

遠心模型実験における二種混合体の支持力特性に与える大粒子含有率の影響

山口大学大学院 学生会員 ○田上 聖人
 山口大学大学院 正会員 中田 幸男
 The University of Sheffield 非会員 Jonathan Black

1. はじめに

粒径にある程度幅を持つ 2 種類の砂や粘土で構成される土は、大粒子含有率(大きい砂の含有率)によって、支持力などの性質が変化する。また、破碎性などの特殊性を有するサンゴ砂混じり土のような土では、特殊性が現れる度合いが、大粒子含有率の影響を受ける。そのため、大粒子含有率ごとの土の性質を把握することが重要である。大粒子含有率の影響を明確に把握する試料に、二種混合体がある。二種混合体は、大粒子含有率に応じて、小粒子骨格構造、中間構造、大粒子骨格構造に分類され^{1),2)}、それぞれの限界大粒子含有率(境界となる大粒子含有率)が明確であり、大粒子含有率の影響を捉えることに適している。本研究では、砂の二種混合体に対して遠心支持力模型実験を実施し、極限支持力に与える大粒子含有率の影響を考察する。

2. 砂の二種混合体に対する遠心支持力模型実験

実験では、平均粒径が約 7.5 倍異なる 2 種類の砂を混ぜ合わせた乾燥状態の二種混合体に対して、30G の遠心加速度および 0.5mm/min の載荷速度でフーチングを 15mm 降下させる、遠心支持力模型実験を実施し、大粒子含有率ごとの極限支持力を取得した。



図-1 土槽および載荷装置を装着した遠心力模型試験装置

2-1. 試料・試験装置

試料には、平均粒径 0.90mm のサンゴ砂(大粒子)、平均粒径 0.125 mm の珪砂(小粒子)を使用した。試験装置には、図-1 に示すアーム長さ 2m の遠心力模型試験装置、幅 600mm、奥行 200mm、高さ 400mm の土槽、45mm×45mm のフーチングを装着した載荷装置を用いた。

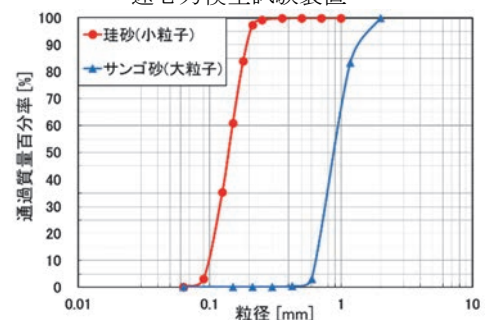


図-2 珪砂およびサンゴ砂の粒度分布

2-2. 遠心支持力模型実験の手順

以下の手順で、遠心支持力模型実験を行った。

- 1) 土槽の下部 200mm に、小粒子試料を充填する。
- 2) 試験層 100mm に、それぞれ異なる大粒子含有率の二種混合体を左右に分けて充填し、充填した試料の質量を測る。
- 3) 載荷装置を設置し、荷重と沈下量の測定を開始する。
- 4) 測定開始 30 秒後、50rpm(遠心加速度 5G)で回転開始。
- 5) 測定開始 1 分後、100rpm(遠心加速度 19G)に回転速度変更。
- 6) 測定開始 1 分 30 秒後、125rpm(遠心加速度 30G)に回転速度変更。
- 7) 測定開始 2 分後、0.5mm/min の速度で載荷開始。
- 8) 測定開始 32 分後、実験終了。

二種混合体試料の大粒子含有率を変更しながら、2)～8)の工程を繰り返す、実験を行った。70%を超える大粒子含有率では、大粒子と小粒子が分離して、均一な二種混合体試料を作成できなかったため、実験を行っていない。

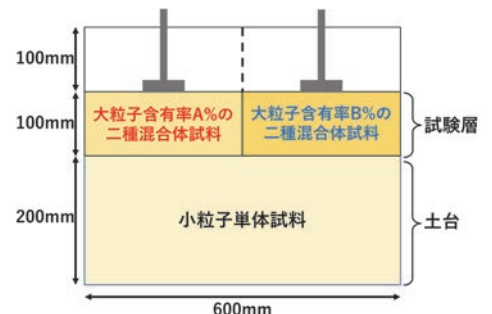


図-3 土槽内の試料の配置

キーワード 遠心力模型実験, 支持力, 粒径

連絡先 〒755-0097 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学 地盤工学研究室

TEL : 0836-85-7326

3. 二種混合体の載荷応力に与える大粒子含有率の影響

図-4 に大粒子含有率 0~40%、図-5 に大粒子含有率 50~100% のケースにおける載荷応力と沈下量の関係を示す。

図-4 の大粒子含有率 0~40% の場合、ばらつきはあるものの、大粒子含有率 15%程度までは、0%(最も薄い寒色)と同じような載荷応力-沈下量の曲線を示し、15~20%以上になると、載荷応力の明らかな上昇傾向がみられた。一方、図-5 の大粒子含有率 50~100% の場合、どの結果も大粒子含有率 100%(最も濃い暖色)と似た載荷応力-沈下量の曲線を示した。

4. 二種混合体の極限支持力に与える大粒子含有率の影響

図-6 に、大粒子含有率と載荷応力の関係を示す。

本実験では、二種混合体試料を締め固めずに、遠心加速度 30G のみで拘束圧を加えている。そのため、図-4、図-5 のように、載荷応力-沈下量の曲線は、明瞭な破壊点を示さずに徐々に沈下が進んでおり、局所せん断破壊が発生したと考えられる。明瞭な破壊点が現れなかったため、沈下量 13mm (フーチング幅の 29%に相当)における載荷応力を極限支持力として、以降の大粒子含有率の影響を考察した。図-6 より、極限支持力においても、大粒子含有率 10~20%付近から、上昇傾向がみられ、50~60%付近で、100% のときと同程度の値を示している。これらから、極限支持力の傾向に変化が見られた 10~20%と 50~60%の間である 15%および 55%を、限界大粒子含有率として、図-6 のように、骨格構造が分けられると推察される。図-6 中の極限支持力推定線は、二種混合体の力学的性質が、線形に推移するとした著者らの研究²⁾を考慮して、限界大粒子含有率を直線で結んで描いている。

また、大粒子含有率 30~50%と 65%付近で、極限支持力の実験値が、推定線よりも大きい値を示している。これは、礫と砂の二種混合体に対する安息角実験においても見られた傾向²⁾であり、二種類の粒子が混ざり合ったことによる相互作用が原因であると考えられる。

5. まとめ

本研究では、砂の二種混合体に対して遠心支持力模型実験を実施し、極限支持力に与える大粒子含有率の影響を考察した。その結果、本研究で用いた二種混合体は、大粒子含有率 10~20%と 50~60%の範囲において、極限支持力の傾向に変化がみられ、それらの含有率で、二種混合体の骨格構造が変化したと考察した。

謝辞

本研究は、JSPS 若手研究者海外挑戦プログラムの助成を受け、英国シェフィールド大学で実施したものである。

参考文献

- 1) Ueda et al : Granular Matter, Vol. 13, No. 6, pp. 731-742, 2011.
- 2) 田上 他：土木学会論文集 C, Vol.78, No.1, pp.32-44, 2022.

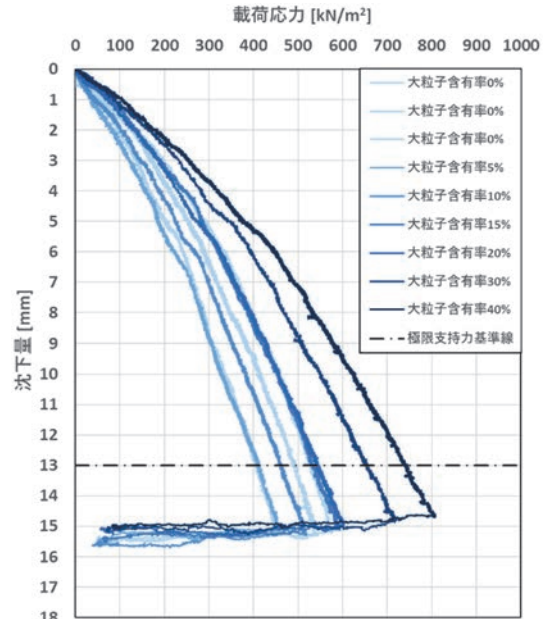


図-4 載荷応力と沈下量の関係 (大粒子含有率 0~40%)

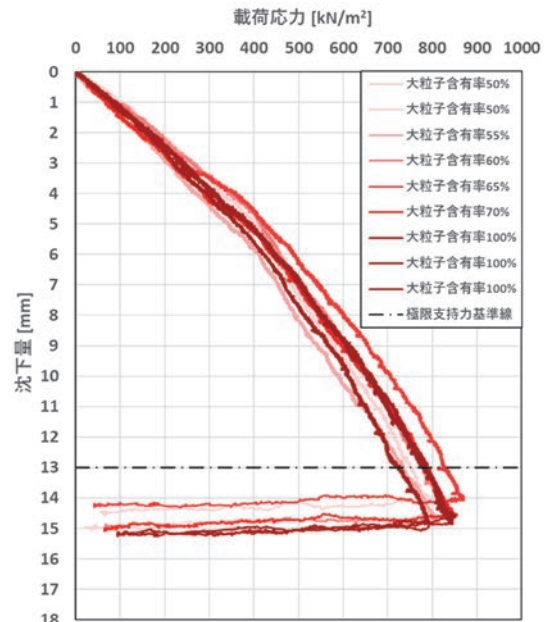


図-5 載荷応力と沈下量の関係 (大粒子含有率 50~100%)

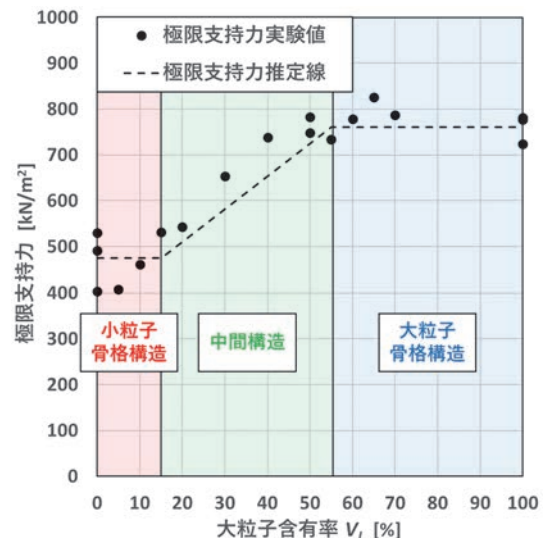


図-6 大粒子含有率と極限支持力の関係