

Ⅲ-15

真空圧密工法によるヒービング抑止に関する基礎研究

八戸工業大学 学 ○羽尾 寿
八戸工業大学 渡邊文彦
八戸工業大学大学院 学 川崎栄久

1. はじめに

飽和粘性土地盤の掘削では、ヒービング現象の対策を慎重に行わなければならない。深層混合処理工法や生石灰杭工法等の既存の方法は、掘削面を固化して強度増加を図るものであるが、施工性やコスト面からみて、合理的であるとは言い難い。また、ヒービング現象の発生メカニズムは、背面側の土塊の重量が掘削側地盤以下の地盤の強度より大きくなることと、過剰間隙水圧の発生により、矢板下端を含めた地盤の塑性流動である。

昨年の実験で、考案した真空ポンプにより小型土槽内でヒービング抑止工法を行った結果、地下水位の低下と塑性流動を抑止する事が出来た。したがって今回は、スケールの異なる大型土槽実験により土留めに可撓壁を用いてヒービング現象を発生させ、ストレーナー付塩化ビニールパイプと真空ポンプを併用した工法で、過剰間隙水圧の低下と塑性流動の抑制、ヒービング現象の抑止効果を検証することとした。

2. 実験概要

土槽の詳細図を図-1に示す。モデル槽は縦 1200mm×横 2400mm×高さ 1200mmの鋼製で、内部が見えるように強化ガラスがはめ込まれている。土槽内を、厚さ 1.6mmの鋼板を土留め可撓壁のモデルとして用いて、背面側と掘削側を仕切り、掘削土を溜めるための排土チャンバーも作成した。また、ヒービングと地下水位の関係を調べるために水槽底面から 85mmを帯水層として設け、地下水位を支持層から 710mmの高さまで作用させた。

実験は、3caseとした。無対策実験は地下水位がある場合とない場合の 2case、対策実験は地下水位を作用させ、ストレーナー付塩化ビニールパイプと真空ポンプにより真空圧を-100kpaとして強制圧密を行った実験の 1caseである。ここで、モデル地盤の物性値を表-1に示す。モデル地盤は超軟弱地盤を想定し、砂を混ぜたベントナイトの、含水比を 185%に調整した。地盤強度の測定には 2 重管型コーンペネトロメーターを使用し、3caseの地盤の強度が共に 0.7kpaとなるようにした。掘削は 3 段階で行い 2 段目、3 段目の掘削から切り梁を設けた。計測項目は、掘削側の隆起量と背面側の沈下量、受動側と主動側の間隙水圧、受動側の土圧である。計測時間は、各段階の掘削終了時より 16 時間として、計 48 時間行った。

3. 実験結果と考察

掘削側の隆起量と背面側の沈下量を図-2に、受動側の間隙水圧の深度分布を図-3に示す。

(1) 小型土槽実験：昨年度の三軸試験機用の真空ポンプと抑止杭による方法では、無対策に対して隆起量を 94%、沈下量を 75%と低減させるとともに、過剰間隙水圧の低下と塑性流動の抑制の効果があつた¹⁾。

(2) 無対策実験（地下水位がある場合とない場合）：各段階ともに掘削直後、隆起量は急激に上昇した、最終

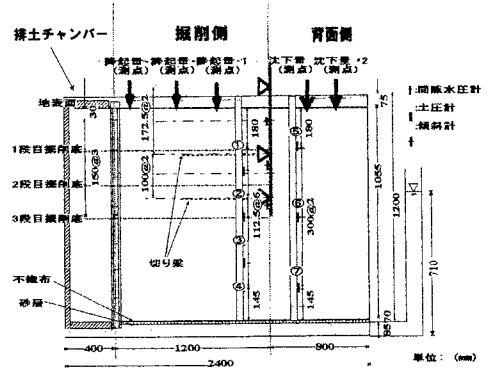


図-1 土槽詳細

表-1 ベントナイトの物性値（試験値）

W (%)	185	pH	9.21
ρ_t (g/cm ³)	1.286	wL (%)	320.9
ρ_s (g/cm ³)	2.729	wP (%)	45.5
ρ_d (g/cm ³)	0.437	Ip	275.4
ρ_w (g/cm ³)	0.9978	IL	0.46
Sr (%)	101.3	Ic	0.5736
η (pa·s)	5.32×10^{-6}		

的に地下水位がある場合で最大 3.4mm、ない場合で最大 2.3mm の累積隆起量となった。

沈下量は、各段階の掘削直後に急激な沈下が見られた。特に 2 段目の掘削では、地下水位がある場合、ない場合ともにそれぞれ 4mm 程度の沈下量があった。3 段目掘削以降では地下水位がある場合で最大 29.8mm、ない場合で最大 18.8mm の累積沈下量となり、地下水位がある場合に変位量が大きくなることがわかった。間隙水圧にもその影響が表れている (図-3 参照)。

(3) 対策実験 (地下水位がある場合) : 1 段目掘削開始直後の隆起は、無対策実験 (地下水位がない場合) と、同じ挙動を見せた。3 段目の掘削直後の隆起量は急激に生じ、17.3mm もの累積隆起量となった。沈下は掘削直後から各段階とも急激に生じ、特に 3 段目の掘削直後が大きく 22mm も増大した。最終的な累積沈下量は 52.3mm となった。

間隙水圧の変化は、3 段目掘削後、16 時間経過した時の値を示している。図-3 から分かるように受働側、主働側ともに無対策実験時よりも間隙水圧が大きくなっている。これは、真空ポンプにより背面側地盤に大気圧が加わり、塑性流動を促したことで受働の間隙水圧が、増大したものと考えられる。

今回の実験では、本格的な真空ポンプで -100kpa まで気圧を低下させようとしたが、ドレーンパイプ内に凍結が見られたため、-90kpa までに緩和した。しかし、真空ポンプによる排水を行うことが出来ず、パイプの周囲へ土柱 (図-4) を形成することも出来なかった。原因は減圧のかけ過ぎで、大気圧が有効荷重となった結果大きな流動圧となり粘土がパイプ間を通り抜けたものと考えられる。

昨年までの小型土槽実験では、隆起量を 94% 低減することが出来た。しかし、今回の実験では大気圧の影響により無対策実験時よりも 784% もの増加に至った。

抑止杭のないことも隆起量の増大を引き起こしたと考える。

4. おわりに

- (1) ドレーンパイプを効かすために、真空圧は段階的に 図-4 パイプに凝集した土粒子 (小型土槽) 掛け、土柱を徐々に形成するようにし、フィルターの目詰まりを防ぐ必要がある。
- (2) ドレーンパイプ内の凍結と防ぐためにボイルシャルルの公式により事前にパイプ内の温度を予測し、パイプの容積、パイプ内の圧力などを検討する必要がある。
- (3) 真空圧の負荷で、ヒービング抑止を目的とする場合、抑止杭の併設とモニタリングにより塑性流動をコントロールするとともに背面地盤の圧密を促進させない最適な真空圧を探る必要がある。

5. 参考文献

- (1) 伊藤倫裕、金子幸宣：平成 13 年度 卒業論文 ヒービングのメカニズムの解明と防止策に関する研究 2002.2
- (2) 川崎栄久、塩井幸武、熊谷浩二：ヒービング発生メカニズム 平成 13 年度東北支部技術研究発表会 講演概要 2002.3

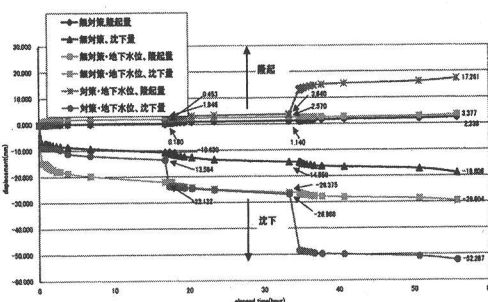


図-2 時間と地盤変位

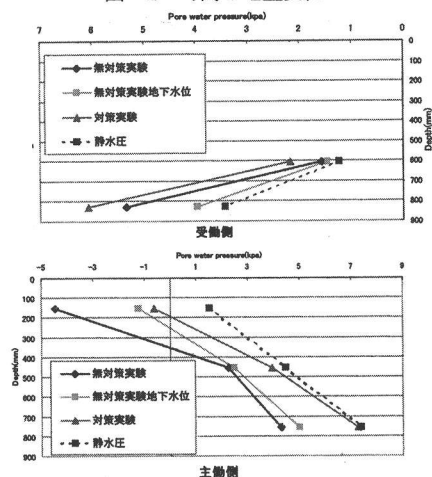


図-3 間隙水圧の深度分布

