

非着底壁式改良地盤の沈下予測に向けた荷重伝達機構に関する考察

九州大学 学 ○澤拓寿
九州大学大学院 正 石蔵良平 F 安福規之

1. はじめに

アジア地域には軟弱地盤が広く分布しており、様々な地盤改良技術が開発されてきた。近年、地盤改良への要求性能は多様化しており、経済性や環境への配慮も求められるようになっている。これらの要求性能を満足する技術の一つとして非着底地盤改良技術が最近注目を集めている。非着底改良の特徴として支持層まで改良壁を到達させないため、改良体体積を小さくでき施工費用の縮減や環境負荷の低減が見込まれる。しかし、改良体が支持層まで達していないため、沈下を許容する技術であり沈下量を適切に予測することが重要になる。既存の沈下予測手法では軟弱層の厚さや荷重条件によっては沈下量を正確に予測できないのが現状である。本研究では、沈下予測に必要となる荷重伝達特性について、動態観測結果や模型実験により、考察を行った。

2. 沈下と荷重伝達の考え方

沈下計算には、図1に示す改良壁と未改良土が一体化した等価基礎部と圧密沈下対象層に分けて計算を行う¹⁾。圧密沈下対象層の沈下計算には次の式を用いる。

$$S = m_v \cdot H_2 \cdot \Delta\sigma \quad (1)$$

S は沈下量、 m_v は体積圧縮係数、 H は沈下対象層の長さ、 $\Delta\sigma$ はそれぞれの層に働く応力を表している。図1に荷重伝達の考え方を示した。改良体に盛土荷重 q_1 がかかると、荷重作用面に荷重 q_2 が発生する。 q_2 は、改良地盤に作用する盛土全荷重 q_1 から、次式で示される盛土横断方向及び縦断方向に作用する摩擦力 F_1 及び F_2 を差し引いたものとする。荷重作用面は、圧密沈下対象層への荷重作用位置を意味する。 q_2 を式で表すと次のようになる。

$$q_2 = q_1 - F_1 - F_2 \quad (2)$$

ここで F_1 、 F_2 は次式で示される。

$$F_1 = 2W \sum_0^{Df} z_i f_i \quad (3)$$

$$F_2 = 2D \sum_0^{H_1} z_j f_j \quad (4)$$

ここで、 W は改良体幅、 D は改良体厚さ、 z_i, f_i は深さ z_i における摩擦力度 f_i を表している。 Df は摩擦発現長さ、 H_1 は改良深さとした。

圧密沈下対象層では図1のように荷重が1:2の比で分布すると考える。よって荷重作用面を0として深さ方向に H_2 軸をとると、深さ H_2 における応力は次のようになる。

$$\Delta\sigma = \frac{q_2}{B \times W} \times \frac{W}{W + H_2} \quad (5)$$

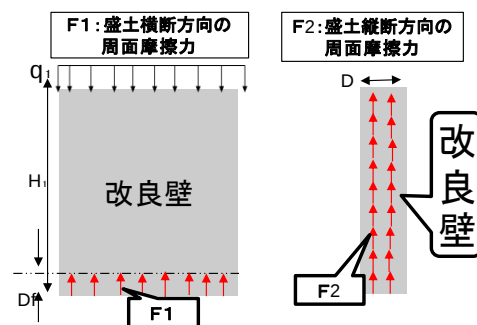
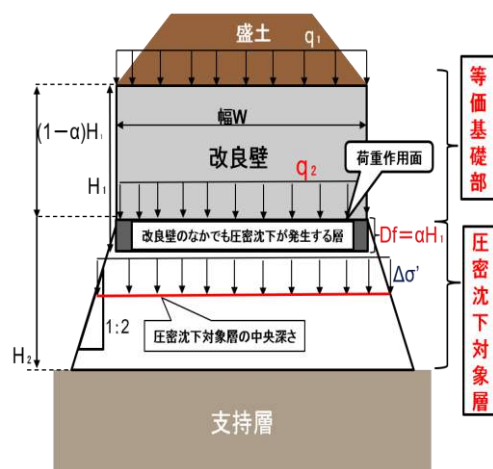


図1 荷重伝達の考え方

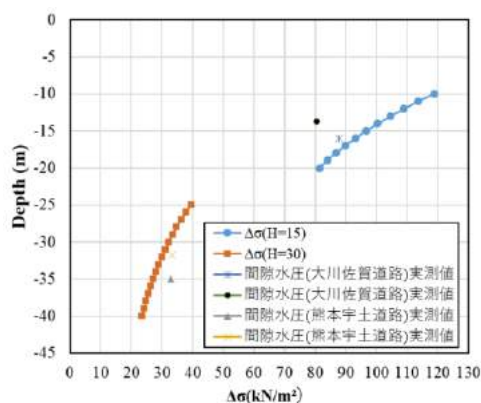


図2 改良体先端付近の応力の計算値と過剰間隙水圧の実測値

表1 実験条件

	改良体	改良体長さ	地盤深さ
Case0	なし	なし	27 cm
Case1	セメント 固化処理土	20 cm	27 cm

ここで、 B は改良地盤1ユニットの幅、 W は改良体の幅、 H_2 は荷重作用面からの深さを表している。式(5)と式(1)で沈下予測を行うことができる。

図2に式(5)で求めた $\Delta\sigma$ の計算結果と大川佐賀道路(改良長さ15m)、熊本宇土道路(改良長さ30m)の盛土載荷直後の改良壁先端付近の過剰間隙水圧の実測値をプロットした図を示す。図より圧密沈下対象層に伝達される盛土荷重をある程度精度よく計算できている。

3. 実験概要

図3に平面ひずみ載荷模型装置の概略図を示す。この装置では、改良体を挿入した模型地盤に平面ひずみ条件で載荷を行い、改良体が改良地盤の沈下挙動に及ぼす影響を観察した。改良体や載荷板と模型地盤の間に応力計を挿入することで、改良体や模型地盤に作用する応力を測定することができる。応力計の設置位置を図3に示す。また、変位計で地表面の圧密沈下量を計測した。実験では無改良の場合と改良体を挿入した場合のそれぞれの圧密沈下量や各応力計での計測結果の経時変化を比較する。模型地盤は、乾燥状態のカオリン粘土を含水比80%に調整した後、電動ドリルを用いて攪拌し、均質なスラリー状にする。カオリン粘土を最終応力40kPaで予圧密を行い、改良体挿入後20kPaでなじませ40kPa、80kPaで48時間ずつ載荷を行った。セメント固化処理土はスラリー状にした含水比80%のカオリン粘土に対して高炉セメントB種をカオリン粘土に対して155.5kg/m³として練り混ぜ、7日程度養生したものを使用した。実験条件を表1に示す。無改良の場合と改良体を入れた場合の2パターンで行い、改良体が粘土地盤の荷重伝達や沈下量に及ぼす影響を調べた。

4. 実験結果と考察

図4に各ケースにおける沈下量の経時変化を示す。改良された方が無改良と比べて沈下が抑制されている。図5に、応力計で示された各位置の応力と経時変化を示す。Aの方がCよりも応力が小さいため、改良体と模型地盤の間に摩擦抵抗が働いていることがわかる。また、Cの方がBよりも応力が大きいため、載荷板直下では、杭頭に載荷板からの応力伝達が集中している。

5. 結論

動態観測結果より、改良体長が大きくなるほど、改良体先端付近の過剰間隙水圧が小さくなる傾向を示した。これは改良体と粘土間の周面摩擦力抵抗が大きくなったことが起因すると考えられる。未改良層への荷重伝達の計算結果は実測値とおおむね良い一致を示した。改良体杭頭よりも先端の方が作用する応力が小さくなることを模型実験でも確認した。今後は改良体長を大きくした条件でも模型実験を行い、荷重伝達機構についてさらに検討を行う予定である。

【謝辞】本研究で用いた動態観測結果は国土交通省九州地方整備局佐賀国道事務所から提供していただきました。ここに記して謝意を表します。また、実験装置の作製等においては中島通夫技術協力スタッフに対してここに記して厚く謝意を表します。

【参考文献】1)石蔵良平, 安福規之, 有間航, 駒延勝広, 了戒公利: 盛土荷重を受ける非着底壁式改良地盤の荷重分担特性と沈下予測, 第12回地盤改良シンポジウム論文集, pp.33-36. 2016.10

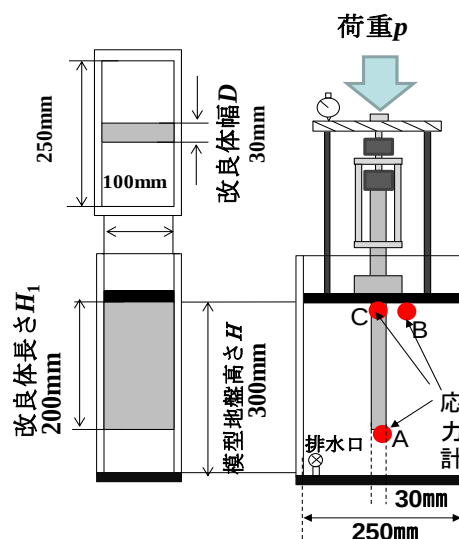


図3 実験装置概略図

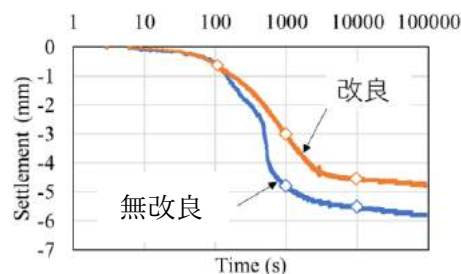


図4 40~80kPa 載荷時の地表面沈下量

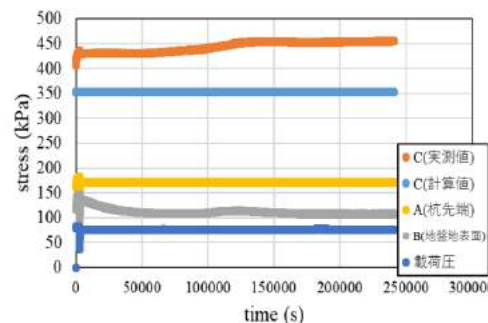


図5 40~80kPa 載荷時の各地点の応力