

氏名	矢田部 龍一 やたべ りゅういち
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第2005号
学位授与の日付	昭和62年1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	まさ土地帯における降雨時の斜面崩壊の機構と予測に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 柴田 徹 教授 高橋 保 教授 足立紀尚

論文内容の要旨

花崗岩が劣化したまさ土は、中国・近畿地方を中心として広く分布している。まさ土は砂質土に分類され、透水性が非常によく、また飽和時に見掛けの粘着力が消失するという特性を持っている。そのため豪雨時に斜面崩壊が頻発し、多大な被害を生じることになる。

本論文は、まさ土地帯における降雨時の斜面崩壊機構を解明するとともに、崩壊発生時期の予測法を提案したもので、7章よりなっている。

第1章は序論で、論文の工学的な背景を明確にし、あわせて、研究目的と内容についての概要を述べている。

第2章では、既往の資料を収集・分析することにより、まさ土斜面の崩壊の特徴を明らかにしている。また、その結果に基づいて本研究の視点を述べている。

第3章は、浸透解析、安定解析に必要なまさ土試料(突き固めおよび不攪乱)の浸透特性とせん断特性を調べるとともに、斜面調査法の一つであるコーン貫入試験について述べたものである。1)浸透特性に関しては、不飽和透水係数を推定する各種理論式の妥当性を検討している。2)せん断特性に関しては、不攪乱まさ土の供試体作成法、ならびに低拘束圧せん断が可能な単純せん断試験機を開発し、低圧下でのまさ土のせん断特性を明らかにしている。また、せん断特性に与えるサクションと節理面の影響などを調べるとともに、突き固めたまさ土と不攪乱まさ土のせん断特性の違いに対して、間隙分布、粒子破碎、粒度分布の各観点から考察を加えている。3)コーン貫入試験に関しては、貫入抵抗に与える間隙水圧、飽和度、応力状態の影響を室内模型実験により調べ、まさ土斜面におけるコーン貫入試験時の留意点を指摘している。

第4章は、降雨時の斜面崩壊機構を調べるために行った室内および現地での斜面崩壊実験について説明したものである。1)室内および現地で人工降雨による斜面崩壊実験を行い、間隙水圧の経時変化や間隙水圧と崩壊形態との関係を調べた結果、間隙水圧の増加、特に上向き浸透流が崩壊の主原因の一つであると述べている。2)現地斜面内における負圧変化を長期観測し、湿潤過程および乾燥過程における負圧変化の特性を明らかにしている。

第5章では、降雨浸透を考慮した斜面安定解析法について述べている。1)降雨浸透に伴う斜面内間隙水圧の経時変化を有限要素法による飽和・不飽和浸透解析により求め、室内模型実験結果との比較によりその妥当性を検証している。また斜面内間隙水圧に与える斜面形状、排水条件の影響を数値解析により調べている。2)すべり面を仮定する各種安定解析法に関して、層厚、浸透水圧が各解析法に与える影響について比較を行い、降雨時の安定解析法として妥当な方法を提案している。さらにその手法を用いて、降雨時の安定に及ぼす斜面形状の影響や水抜き工などの対策工の効果を検討している。

第6章は、斜面崩壊発生時期の予測法について述べたものである。1)前兆現象による予測法の可能性を調べるため、地表変位、地中ひずみ、間隙水圧などを測定した室内および現地実験を行い、間隙水圧の測定に基づく予測法の有効性を吟味している。また有限要素法により降雨時の斜面変形解析を行い、地表変位、地中ひずみによる斜面崩壊発生時期の予測法に検討を加えている。2)従来は経験的な意味合いの強かった危険降雨量（限界降雨量）を、斜面地盤の各種物性を考慮した数値解析により求められることを示している。そして愛媛県のまさ土地域を対象にして、数値解析手法と実際の崩壊資料に基づく危険降雨量とを比較し、その方法の妥当性を検証している。さらに浸透特性、強度特性などに関する諸物性値が危険降雨量に与える影響を数値解析により調べ、危険降雨量を設定する場合の留意点を指摘している。

第7章は結論で、本論文で得られた研究成果をとりまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

西日本を中心として、わが国に広く分布しているまさ土は、砂質土に分類されて透水性がよく、水で飽和すると見掛けの粘着力を失うという特徴をもっている。そのために、一旦豪雨に見舞われると山腹などの斜面で崩壊事故を発生し易く、これまでも多くの被害をもたらしてきた。

本論文は、まさ土斜面の降雨による崩壊機構を明らかにし、崩壊発生の時期が的確に予測できる因子を見出すことを目的として、実験と解析を行ったもので、得られた主な成果は次のようにまとめられる。

1. まさ土斜面のように表層すべりに対する安定解析においては、有効土かぶり圧が極めて小さいことから、低圧力下での土の強度定数を精度よく求める必要がある。そのために、ブロックサンプリングした不攪乱試料を不飽和状態で凍結させて供試体を作成する方法、ならびに低圧下でのせん断が可能な単純せん断試験機を開発した。これによれば、室内で再現した自然な地盤状態のもとで土のパラメータが求められ、また傾斜地盤が節理などの弱面を含む場合には、安定解析に際して、通常のピーク強度でなく残留強度を用いるべきことが示された。

2. まさ土斜面の安定性を調べる地盤調査法の一つとして、新しいタイプの原位置コーン貫入試験法を提案し、その有用性を有効応力の立場から確かめた。これは、コーン先端部より地盤中に back pressure を強制的に付加しながら貫入させる方法であり、見掛けの粘着成分と摩擦成分とを分離測定することが可能である。降雨時の斜面安定調査として、この試験を実施する場合には、地盤の飽和度が80～90%程度となるように back pressure を調整するのがよいことも示した。

3. 斜面の浸透解析、ならびにすべり面を仮定する各種安定解析法の比較検討を行った。その結果、有限要素法を用いた飽和・不飽和浸透解析によって、降雨時の斜面内間隙水圧の経時変化をよく追跡できる

こと、ならびに降雨時の安定解析法としては、非円弧 Janbu 法、修正 Fellenius 法などが適切であることを明らかにした。

4. 室内模型および実大斜面において、降雨による崩壊実験を行った。それによれば、斜面内間隙水圧の増加が崩壊の主原因の一つであり、特に上向き浸透流が発生する部分で崩壊の危険性が最も高いことが示された。また崩壊発生までに、地表変位と地中ひずみには殆んど変化が認められないが、間隙水圧は崩壊の数10分前から顕著な上昇傾向を示すことから、まさ土を含む砂質土系斜面の表層崩壊においては、間隙水圧が予測因子になり得ると結論した。

5. これまで、斜面崩壊の発生率と降雨量との経験的な関係から、限界降雨量の概念が用いられてきた。著者は斜面地盤の飽和度、透水係数、透水層厚およびせん断強度を考慮した解析により、限界降雨量が定量的に評価できることを明らかにした。また解析法の妥当性を、愛媛県下のまさ土地帯における既往の崩壊事例によって検証した。

以上要するに、本論文はまさ土地帯における斜面崩壊機構を解明して、実用的な安定解析手法を提案し、かつ崩壊発生時期に対する予測法を論述したものであって、学術上、實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。

また、昭和61年11月13日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。