

様々な砂質地盤材料の載荷速度依存性に関する実験的研究

防衛大学校 学生会員 ○野坂 真仁

防衛大学校 正会員 篠田 昌弘・宮田 喜壽

1. はじめに

航空機の離着陸時、高速列車の通過時、落石の衝突時など、実際の地盤では高速載荷時における応力—ひずみ関係が重要となる。しかし、高速で載荷する装置が整備されておらず、高速載荷を含む広範囲な載荷速度における応力—ひずみ関係は十分には把握されていない。そこで、本研究では、4種類の砂質地盤材料を用いて載荷速度及び拘束圧を変化させて、排気条件における地盤材料の強度特性について調べた。

2. 試験に使用する材料

試験に使用した地盤材料は、珪砂6号 ($G_s = 2.64$, $e_{\max} = 0.924$, $e_{\min} = 0.588$), 珪砂8号 ($G_s = 2.62$, $e_{\max} = 1.365$, $e_{\min} = 0.787$), 豊浦砂 ($G_s = 2.69$, $e_{\max} = 0.993$, $e_{\min} = 0.640$), いわき珪砂 ($G_s = 2.689$, $e_{\max} = 1.109$, $e_{\min} = 0.756$) の4種類である。粒子の様子を図1, 粒径加積曲線を図2に示す。

3. 三軸圧縮試験の試験方法と試験結果

本研究では、載荷速度及び拘束圧を変化させて砂質地盤材料の単調載荷試験による応力—ひずみ関係を比較した。ここでは、載荷速度を 0.835 mm/s, 0.167 mm/s, 0.0271 mm/s, 0.00681 mm/s と変化させ、負圧を 20 kPa, 50 kPa, 90 kPa とし、排気条件において三軸圧縮試験を実施した。供試体寸法は、直径約 50 mm, 高さ約 100 mm として、供試体作成時の相対密度は約 75% とした。図3に載荷装置を示す。

図4~7に各地盤材料の載荷速度及び拘束圧を変化させた場合の応力—ひずみ曲線を示す。赤と黄の実線がそれぞれ 0.835 mm/s, 0.167 mm/s を、緑と青の破線がそれぞれ 0.0271 mm/s, 0.00681 mm/s を表している。図8, 9に載荷速度と ϕ ($c = 0$), τ ($c + \sigma \tan \phi$, $\sigma = 98$ kPa) との関係を示す。それぞれの砂質地盤材料の応力—ひずみ関係は、拘束圧に大きく依存していることがわかる。珪砂8号は概ね載荷速度の増加とともに強度の増加がみられ、いわき珪砂は 0.0271 mm/s のケースを除くと、載荷速度の増加とともに強度の低下がみられた。本実験における載荷速度において、豊浦砂、珪砂6号の強度は、載荷速度による影響は小さいと考えられる。

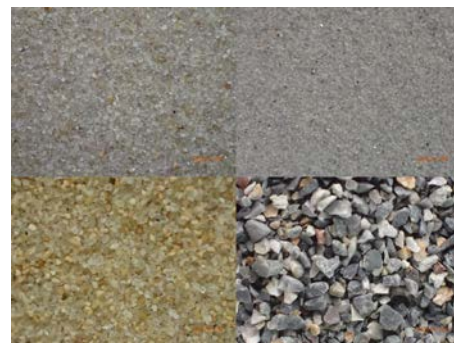


図1 各砂質地盤材料の粒子 (左上: 珪砂6号, 右上: 珪砂8号, 左下: 豊浦砂, 右下: いわき珪砂)

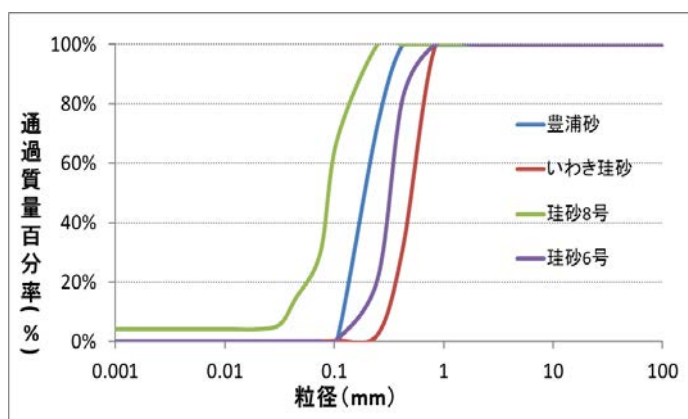


図2 豊浦砂, いわき珪砂, 珪砂8号, 珪砂6号の粒径加積曲線



図3 三軸圧縮試験装置

キーワード 三軸圧縮試験, 高速載荷, 変形強度特性

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校

TEL : 046-841-3810(ex.3512) E-mail : shinoda@nda.ac.jp

4. 今後の検討

砂質地盤材料の載荷速度を変化させた単調載荷実験を実施した結果、砂質材料により強度特性に載荷速度依存性がある場合とない場合があることが分かった。しかしながら、その物理的な理由は明らかとなっていない。今後、載荷速度依存性のメカニズムについて検討を続けていく予定である。また、広範囲の載荷速度における砂質地盤材料の変形強度特性を把握するため、重錘落下試験装置を用いて載荷実験を行う予定である。用いる砂質地盤材料は、本実験で実施したものと同一材料を用いる。載荷は、手で重さ 5 kg の重錘を落下させて載荷する。載荷速度は 1000 ～ 1500 mm/s である。荷重の伝播を測定するため、キャップとペデスタルはひずみゲージ型のロードセルを重ねた特殊なものとする。供試体の変位は、外部変位計と高速カメラを使用する。高速カメラにより、載荷中の供試体の変形を観察する。

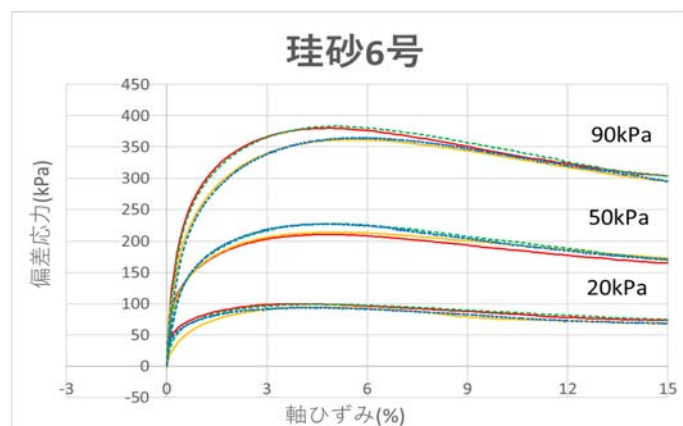


図4 珪砂6号の応力—ひずみ関係

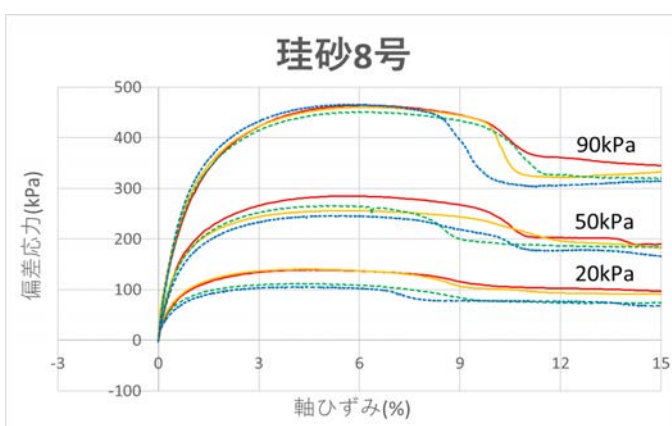


図5 珪砂8号の応力—ひずみ関係

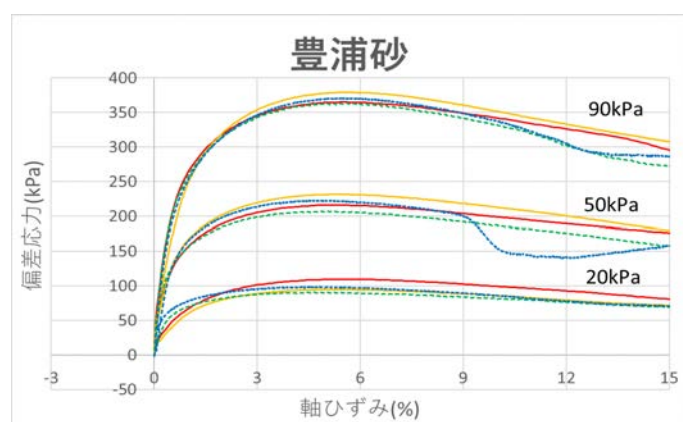


図6 豊浦砂の応力—ひずみ関係

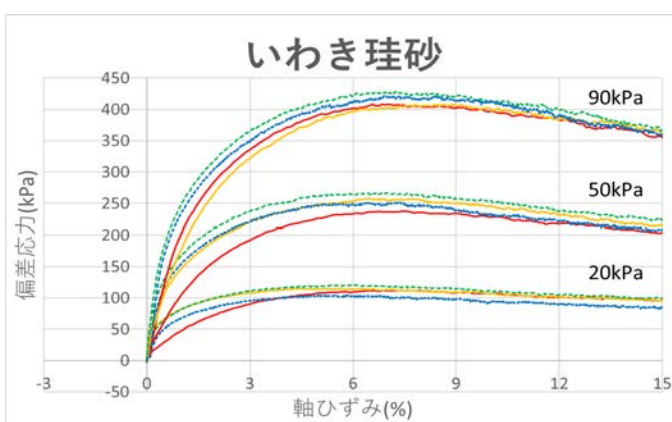


図7 いわき珪砂の応力—ひずみ関係

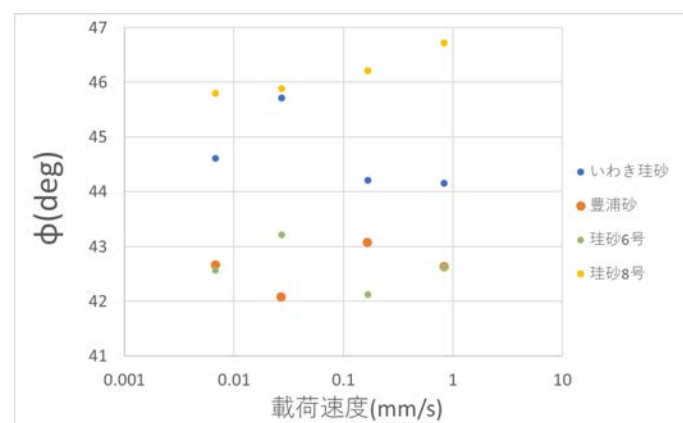


図8 各地盤材料の載荷速度— ϕ 関係

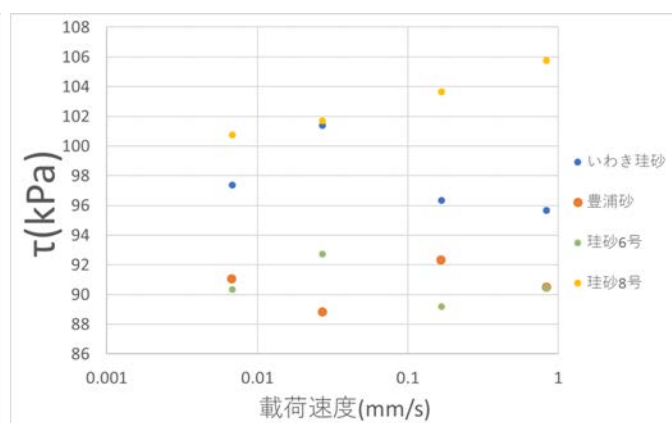


図9 各地盤材料の載荷速度— τ 関係