

大阪湾洪積粘土地盤の圧密係数におよぼす排水距離の影響

大阪大学大学院 学会員○吉田拓郎

大阪大学大学院 正会員 小田和広

大阪大学大学院 正会員 常田賢一

1. はじめに

大阪湾の洪積粘土層では、圧密降伏応力以下の圧力しか加えられていないにも関わらず長期的に顕著な沈下が生じている¹⁾。筆者らはこの大阪湾洪積粘土の長期圧密挙動を表現できる弾粘塑性一次元圧密モデルを開発する^{2),3),4)}とともに、それによって大阪湾洪積粘土層の長期圧密挙動の問題に取り組んでいる⁵⁾。本報告では、提案モデル^{3),4)}による一連の数値シミュレーションにより、大阪湾洪積粘土地盤の圧密係数に及ぼす排水距離の影響について検討する。

2. 解析概要

数値シミュレーションでは、筆者らが提案した一次元の圧密モデル^{3),4)}を用いた。このモデルは流動曲面理論に基づいており、2次圧密の効果がひずみ速度の減少に伴って減少するという大阪湾洪積粘土の長期圧密挙動を表現することができる^{3),4)}。また、圧密降伏応力以下でも2次圧密によるひずみが顕著に生じることを表現するために、下負荷面理論に基づき誘導された圧縮曲線が用いられている^{2),3),4)}。

解析には有限要素法に基づく弾粘塑性一次元圧密解析手法を用いた。解析対象としては、大阪湾におけるMa10層の粘土⁶⁾を選んだ。載荷圧力は圧密降伏応力よりも小さい1310kPaとした(図-1参照)。そして、変動パラメータとして排水距離(H)を選び、0.01mから40mまで変化させた。なお、モデルの説明、解析パラメータや解析モデルなど数値解析の詳細については、参考文献^{3),4),7)}を参照していただきたい。

3. 過剰間隙水圧の経時変化

図-2は過剰間隙水圧の経時変化におよぼす排水距離の影響を示している。なお、図中のプロットは過剰間隙水圧に基づく圧密度が90%になった時点を示している。排水距離が0.01m、すなわち、標準的な圧密試験の供試体における排水距離では、ほぼ1分で圧密度が90%に達している。当然のことながら、排水距離が長くなるにつれ、過剰間隙水圧の消散に要する時間は長くなっている。また、Hが5m以上のケースでは、それ以下のケースに比べて、過剰間隙水圧の消散速度が遅くなっている。

4. 鉛直ひずみの経時変化

図-3は鉛直ひずみの経時変化に及ぼす排

水距離の影響を示している。Hが0.5mよりも短いケースでは、時間の経過に伴う鉛直ひずみの増加は一旦停留する。停留が始まるのはHが長いほど遅い。また、停留する際の鉛直ひずみはHに関わりなくほぼ等しい。この後、鉛直ひずみは経過時間が約 10^4 min後から再び増加している。その際の鉛直ひずみの経時変化の曲線はHに関わりなく、すべてのケースにおいて一致している。一方、Hが5mよりも長い場合、鉛直ひずみの経時変化に停留はみられない。また、本モデルはアイソタック則を満足するため、過剰間隙水圧の消散後、Hに関わらず鉛直ひずみの経時変化の曲線はある一本の線に重なり合う。ところで、各ケースの鉛直ひずみの経時変化が最終的に重なり合う曲線は、約 10^6 min以降、その傾

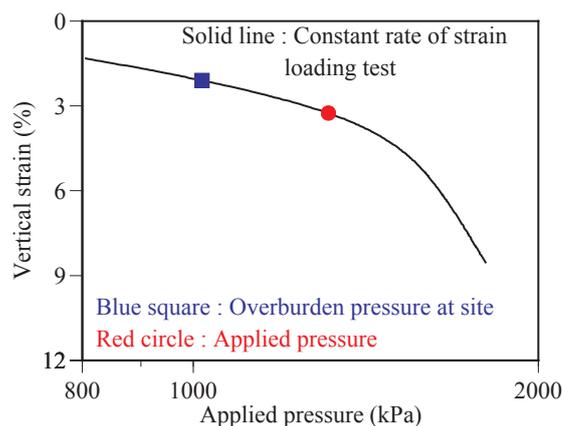


図-1 粘土の圧縮挙動と載荷圧力

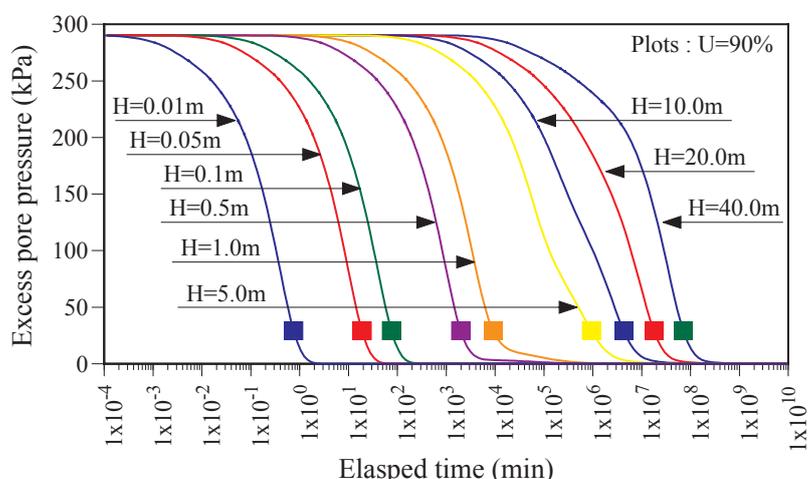


図-2 過剰間隙水圧の経時変化におよぼす排水距離の影響

キーワード 擬似過圧密粘土, 弾粘塑性モデル, 1次元圧密, 圧密係数, 排水距離

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 大阪大学大学院工学研究科 Tel 06-6879-7626

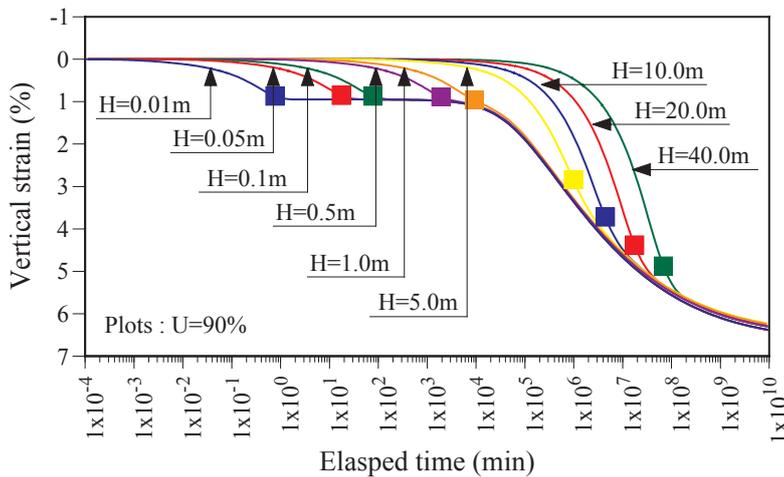


図-3 鉛直ひずみの経時変化におよぼす排水距離の影響

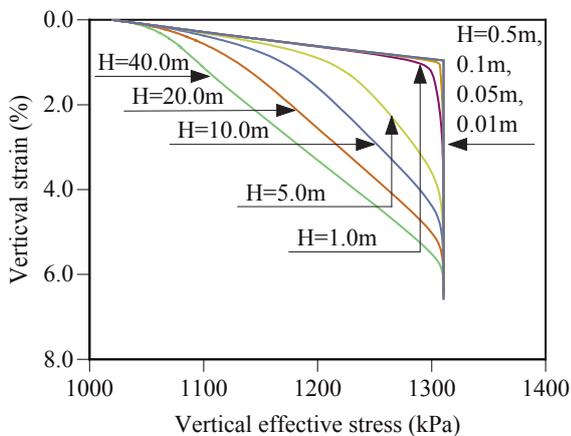


図-4 圧縮曲線におよぼす排水距離の影響

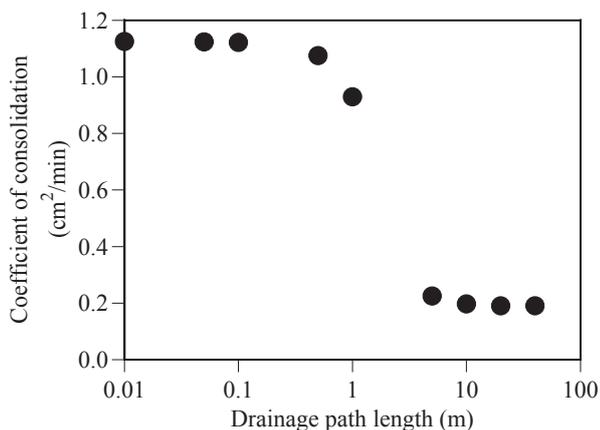


図-5 圧密係数におよぼす排水距離の影響

きは時間の経過に伴い減少している。提案モデルは時間の経過に伴い2次圧密の効果が減少する効果を適切に表現している。

5. 圧縮曲線におよぼす層厚の影響

図-4は圧縮曲線におよぼす排水距離の影響を示している。Hが0.5mよりも短いケースでは、圧密圧力である1310kPaに至るまでひずみは直線的に変化し、そして、1310kPaの圧力を保ったままひずみが増大している。

図-3からも分かるように、このことは、過剰間隙水圧が完全に消散した後に、2次圧密によるひずみが顕著に生じていることを示している。一方、Hが5mよりも長いケースでは、Hが長いほど小さい有効応力においてHが0.5mよりも短い場合の直線的な圧縮曲線から離れている。そして、その圧縮曲線よりも大きな勾配を保ったまま1310kPaに達している。このことは、過剰間隙水圧の消散中にクリープ的な効果が起こっていることを示唆している。また、このようなクリープ特性を考慮することにより、たとえ圧密試験において大きな圧縮性が認められなくても実地盤では大きな圧縮沈下が生じるという実際の現象を本モデルが表現しうることを示している。

6. 圧密係数におよぼす排水距離の影響

図-5は圧密係数に及ぼす層厚の影響を示している。圧密係数は圧密度が90%の時間からTerzaghiの圧密理論に基づき決定した。Hが0.5mよりも短いおよびにHが5mよりも長いケースでは、それぞれ圧密係数はほぼ一定になっている。ただし、Hが0.5mから5mに変化する間にほぼ10分の1になっている。すなわち、実挙動における圧密係数は、圧密試験によって得られた圧密係数よりも小さいことが示唆される。

7. まとめ

- (1) 提案モデルは、圧密降伏応力以下の載荷圧力でも顕著なひずみを生じるという実地盤の挙動を表現できる。
- (2) 実挙動における圧密係数は、圧密試験によって得られた圧密係数よりも小さい。

参考文献

- 1) 例えば、大阪湾地盤情報の研究協議会大阪湾地盤研究委員会編(2002): ベイエリアの地盤と建設—大阪湾を例として—
- 2) 小田和広他(2003): 流動曲面理論と下負荷面理論に基づく1次元圧密モデルと大阪湾洪積粘土の圧密挙動への適用性, 第48回地盤工学シンポジウム平成15年度論文集, pp.417-424.
- 3) Oda, K. et al (2005): One-dimensional consolidation modeling on non-linear relationship between viscous strain and logarithm of viscous strain rate for quasi-overconsolidated clays, 15th ISOPE(in press).
- 4) 小田和広他(2005): 二次圧密挙動のひずみ速度依存性を考慮した弾粘塑性1次元圧密モデル, 第40回地盤工学会研究発表会(投稿中)
- 5) Oda, K. and Matsui, T.(2005): Applicability of elasto-viscoplastic one-dimensional consolidation model to long-term consolidation behavior of quasi-overconsolidated clays, 16th ICSMGE(in press).
- 6) 三村衛他(2002): 大阪湾擬似過圧密洪積粘土の時間依存性挙動と長期沈下について, 粘土地盤における最近の研究と実際—微視的構造の観察から超軟弱埋立て地盤対策技術まで—に関するシンポジウム発表論文集, pp.151-158.
- 7) 小田和広他(2005): 擬似過圧密粘土の長期圧密挙動に及ぼす排水距離の影響に関する数値シミュレーション, 第40回地盤工学会研究発表会(投稿中)