

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
 関西大学大学院 学生員 立田 良雄
 関西大学大学院 学生員 ○富谷 昌義

1. 目的

碎石の製造過程で発生する碎石屑はシルトや粘土質の細粒分を含んでおり、とくにこの細粒分は大阪周辺において年間約 32 万トンもの量が排出され、未利用のまま産業廃棄物として処理されている¹⁾。そこで、細粒分を含む碎石屑の有効利用法として、サンドドレーン工法における砂の代替材料として利用することを考え、その基礎的実験から碎石屑のドレーン材への適用性を検討するものである。

2. 実験方法

碎石屑のドレーン材としての適性を検討するため、碎石屑と比較のために砂をドレーン材とした実験を実施した。図-1 にモデル実験装置の概略図を示す。実験には内径 1100mm、深さ 500mm の円筒形土槽を用いた。土槽内に含水比を 80% に水分調整した笠岡粘土を深さ 300mm まで投入し、軟弱粘土地盤を作成した。その後、地盤内に径 50mm のドレーンを打設し、地盤上には排水層として厚さ 100mm の砂層を敷設した。なお、この排水層と軟弱地盤の混合を避けるため、両者の間にジオテキスタイルを敷設した。ジオテキスタイルはニードルパンチ製の不織布で、厚さ 2.46mm、透水係数 0.59cm/s のものを用いた。上部からの载荷はエアバッグで 20kN/m^2 の圧力を作用させ、ほぼ一次圧密が終了するまで軟弱地盤の圧密を行なった。

圧密実験中は軟弱粘土地盤内の深さ方向の 3 ヶ所で間隙水压と水平土圧を測定し、さらにはドレーン部および粘土部のそれぞれについて上下端部の鉛直土圧を測定した。また、変位計により地盤全体の平均的な沈下量の測定を行なった。これら実験に用いた土質材料の物性値は表-1 に示すとおりである。また、図-2 は各材料の粒径加積曲線を示したものである。碎石屑は砂と比較して細粒分を多く含んでいるが、その透水係数にそれ程大きな違いは見られない。したがってこの点においては碎石屑はドレーン材として十分使用可能であると考えられる。

ドレーンの打設方法は正三角形配置とし、打設間隔はドレーン中心間距離 190mm と 380mm の 2 種類とした。そして、ドレーン打設時における間隙比は碎石屑および砂のいずれ場合も 0.7 とした。

圧密実験終了後には改良地盤の含水比測定、含水比試験はドレーン周辺部から 20mm おきに試料を採取して行なった。コーン貫入試験は含水比試験と同じ位置において実施した。また、载荷試験では大きさの異なる 7 種類の载荷板を用い、ドレーン部と粘土部の面積比が異なる条件で改良地盤の支持力を測定した。

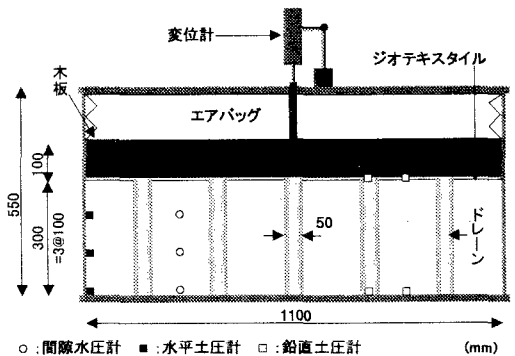


図-1 実験装置概略図

表-1 土質材料の物理的性質

	碎石屑	砂	笠岡粘土
密度 ρ_s (g/cm^3)	2.83	2.68	2.48
50% 粒径 D_{50} (mm)	0.5	0.8	0.005
透水係数 k (cm/s)	3.0×10^{-4}	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-7}
液性限界 w_L (%)	—	—	64.91
塑性限界 w_p (%)	—	—	37.09

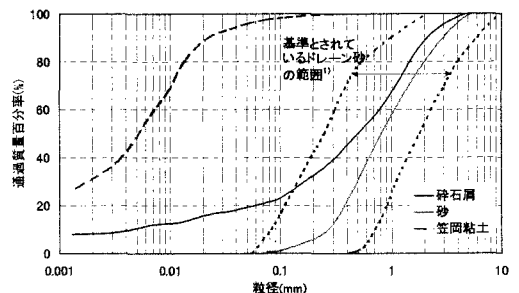


図-2 粒径加積曲線

3.実験結果

図-3は圧密沈下量の経時変化を示したものである。ドレーン打設間隔にかかわらず、砕石屑ドレーンの場合、一次圧密の終了までに要する時間は砂ドレーンの場合よりも短く十分な圧密促進効果を有するといえる。

図-4は粘土地盤内の深さ 300mm の位置における水平土圧の経時変化を示したものである。砕石屑ドレーンの場合、砂ドレーンよりも速く水平土圧が減少しており、このことから砕石屑には砂と同等あるいはそれ以上の圧密促進効果を有するといえる。この水平土圧と同じく実験中に測定された粘土部下端部における鉛直土圧から、静止土圧係数 K_0 を算出した。図-5は粘土地盤内の深さ 300mm の位置における K_0 の経時変化を示したものである。いずれの実験においても、 K_0 は圧密の進行にともない、0.5 に近づいている。一般に、安定した粘土地盤における K_0 は 0.5 程度といわれており³⁾、本実験においてドレーン工法による圧密進行に伴って粘土地盤が安定化していることがわかる。

実験終了後の含水比試験およびコーン貫入試験により得られた結果のうちドレーンから最も離れた点における値を表-2に示す。この図からドレーン材の種類によらず同程度に軟弱地盤が改良されていることがわかる。载荷試験の結果を図-7に示す。砕石屑の場合の極限支持力は砂に比べてはるかに大きい値を示している。さらに载荷試験の結果から得られた極限支持力と面積比の関係を図-8に示す。面積比が小さい場合、すなわち改良粘土地盤そのものの支持力はドレーン材の種類に関係なく同程度であるにもかかわらず、ドレーン部の占める面積比が大きくなると砕石屑ドレーンの支持力が非常に高くなる。これは、砕石屑そのものが持つ強度特性に由来しているものと考えられる。したがって、今後は砕石屑の強度特性を詳細に調べる予定である。

表-2 改良地盤の含水比およびコーン指数

	w (%)	q_c (kN/m ²)
砕石屑(190mm)	55.3	16.1
砕石屑(380mm)	58.9	16.1
砂(190mm)	56.8	21.1
砂(380mm)	58.4	18.6

参考文献

- 1) 久保井利達：砕石粉の土質安定処理への有効利用に関する研究，関西大学博士論文，p3，1998.5.
- 2) 日本材料学会土質安定材料委員会：地盤改良工法便覧，日刊工業新聞社，p.284，1991.7.
- 3) 松尾稔，富永眞生：土質工学基礎叢書 7「土圧」，鹿島出版会，p32，1976.3.

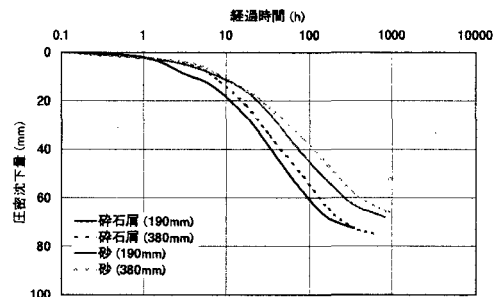


図-3 圧密沈下量

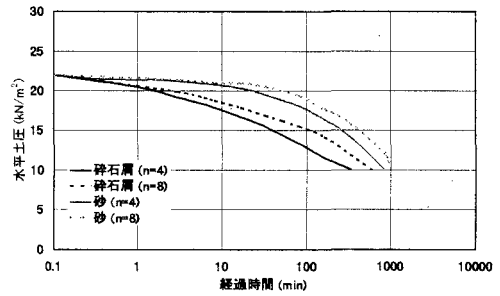


図-4 水平土圧

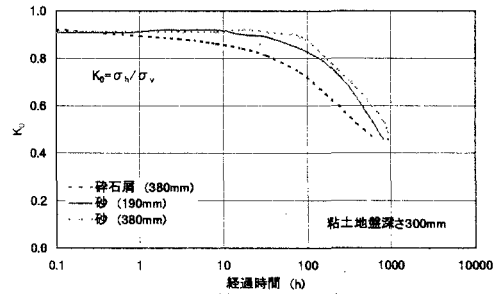


図-5 静止土圧係数

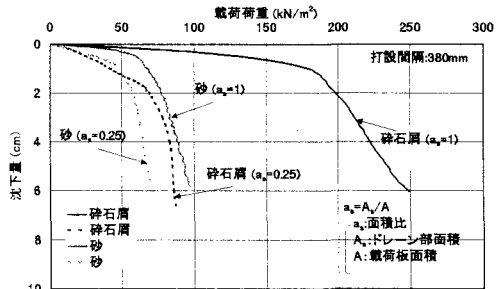


図-6 荷重-沈下曲線

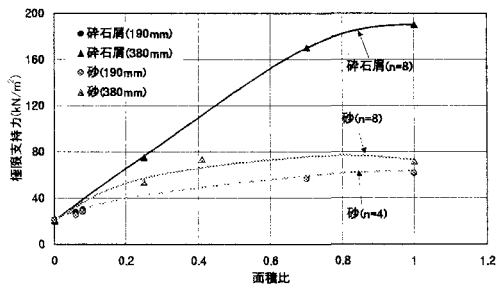


図-7 極限支持力