

学 位 論 文 題 名

泥炭の圧縮特性とその構成因子に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は、本論 4 章17節および総括から構成され、図120、表 9、参考文献129を含む204頁からなる。

泥炭は植物の残遺体が低温多湿の条件のもとで、多年にわたり分解不十分のまま堆積したもので、間隙が非常に大きく、圧縮性に富んでいるため、わずかな有効応力の増加で大きな沈下が生ずる。そのため、泥炭地盤の農地や農道などの農業構造物に著しい沈下がみられ、その問題の解決には、泥炭の圧縮挙動の解明が必要である。

地盤の沈下挙動は、従来の粘土で得られた知見を泥炭まで外挿しようとするものが多い。そこで本論文は室内圧密試験により、鉍質の粘性土と比較して、泥炭の特殊性を明瞭にし、泥炭の圧密諸定数の決定法を示すこと、泥炭の構成植物を理工学的特性の指標とすること、および、地下水位の変動による泥炭地盤の沈下挙動を解明するための泥炭の繰返し圧密特性を明らかにし、泥炭の圧密・圧縮特性とその構成因子の影響をまとめたものである。

第 1 章は泥炭の圧密・圧縮解析における現状と問題点を述べ、これに対応して本研究の目的を示した。また、既往の研究成果をまとめ、本研究の位置づけを行った。

第 2 章では標準圧密試験や載荷条件や供試体厚さの異なる試験より、泥炭の圧密挙動の特殊性と圧密定数の決定法について検討し、次のような結果を得た。

1) 泥炭の圧縮指数 C_c は間隙比 (e) $\sim$ 圧密圧力 ($\log p$) の関係、体積比 ($\log f$) $\sim \log p$ の関係のいずれでも、正規圧密部分で直線とならない。そのため、圧縮指数は圧密圧力により変化するものとして、 $\Delta \log f / \Delta \log p \sim$ 幾何平均圧密圧力の関係により沈下量を推定することが適当である。

2) 体積圧縮係数は、沈下量を対数ひずみ ε で表し、 $\varepsilon \sim$ 算術平均圧密圧力関係の勾配より体積圧縮係数を定義する。そして、この体積圧縮係数による沈下式を提案した。

3) $\sqrt{t}$ 法や曲線定規法などの Terzaghi 圧密理論に立脚した現行の圧密係数を求める手法を

泥炭に適用すると種々の矛盾が生ずる。そのため、泥炭の圧密係数の決定には $\log t$ 法を用いることが適当であり、これにより、原位置で求められる一次圧密比とはほぼ同程度の値を得ることができる。また、泥炭のように二次圧密の大きい試料では一次圧密と二次圧密を分離して沈下予測をする必要がある。

4) 二次圧密係数はひずみで定義される ϵ_c と間隙比による C_c があるが、いずれも圧密圧力により変化する値である。そのため、 C_{c0}/C_c を指標とすることにより二次圧密係数の予測が可能となる。

5) 荷重増分比、圧密時間や供試体厚などの試験条件を変えた試験では、粘性土と異なり、間隙比と圧密圧力の関係は一本の線となり、試験条件の影響はみられなかった。これは、泥炭では圧密係数や二次圧密係数などの圧密速度を支配する因子が試験条件により変化するためである。

第3章では泥炭の理工学的特性の指標として泥炭の形態を示す構成植物を導入することを提案した。泥炭の指標としては従来より強熱減量や含水比が用いられてきたが、それらに生成過程を内包する構成植物や分解度を加えて、土質諸定数間の相関を検討し、次のような結果を得た。

1) 泥炭の物理定数の相関をみると、強熱減量や初期含水比はそれが小さい範囲では泥炭の理工学的特性の指標として有効であるが、大きくなると明瞭な相関はみだせなくなってくる。分解度を指標として間隙比との関係でみると、構成植物ごとに、ミズゴケ、ヨシ、スゲ、ツルコケモモの順で、分解による間隙比の低下は大きくなり、構成植物や分解度が泥炭の間隙の構成に影響を与える結果が得られた。

2) 圧密諸定数では、圧縮指数は間隙比との関係でみると、ミズゴケがやや小さくなるが、構成植物による差は少ない。圧密係数は圧密圧力の増大にともない減少し、初期間隙比が大きい泥炭ほどその傾向は顕著であった。構成植物の影響では、ミズゴケ、ヨシ、スゲ、ツルコケモモの順に圧密係数が小さくなる。二次圧密係数は初期間隙比が大きい泥炭ほど大きくなるが、 C_{c0}/C_c は初期間隙比10~15をピークとして減少する傾向がみられた。

3) 構成植物と時間～沈下量曲線をみると、低い圧密圧力においてスゲは分解度による差は余りないが、ミズゴケでは分解度の違いによる沈下曲線の差が明瞭であった。また、圧密圧力が大きくなると、構成植物による沈下傾向の違いは少なくなってくる。

4) 泥炭地の分類を、従来の高位・中間・低位泥炭地の分類に加えて、構成植物を基礎とした生成過程による細分類を行うことにより、泥炭地の生成のコースによる圧縮性の違いを明確にすることができた。

第4章では泥炭地盤の地下水位の変動による地盤沈下の要因を解明するために、繰返し載荷試

験および繰返し排水試験により泥炭の沈下挙動を調べる基礎的な実験を行い、次のような結果を得た。

1) 载荷時間が1時間の試験では、繰返し時間が短いため、二次圧密の発現までに至らず、沈下ひずみも小さく、沈下速度も一定である。载荷時間2日の試験では、繰返し载荷の初期には、泥炭の骨格構造の乱れにより沈下ひずみは増大し、沈下速度が大きくなが、10サイクル程度からは構造が安定化に向かい、沈下速度もほぼ一定となってくる。

2) 载荷・除荷の応力比を変えた試験では、除荷荷重の違いによる沈下ひずみの差がみられ、除荷荷重により泥炭の構成素材の圧縮や破断などの影響が応力比により異なってくることが示された。

3) 初期圧密時間を変えた試験では、繰返し初期には沈下ひずみに圧密時間の影響がみられるが、繰返し载荷数が10サイクルを越えると、塑性ひずみはほぼ一定となる。そのため、圧密が完了し、安定した構造であっても、繰返し载荷による構造の破壊により沈下が促進されることが示された。

4) 排水乾燥化～水浸を繰返した繰返し排水試験では、载荷荷重により沈下量が異なり、圧密降伏応力を越えた付近の荷重で最も沈下量が大きくなる。また、試験条件の類似している繰返し载荷と繰返し排水試験を比較すると、繰返し排水による沈下ひずみが大きくなる。そのため、地下水位の低下による泥炭の排水乾燥化が地盤沈下の大きな要因となることが示された。

以上のように、本論文は泥炭の圧密・圧縮特性を解明するための基礎的な研究であり、これらは泥炭地盤での農地保全や農業構造物の設計・施工、維持管理、さらに環境保全にも資するものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 梅 田 安 治

副 査 教 授 前 田 隆

副 査 教 授 堀 口 郁 夫

副 査 教 授 三田地 利 之（工学研究科）

本論文は、本論4章17節および総括から構成され、図120、表9、参考文献129を含む204頁の論文で、他に参考論文16編が添えられている。

泥炭地は植物の残遺体が低温多湿の条件のもとで、多年にわたり分解不十分のままで堆積したもので、間隙が非常に大きく、圧縮性に富んでいるため、わずかな有効応力の増加で大きな沈下を示す。

地盤の沈下挙動は、従来の粘土で得られた知見を泥炭まで外挿しようとするものが多い。本論文は室内圧密試験により、鉚質の粘性土と比較して、泥炭の特殊性を明瞭にし、泥炭の圧密諸定数の決定法を示すこと、泥炭の構成植物の理工学的特性の指標とすること、および、地下水位の変動による泥炭地盤の沈下挙動を解明するための泥炭の繰返し圧密特性を明らかにし、泥炭の圧密、圧縮特性と構成因子の影響をまとめている。

第1章は泥炭の圧密・圧縮解析における現状と問題点を述べ、これに対応して本研究の目的を示した。また、既往の研究成果をまとめ、本研究の位置づけを行っている。

第2章では、標準圧密試験や載荷条件や供試体厚さの異なる試験より、泥炭の圧密挙動の特殊性を示し、圧密定数の決定法について、次のような結果を得た。

1) 泥炭の圧縮指数は圧密圧力により変化するものとして、体積比と平均圧密圧力の関係により沈下量を推定することを示し、体積圧縮係数は、対数ひずみ～算術平均圧密圧力関係の勾配より体積圧縮係数を定義し、沈下計算式を提案した。

2) 圧密係数は泥炭では $\log t$ 法を用いることが適当であり、これにより、原位置で求められる一次圧密比とはほぼ同程度の値を得られることを明らかにした。

3) 荷重増分比、圧密時間や供試体厚さなどの試験条件を変えた試験では、間隙比と圧密圧力の関係には試験条件の影響はみられず、これが圧密係数や二次圧密係数などの圧密速度を支配する因子が試験条件により変化するを明らかにした。

第3章では泥炭の理工学的特性の指標として泥炭の形態を示す構成植物や分解度を導入し、土質諸定数間の相関を検討し、次のような結果を得た。

1) 泥炭の物理定数の相関をみると、強熱減量や初期含水比はそれが小さい範囲では泥炭の理工学的特性の指標として有効であるが、大きくなると相関性が低くなることを示す。分解度と間隙比の関係より、構成植物や分解度が泥炭の間隙の構成に影響を与えることを明らかにした。

2) 圧縮指数は構成植物による差は少ないが、圧密係数や二次圧密係数は初期間隙比や構成植物に影響される。時間～沈下量曲線では圧密圧力が大きくなると構成植物や分解度による差は余りないが、低い圧密圧力では特にミズゴケ泥炭で分解度の影響が顕著であることを明らかにした。

3) 泥炭地の分類を、従来の高位・中間・低位泥炭地の分類に加えて、構成植物を基礎とした生成過程による細分類を行うことにより、泥炭地の生成のコースによる圧縮性の違いを明らかにし

た。

第4章では泥炭地盤の地下水位の変動による地盤沈下の要因を解明するために、繰返し載荷試験および排水～水浸の繰返し排水試験により泥炭の沈下挙動を調べる基礎的な実験を行ない、次のような結果を得た。

1) 繰返し載荷の周期や荷重の大きさにて沈下挙動が異なることを示し、繰返し載荷の初期には、泥炭の骨格構造の乱れにより沈下ひずみは増大するが、載荷回数が多くなると構造が安定化に向かい、沈下速度もほぼ一定となることを明らかにした。

2) 載荷・除荷の応力比を変えた試験では、除荷荷重の違いによる沈下ひずみの差がみられ、これが泥炭の構成素材の圧縮や破断などの影響であることを示した。

3) 初期圧密時間を変えた試験では、圧密が完了した安定した構造を持つ泥炭であっても、繰返し載荷による構造の破壊により沈下が促進されることを明らかにした。

4) 繰返し排水試験において、載荷荷重により沈下量が異なり、圧密降伏応力を越えた付近の荷重で最も沈下量が大きくなることや、試験条件の類似している繰返し載荷と比較により、繰返し排水、すなわち、地下水位の変動が沈下に与える影響の大きいことを明らかにした。

以上のように、本論文は泥炭の圧密・圧縮特性を解明するための基礎的な研究であり、これらは泥炭地盤での農地保全や農業構造物の設計・施工、維持管理、さらに、環境保全にも資するものである。

よって、審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者、神谷光彦は、博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。