

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| 氏名      | い飯塚あつし                |
| 学位の種類   | 工学博士                  |
| 学位記番号   | 工博第1046号              |
| 学位授与の日付 | 昭和63年9月24日            |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第1項該当          |
| 研究科・専攻  | 工学研究科土木工学専攻           |
| 学位論文題目  | 軟弱地盤の変形・安定解析に関する基礎的研究 |

論文調査委員 (主査) 教授 畠 昭治郎 教授 足立紀尚 教授 赤井浩一

### 論文内容の要旨

本論文は、軟弱地盤における土構造物の施工に関して、施工方法、施工手順の有用な情報を提供できる実用的な有限要素解析手法の開発とその適用について述べたもので、序論、結論を含めて11章からなっている。

第1章は序論で、本論文の目的・内容について概説している。第2章では、地盤の力学挙動を表現する数学モデルの支配方程式を要約している。軟弱な粘性土地盤を対象としており、土の構造骨格を弾塑性/弾粘塑性体、間隙水は非圧縮性のDarcy流体と仮定している。第3章では、間隙水の運動を考慮した弾塑性/弾粘塑性有限要素解析手法を説明し、第2章で与えられた支配方程式、境界条件、初期条件の表現に基づいた有限要素解析手法の開発について述べている。第4章では、現場の挙動解析を行う際、最も大きな障害となる数多くの入力パラメータの決定について、現場での実用性を重視した決定手順を提案している。すなわち、過去の解析経験を通して、塑性指数を中心とした土質定数と入力パラメータとの相互関係をチャートの形にまとめることにより、入力パラメータの決定手順をまとめている。第5章では、解析に用いている弾塑性/弾粘塑性構成モデルの理論的構造を調べている。すなわち、各種室内せん断試験における応力～ひずみ関係式を陽な形で誘導し、構成モデルの構造を明らかにするとともに、得られた理論式に基づいて変形係数の誘導を行っている。また、粘弾塑性構成モデルに基づいて、平面ひずみクリープ特性理論式を誘導し、平面ひずみクリープ試験の結果をよく説明できることを示している。第6章では、4種類の不攪乱粘土試料を用いた一連の室内実験を行い、第5章で得られた理論式を室内せん断試験によって検証すると同時に、入力パラメータの組が理論値にどのように影響するかを実験的に調べている。第7章では、入力パラメータ相互間のチャートを援用した弾塑性/弾粘塑性有限要素連成解析の適用例として、代表的な原位置試験の一つであるプレッシャーメータ試験の解析を行い、得られる強度定数の異方性、時間依存性を定量的に検討している。すなわち、強度定数に及ぼす材料の粘性効果、境界での排水効果の影響を定量的に評価し、安定解析に用いられる強度定数に変換する補正係数の提案を行っている。第8章

は現場適用例として、実際の盛土施工現場 8 例についての解析を行い、計算結果と現場実測値との比較を示し、解析手法の妥当性と問題点を論じている。土構造物の施工においては、構造物の安定の問題が重視されることから、第 9 章では、破壊条件に忠実な応力状態を追跡できる弾-完全塑性有限要素解析手法について述べている。破壊条件式の選択に注意を払うことにより、異方圧密地盤への適用を可能にしている。さらに、軟弱地盤の支持力問題に適用し、極限支持力と地盤内応力変化について論じている。第 10 章では、有限要素解析の結果を、現場を特定しない成果として利用する一つの試みについて述べている。すなわち前章までの成果を利用しながら形式的に無次元化された弾粘塑性有限要素計算を行うことにより、最終的に、盛土施工における限界盛土高さの簡易推定法を提案している。第 11 章は、以上の結果をまとめて結論としている。

### 論文審査の結果の要旨

地盤材料は、施工などに伴う外力の作用や変形履歴の相違によって異なる複雑な力学的特性を示すため、土構造物の施工においては、その施工方法や施工手順の相違が、構造物の出来上りの品質までも左右する。そのため、経済的で合理的な施工を行うには、施工に伴う地盤挙動を的確に予測し、施工法の選択に積極的に活用できる手法の確立が重要となる。有限要素法に代表される解析手法は、多種多様な境界条件・初期条件を考慮できるなど、優れた利点を有している。しかし、実用的な価値を持つのは、地盤材料の数学モデル、地盤のモデル化、そして入力パラメータの決定がお互いのバランスを保ちながら三位一体となって活用できる場合に限られる。

本論文は軟弱地盤における土構造物の施工に関して、施工方法、施工手順の選定に有用な情報を提供できる一連の有限要素解析手法とその適用方法の開発について述べたものである。得られた成果をまとめると以下のようなになる。

(1) 異方圧密粘性土地盤を対象に、材料非線形性や過去の変形履歴を考慮できる弾塑性/弾粘塑性構成モデルを取り上げ、その構成モデルを用いた地盤の数学モデルを考慮した後、間隙水の運動を考慮した有限要素解析プログラムを開発している。さらに、解析に必要な入力パラメータの実用的な決定方法を提案し、用いている構成モデルの論理的・実験的検討を行うと同時に、構成モデルと入力パラメータの決定法とのバランスを検討している。

次いで、一連の手法の適用例として、プレッシャーメータ試験の解析と盛土施工の挙動解析を取り上げている。すなわち、

(2) プレッシャーメータ試験の解析では、試験から得られる強度定数の吟味を行い、通常の載荷速度では地盤内および孔壁からの時間的遅れを伴う排水効力を無視することはできないことを指摘し、望ましい載荷速度を具体的に提案している。さらに、安定解析に用いるべき強度への補正係数の提案を行っている。

(3) 盛土施工の解析では 4 地点 8 施工例を取り上げ、本論文で提案しているパラメータの決定手順を用いて、塑性指数から入力パラメータを推定し、計算結果と実測挙動との対比を行っている。有機質土を除いて、本提案手法は実挙動を良く予測できることを示している。

ここまでの議論は地盤の変形挙動に焦点を置いているが、盛土などの土構造物では最終的な安定が問題

となることが多い。そこで、地盤が耐荷力を失って崩壊に至るまでを追跡できる有限要素解析手法の開発についても研究している。すなわち、

(4) 本論文で用いている構成モデルが与える非排水強度を破壊規準として定式化することによって、異方圧密地盤の極限問題を取り扱うことができることを示し、実盛土の破壊および破壊に至る地盤内の応力変化の予測が可能であることを示している。

(5) 最後に、以上の成果を巧みに利用することによって、盛土施工における限界盛土高さの簡易推定法を提案している。これによって盛土施工速度の事前決定が可能となっている。

以上要するに、本論文は軟弱地盤における土構造物の施工に関して、実用的な地盤の挙動予測手法の開発と提案を行ったものであり、ここに得られた多くの知見は学術上、實際上寄与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。

また、昭和63年8月2日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。