

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 加藤 誠 章

本論文は、降雨を誘因として発生する表層崩壊に対して樹木根系の与える土質力学的影響を実験及び根系評価モデルにより評価するものである。

第1章では、森林地における斜面安定に関する研究における本研究の位置付けを示し、模擬根を含む一面せん断試験を対象とし、模擬根によるせん断強度補強メカニズムを明らかにすることを目的とした、論文の構成の提示がなされている。

第2章では、樹木根系の土質強度補強効果に関する研究についてレビューし、研究目的を達成するための課題として、1)樹木根系の補強メカニズムを解明するために、せん断変位に伴う内部のひずみの分布、土と根の力学的関係を明らかにする必要があること、2)土壌水分の影響を評価する実験データが少ないこと、3)せん断試料内部のひずみ分布を三次元的に測定することの必要性、を指摘している。

第3章では、攪乱森林土壌を試料とし、竹串を模擬根とした一面せん断試験を行い、土壌水分の影響を評価している。0-37.3kPaの範囲で水分条件の調節が可能な一面せん断試験機を新たに開発し、東京大学千葉演習林内袋山試験地で採取した森林土壌を2mmのふるいにかけてものを試料として、既存の豊浦標準砂を試料とする実験結果との比較がなされた。2種類の土壌試料における模擬根の挿入が見かけの粘着力と内部摩擦角に与える影響の差異が明らかにされている。

第4章では、模擬根を含む一面せん断について内部の変形を測定し、土壌水分と根系密度の影響評価をしている。直径2mm、高さ約1.6mmの円筒形のアクリルビーズをマーカーとして垂直に試料内に並べて埋め込むことにより試料内部の変位が求められる一面せん断試験機を新たに考案し、多様な土壌水分条件について変形の評価が可能になった。豊浦標準砂を試料とする一面せん断試験において、せん断変位に対するせん断応力の応答は、土壌水分によらず、せん断の進行に伴い増加し、約5mm付近で最大値をとったのちに減少することが確認した。模擬根の本数がせん断強度増分に与える影響が調べ、せん断初期は土のみの場合と同様に単純せん断変形を示すこと、それ以降の範囲では一面せん断変形と単純せん断変形を同時に示すこと、根系密度が大きいほど単純せん断変形に近い変形を示し、せん断面が中央部まで拡大しないこと明らかになった。また、土の平均的な変位と模擬根の変位は必ずしも一致せず、せん断変位が大きく、根系密度が小さいほどせん断箱の境界付近に大きな変位差が生じる。そして、せん断面の形成には土壌水分の影響が認められ、サクションが小さいほどせん断面は小さくなることを明らかにした。これら本実験で得られたこれらの知見は、従来の多くの根系評価モデルで仮定されている変形と大きく異なった。

第5章では、根によるせん断応力補強効果と内部の変形との関係を明らかにするため、

根と土の間に生じている力を測定し、第4章で求めた変形とせん断応力増分の関係について検討を行った。水平抵抗力は、新規に実験装置を作成し、試料に豊浦標準砂、模擬根に竹串を用いて測定し、接線方向の摩擦力は模擬根を含む試料の単純せん断試験を行った研究の結果を基に求めている。その結果、模擬根の水平抵抗力は接線方向の摩擦力と比較して十分に大きいこと、第4章で求めた土と根の水平変位差と実験で求めた水平抵抗力の積と、根によるせん断応力増分の関係は正比例の関係にあること、がわかった。この関係は、模擬根の種類(竹串とゴム製の棒)、模擬根の本数、土の土壌水分によらず成立し、模擬根の水平抵抗力が土質強度補強効果の主要な要因という知見がえられた。

第6章では、模擬根を有する一面せん断の試料を対象に弾塑性有限要素解析を行い、根の水平抵抗力がせん断試料内部の変形に及ぼす影響について明らかにした。作成したモデルでは、せん断面を joint 要素を用いて表現し、根の影響は根と土の間に生じる水平抵抗力として節点力に換算して構成式に与える。模擬根を含むときは、せん断初期においては土のみのときと同様に単純せん断変形を示し、その後は単純せん断変形と一面せん断変形を同時に示すことが、土壌水分条件による応力変形関係とともに再現された。模擬根を有する一面せん断において、根と土の間に生じる水平抵抗力が、土の変形ならびにせん断応力増分に影響を与える支配的な要因となっているという結論がモデルによっても確認されたことを意味する。

第7章では、土壌水分制御が可能な一面せん断試験機における模擬根が発揮する土質強度補強効果について、せん断試験機内部の変形の評価とそれを再現する数値計算モデルの構築を主要な成果とする本研究の総括がなされている。

以上のように、本研究は学術上のみならず応用上も価値が高い。よって審査委員一同は、本論文が博士(農学)の学位を授与するにふさわしいと判断した。