

深層混合処理地盤改良基礎の破壊モードに関する一計算（鉛直支持力）

日建設計 正会員 ○大野 雅幸
正会員 大石 幹太
正会員 寺師 昌明

1. はじめに 深層混合処理地盤改良の設計では、上部構造の安定性のほかに、改良地盤の外部安定と内部安定が検討される¹⁾。前者は改良地盤を剛な構造物とみなして、改良地盤を支える周辺地盤の安定性の検討を行い、後者は、改良地盤の内部のせん断応力に対する安定性の検討を行う。ブロック式地盤改良の模式図を図-1に示す。改良地盤と周辺地盤に作用する力は作用反作用の関係にある。その力は、改良地盤と支持層の地盤条件によって決まる。当然、地盤条件によって、内部安定と外部安定を包括する破壊モードは変化すると考えられる。

本研究では、改良地盤と支持層の強度に着目し、その強度比と改良地盤の破壊モードの関係を調べた。

2. 解析条件・解析手法 解析条件と解析断面をそれぞれ図-2および図-3に示す。表層の一軸圧縮強度は、全ての case で $q_u=30\text{kPa}$ とした。case1 では、支持層は $q_{ub}=200\text{kPa}$ の条件の下で、改良地盤の強度を $q_{ut}=100, 200, 500, 1000\text{kPa}$ と変化させた。case2 では、改良地盤は $q_{ut}=1000\text{kPa}$ の条件の下で、支持層は $q_{ub}=100, 200, 500, 1000, 10000\text{kPa}$ と変化させた。

数値解析手法には、Cundall²⁾らによる有限差分法コードを用いた。地盤には、Mohr-Coulomb の降伏条件とそれに類似する塑性ポテンシャルを持つ弾塑性モデルを適用し、上部構造物は弾性モデルを適用した。解析に必要な定数は q_u から次の評価式を用いて決定した。改良地盤は、変形係数 $E=200q_u$ 、引張強度 $0.15q_u$ 、ポアソン比 $\nu=0.25$ 、単位体積重量 $\gamma_{sat}=14\text{kN/m}^3$ とした。表層と支持層は、変形係数 $E=105q_u$ 、引張強度 $0.35q_u$ 、ポアソン比 $\nu=0.45$ 、単位体積重量 $\gamma_{sat}=14\text{kN/m}^3$ とした。

基礎捨石は、 $\phi=40^\circ$ の摩擦要素とした。

モデルの底面は鉛直水平とも固定条件とし、側面は水平方向のみ固定とした。鉛直荷重は上部構造物の上面に変位速度として与えた。

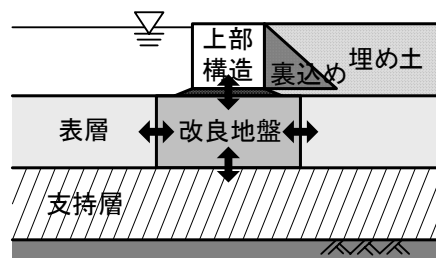


図-1 ブロック式地盤改良

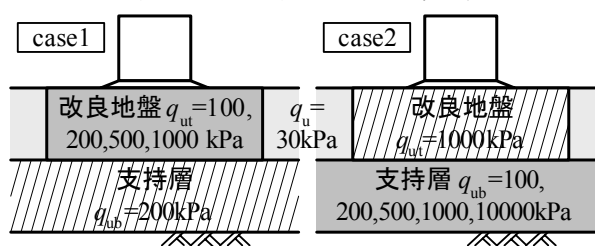


図-2 解析条件

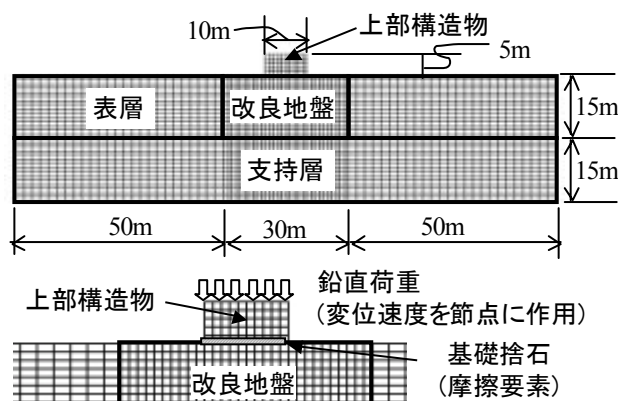


図-3 解析モデル

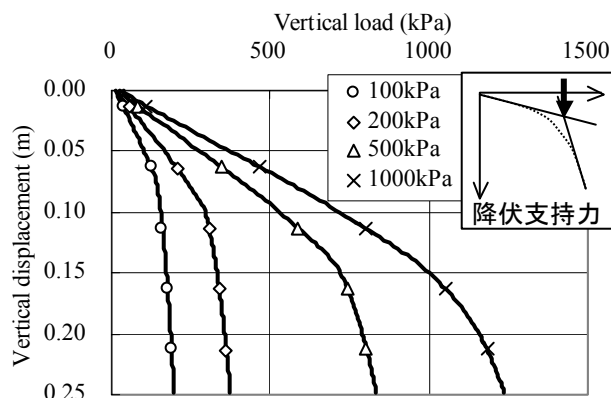


図-4 荷重沈下曲線(case1)

キーワード 改良地盤，鉛直支持力，破壊モード，支持層強度，改良土強度，数値解析

連絡先 〒102-8117 東京都千代田区飯田橋 2-18-3 (株)日建設計 中瀬土質研究所 大野雅幸 Tel03-5226-3030

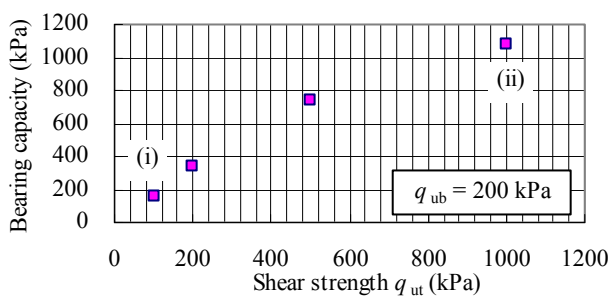
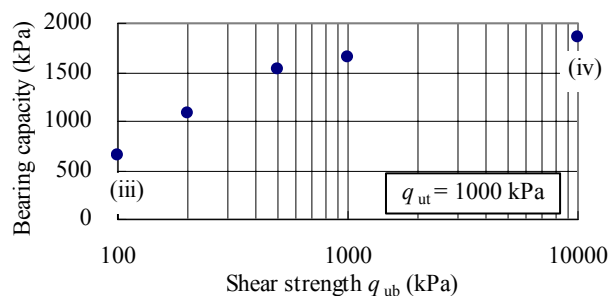
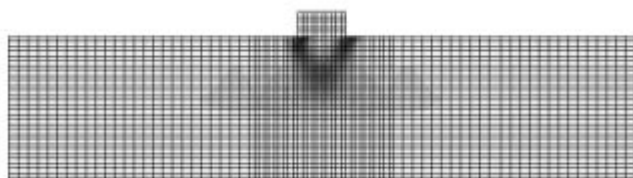
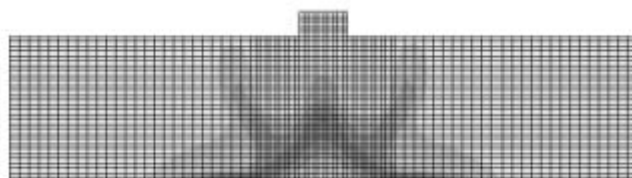
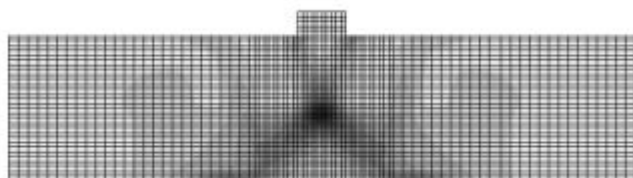
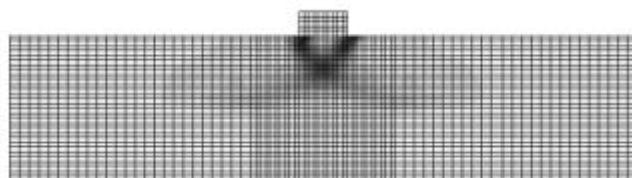
図-5 q_{ut} と降伏支持力の関係図-7 q_{ub} と降伏支持力の関係図-6(a) $q_{ub}=100\text{kPa}$ (図-5(i))図-8(a) $q_{ub}=100\text{kPa}$ (図-7(iii))図-6(b) $q_{ub}=1000\text{kPa}$ (図-5(ii))図-8(b) $q_{ub}=10000\text{kPa}$ (図-7(iv))

図-6 セン断ひずみ (case1, 鉛直変位 25cm 時)

図-8 セン断ひずみ (case2, 鉛直変位 25cm 時)

3. 改良土の強度が破壊モードに与える影響 図-4 に荷重沈下曲線(case1)を示す。支持力は、改良土の強度が高いほど大きくなった。荷重沈下曲線の載荷初期における接線と傾きが変化した後の直線部分の接線の交点を降伏支持力として、 q_{ut} と降伏支持力の関係を図-5 にまとめた。 q_{ut} が高いほど降伏支持力は増加するが、その値は約 1200kPa に漸近していくように見て取れる。図-6 は図-5 中の (i) と (ii) について、鉛直変位 25cm 時のせん断ひずみを示した図である。(i) では、せん断ひずみは改良土の内部に集中し、改良地盤の内部にせん断破壊が生じていることが分かる。一方 (ii) では、改良地盤直下の支持層にせん断ひずみが生じ、支持層にせん断破壊が生じていることが見て取れる。

4. 支持層の強度が破壊モードに与える影響 図-7 は、 q_{ub} と降伏支持力の関係である。 q_{ub} が高くなると降伏支持力は増加するが、その値は約 2000kPa に漸近してゆく。図-8 は図-7 中の (iii) と (iv) について、鉛直変位 25cm 時のせん断ひずみを示した図である。(iii) では、(ii) と同様に改良地盤直下の支持層にせん断ひずみが生じている。一方 (iv) では、(i) と同様にせん断ひずみは改良土の内部に生じている。

5. 強度比の影響 降伏支持力と強度比 q_{ub}/q_{ut} の関係を図-9 に示す。図より、降伏支持力は、強度比に対してユニークな関係を取ることが分かる。改良地盤の内部せん断破壊を示す (i) (iv) は図中の右方に位置し、支持層のせん断破壊を示す (ii) (iii) は図の左方に位置する。強度比は、破壊モードともユニークな関係を示す。

(参考文献) 1)海上工事における深層混合処理工法技術マニュアル(1999), 財団法人沿岸開発技術研究センター, 2)Fast Lagrangian Analysis of Continua in 3Dimensions Manual(2002), Itasca Consulting Group, Inc.

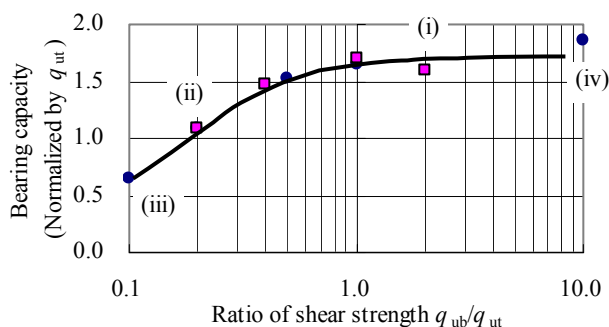


図-9 強度比と降伏支持力の関係