を定式化するための実験的・理論的研究の成果を述べ、後半においては、沖積・洪積粘土および花崗岩の風化残積土であるマサ土にみられる種々の力学特性を明らかにしている。本論10章と付録1章とから成る。

第1章は緒論で、本研究の目的と内容について述べている。

第2章は、繰返し再圧密粘性土を用いて、平均有効応力一定の排水三軸試験を行った結果を検討し、ダイラタンシー特性に及ぼす過圧密の影響について明らかにしたものである。すなわち等価圧密圧力で正規化した場合の応力経路と、応力～ひずみ増分比関係とに対する考察から、ダイラタンシーを特徴づける2個の限界応力比に着目し、それら限界応力比が過圧密の度合いに応じて推移する様相を調べている。

第3章は、まず三軸圧縮応力状態で粘性土に種々のせん断応力履歴を与え、次にその履歴が等方応力下での圧縮や、三軸伸張条件下でのせん断変形に及ぼす影響を調べている。その目的は、弾塑性論に基づいた過圧密土の構成式を求めることにあり、主として Cambridge 理論に添った考察が展開されている。

第4章は、せん断応力の除荷に伴って現われる弾性的挙動に関する実験的研究である。すなわち粘性土を用いて、弾性応力範囲や弾性定数に及ぼすせん断応力履歴の影響を調べたほか、除荷時の応力～ひずみ曲線から求めた剛性率が、せん断履歴にほとんど依存せず、平均有効応力の大きさで定まることを明らかにしている。また弾性応力範囲と、除荷時せん断ひずみとの関係なども示している。

第5章は、第2章から第4章までに得られた実験結果をとり入れ、弾塑性論に基づいて、過圧密粘性土の応力～ひずみ関係を定式化したものである。等方応力下の体積ひずみと、ダイラタンシーによる体積ひずみの関数として2個の硬化パラメータを選び、降伏関数を定めている。関連流れ則を適用することの是非についても検討を加え、硬化する降伏曲面には非関連流れ則を採用し、塑性ポテンシャルは、応力比～ひずみ増分比関係より求めている。このようにして導いた構成式は、過圧密粘性土を用いた応力比一定試験によって検証されている。

第6章から第9章までは、不攪乱土の力学特性に関する実験的研究である。

第6章は、ベーン試験と一軸圧縮試験による強度の違いを明らかにしようとする試みである。ベーンと一軸強度の比較を、2種類の沖積粘土に対して行い、その相関性を論じるとともに、強度差と塑性指数との関連についても考察している。

第7章は、引張り応力を受ける土の力学挙動を明らかにするための研究である。土の引張り試験に関して、従来の方法にみられる特徴を比較し、結局、骨型供試体を用いた三軸伸張試験が最適であると判定している。同試験法の原理を説明し、適用できる土の種類を検討したのち、不攪乱洪積粘土の引張り強度を調べている。また練返し土が引張り応力下で示すクリープ特性についても、詳しく述べている。

第8章は、硬質で過圧密を受けた粘土のせん断と圧密特性に関する研究である。圧密非排水三軸試験を実施して、弾塑性の性質、ひずみ軟化および応力緩和後の硬化現象について論じる一方、長期クリープと長期繰返し圧縮特性についても考察を加えている。

第9章は、花崗岩の風化残積土であるマサ土の不攪乱試料に対する力学特性を調べたものである。不攪乱マサ土の採取法、成型法および物理的性質を述べたのち、マサ土のダイラタンシーと初期間隙比や拘束圧との関係について、風化による内部構造の変化を意識しながら、考察がなされている。

第10章は結論であり、各章で得られた成果を要約して述べている。

付録は、第2章から第5章で行った三軸排水試験において、体積変化の測定時に避けられない誤差要因を分析したものである。

論文審査の結果の要旨

自然に堆積した地盤は、種々の土質から構成されているにも拘わらず、これまで土質工学の主たる研究対象となってきたのは、過去に複雑な履歴を受けたことの無い正規圧密粘土や砂質土であった。従ってこれら標準的とみなされるもの以外の土に関しては、その力学的性質に多くの未解明の点を残していた。

本論文はこれに着目して、まず過去に大きな応力履歴を受けたことのある過圧密粘土の構成関係を定式化するための研究を行い、ついで軟弱粘土、硬質粘土および不攪乱マサ土など、それぞれに工学上の問題を含んだ土の力学特性を究明したものである。得られた成果のおもな部分は、次のようにまとめられる。

1. 過圧密を受けた粘土のダイラタンシー特性は、過圧密の度合いに応じて複雑に変化するが、それを統一的に説明できる考え方は、まだ発表されていない。著者はダイラタンシーが生じ始めるときの閾値と、応力比 \sim ひずみ増分比関係において過圧密履歴が消滅する限界値とをパラメータに選べば、その説明が可能となることを示した。

2. 粘土の力学モデルを組立てるには、その弾性的性質の解明が必須であるとして、粘土に繰返しせん断を与えた際の弾性変化を調べ、弾性域を表わすパラメータと除荷前のせん断ひずみとの間に、ユニークな関係が存在することを実証した。またせん断剛性率に及ぼすひずみ履歴の影響は無視できる程度であり、平均有効応力の大きさが支配的であることを明らかにした。

3. 上記1と2の成果をとり入れ、弾塑性論に基づいて、過圧密粘土に適用可能な構成式を求めた。式の検証は、種々の過圧密比を有する粘土の応力比一定試験によって行い、これまで困難とされていたせん断ひずみ量の評価を可能にした。

4. 花崗岩の風化残積土であるマサ土は、耐水性に弱いために斜面崩壊の素因となっている。著者はマサ土サンプルを凍結・成型する方法を用いて、不攪乱状態でその力学特性を調べ、初期間隙比や拘束圧との関係などを明らかにした。その結果によれば、マサ土の力学的挙動と、風化による内部構造の変化とを結び付ける手掛りが与えられている。

5. 一般に土は引張り抵抗を示さないとみなされ、その研究もほとんど行われていなかった。著者は引張り応力下の土の挙動を調べるために新しい方法を開発し、各種粘土の引張り強度とクリープ強度に関する豊富なデータを提供した。これは、引張り亀裂を含むすべり面の解析に対して、有用な資料を提供したものである。

以上要するに、本論文は過去に複雑な応力履歴を受けた粘土の構成式を求めて、これを実験的に詳細に検証し、各種応力条件下での不攪乱沖積・洪積粘土およびマサ土の力学特性を明らかにしたもので、学術上、実際上貢献するところが少なくない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。