

深層・浅層併用改良地盤の浮式深層改良体に作用する周面抵抗の評価

九州大学大学院 学○松井秀岳

九州大学大学院 F 落合英俊

正 大嶺 聖

九州大学大学院 正 安福規之

学 石蔵良平

1、はじめに

フローティング式低改良率深層混合処理工法は、盛土道路などの上部構造物の機能が保たれる範囲内で沈下を許容する工法であり、従来の軟弱地盤改良工法と比較して、コストを削減できる可能性がある。また不同沈下抑制のために浅層改良の併用が提案されている。本研究が対象とする浮式深層混合処理では、深層改良体が支持層まで到達しておらず、深層改良体に周面抵抗が働くと考えられるため、その影響を考慮することが重要である。本研究では、改良条件や地盤の特性値から改良体と未改良土の応力分担比を推定し、それをもとに改良地盤の沈下量推定¹⁾や、安定問題²⁾の検討を行ってきた。今回、深層改良体に作用する応力を計測できる载荷装置を用いて、深層改良体に作用する周面抵抗の経時変化について実験的に評価し、推定した応力分担比との比較により、その妥当性を明らかにする。

2、深層改良体に作用する周面抵抗の実験的評価

杭の周面抵抗は上载荷重载荷直後から圧密沈下終了まで経時的に変化する。この応力分担比の経時変化を把握することで、より正確な沈下量予測、安全な安定計算ができると考える。これまで沈下量予測や安定計算に用いてきた応力分担比は、圧密沈下終了後を想定したものであり、それが妥当であるか実験結果をもとに考察する。

■実験概要

模型地盤には含水比 80%に調整したカオリン粘土を 20kPa で予備圧密したものを使用した。模型地盤のサイズは 150mm × 150mm × 200mm (予備圧密終了時) である。アクリル容器と模型地盤の間にはメンブレンを張って摩擦を低減している。载荷板 (150mm × 150mm) には先端面の荷重と、杭全体に作用する荷重を計測できる杭 (直径 30mm、高さ 150mm) が結合されており、载荷板全体に作用する荷重もロードセルで計測できる。载荷は 20kPa、40kPa、80kPa と三段階で行い、経時変化を見るために一分間隔で連続して各荷重と変位を測定した。

■実験結果

図 4、5 に杭に作用する応力と応力分担比の経時変化を示す。杭先端抵抗と杭周面の摩擦抵抗の経時変化は上载荷重の増加に伴って増加しているが、この両者の増加の割合がほぼ等しい

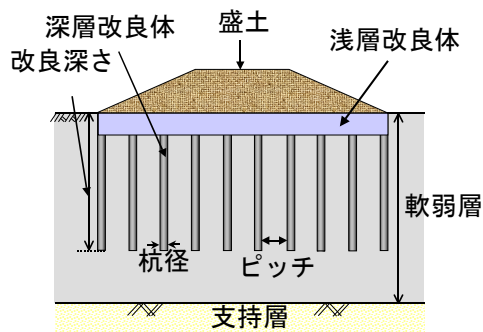


図 1、併用改良地盤

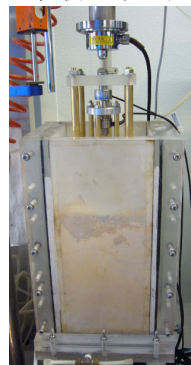


図 2、試験装置概要

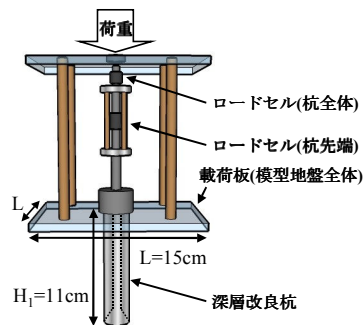


図 3、载荷装置概要

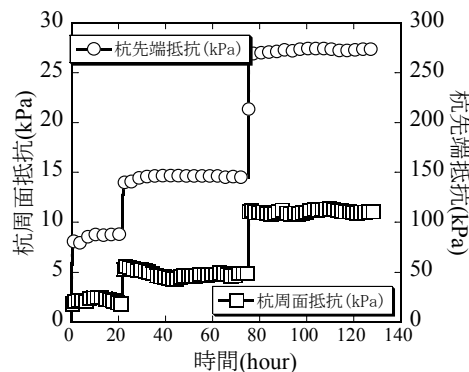


図 4、杭に作用する応力の経時変化

ため、応力分担比は、ほぼ一定の値を示している。このことから応力分担比は特性の同じ地盤では上載荷重によらず改良形状によって決まる値に収束することがわかる。しかしながら上載荷重を増加させた時に、応力分担比が一時的に減少し、一定の時間が経過すると、元の値に戻る傾向が見られる。応力分担比が減少してから元に戻るまでの時間は模型地盤の沈下がおさまるまでの時間にほぼ等しく、この間に杭に作用する荷重は徐々に上昇し一定の値に収束している。このことから沈下がある程度落ち着くまでは未改良地盤が荷重を分担し、沈下がおさまるにつれて徐々に荷重が深層改良体に分担されていくことが分かる。

3、改良形状と杭の周面抵抗の関係

本研究では、改良地盤の改良形状、その中でも、改良率、改良深さ H_1 と杭の周面摩擦力の関係に着目し、有限要素法による数値解析から、深層改良体の周面摩擦抵抗を粘土の強度増加率を用いて以下のように定式化を行った³⁾。

$$\bar{\tau}/p_0 = \frac{c_u}{p_0} \frac{1}{H_1/L} \cdots (1) \text{ ただし、} \bar{\tau} \leq c_u$$

ここで、 $\bar{\tau}$: 平均的な周面摩擦抵抗、 p_0 : 先行圧密荷重、 c_u : 軟弱地盤の非排水せん断強度、 L : 杭間距離

このように、改良地盤の改良率、改良深さによって深層改良体に作用する周面抵抗は変化するということが解析的にわかっている。図6に平均的な周面抵抗と改良形状の関係を今回行った実験条件を元に式(1)から求め示した。 c_u/p_0 はカオリン粘土の強度増加率を用いた。

また図6には2で示した実験から得られた値もプロットしている。改良条件が1ケースであるためプロット点は少ないがどちらの結果も提案する式に近く、得られた $\bar{\tau}$ も模型地盤の非排水せん断強度を越えてないことから提案式の妥当性が確認できた。

4、まとめ

今回、模型実験から浮式深層改良体に作用する周面抵抗を計測し、応力分担比の経時変化を求めた。その結果、応力分担比は載荷直後に若干低下するものの、上載荷重によらず改良条件によって一定の値に収束することが確認された。また数値解析から定式化した改良条件と周面抵抗の関係についても実験値と同様の傾向を示している。またこれまで行ってきた沈下量の推定¹⁾や、安定性の検討²⁾も圧密沈下終了時の応力分担比を想定しており、提案手法の妥当性が示された。

<参考文献>

- 1) 松井秀岳・落合英俊・大嶺聖・安福規之・石蔵良平：剛性と摩擦特性を考慮したフローティング式改良地盤の一次元沈下モデルについて（土木学会西部支部研究発表会 2006）
- 2) 松井秀岳・落合英俊・大嶺聖・安福規之・石蔵良平：浅層・深層組合せ改良地盤における浅層改良地盤の曲げ応力推定方法（地盤工学会研究発表会 2006）
- 3) 石蔵良平・落合英俊・大嶺聖・安福規之・小林泰三：浅層固化処理を併用した非着底型深層混合処理地盤の沈下量推定方法（土木学会論文集C、Vol.63, No.4, pp.1101-1112, 2007.）

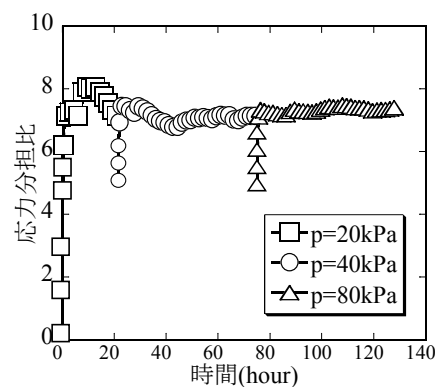


図5、応力分担比の経時変化

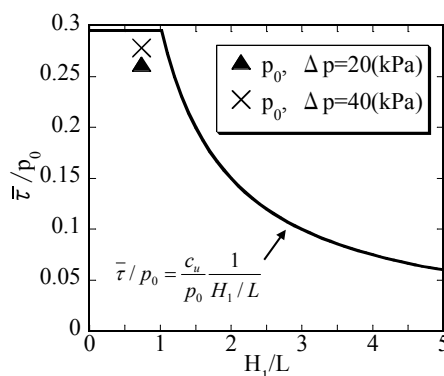


図6、改良形状と周面抵抗の関係