

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
京都市 正会員 西川 幸樹
関西大学工学部 学生員 ○立田 良雄

1. はじめに

近年の土木工事における砕石の利用の増加に伴って、その製造過程に砕石屑が多量に排出され、環境的にも問題となっている。これらの砕石屑の有効利用は工学的にも非常に有用なことである。そこで、砕石屑を砂ドレーン材の代替として有効利用しうる可能性を検討するためにドレーン工法のモデル実験を行った。さらに、ドレーン柱体の支持力を高めるために、砕石屑柱体にセメントを混入したモデル実験も行い、それぞれの軟弱地盤の改良効果について評価を行った。

2. 試料の特性

本研究では、ドレーン材としては砕石屑の他に比較として砂の場合についても実験を行った。また、軟弱地盤には笠岡粘土を用いた。これらの材料の物理的性質を表-1に示す。砕石屑は笠岡粘土に比べて透水係数が非常に高く、図-1に示す粒度曲線を見ても砂分を多く含んでいることから、砕石屑はドレーン材として十分使用しうるものと考えられる。図-2は砕石屑の透水試験を約2週間継続して行った結果を示したものである。砕石屑にセメントを4%添加(質量比)した場合には、透水性は若干低下するようであるが、オーダーとして変化するものではない。

3. 実験方法

図-3はモデル実験に用いた円形土槽および計測器の配置状況を示したものである。本実験では笠岡粘土を初期含水比約80%に水分調整して、深さ30cmの軟弱地盤を土槽内に作成した。粘土地盤形成後、直径5cm、高さ30cmのドレーン柱体を図-4に示すような配置(19cm間隔)で打設し、上部には排水層として厚さ10cmの砂層を敷設した。ただし、実験手続き上、粘土地盤と砂層を分離させるために、それらの間にジオテキスタイル(ニードルパンチ製の不織布)を設置した。さらに、上部からエア55バッグにより19.6kPaの荷重を作らせて2週間圧密させた。

実験中は、図-3に示す、上部の変位計を用いて粘土地盤の圧密沈

下量を測定するとともに、間隙水圧計および土圧計によってドレーン柱体による粘土地盤の圧密促進効果や粘土地盤内の応力状態の計測を行った。以上の条件のもとで、セメント添加率0%および4%の砕石屑と砂柱体の3種類のドレーン材料について実験を行った。実験終了後、軟弱地盤部の含水比の測定およびコーン貫入試験を行い、地盤の改良効果について検討した。

表-1 実験材料の物理的性質

	砕石屑	砂	笠岡粘土
比重Gs	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)	1.0×10 ⁻¹	0.7×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻⁷

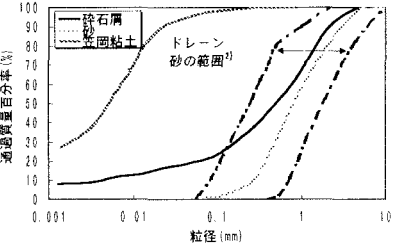


図-1 粒径加積曲線

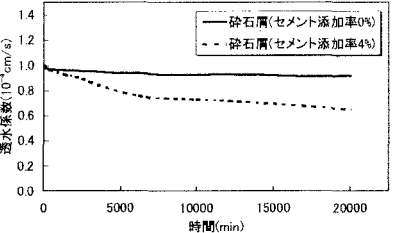


図-2 砕石屑の透水性

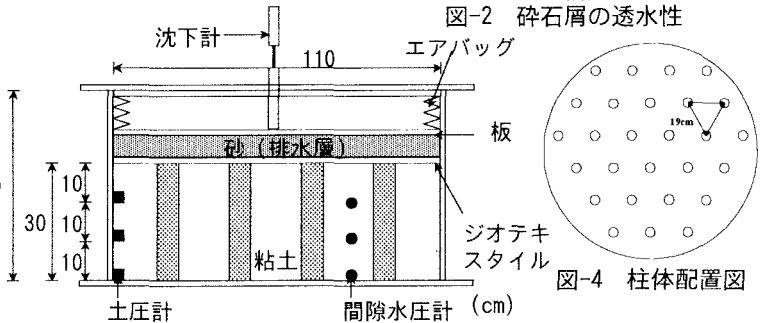


図-4 柱体配置図

図-3 実験装置断面図

また、荷重試験を行うことで、ドレーン柱体を含む改良地盤の支持力測定を行った。この荷重には直径30cmの荷重版を用い、ドレーン柱体3本を含むように荷重を行った。したがって、得られた支持力は改良地盤(複合地盤)としての支持力を示している。

4. 結果と考察

図-5は沈下量の経時変化を示したものであるが、碎石屑柱体では、セメント添加率0%、4%ともに圧密沈下量については砂柱体の場合と大差は見られないことから、碎石屑は砂と等価な圧密促進効果を持つことが分かる。

実験中に計測した間隙水圧および水平土圧から求めた静止土圧係数および側圧係数の変化を図-6に示す。ここで、側圧係数は全応力による土圧係数を表している。一般に、安定した粘土地盤の静止土圧係数は0.5といわれているが、本実験では、セメント添加率0%、4%の碎石屑柱体でそれぞれ0.3、0.1とともに小さくなっている。また、側圧係数は地盤改良が進むと静止土圧係数に等しくなっていく。このように、側圧係数から粘土地盤の改良度を推定することができるものと考えられる。

改良前と改良後の含水比変化を図-8に示し、また、実験終了後のコーン貫入試験の結果を図-9に示す。改良後の含水比は打設柱体間でほぼ一定となっており、実験に用いたような打設間隔ではほぼ全体的に含水比が低下するものと思われる。コーン貫入強度については、セメント添加率4%の場合が低くなっているが、これは柱体自身の支持強度が大きくなり、圧密荷重を柱体部分が受け持つようになり、軟弱粘土部の作用荷重が減少したため圧密が遅れたものと考えられる。

次に、図-9の荷重試験の結果を見ると、いずれの場合も最大支持強度には大きな違いは見られないが、セメントを添加した場合には、初期の変形係数は明らかに大きくなっている。これは、セメントを添加した碎石屑柱体の支持効果と見ることができる。

以上のことから、碎石屑を砂ドレーンの代替材として有効に利用しうるものと考えられる。ただし、碎石屑柱体にセメントを添加すると、柱体部の強度が増加して、軟弱地盤部との荷重分担が異なってくるため、改良中の地盤内応力も変化するものと思われ、今後はセメント添加率の影響について検討を進める予定である。

5. まとめ

①廃棄物とされる碎石屑は、その圧密促進効果によって粘土地盤を安定処理することができ、サンドドレーン工法における砂の代替材として利用することができる。②セメントを混入した碎石屑をドレーン材とした場合、より高い変形特性を持つ改良地盤を得ることができる。

参考文献 1)久保井利達:碎石屑の土質安定処理への有効利用に関する研究,関西大学博士学位論文,pp.3~5,1998. 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.

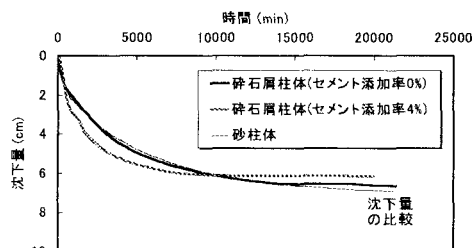


図-5 圧密沈下量変化曲線

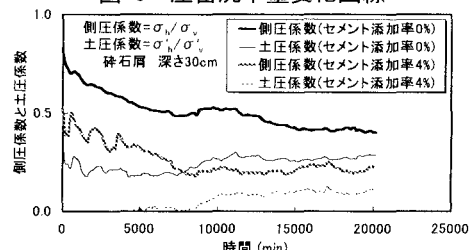


図-6 静止土圧係数と側圧係数

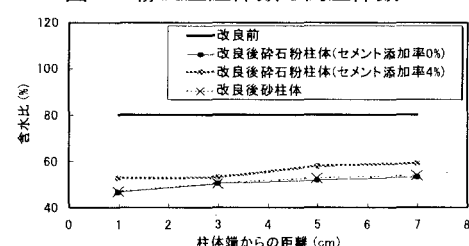


図-7 粘土地盤の含水比変化

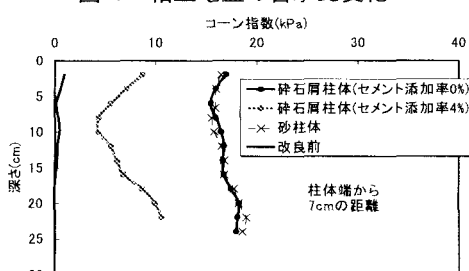


図-8 粘土地盤強度

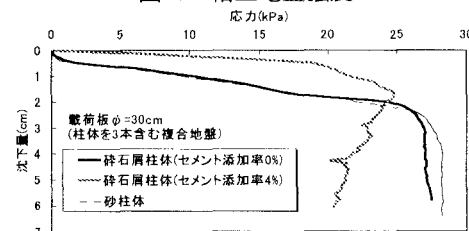


図-9 複合地盤強度