

Ⅲ－B273

中空ねじりせん断試験による砂杭圧入時の密度増加に及ぼす細粒分の影響

東京理科大学 正会員 石原 研而 塚本 良道
 不動建設（株） 正会員 原田 健二 ○矢部 浩史
 東京理科大学大学院 学生会員 佐藤 政文
 積水化学工業（株）（元東京理科大） 雨宮 正明

はじめに

著者らは、静的締固め砂杭工法における締固め効果とその機構を把握するために、砂杭圧入時における周辺地盤内の応力変化（地盤内応力経路）を弾性解より算定し、それを中空ねじり試験機で再現することによって生じる密度増加を実験的に調査してきた¹⁾²⁾。これまでは粒径の揃ったきれいな砂（豊浦砂）を用いて検討を行ってきたが、実際の地盤には細粒分が含まれているため細粒分の混入が砂杭圧入時の密度増加にどの程度の影響を及ぼすか調べる必要がある。そこで実際に地盤改良を行った現場の試料を用いて実験を行い、豊浦砂の結果と比較することによって細粒分の混入が砂杭圧入時の密度増加にどの程度影響を及ぼしているかを調べ、また試料の細粒分の量を変えることによって細粒分含有率が密度増加に及ぼす影響について検討を行った。

実験試料および実験方法

本研究で用いた試料は図1に示す改良現場（文献1のSite C）から採取してきた砂質土で、この試料を粒度調整して細粒分含有率FC=5, 10, 20%になるよう配合して用いた。その物理特性を表1に、粒径加積曲線を図2に示す。

実験では、これらの試料を空中落下させることによって中空円筒供試体を作成し、通水飽和後拘束圧98kPaで等方圧密を行った。圧密終了後参考文献²⁾に示す載荷方法によって、正方形配置に打設した砂杭の対角線交点上の土要素にかかる応力履歴を想定して、非排水載荷除荷・排水を繰り返して行った。なお、載荷から除荷に転ずるときの最大せん断ひずみ γ_{max} は実際の現場における置換率 a_s から推定した値を用いた¹⁾。載荷終了後の含水比から載荷初期の間隙比を逆算して求めた。

実験結果

図3に、実験で求めた載荷前の初期密度と密度増加量の関係を示す。これより豊浦砂と改良現場の試料との結果を比較したところ、細粒分の混入によって密度増加量が変化していることがわかる。またFC=5%と10%における密度増加量に違いは見られなかったが、FC=10%と20%で密度増加量が変化していることがわかる。このことについて、砂杭圧入時の密度増加が土の骨格構造の大変形に起因していることから土の骨格構造に着目し、桑野ら（1996）³⁾を参考にして土構造の砂分のみ最大・最小間隙比 e_{smax} 、 e_{smin} （最大最小骨格間隙比）を用いて改良現場の各細粒分を図4に表した。図より最大骨格間隙比 e_{smin} が、10%と20%の間で

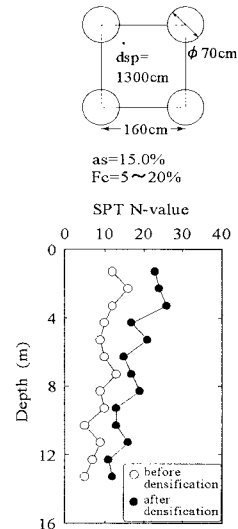


図1 試料採取現場の様子

表1 試料の物理定数

	FC (%)	Gs	C _u max	C _u min	Ip
Toyoura sand	0	2.645	0.579	0.977	NP
Silty sand (Site C)	5	2.655	0.493	0.935	NP
	10	2.655	0.446	0.935	NP
	20	2.655	0.428	1.074	NP

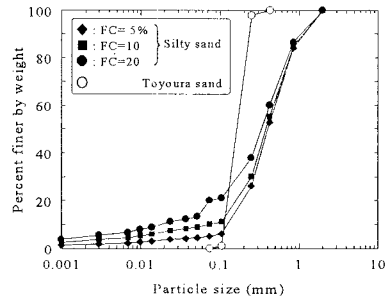


図2 試料の粒径加積曲線

締固め 砂杭 N値 中空ねじりせん断試験 細粒分

千葉県野田市山崎2641 東京理科大学 Tel:0471-24-1501（内線4056） FAX:0471-23-9766

粗粒分骨格の境界を意味するFC=0%のときの最大間隙比 e_{max} を越えていることがわかり、砂質土から粘性土へ土の骨格構造が変化していること意味している。従って、図3に表れたFC=10%と20%における密度増加量の違いについても、細粒分が10%から20%へと増加するときに砂質土から粘性土へと混合土の性質が変化し、粘性土に変わることによって圧縮性が増加したと思われる。

続いて、本実験結果と原位置試験結果との比較、及び密度増加に及ぼす細粒分含有率の影響についてさらに検討するため、文献1及び4の改良前後のSPT-N値及び室内試験結果に基づいて算定した体積ひずみ ε_v を各細粒分ごとに図5と図6に示す。なお、安藤ら(1996)が行った排水三軸伸張試験⁴⁾は本実験と方法が異なるが、体積ひずみに及ぼす細粒分含有率の影響を把握するために同じ図に示している。本実験で用いた試料はSite Cのものであり、FC=5%の結果については室内試験結果の方が多少下回っているが、FC=10%及び20%の室内試験結果は原位置試験結果とほぼ同じレベルの体積ひずみを示しており、また他のN値による体積ひずみとも相関性が見られた。

また室内試験結果における細粒分含有率と体積ひずみの関係について、FC=20%までは細粒分が増加するに伴い体積ひずみが増加する傾向がみられた。FC=20%を越えた場合については本実験では行っていないが、排水三軸伸張試験結果⁴⁾における傾向から密度増加量が減少していることがわかる。これは、細粒分の増加に伴い砂質土から粘性土へと混合土の性質が卓越していくことによって圧縮性が増加するが、反対に過剰間隙水圧の発生量つまりダイレイタンス特性が減少していき、その影響がFC=20%前後を境にして密度増加量の減少をもたらすことが考えられる。今後、FC=20%以上の室内試験結果を行うことや試料の種類を変えて実験することが必要であろう。

まとめ

砂杭圧入時の密度増加に及ぼす細粒分の影響について調べるために、改良現場の土を粒度調整して実験を行った。その結果、細粒分の混入によって密度増加が増し、その傾向は細粒分含有率に依存することが示された。また、FC=20%以内の砂質土において現場の計測結果と同じレベルの密度増加を室内試験によってほぼ再現することができた。

《参考文献》

- 1) 矢部・石原ら：砂杭圧入による密度増加に関する一考察，第52回土木学会年次学術講演会概要集，410-411，1997。
- 2) 矢部・石原ら：中空ねじりせん断試験による静的締固め砂杭工法の密度増加特性とその評価，第33回地盤工学研究発表会概要集，(投稿中)
- 3) 桑野・杉原ら：細粒分を含む砂の非排水繰返しせん断強度，第31回地盤工学研究発表会概要集，pp. 497-498，1996。
- 4) 安藤・山本ら：砂杭圧入による緩い砂質土の密度増大に関する一考察，第31回地盤工学研究発表会概要集，pp. 73-74，1996。

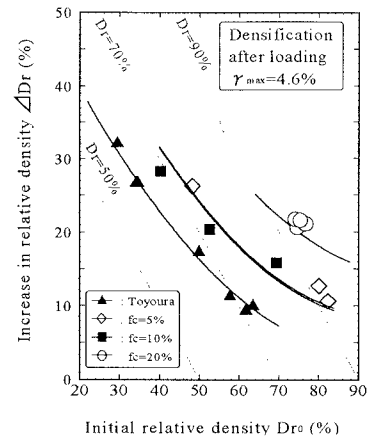


図3 載荷初期の相対密度と密度増加量

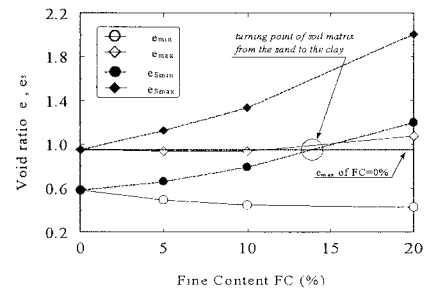


図4 細粒分含有率と最大(最小)骨格間隙比

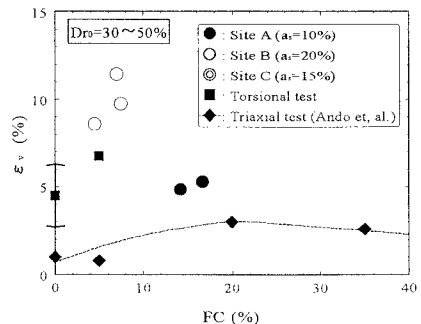


図5 体積ひずみと細粒分含有率の関係 (Dr₀=30~50%)

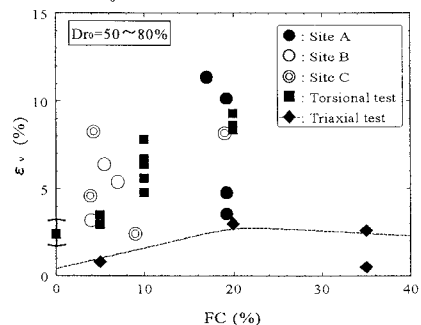


図6 体積ひずみと細粒分含有率の関係 (Dr₀=50~80%)