

Ⅲ－15

ヒービング発生メカニズム

八戸工業大学大学院 学 ○川崎栄久
八戸工業大学構造工学研究所 フェロー 塩井幸武
八戸工業大学環境建設工学科 フェロー 熊谷浩二

1. はじめに

沖積粘性土が厚く堆積した低地部を掘削する場合、ヒービング現象の発生が危惧されるが、そのメカニズムは剛塑性論によって取り扱われている。しかし、実現象は理論と大きくかけ離れており、実際は情報化施工を行いながら次段階の掘削によって生じる地盤と仮設構造物の力学的な挙動を予測している。そして得られた挙動に対して危険回避や設計の見直しを行うなどの、対策が採られている。極めて軟らかい地盤は飽和度が高く、その力学的な挙動は弾塑性としてではなく粘弾性であることがわかっている。また、ヒービング現象は塑性流動が矢板に作用し、土の回り込みと矢板の撓みが一体となって発生するので、そのメカニズムは明確には捉えにくい。そこで2種類のモデル矢板を用いて土槽実験を行った。剛体壁と可撓壁を用いて試験を行い、地盤の回り込みと矢板の撓みを分離することでヒービング発生メカニズムの解明に挑戦し、論じるものである。

2. 実験概要

モデル槽は縦120cm×横240cm×高さ120cmの鋼製枠で作られており、側面部は強化ガラスがはめ込まれており内部の観察が可能である。土槽はモデル矢板で仕切られた背面側と掘削側、そして掘削土を溜めるための排土チャンバに3分割されている(図-1)。モデル矢板は厚さ30mmの米松(剛体壁)と厚さ1.6mmの鋼板(可撓壁)の2種類である。実験は2種類のモデル矢板を用いた2ケースとした。実験の条件を表-2に記す。極めて軟らかい地盤を想定した材料は砂混じりベントナイトである。物性値は含水比が約165%で、湿潤密度は約1.251%、液性限界は155.5%である。2重管型コンパネトメータで測定した実験前の地盤強度は両ケース共に $qu < 0.6 \text{ kPa}$ となった。

計測項目は地表面の隆起量と沈下量、そして主働側と受働側の間隙水圧、受働土圧であるが、今回は隆起量と沈下量を中心に論文を構成する。隆起量と沈下量の測点を図-2に示す。計測時間は1段目の掘削が終了したときから、4段目の掘削を終えて24時間経つまでの合計96時間である。なお、掘削は受働土圧と間隙水圧が一定と判断されてから行うものとした。

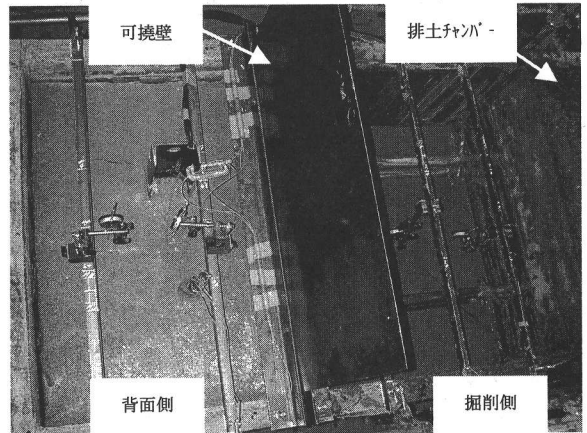


図-1 大型土槽における2段切梁の設置状況

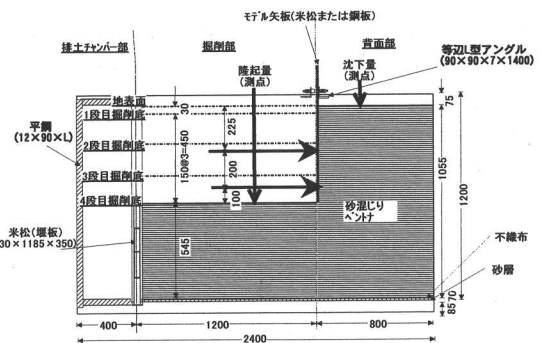


図-2 大型土槽の模式図

表-1 実験の条件

試験名	EI(MPa・m ⁴)	切り梁数	掘削段数と切梁段数の対応
剛体壁	∞	—	1段、2段、3段、4段 (切梁の設置は無)
可撓壁	3.04	2段	1段、2段、3段(1段切梁)、4段(2段切梁)

3. 実験結果と考察

両ケースの時間と隆起・沈下量の関係を図-3に示す。この図の剛体壁では、沈下量に対して隆起量が大きいという結果となり、可撓壁では隆起量と沈下量が同じような曲線形状と変位量を示した。この非線形な曲線は塑性流動である。また、掘削によって発生する各段掘削の変位の増分と根入れの変化比の変動を図-4にまとめた。ここで、根入れの変化比とは1段掘削前の根入長に対する各段掘削後の根入長を意味している。この図より、2段掘削まで、両ケースの隆起・沈下量の増分は、それぞれ対応しており、モデル矢板には撓みが生じていない。2段掘削以降、両ケースの隆起・沈下増分はそれぞれが異なり、中でも可撓壁は塑性流動によって撓みを増加している。撓みによって発生した沈下増分は図中の‘ABCGHI’部分から‘DEFGHI’部分を差し引いた面積、‘ABCDEF’で表される。2段掘削から3段掘削までの隆起・沈下量の増分の絶対値は等しくなく、塑性流動以外に掘削側地盤の掘削土の徐荷による膨張と背面側地盤の自重による圧密沈下が生じていると考えられる。これは根入れ効果により地盤全体の塑性流動が拘束された結果であると言える。4段掘削後を見ると、剛体壁と可撓壁のそれぞれの隆起・沈下量が同等の絶対値を示していることから、膨張や圧密沈下の時間が取れずに背面側と掘削側の地盤が一体となって塑性流動したと考えられる。

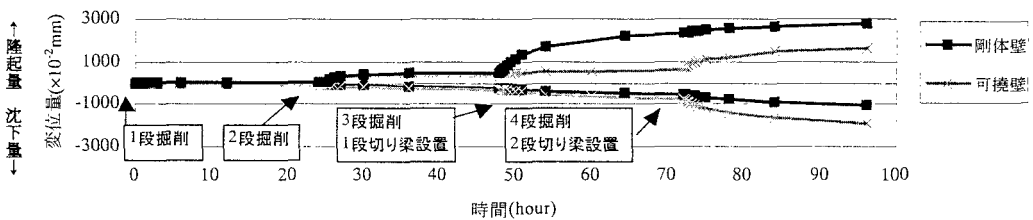


図-3 時間と隆起・沈下量の関係

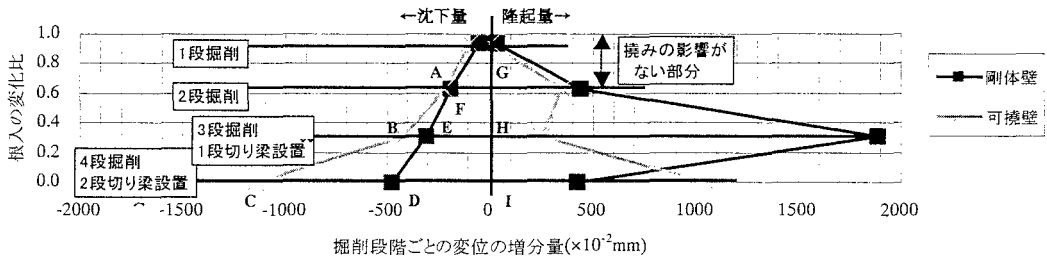


図-4 掘削によって減少する根入れ比と掘削段階ごとの変位増分

以上より、ヒービング発生メカニズムは自重とその作用時間が支配的であり、矢板の曲げ剛性と根入れ比が地盤の変位を予測するためのパラメータとなる。しかし、根入れ効果が発揮されている領域では掘削側地盤の膨張と背面側地盤の圧密沈下が生じるので、変位の予測には地盤の内部構造の変化を取り入れる必要がある。

最後に、ヒービング現象は地盤の回り込みと矢板の撓みを含んだ要素があるため、混乱を招くおそれがある。それぞれを分離しなければならない。

4. まとめ

- 1) ヒービング発生メカニズムは根入れ効果が有る領域では塑性流動と掘削側地盤の膨張現象と背面側の圧密沈下の複合作用でもある。
- 2) 隆起量と沈下量の予測には矢板の剛性と根入れの変化比(掘削量)が解析のパラメータとなる。
- 3) 極めて軟らかい粘性土で発生する地盤の回り込みは“塑性流動”、矢板の撓みは“はらみだし”、そしてこれらを総称してヒービングと明確に呼称していく必要がある。