

関門層群堆積岩風化土の盛土材における締固めに伴う一面せん断強度特性

山口大学大学院	学	○上村恵巨
山口大学大学院	正	鈴木素之
ケイズラブ	正	河内義文
山口大学大学院	正	山本哲朗

1. はじめに 関門層群は、中生代白亜紀に形成された堆積岩層であり、図-1に示すように、その分布域は深層風化が進行しており、それに起因して低丘陵状の地形を呈している。近年、農地開発や道路の開設により大規模な切土工事が行われることも多く、切土斜面高さが15 mを超える場合、地すべり性の崩壊が頻発しており、また、その際に生じる残土の再利用が重要な問題となっている。本報告では、盛土材としての再利用を提案し、関門層群風下部において発生した地すべり性崩壊の現場より採取した試料について、締固め特性と締固め土の透水特性および一面せん断強度特性について検討した。

2. 現場概況 図-1に2003年3月17日の切土施工時に崩壊が発生した山口県豊田町の試料採取地点を示す。当現場の岩種は凝灰質頁岩および砂岩の互層であり、岩組織は観察できるものの脆弱化が著しい。微褶曲構造が観察され、非常に密に小断層が発達していたため、地質が不明瞭である。

3. 試験結果

3.1 物理特性 現場より採取した土試料の物理特性を調べるため、土粒子の密度試験、粒度試験および液・塑性限界試験を実施した。試験結果は、 $\rho_s=2.628 \text{ g/cm}^3$, $D_{\max}=11.25 \text{ mm}$, $D_{50}=0.025 \text{ mm}$, $F_c=67.3 \%$, $F_{\text{clay}}=27.0 \%$, $w_n=27.9 \%$, $w_L=51.0 \%$, $w_p=29.6 \%$, $I_p=21.4$, 土質分類はMH(高液性限界シルト)である。図-2に粒径加積曲線を示す。なお、含有鉱物は石英および白雲母である。

3.2 締固め特性 A-a法(乾燥・繰返し法)による締固め試験を実施した。試料は19.0 mmふるい通過、0.85 mmふるい通過(一面せん断試験の供試体に対する試料の許容最大粒径)させたものを用いた。図-3に締固め曲線を示す。19.0 mmふるい通過分の場合、最大乾燥密度 $\rho_{\text{dmax}}=1.547 \text{ g/cm}^3$, 最適含水比 $w_{\text{opt}}=24.1 \%$, また0.85 mmふるい通過分の場合、 $\rho_{\text{dmax}}=1.484 \text{ g/cm}^3$, $w_{\text{opt}}=25.7 \%$ の結果を得た。図-3より、繰返し試料を締固めるA-a法では、粒子破碎に起因する最大乾燥密度の増加と最適含水比の減少がみられた。

3.3 透水特性 図-3に透水試験結果を示す。今回用いた土試料は細粒分を含む土であるため、予想される透水係数を考慮して変水位透水試験を採用した。供試体はA-b法(乾燥・非繰返し法)による締固め法で作製した。供試体の飽和は負圧(-80 kPa)程度を2~3時間作用させた後、脱気水を供給した。19.0 mmふるい通過分では、 $w_{\text{opt}}=24.1 \%$ のとき、透水係数 $k=5.2 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$, $w=28.6 \%$ のときに最小値として $k=1.7 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ となった。また、0.85 mmふるい通過分では、 $w_{\text{opt}}=25.7 \%$ のとき $k=3.3$

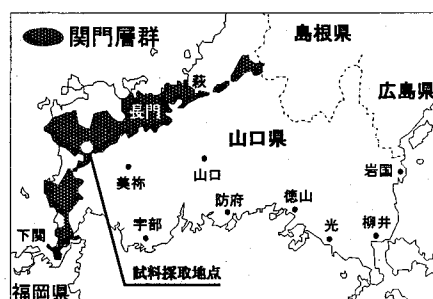


図-1 調査地点

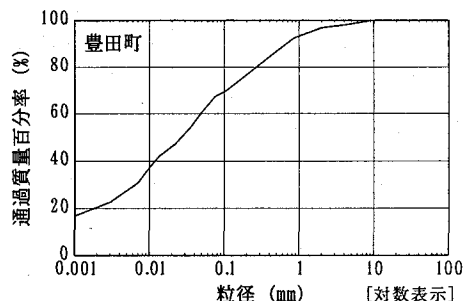


図-2 粒径加積曲線

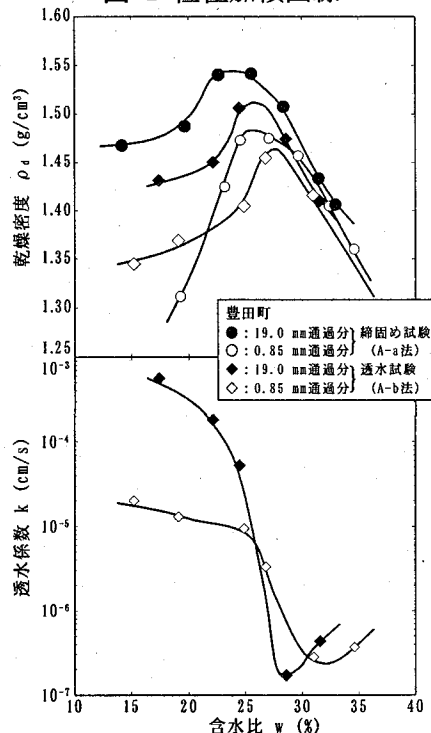


図-3 締固めおよび透水特性

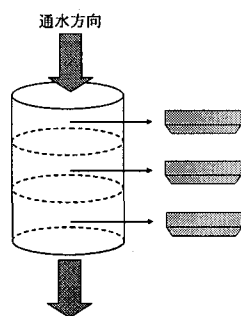


図-4 供試体作成方向

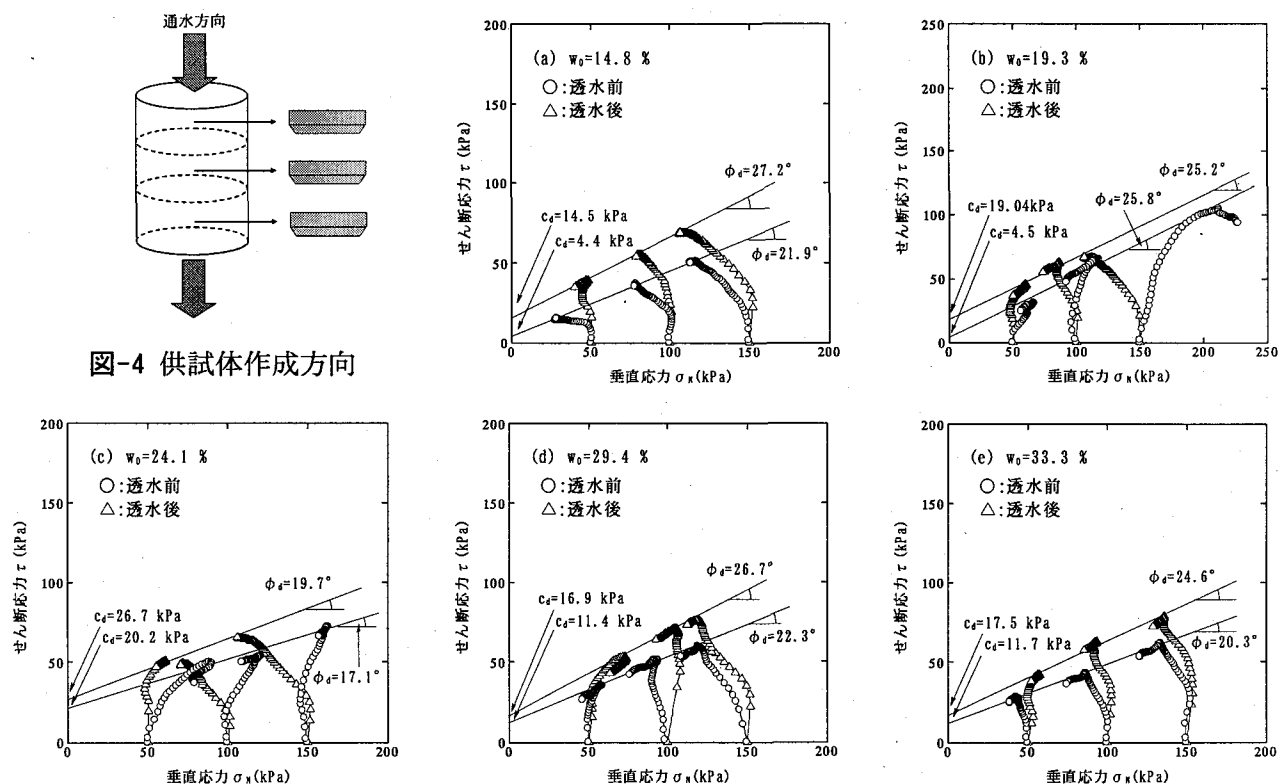


図-5 透水前後の強度特性の変化

$\times 10^{-5}$ cm/s, $w=31.0\%$ のときに最小値として $k=2.8 \times 10^{-7}$ cm/s となった. k は最適含水比よりやや湿潤側で最小値を示し, それより含水比が増加しても k の変化は少ないことを確認した.

3.5 強度特性 透水試験に用いた供試体に対して一面せん断試験を行った. また, 透水前後の強度変化を調べるために, 透水させない供試体に対しても同様の試験を行った. 透水させない供試体は, 透水試験に用いた供試体と同様の初期含水比に試料を調整し, A-b 法による締固めによって作製した. この際, 一面せん断試験の供試体は通水方向から垂直に切り出し法により供試体を作成した (図-4 参照). 試験は水浸状態で行い, 両試料ともに垂直応力 $\sigma_N=50, 100, 150$ kPa の下で圧密した後, せん断速度 0.1 mm/min で定圧せん断した. 図-5 (a) ~ (e) に試験結果を示す. $w_{opt}=24.1\%$ における透水後の供試体では, 粘着力 $c_d=26.7$ kPa, 内部摩擦角 $\phi_i=19.7^\circ$, 透水前の供試体では, $c_d=20.2$ kPa, $\phi_i=17.1^\circ$ となった. 通水による強度低下が予想されたが, 一面せん断試験結果から, 透水後の粘着力, 内部摩擦角ともに大きくなる結果を得た. この傾向は含水比に限らず, 各含水比においても同様の結果を示している. これらの原因として, 透水試験前の供試体の飽和度が低く, 通水により供試体の密度が増加したことが考えられる. 本試料は, 盛土材としての利用の際, 最適含水比付近で施工されることが一般的であるが, 今回の試料は最適含水比付近での強度変化が他の含水比と比較しても顕著に現れていることに注意を要す.

4. まとめ 透水係数は最適含水比 w_{opt} よりもやや湿潤側で最小値を示し, それより含水比が増加しても透水係数の変化は小さいという結果が確認された. 得られた透水係数は小さいことから, 止水材や遮水材などとして利用可能と考えられる. 締固め土の粘着力, 内部摩擦角は, とともに通水によって増加する傾向がみられた. この傾向は含水比に限らず同様であり, 通水による密度増加が原因の一つと考えられる.

参考文献

- 1) 渡辺邦男: 設計・施工上要求されるフィルダム盛土材料の性質, 土と基礎, Vol. 23, No. 5, pp. 43-50, 1975.
- 2) 地盤工学会編: 土質試験の方法と解説-第一回改訂版-, 2000.
- 3) 河内義文, 竹田直樹, 鈴木素之, 山本哲朗: 山口県豊田町の切土による斜面崩壊について, 自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集, 第 28 号, pp. 43-46, 2004.