

粒度分布の違いが粒状体の工学的性質に及ぼす影響

岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 (フェロー会員) 吉村優治
 岐阜工業高等専門学校 建設工学専攻 (学生会員) ○西川竜太
 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 (学生) 吉岡竜也・宮澤千枝
 神戸大学大学院 (正会員) 加藤正司

1. はじめに

砂のような粒状体の力学的特性は、土粒子の材質、粒度組成、粒子形状などの一次性質と密度、含水量、骨組構造などの二次性質によって決定されると言われている¹⁾。

地盤工学では粒度分布を評価する際に、縦軸に土試料全体の質量に対する通過質量百分率をとった粒径加積曲線が用いられる。吉村²⁾は、粒度調整を行った Glass Beads および砕砂(図-1)を用いて三軸圧縮試験を行なった結果、図-2に示すように均等係数 U_c が増加しても内部摩擦角 ϕ にはほとんど差がないことから、せん断強度に及ぼす粒度分布の影響は小さいと報告している。しかし、所³⁾は、この図-1を粒径加積曲線の縦軸を土粒子全体の個数(ただし、個数は粒径を直径とする球として算出)に対する通過個数百分率に書き直すと、図-3で示すように通過個数百分率を縦軸にとった際の粒度分布に差があるとは言い難く、むしろ相似粒度であることが分かった。したがって、筆者ら⁴⁾は、縦軸に通過個数百分率をとった際の粒度分布を変化させたアルミ棒を用いて簡易一面せん断試験を実施し、二次元条件下ではあるが粒度分布がせん断特性に影響を及ぼすことを報告した。本研究では縦軸に通過質量百分率、通過個数百分率をとった両試料を用いて、粒度分布の異なる粒状体の工学的性質に及ぼす影響を明らかにする。

2. 研究の概要

2.1 本研究に用いる試料

本研究で用いる試料は、過去に吉村²⁾、所³⁾の研究で粒度調整した砕砂(岐阜揖斐川町長瀬産: 頁岩の岩片)に加え、個数によって粒度分布を調整した同一砕砂を試料として使用した。次にその粒度分布の調整方法を記す。

2.2 粒度分布の調整

これまでに吉村²⁾、所³⁾が使用した試料の粒径加積曲線を図-1に示す。このグラフの縦軸を通過個数百分率に換算したものが図-3である。図-1に示す粒径加積曲線の縦軸を通過個数百分率に置き換えたものが図-4となる。

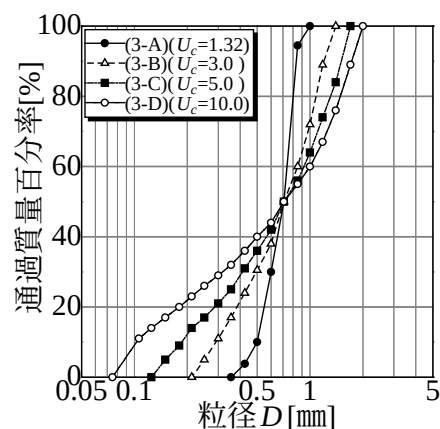


図-1 粒径加積曲線

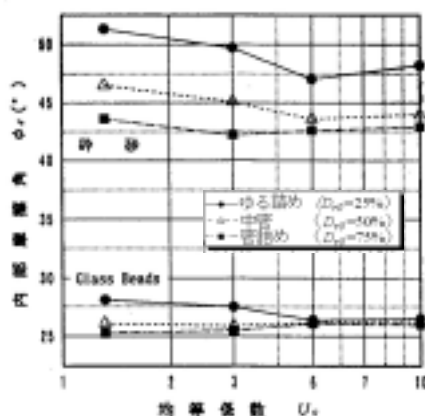


図-2 ϕ と U_c の関係

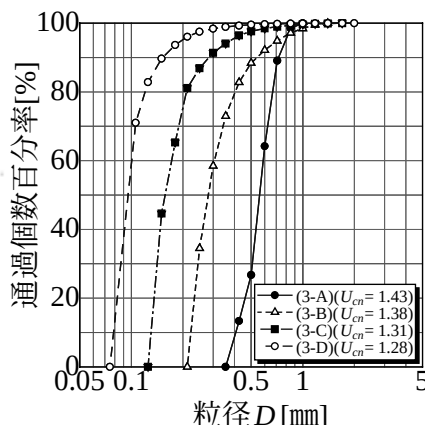


図-3 粒径加積曲線 (通過個数百分率)

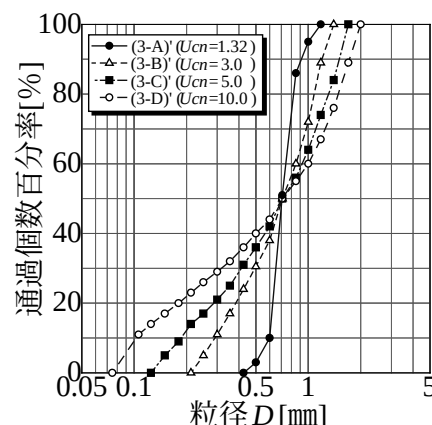


図-4 粒径加積曲線

本研究では図-1の粒径加積曲線をもとに配合を行った(均等係数 $U_c=1.32\sim10$) 4種類の試料(3-A)～(3-D)及び、図-4の粒径加積曲線をもとに調整を行った(個数均等係数 $U_{cn}=1.32\sim10$) 4種類の試料(3-A)'～(3-D)'を作成し、試験に用いた。

2.3 最大・最小密度試験

粒度分布が試料の詰まり程度に及ぼす影響については、最大間隙比、最小間隙比に基づき検討する。本研究での最大・最小密度試験は日本工業規格(JIS A 1224)⁵⁾に準じて行った。

2.4 土粒子の密度試験

粒度分布が土粒子の密度に及ぼす影響について調べるため(JIS A 1202)⁶⁾の定める方法に準じて土粒子の密度試験を行った。

3. 結果と考察

図-5は、均等係数 U_c 、個数均等係数 U_{cn} と最大間隙比 e_{max} 、最小間隙比 e_{min} 及び間隙比幅($e_{max}-e_{min}$)の関係を表したグラフである。図-5を見ると U_c の増加に伴って e_{max} 、 e_{min} は減少しているが、砂の状態を表す因子として一般的に用いられる D_r の分母である($e_{max}-e_{min}$)は減少していない。一方、個数均等係数 U_{cn} の増加に伴い e_{max} 、 e_{min} 及び間隙比幅($e_{max}-e_{min}$)はそれぞれ減少する傾向が見られる。また、 e_{max} 、 e_{min} の変化量は粒度分布を質量で変化させた均等係数 U_c の場合の方が明らかに大きい。

図-6は、均等係数 U_c 及び個数均等係数 U_{cn} と土粒子の密度 ρ_s の関係を表したグラフである。図-6の値から質量によって粒度分布を調整した試料の ρ_s の値はほとんど変化が見られなかった。一方、個数によって粒度分布を調整した ρ_s の値は、個数均等係数 U_{cn} が大きくなると小さくなる傾向がみられ、これは大粒子中に存在するひび割れや空隙が原因であると考えられる。

4. おわりに

通過質量百分率、通過個数百分率をとった、粒度分布の異なる粒状体の工学的性質(詰まり程度、土粒子密度)を知ることができた。今後は、二次元⁴⁾で明らかにされている力学特性についても明らかにしたい。

参考文献

- 1) 三笠正人：土の工学的性質の分類表とその意義，土と基礎，Vol.12，No.4，pp.17～24，1964.
- 2) 吉村優治：砂のような粒状体の粒子形状と一次性質，二次性質に関する研究，長岡技術科学大学博士(工学)学位論文，1994.3.
- 3) 所 和美：粒状体のせん断特性におよぼす粒子形状と粒度分布の影響に関する研究，岐阜高専環境都市工学科平成9年度卒業論文，1998.2.
- 4) 吉村優治・小倉 睦・加藤正司・榊原辰雄：二次元一面せん断試験による粒状材料のせん断特性に及ぼす粒度分布の影響，地盤工学会中部支部第19回地盤工学シンポジウム論文集，pp.1～4，2007.8/3. .
- 5) (社)地盤工学会：土質試験の方法と解説 - 第一回改訂版 - ，pp.136～145，2000.3.
- 6) 前掲5)，pp.54～59.

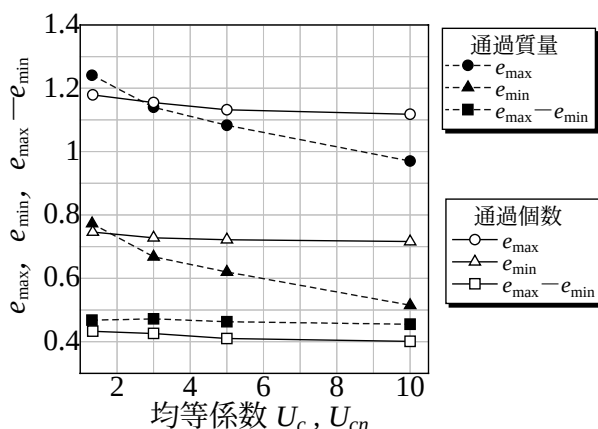


図-5 間隙比と個数均等係数の比較

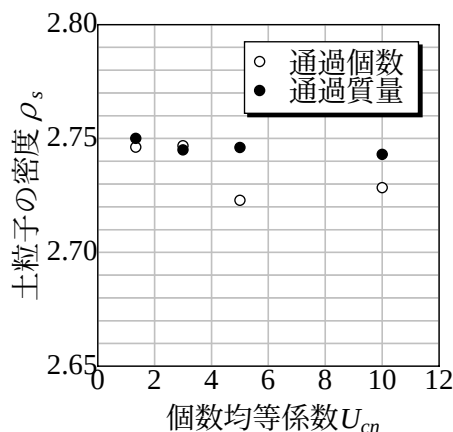


図-6 土粒子の密度と個数均等係数の関係