

関西大学大学院 学生員 ○稲葉 真一
関西大学 正会員 西田 一彦
関西大学 正会員 西形 達明
生駒市 正会員 立田 良雄
関西大学大学院 学生員 富谷 昌義

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、近年サンドドレン工法に用いる砂が不足し、軟弱地盤の改良工事に支障をきたす恐れがあると危惧されている。そこで、上記の砕石屑の有効利用法として、サンドドレン工法における砂の代替材としての適用を目的として基礎的なモデル実験を行い、その有効性について検討を行なった。本報告ではとくに、軟弱地盤の予圧密の影響が砕石屑ドレンの圧密効果に及ぼす影響について評価を行った。

2. 圧密モデル実験

バーチカルドレン材として砕石屑の他に、比較のため砂を用いた実験も実施した。その方法は、土槽内に初期含水比を80%に調整した笠岡粘土を深さ30cmまで投入して、軟弱粘土地盤を作成した。図-1に示すように、圧密実験中はモデル地盤上部に設置した変位計により地盤全体の平均的な圧密沈下量を測定した。また、軟弱粘土地盤の深さ方向に10cm間隔の3ヶ所で、間隙水圧および水平土圧を測定した。さらに、ドレン部および軟弱地盤部の上部と底部において鉛直土圧を測定した。なお、これらの土圧の測定には水圧置換型測定器を用いた。また、表-1、2に実験条件を示し、実験で用いた試料の物性値を図-2に試料の粒度分布を示す。表-2より砕石屑の内部摩擦角は砂に比べてわずかに高くなっている。また、砕石屑の透水係数は砂より若干低くなっている。これは、砕石屑の細粒部の含有率が高いため、透水性に影響を与えているからであると思われるが、軟弱地盤に比べて十分大きいものであることから、排水材として支障をきたすほどのものではないと考える。なお、圧密荷重はStep1の10kPaとし、

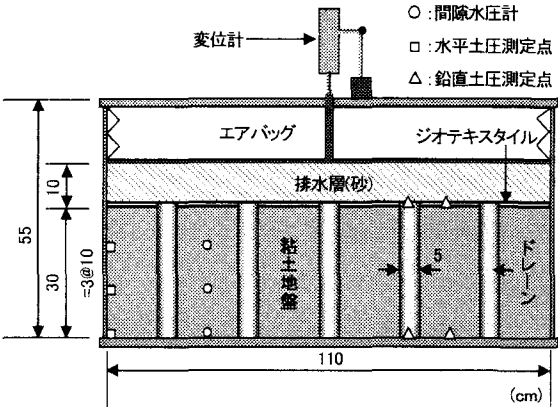


図-1 実験装置概略図

表-1 実験条件

ドレン材	打設間隔	圧密荷重	先行圧密荷重	荷重増分
砕石屑 (Step1) (Step2)	n=4	10kPa	0kPa	10kPa
砂 (Step1) (Step2)		20kPa	10kPa	
		10kPa	0kPa	
		20kPa	10kPa	
無	－	20kPa	0kPa	20kPa

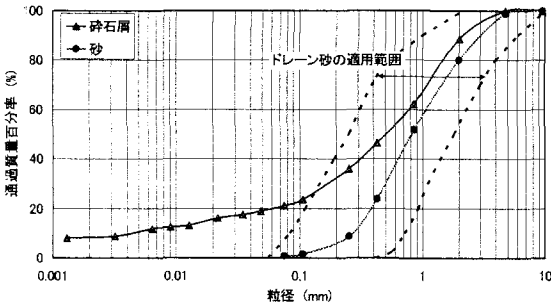


図-2 粒度分布

表-2 試料の物性

	砕石屑	砂	軟弱地盤
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.83	2.68	2.48
内部摩擦角 ϕ (°)	40	30	-
50%通過粒径 D_{50} (mm)	0.5	0.8	0.005
透水係数 k (cm/s)	5.0×10^{-4}	5.0×10^{-3}	1.0×10^{-7}
液性限界 w_L (%)	-	-	64.91
塑性限界 w_P (%)	-	-	37.09

Step2 では 20kPa とする 2 段階で行った。その目的は含水比の高い Step1 と含水比の低い Step2 の改良効果を調べることにある。

3. 実験結果

地盤全体の圧密沈下量の経時変化を図-3 に示す。まず Step2 に着目すると、碎石屑ドレーンには砂ドレーンとほぼ等しい圧密促進効果を示している。

Step1 においては、碎石屑ドレーンと砂ドレーンを比較すると、碎石屑ドレーンは砂ドレーンより圧密を促進しているといえる。その理由を説明するために、碎石屑、砂の両方の試料を供試体として用いて行った三軸試験の結果を図-4 に示す。碎石屑は砂と比べて破壊強度が高いものの破壊時の軸ひずみが大きくなっている。このことが応力分担現象の発生に影響を与えていたものと考えられる。そこで、図-5 に応力分担比とひずみの関係を示す。碎石屑ドレーンを用いた場合ピークを迎えるまでのひずみが大きい。ここで、応力分担比がピークを迎えその後減少することは、ドレーンの破壊が一つの原因として考えられる。ひずみが小さい時には、碎石屑ドレーンを打設した地盤は砂ドレーンの場合と比べると、応力分担比が小さくなっている。圧密速度の差はこの差によって引き起こされると考えられる。このため碎石屑ドレーンを打設した地盤は圧密初期においては、応力分担現象が発生しにくい。そのため砂ドレーンと比較すると、粘土部分に応力が作用しやすくなり、圧密を促進させていると考えられる。

4. 圧密終了後の地盤評価

圧密終了後の地盤において、含水比試験・コーン貫入試験および載荷試験を行った。表-3 に示す含水比試験、コーン貫入試験の結果より、碎石屑ドレーンと砂ドレーンでは、有意な差は生じず、ほぼ同等の改良効果が得られたといえる。図-6 の載荷試験において、面積率の低い場合では、碎石屑ドレーン、砂ドレーンともに同程度の粘土地盤の支持強度を得られた。しかし、面積率 100% (ドレーンのみ) の場合では、碎石屑の極限支持力が砂を上回っている。これは、表-1 に示す碎石屑と砂の強度特性の違いによるものである。

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.

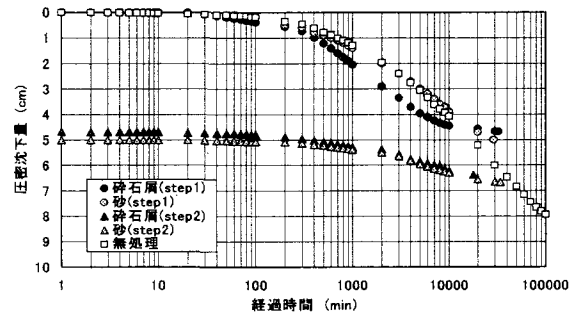


図-3 圧密沈下曲線

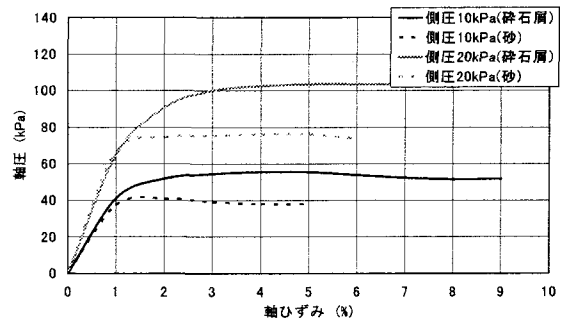


図-4 三軸試験結果

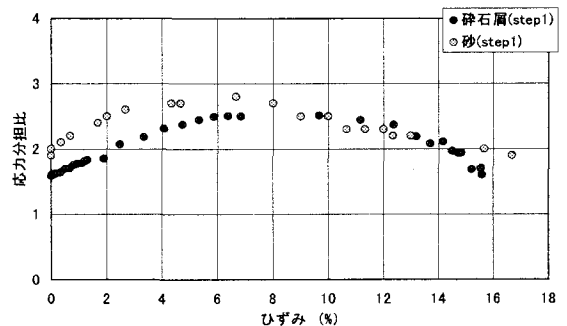


図-5 応力分担比

表-3 含水比とコーン指数

	含水比 (%)	コーン指数 (kPa)
碎石屑ドレーン (n=4)	57.2	28.3
砂ドレーン (n=4)	58.8	23.4
無処理	57.8	27.3

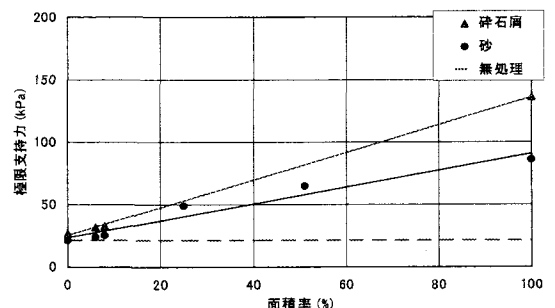


図-6 極限支持力