

盛土載荷による浅層改良体の変形特性に関する遠心力模型実験

日本工営株式会社 ○藤澤 久子, スレン ソッキアン, 小林 浩二
 国立研究開発法人 土木研究所 宮武 裕昭, 近藤 益央

1. 目的

本実験は軟弱地盤対策のうち、浅層改良体と深層改良杭を併用した複合型地盤改良において、深層改良杭の改良率と浅層改良体の強度をパラメータとして、盛土荷重が作用することで浅層改良体に及ぼす変形や、作用する土圧を遠心力模型実験で把握することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 実験ケース

実験ケースは表-1 に示すとおり、深層改良杭の改良率及び浅層改良体の改良強度を変えた 4 ケースを実施した。深層改良杭の改良率と浅層改良体強度に基づき破壊パターンを想定し、遠心力載荷模型実験により想定破壊パターンが得られるか検証を行った。本実験には、土木研究所所有の遠心力載荷実験装置を用いた。

2.2 模型地盤の作製

模型地盤はカオリンクレイを母材とし、50G の遠心力場で自重圧密により作製した。カオリンクレイの物性値を表-2 に示す。排水基盤層として、最下層に東北珪砂 5 号を相対密度 95% で敷き均し、カオリンクレイは液性限界の約 1.5 倍になるように加水し、ソイルミキサーで十分に攪拌したものを用いた。所定の高さまでカオリンクレイを投入し、50G 場で自重圧密させた後、目標強度を満足する深度で切削・整形を行った。深層改良杭は、軟弱地盤をドリル（外径φ20mm）で削孔し、目標強度となるように配合したセメントスラリーを充填し作製した。浅層改良体は、設置する厚さ分、軟弱地盤を切削・整形し、セメントスラリーを充填した。実験ケースの模式図を図-1 に示す。軟弱地盤中に間隙水圧計と、改良体の下部及び上部に土圧計を設置した。

2.4 実験手順

実験は、模型地盤を自重圧密により作製し、深層改良杭及び浅層改良体を打設後、所定の強度を得る 5 日間の養生後に実施した。遠心力載荷装置に土槽を搭載し、サンドホッパーによる盛土設置の準備を行い、動画撮影を開始した。盛土材料にはジルコンサンドを用い、複数に区画されたサ

表-1 実験ケース

実験ケース	深層混合改良率 $q_{uck} = 1,000$ (kN/m ²)	浅層改良体強度 (kN/m ²)	想定パターン
ケース 1	18.7	300	損傷なし
ケース 2	18.7	200	パンチング
ケース 3	8.7	1000	曲げ破壊
ケース 4	8.7	300	曲げ破壊 パンチング

表-2 軟弱地盤の物性値

母材	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	材料 区分	液性限界 W_L (%)	塑性限界 W_P (%)	塑性指数 I_p
カオリン クレイ	2.647	シルト	51.6	34.2	17.4

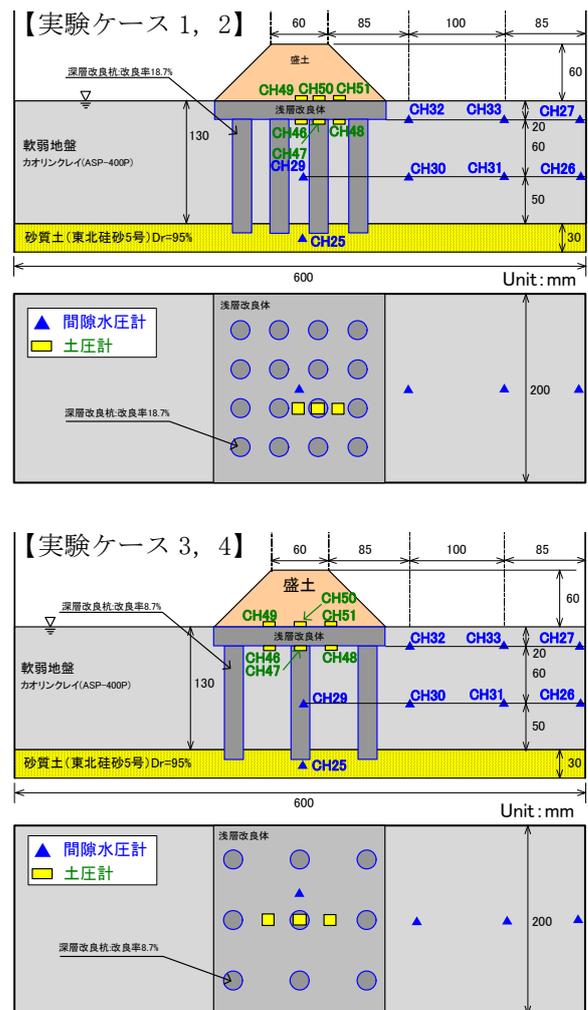


図-1 実験ケース模式図

キーワード 遠心力模型実験, 浅層改良, 盛土, 曲げ破壊, パンチング

連絡先 〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304 日本工営株式会社 中央研究所 TEL 029-871-2065

ンドホッパーの投入口に、所定の盛土形状となる量を投入し、投入口を開けて投下することで作製した。遠心加速度は1G/分の速度で50Gまで载荷し、間隙水圧及び土圧の数値を確認した後、ジルコンサンドを投下した。盛土作製後遠心加速度を除荷し、停止後に動画撮影を終了、模型の解体・スケッチを行った。

3. 実験結果

実験ケース1は、損傷なしの想定パターンに対し、実験では浅層改良体上部からクラックが発生した(写真-1(1))。深層改良杭の配置により、浅層改良体端部が片持ち梁の状態となることから、上部からの曲げ破壊が生じたと考えられる(図-2(1))。また、盛土完成とほぼ同時に浅層改良体上部からのクラックが発生したことを確認した。浅層改良体上部の土圧計に、クラック発生が要因と考えられる数値の変動を確認した。

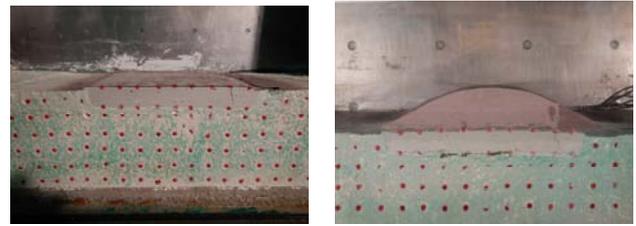
実験ケース2は、パンチングの想定パターンに対し、実験では浅層改良体上部からクラックが発生した(写真-1(2))。盛土完成前にクラックが生じており、浅層改良体下部の土圧計のピーク値とほぼ同時であった。クラックは杭頭に生じており、パンチングの状態ではなかったため、ケース1と同様に上部から曲げ破壊が生じたと考えられる(図-2(2))。

実験ケース3は、曲げ破壊の想定パターンに対し、想定通り曲げ破壊が生じた(写真-1(3))。クラックが杭間に発生していることから、浅層改良体下部からの曲げ破壊と判断した(図-2(3))。杭間のクラックは盛土完成前に発生しており、土圧計の変動及びピーク値は目視によるクラック確認とほぼ同時であった。

実験ケース4は、想定破壊パターンの曲げ破壊及びパンチングに対し、想定通りの破壊形態が生じた(写真-1(4)、写真-2)。クラックが杭間に発生していることから曲げ破壊、パンチング破壊は実験後の解体時に、杭頭に入ったクラックの状態と判断した(図-2(4))。クラックは、盛土完成前に杭間で発生し、盛土完成後に端部のクラックが発達する様子を確認した。土圧は盛土载荷に伴い増加し、土圧計のピーク値は目視によるクラックより少し前であった。目視によるクラック確認前にも、土圧計設置位置付近でクラック等の変状が発生したと考えられる。

4. まとめ

実験により、浅層改良体の強度並びに深層改良杭の改良率や配置によって、パンチングや曲げ破壊が発生することが確認できた。曲げ破壊については、下部からの曲げ破壊と、浅層改良体端部で発生する上部からの曲げ破壊が確認できた。今後、想定破壊パターンに対する曲げ破壊及びパンチングの照査を行う予定である。



(1) ケース 1

(2) ケース 2

【上部からの曲げ破壊】



(3) ケース 3

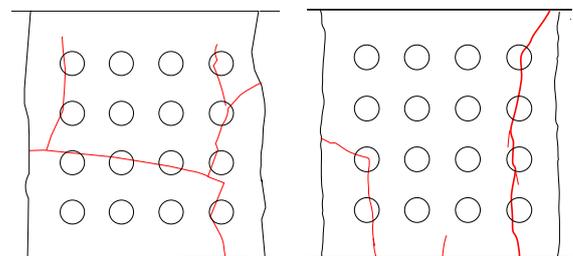
(4) ケース 4

【下部からの曲げ破壊】

写真-1 クラックの発生状況

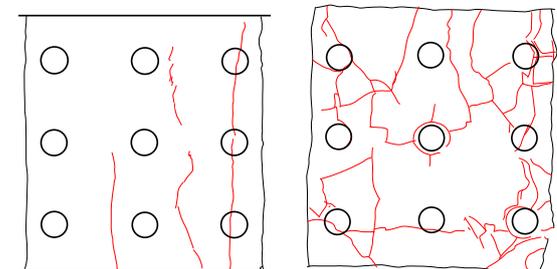


写真-2 パンチング破壊状況 (ケース 4)



(1) ケース 1

(2) ケース 2



(3) ケース 3

(4) ケース 4

図-2 クラックの発生状況 (実験後スケッチ)