

地温の季節変動が斜面変動に及ぼす影響 Effect of Seasonal Fluctuation of Ground Temperature on the Slope Movement

○柴崎達也・大澤光・岡本隆・松浦純生

○Tatsuya SHIBASAKI, Hikaru OSAWA, Takashi OKAMOTO, Sumio MATSUURA

Many reactivated landslides occur in soft sedimentary rock areas in Japan. Some of these landslides, having a shallow sliding surface, begin to move in late autumn and early snowy season. However, the triggering mechanism of these landslides is not understood well enough. In this study, we focused on the effect of temperature on the residual shear strength of soils and performed ring shear tests on various soil samples. Test results revealed that residual shear strengths of cohesive soils containing abundant swelling clay minerals are influenced by temperature conditions and shear weakening was recognized under a low-temperature environment. These results imply that some shallow landslides reactivating on gentle slopes can be triggered by seasonal fluctuation of ground temperature.

1. はじめに

一般に、地すべりは梅雨期や融雪期を中心に多発することから、すべり面における間隙水圧の上昇が地すべり発生の主要な誘因と考えられている。一方、晩秋～初冬に移動を開始する地すべりの観測例が報告されており、その中には、地下水位(間隙水圧)変動と地すべり発生との因果関係が判然としない例も確認されている。このような移動特性は比較的浅い地すべりに特徴的に見られる傾向があり、移動開始時に浅層地温の急激な低下が観測されている事例がある。最近の研究により、地すべり地に広く分布する膨潤性粘土鉱物(スメクタイト)の残留強度が温度に依存する特性が判明している。本研究では、その温度依存特性の詳細を明らかにするための実験、観察を試みた。

2. 実験方法

スメクタイトに富む粘土を用いて、垂直応力 200kPa, せん断速度 0.005～0.5mm/min の範囲でリングせん断試験を実施し、残留強度の温度依存性を検証した。試験後にせん断面の SEM 観察、形状計測を実施した。また、様々な粘土を用いて水分散系のファンネル粘度の温度依存性を検証し、リングせん断試験結果の考察を試みた。

3. 結果と考察

① 粘性土を中心に計 14 の土質材料の残留強度の温度依存性を約 5℃～室温環境で検証した結果、スメクタイトに富む粘土の残留強度が温度に依存する特性を確認した。Ca 型ベントナイトを用いて残留強度の温度依存性を約 5～50℃の範囲で検証

した実験では、低温環境ほどせん断強度が低下することが判明した。また、高温環境ほどせん断応力の周期変動を伴うスティック・スリップ現象が認められた。せん断面を観察したところ、表面の微起伏形成に参与するシルト・砂粒径分がスティック・スリップ現象の発現に影響することが示唆された。

② Ca 型ベントナイトの残留強度の冷却時の強度低下は、0.1mm/min 以下の遅いせん断速度条件下で認められた。そのせん断面を観察すると、せん断方向と直交方向に周期的に配列する紐状構造の粘土が観察された。その特徴的な形態はスメクタイトの潤滑作用を示すものと考えられる。今後の検証を必要とするが、低温環境ではその効果が増すことでシルト・砂粒子による摩擦の影響が低減し、安定なすべり挙動に変化すると考えられる。

③ 一方、0.5mm/min のせん断速度では冷却時に強度上昇する傾向が認められた。粘土水分散系のファンネル粘度の温度依存性を広範な温度条件で調べたところ、低温環境ほど粘度の増加が認められた。せん断速度が速まると、低温環境ほど粘性が影響し、せん断強度も上昇することが示唆される。

④ 以上の実験結果は、すべり面深度が浅く、スメクタイトをすべり面材料とする傾斜の緩やかな地すべりなどでは、季節的な地温変動が緩慢な運動発生の誘因となる可能性を示唆する。今後は、地すべり地における地温の季節変動の実態把握を進めながら、その発生機構を検討していく予定である。