

Ⅲ-A184

仮締め切り工におけるヒーピングの防止

八戸工業大学構造工学研究所

学生員 ○川崎栄久

八戸工業大学構造工学研究所教授

正会員 塩井幸武

1. はじめに

軟弱地盤上での仮締め切り工の施工では、ヒーピングに対する検討が必要である。その検討の方法として一般的にテルツァギーの方法、道路協会式などが用いられている。いずれも上載荷重、土の自重による円弧すべりの検討式である。しかし、軟弱地盤には上載荷重、自重の他に地下水による水圧も関与することも考えられる。そこで本実験では水圧がヒーピング現象にどのような影響を及ぼすか、また塑性体である軟弱地盤がどのようにヒーピング現象を発生させるかを解明することを目的とし、揚圧力をかけたものとかけなかったものとの比較実験を行なった。その結果を報告するものである。

2. 実験概要

上載荷重のみで行った実験を実験1とし、上載荷重+揚圧力をかけたものを実験2とする。実験に使用した塩ビ管を図-1に、揚圧力をかけたものを図-2に示す。実験1、2では砂荷重1.45tを、大型水槽に充填したベントナイト(モデル地盤)上に敷き詰めた。そのほかに実験2では図-2に示すように地盤上から100cmの高さで水圧をかけ、実験1との比較を行った。実験1、2共に塩ビ管内の隆起を測定するためにダイヤルゲージを使用した。(図5、6参照) また、ベントナイトの地盤抵抗の測定には特殊なコーンペネトロメーターを使用した(図3参照)。既存の器械では $0.1\text{kgf}/\text{cm}^2$ の精度でしかはかることが出来なかったため、本実験では新しく考案したコーンペネトロメーターを用いて地盤の抵抗を $0.01\text{kgf}/\text{cm}^2$ の精度で測定した。

3. 実験結果

ベントナイト地盤における貫入試験の測定結果を図-4に、ヒーピング現象による底面の盛り上がり量の測定結果を図5、6に示す。実験1では、貫入試験にバラツキが少なく、地盤の強度も低いためにより状態で実験を行うことが出来た。実験2ではベントナイトの水分の蒸発が早く、水を加えて再度練り返しを行ったが、十分に混ぜることが出来なかったことと、練り返しによりベントナイトの下に敷いてある砂層がハンドミキサーによりベントナイトと混ざり合ってしまったために強度が高くなってしまった。ヒーピング実験1(図5)では、変位量曲線がなだらかに上昇している。実験2(図6)において、下から水圧をかけて測定を行ったが、10分経過後に砂荷重表面に水がしみ出したために実験を中止した。実験1と2を比較しても分かるように、ダイヤルゲージの値がかなり大きくなっている。実験1の安全率の検討を道路協会式に当てはめて計算したところ $F_s = 2.09 > 1.2$ となりヒーピングが発生しているにも関わらずかなり高い安全率となっている。

キーワード: ヒーピング 揚圧力 塑性流動

連絡先: 〒031-8501 青森県八戸市大字妙字大開88-1 八戸工業大学構造工学研究所 Tel 0178(25)3111

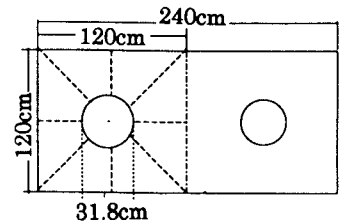


図-1 ヒーピング実験

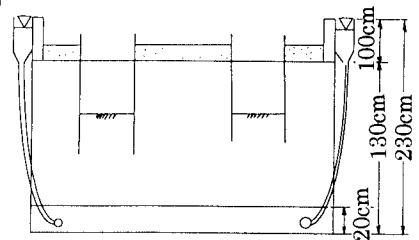


図-2 水圧実験

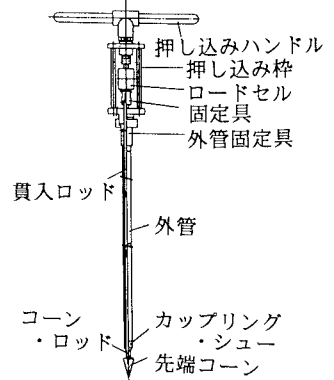


図-3 コーン

ペネトロメーター

4. 考察

本実験において実験1と2を比較すると、実験2では載荷10分後のヒーピングの値が実験1の倍以上にもなっている（図5、6）。実験2において下面に水圧をかけたのは、水圧による揚力とヒーピングの関係を追求しやすいと考えたためである。しかし、実験開始後に塩ビ管内の隆起だけではなく、周辺地盤も水圧により多少盛り上がりてしまう結果となった。これは地盤表面より1mの高さからかけた水圧がベントナイトや砂荷重の有効重量よりも大きかったために全体が浮き上がってしまったためであると考えられる。（ベントナイト： $0.7 \text{ tf/m}^3 \times 0.87 \text{ m} = 0.61 \text{ tf/m}^3$ 砂： $0.8 \text{ tf/m}^3 \times 0.15 \text{ m} = 0.12 \text{ tf/m}^3$ $0.61 + 0.12 = 0.73 \text{ tf/m}^3 < 1 \text{ m}$ ）。

以上から地下水位や揚力は、ヒーピング現象にかなり影響しているといえる。実際の現場での地下水位の対策法として、ポンプを設置するための穴をいくつか掘削し、それにより地下水位を低下させることが有効であると考えられる。また、実験1の地盤の支持力を道路協会式に当てはめて検討を行ってみると、 $FS = 2.09 > 1.2$ となり数字の上では地盤がはるかに安定している（下式 参照）という結果となったが、実際にヒーピングは発生した。これは軟弱地盤におけるヒーピング現象は円弧すべりというより地盤自体が塑性流動していると考えた方が合理的である。

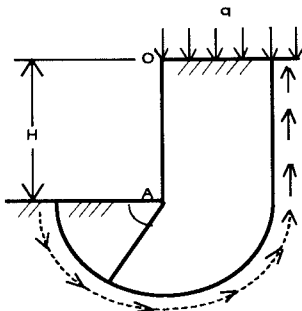


図-7 道路協会式図

5. 結論

- 1) ヒーピング現象は円弧すべりと言うよりは塑性流動であると考えられる。
- 2) 軟弱地盤では、地下水位とそれによる揚力が、ヒーピング破壊の要因の一つとして考えられる。
- 3) 今まででは、地盤上の載荷重だけで設計していたが、地下水位の影響も考えて設計する必要がある。
- 4) 地下水位の対策法には、ポンプによる揚水が有効と考えられる。

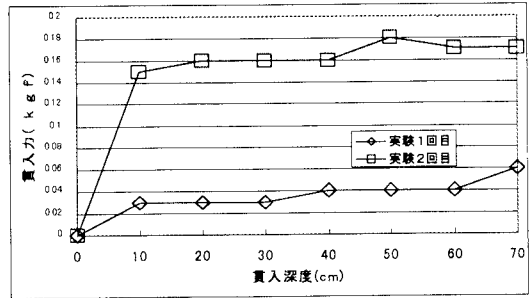


図-4 貫入試験グラフ

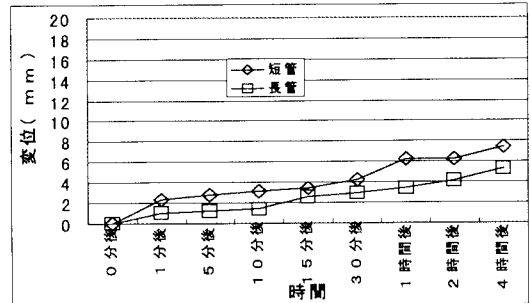


図-5 ヒーピング実験1回目

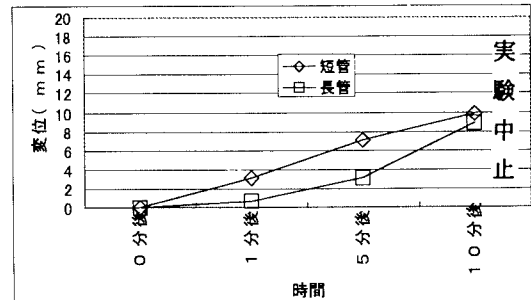


図-6 ヒーピング実験2回目

$$FS = \pi q u / (\gamma H + q) = 2.09 > 1.2$$

$$\gamma = 0.7 \text{ tf/m}^3$$

$$H = 0.3 \text{ m}$$

$$q = 0.12 \text{ tf/m}^2$$

$$q u = 0.42 \text{ tf/m}^2$$