

氏名	中澤重一 <small>なかざわじゅういち</small>
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1467号
学位授与の日付	昭和57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	固-液系による土の状態区分と液相処理による土質安定に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 松尾新一郎 教授 畠 昭治郎 教授 岡田 清

論文内容の要旨

本論文は土の状態に応じた土質安定施工上の対応および判断基準を得ることを目的に、複雑な粒度組成や相構成でなる土を固-液系として統一的に状態区分する方法を提案し、その結果に基づき土質安定を液相処理として体系化し、適用例などでこの方法の妥当性・有用性を実証的に明らかにしたものであって、緒論と結論を含めて7章からなっている。

第1章は緒論であって、本論文の背景・目的および意義を明らかにしている。すなわち現在の土の分類法は土を素材として利用することを主眼にしているため、自然土あるいは自然地盤の分類という立場をとっていないことを指摘し、ついで土が三相構成であることからこの三相構成の比率によって土の状態が区分でき、土を液体状態から固体状態まで量的に表現が可能であることを論じている。他方土質安定とは現地に存在するある状態の土に対する働きかけであるとの観点から、土の状態区分結果は土質安定の選定・設計・施工に有機的に結びつくという基本的立場を明らかにしている。

第2章においては、種々の自然科学や工学分野で行われている土の分類法について、その方法と目的を吟味・比較し、更に日本統一土質分類法制定の背景を論じ利用上の問題点を指摘している。この解決として土の状態区分の必要性のあることを明確にし、その具体的手法として面積座標系の利用、コンシステンシー指数の利用、 pF 値の利用が考えられることに論及している。

第3章においては、前章の考察で結論された土の状態区分の必要性を論拠に、具体的な土の状態区分とその表示方法に関する提案が示されている。まず土の構成三相体積率による表示についての従来の研究を総括し、著者の提案になる面積座標系利用の方法を述べ、土の状態量が無次元化されることの利点を示し、適用例でその有用性を実証している。つぎに負の pF 概念を導入することによって土の固-液系が懸濁液の状態から固体の状態まで一つのスケールで論じられ得ることを明らかにし、このことにより土質安定のメカニズムをエネルギー論で解明できる可能性を示唆している。コンシステンシー指数利用の表示については、コンシステンシー指数が土の状態量を示すものとして意義を拡張し、その利用例・土の力学的性質

との相関例を示し妥当性を実証している。更にこれら3手法を関連づけることを提案、そして利用上の得失を評価し、第2章で指摘した従来の土の分類法の利用に関する不備を補完し得ることに論及している。

第4章においては、第3章で述べた土の表示方法を用いて与えられた状態を固-液系で区分し、従来の土の分類法と併用する方法を提案、その分類・区分された状態土の工学的性質を述べ、更に土質安定を液相の処理として位置づけしている。すなわち固相に対する液相の割合の大きい状態から液性体・粘性体・塑性体・半固体・固体とし、これらの境界点と各表示値を関連させ、その状態における土の工学的性質は液相の調整によって改変されるという観点から土質安定を液相の処理として意義づけている。具体的液相処理手法には液相の増加防止、液相の置換、液相の分離、液相の固化があるとして、土の状態と液相処理形式の相関表を作成・提案している。

第5章においては、第4章で指摘した液相処理の一つである液相分離による土質安定について述べている。これは液性体においては沈降、粘性体・塑性体・半固体では圧縮を伴う脱水、固体では圧縮を伴わない脱水であるとして現象論的に整理し、その代表例として液性体・粘性体の液相分離の手法を検討している。液性体の液相分離には凝集剤などの添加による固相の沈降促進が有効であり、この処理による固相の団粒化は土の工学的性質や脱水性をも改善していることを実験的に示し、特に真空吸引下では良脱水性の特性が更に発揮されることを明らかにしている。これらの事実を建設工事での泥濁水処理プラントの設計とその実施で実証している。粘性体・塑性体の液相分離については加圧による圧密促進が主な手法であるが、真空圧密もこれに代りえることを示し、むしろ液相分離という点では利点のあることを明らかにし、その液相分離中の地盤挙動の予測法を提案している。

第6章においては、第5章と同様に第4章での指摘による液相処理についての液相置換・固化に関して述べている。まず同一条件下の現地で両者の比較試験施工を実施し、土の状態と適応性について考察している。次いでこの過程で明らかになった固化処理の施工に伴う地盤変状に注目し、地盤変状のメカニズムを明らかにすることを目的に現地試験を実施、その解析結果を基に地盤変状をシミュレートする新たな手法を提案、その妥当性を実証している。

第7章は本研究の目的を整理し論文の結論をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

土質安定工法は土や地盤を建設工事の目的に耐えるように改良するものであり、建設工学の分野において重要な課題である。このために扱う対象・手法・施工条件などにより多種多様な工法が考案・実用化されているが、工法の選択に合理性を欠く嫌いがある。何よりも土質条件の的確な把握をもとにそれに適した工法の選択を必要とする。土の状態量などに関連させてその適合性を示すことは一つの解決策である。

本論文は土質安定工法の適切な選択基準を得る目的で、土の状態を区分・表示し既存の土の分類法と併用する方法を提案し、区分された状態とこれら安定工法とを関連させて適合性を吟味し、試験例や適用例でその妥当性を明らかにしたものであって、得られた成果のおもなものは次の通りである。

1. 土の状態表示には土の構成三相体積率による面積座標系、新たに導入した負の pF 概念、意義の拡張されたコンシステンシー指数があることを示した。これらの要素を組み合わせ、土の状態を固-液系とし

てとらえ、従来の土の分類法と併用することによって土の特性を精細に区分する方法を提案している。

2. 土質安定工法の原理的整理を目的に、土の固-液系の液相処理という観点から液相の増加防止・液相の分離・液相の置換・液相の固化に分類して、土の状態と関連させて考察し、各々の適合範囲を吟味した。

3. 液相分離の一つである固相の沈降促進は懸濁状態の固-液系で多用される方法であるが、この場合凝集剤添加による固相の団粒化処理が一般的である。団粒化土の沝過脱水性が良好になることに注目し、この特性が真空吸引下での脱水に関しても保持されることを実験的に究明した。更にこれらの事実を踏まえて建設工事に伴って発生する泥濁水の処理プラントの実用化に成功した。

4. コンシステンシー指数値が0前後の状態にある堆積粘性土についての液相分離では従来載荷による圧密促進を採用しているが、その効果の発現に長時間を要するため、真空圧密を導入することによって著しく液相分離が促進しうることを明らかにした。更にその施工時の圧密沈下量の推定をひずみの熱伝導型圧密方程式で行い、実測値とよく近似することを検証した。

5. 土の液相処理のうち液相置換は注入方式、液相固化は噴射かくはん方式で代表させ、同一条件下で現地試験施工し、その処理範囲と処理土の工学的性質の比較によって土の状態量と処理方式との相関性を示し、土の状態量が工法選択の有用な基準になることを確認した。

6. 液相固化方式は土の状態の幅広い領域に適合しているが、施工時に地盤を隆起させる欠点が指摘されている。この隆起量を定量的に予測するために、固化剤の注入によって地盤中に生じる体積ひずみを仮想することにより有限要素解析を行う方法を提案した。その計算値と実測値とは十分な精度で近似している。この場合地表面の隆起体積と注入した固化剤の体積との比は土の状態によって変り得る値であることを示唆している。

以上要するに、この論文は固-液系に基づく土の状態区分の提案を行い、その利用によって土質安定工法の選択や適合性の判定、更には施工に伴って発生する現象の予測が有効に行えることを実証的に明らかにしたものであって、ここに得られた成果は学術上、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。