

第Ⅲ部門

杭基礎の引抜孔に対する充填材が周辺地盤に作用する影響の数値解析

明石工業高等専門学校 学生員 ○川原知也
 (株)マルシン 非会員 桑原秀一
 明石工業高等専門学校 正会員 江口忠臣
 芝浦工業大学 正会員 稲積真哉

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設された大量の建築物や道路構造物の取り壊し件数が増加している¹⁾。現状としては、既存杭の撤去工事には引抜工法が多く採用されている。しかしながら、杭を引き抜くと引抜孔が形成され、この引抜孔による当該地盤の力学特性の低下が懸念されている。加えて、引抜孔に注入される充填材には未だ規定がなく、充填材の材料の配合や、充填材の強度が地盤に与える影響も解明されていない。本研究では、杭の引抜孔が地盤の静的特性に与える影響を3次元弾塑性解析によって比較検討した上で、引抜孔に注入される充填材に求められる特性を明らかにするものである。

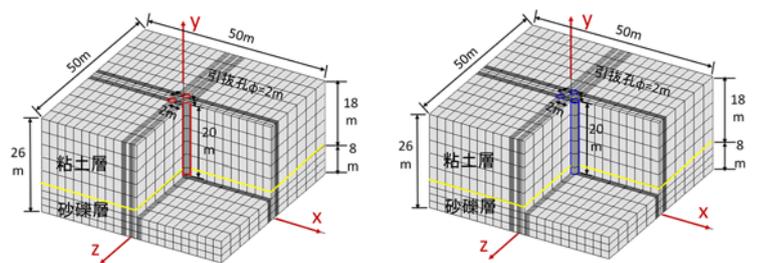
2. 検討方法

本研究では、静的全応力解析により解析を行う。検討手順について①～③に述べる。

- ① 解析断面を選定する。
- ② ①で選定した断面をもとに解析モデルを作成し、解析領域をメッシュ分割する。
- ③ 解析定数を選定する。構成モデルと材料パラメータを設定する。
- ④ 初期応力解析を行う。ここでは、地盤部分、充填材部分に対し弾塑性モデルを適用する。

3. 解析モデルおよび材料パラメータ

解析では、解析断面を2層とし、上部層を軟弱な地層としてN値2程度の粘土層、下部層を支持層となる強固な地層としてN値50程度の砂礫層とした。解析断面の幅、奥行きを50mとし、粘土層の層厚を18m、砂礫層の層厚を8mとし、断面の深さの合計を26mとする。引抜孔の本数を3本とし、孔径2mで引抜孔間隔を2m、深さ20mとし、砂礫層への根入れ深さは2mとする。本研究では、引抜孔がない場合から引抜孔を空洞にした場合とその引抜孔を充填した場合の地盤沈下の比較を行う。解析断面図と有限メッシュ、軸方向を図-1に示す。また、図-1に赤で囲まれた部分が空洞、青で囲まれた部分が充填材、黄色の線が粘土層と砂礫層の境界を示す。地盤の材料定数を表-1、充填材の材料定数を表-2に示す。充填材は流動化処理土を用いて、充填材強度が地盤に与える影響を調べるために、強度の小さいものから充填材①($q_u=0.1\text{N/mm}^2$)、充填材②($q_u=0.5\text{N/mm}^2$)、充填材③($q_u=1.0\text{N/mm}^2$)とする。充填材は既往の文献を参考にパラメータを設定した²⁾³⁾。



(a) 引抜孔が空洞の場合 (b) 引抜孔を充填した場合

図-1 解析断面

表-2 充填材部分の材料パラメータ

充填材	q_u (N/mm^2)	γ_t (kN/m^3)	E (kN/m^2)	ν	Su (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
①	0.1	15	136223	0.48	38.3	26.0
②	0.5		587549	0.48	182.3	39.5
③	1.0		1151693	0.48	362.2	49.6

表-1 地盤部分の材料パラメータ

材料名	γ_t (kN/m^3)	E (kN/m^2)	ν	Su (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)
粘土層	14	7900	0.45	37.8	0
砂礫層	19	140000	0.40	152.9	42.3

Tomoya KAWAHARA, Shuichi KUWAHARA, Tadaomi EGUCHI and Shinya INAZUMI

c1315@s.akashi.ac.jp

4. 引抜孔が周辺地盤に及ぼす影響

本解析によって得られた、引抜孔が空洞の場合、充填材①、②、③を充填した場合の地表面における沈下量コンター図を図-3に示す。また、それぞれの充填材を用いた場合の地表面における沈下量を示すグラフを図-4に示す。引抜孔が空洞の場合では、地表面において図-3より、引抜孔に挟まれている部分において最大0.30m程度の沈下が生じていることが分かる。引抜孔を充填した場合には最大、充填材①は0.008m、充填材②は0.004m、充填材③は0.003m沈下が生じていることが分かる。さらに、図-4より、充填材①、②は $z=9\text{m}$ において沈下が生じているのに対し、充填材③は $z=9\text{m}$ において沈下が生じていないことが分かる。以上のことより、引抜孔を充填することにより、地盤沈下量を小さくすることができることが分かった。さらに、充填材の強度が大きくなるにつれて地盤沈下の影響範囲を狭くすることができることが分かった。また、図-3より、充填材①の場合では、充填材部分において沈下量が局所的に大きくなっていることが分かる。しかし、充填材②、充填材③の場合では、周辺地盤と同じ沈下量を示す。よって、充填材①では、充填材の強度が小さいため、充填材周辺に地盤内の応力が集中し、充填材部分において圧縮ひずみが生じたことで、周辺地盤が充填材に倒れこむように沈下していることが考えられる。以上より、充填材は地盤の状態によって、強度を使い分けなくてはならないことが分かった。

5. おわりに

引抜孔が空洞の場合では、30cmもの大きな地盤沈下を生じるが、引抜孔を一軸圧縮強度が $0.1\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の充填材により充填することによって、地盤沈下は1cm以下に抑えられることができ、影響範囲を小さくすることもできた。よって、引抜孔を充填することは地盤沈下を抑えるために有効な地盤改良方法であることが分かった。また、この解析条件においては周辺地盤と同じ沈下を生じる、充填材強度が $0.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上のものを用いることが望ましいと考えられる。なお、本研究では、引抜孔の配置間隔、充填材の配合強度、地盤パラメータの違いなどによる影響の考慮に至っていない。それらの条件を変えた解析を行い、一般的な充填材の特性を調べる必要がある。

〔参考文献〕

- 1) 総務省：公共施設等の解体撤去工事に関する調査結果，総務省，2012
- 2) 古垣内靖，中沢楓太，宇高泰，徳田啓輔；流動化処理土のヤング率に関する考察，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.591-592，2014
- 3) 古垣内靖；流動化処理土のヤング率の評価，東急建設技術研究所報，No.40，pp.49-52，2015

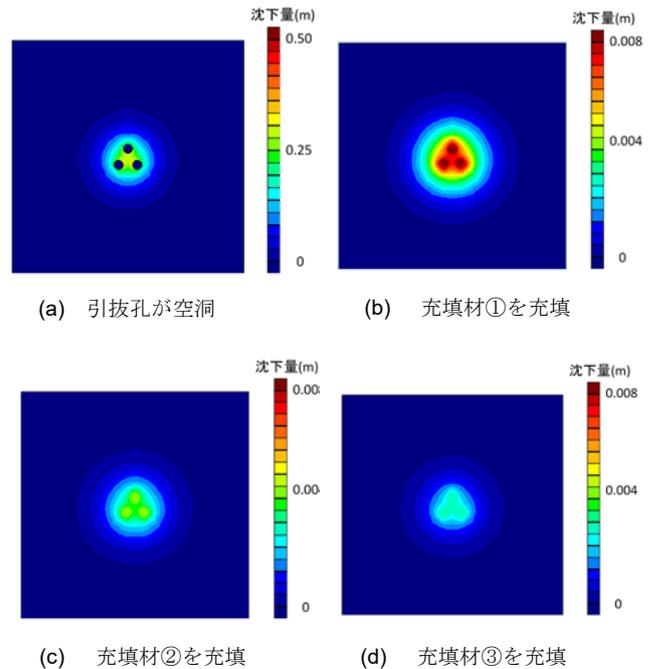


図-2 地表面における沈下量コンター図

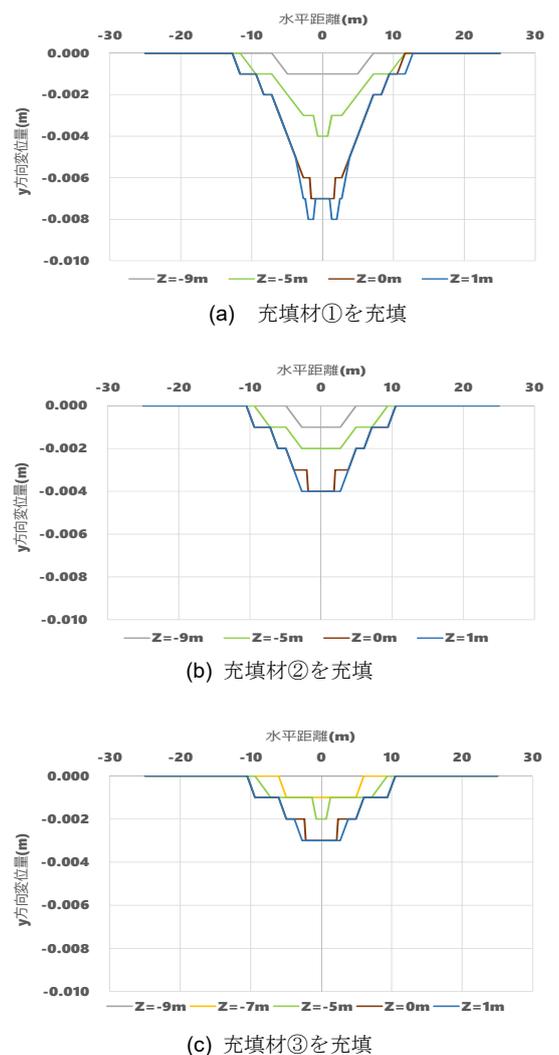


図-3 充填時におけるy方向変位量