

サンドコンパクションパイルによって改良された粘土地盤の沈下特性

大阪大学大学院 正会員 ○小田和広
大阪大学大学院 フェロー 松井 保
大阪大学大学院 学生会員 竹口直樹

1. はじめに

筆者らは一連の模型実験とその数値シミュレーションにより、砂杭によって改良された粘土地盤の力学挙動について検討を行っている¹⁾。本論文では、筆者らが解明した沈下低減メカニズム²⁾に基づき、沈下低減効果を表す2つのパラメータについて、その特性を検討している。

2. 数値シミュレーション

本研究では、筆者らによって行われた低置換率の砂杭を含む粘土地盤の圧密挙動に関する模型実験¹⁾を解析対象として選んだ。この模型実験に関しては、既に筆者らが開発した弾粘塑性軸対称圧密有限要素解析³⁾によってその力学現象を再現できることが確認されている¹⁾。本解析では、変動パラメータである改良率 (A_s) および載荷圧力 ($\Delta\sigma$) 以外は参考文献(1)において使用した条件と一致させた。図-1 および表-1 はそれぞれ解析モデルおよび解析ケースを示している。

3. 改良地盤の沈下メカニズム

図-2 は改良地盤および無改良地盤の沈下量 (それぞれ S_i および S_0) と図-1 の A-A' において粘土に生じる鉛直方向の垂直応力増分の平均値 ($\Delta\sigma'_{z,m}$) の関係を示している。 A_s が低いほど $\Delta\sigma'_{z,m}$ が大きく S_i も大きい。 A_s が10% 以下の場合、解析結果は S_0 と $\Delta\sigma'_{z,m}$ の関係曲線上にほぼプロットされる。すなわち、これらの場合、改良地盤の沈下特性は粘土のそれのみによって支配される。一方、 A_s が15% 以上の場合、同一の $\Delta\sigma'_{z,m}$ における S_i は S_0 よりも小さい。また、この傾向は A_s が高いほど顕著である。したがって、これらの場合、改良地盤の沈下特性は砂杭と粘土との力学的相互作用、特に、ダイレイタンシーに起因する砂杭の膨張による粘土への側方圧縮効果の影響を受ける²⁾。

図-3 は沈下低減メカニズムを模式的に示している²⁾。また、図-4 は図-3 中に記載されている記号を説明している。ここに、 S_i^c は粘土に作用する圧力が $\Delta\sigma$ から $\Delta\sigma'_{z,m}$ に低減された場合に一次元圧縮状態において生じる沈下量である。したがって、 S_i から S_i^c を減じたものが砂杭の

表-1 解析ケース

改良率 A_s	載荷圧力 $\Delta\sigma$ (kPa)						
	19.6	29.4	39.2	58.8	78.4	88.2	117.6
0%	As-N-02	As-N-03	As-N-04	As-N-06	As-N-08	As-N-09	As-N-12
5%	As-05-02	As-05-03	As-05-04	As-05-06	As-05-08	As-05-09	As-05-12
10%	As-10-02	As-10-03	As-10-04	As-10-06	As-10-08	As-10-09	As-10-12
15%	As-15-02	As-15-03	As-15-04	As-15-06	As-15-08	As-15-09	As-15-12
20%	As-20-02	As-20-03	As-20-04	As-20-06	As-20-08	As-20-09	As-20-12
25%	As-25-02	As-25-03	As-25-04	As-25-06	As-25-08	As-25-09	As-25-12
30%	As-30-02	As-30-03	As-30-04	As-30-06	As-30-08	As-30-09	As-30-12
40%	As-40-02	As-40-03	As-40-04	As-40-06	As-40-08	As-40-09	As-40-12
50%	As-50-02	As-50-03	As-50-04	As-50-06	As-50-08	As-50-09	As-50-12

地盤の初期鉛直方向の垂直応力 (σ_z^i) は 9.8 kPa

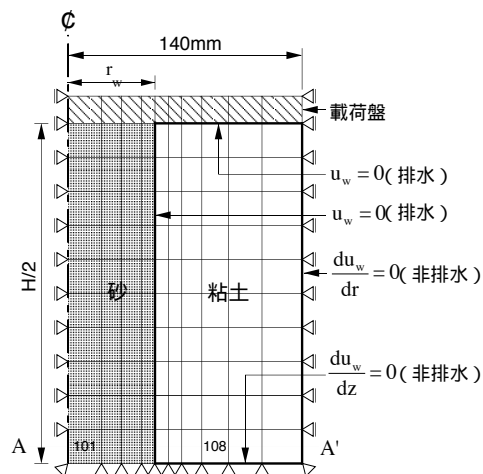


図-1 解析モデル

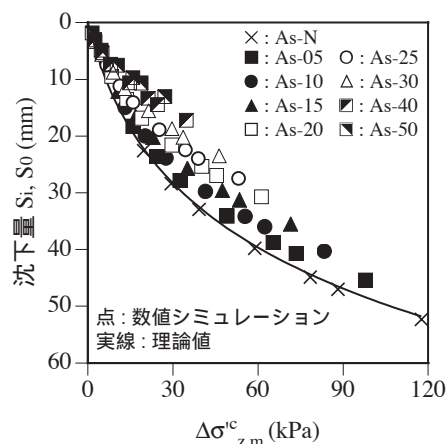


図-2 S_i および S_0 と $\Delta\sigma'_{z,m}$ の関係

Key word: 複合地盤, SCP 工法, 沈下低減, 応力分担, 数値シミュレーション

連絡先: 吹田市山田丘 2-1, 大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻, Phone & Facsimile 06-6879-7626

粘土に作用する圧力が $\Delta\sigma$ から $\Delta\sigma'^c_{z,m}$ に低減したことによる沈下低減効果(β^c)ならびに、砂杭による側方圧縮効果(β^a)をそれぞれ独立に評価するため、以下の2つの指標を導入する。

$$\beta^c = S'_i / S_0 \quad (1)$$

$$\beta^a = S_i / S'_i \quad (2)$$

したがって、通常の沈下低減効果(β)は、次式によって与えられる。

$$\beta = \beta^c \times \beta^a \quad (3)$$

5. 沈下低減特性

図-5および-6は、それぞれ β^c および β^a と A_s の関係を示している。 A_s が高くなるにつれて β^c は単調に減少している。 A_s に対する β^c の減少率は $\Delta\sigma$ が小さいほど大きい。これは、 $\Delta\sigma$ が小さいほど応力分担比(n_m)が高いためである。一方、 β^a については、 $\Delta\sigma$ が小さくかつ A_s が高いケースを除けば、 A_s が高くなるにつれて単調に減少している。また、 β^a と A_s の関係は $\Delta\sigma$ の大きさに関わらず一致している。すなわち、砂杭の側方圧縮に基づく沈下低減効果は A_s が高いほど大きく、また、 $\Delta\sigma$ に依存しない。

図-7および-8は、それぞれ β^c および β^a と n_m の関係を示している。 β^c は n_m の増加に伴い単調に減少している。また、 A_s や $\Delta\sigma$ に関わりなく、 β^c と n_m の間には一意的な関係が存在しているようである。一方、 $\Delta\sigma$ が小さくかつ A_s が高いケースを除けば、 β^a も n_m の増加に伴い単調に減少している。そして、 $\Delta\sigma$ が大きいほどその割合は大きい。

6. まとめ

本研究では、サンドコンパクションパイルによって改良された軟弱粘土地盤の沈下低減特性について、筆者らが解明した沈下低減メカニズムに基づく2つのパラメータ β^c および β^a の特性を検討した。その結果、以下の点が指摘できる。

1. β^a は A_s が高くなるにつれて単調に減少する。そして、 β^a と A_s の関係は $\Delta\sigma$ に依存しない。

2. A_s や $\Delta\sigma$ に関わりなく、 β^c と n_m の間には一意的な関係が存在する。

7. 参考文献

- 1) 小田他(1999): 低置換率の砂杭によって改良された軟弱粘土地盤の応力分担機構, 土木学会論文集, No. 631/III-48, pp. 339-353.
- 2) 小田他(2002): サンドコンパクションパイルによる軟弱粘土地盤の沈下低減機構, 第37回地盤工学研究発表会(投稿中).
- 3) Matsui, T., Oda, K. and Nabeshima, Y. (1996): Analytical study on settlement behavior of soft ground improved by SCP, Proc. of ISOPE '96, vol. 4, pp. 582-587.

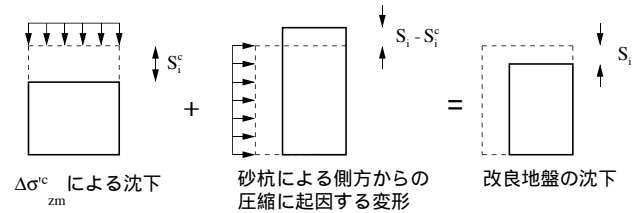


図-3 沈下低減メカニズム

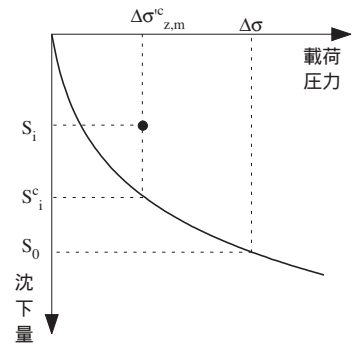


図-4 S_i , S'_i および S_0 と $\Delta\sigma$ および $\Delta\sigma'^c_{z,m}$ の関係

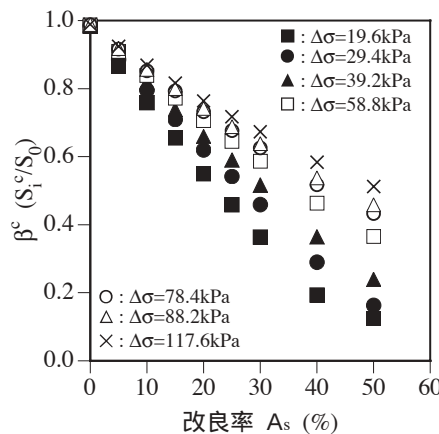


図-5 β^c と A_s の関係

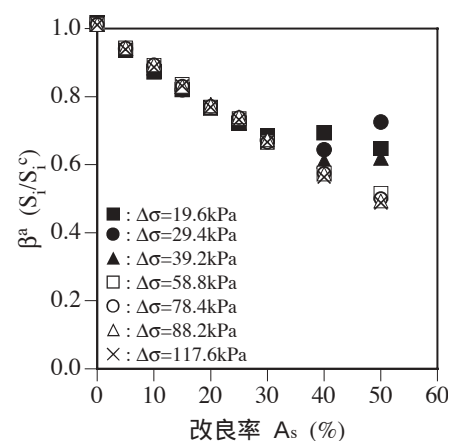


図-6 β^a と A_s の関係

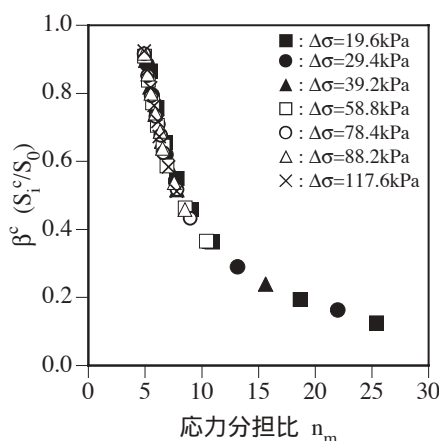


図-7 β^c と n_m の関係

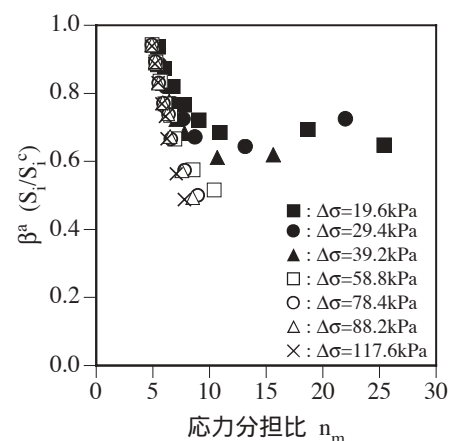


図-8 β^a と n_m の関係