

関西大学工学部

正員 西田一彦

関西大学工学部

正員 青山千彰

和歌山工業高等専門学校 正員 久保利達

1) まえがき

理想材料からかけ離れた風化残積土の中を流動する水は、流動中に土の状態に何らかの不可逆的变化を与え、それが累積して斜面が劣化し、崩壊を招く結果となることが考えられる。このような事象が顕在化するには、一般にかなりの時間を要するものと考えられるが、数年といった比較的短期の場合もあるものと推定される。従来、このような現象は理論的扱いが困難で研究対象に選ばれることが少なかったが、著者らは、ここ数年、水の浸透を受ける風化残積土がいかなる変化を示すかを調べるための室内実験を行なって来た¹⁾。この現象は、自然斜面の中でも起っているものと考え調査を進めていたが、最近、その事実が明らかとなったのでここに報告するものである。

2) 水の浸透による土の状態変化¹⁾

土中を水が通過すると、水頭損失が起るわけであるから、水は、土に対して何らかの作用を及ぼしているはずである。その程度は土の性質と水の流速や動水勾配に支配されて変化するものと考えられる。

いま、図-1に示したの乱さないまま土試料に対して上部の流出面を直径4cmだけ開放し、下部から動水勾配10で水を流すと、図中のB部は浸透水で内部侵食され、粒度分布に変化をきたす。これによると、移動するのは主にシルト以下の細粒分であって、もともと粒度が不連続なまま土などに顕著に現われる。そして、流出した細粒分は出口に沈積して細粒分の薄層を形成する。すなわち、土層は、透水性の大きい流入口部(侵食部)と小さい流出口の部分(目詰り部)に分離することになる。

一方、土中の浸透水は間隙を通過する時、土粒子が移動すると、間隙の大きさの分布も変化をきたすことになるはずである。その変化を乱さないまま土試料について調べた結果は図-2のとうりである。これによると、透水開始時に存在していた $10\mu\text{m}$ のピークは、透水終了後 $1\mu\text{m}$ の所に移動することが明らかになった。図中には、透水係数から逆算した平均間隙半径を記入してあるが、上述の間隙分布曲線のピークの位置にほぼ一致している。

$0.1\mu\text{m}$ 以下の間隙は水の浸透に関与しない死空隙(Dead Pore)であって、透水前後でほとんど変化を示さない。以上のことから、透水によって影響を受ける空隙は $10\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ の範囲であることが明らかであり、これは移動する土粒子の直径よりやや小さくなる可能性がある。

図-3は、標準砂と乱さないまま土に対して動水勾配の増減を繰り返したときの透水係数の変化を示している。これによると、標準砂は、ほとんど透水係数が変化しないのに対し、また土では、1オーダーも減少して再び元に戻

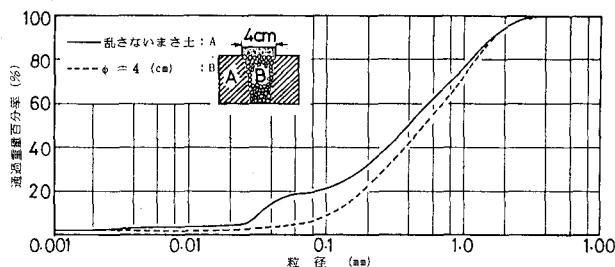


図-1 浸透水による土層の変化

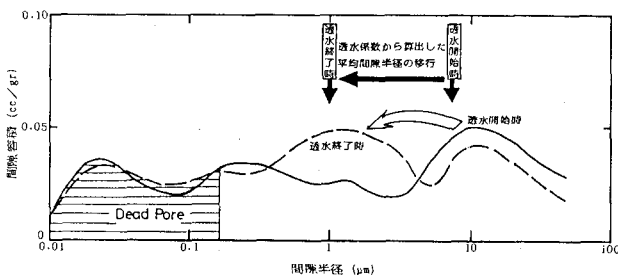


図-2 浸透水による間隙分布の変化

ることはいない。

3) 斜面の実態調査

昭和58年7月23日、島根県三隅町の花岡閃緑岩地帯に発生した斜面崩壊地を詳細に調査した。その一例を断面図で図-4に示した。この地域では、岩石の風化が著るしく、下部のL層からM層を経て極端に風化した道んだ赤色風化土(UR層)まで完全に崩壊しており、赤色風化土が殻となって、その下のM層を通過するすべり面が崩壊が生じている。

図-4の斜面は、地表面を薄い腐食層が覆い、その下には斜面の上部において赤色風化層が、中央より下部にかけて褐色の表土層がみられ、いずれの場所でも深度方向には、腐食土層(OR)、赤色風化土層(UR)(斜面下部では表土に変わる)、U層、M層の層序になっている。

図中のA地点では、表土層の下に風化層中に異質の淡赤褐色のシルト質粘土が土層のすき間と土粒子間隙を充填するような不規則な形態で分布していることが発見された。色調から見て、周囲の土層とは明らかに異なるが、斜面上部に存在する赤色風化土のそれに類似しており、上部から浸透水によって運搬され、堆積しているものと推定される。そこで、図中の目詰り部の粘土(A地点)と斜面上部の赤色風化土(B地点)において、採取した試料に対して物理、化学的性質を調べた結果、図中の表のとおりである。目詰り部の粘土の色調は赤色風化土のそれに比べてやや薄く、粒度は図-5のように粘土分に富み、窒素で測定した比表面積が大きくなっている。一方、赤色風化土の粘土鉱物はカオリナイトであるが目詰り粘土には非結晶物質しか存在しない。目詰り粘土の非結晶物質は酸化鉄が多いのが特徴である。一方、図中には斜面各部の透水係数を示してあるが、垂直方向の変化としては $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ cm/sec}$ であり、U~M層で最大を示すこと、また透水性は斜面上部が大きく、下部の目詰り部ではかなり小さくなっている。

以上のことから、この斜面では、雨水が浸透し、長年の内に赤色風化土中の非結晶物質の鉄分を粘土がコロイドの状態に移動させ、それが斜面下部を目詰りさせ、透水性を減少させて水が溜りやすくなっており、今回の豪雨による大きな水圧負荷で崩壊に至ったものと推定される。

このような目詰り粘土は、断層粘土と誤認されていた可能性があるが、文献にも同様の記述があり、今後、この観点からの説明が必要と考えられる。

参考文献 1) 西田一彦, 青山千彰: 乱さない土の土構造と透水による劣化現象について, オ20回自然災害シンポジウム, PP.373~376.
2) 青木滋, 他8名: 1978年5月18日妙高災害(1)-斜面崩壊について, 新潟大積雪研究年報第1号, PP.1~21.
3) 青山千彦, 他3名: 斜面切取に伴う地山崩壊の土質工学的検討, オ16回自然災害科学シンポジウム, PP.421~422.
4) 千本良雅弘, 他2名: 伊豆大島近海地震による阿津町見高入谷土山の地山崩壊, オ15回自然災害科学シンポジウム, PP.59~62.

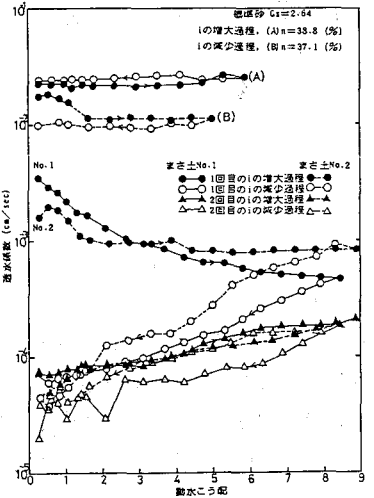


図-3 透水係数と動水勾配

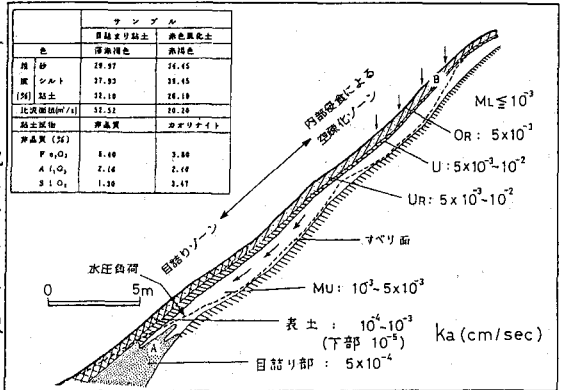


図-4 崩壊斜面の土層構成

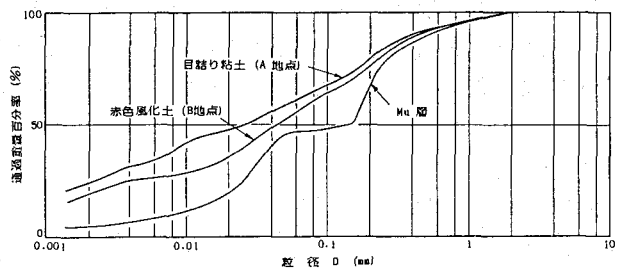


図-5 目詰り粘土の粒度分布

23)4) このような目詰り粘土は、断層粘土と誤認されていた可能性があるが、文献にも同様の記述があり、今後、この観点からの説明が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 西田一彦, 青山千彰: 乱さない土の土構造と透水による劣化現象について, オ20回自然災害シンポジウム, PP.373~376.
- 2) 青木滋, 他8名: 1978年5月18日妙高災害(1)-斜面崩壊について, 新潟大積雪研究年報第1号, PP.1~21.
- 3) 青山千彦, 他3名: 斜面切取に伴う地山崩壊の土質工学的検討, オ16回自然災害科学シンポジウム, PP.421~422.
- 4) 千本良雅弘, 他2名: 伊豆大島近海地震による阿津町見高入谷土山の地山崩壊, オ15回自然災害科学シンポジウム, PP.59~62.