

浅層改良を併用した非着底型深層改良地盤の圧密沈下時の挙動に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○鹿島浩司 正会員 松田 博
正会員 石藏良平

1. はじめに

浅層改良を併用した非着底型深層改良地盤は、従来の地盤改良技術と比較して、経済性や環境面において有効な技術として期待されているが、沈下と安定性に対する評価方法は十分に確立されていない。

本研究は、改良地盤の併用効果と沈下および安定性に対するメカニズムを明らかにすることを最終目的とする。本報告では、2次元平面ひずみ模型実験装置を新たに作製して载荷試験を行い、改良地盤内の応力分布を計測するとともに、画像解析により、圧密沈下時の地盤内挙動の可視化を試みた。

2. 実験概要

本研究で新たに作製した平面ひずみ载荷模型装置の概要を図 1 に示す。実験装置の特性として载荷板中央に設置した改良体の上端および先端に作用する荷重を個別に計測できる。改良体には幅 3cm、長さ 20cm、奥行 10cm のアルミ製の板を使用した。载荷板全体に作用する荷重を制御することで、载荷面に作用する平均的な载荷応力 σ を調整した。载荷実験は一次元圧縮条件とし、载荷板を介して载荷面に荷重を载荷する。

模型地盤の寸法は、载荷面の幅 25cm、奥行 10cm であり、含水比 $w = 80\%$ のカオリン粘土を $\sigma = 40(\text{kPa})$ で予圧密し、圧密終了時に模型地盤の高さが 25cm 程度となるようにした。土槽側面には、壁面摩擦を軽減させるため、テフロンシートを貼り、その上にシリコングリースを塗布し、メンブレンを貼りつけた。土槽前面には 1.0cm 四方の格子を記したメンブレンを貼り付け、载荷中の改良地盤内の挙動を観察した。実験条件は Case1 を改良体 1 本、Case2 を改良体 3 本とした。改良体設置後、载荷応力 $\sigma = 40, 80(\text{kPa})$ と段階的に载荷した。

3. 実験結果と考察

図 2 は载荷応力 $\Delta\sigma = 40\text{kPa} (\sigma = 40-80\text{kPa})$ の時の正規化圧密沈下量 S/S_0 と改良体本数との関係を示したものである。 S_0 は未改良時、 S は改良時の圧密沈下量を意味する。 S/S_0 は杭本数の増加にともない、なだらかに減少し、一定値に収束する傾向を示した。

図 3 は Case1 の沈下量 S および周面摩擦抵抗 $\bar{\tau}$ の経時変化を示したものである。ここで周面摩擦抵抗 $\bar{\tau}$ は、载荷板中心に設置した改良体の上端および先端に作用する荷重の差を改良体の周面積で除した平均的な値を意味する。 $\bar{\tau}$ は改良体と未改良土間に相対変位が生じることで発現されると考えられる。 $\bar{\tau}$ は模型地盤の沈下量の増加に伴い減少し、沈下量が収束すると同時に一定値に収束する傾向を示した。

図 4 に圧密沈下終了後の周面摩擦抵抗 $\bar{\tau}$ および杭頭応力 $\sigma_{su(U)}$ の収束

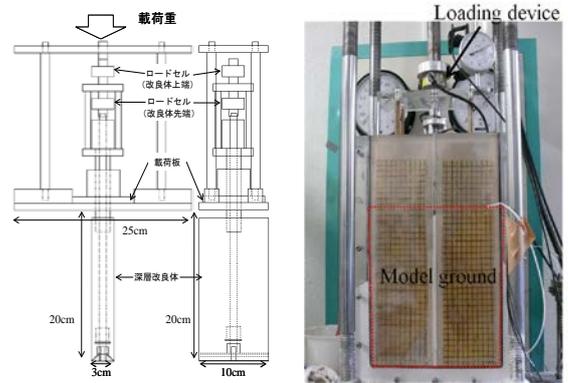


図 1. 実験装置の概要

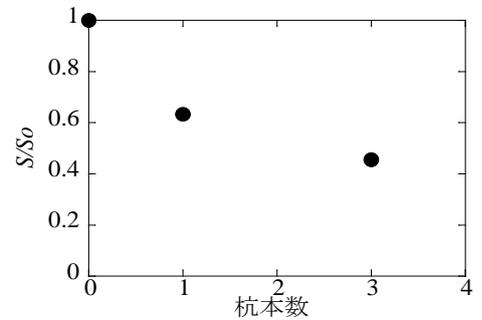


図 2. 正規化沈下量と改良体本数の関係

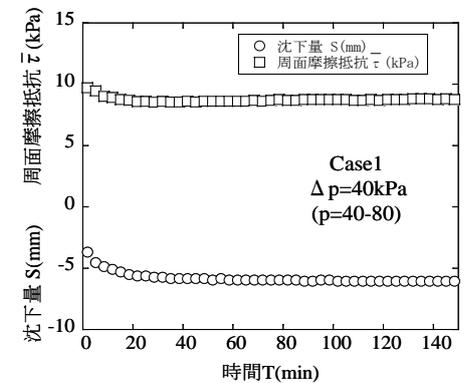


図 3. 周面摩擦抵抗と沈下量の経時変化

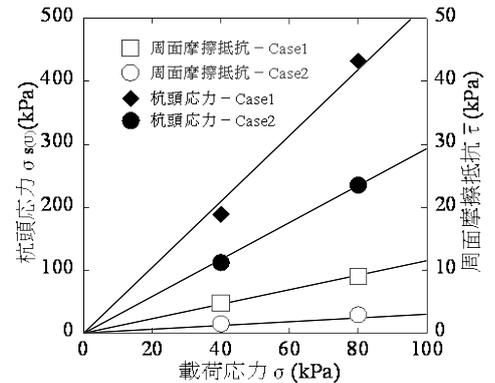


図 4. 周面摩擦抵抗と杭頭応力の収束値

値と載荷応力 σ の関係を示す。いずれの結果も原点を通る比較的良好な直線関係を示している。また、改良体間隔が小さい Case2 の方が、Case1 と比較して改良体 1 本あたりに発生する周面摩擦抵抗 $\bar{\tau}$ が小さくなる傾向を示した。

各載荷段階における圧密沈下終了後の改良体および未改良土に作用する鉛直応力と載荷応力 σ との関係を図 5 に示す。測定した各鉛直応力と載荷応力 σ は改良体設置時の未改良土の乱れによりばらつきは見られるものの、原点を通る比較的良好な直線関係を示した。改良体間の未改良土に作用する鉛直応力 $\sigma_{(U)}^*$ は、改良体に作用する改良体上端応力と比較して小さくなっている。これは、改良体の設置によって載荷板に作用する載荷応力が改良体に集中し、改良体間の未改良土に作用する鉛直応力が軽減されたためと考えられる。図 6 に $\sigma=20\text{kPa}$ の予圧密終了時から $\sigma=80\text{kPa}$ の予圧密が終了した時点までの地盤内変位ベクトルを示す。変位ベクトルは実際の 5 倍の大きさで表示している。改良体周辺の未改良土は、改良体と一体になって鉛直方向に変位が卓越している。また、深層改良体先端付近では、鉛直方向に大きく変位し、徐々に水平方向に変位が発生している。

図 7 に、図 6 から求めた模型地盤内の鉛直ひずみ分布を示す。図に示されるように、深層改良体先端付近で最も鉛直ひずみが卓越している。これは、浅層改良を併用することによって、上載荷重が非着底型深層改良体に伝達され、改良体先端の未改良土に応力が集中したためと考えられる。一方、改良体間の未改良土に作用する鉛直応力が軽減されたことで、載荷板直下の未改良土の鉛直ひずみは小さくなっており、圧密沈下が抑制されたものと考えられる。

図 8 に、図 6 から求めた模型地盤内の最大せん断ひずみ分布を示す。鉛直ひずみが卓越する改良体先端付近において最大せん断ひずみも大きく発生している。また、改良体先端から上方向にかけても最大せん断ひずみの分布が生じている。改良体を挿入することによって、圧密沈下時にも改良地盤内にせん断ひずみが生じていることがわかる。

4. まとめ

浅層改良を併用した非着底型深層改良地盤の沈下と安定性に関するメカニズムを明らかにするために、2次元平面ひずみ模型実験装置を試作し、載荷試験を行った。地盤内応力や鉛直ひずみの分布傾向から、改良体を設置することにより、載荷板に作用する載荷応力が改良体に集中し、改良体間の未改良土に作用する鉛直応力が軽減されることが明らかになった。そのため、載荷板直下の未改良土の鉛直ひずみは小さくなっており、改良地盤全体として沈下が抑制されたと考えられる。

【参考文献】

- 1) 石蔵良平他：浅層改良を併用した非着底型深層改良地盤の深層改良体の周面摩擦特性に関する考察，第 43 回地盤工学研究発表会講演集，pp.683-684, 2008.

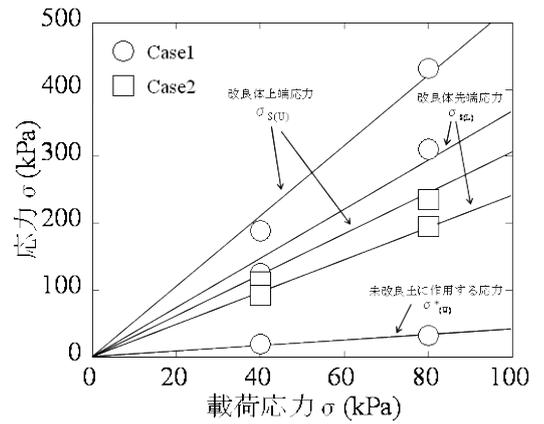


図 5. 改良体と未改良土に作用する鉛直応力

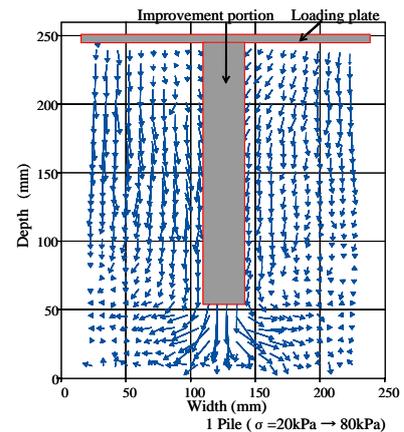


図 6. 模型地盤内の変位ベクトル

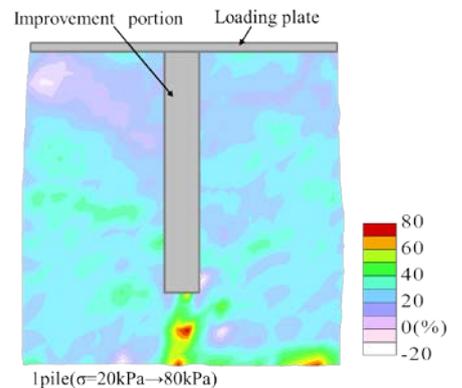


図 7. 模型地盤内の鉛直ひずみ分布

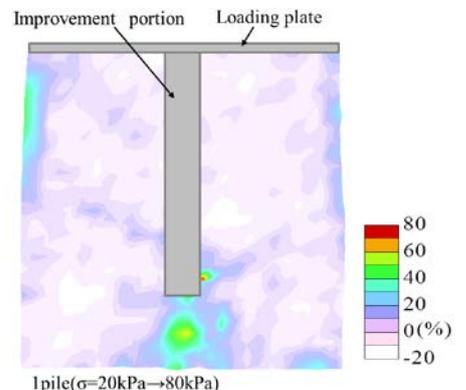


図 8. 模型地盤内の最大せん断ひずみ分布