

砕石屑のドレーン材としての適性に関する基礎的研究

関西大学大学院 学生員 ○稲葉 真一
 関西大学大学院 学生員 富谷 昌義
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦
 関西大学工学部 正会員 西形 達明

1. はじめに

砕石の製造過程で発生する砕石屑はシルトや粘土質の細粒分を含んでおり、これらの細粒分は未利用のまま産業廃棄物として処理されている¹⁾。一方、サンドドレーン工法に利用される粒径の揃った川砂や海砂は、近年環境保護の問題などにより入手が困難になってきた。そこで、上記の砕石屑の有効利用法として、サンドドレーン工法のドレーン代替材としての適用を目的とした基礎的なモデル実験を行い、とくに、ドレーンと粘土部の目詰まりに注目して砂と比較することでその有効性について評価した。

表-1 試料の物性

	原砕石屑	砂	砕石屑粗粒	砕石屑細粒	笠岡粘土
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.83	2.68	2.82	2.84	2.48
透水係数 k (cm/s)	5.7×10^{-4}	1.9×10^{-3}	2.9	5.0×10^{-6}	1.0×10^{-7}
内部摩擦角 ϕ (°)	40	33	42	40	-
液性限界 w_L (%)	-	-	-	24.9	64.91
塑性限界 w_P (%)	-	-	-	14.8	37.09
塑性指数 IP	-	-	-	10.1	27.82

2. 使用した実験材料

今回用いた試料の物性値を表-1に、ドレーン材の粒度分布を図-1に示す。なお、ドレーン材には砂の他に砕石屑を2mm以上にふるい分けした砕石屑粗粒と、生産されたままの原砕石屑の2種類を用いた。また、Sherard²⁾らはフィルター材の目詰まりについて考察しており、周辺粘土の85%粒径(d_{85})とドレーン材の15%粒径(D_{15})の関係から、目詰まりの生じる領域、境界領域、目詰まりの生じない領域の3領域に分けて判定する方法を提案している。また、谷口ら³⁾も同様の研究を行っている。それによると、砕石屑粗粒は目詰まりの生じる領域、砂と原砕石屑は目詰まりの生じない領域に相当する。なお、砕石屑に含まれる細粒分は、粘土試料とほとんど同じ粒径であるが、粘土に比べ塑性が非常に小さいことから、粒径が小さいわりに透水性は低くない。これが砕石屑の特性の1つである。

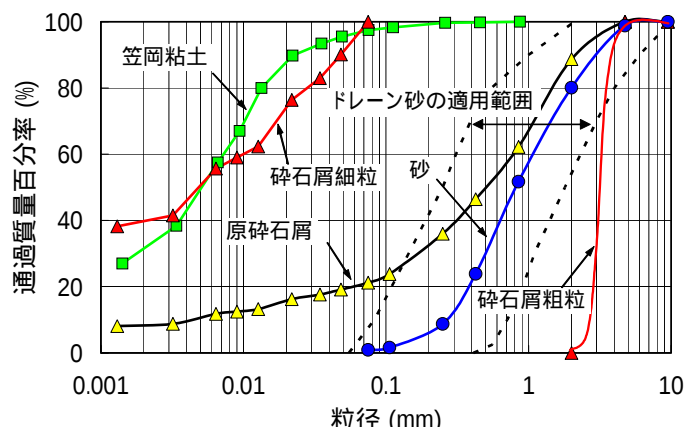


図-1 粒度分布図

3. 実験条件および実験方法

図-2に実験装置の概要を示す。土層内に、笠岡粘土を含水比80%に水分調整をし、厚さ20cmの軟弱粘土地盤を形成し、直径24cm、高さ20cm、間隙比0.7の鉛直ドレーンを粘土地盤の中央部に打設した。また、粘土から排水層への鉛直方向の排水を阻止するために不透水性のパラフィンを粘土上に敷設した。そして、本研究ではドレーン体と粘土の境界付近に間隙水圧計を設置し、間隙水圧の測定結果を通して目詰まり現象のメカニズムの解明を行った。

4. 実験結果

図-3にドレーンから最も遠い場所A点における過剰間隙水圧の経時変化を示す。原砕石屑ドレーン打設地盤と砂ドレーン打設地盤は、ほぼ同等に過剰間隙水圧の消散が大きく遅れていることがわかる。

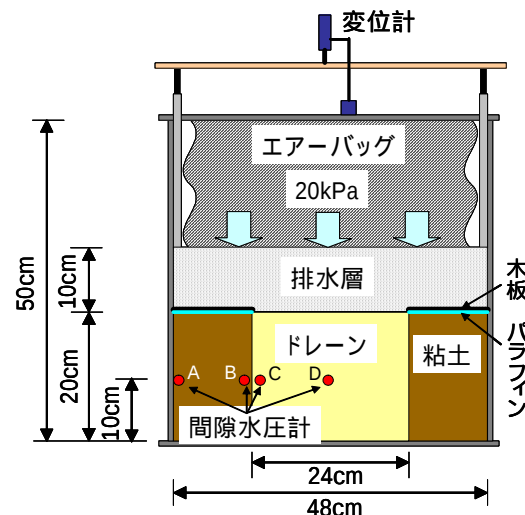


図-2 実験装置概要図

砕石屑、ドレーン、目詰まり

関西大学地盤工学研究室 〒564-0073 吹田市山手町 3-3-35 TEL06-6368-0898

原碎石屑ドレーン打設地盤と砂ドレーン打設地盤は、ほぼ同等に過剰間隙水圧が消散しているが、碎石屑粗粒ドレーン打設地盤は過剰間隙水圧の消散が大きく遅れていることがわかる。これより、目詰まりの影響で圧密に遅れが生じていると考えられる。図-4にドレーン内部のC点の過剰間隙水圧を示す。碎石屑粗粒の場合、ドレーン部の値の上昇が見られる。また、圧密の過程における粘土地盤の過剰間隙水圧の分布について経過時間ごとの変化を図-5に示す。原碎石屑と砂の場合、圧密初期では、ドレーンの中では過剰間隙水圧はほとんど発生していないことがわかる。これより、ドレーンの排水機能が十分に発揮されていると考えられる。一方、碎石屑粗粒では圧密初期からドレーンに過剰間隙水圧が発生している。また、圧密開始から30分後の粘土地盤とドレーンの境界部についてみると、原碎石屑や砂は圧密初期と同じように粘土地盤からドレーンにかけて急激に過剰間隙水圧は減少するが、碎石屑粗粒では粘土地盤で減少する一方、ドレーン部においても間隙水圧の発生が見られる。さらに、2000分後についてみると、A点では碎石屑粗粒の過剰間隙水圧が原碎石屑や砂を上回った。

5. 圧密終了後の評価

圧密後のドレーンの細粒分含有率を図-6に示す。碎石屑粗粒ドレーンの場合、細粒分は高い値を示し、多量の粘土粒子の侵入が目詰まりを起こしていることを示している。また、砂ドレーンの場合でも少量の粘土侵入がみられる。一方、原碎石屑ドレーンの場合は圧密前より減少していることから粘土の侵入量はなく、むしろ排水にともなって碎石屑中の細粒分の流出があることを示している。これより、碎石屑粗粒ドレーンの場合では、大幅な粘土粒子による目詰まりが起こり、Sherardらの目詰まり判定は有効であるが、目詰まりの生じないとされる砂の領域であっても厳密にいうと少量の目詰まりが生じる可能性があることがわかった。しかし、砂の場合、その目詰まりはドレーンの機能に著しく影響するほどのものではない。また、原碎石屑では、粘土粒子の侵入による目詰まりはほとんど起らず、また必要な透水性は保持しているため、ドレーン材の機能を発揮するものと考えられる。

参考文献)

- 1) 西田一彦, 佐々木清一, 久保井利達: 碎石粉の土質安定処理への有効利用について, 日本材料学会誌, 材料, Vol.40, No.459, pp.1273-1277, 1991.
- 2) James L. Sherard: Filters for Silts and Clays, ASCE(GE), vol.110, No.6, pp.701~718, 1984.
- 3) 谷口清, 他: サンドドレーン代替材についての性能評価実験, 第3回地盤改良シンポジウム発表論文集, pp.23~26, 2000.

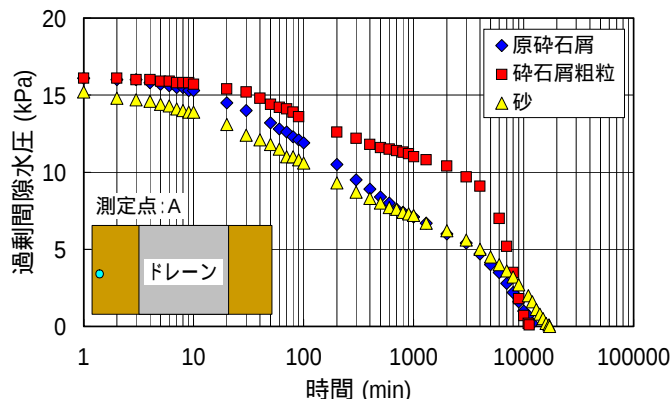


図-3 A点の過剰間隙水圧

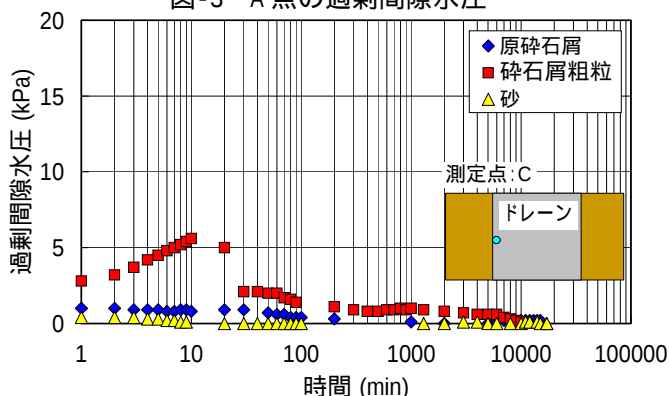


図-4 C点の過剰間隙水圧

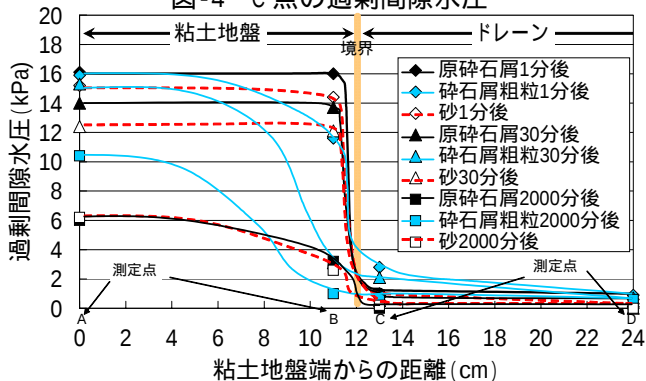


図-5 粘土地盤の水圧分布

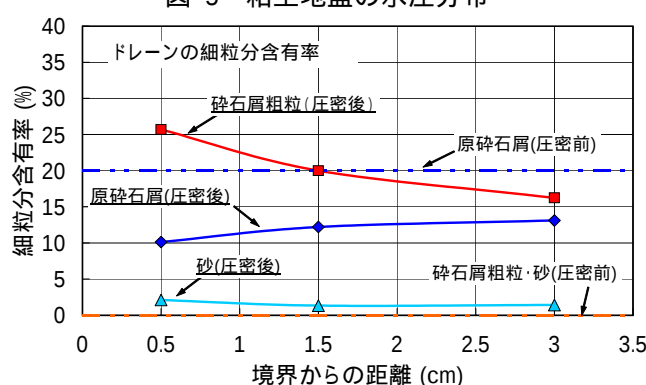


図-6 細粒分含有率