

微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術 —改良体の三軸圧縮特性と透水性能—

鉄建建設(株)	正会員	○杉村昌則
太洋基礎工業(株)	正会員	水島達宏
東亜建設工業(株)	正会員	大野康年
東亜建設工業(株)	正会員	土屋武史

1. はじめに

著者らは、微粒子化装置¹⁾を用いて微粒子化したセメントスラリーを注入材(微粒子化グラウト材)とした液状化対策技術の開発に取り組んでいる。本研究では、本注入材(微粒子化グラウト材)を浸透注入して得られた改良体の変形・強度特性を把握するため、圧密非排水三軸圧縮試験(CU)および三軸透水試験を行った。本論文では試験結果から改良体の三軸圧縮特性および透水性能について示す。

2. 実験方法

(1) 改良体の作製方法

実験に用いた改良体試料は、前報²⁾で行った一軸圧縮試験と同様に、直径 5cm、高さ 1.0m のモールドを用いて、相対密度 $D_r=50\%$ の飽和状態の豊浦砂に微粒子化グラウトを浸透注入し、28 日養生したものである。改良体試料の作製条件を表-1に示す。作製した改良体試料は、豊浦砂への浸透性を考慮し、水セメント比 W/C を 1000, 500% の 2 種類とした。

表-1 改良体試料の作製条件

実験ケース	セメント種類	W/C (%)	分散剤 (C×%)	注入圧 (kPa)	注入量 (cc)
ケース1	微粒子セメント	1000	4	20	1300
ケース2	微粒子セメント	500			

表-2 実験条件

試験の種類	圧密応力 (kPa)	背圧 (kPa)	ひずみ速度 (%/min)
CU試験	50	200	0.05
	100		
	200		
三軸透水試験	50		—

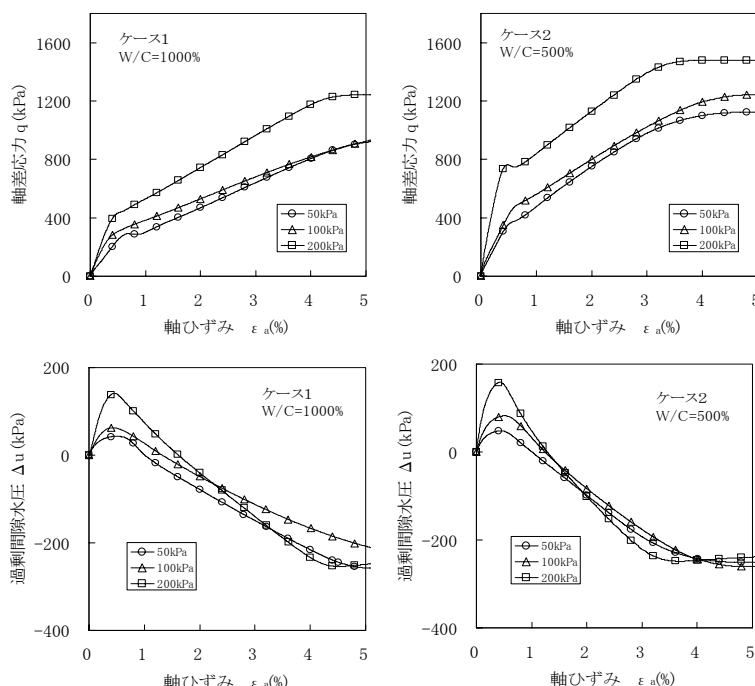
(2) 実験条件

圧密非排水三軸圧縮試験(CU)は、背圧を 200kPa とし、設定した有効拘束圧にて等方圧密した後、せん断を行った。せん断は、ひずみ制御で行い、ひずみ速度を 0.05%/min とした。また、载荷中は、セル圧、背圧および軸圧を一定に保った。三軸透水試験は、背圧を 200kPa とし、有効拘束圧 50kPa にて等方圧密した後、水位差を 50, 100, 150cm とし、透水試験を実施した。表-2に実験条件を示す。

3. 実験結果と考察

(1) 圧密非排水三軸圧縮試験結果

図-1に改良体の軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ ε_a 関係および過剰間隙水圧 $\Delta u \sim$ 軸ひずみ ε_a 関係を示す。図-1に示すように過剰間隙水圧は、せん断初期に上昇したのち変相後に正のダイレイタンシーに伴い減少に転じている。これは密な砂に類似した挙動である。なお、図-1は間隙水圧の減少値が一定値を示した段階までとしている。これは、背圧を 200kPa に設定したことによるもので、この値は試料の飽和を優先した値である。ただし、背圧を

図-1 改良体の $q \sim \varepsilon_a$ 関係 (上段), $\Delta u \sim \varepsilon_a$ 関係 (下段)

キーワード 微粒子化セメント 浸透注入 三軸圧縮特性 透水性能

連絡先 〒450-6033 名古屋市中村区名駅1丁目1番4号 JR セントラルタワーズ 33F TEL052-581-9239

200kPa 以上負荷していれば強度がさらに増加する可能性がある。図-2はこれらの結果をモールの応力円に整理したものである。改良体の内部摩擦角 ϕ' は、 $W/C=1000\%$ 、 500% でそれぞれ 33.8deg 、 34.3deg でほぼ同じである。一方、 $Dr=40\%$ の緩詰豊浦砂の内部摩擦角が $\phi_d=35.7\text{deg}$ ³⁾であることから改良による内部摩擦角の変化は見られない。これは砂の骨格を乱すことなく微粒子化されたセメントスラリーが砂試料へ浸透していること示している。改良体の粘着力 c' は、 $W/C=1000\%$ 、 500% で 45.1kPa 、 89.3kPa となっており、セメント添加量の増加に伴い粘着力が増加している。

図-3に改良体の有効応力径路図を示す。同図中には破壊線と変相線およびそれぞれの傾き M_f と M_m を示してある。破壊線と変相線は軸差応力の軸に対して切片を有している。これは、せん断に対して粒子間のかみ合わせと改良による粘着力によって抵抗するためと考えられる。

(2) 透水試験結果

図-4に透水係数と水セメント比の関係を示す。透水係数は、改良前の豊浦砂($Dr=50\%$)が $3.25\sim 3.30\times 10^{-2}\text{cm/sec}$ であったのに対し、改良体では $W/C=1000\%$ 、 500% で $1.79\times 10^{-3}\text{cm/sec}$ 、 $9.20\times 10^{-4}\text{cm/sec}$ と 10^{-2}cm/sec 程度低下している。これは砂の間隙に充填された注入材が固化することで間隙が小さくなることによるものと予想される。

4. まとめ

微粒子化グラウト材で改良した豊浦砂を用いて圧密非排水三軸圧縮試験、三軸透水試験を実施した。実験の結果、1)~3)に示すことが明らかになった。

- 1)改良体は、密な砂と同様に過剰間隙水圧がせん断初期に上昇した後、正のダイレイタンスーに伴い減少に転じる。
- 2)改良体の破壊線、変相線は、軸差応力軸に対して切片を有する。
- 3)改良体の透水係数は、未改良砂と比較して 10^{-2}cm/sec 程度低下する。

なお、本研究は、(株)チダエンジニアリング、(株)浅沼組、大洋基礎工業(株)、鉄建建設(株)、東亜建設工業(株)、東洋建設(株)の共同研究により実施したものである。

参考文献

- 1)水島他；微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術 — セメント微粒子化装置の開発 —，土木学会第 62 回年次学術講演会（投稿中），2007.
- 2)笹田他；微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術—浸透長の一軸圧縮強さについて—，土木学会第 62 回年次学術講演会（投稿中），2007.
- 3)岡他；浸透注入改良砂の排水三軸試験による改良効果の観察，土木学会第 57 回年次学術講演会，III-094，pp.187-188，2002.

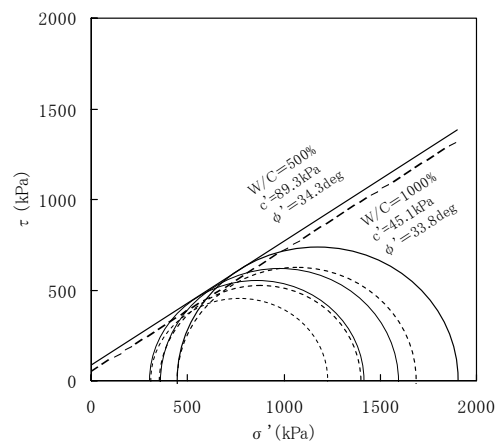


図-2 モールの応力円

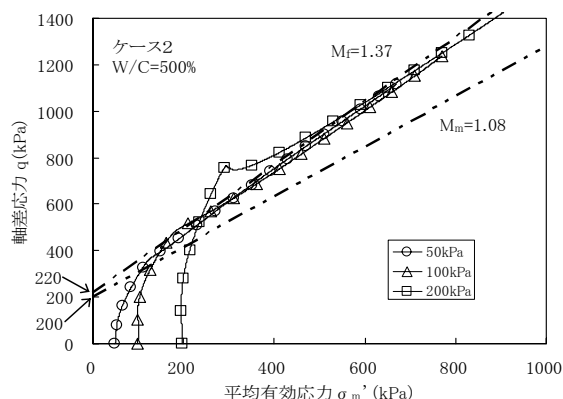
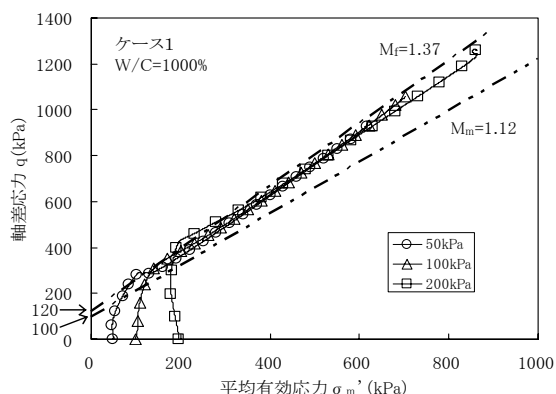


図-3 改良体の有効応力径路図

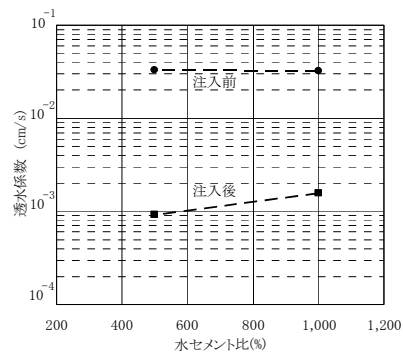


図-4 透水係数～水セメント比関係