

硬質発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の開発

東京都市大学 学生会員 ○水越純平

東京都市大学 正会員 末政直晃

東京都市大学 正会員 田中剛

アップコン株式会社 正会員 及川理香子 非会員 松藤展和

1.はじめに

工場や倉庫などの沈下したスラブに対する沈下修正工法の大半は、大掛かりな設備や、長い工期が必要となり、日常業務に影響をおよぼす場合がある。その一方で、日常業務等を中断せず、必要最小限のスペースで沈下修正を行う工法の1つとして硬質発泡ウレタンを用いた沈下修正工法が提案されている。しかし、この工法では、地盤中に腐植土や厚い軟弱地盤層があると再沈下する恐れがある。そこで、本研究では、再沈下の抑制を可能とする硬質発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の開発を目的としている。写真-1に杭状地盤改良体を示す。従来の沈下修正工法と併用することで、局部的に沈下が生じた地盤の沈下修正ならびに再沈下を抑制することが可能となる。本工法を実用化させるためには、杭状地盤改良体の施工方法の確立および支持力特性を明確にする必要がある。本報告では、実地盤において杭状地盤改良体を施工し、押込み試験を実施したので述べる。また、また、その実験結果を基に解析モデルを提案した。



写真-1 杭状地盤改良体



写真-2 掘り出し後の杭全景

2.現場実験¹⁾

杭状地盤改良体の支持力特性を把握するために押込み試験を実施した。実施場所は八千代町試験場(茨城県結城郡八千代町大字若字柴山)である。図-1に土質柱状図を示す。事前の地盤調査として、調査ボーリングを行い標準貫入試験およびLLTを実施している。杭状地盤改良工法は掘削した地盤中に注入袋と注入管(芯材)を挿入し注入管を介して薬液を注入することにより、杭状に硬質発泡ウレタンを作製するものである。写真-2に掘り出し後の杭全景を示す。本実験では、杭状改良体の杭長を4.35m、注入袋の直径を150mmの杭状改良体を作製した。注入管は、硬質発泡ウレタンの品質を保つために地表面から1.0mと3.0mの位置に吐出口を設けており、下部から順に薬液を注入する。精製された発泡ウレタンを上部の吐出

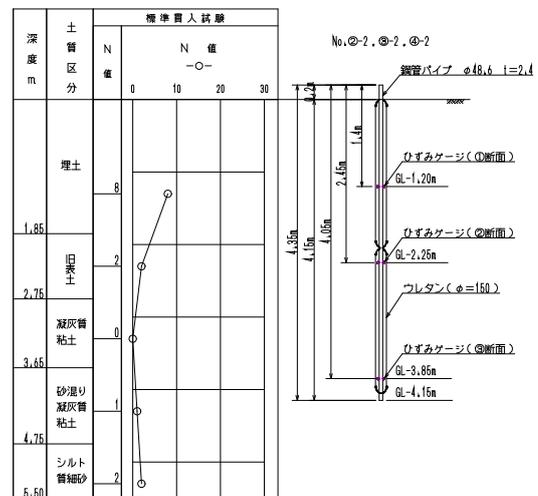


図-1 土質柱状図

キーワード 硬質発泡ウレタン 杭状地盤改良工法 支持力特性

〒158-8557 東京都 世田谷区 玉堤 1-28-1 TEL : 03-5707-0104 (代) E-mail g1218086.tcu.ac.jp

口に侵入させないため、杭長の2150mm付近に結束バンドを用いて分断させた。

表-1に実験ケースを示す。表中の体積比は、膨張後の改良体体積をウレタンの薬液の体積で除した百分率を示している。すなわち体積比が小さいほど、生成後の硬質発泡ウレタンの密度は高くなることを表している

単管のみで押し込み試験を行ったのは、硬質発泡ウレタンによる支持力増加の効果を検証するためである。図-2に押し込み試験結果を示す。実験値より限界荷重値は48.0kNとなり、単管の6倍程度となった。

3. 芯材-ウレタン-地盤のモデル化

本研究では支持力特性の評価方法として荷重伝達法を採用した。しかし、本工法を荷重伝達法により解析する場合、芯材、硬質発泡ウレタン、地盤のバネ係数が異なるため、それぞれのバネを連成した芯材-ウレタン-地盤バネのモデル化が必要となる。そのため、地盤の一軸圧縮試験、ウレタン強度実験、定着摩擦力実験を実施し各々のバネ係数を算出した。

硬質発泡ウレタン杭は硬質発泡ウレタンと芯材からなる複合材である。芯材に鉛直応力が作用すると硬質発泡ウレタンを介し、杭の周面摩擦力を発揮される。しかし、硬質発泡ウレタンの剛性が低い場合変形が生じ、せん断応力が伝播しない。このため、芯材-ウレタン-地盤の相互作用を加味した解析モデルを作成した。図-3に芯材-ウレタン-地盤バネの解析モデルの概略図を示す。硬質発泡ウレタン杭を30分割し、一要素を6つの円柱要素に分割する。鉛直応力は、中心からの距離により減衰させ、各々の要素断面に任意のせん断応力を与え、要素ごとの変位量を算出した。各ウレタンの変位量は、鉛直応力を各々のバネ係数の傾きで除すことで評価した。結果として硬質発泡ウレタン杭は地盤との摩擦が切れ沈下するため、芯材-ウレタン-地盤の連成バネが決定する。

この連成バネを現場実験押し込み試験結果(No.④-2 100%)と比較した。図-4に解析値と実測値の比較を示す。実測値と比較すると、立ち上がりと降伏圧は同様の傾向を示すことから解析の妥当性が証明できた。ただし、要素をバイリニアモデル化したため、実験結果の曲線部を評価できない課題も確認できる。

4. 参考文献

1) アップコン株式会社 及川理香子(2014)「発砲ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の開発—その4：フィールド試験概要と考察—」土木学会論文集

表-1 実験ケース

試験杭	体積比	ひずみ計	押し込み試験
No.1	無(単管のみ)	有	○
No.2-①	9.35	無	×
No.2-②	9.35	有	○
No.3-①	7.36	無	×
No.3-②	7.36	有	○
No.4-①	6.08	無	×
No.4-②	6.08	有	○
No.5	6.08	無	×

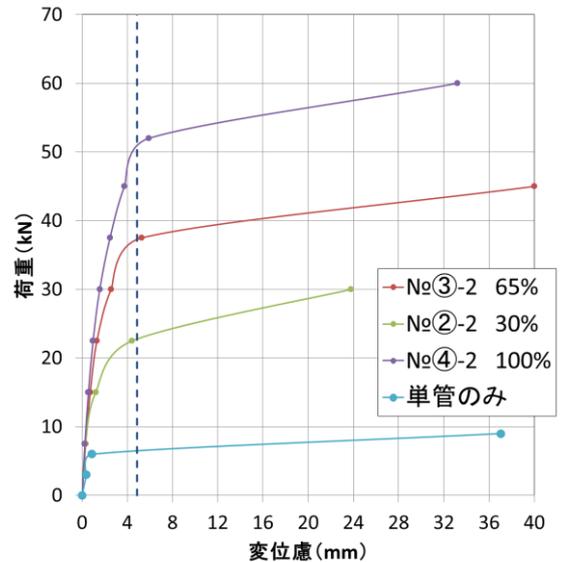


図-2 押し込み試験結果

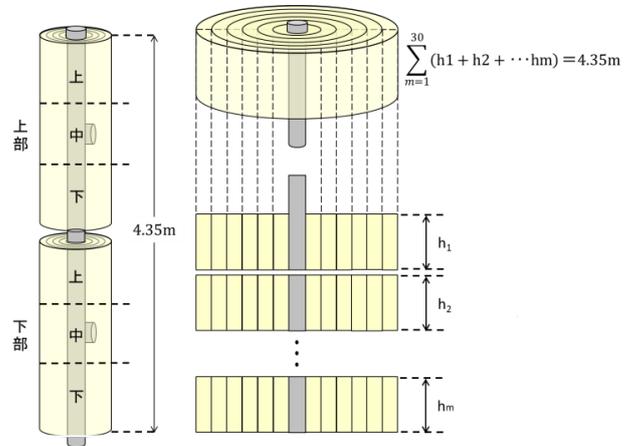


図-3 解析モデルの概略図

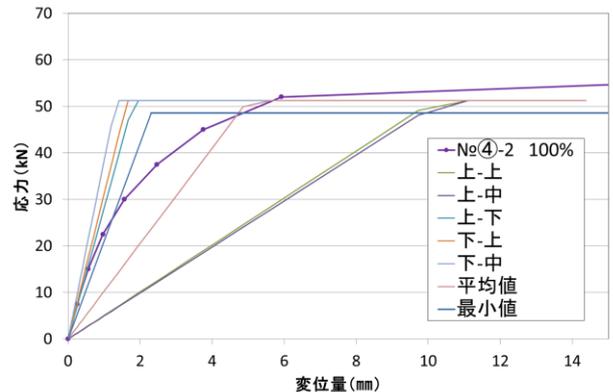


図-4 解析値と実測値の比較