

III-404

サンドドレーンのピッチとマス・パーミアビリティーとの関係

名古屋大学工学部 正会員 ○中野正樹, 浅岡 顕
 名古屋大学大学院 Fernando, G. S. K.
 東海旅客鉄道(株) 正会員 鬼頭昭人

1. はじめに

軟弱粘土地盤上に盛土のような有限幅荷重が載荷された時、弾塑性圧密解析によると、この沈下挙動は、図1に示すように盛土荷重の大きさと地盤の透水係数の影響を受ける（解析条件は2. 同じ）。図1中の3つの曲線は、盛土荷重の大きさの異なる沈下挙動を示しており、盛土荷重の大きさの違いを「荷重安全率 F_s 」で表している。荷重安全率 F_s とは、地盤の非排水支持力 $q_{r,u}$ に対する盛土荷重 q のことで、 $F_s = q_{r,u}/q$ で式示される。縦軸の「沈下比 ρ_o/ρ_t 」は地盤の変形履歴を表すパラメータで、 ρ_o は盛土盛立て終了時の沈下量、 ρ_t は最終沈下量である。横軸は地盤全体を1つの透水係数で代表した値でマス・パーミアビリティーと呼ばれる¹⁾。このマス・パーミアビリティーは、地盤の沈下計測から評価することができ、設計に用いることができる²⁾。しかし、実際の軟弱地盤はサンドドレーン等により必ず改良されているため、設計へ応用するためには、まずこのマス・パーミアビリティーの上昇と砂杭打設の効果との関係が要求される。

本研究では、関口らが提案したマクロ・エレメント法³⁾により打設した砂杭を表現し、有限要素解析により砂杭ピッチが及ぼす「沈下比」の上昇効果を調べ、砂杭打設地盤の沈下挙動は、その「沈下比 ρ_o/ρ_t 」と同じ値をもつマス・パーミアビリティーの沈下挙動によく一致することを示す。

2. マクロ・エレメント法による砂杭ピッチが圧密変形挙動に及ぼす影響

軟弱粘土地盤を表す構成モデルはカムクレイモデルとし、弾塑性パラメータを表1に、初期応力分布を図2に示す。なお未改良粘土地盤の透水係数は 10^{-7} cm/secとする。載荷履歴は、図3に示すように載荷速度 $q=1.2$ kPa/dayの定率載荷の後、盛土荷重 $q=130.8$ kPa ($F_s=1.0$) で一定放置する。そして、マクロ・エレメント法による砂杭打設を想定した地盤に対し、砂杭の半径を0.2mで固定して、図4に示す盛土直下の要素に砂杭

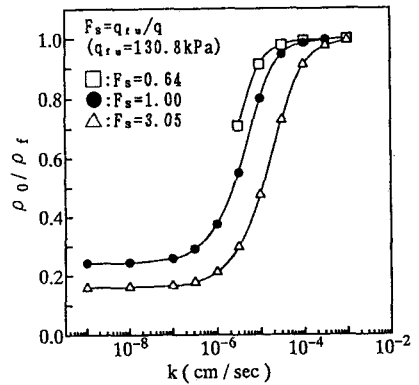


図1 $\rho_o/\rho_t \sim k$ 関係

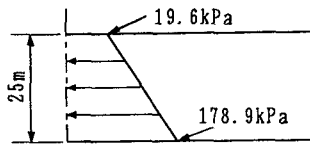


図2 地盤の初期応力分布

表1 弾塑性パラメータ			
λ	0.25	ν	0.2
κ	0.13	ν_0	2.645
M	1.2		

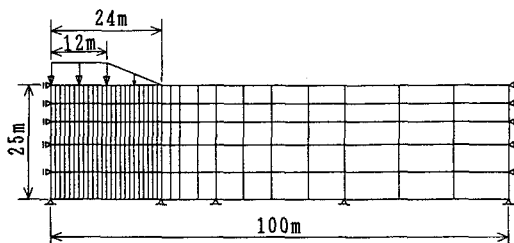


図4 荷重・変位境界条件と有限要素メッシュ

打設を表現するマクロ・エレメントを砂杭ピッチに応じて入れる。砂杭ピッチを1.0, 2.0, 3.0, 4.0mの4種類設定し、その圧密沈下挙動、とくに「沈下比 ρ_o/ρ_t 」に及ぼす影響を調べる。

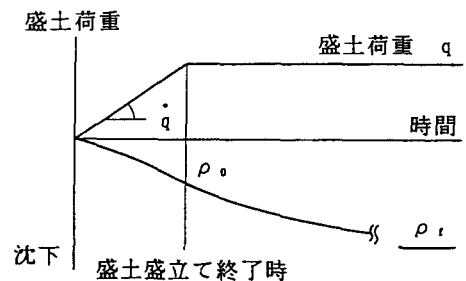


図3 載荷履歴と変形諸量の定義

図5に砂杭ピッチと「沈下比 ρ_o/ρ_t 」の関係を示す。砂杭ピッチが短いほど ρ_o/ρ_t は大きくなっている。未改良地盤の ρ_o/ρ_t は0.257であるのに対して、改良地盤の ρ_o/ρ_t は0.660～0.950となっており、改良地盤の ρ_o/ρ_t の方が0.4～0.7も大きくなっている。

3. 砂杭打設地盤のマス・パーミアビリティの評価

図6は荷重安全率 $F_s=1.00$ のマス・パーミアビリティと「沈下比 ρ_o/ρ_t 」の関係と、2. で得られた半径0.2m、ピッチ1.0, 2.0, 3.0, 4.0mの砂杭を打設した時の ρ_o/ρ_t の値とを示している。 10^{-7} cm/secのマス・パーミアビリティをもつ地盤の ρ_o/ρ_t が、砂杭を打設することにより、それぞれのピッチに応じて大きくなっている。砂杭ピッチ4.0mの改良地盤の ρ_o/ρ_t （図5中の記号▼）と同じ値をもつマス・パーミアビリティをS字曲線から求めると、約 5.5×10^{-8} cm/secとなる。沈下量と時間の関係を図7に示すと、2つの沈下挙動はほぼ一致した。すなわち、砂杭打設地盤を代表する透水係数は同じ沈下比 ρ_o/ρ_t をもつマス・パーミアビリティとして評価できる。

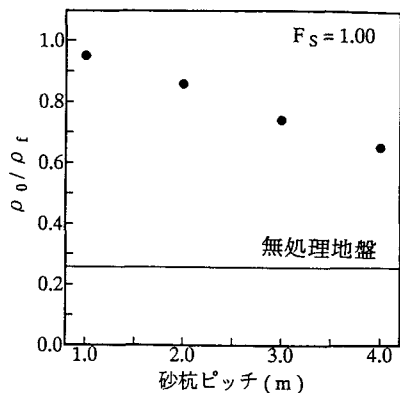


図5 砂杭ピッチ～ ρ_o/ρ_t 関係

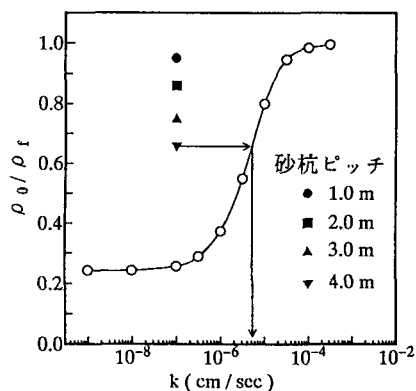


図6 砂杭ピッチとマス・パーミアビリティ上昇の関係

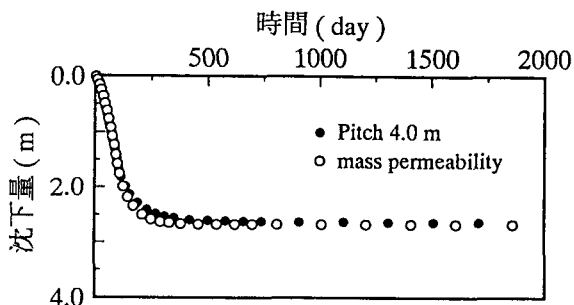


図7 砂杭地盤と透水係数が均質な地盤の沈下の比較

4. おわりに

サンドドレーンの改良効果は、もともと原地盤の透水係数と作用させる荷重の大きさに依存してすでに概ね決まってしまうことがまず重要である。しかしそのほかもちろん、砂杭径、ピッチ、深さ、打設法その他サンドドレーンの仕様にも依存して定量的評価は複雑である。ここに示した例も含む一連の計算によると、改良効果は通常マス・パーミアビリティ換算で概ね数十～数百倍程度に分布すると考えられる（図8など）。

5. 参考文献

- 1) 赤木俊允・石田哲朗：軟弱地盤の沈下とその透水性に関する実用的考察，土と基礎，Vol. 37, No. 6, 1989, pp. 41-47.
- 2) A. Asaoka et al.: Prediction of the Partially Drained Behavior of Soft Clays Under Embankment Loading, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 1, March 1992, pp. 41-58
- 3) 関口秀雄他：大水深護岸の変形解析，京都大学防災研究所年報，1988.

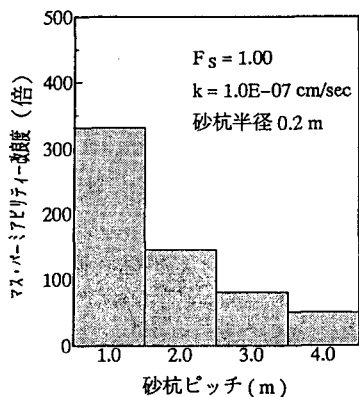


図8 砂杭ピッチ～マス・パーミアビリティ改良度関係