

広島西部山系花崗岩風化土斜面の土層構造についての一考察

高知大学 農学部

笹原克夫

株式会社荒谷建設コンサルタント

小林公明

株式会社エイト日本技術開発

○ 小野秀史 丹下英雄

株式会社建設技術研究所

柳崎 剛

中電技術コンサルタント株式会社

荒木義則

復建調査設計株式会社

中井真司

国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所

松下一樹

1. はじめに

「斜面動態モニタリングに基づく斜面崩壊発生予知手法に関する研究」では、花崗岩風化土斜面を対象とし、人工降雨実験の実験結果をフィードバックさせ、実用的な降雨浸透モデルの構築と降雨に起因する斜面表層崩壊の発生予測手法の改良を目指している。現在、広島県廿日市市において、野外実験に着手しており、これに先んじて対象土層の野外調査（トレンチ調査）を実施した。

2. トレンチ断面と土層判定

土層判別は、貫入抵抗による識別、肉眼及び色彩色差計による識別を併用して行った。

(1) A層（表土および3次堆積物）

動的コーン貫入試験では $N_d < 1$ の値を示し、A層内の性状変化の識別は不能である。一方、山中式土壌硬度計指標値では、6~11cmの範囲で微細な変化が現れ

ている。これは、観察による土層の粗密状態や根系の分布状態の変化と概ね一致する。色彩色差計による明度指標も整合的である。A0層の識別は、肉眼観察にて行った。

(2) B層（B1~B3：崖錐性1・2次堆積物、残留部）

A層ーB層境界はGL-40cm付近にあり、層区間を対比すると、観測値の遷移に差異が見られる。

動的コーン貫入試験結果は、B1区間で $2 < N_d < 3$ 、B2区間で $3 < N_d < 4$ 、B3区間で $4 < N_d < 15$ となり、B2とB3の差異は明瞭に現われている。B1とB2では変化の傾向が現れてはいるが、差異は不明瞭である。

土壌硬度計指標値は、B1が8~10mm、B2が12mm前後、B3が14mm程度で、各層の識別が明瞭にできる。

色彩色差計の明度指標でも、深度100cmの値を除き、整合的な結果が得られた。

いずれの結果も、肉眼観察結果と整合対比される。

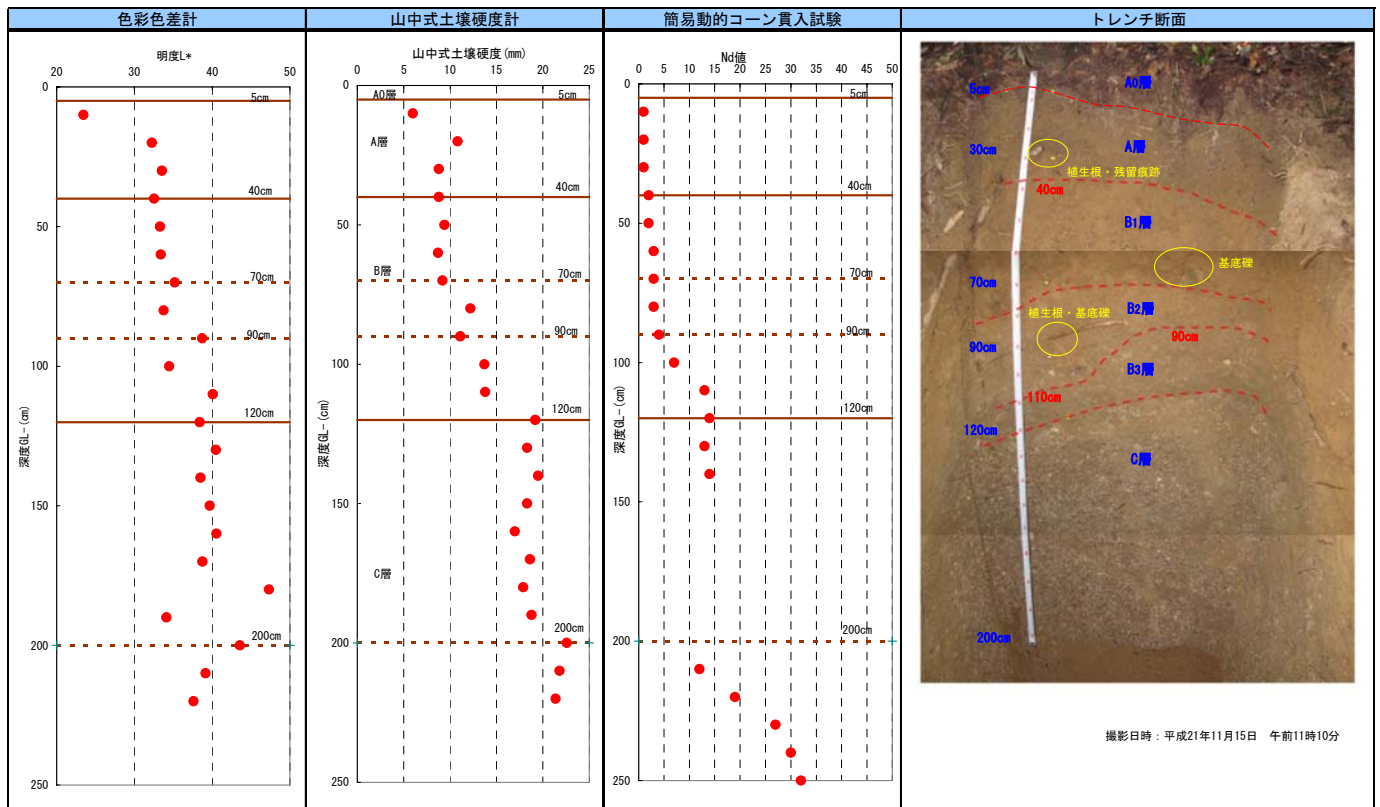


図1 トレンチ断面と現地試験結果

(3)C層 (C1・C2：基岩風化変質残留部)

動的コーン貫入試験では、GL-200cm程度までNd<15で、これ以深より値が連続的に増加し、GL-250cmで30<Ndとなる。土壤硬度計指標値では、GL-200cmの上下で計測値の差異が認められるが、各々の区間内では差異が少ない。C層における観測値の変化状態は、動的コーン貫入試験による結果が最も明瞭に表現できている。また、色彩色度計による明度の変化は不明瞭である。

3. 土層判定手法としての各試験の評価

今回の調査結果に基づき、各試験手法が有する長所・短所を以下に整理する。

(1)動的コーン貫入試験の長所と短所

長所：地表面からの調査であるため、対象土層の域的分布を知るためには良い。調査報告例が多く、他の力学試験結果との比較例も多い。土質定数の推定を行う上で利便性がある。

短所：表層土壌に対する貫入エネルギーが高いため、A層～B層の細分は困難または不能である。C層では、礫・玉石が存在する場合には正確な値が得られない。また周面摩擦抵抗の影響もある。

(2)山中式土壤硬度計指標の長所と短所

長所：簡便に使用できる。貫入エネルギーの大きさは、A～B層の土層構造の調査目的に適しており、比較的繊細な性状変化を捉えることができる。

短所：基岩近くの密な土質に対しては、貫入エネルギーが低い。基本的に水平方向での試験のため、試験に際しテストピットやトレンチ断面の形成が必要である。

(3)色彩色差計による明度指標の長所と短所

長所：特に花崗岩風化土のように構成鉱物種が限定される土層が対象である場合や、変質作用等による組成変化が明瞭に現われる土層の区分には適する。

短所：光学的観測手法のため、力学的情報は直接的には得られない。

土壤硬度計指標値とNd値との相関を図2に示す。原点に近い領域では、土壤硬度計指標値に対応するNd値は分解能が低く値が出ない。表層土層では、貫入エネルギーが大きいコーン貫入試験よりも、土壤硬度計を用いた識別の方が、土層区分に適応し易いといえる。

4. おわりに

区分すべき対象土層の土構造に対応して必要十分な貫入試験方法の選択が重要であることがわかった。今後は貫入試験値と深さ毎の浸透・保水特性との対比も行い、モデル境界条件への付与を行う予定である。

表1 土層識別判定結果

	各層の特徴	層境界の特徴
A0層	落葉・枝、腐植物および有機質土壌・砂	A ₀ -A層境界 構成物の種類、硬軟、色調、貫入抵抗等で明瞭に区分される。 境界面は必ずしも平滑面ではない。
A層	表土および崖錐性3次堆積物 中・細粒砂分の基質を主体とし、植生根およびその残留痕跡を包有する。 貫入抵抗は低い。	A-B ₁ 層境界 構成物の種類(植生根等)、貫入抵抗、密度、見かけ含水量にやや差が見られ、識別可能。 境界面は概ね平滑面である。やや上流側に傾斜している。
B1層	崖錐性2次、3次堆積物 花崗岩強風化土のうち、風化変質残留分が主体である。層の基底に移動再堆積した角礫(φ=10cm)あり。 植生根が存在し、貫入抵抗は相対的に低い。	B ₁ -B ₂ 層境界 層の境界は貫入抵抗・密度で識別され、色調にもやや差がある。B ₁ 層の基底礫付近の密度が高く、その下端でも識別可能である。 境界面は概ね平滑面である。
B2層	崖錐性1次、2次堆積物 基底に向かって、起源となる岩石組織を残した角礫分がやや多くなる。 植生根が見られる下端となっている。	B ₂ -B ₃ 層境界 層相が異なり、貫入抵抗および密度に明瞭な違いが見られる。また、植生根の有無にて識別ができる。 境界面の平滑性は保たれておらず、洗掘面(乱れた不整合面)が存在する。
B3層	原岩表層部の強風化残留部ないしは崖錐性1次堆積物 源岩組織を保存した角礫を有意に保存し、基質も変質程度の低い長石や石英を主とした粗粒分に富む。	B ₃ -C層境界 組織(層相)、構成物、色調、密度、貫入抵抗全てにおいて明瞭な相違があり、識別は容易である。 B ₃ 層の構成物は基盤岩に順ずるが、有色鉱物が完全に分解しており、組織の分解が著しく相対的に密度が低い。
C層	原岩(基岩：黒雲母花崗岩)の強風化変質残留部 被覆層と比較すると、堅硬で高密度な層相を示すが、岩石として評価した場合、構成鉱物の風化変質程度とこれに伴う組織の分解の進行程度は大きい。 黒雲母および一部の長石類は分解し、粘土鉱物に置換している。 マイクロクラックやマイクロシーティング等の岩石の変成(変形)過程に由来する構造的特徴が認められ、特にこれらの面構造の方向に剥離しやすい。	

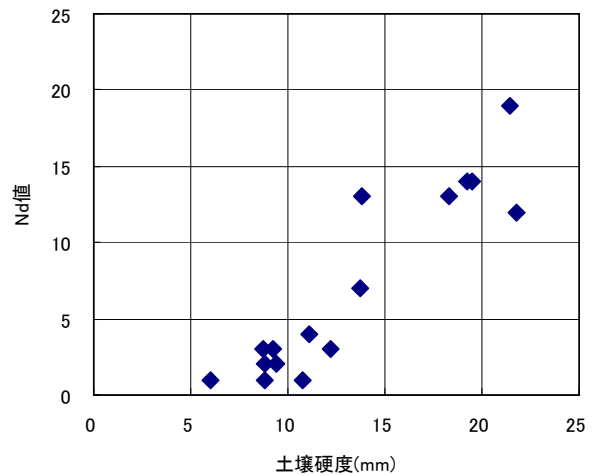


図2 土壤硬度指標値とNd値

謝辞：本研究の実施にあたり、野外調査地に関する便宜を頂き、また貴重な資料及びご助言を頂いた国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所担当者の各位に深く御礼申し上げます。

参考文献：

沖村・田中(1980)；一試験地における風化花崗岩斜面の土層構造と崩壊発生深さに関する研究. 新砂防 116. 7～16.