

硬質発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良の支持力検討

東京都市大学 学生○岩崎光大 正 末政直晃 正 田中剛

東京都市大学 正 塚本啓己

アップコン株式会社 川畑 諒和

1. はじめに

我が国の平地部の多くは軟弱地盤のため、圧密沈下や液状化現象が発生するおそれがある。粘性土地盤においては、重機や器機などによる集中荷重により倉庫や工場等のスラブが沈下し器機の不具合等の被害が発生している。沈下したスラブを修正する工法の一つに発泡ウレタンを用いた土間床沈下修正工法がある¹⁾。

この工法は沈下した既設建物のスラブに穴を開け、ウレタンを注入することでスラブの沈下を修正するが、軟弱地盤層が厚い場合には再沈下する可能性がある。この課題に対して本研究では、沈下抑制を目的とした発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法を提案する。図1に概要を示す。事前削孔した地盤内に注入ユニットを挿入し、注入管を介して薬液を注入することでウレタンを杭状に作製する。地盤内で混合攪拌された薬液は化学反応により発泡しながら膨張し、ウレタンを生成する。発泡、膨張時の圧力によって地盤が締め固められ、このことで杭と地盤との間の周辺摩擦力が増大すると期待されている。しかし、実用化するためには杭状改良体の支持力特性の評価方法の構築が必要となる。本報告では、現場実験の実施、評価方法として荷重伝達法を採用した解析を行い、それらから得た実測値と解析値の比較、及び様々な条件下で解析を行った結果について述べる。

2. 現場実験

茨城県稲敷郡美浦村大須賀津地内で現場実験を行った。図2に杭条件を示す。作製した杭は杭長 4.35m、杭径 0.15m、芯材の直径 0.048m、削孔径 0.135m、体積比 1.5 倍である。改良体の支持力特性を調べるため、ひずみゲージを4箇所に設置した。設置深度は GL-0.34m, 1.74m, 2.39m, 3.79m である。ボーリング調査、標準貫入試験、土の一軸圧縮試験、孔内水平載荷試験(LLT 試験)、杭の押込み試験(鉛直載荷試験)を実施した。ボーリング調査は GL-5.0m まで行った。図3に柱状図を示す。この結果より、表層から 0~1.3m が埋土、1.3~2.6m が粘土質シルト、2.6~5.0m が有機質シルトであった。また、ボーリング調査より表層から 1.8~2.4m, 3~3.85m の地表を得た。この土を用いて一軸圧縮試験を行った。表1に供試体の一軸圧縮強さを示す。

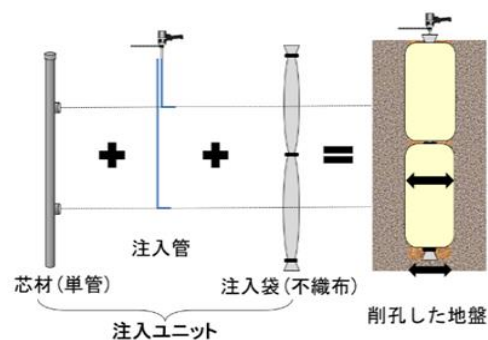


図1. 杭状地盤改良工法

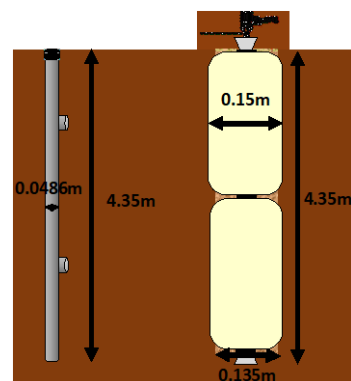


図2. 杭条件

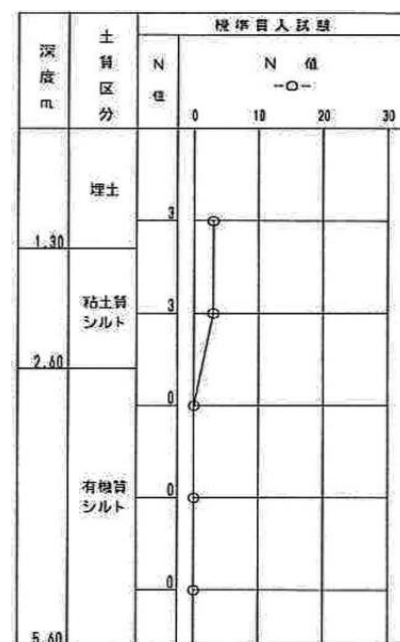


図3. 柱状図

キーワード：発泡ウレタン、杭状地盤改良工法、増分荷重伝達法、支持力

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL：03-5707-0104 E-mail：g1918008@tcu.ac.jp

深度について、数字が大きくなるほど深度が大きい供試体であることを示している。杭の押込み試験は多サイクル方法で実施し、荷重を 7.5kN ずつ増加させながら載荷した。反力にバックホウ、荷重管理はロードセルを利用した。この現場実験から得た実測値と荷重伝達法を用いた解析値との比較を以降行う。

3. 荷重伝達法による解析

荷重伝達法は杭体を剛体とバネの連結体とみなす解析手法である。そのためまず、芯材-ウレタン-地盤の剛性バネを用いる必要があるが、それぞれを荷重伝達法に適用すると計算が煩雑するため連成バネを作成した。この連成バネを用いて現場実験の条件で荷重伝達法を用いて解析を行った。なお解析に用いた地盤や杭は現場実験と合わせている。杭頭に鉛直荷重を仮定しその時の各要素の沈下量を算出することで杭頭荷重-沈下量を求めた。図4に杭頭荷重-沈下量の関係を示す。実測値と解析値で概ね一致していることが確認された。

4. 杭径、杭長を変化させた時の解析結果

杭径や杭長を変化させた時の支持力効果について解析を行った。地盤条件は現場実験と同様である。杭径、杭長を変化させた時の杭頭荷重-沈下量の関係を図5に示す。これらの結果より、杭径、杭長が大きくなることで最大杭頭荷重も増加する傾向にあることがわかった。

5. 杭状地盤改良体と芯材のみの杭との杭頭沈下量の比較

同じ地盤条件で同程度の最大支持力を持つ杭状地盤改良体と芯材のみの杭で杭頭沈下量に差が生じるか解析を行った。Case1に直径 0.048m の芯材を用いた直径 0.15m、杭長 4.35m の杭状地盤改良体、Case2に直径 0.048m の芯材、杭長 8.5m の杭を用いた。地盤は最大一軸強さ 50kN/mm^2 の地盤を設定した。図6に解析結果を示す。Case1、Case2共に 50kN の杭頭荷重にも耐久しているが、ウレタンを用いた Case1の方がCase2と比べ杭頭沈下量が約 5mm 小さい。このことより、ウレタンを用いることで杭長を短くできるだけでなく、沈下量を小さくすることもできると考えられる。

6. まとめ

本研究では、現場実験から得た実験結果と荷重伝達法を用いた解析結果の比較および様々な条件下での解析を行った。

7. 祝辞

本研究を実施するにあたり、アップコン株式会社の皆様より多大なご支援・ご助言を頂きました。深謝申し上げます。

8. 参考文献

1)床傾き修正の専門家アップコン,
<http://kojo.katamuki.jp/> (2023/3/30)

表 1. 一軸圧縮強さ

深度 (m)	一軸圧縮強度 (kN)
1.8m ~ 2.4m	① 42.9
	② 44.4
	③ 51.0
	④ 60.6
3m ~ 3.85m	① 26.0
	② 27.2
	③ 30.3
	④ 32.8
	⑤ 31.0
	⑥ 33.8
	⑦ 26.3

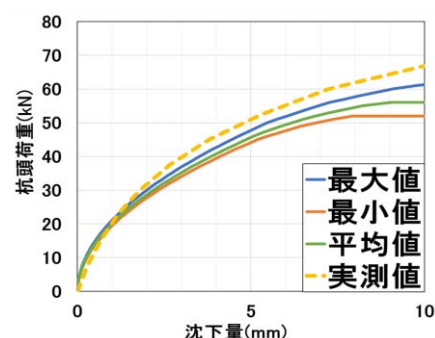


図 4. 杭頭荷重-沈下量の関係

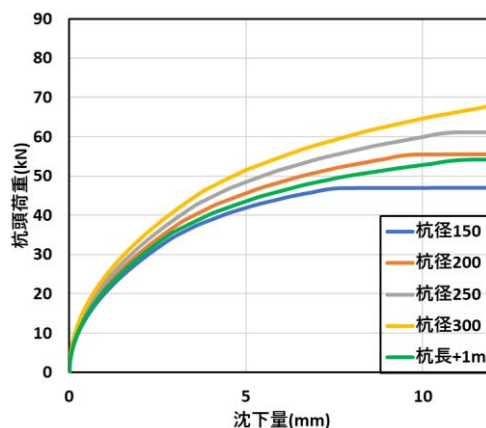


図 5. 杭径、杭長を変化させた時の杭頭荷重-沈下量の関係

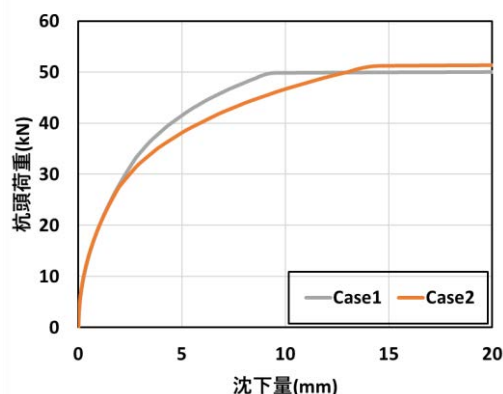


図 6. 杭状改良体と芯材のみの杭の杭頭荷重-沈下量の関係