

一次元圧縮装置を用いた粒子形状の異なる試料の強度変形特性の比較

中央大学 正会員 國生 剛治  
 中央大学 学生会員 野尻 敏弘  
 中央大学 学生会員 小菅 達矢

1. はじめに

道路建設や宅地造成などに関連して各種の土構造物を建設する場合に、地盤の初期応力状態及び、沈下特性を予め想定することは、設計上非常に重要である。我々が今までに一次元圧縮装置を用いて実験してきた結果、粒子形状が強度変形特性に影響を与えている可能性があることが分かった<sup>1)</sup>。そこで本研究では粒子形状が強度変形特性に与える影響を調べるため、一次元圧縮装置を用いて同じ粒度分布を持つ沖積砂礫・碎石・コンクリート廃材の静止土圧係数  $K_0$  及び沈下量を、相対密度  $D_r$  を変化させながら 2MPa 程度までの高圧力下で測定し、それぞれの値を比較・検討した。

2. 実験装置

実験装置は図1に示す通りである。土槽は内径 302mm、肉厚 4mm、高さ 311mm の鋼製の薄肉円筒容器を用いている。この容器は 6 層に分かれていて、それぞれの層の間にはゴムが挟まれ、容器の壁面摩擦の影響を軽減させている。この容器の壁面摩擦の影響については、容器のみの沈下量  $S_c$  と試料の沈下量  $S_s$  から土槽底面での鉛直応力到達率  $f$  を求める式を  $f = (S_c - S_s) / L \log$  のように導き、鉛直応力到達率  $f$  を求めた。これにより、上載荷重は試料下部までそのまま、ほぼ均一に伝達していると考え、容器の壁面摩擦の影響はほとんどないとみなした。また、その後、円筒容器とペダスタルとの間が可動式になるよう特殊な加工をすることにより、さらに壁面摩擦の影響を軽減する改造をした。容器の金属製部分の外側には各層ごとに歪みゲージが 4 ゲージでブリッジを組んで貼られており、これにより試料の静止土圧係数  $K_0$  を測定する。

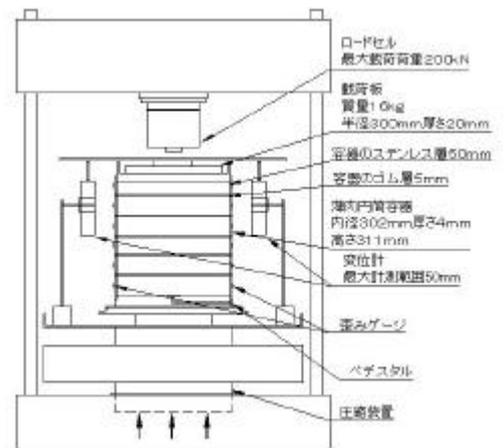


図1 実験装置詳細図

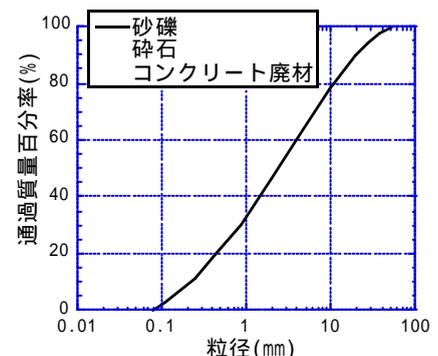


図2 試料の粒径加積曲線

3. 試料と実験方法

本実験で用いた試料は、同じ粒度分布を持つ沖積砂礫・碎石・コンクリート廃材の 3 種類である。粒度分布を図 2 に、物理特性を表 1 に示す。試料の粒子形状は見た目でも分かるほど砂礫より碎石、碎石よりコンクリート廃材のほうが角張っており、より角張ってるほうが表

1 に示す通り間隙比が大きくなっていることがわかる。実験は、室乾状態で各試料ともに相対密度を 30% から 70% まで 10% ずつ変化させて、それぞれ 4 ~ 5 回ず

表1 試料の物理特性

試料名	$s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$d_{max}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$d_{min}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$e_{max}$	$e_{min}$	Uc
砂礫	2.648	2.146	1.770	0.496	0.234	18.2
碎石	2.776	2.228	1.723	0.611	0.246	18.2
コンクリート廃材	2.673	1.933	1.469	0.889	0.437	18.2

キーワード：静止土圧係数、相対密度、一次元圧縮装置、ポアソン比、割線変形係数

連絡先：中央大学理工学部土木工学科土質研究室 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel03-3817-1799

つ行った。試料は各リングの高さごとに調整しながら入れ、層による密度の違いをできる限りなくすようにした。上載荷重は段階ごとに150kNまでとし、供試体内の鉛直応力  $\sigma_v$  は、壁面摩擦の影響を考えないことから上載荷重を円筒容器の内法面積で除して求めた。鉛直応力の最大値は  $\sigma_v=2\text{MPa}$  に達しており、高さ100m程度の盛土の上載圧を再現している。沈下量の測定は、容器の底面に対しての載荷板の変位を対角の2カ所で測定し、平均した。この平均した沈下量を供試体高さで除して鉛直歪み  $\epsilon_v$  を求めた。

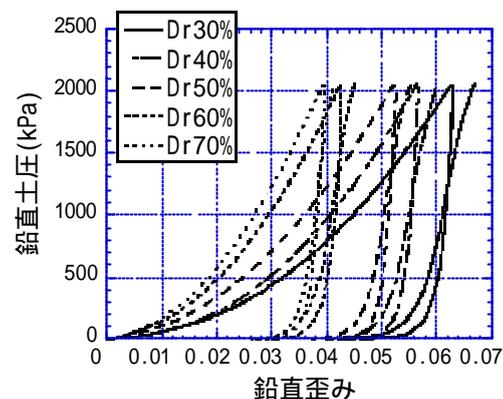


図3 コンクリート廃材の鉛直土圧と鉛直歪みの関係

4. 実験結果及び考察

図3はコンクリート廃材の鉛直土圧と鉛直歪みの関係の例を初期相対密度ごとに示したものである。試験では載荷、除荷、再載荷と1.5サイクル繰り返すことにより、再載荷時の沈下の増加率は減少する。この図の原点と最初の載荷時最大荷重を結んだ割線勾配を求め、初期相対密度 Dr ごとに示したものが図4である。図中の直線は測定値を直線回帰したものである。全ての試料について Dr が大きくなるにつれて、当然ながら  $\sigma_{1/2}$  が大きくなった。また粒子形状に着目すると、より丸い試料のほうが間隙比が小さくなり  $\sigma_{1/2}$  が大きくなっている。しかし表1から分かるように、間隙比の差は砂礫と碎石の間の方が小さく碎石とコンクリート廃材の間の方が大きいのに、 $\sigma_{1/2}$  では逆の結果になった。このような結果になった理由としては、粒子同士のかみ合わせや、試験中に起こる試料の破碎等、複数の要因が考えられるが、明白な理由は不明である。

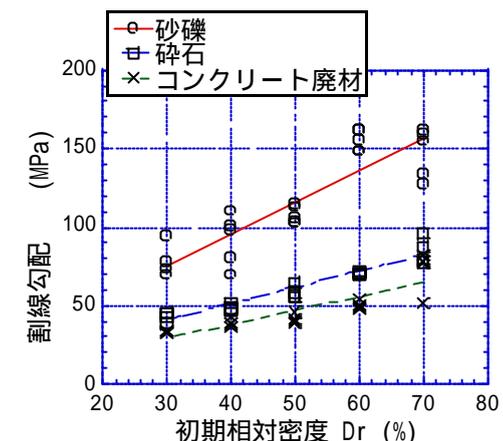


図4 初期相対密度と割線勾配の関係

図5は水平土圧と鉛直土圧の関係から原点と最初の載荷時最大荷重の割線勾配を求め、それを静止土圧係数  $K_0$  と見なし、初期相対密度 Dr ごとに示したものである。データのバラツキは大きいですが、碎石とコンクリート廃材については Dr が大きくなるにつれて  $K_0$  は小さくなったが、砂礫についてはほぼ水平の傾向を示した。 $K_0$  については粒子形状による統一的な傾向は見られなかった。

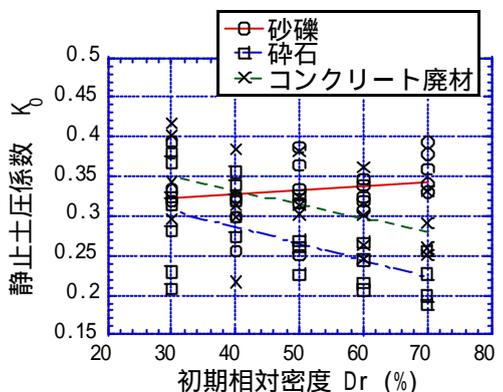


図5 初期相対密度と静止土圧係数の関係

次に図4、5の結果から各試料の割線変形係数 E を求め、初期相対密度 Dr に対して示したのが図6である。全ての試料について Dr が大きくなるにつれて E も大きくなった。また、E は図4で示した割線勾配  $\sigma_{1/2}$  と比べやや小さいものの、ほぼ同じ傾向を示した。

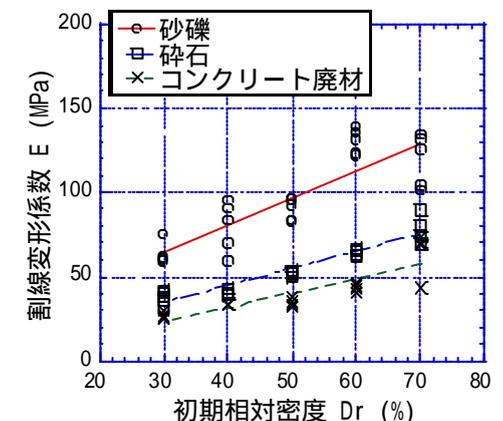


図6 初期相対密度と割線変形係数の関係

5. まとめ

- 1) 粒子形状が丸い試料ほど間隙比は減少し、割線勾配・割線変形係数は大きくなる。
- 2) 静止土圧係数は粒子形状による統一的な傾向を示さない。

参考文献：1) 國生剛治, 野尻敏弘, 小嶋龍太, 小林正和: 一次元圧縮装置を用いた砂礫の強度変形特性, 平成13年度地盤工学研究発表会概要集, pp. 563-564, 2001