

既存杭抜跡地盤の埋戻し処理と周辺地盤の沈下挙動に関する解析的検討

杭基礎 地盤沈下 地盤改良

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

1. はじめに

近年、人口減少や構造物の老朽化に伴う施設利用の減少により、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。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、杭を引き抜くと抜き跡が形成され、この抜き跡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、抜き跡に埋め戻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、杭の抜き跡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、抜き跡に埋め戻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①～④に述べる。

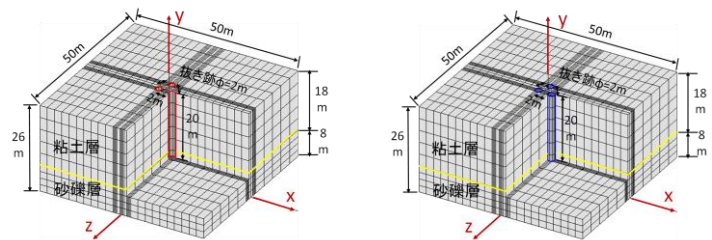
- ① 解析断面を選定する。
- ② ①で選定した断面をもとに解析モデルを作成し、解析領域をメッシュ分割する。
- ③ 解析定数を選定する。構成モデルと材料パラメータを設定する。
- ④ 初期応力解析を行う。ここでは、地盤部分、充填材部分に対し弾塑性モデルを適用する。

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。抜き跡の本数を3本とし、直径2mで抜き跡間隔を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、抜き跡がない場合から抜き跡を空洞にした場合とその抜き跡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において、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⁾。

4. 抜き跡が周辺地盤に及ぼす影響

本解析によって得られた、抜き跡が空洞の場合、充填材①、②、③を充填した場合の沈下量コンター図を図-2に示す。また、それぞれの場合の地表面における沈下量を示すグラフを図-3に示す。また、図-3は $z=1\text{m}$ における場合(変数 x)と、 $x=0\text{m}$ にお



(a) 抜き跡が空洞の場合 (b) 抜き跡を充填した場合
図-1 解析断面

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

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

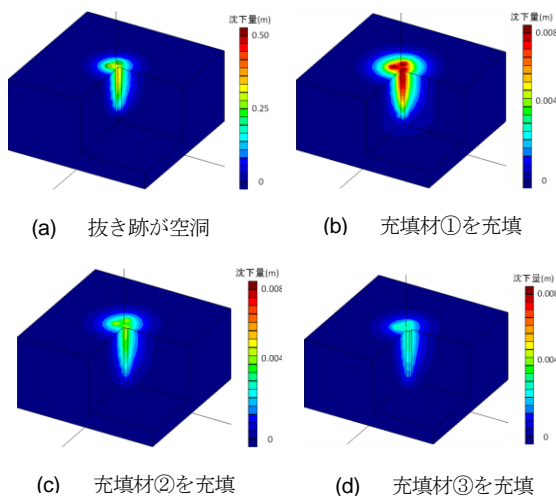


図-2 沈下量コンター図

Effect of backfilling pipe pulling-out holes using fillers on settlement surrounding ground

Tomoya Kawahara¹, Shinya Inazumi², Shuichi Kuwahara³ and Tadaomi Eguchi¹

(¹National Institute of Technology, Akashi College, ²Shibaura Institute of Technology, ³Marushin Co., Ltd.)

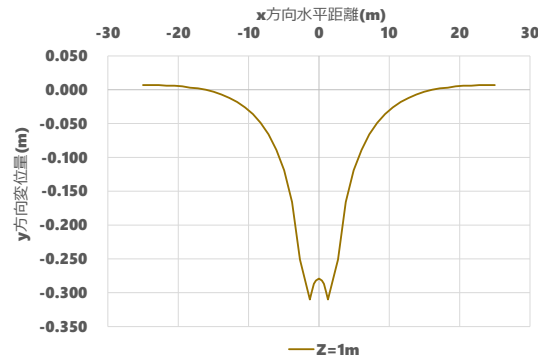
る場合（変数 z ）に分かれている。それぞれが抜き跡の中心上を通過している。抜き跡が空洞の場合では、主に地表面において沈下が生じており、抜き跡に挟まれた部分において最大0.30m程度の大きな沈下が生じている。また、影響範囲は、 x 方向は-15mから15mまで、 z 方向は-13mから16mまで沈下が生じ、そこから先は隆起が生じた。これは初期応力解析によって自重による下向きの力が作用していたのに対し、掘削をしたことで下向きの力が解放されたために上向きの力が作用して、抜き跡から離れたところで隆起が生じたと考えられる。抜き跡を充填した場合は、充填材①は最大0.008m、充填材②は最大0.004m、充填材③は最大0.003mの沈下が生じていることが分かる。また、影響範囲は、充填材①では、 x 方向は-11mから11mまで、 z 方向は-12mから12mまで沈下が生じた。充填材②では、 x 方向は-9.5mから9.5mまで、 z 方向は-9.5mから9.5mまで沈下が生じた。充填材③では、 x 方向は-9.5mから9.5mまで、 z 方向は-9.5mから9.5mまで沈下が生じた。充填材①、②、③では沈下影響範囲外では、変位が生じなかった。これは掘削によって下向きの応力が解放されたが抜き跡を充填することで、再び下向きに応力が作用したからだと考えられる。抜き跡が空洞の場合と比較して、抜き跡を充填した場合は、最大沈下量が0.008m以下となり、大幅に沈下量が減少した。よって、抜き跡を充填することにより、沈下現象が抑えられていることが分かる。また、充填材強度が 0.1N/mm^2 から大きくなると沈下の影響範囲が狭くなっていることが分かる。充填材①では、図-3より充填材部分において局所的に沈下量が大きくなっている部分がある。これは充填材強度が小さいために充填材部分に周辺地盤から圧縮応力が大きく作用したために生じたと考えられる。また、充填材②と充填材③を比較すると最大沈下量は0.001mしか変わらず、沈下の影響範囲は変わらない。以上のことより、経済性のことも考慮した上で、本研究における条件では充填材強度 0.5N/mm^2 の充填材を抜き跡に充填することが望ましいと考えられる。

5. おわりに

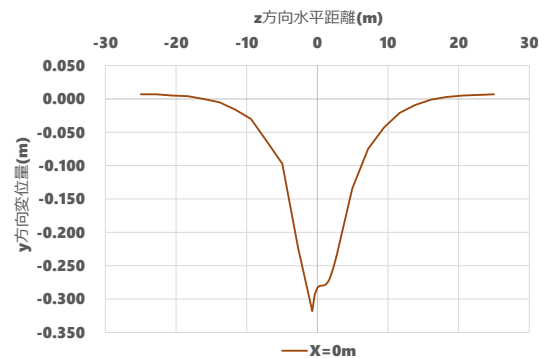
抜き跡が空洞の場合では、30cmもの大きな地盤沈下を生じるが、抜き跡を一軸圧縮強度 0.1N/mm^2 以上の充填材で充填することにより、地盤沈下を8mm以下に抑えることができ、さらに、沈下の影響範囲を狭くすることが出来た。よって、抜き跡を充填することは地盤沈下を抑えるために有効な地盤改良方法であることが分かった。また、本研究における解析条件では充填材強度 0.1N/mm^2 では充填材部分において局所的に沈下量が大きくなっている。また、充填材強度 0.5N/mm^2 以上では、充填材部分における局所的な地盤沈下を防ぐことができることが分かった。しかし、経済性を考慮すると 0.5N/mm^2 の充填材と 1.0N/mm^2 の充填材では沈下量にあまり差がなく、影響範囲は変わらないことから、充填材強度 0.5N/mm^2 の充填材を用いることが望ましいと考えられる。なお本研究では、抜き跡の配置本数や間隔、充填材の配合材料、地盤のパラメータ等の違いによる影響の考慮に至っていない。それぞれの条件を変えた解析を行い、一般的な充填材に求められる特性を調べる必要がある。

【参考文献】

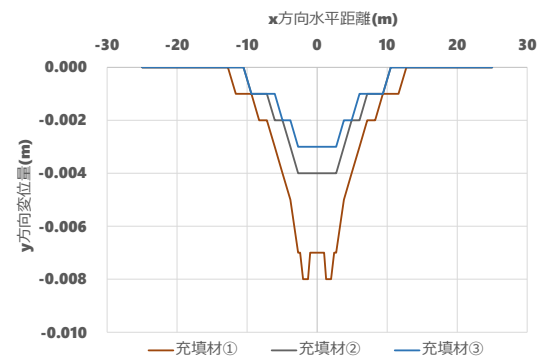
- 1) 総務省：公共施設等の解体撤去工事に関する調査結果，総務省，2012
- 2) 古垣内靖，中沢楓太，宇高泰，徳田啓輔；流動化処理土のヤング率に関する考察，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.591-592，2014
- 3) 古垣内靖；流動化処理土のヤング率の評価，東急建設技術研究所報，No.40，pp.49-52，2015



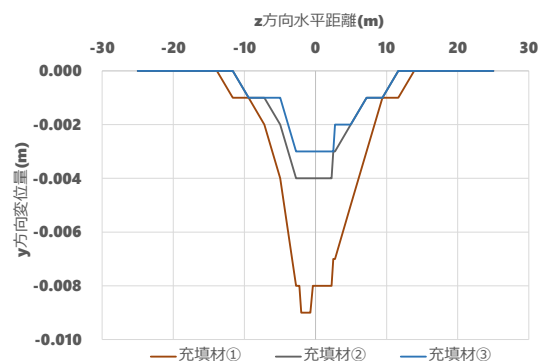
(a) 抜き跡が空洞の場合（変数 x ）



(b) 抜き跡が空洞の場合（変数 z ）



(c) 充填材①，②，③を充填（変数 x ）



(d) 充填材①，②，③を充填（変数 z ）

図-3 地表面における y 方向変位量