

長方形配置された PD を含む軟弱粘土地盤の圧密特性に関する解析的研究

大阪大学大学院 学生会員 柳 承庚  
 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

1. はじめに

プラスチックボードドレーン (PD) による軟弱地盤改良工法では、ドレーン打設機の走行上の問題や複数打設機の機械的な制約のためドレーンの配置が長方形として施工されることがある。その場合、PD の配置形状の影響を考慮せず、Barron の理論解を用いて圧密時間を計算することが多い。そこで、本研究では、長方形配置された PD を含む軟弱粘土地盤の圧密挙動を数値シミュレーションによって再現するとともに、その圧密時間について定量的に考察する。

2. 数値シミュレーション

1) 数値解析手法：本研究における一連の数値シミュレーションには、筆者らが開発した三次元弾粘塑性多次元圧密有限要素法<sup>1)</sup>を用いた。本手法には、有限要素として 8 節点アイソパラメトリック要素が、また、圧密計算手法として、飯塚らによって提案された三次元土-水連成解析手法<sup>2)</sup>が適用されている。

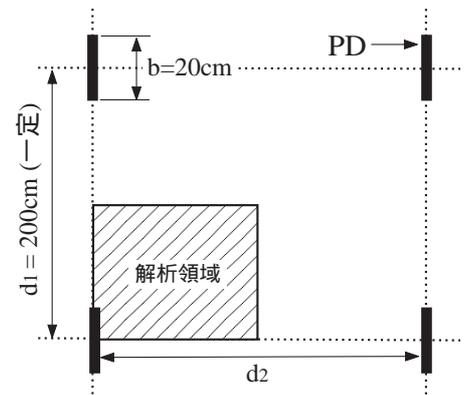
2) 地盤材料のモデル化：粘土の力学モデルとして、松井・阿部によって提案された弾粘塑性モデル<sup>3)</sup>を用いた。数値シミュレーションにおいて使用した土質パラメータは、筆者らが行った PD を含む軟弱粘土地盤の圧密挙動と圧密度に関する解析的考察<sup>4)</sup>において求められたものを使用した。

3) 解析モデル：図-1 は解析モデルを示している。解析では、ドレーン配置の対称性を考慮し、ハッチング部分を解析領域にした。また、PD によるドレーンの効果は、PD に接する地盤の境界条件を排水条件とすることにより表現し、この部分以外の境界はすべて非排水条件とした。

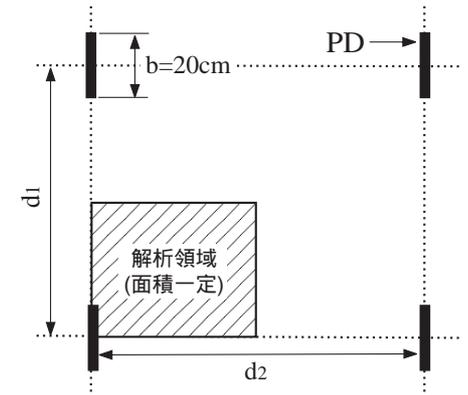
4) 解析ケース：表-1 は解析ケースを示している。解析シリーズ SC では、PD が排水を受け持つ長方形領域の短い方のドレーン間隔  $d_1$  を一定とし、長い方のドレーン間隔  $d_2$  のみを変化させた。一方、解析シリーズ AC では、PD が排水を受け持つ面積が一定となるようにドレーン間隔  $d_1$  および  $d_2$  を変化させた。

3. PD を含む粘土地盤の圧密挙動

図-2 は解析シリーズ SC における沈下ひずみの経時変化を示している。当然のことながら、長辺と短辺の比が大きくなるほど、すなわち、PD が排水を受け持つ長方形領域が広いほど沈下ひずみの経時変化は遅い。図-3 は解析シリ



(a) 解析シリーズ SC



(b) 解析シリーズ AC

図-1 解析モデル

表-1 解析ケース

解析シリーズ	解析ケース	短辺 $d_1$ (cm)	長辺 $d_2$ (cm)	面積 $d_1 \times d_2$ (cm <sup>2</sup> )	長辺/短辺
SC	SC-05	200	400	80000	2.00
	SC-06	200	333.33	66666	1.67
	SC-07	200	285.71	57142	1.43
	SC-08	200	250	50000	1.25
	SC-09	200	222.22	44444	1.11
	SC-10	200	200	40000	1.0
AC	AC-05	141.42	282.84	40000	2.00
	AC-06	154.92	258.20	40000	1.67
	AC-07	167.33	239.05	40000	1.43
	AC-08	178.89	223.61	40000	1.25
	AC-09	189.74	210.82	40000	1.11
	AC-10	200	200	40000	1.0

PD の幅 20 cm, 初期鉛直応力  $\sigma_0 = 9.8$  kPa, 載荷圧力  $\Delta\sigma = 9.8$  kPa

キーワード：軟弱粘土地盤，PD 工法，地盤改良，圧密時間，数値シミュレーション

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

ーズ SC における長辺と短辺の比と一次圧密最終時における沈下量の 90% 沈下が生じた時の圧密時間  $t_{90}$  の関係を示している。なお、本研究では、載荷圧力に対する粘土地盤の平均過剰間隙水圧の割合が 1% になる時点を一圧密終了とした。長辺と短辺の比が大きくなるほど  $t_{90}$  は長くなる。図-4 は解析シリーズ SC における長辺と短辺の比と時間比の関係を示している。ここで、時間比を長辺/短辺が 1 のケースにおける  $t_{90}$  に対するそれぞれのケースの  $t_{90}$  の比によって定義した。長辺と短辺の比が大きいくほど時間比は大きい。このような圧密時間の違いが生じる理由を明らかにするため、解析領域の面積を一定とした解析シリーズ AC (表-1) を行った。図-5 は解析シリーズ AC における沈下ひずみの経時変化を示している。すべてのケースの沈下ひずみの経時変化は長辺と短辺の比に関わらずほぼ一致している。すなわち、排水対象となる領域の面積が等しければ、領域の形状に関わらず、その圧密時間はほぼ一致する。したがって、解析シリーズ SC において長辺と短辺の比が大きくなるほど  $t_{90}$  が長くなる理由は排水対象の領域の面積が拡大したためである。

4. まとめ

本研究では、一連の数値シミュレーションにより長方形配置された PD を含む軟弱粘土地盤の圧密特性について検討を行った。その結果、

1. PD が排水を受け持つ領域が広いほど圧密時間は長い。
2. 排水対象となる領域の面積が等しければ、領域の形状に関わらず、その圧密時間はほぼ一致する。

本研究の結果から、PD が長方形に配置された場合、排水対象となる領域を等価な面積を持つ正方形に換算する、もしくは長辺と短辺の比と時間比の関係を利用すれば、PD が正方形に配置された場合と同様な方法によって圧密時間を算定することが可能となろう。

<参考文献>

1) 小田和広, 松井保, 中村智, 大川裕之(1998): PD による軟弱粘土地盤の圧密促進特性に関する解析的研究, 土木学会 関西支部年次学術講演, III-46-1 ~ 2., 2) 飯塚敦, 八嶋厚(1989): 3次元弾粘塑性連成有限要素プログラムの開発, 土木学会第44回年次学術講演会, pp.970-971., 3) Matsui, T. and Abe, N.(1986): Flow Surface Model of Viscoplasticity for Normally Consolidated Clay, Proc. 2nd Int. Symp. Num. Models Geotech. Ghent, pp.157-164., 4) 小田和広, 松井保, 柳承庚(2000): PD を含む軟弱粘土地盤の圧密挙動と圧密度に関する解析的考察, 土木学会第55回年次学術講演会, III-B197.

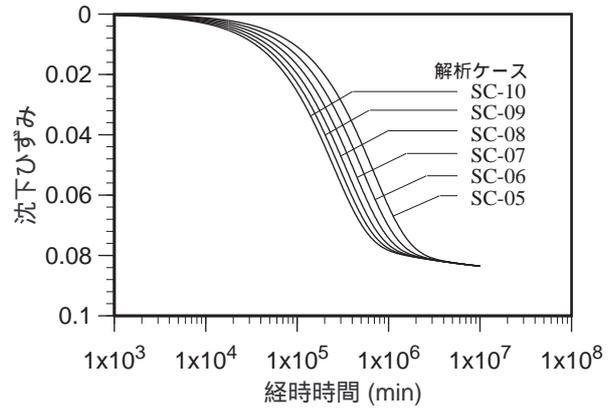


図-2 沈下ひずみの経時変化 (解析シリーズ SC)

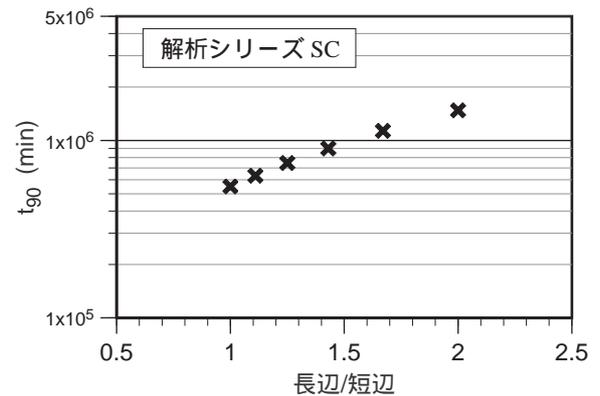


図-3 長辺/短辺の値と  $t_{90}$  の関係

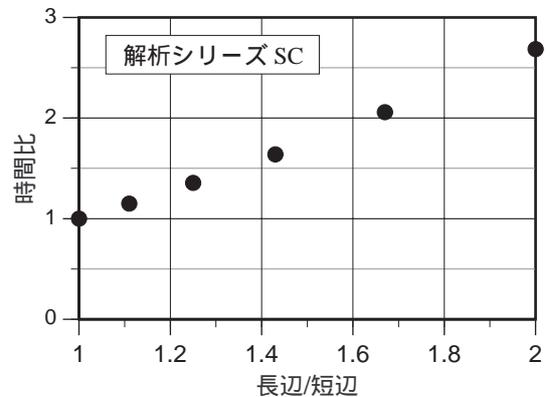


図-4 長辺/短辺の値と時間比の関係

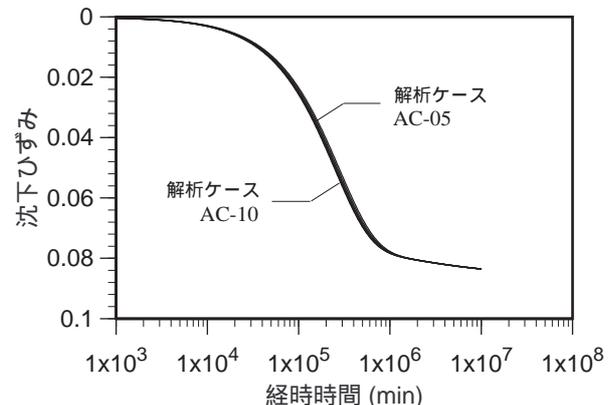


図-5 沈下ひずみの経時変化 (解析シリーズ AC)