

粒径分布の異なる砂の非排水せん断挙動に関する実験的研究

名古屋大学工学部 正会員 中野正樹・野田利弘・浅岡顕
学生会員 ○中井健太郎

1. はじめに

砂の力学特性は粒径分布に大きく依存されている。本報告では、同じ原料からなるシルト粒子を配合することによって、粒径分布の異なる5種類の砂を作製し、最大・最小間隙比試験および様々な相対密度での非排水三軸圧縮試験を行った。その結果から、粒径分布の違いが非排水せん断挙動に与える影響について調べた。

2. 用いた試料

試験に用いた試料は三河珪砂と呼ばれる砕砂である。全ての試料は図1に示すように粒径加積曲線が異なっている。配合砂とは、風下に同原料からなるシルト粒子を5%、25%、50%配合した試料である。

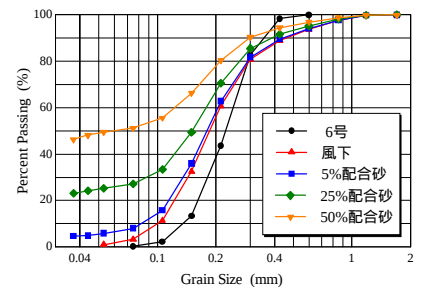


図1 粒径加積曲線

3. 最大・最小間隙比試験

表1に最大・最小間隙比試験結果を示す。試験はJIS A 1224に従って行った。規格によると適用範囲は細粒分5%以下、最大粒径2mm未満とあるが、本試験では適用範囲外の試料(25%配合砂と50%配合砂)についても同様の方法で行っている。細粒分が多くなるにつれて、5%配合砂までは、最大間隙比、最小間隙比ともに小さくなっていき、その差はほぼ等しい。しかし、細粒分を過剰に配合させてゆくと、最大間隙比、最小間隙比ともに大きくなっていく。最大間隙比の変化は特に顕著であり、最大間隙比と最小間隙比の差は細粒分が多くなるにつれて、次第に大きくなっていく。

表1 最大・最小間隙比試験結果

	最大間隙比 e_{max}	最小間隙比 e_{min}	$e_{max} - e_{min}$
珪砂6号	1.06	0.64	0.42
風下	0.97	0.55	0.42
5%配合砂	0.92	0.46	0.46
25%配合砂	1.02	0.36	0.67
50%配合砂	1.39	0.47	0.92

4. 非排水三軸圧縮試験

それぞれの試料に対し、様々な相対密度の供試体を作製し、等方圧294kPaを与えた後、側圧一定の非排水三軸圧縮試験を実施した。なお、ゆる詰めでは高間隙比を実現するためにMoist Placement法を、それ以外では空中落下法を用いると共に、密詰めではバイブレータを併用して供試体を作製している。

細粒分が少量のとき

(珪砂6号・風下・5%配合砂)

図2～図4に珪砂6号、風下、5%配合砂の試験結果を示す。一定の拘束圧下で、ゆる詰めから密詰めまで様々な相対密度(表2～表4)を持つ供試体を作製することができる。有効応力パス($q \sim p'$ 関係)に注目すると、相対密度によって3つのタイプに分類される。すなわち、ゆる詰めは限界状態線(C.S.L)下側での軟化挙動のみを示し(以下タイプ

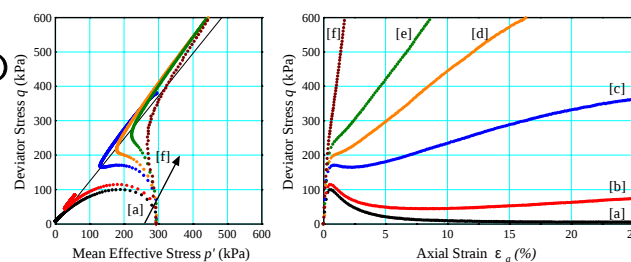


図2 珪砂6号 - 非排水三軸圧縮試験結果

表2 珪砂6号
せん断前比体積

	比体積	相対密度
6 - [a]	2.07	-0.03
6 - [b]	1.97	0.23
6 - [c]	1.92	0.33
6 - [d]	1.88	0.43
6 - [e]	1.87	0.45
6 - [f]	1.77	0.69

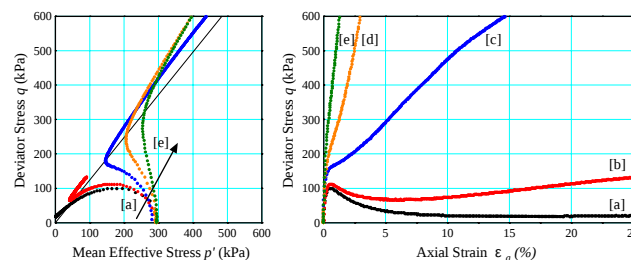


図3 風下 - 非排水三軸圧縮試験結果

表3 風下
せん断前比体積

	比体積	相対密度
K - [a]	1.96	0.02
K - [b]	1.86	0.27
K - [c]	1.79	0.42
K - [d]	1.70	0.65
K - [e]	1.61	0.87

砂・粒径分布・非排水せん断・構造・過圧密

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL・FAX 052-789-4624

A)、中詰めは C.S.L 下側で軟化を示した後、上側で硬化を示し(タイプ B)、密詰めは C.S.L 上側での硬化挙動のみを示す(タイプ C)。図5には A、B、C の各タイプの現れる間隙比の範囲を、最大・最小間隙比試験結果に重ねて示す。どの試料も幅広い間隙比分布を示しているが、細粒分が多くなるにつれて、タイプ B の領域が狭くなっていることが分かる。また、タイプ B のせん断挙動に注目してみると、細粒分が多くなるにつれて、軸差応力 q のピークが小さくなり、その後の硬化の度合いも小さくなる。

細粒分を過剰配合のとき（25%配合砂・50%配合砂）

図6、図7に25%および50%配合砂の試験結果を示す。図8には

(1)と同様のせん断タイプ分類図を示す。等方圧 294kPa における供試体の相対密度(表5、表6)は、狭い範囲に限定され、また有効応力パスのタイプも狭く限定される。特に 50%配合砂では、等方圧を与える前は、広い範囲の相対密度を持つ供試体が作製できたが、等方圧を与えることによって、全ての供試体がほぼ等しい相対密度になる。それにしたがって非排水せん断挙動もほぼ等しくなる。図6と図7のせん断挙動に注目してみると、(1)と比べて、非排水パスの初期立ち上がり立ち、軸差応力 q のピークが大きくなる。

5. まとめ

細粒分が少量の供試体では、拘束圧が与えられても様々な間隙比を有することができ、それにしたがって、せん断挙動も大きく3種類現れる。しかし細粒分を過剰に配合した供試体は、拘束圧に応じて間隙比がほぼ決まってしまう、そのせん断挙動もほぼ等しくなり、繰り返し正規圧密粘土ようになってくる。せん断挙動を上負荷面カムクレイモデル²⁾に照らして、特に構造と過圧密の発展について考察すると、細粒分が少量の場合、構造の喪失速度が大きく、過圧密の解消速度が小さくなるが、過剰に配合すると、逆に構造の喪失速度は小さく、過圧密の解消速度は大きくなると考えられる。

参考文献

- 1) 中井健太郎他(2003):”粒径分布の異なる砂の締固め特性に関する...”,第38回地盤工学研究発表会(投稿中)
- 2) Asaoka A. et al(2002):”An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanics of soils”,S&F,42(5),45-57

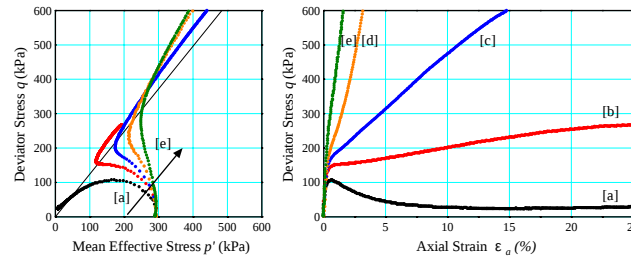


図4 5%配合砂 - 非排水三軸圧縮試験結果

表4 5%配合砂
せん断前比体積

	比体積	相対密度
H5 - [a]	1.87	0.12
H5 - [b]	1.78	0.31
H5 - [c]	1.72	0.45
H5 - [d]	1.66	0.57
H5 - [e]	1.59	0.73

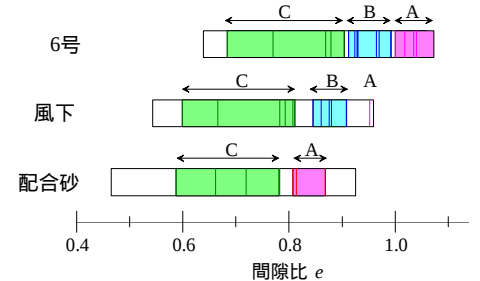


図5 せん断タイプ分類図(細粒分少量)

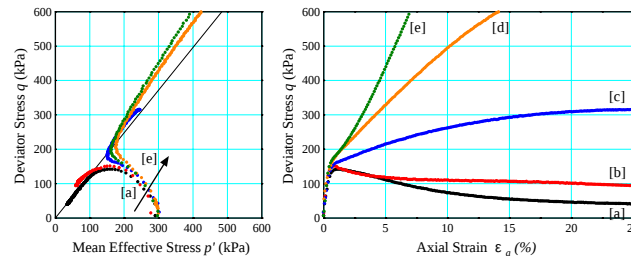


図6 25%配合砂 - 非排水三軸圧縮試験結果

表5 25%配合砂
せん断前比体積

	比体積	相対密度
H25 - [a]	1.66	0.54
H25 - [b]	1.60	0.63
H25 - [c]	1.56	0.69
H25 - [d]	1.55	0.72
H25 - [e]	1.48	0.81

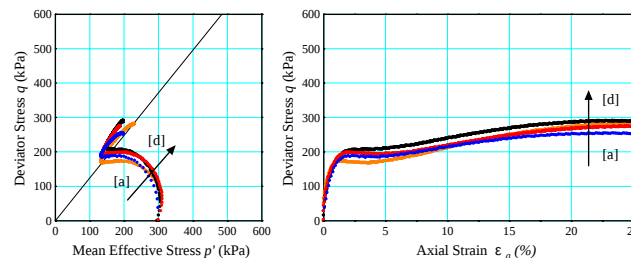


図7 50%配合砂 - 非排水三軸圧縮試験結果

表6 50%配合砂
せん断前比体積

	比体積	相対密度
H50 - [a]	1.70	0.75
H50 - [b]	1.69	0.76
H50 - [c]	1.67	0.79
H50 - [d]	1.63	0.83

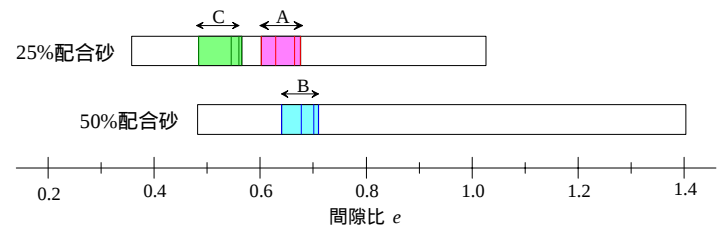


図8 せん断タイプ分類図(細粒分過剰配合)