

京都市南部の洪積粘土の過圧密域での沈下予測

大阪市立大学大学院 ○正 大島昭彦 学 池田靖宏
 阪神高速道路公団 正 西岡敬治 正 志村 敦
 (株)キンキ地質センター 正 安川郁夫 高松博司

まえがき 京都市の地盤は北から南に流れる河川によって扇状地が形成され、 N 値 50 以上の砂礫が厚く堆積しているが、南部ほど砂礫層は薄くなり、それ以深には大阪層群の洪積粘土層が堆積している。今回、京都市南部に高速道路が計画され、地盤調査からこの地区には GL-22m と GL-34m 以深にそれぞれ層厚約 7m, 8m の洪積粘土層が存在することが判明した。文献 1) では両洪積粘土層の物性と長期圧密特性を報告した。ここでは、その長期圧密特性を用いて想定される基礎による増加応力を基に洪積粘土の時間-沈下関係を予測した結果を報告する。

地盤の概要と試験条件 GL-22m と GL-34m 以深の洪積粘土をそれぞれ OC1, OC2 層と呼ぶ。OC1 層は淡水性の洪積粘土、OC2 層は大阪層群の Ma9 層に相当する¹⁾。しかし、両層とも下部が固結していたため、沈下の対象となる層厚は、OC1 層で 6.25m, OC2 層で 4.6m と考えた。両層の物性の詳細については文献 1) を参照されたい。

両層とも $OCR=1.7\sim 2$ の過圧密粘土であった。そこで、両層のほぼ中央の粘土を代表として選び、有効土被り圧 p_0 から圧密降伏応力 p_c を超える範囲までの表-1, 2 に示す 5~6 ケースの増加応力 Δp を与えた長期圧密試験 (OC1 層で 31 日間, OC2 層で 70 日間) を行った。なお、試験期間中は水浸箱の水温を $20\pm 1^\circ\text{C}$ に保った。

長期圧密特性 図-1, 2 にそれぞれ OC1, OC2 層の p_f 载荷時の $\varepsilon\text{-}\log t$ 曲線 (ε は自然ひずみ) を示した。図中には一次圧密ひずみ ε_{100} , t_{50} の位置を示したが、十分に正規圧密域に入る OC2 層の Case2-6 を除けば、 $\varepsilon\text{-}\log t$ 曲線は直線的であり、二次圧密が主体となる過圧密挙動を示している。ただし、 10^4 分以降で勾配がやや増加する傾向が見られる。図中にひずみに基づく二次圧密係数 $C_{\alpha\varepsilon}$ を示したが、OC2 層では p_c を少し超えたあたりで最大となった。なお、OC2 層のひずみ速度から見た長期圧密特性の詳細については文献 1) を参照されたい。

表-1 OC1層の長期圧密試験条件

実験Case	Case 1-1	Case 1-2	Case 1-3	Case 1-4	Case 1-5
初期段階	$p=0.34$ 0.68 1.35 2.7(= p_0), 1日 载荷				
Δp (kgf/cm ²)	0.5	1.0	1.7	2.5	3.5
p_f (kgf/cm ²)	3.2	3.7	4.4	5.2(= p_c)	6.2
载荷時間	31日				

表-2 OC2層の長期圧密試験条件

実験Case	Case 2-1	Case 2-2	Case 2-3	Case 2-4	Case 2-5	Case 2-6
初期段階	$p=0.45$ 0.90 1.8 3.6(= p_0), 1日 载荷					
Δp (kgf/cm ²)	0.5	1.1	1.8	2.6	3.6	4.8
p_f (kgf/cm ²)	4.1	4.7	5.4	6.2(= p_c)	7.2	8.4
载荷時間	70日					

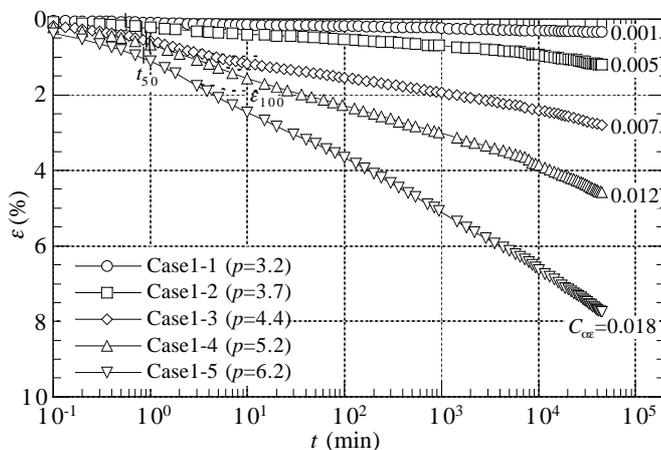


図-1 $\varepsilon\text{-}\log t$ 曲線 (OC1 層)

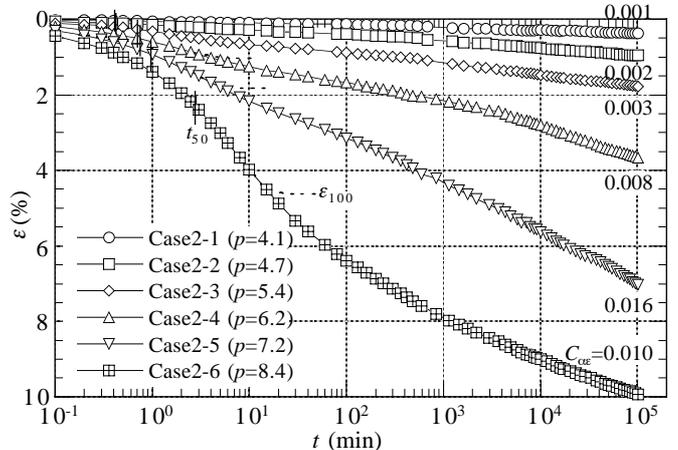


図-2 $\varepsilon\text{-}\log t$ 曲線 (OC2 層)

Key Words: 洪積粘土, 長期圧密試験, 過圧密, 沈下予測, 相似則

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

沈下予測 図-3 に地盤性状と想定されるケーソン基礎の模式図を示した。ここでは図内の表に示すように、No.1～3の3種類のケーソン基礎自重 W （上部工を含む）を想定し（設置深度 GL-18.5m、底面積 105m^2 は同じ）、基礎底面応力 Δp から、応力分散（分散角 30° ）を考慮して OC1, OC2 層の増加応力 $\Delta p_1, \Delta p_2$ を算定した。

図-4, 5 にそれぞれ OC1, OC2 層の図-1, 2 から求めた最終ひずみ ϵ_f と増加応力 Δp の関係を示した。この関係から先の No.1～3 の基礎条件による増加応力 $\Delta p_1, \Delta p_2$ に対する最終ひずみ ϵ_f を外挿して求めた値を図内の表に示した。

次に、時間の相似則については以下のように考えた。一般に、正規圧密域に対しては H^2 則が用いられる。これは圧密過程でダルシー則が成立することを前提としている。しかし、今回の対象となる過圧密域では、間隙水の透水抵抗による時間遅れはあまりなく、過剰間隙水圧は早く消散するため、低動水勾配の下での沈下となり、この場合のダルシー則成立には問題がある²⁾。一方、過圧密域の沈下の主体は有効応力一定の下でのクリープ変形と見なせば、沈下速度は層厚によらず一定になると考えられる。今回はこのように考え、時間の相似則として H 則を採用した。

前述した沈下対象となる OC1, OC2 層の層厚 6.25m, 4.6m に対して、図-1, 2 の長期圧密試験結果（OC1 層は Case1-3, OC2 層は Case2-1 の $\epsilon\text{-log}t$ 曲線）を基に、沈下量と時間に H 則を適用して予測した結果を図-6 に示す。No.1～3 の基礎条件に対し、OC2 層のひずみはいずれも小さいので、沈下の主体は OC1 層となる。両層合計の最終沈下量（25年後）は、No.1～3 に対してそれぞれ 8.8, 16.8, 24.8cm となった。ただし、実際の現場では基礎荷重が一括して載荷されるわけではないので、時間と増加荷重は施工履歴を考慮して設定し直す必要がある。この結果を基に実際の基礎の設計が検討されている。

まとめ 大阪湾岸の洪積粘土に比べると、京都市南部の洪積粘土の過圧密域でのひずみは小さい。これは有効土被り圧が減少した過圧密粘土であり、年代効果による擬似過圧密挙動が小さいためと考えられる。また、今回は過圧密域に対して、時間の相似則に H 則を採用したが、過圧密域から正規圧密域にまたがる場合には、 H 則と H^2 則の中間的なものとなると考えている。

参考文献 1) 大島, 他: 京都市南部の洪積粘土の物性と長期圧密特性, 第37回地盤工学研究発表会(投稿中), 2002. 2) 大島, 他: 変水位透水試験による粘土の透水係数と段階載荷圧密試験との比較, 第37回地盤工学研究発表会(投稿中), 2002.

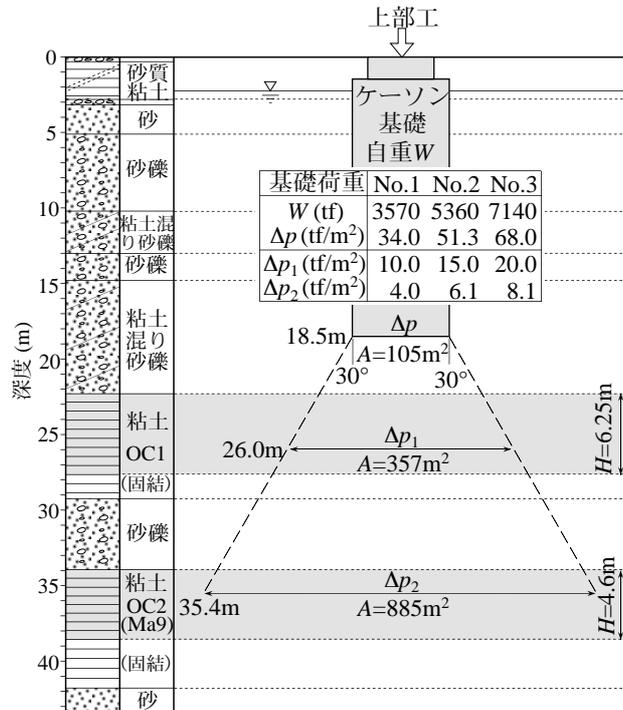


図-3 ケーソン基礎の模式図

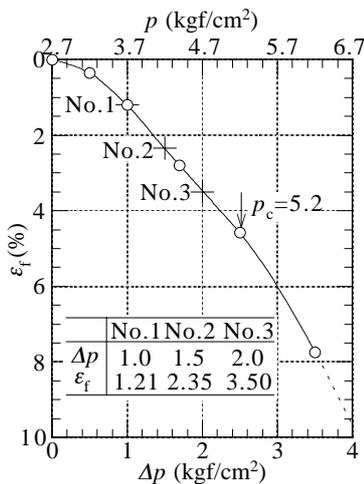


図-4 $\epsilon_f\text{-}\Delta p$ 関係 (OC1 層)

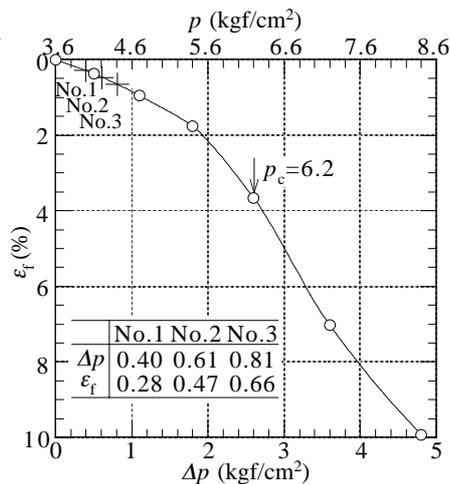


図-5 $\epsilon_f\text{-}\Delta p$ 関係 (OC2 層)

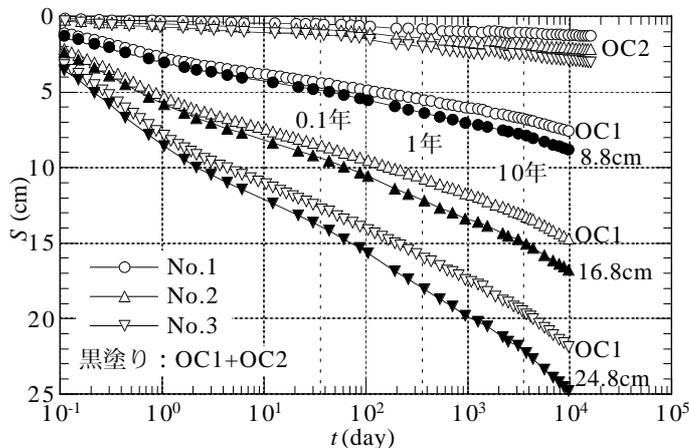


図-6 時間-沈下関係の予測結果 (H 則による)