

Ⅲ-222

砂杭打設による粘土地盤の沈下抑制効果について

不動建設(株) (正) 野津光夫

名古屋大学 (正) 浅岡 顕, 小高猛司

1. はじめに

低置換率でのサンドコンパクションパイル(SCP)によって改良された粘土地盤では、支持力の増大とならんで圧縮・沈下特性も重要な検討事項となる。本報では、砂杭打設による改良粘土地盤の沈下低減効果を、粘土地盤の有効応力状態に注目しつつ、弾塑性論に基づき考察する。なおここでは1次元圧密のみを考える。

2. 改良粘土地盤の初期有効応力状態について

軟弱な粘土地盤にSCPを打設すると、粘土地盤は急激に側方に拡張されることにより一旦破壊される。その際発生する過剰水圧が時間の経過に伴い消散することにより粘土地盤の強度は上昇する¹⁾。この時に粘土地盤の平均有効応力は原地盤よりも上昇しているのであるが、これは砂杭からもたらされる大きな側方荷重に由来するものである。したがって、改良地盤の土圧係数(側方有効圧/鉛直有効圧) K_i は原地盤のそれよりかなり大きなものとなる。軸対称条件下での剛塑性変形解析を用いた著者らの詳細な計算によると、その値は1.5~2.0程度になる²⁾。ここでは、議論を簡単にするため、改良地盤全体が $K_i=1.74$ となっていると仮定する。これは、 $K_0=0.7$ であった原地盤粘土が一旦伸張破壊された後、全応力一定および鉛直有効応力一定の条件で圧密終了した場合³⁾の K_i の値である(図1参照)。原地盤粘土の土質定数は表1に示す。また図1は $\sigma'_v=100$ (kPa)の場合である。改良粘土地盤は原地盤よりも平均有効応力 p' , K_i ともに大きくなっている。

3. 改良粘土地盤の1次元圧密特性

図1の原地盤粘土と改良後の粘土の要素に、図2に示す荷重載荷を行う。図3は圧密中の非体積 $v \sim p'$ 関係である。図より明らかなように、改良後の粘土の方が非体積の減少は小さい。正規粘土の1次元圧密は $e \sim \log p'$ 関係に従うため、もともと圧密開始時点で p' が大きかった改良後の粘土の方が、たとえ同じ荷重が加わったとしても非体積の変化が小さくなるのは当然の結果である。これが沈下低減の大きな要因となっている。また、もうひとつの要因としては、図3において改良後の粘土の圧密曲線の勾配が正規圧密曲線にいたるまで小さいことが挙げられる。図4でそれぞれの有効応力経路を見てみると、改良後の粘土では $q>0$ (すなわち鉛直有効応力が側方よりも卓越する)まで降伏曲面(この計算ではCam Clayモデル)に沿って有効応力が推移するため、大きな塑性変形が生じないと考えられる。このため、図3においては改良後の粘土の圧密は初期において λ よりも κ に近い勾配で発生していたのであり、それに伴う体積変化の抑制は、側方に卓越した有効応力を有する改良地盤の大きな特長となっている。

次に層厚20mの実際の粘土地盤を想定して解析した結果を示す。水中単位体積重量を 6.5 (kN/m³)として表層に 9.8 (kPa)のサンドマットが載っているものとして原地盤の初期有効応力状態を決定した。図5に3通りの載荷荷重に対する沈下量の経時変化を示す。最も上載荷重が大きな 192 (kPa)の場合には改良地盤の沈下量は原地盤に比べて6割程度に抑えられている。その沈下低減効果は、上載荷重が小さいほど大きくなり、上載荷重 49 (kPa)の場合には沈下量は4割程度に抑えられる。これは、載荷重が小さいほど弾性的な沈下の効果が相対的に大きく現れるからである。

4. まとめ

SCP打設によって改良された粘土地盤は、側方の有効応力が卓越した正規圧密地盤であるため、沈下低減の効果も十分期待できる。

参考文献 1)浅岡ら(1994):Undrained Shear Strength of Clay Improved with SCP, S&F, 34(4). 2)野津光男(1995):砂杭による軟弱地盤改良の工法原理とその応用に関する研究, 名古屋大学博士論文, 1995. 3)関口ら(1988):締め固め砂杭によって改良された地盤の応力・変形解析, 第21回土質工学研究発表会, pp1073-1076.

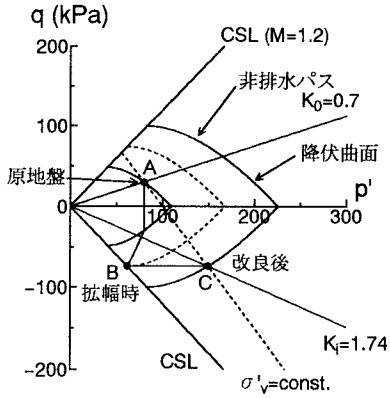


図1 改良地盤の有効応力状態

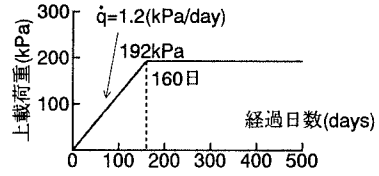


図2 載荷荷重履歴

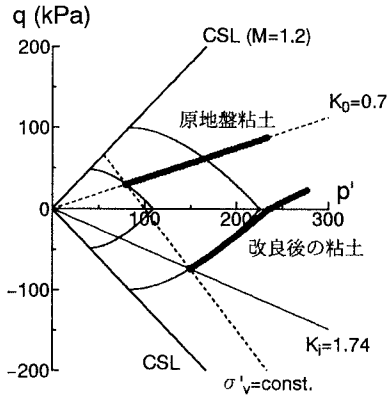


図4 圧密中の有効応力経路

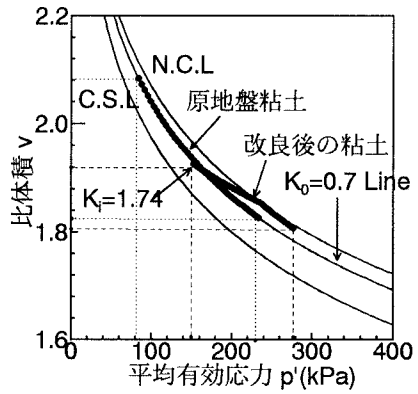
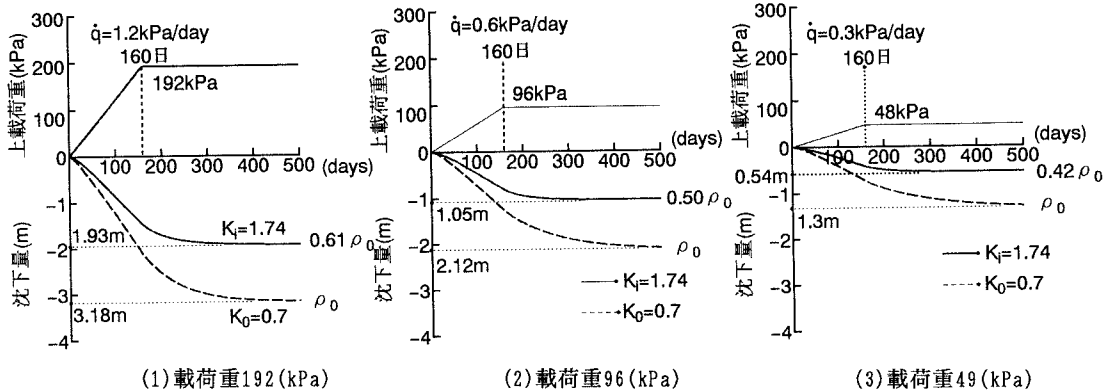


図3 圧密中の $v \sim p'$ 関係



(1) 載荷重192 (kPa)

(2) 載荷重96 (kPa)

(3) 載荷重49 (kPa)

図5 載荷荷重履歴と沈下曲線