

関門層群堆積岩風化土の締固め・透水特性

山口大学大学院 学 ○上村恵巨
 山口大学工学部 正 鈴木素之 山本哲朗
 元山口大学大学院 学 竹田直樹
 ケイズラブ 正 河内義文

1. はじめに 関門層群は、図-1 に示すように、山口県北西部～南西部に広く分布し、中生代白亜紀に形成された脇野・下関の 2 亜層群に区分される。その分布域は深部まで風化が進行しており、低丘陵状の地形を呈し、切土斜面高さが 15 m を超えると、地すべりや斜面崩壊が頻発しているのが大きな特徴である。本文では、関門層群堆積岩風下部における道路建設に伴う切り土や地すべり性崩壊の対策として施工される排土工で生じる残土を堤体材料として利用するため、代表的試料の物理特性と締固め・透水特性について検討した結果について述べる。

2. 試料採取地点 2003 年 3 月 17 日に山口県豊田町（現、下関市）にて発生した斜面崩壊の状況を写真-1 に示す。当現場は、微褶曲構造が観察され、非常に密に小断層が発達しているため、地質構造が非常に不明瞭となっている。この地域の関門層群は深層まで強い風化を受けており、脆弱化が著しい。崩壊規模は長さ 12 m、幅 10 m である。その後、崩壊は拡がり、幅 20 m に至った。

3. 土試料の物理的性質および締固め特性

3.1 物理試験結果 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。その結果を表-1 に示す。また、粒径加積曲線を図-2 に示す。細粒分含有率 $F_c=67.3\%$ 、自然含水比 $w_n=27.9\%$ と高い。この土試料は土質分類上で MH（高液性限界シルト）に分類される。また、含有鉱物は石英、白雲母である。

3.2 締固め特性 土試料の締固め特性を調べるため、締固め試験 A-a 法（繰返し法）を実施した。図-3 に締固め曲線を示す。試料は 19.0 mm ふるいおよび 0.85 mm ふるいを通過させた試料を用いた。比較のため、美祢市、豊北町（現、下関市）で採取した土試料の締固め曲線を示している。本試料は他の試料と比較して、最大乾燥密度 ρ_{dmax} が小さく、最適含水比 w_{opt} が大きな値を示していることがわかる。

3.3 締固め後試料の粒度試験特性 図-4 に締固め試験前後での試料における粒度試験の結果を示す。19.0 mm ふるい通過分では、細粒分含有率の増加がみられた。これは締固めによる粒子破碎によるものと考えられる。

4. 変水位透水試験

4.1 透水試験方法 変水位透水試験に用いる供試体は締固め試験 A-b 法（非繰返し法）により作製した。試験前に作成した締固め曲線をもとに、

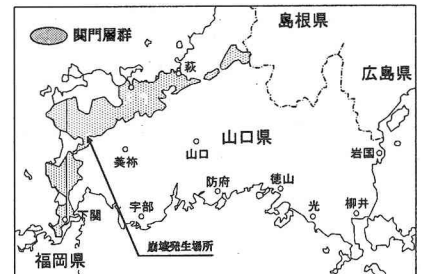


図-1 関門層群分布図

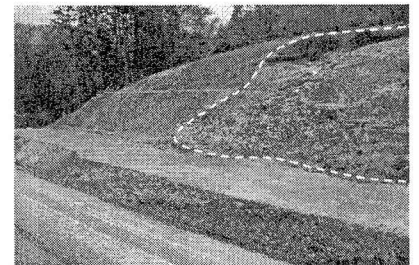


写真-1 試料採取地点

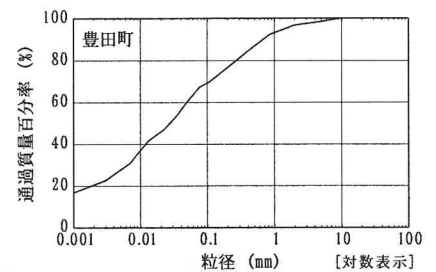


図-2 粒径加積曲線

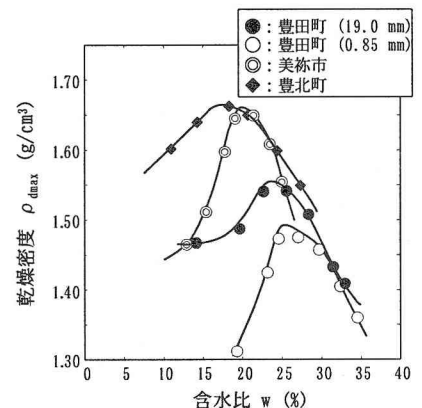


図-3 締固め特性

表-1 土試料の物理定数

試料	ρ_s (g/cm³)	D_{max} (mm)	D_{50} (mm)	F_c (%)	F_{clay} (%)	w_n (%)	w_L (%)	w_P (%)	I_P	土質分類
豊田町	2.628	11.25	0.025	67.3	27.0	27.9	51.0	29.6	21.4	MH

供試体の初期含水比および質量を調整した。供試体の飽和度を高めるため、真空ポンプを用い、3 時間程度脱気し、貯水槽に貯えた脱気水を通水した。スタンドパイプは、土試料の透水性に応じて直径 5.0 cm、2.0 cm、0.5 cm のものを使い分けた。同供試体において 3 回以上測定を繰返し、試験結果は温度 15℃ に対する透水係数とする。

4.2 試験結果と考察 図-5 に透水試験結果を示す。締固め試験結果(図中記号：●および○)，透水試験に用いる供試体を作製する締固め試験結果(図中記号：◆および◇)を示している。両試験での締固め曲線に相異がみられる。これは、締固め試験では A-a 法、透水試験に用いる供試体作製では A-b 法と分けているため、3.3 の結果と同様に、粒子破碎の影響により、最大乾燥密度が大きく、最適含水比が小さな値を示したものと考えられる。この傾向は既往の研究結果とほぼ一致する。19.0 mm ふるい通過分での各含水比における透水係数 k の値を表-2 に示す。 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 の変化は小さい。また、 k は最適含水比付近で急激に変化している。美祢市および旧豊北町の k の範囲を比較してみると、既往の研究において示された粒度特性と透水係数の関係から、美祢市は $1.0 \times 10^{-7} \sim 5.0 \times 10^{-4}$ cm/s、旧豊北町は $1.0 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-6}$ cm/s の範囲にあると推定される。これより、本試料の k は非常に小さな値を示すことが分かる。

5. 結論 本研究で得られた知見は以下のようなものである。

- (1) 本試料は締固めによる粒子破碎を起こし、細粒分含有率が増加する。このことが最大乾燥密度の増加と最適含水比の減少にも影響するため、堤体などの材料に利用する場合十分考慮する必要がある。
- (2) 透水係数 k 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 k の変化量は小さい結果が確認された。
- (3) 透水係数 k は、地盤の透水性の評価などに用いられる。今回得られた値は小さいことから、本試料は止水材や遮水材などとして利用可能と考えられる。今後、透水性のみでなく強度や圧縮性を検討する予定である。

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.

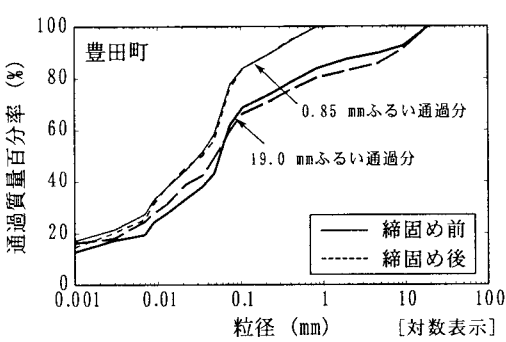


図-4 締固め後の粒径加積曲線

表-2 透水試験結果

w (%)	k (cm/s)
17.4	5.6×10^{-4}
22.2	1.8×10^{-4}
24.5	5.2×10^{-6}
28.6	1.7×10^{-7}
31.6	4.3×10^{-7}

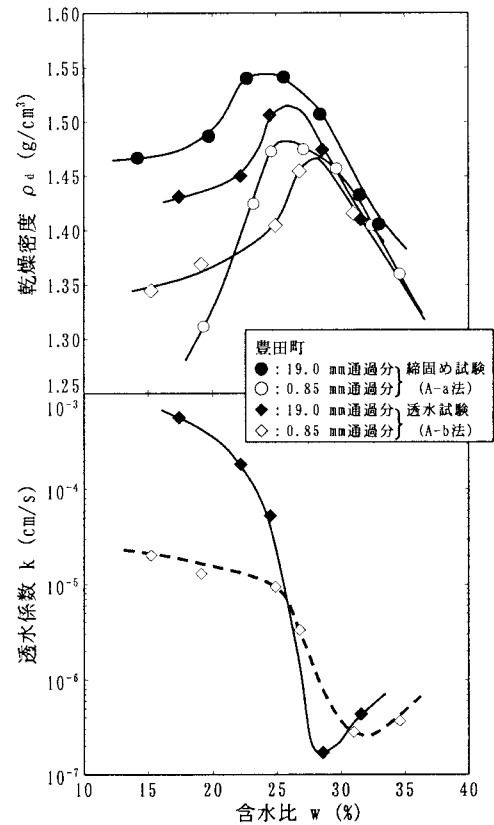


図-5 含水比と乾燥密度および透水係数の関係