

学位論文題名

ジオグリッドの土中変形挙動および
補強土設計法への適用に関する研究

学位論文内容の要旨

盛土や地山の内部に土以外の引張り剛性の高い面状の材料、あるいは帯状や棒状の材料、すなわち補強材を配置して土を強化する工法を補強土と呼んでいる。補強対象物の引張りに弱いという弱点を、高剛性補強材によって補うという方法は鉄筋コンクリートと同様であるが、ジオグリッドを用いた補強土は、ダイレイタンスーやアーチ効果など他の土木材料に見られない地盤材料特有の問題を多く含んでいることがそのメカニズムを複雑にしている。

このような背景の下でジオグリッドによる補強メカニズムを知るために、多くの研究機関により室内試験が行われるようになった。土中のジオグリッドの補強メカニズムを知るためには、土あるいはジオグリッド自体の材料特性のみならず、「土と補強材の相互作用特性」を明らかにする必要がある。その中で特に土とジオグリッド間の摩擦特性が、ジオグリッドの引抜けや補強土のすべりに対する安定性を検討する上で重要な要因となる。土とジオグリッド間の摩擦特性を評価する室内試験として「引抜き試験」および「一面せん断試験」が知られており、わが国では1994年に土質工学会(現地盤工学会)より試験方法に関する基準案が示された。これらの試験法はいまだ基準化に至っていないが、多くの機関によってこの基準案を参考に摩擦特性試験が行われている。しかし、この基準案の適用範囲内の試験であってもその方法はさまざまであり、試験結果から得られる摩擦特性値に一般性があるとは言いがたいのが現状である。

実際の補強土の設計においては、ジオグリッドが抵抗領域から引抜けないように、すべり面より地山側に十分な定着長を取る必要がある。その算定には摩擦特性試験から得られた摩擦特性値を用いるべきである。しかし摩擦特性試験装置は他の土質試験に比べて広く普及していないことに加え、上述したように試験結果に対する信頼性が得られていないこともあり、実際には土自体の強度定数に所定の係数を乗じたものを用いているのが現状である。また、実現場で用いるジオグリッドの選択に当たっては、ジオグリッド自体のクリープ特性や耐久性を考慮して定められた安全率を適用して所用の引張強さを算定し、これを用いた極限釣り合いを考慮するのみであり、土とジオグリッド間の相対変位による盛土全体の変形を含めた設計は未だ行われていない。

以上のような背景から、本研究は土とジオグリッドの摩擦特性試験結果に及ぼす諸要因を明らかにすると同時に、ジオグリッドの土中変形挙動を正確に把握し、補強土設計の実務に反映させることを目的としている。

本論文は7章から構成され、第1章は序論とし、本研究の背景・目的について述べている。

第2章では、既往の研究を一面せん断試験、引抜き試験および補強土設計法に関する研究についてまとめ、その知見と問題点を述べている。

第3章では、2種類の一面せん断試験装置を用い、土とジオグリッドの相対的な位置関係、垂直応力の載荷方法、ダミー供試体の表面粗度、ジオグリッド供試体とせん断面との距離などが試験結果に及ぼす影響について明らかにするとともに、ダミー供試体を用いた一面せん断試験の実現場の破壊条件との関係についても述べている。

第4章では、一面せん断試験結果から求まる摩擦特性値を用いたジオグリッドの土中変形挙動の推定方法を示し、様々な条件下のジオグリッドの変形挙動について提案法による計算値と引抜き試験結果との比較検討を行っている。またジオグリッドの土中端を完全固定とした場合の変形挙動について、土中端を自由とした場合との比較を、計算結果と引抜き試験結果の双方について行っている。

第5章では引抜き試験と土中クリープ試験を行い、両試験結果の比較検討を行っている。また、土中クリープ変形挙動の推定方法を示し、実験結果との比較検討結果に基づいて、土中クリープ変形挙動に影響を及ぼす諸要因について述べている。さらにジオグリッドの引抜き量に関する考察から、ジオグリッド自体のひずみのみに着目して対象とする補強盛土の安全性を評価するのではなく、土とジオグリッド間の相対変位による盛土全体の変形を含めた設計法の確立の必要性を指摘している。

第6章では現行の設計法とその問題点を明らかにし、前章までに得たジオグリッドの引抜き力と引抜き量の関係を加味した設計法の提案および現行法との比較検討を行っている。

第7章では、各章で得られた結論をまとめ、本研究に関する今後の課題について述べている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 三 田 地 利 之
副 査 教 授 石 島 洋 二
副 査 教 授 三 浦 清 一

学 位 論 文 題 名

ジオグリッドの土中変形挙動および 補強土設計法への適用に関する研究

ジオグリッドのような引張り剛性の高い補強材によって地盤を強化する補強土工法の概念は古くから存在し施工されてきたが、ダイレイタンスーやアーチ効果など地盤に特有の挙動を示すことから、その補強メカニズムは地盤工学的に十分に解明されているとは言いがたい。

一方、補強土斜面の滑動やジオグリッドの引抜けに対する安定性の検討には、補強材自体の特性のみならず土と補強材の相互作用特性、とりわけ土とジオグリッド間の摩擦特性の把握が重要である。

しかし土とジオグリッド間の摩擦特性を評価するための室内試験は、他の土質試験に比べて広く普及していないことに加え、試験結果に対する信頼性が得られていないこともあって、経験に基づく係数を土自体の強度定数に乗じたものを設計値として用いているのが現状である。また、材料自体のクリープ特性や耐久性を考慮して定められた安全率を適用して所用の引張強さを算定し、これを用いた極限釣り合いに基づいて補強土の設計を行っており、土とジオグリッド間の相対変位による補強土全体の変形を考慮した設計は未だ行われていない。

以上のような背景のもと、本研究は土とジオグリッドの摩擦特性試験結果に及ぼす諸要因を明らかにすると同時に、ジオグリッドの土中変形挙動を正確に把握する方法を確立し、補強土設計への適用に関する提案を行ったもので、7章からなる。

第1章では研究の背景と目的を明らかにし、本研究の位置づけを行っている。

第2章では、土とジオグリッド間の摩擦特性評価のための試験方法および補強土設計法に関する既往の研究についてまとめ、その知見と問題点を述べている。

第3章では、2種類の一面せん断試験装置を用いた一連の試験結果から、土とジオグリッドの相対的な位置関係、垂直応力の載荷方法、ダミー供試体の表面粗度、ジオグリッド供試体とせん断面との距離などが試験結果に及ぼす影響について明らかにし、土とジオグリッド間の摩擦特性評価のための最適な試験方法の提案を行っている。

第4章では、ジオグリッドの土中変形挙動を一面せん断試験による摩擦特性値を用いて推定する方法を示し、様々な条件下のジオグリッドの変形挙動について提案法による計算値と引抜き試験結果との比較検討を行っている。その結果、提案推定法を適用することにより、土中端の固定条件によらずまた任意の剛性を持つジオグリッドについて、任意の敷設長、任意の拘束圧下にあるジオグリッドの引抜き挙動を推定可能であることを示した。

第5章では引抜き試験および土中クリープ試験結果の比較検討、ならびに本研究で提案する土中クリープ変形挙動の推定方法に基づく計算との比較結果から、ジオグリッド自体のクリープ特性および土とジオグリッド間の摩擦特性値が与えられれば、ジオグリッドの土中クリープ変形挙動を推定できることを示した。さらに、土とジオグリッド間の摩擦が十分に発揮されるような施工を行うことの重要性に加えて、土とジオグリッド間の相対変位による補強土全体の変形を考慮した設計法の確立の必要性を指摘している。

第6章では現行の設計法とその問題点を明らかにし、前章までに得たジオグリッドと土との相互作用特性を加味した設計法の提案を行うとともに、現行法との比較検討を通じて、変形を考慮した補強土の設計が実務レベルで十分可能であることを示した。

第7章は本研究の結論であり、得られた知見を総括し今後の展望と課題を述べている。これを要するに著者は、土とジオグリッド間の摩擦特性を評価するための最適な試験方法とその結果に基づくジオグリッドの土中変形挙動の推定方法を示すとともに、変形を考慮した補強土の設計法に関する有用な提案を行っており、地盤工学の発展に寄与するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。