

フローティング式杭状改良地盤の一次元圧密沈下特性

九州大学大学院 学○石蔵 良平

九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之

九州大学大学院 正 大嶺 聖 学 橋高 和生

1. はじめに

フローティング式深層混合処理工法は、その設計条件によってはコストを大幅に縮減できる可能性があり、改良地盤の沈下量や支持力に関するメカニズムの解明が必要である。本研究では今回、変形特性の一つである圧密沈下量に着目し、改良柱体が圧密沈下量に及ぼす影響を把握するために、一次元圧密を模擬した模型実験装置を用いてフローティング式深層混合処理地盤を想定した杭状改良地盤を作製し、改良率と改良柱体の剛性を变化させたパターンでの圧密沈下抑制効果についての検討を行う。また、改良柱体直下と改良柱体間に土圧計と間隙水圧計を設置し、各実験ケースにおける応力分担割合や間隙水圧の経時的な変化を把握する。

2. 一次元圧密を模擬した模型実験

(1) 実験装置 図1に一次元圧密を模擬した模型実験装置の概略を示す。装置の内寸が $150 \times 150 \times 350\text{mm}$ のアクリル板の容器と載荷板および載荷装置から構成されている。圧密時には両面排水となるように上下面には排水孔が設けられている。装置の内側には、供試体とアクリル板の摩擦をメンブレンなどを貼ることのできる限り軽減する。なお載荷装置と載荷板の間にはロードセルと変位計を取り付け、圧密応力を制御しながら鉛直変位を測定する。

(2) 実験材料 未改良土：未改良土は市販のカオリン粘土を含水比 80% に調整して真空脱気させながら十分練返し、一次元圧密を模擬した模型実験装置内に投入し、供試体高さ 26cm から 20kPa の圧密応力で予備圧密を開始し、圧密が終了したものを未改良土とする。予備圧密終了時点での供試体高さは各実験ケースにおいて約 20cm となりほぼ同程度の値を示した。またカオリン粘土を装置内に投入する際に図1に示される位置に小型土圧計および間隙水圧計を設置した。

改良柱体：改良柱体の剛性の違いに着目し、均質化を図るために、比較的剛性の大きなエーテル系ウレタン（材料A）と比較的剛性の小さな耐候性合成ゴム（材料B）の2種類を改良柱体として使用する。これらの改良柱体の寸法は直径 30mm、高さ 110mm の円柱型であり、それぞれの変形係数は一軸圧縮試験の結果よりウレタンは、約 50MPa、合成ゴムは約 10MPa の値が得られた。

(3) 杭状改良地盤の作製方法 未改良土に改良柱体を挿入するため、まず OHP シートを直径 3cm 程度に丸めて挿入し、引き抜くことでシート内の未改良土を抜き取り、そこに改良柱体を挿入する。またこの時に改良柱体と未改良土をなじませるため 20kPa の予備圧密応力で 2 時間程度再び載荷したものを杭状改良地盤とする。なお改良柱体挿入時に、改良柱体底面にも土圧計を設置し、改良柱体直下に作用する応力の測定を行う。表1および図2に実験ケースと改良柱体の配置図を示す。

(4) 実験手順 杭状改良地盤作製後、載荷応力を $P=40\text{kPa}$ 、 80kPa と段階的に載荷し、各実験ケースでの沈下量と改良地盤内に設置した圧力計の経時的変化を測定する。なお、各載荷段階における載荷時間は各実験ケースにおいてすべて統一する。

(5) 実験結果と考察 図3に 80kPa 載荷時の各実験ケースの最終圧密沈下量を Case0(無改良)の最終圧密沈下量で正規化した値を示す。図より剛性が大きな材料Aを使用しているケースの方が改良率が大きくなると最終圧密沈下量を減少させる傾向を示したが、改良柱体の剛性の違いに比べ、大きな差異は見られなかった。図4に各実験ケ

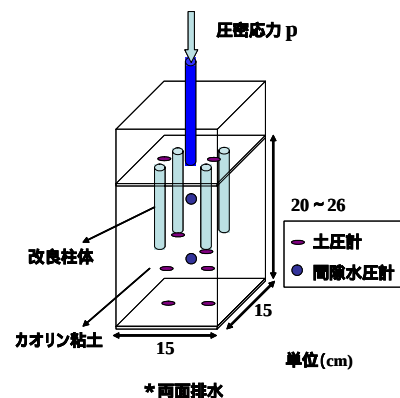


図1. 一次元圧密を模擬した模型実験装置図

表1. 実験ケース

	改良率(%)	改良深さ(cm)	改良体
case0	0	0	無改良
case1	25.1	11	材料A
case2	25.1	11	材料B
case3	12.6	11	材料A
case4	12.6	11	材料B

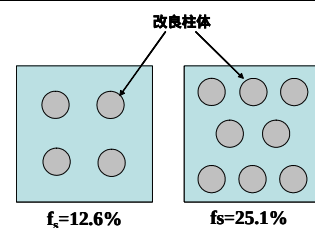


図2. 改良柱体の配置

ースにおける各载荷段階終了時の改良率と応力分担パラメータ b の関係について示す。ここで応力分担パラメータ b を载荷板直下の改良柱体と未改良土に作用する応力の比と定義し、载荷板直下の未改良土に作用する応力の計測値から応力分担パラメータ b を算定した。また、改良柱体直下に設置した土圧計により計測した改良柱体下応力と改良柱体上応力の経時的な比較を行ったところ、各実験ケースともに改良柱体上下応力に大きな差異は見られなかった。以上のことから、改良部分の沈下量の推定方法について検討を行う。

(6) 改良部分の沈下量推定について

改良部分の沈下量を推定するパラメータとして体積圧縮係数 $m_v(m^2/kN)$ を選定し、実験結果との比較を試みる。その概念図を図5に示す。また、改良部分の平均的な体積圧縮係数を示すための式および必要な各パラメータを(1)から(4)式に定義する。

$$\overline{m_v} = \frac{bf_s m_{vs} + (1-f_s)m_v^*}{(b-1)f_s + 1} \quad (1) \quad \overline{\sigma_s} = \overline{b\sigma^*} \quad (2)$$

$$m_v^* = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta p} \quad (3) \quad m_{vs} = \frac{1}{E} \quad (4)$$

$$b = 1.2 \times \ln(mv^*/m_{vs}) + 1 \quad (5)$$

m_v^* : 未改良土の体積圧縮係数 m_{vs} : 改良柱体の体積圧縮係数

f_s : 改良率

b : 応力分担パラメータ

E : 改良柱体の変形係数

(1) 式は平均化の考え方より求めた式である。この式に含まれる応力分担パラメータ b に実験結果により得られた図6に示される剛性比と応力分担パラメータの比を近似した(5)式の値を代入することで体積圧縮係数を求め、計算結果とした。なお、図6に示される応力分担パラメータ b は改良部分と未改良部分の剛性の比 m_v^*/m_{vs} が小さいところでは上昇するが剛性比が大きくなると一定値に収束する傾向を示した。一方、実験結果は改良部分下の未改良部分が無改良ケースの場合の体積圧縮係数と等しいと仮定して、各実験ケースの改良地盤全体の沈下量と、未改良部分の沈下量との差から改良部分の沈下量を算定し、体積圧縮係数を求めた。

平均化による計算結果と実験結果を比較したものを図7に示す。図はB材料の载荷応力が80kPa時の計算結果と実験結果の値を比較したもので、各改良率において計算結果と実験結果が比較的良好に対応した値を示した。

3. まとめ

- 1) 2種類の剛性の異なる改良柱体を用いて载荷試験を行った結果、剛性の違いによる沈下量の大きな差異は見られなかった。
- 2) 改良柱体と未改良土に作用する応力の比である応力分担パラメータ b は、改良柱体と未改良土の剛性比の増加とともに大きくなるが剛性比が大きくなると一定値に収束する傾向を示した。

【参考文献】大嶺 聖他：杭状改良地盤の応力・変形解析における平均化手法の一提案，第2回地盤改良シンポジウム，pp197-202,1996

大野真希他：表層安定処理を併用したフローティング式深層混合処理工法に関する実験的検討，土木技術資料 44-5, pp32-37, 2002

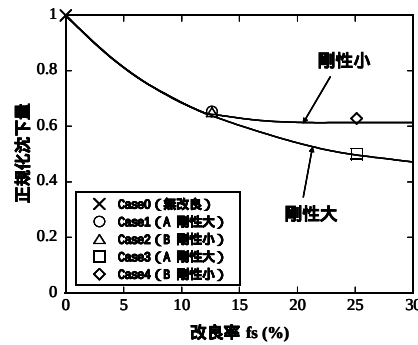


図3. 正規圧密沈下量(80kPa時)

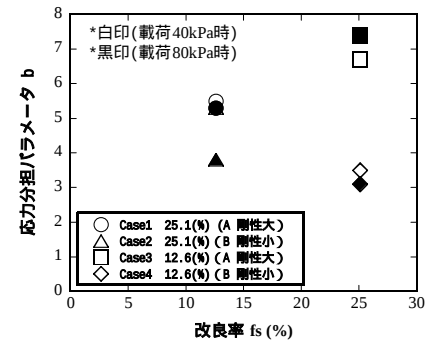


図4. 改良率と応力分担パラメータ

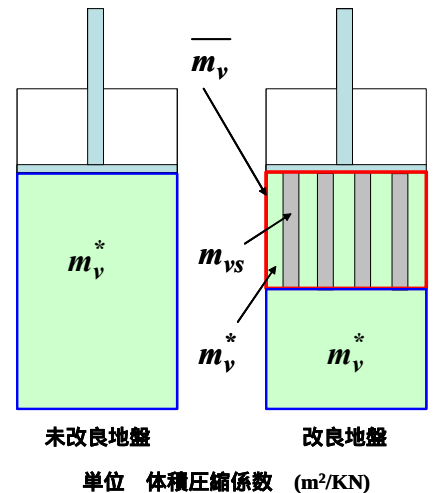


図5. 改良部分の m_v 推定概略図

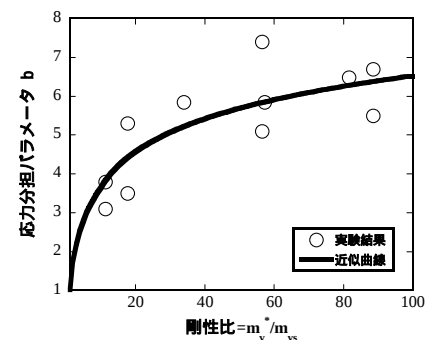


図6. 応力分担パラメータの
近似曲線

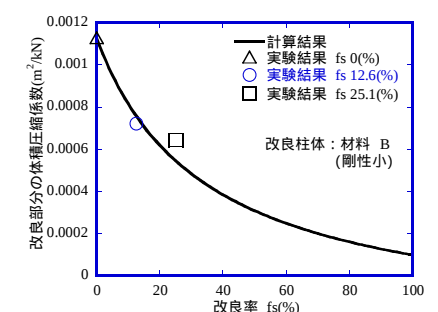


図7. 改良部分の平均的な体積圧縮
係数 (P=80kPa)