

ふりがな	トウラダル ギャヌ ラトナ
氏名	TULADHAR Gyanu Ratna
学位	博士(学術)
学位記番号	新大院博(学)第175号
学位授与の日付	平成18年9月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	Effect of NaCl solution on physical properties and residual shear strength of mudstone soils from landslide areas (間隙水中の NaCl 成分が地すべり地の泥質土の物理特性並びに残留せん断強度に及ぼす影響)

論文審査委員	主査 教授	丸井英明
	副査 教授	山岸宏光
	副査 教授	川辺 洋
	副査 講師	渡部直喜

博士論文の要旨

本論文は間隙水中の NaCl 成分が地すべり地の泥質土の物理特性並びに残留せん断強度に及ぼす影響を取り扱ったものである。再滑動型地すべりの発生を規定する主要な要因はすべり面の残留せん断強度の喪失である。残留せん断強度に影響を及ぼす要因として、すべり土塊を構成する鉱物組成と並んで、土塊中の間隙水のタイプが重要な役割を果たすと考えられる。地すべり地の土塊中の間隙水には様々な成分が含まれているが、本論文では地すべり地内での分布が顕著に見られ、地すべりの再滑動に大きく関与すると考えられる NaCl 成分に着目している。

本論文は以下の8章から構成されている。

第一章では、従来の関連研究を総括し、本研究の意義と目的を明らかにしている。

第二章では、地すべり地の水文地質学的水循環過程の中に粘質土の溶解変質を位置付け、粘質土粒子の溶解変質モデルを提示している。

第三章では、本研究で対象とした新潟県上越地方の活発な再滑動型地すべり地域に関して、地形的特徴並びに地質的特徴を記述している。

第四章では、再滑動型地すべり地から採取した粘質土中の間隙水の電気伝導度(EC)並びに含まれる陽イオン、陰イオンについて記述している。

第五章では、間隙水中の NaCl 成分が粘質土の液性限界や粘土分含有量等の物理的特性に及ぼす影響について記述している。

第六章では、X線回折装置を用いた粘土鉱物含有量の定量的評価法について論じ、地すべり地から採取した粘質土中に含まれる種々の粘土鉱物の含有量のある程度定量的に算定している。

第七章では、回転リングせん断試験機を用いて多段階载荷方式でせん断試験を行い、間隙水中の NaCl 成分が地すべり地の粘質土の残留せん断強度に及ぼす影響について記述している。さらにせん断後のすべり面の状態を顕微鏡で観察した結果に関しても触れている。

第八章では、結果を取り纏めて結論を提示している。

本論文の主要内容は以下のように要約される。

まず、含有粘土鉱物の種類と量が既知である市販のベントナイト及びカオリンに関して、間隙水として NaCl 溶液を用いた場合と蒸留水を用いた場合とにおいて、物理的な性質並びに残留せん断強度がどの様に異なるかを比較している。ベントナイトでは、蒸留水で処理した場合に比して、NaCl 溶液で処理した場合には液性限界が 75%減少したのに対し、カオリンでは 10%減少に留まっている。ベントナイトにおける液性限界の顕著な減少はスメクタイトの含有量の多さに起因し、カオリンにおける液性限界の僅かな減少は含有カオリナイトの影響であると考えられる。一方、地すべり地の泥質土では、蒸留水で処理した場合に比して NaCl 溶液で処理した場合の液性限界の減少は 48~7%である。この結果は、泥質土にはスメクタイトとカオリナイトの両者が含まれていることから、両者の混合割合に規定されているものと解釈される。また、NaCl 溶液で処理した場合粘土含有量が 48%から 7%に減少しており、それは粘土粒子の凝集作用によるものと解釈される。

ベントナイトを NaCl 溶液で処理した場合には、蒸留水で処理した場合に比して、残留摩擦角は約 3 倍の増加を示し、カオリンではその増加は極めて僅かである。また、NaCl 溶液の影響はカオリナイトに比してスメクタイトにおいて明らかに顕著である。そこで、スメクタイトを多量に含有し、Na イオン濃度の低いすべり面付近の泥質土に関して、NaCl 溶液で処理した場合には蒸留水で処理した場合に比して、残留摩擦角が 15%から 28%増加している。一方、スメクタイト含有量が少なく、Na イオン濃度の高い未風化部の泥質土に関して、蒸留水でさらすと残留摩擦角が低下し、5 回さらした場合には残留摩擦角が 15%から 32%減少している。泥質土の残留摩擦角は自然の溶脱過程の影響を強く受けていることが示唆された。以上のことから、粘質土は NaCl 溶液で処理した場合、液性限界が減少し、残留摩擦角が増加することが確認された。また、そのことは NaCl 溶液が粘土粒子間にある種の物理化学的相互作用を惹起することによると推察されている。残留摩擦角並びに液性限界の変化量は含有粘土鉱物のタイプに依存すると解釈される。

結論として、地すべり地の泥質土の物理特性並びに残留せん断強度は間隙水中に含まれる化学成分の変化に強く影響されることが見出された。このことは、泥岩地域における地すべりが再滑動を繰り返すことの一要因であると推察される。

審査結果の要旨

本論文は、新潟県下に広く分布する再滑動地すべり地の泥質土に関して、地すべりの発生に関わる残留せん断強度特性に及ぼす NaCl 成分を高濃度を含む間隙水の影響を調べたものである。

従来の研究は、専ら市販の粘土鉱物を用いて、その物理特性や強度特性に関する間隙水の影響を論じたものが殆どであった。それに対し、本研究においては、地すべり地の天然の土に対するその影響を調べた点に独創性がある。また、研究の過程で用いた様々な試験手法にも工夫が見られる。種々の粘質土に含まれる粘土鉱物の種類と量を適確に評価する手法を検討しているほか、間隙水中の NaCl の影響を明確に検証するために、未風化土とすべり面の土とを対比して、必要な物理試験並びに回転リングせん断試験を行っている点も評価できる。

本研究は地すべり地から採取した自然の粘質土を対象としているために、市販の粘土鉱物を対象とした場合に比して影響要因が複雑に関連しており、間隙水中に含まれる成分が土の物理的性質並びに残留せん断強度に及ぼす影響を純粹に抽出することは困難であることが読み取れる。しかしながら、間隙水中の NaCl 成分が粘質土の残留せん断強度に対し、地すべりの再滑動を左右する程度の影響を見出した点は重要な知見であると考えられる。

本研究の成果は、査読システムのある専門論文誌に掲載されているほか、権威ある国際学会の発表論文集にも採択されている。

以上のことから、本論文は博士(学術)の学位論文として十分であると認定した。