

土留め掘削幅の縮小化がヒーピングに与える影響について

東京工業大学 学生会員 ○岩淵洋子， 正会員 井沢淳， 正会員 日下部治

東京電力(株) 正会員 内藤幸弘，東電設計(株) 正会員 金子俊輔，鹿島建設(株) 正会員 永谷英基

1. はじめに

近年，環境負荷に関する問題が大きく取り上げられ，特に建設副産物の抑制は首都圏において緊急の課題となっている．この課題に対処するため，掘削幅を縮小する工法（ゼロスペース工法）が開発されているが¹⁾，筆者らは，掘削底盤の安定性にも着目し，掘削幅の縮小化が，ヒーピングに対する安定性の向上につながることを実験的に確認した．

2. 実験概要

図1に実験モデル概要を，表1に実験ケース一覧を示す．本実験では，掘削幅の異なる3ケースについて，遠心模型実験を行っており，CASE1はゼロスペース工法による掘削幅縮小断面とし，CASE2を従来工法による断面，CASE3を幅広断面とした．矢板模型は，明瞭なヒーピング破壊を発生させるために水平変位を固定し，十分剛性の高い矢板を用い，たわみや回転が生じないように箱状に組んだ．矢板模型の設置は土槽側壁の壁面摩擦の影響の少ない土槽中央に設置することとした．また，矢板表面にシリコンオイルを塗布し，摩擦を低減することで実験毎の摩擦の影響を極力同条件となるよう配慮した．

(a)地盤作製

模型地盤はカオリン粘土を用いた．重力場にて，ペロフラムシリンダーを用いて98kPaまで圧密を行い，所定の層厚を持ち，深度方向に強度一様なカオリン粘土地盤を作製した．

(b)実験モデル

模型地盤を整形し，地盤中央位置を掘削した後，矢板モデルを図1のように設置した．矢板厚が10mmであるため，掘削部を掘削すると共に根入れ部分の粘土を取り出し，矢板挿入用ガイドを用いて，シリコンオイルを塗布した矢板を鉛直に挿入した．本実験の計測内容は，地表面変位，遠心加速度，ターゲットによる画像計測から構成されている．図1に示すように，模型地盤表面にはターゲット及び有明粘土粉末メッシュを設置し，地表面変位の測定のためにレーザー変位計を設置した．

(c)遠心模型実験

本実験は，実験モデルを遠心装置に搭載し，遠心加速度を一定速度で上げることで遠心力を作用させて，実験モデルにヒーピング破壊が生じた段階で終了とした．なお，破壊が生じた際の加速度を極限遠心加速度と呼ぶことにする．土槽前面に設置したCCDカメラにより，土槽アクリル面側の地盤表面に設置したターゲットを撮影した．実験後は，写真撮影とすべり線のスケッチにより破壊形状を記録し，採取試料から含水比と一軸圧縮強度を計測した．

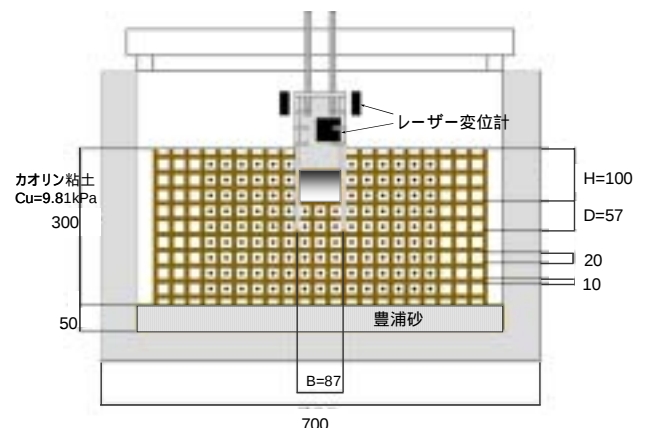


図1.実験モデル概要(CASE2)

表1.実験ケース一覧

実験ケース	H/B	H/D
CASE1	1.75	1.78
CASE2	1.16	1.78
CASE3	0.50	1.78

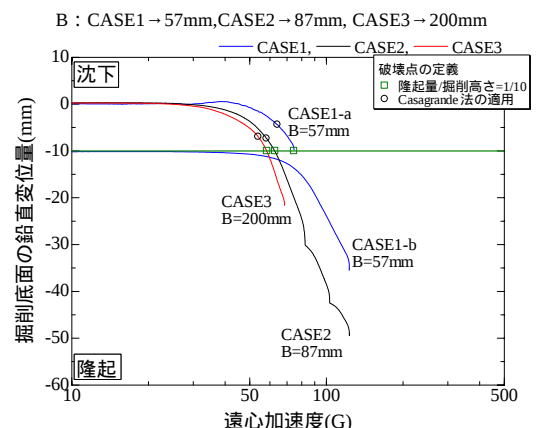


図2 掘削部底面の鉛直変位 - 加速度関係

キーワード：ヒーピング，掘削，遠心模型実験，土留め

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 緑が丘 5 号館 日下部研究室 TEL 03-5734-2798

3. 実験結果および考察

図2に掘削部底面の鉛直変位-加速度関係を示す。約30Gで掘削底面の隆起が始まり、加速度の増加に伴って隆起量が増加し、その傾きはほぼ一定となる。その時の加速度は、掘削幅が広がるほど小さくなっている。なお、CASE1では、模型地盤にすべり線が発生したと判断できた時点で一端遠心载荷を停止し、模型地盤の観察後、再度約120Gまで遠心载荷を行なったが、変位-加速度曲線はほぼ1段階目と重なった。

図3(a)-(c)は、各ケースにおける実験後の模型地盤状況を示し、すべり線スケッチを写真に重ねたものである。メッシュにより、掘削部底盤のせん断箇所を明確にすることで破壊メカニズムを観察した。すべり線スケッチからは、矢板先端を中心にした円弧すべり線が発生している様子わかり、土塊の移動量が推測できる。CASE1は他の2ケースに比較して、破壊領域が狭くなっている。メッシュに囲まれた白い正方形マスについて、CASE1では、底盤部中央の地表面から3マス目が、左右からの土圧と掘削底面の隆起によって、白い正方形が伸張してくびれている。CASE2では上から4マス目、CASE3では5マス目に同様のくびれが見られ、掘削幅が広いほど深い位置にくびれが生じるといえる。

表2及び図4に既往設計法との比較検討結果の一覧を示す。図2の掘削部底面の鉛直変位-加速度関係から破壊点を検証するとともに、H/Bとの相関をみた。その結果、実験及び理論解のすべてにおいて、掘削幅が狭くなるほど地盤が安定し、極限遠心加速度が大きくなることが分かった。なお、実験値と理論解では約20Gのずれがみられており、掘削における C_u の評価法に課題が残るが、 $C_u=q_u/2$ として現行設計法に従えば、安全側であるといえる。また、掘削幅の影響が大きいならば、矢板の摩擦や進行性破壊も考えられる。さらに、理論解に矢板の根入れが全く考慮されていないことも考えられるが、それについては今後の検討課題である。

4. おわりに

今回の実験により、掘削幅の縮小化が、建設副産物の抑制だけでなく、ヒーピングに対する安定性の向上につながることを確認できた。今後は、この掘削幅の効果を適切に評価できる設計手法を新たに提案する予定である。

【参考文献】井口昌之，山崎剛，日下部治：開削工事における路上掘削幅縮小技術「ゼロスペース工法」，土木建設技術シンポジウム2002 論文集，土木学会，pp61-pp68，2002，5。

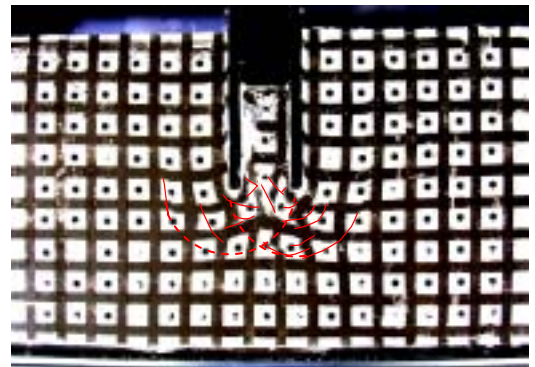


図 3-(a) CASE1, B=57mm

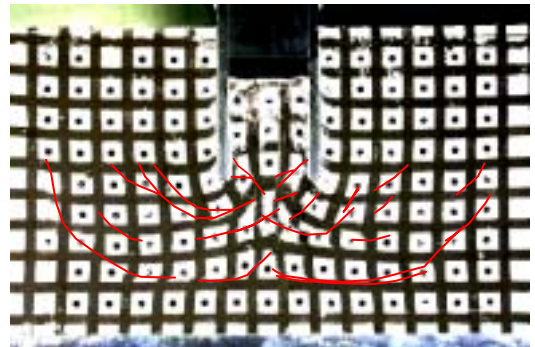


図 3-(b) CASE2, B=87mm

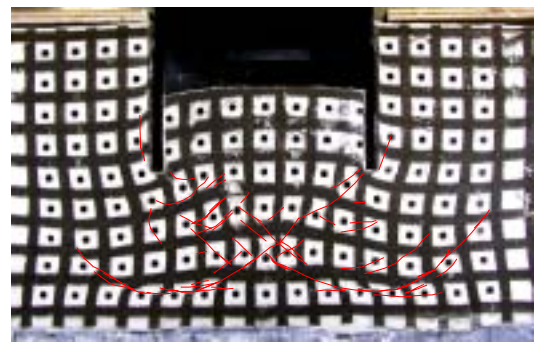


図 3-(c) CASE3, B=200mm

図 3 実験後の観察

表 2 実験結果及び既往設計法の比較 単位: G

モデルケース	CASE1	CASE2	CASE3	備考
B (mm)	57	87	200	
H/B	1.75	1.15	0.50	
実験	隆起量/掘削高さ=1/10	74.5	62.8	58.4
	Casagrande 法	64	58	54
	Terzaghi&Peck	51	46	40
理論解	Tschebotarioff	43	39	35
	Bjerrum・Eide	43	40	37

■ 計算条件: $\gamma_t=15.7\text{kN/m}^3$, $C_u=q_u/2=9.81\text{kPa}$

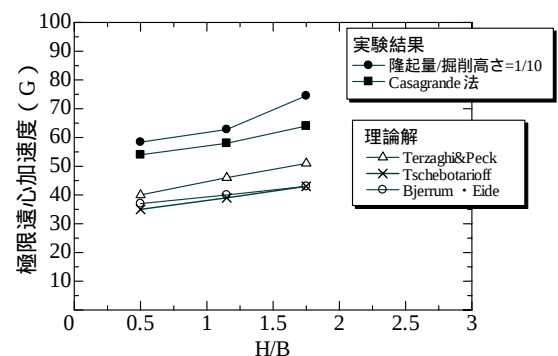


図 4 実験結果及び既往設計法の比較