

氏名	嘉門雅史
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1196号
学位授与の日付	昭和54年7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	超軟弱粘土の工学的性質とその安定処理に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 松尾新一郎 教授 島 昭治郎 教授 岡田 清

論文内容の要旨

いわゆるヘドロのような超軟弱粘土の処理・処分は、その材料学的特性を把握して有効な安定処理を施す必要がある。しかしながら、この方面の系統的な研究は現在までほとんどなされておらず、即応的な改良効果のみを求めるとどまることが多かった。本論文は超軟弱粘土の組成分析ならびに基礎的性質の検討から出発して、粘土粒子の微視的構造を明らかにし、これらの知見に基づいた新しい安定処理工法の開発をはかったもので、6章よりなっている。

第1章は序論であって、超軟弱粘土の定義・分類を示して超軟弱粘土をめぐる問題点を整理し、これら問題点解決のための方策として本研究のごとき物理化学的手法に基づく安定処理機構解明の必要性を述べている。さらに各章の概要説明を付加している。

第2章では、超軟弱粘土の代表とされるヘドロの工学的性質に関する基礎的情報の把握につとめている。まず超軟弱粘土が海面下という工学的材料としては特殊な条件下にあることから、その調査と採取方法を明らかにし、特にヘドロの浮遊層の設定方法を示した。さらにこのような浮遊層から採取した試料の組成分析として、その有機成分・無機成分・界面成分を検討した結果、ヘドロがカオリナイト系粘土鉱物を主成分とした沖積粘土の延長線上にあるとみなしうること、有機物複合体を形成しているため有機成分との関連が重要なファクターであること等を明らかにした。これはさらに、沈降性状や圧密・強度特性の検討によっても示され、有機成分と界面成分とによる粘土粒子のベッド（団粒）化が主役を果たすものとみなされる。

第3章では、超軟弱粘土の工学的性質の微視的考察として土の構造をとりあげ、粘土粒子のベッド化における配列状況、外力の作用下でのベッドの変形等を定性的・定量的に考察して、土の応力-ひずみ関係の基礎的知見をえた。特に粘土粒子配列が、従来いわれていたような板状粒子の平行配列ではなくて、ベッド化を形成した状態での配列であることを示し、この定量的表現のためには、個々の粘土粒子の配列変化に対してM値で表わし、構造全体のベッドの変化についてベッドとポアの形状・径・面積の出現分布で示すことによって、土の工学的性質の変化を明らかにしている。

第4章では、超軟弱粘土中の有機成分に基づく粘土粒子のペッド化作用が、このような超軟弱粘土の安定処理としてきわめて有効であることから、有機物の種類と量の変化による工学的性質の改良効果を検討したものである。まず、土中有機物の総量の増加により、強度特性において大きなせん断強度増大効果がえられたことから、この作用を人為的に促進させる手段として土中微生物による生化学的安定処理手法を開発した。微生物は添加する微生物種、栄養源、環境条件などを設定することによって、その繁殖を容易に管理しうることに着目したものである。添加微生物種による影響では、一般微生物種の接種が工学的性質の改良に最も効果が高く、特定種の選別は不要であることが明らかになり本手法の実用性が認められた。さらにこのような超軟弱粘土の改良メカニズムについても物理化学的検討手法を提案して、代謝生成物質による吸着などの反応性、粘土粒子のペッド化促進作用を明確化し、その解明をはかっている。

第5章は、超軟弱粘土の安定処理に多価カチオンを導入し、その適用性を検討したものである。これは粘土粒子のペッド化が土中の有機物のみによって生じるのではなく、非晶質、例えば鉄・アルミニウムの酸化物などの無機物によっても促進されるためである。なかでも鉄イオンの酸化に伴う接着作用（ペッド化）に着目して、工学的性質の改良の程度、強度発現のメカニズム等を検討し、添加した鉄イオンの酸化によってはじめて改良効果がえられることを明らかにした。また鉄・アルミニウムイオンによる安定処理をもとりあげ、超軟弱粘土の圧密・強度特性の改良に両イオンの相乗効果が期待できることを示した。しかしこの両イオンによるペッド化機構は初期含水条件によって異なることを微視的考察に基づいて示し、比表面積とせん断強度との相関を明らかにした。さらに鉄イオンは有機物（パンフロック）の併存下においても酸化促進に伴う大きな強度増加をもたらすことを確かめ、導入した新しい物理化学的土質安定手法がきわめて有効であることを示している。

第6章は以上の研究成果をとりまとめて結論としている。

論文審査の結果の要旨

軟弱地盤対策は建設工学上の重要課題の一つであり、特にヘドロのような超軟弱粘土の安定処理は、公害の防止ならびに環境の保全とも関連して、その効果的な工法の開発が急務とされている。本論文はこの問題をとりあげて、従来の土質安定処理手法にとらわれず、超軟弱粘土の材料学的性質の把握に基づいて、2種類の新しい安定処理手法を開発したものであり、得られた主な成果はつぎの通りである。

(1) 従来曖昧であった超軟弱粘土の土質工学上の位置づけを示し、定義・分類・分布を明らかにして、その調査と採取方法に関する提案を行った。

(2) 超軟弱粘土の物性について、その組成ならびに基本的な工学的特性を究明した。すなわち有機成分・無機成分・界面成分とを明らかにして、超軟弱粘土の代表とみなされるヘドロが沖積粘土の延長線上にあって有機複合体となっていることを示し、この有機分量の変化に依存して沈降・堆積挙動ならびに圧密・せん断特性が異なることを明らかにした。特に沈降性では有機物による安定なペッドが生じ、凝集力とペッド自重とのバランスによって堆積状況が左右されていることを究明した。

(3) 超軟弱粘土の微視的挙動について、電子顕微鏡レベルでの土粒子状態の把握につとめ、土構造と工学的性質との関連を示した。すなわち、まず土構造の合理的な研究手法として走査型電子顕微鏡をとりあ

げ、これにより単一粘土鉱物系と自然粘性土系の構造の相違を追求するとともに、統一モデルとしてベッド化した多分散構造の存在を示した。さらにこれらの定量的表現として、ベッド内部をも含めた粒子配列としての構造項M値を導入し、土構造全体の挙動をベッドとポアの2要素の統計的把握によって捉え、これと工学的性質との関連を明らかにした。

(4) 粘土粒子のベッド化を土質安定処理として積極的に応用するために、有機成分の土中での作用を総合的に検討し、土中微生物の人為的管理による生化学的な安定処理手法を開発した。すなわち、まず優先的微生物種として一般微生物が最も効果が高く、せん断強度ならびに透水性等を増大させることを示した。つぎに土質の安定化が微生物のベッド化作用に基づいていることを、吸着性状、粘土粒子の層間変化、粒度変化の観点から追求し、この効果は代謝に伴う経時的推移によっても漸増することを明らかにした。

(5) 従来は顧慮されていなかった粘性土中の非晶質無機成分の作用に詳細な検討を加え、鉄・アルミニウムの多価カチオンの添加が粘土粒子の固化を促して土質安定処理上きわめて有効な手段であることを明らかにした。特に強度特性において著しい効果を及ぼすこと、また変形抑止能力を示すことなど、その改良メカニズムを明らかにすることによってこの方法の有用性を立証した。

以上要するに本論文は超軟弱粘土の安定処理において、基本的な組成と工学的性質の把握によって、その特性を応用した新しい安定処理工法を開発し、かつその有効性を実証したもので、この分野に新しい知見と今後の発展の可能性を与えたものと考えられ、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。