複合地盤の沈下特性に及ぼす土被り圧の影響

大阪大学大学院	正会員	小田	和加	広
大阪大学大学院	フェロー	松井	- 作	呆
大阪大学大学院	学生会員	枊	承周	ŧ

140mm

粘土

載荷盤

dr

dz

u_w = 0(排水)

u_w = 0(排水)

<u>du</u>_w = 0(非排水)

du_w=0(非排水)

 \triangleright

 \triangleright

 \triangleright

 \triangleright H/2 \bowtie

砂

 \mathbf{A}

1.はじめに

低置換率のSCP工法によって改良された粘土地盤は ,砂杭と粘土による "複合地盤 "としての特徴が顕著 に現れる。すなわち,その力学特性は改良地盤を構成する砂杭および粘土のいずれか一方の力学挙動によって 支配されるのではなく,それぞれの力学挙動の相互作用によって決定される1)。ところで,地盤材料の力学挙 動は拘束圧の影響を顕著に受ける。地盤改良工法が適用されるような軟弱粘土層の場合,地表面付近の土被り 圧(σ_{u})の低い部分と深度が深く σ_{u} の大きい部分とでは,砂杭および粘土両方ともにその力学挙動は大きく 異なっているものと考えられる。そこで,本研究では,数値シミュレーションにより複合地盤の沈下特性に対 するσ_{ν0}の影響について検討を行う。

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。この模型実験に対しては、筆者らが開発した弾粘塑性軸対称圧密有限要素解析2)によって、 その力学現象を再現できることが既に確認されている 1)。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。σ_{v0}は9.8kPa,19.6kPaおよび39.2kPaの3パター ンに変化させた。各ケースにおける初期間隙比(e₀)や初期透水係数 は参考文献1)において使用した関係式を用い,σωに応じて変化させ た。なお,本解析では,使用する地盤の力学モデルとそのパラメータ については,参考文献1)において使用したものと一致させている。 また,載荷圧力(Δσ,)については,78.4 kPaの一定値とした。 3. 改良地盤の沈下特性

図 -2 は複合地盤および無改良地盤の沈下量 (それぞれ S, および S,) と改良率(As)の関係を示している。Asの増加とともに沈下量は減少 している。また, Asが同一の場合,σ,,が大きいほど沈下量は小さい。

図 -3 は S₂ および S₂ と図 -1 の c-c 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(Δō;)の関係を示している。また,図中の実 線は式(1)によって計算されるS_と 表-1 解析ケース ∆ҕ҄の関係を示している。

)

土被り圧

0%

5%

10%

15%

20%

25%

30%

40%

50%

改良率

$$S_{i} = \frac{H}{1 + e_{0}} C_{c} \log \frac{\sigma_{v0} + \Delta \overline{\sigma}_{z}^{c}}{\sigma_{v0}} \qquad (1$$

ここにCcは圧縮指数である。S_iは Δ̄σ಼に比例して増加している。その 増加率はσ_{ν0}が小さいほど大きい。 また ,σ_{v0}の大きさに関わらず , 式 (1)による計算値の方が解析結果よ りも大きい。したがって ,σ,₀の大 きさに関わらず複合地盤の沈下特





Key word: 複合地盤, SCP 工法, 沈下低減, 土被り圧, 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

載荷圧力 (**Δ**σ_v) は 78.4 kPa

性は砂杭の力学挙動の影響を受け,式(1)によって計算される粘土の一次元的な沈下特性のみによって決定されない。すなわち,複合地盤の沈下は砂杭と粘土との力学的相互作用によって支配される。

図 -4 は式 (2) で与えられる沈下 低減率(β)とAsの関係を示して いる。

β=S_i/S₀ (2) βはAsの増加とともに減少してい る。その減少率はσ_{v0}が大きいほど 顕著である。したがって,σ_{v0}が大 きいほど砂杭による沈下低減効果 が大きい。

図-5はβと式(3)で与えられる 荷重低減係数(μ_c)の関係を示し ている。

 $\mu_{\rm c} = \Delta \overline{\sigma}_{\rm z}^{\rm c} / \Delta p \qquad (3)$

As や σ_{v_0} の大きさに関わらず β と μ_c はほぼ等しい。したがって, μ_c は複合地盤の沈下低減特性を支配 する重要なパラメータであること が分かる。

また, $\beta \ge \mu_{e}$ はほぼ等しいので, 図-4 は $\mu_{e} \ge As$ の関係と見なしてよい。したがって, μ_{e} はAsの増加とともに減少し, その減少率は σ_{v0} が大きいほど顕著である。

ところで, 複合地盤の実設計では, 式(4)で与えられる応力分担比(n)を使って µ, が計算される。

図-5 βとμの関係

 $n = \Delta \sigma_z^s / \Delta \sigma_z^c = \mu_s / \mu_c$

(4)

ここに、 $\Delta \sigma_z^s \ge \Delta \sigma_z^c$ はそれぞれ砂杭および粘土に作用する鉛直方向の垂直応力増分である。また、 μ_s は応力集中係数である。ここで、 $\Delta \overline{\sigma}_z^s \ge \Delta \overline{\sigma}_z^c$ をそれぞれ $\Delta \sigma_z^s \ge \Delta \sigma_z^c \ge 2$ 見なして解析結果からnを求めた。なお、 $\Delta \overline{\sigma}_z^s$ は図-1の c-cにおいて砂に生じる鉛直方向の垂直応力増分の平均値である。図-6 はn と Asの関係を示している。n は σ_{v0} が高いほど大きく、Asが高いほどその特徴は顕著である。実設計では、改良率に関わりなくn として 3~5 が推奨されている³)が、解析結果に基づけば、n は5以上であり、 σ_{v0} やAsによって変化する。したがって、nを使って μ_c やβを決定するためには、n に及ぼす σ_{v0} やAsの影響の定量的な評価方法を確立する必要がある。

本研究では,一連の数値シミュレーションにより複合地盤の沈下低減特性に対する G_{v0}の影響について検討した。その結果,

1. σ_{vo} の大きさに関わらず,複合地盤の沈下特性に及ぼす砂杭の影響が顕著になる。

2. As や σ_{v_0} の大きさに関わらず, β は μ_c によって一意的に決定される。

5.参考文献

1) 小田和広,松井保 (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) 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., 3) 実用軟弱地盤対策技術総覧編集 委員会編:土木・建築技術者のための実用軟弱地盤対策技術総覧.



図-6 nとAsの関係