土木学会第66回年次学術講演会(平成23年度)

開削底部地盤の安定性への逆打ち支柱の根入れ効果について

(株) 大林組 技術研究所 正会員 〇杉江 茂彦, 高橋 真一, 鈴木 和明

1. はじめに

逆打ち工法による開削工事では、逆打ち支柱の根入れ部の場所打ちコンクリート杭を介して、建屋と地下階の躯体自重が掘削 地盤に伝達される。一般に、逆打ち支柱は掘削域全般に比較的均等に配置される。また一本当たりの支持荷重は数1000kN~数 10000kNと、掘削地盤にインパクトを与えるのに十分な大きさと言える。本研究では、逆打ち工法で施工された大阪市内の開 削工事例について、場所打ちコンクリート杭(以後、場所打ち杭)を介して伝わる支持荷重が掘削地盤の応力状態、盤ぶくれの 安定性にどのような影響を与えるかを有限要素法(コード: GRASP3D)¹⁾で試算したので報告する。

2. 地盤および施工条件の解析モデル化

(1) 地盤条件

対象地盤の構成を図-1 に示す。地表には沖積砂層が堆積している。その下に沖積粘土層が厚く床付け(GL-24m)付近まで堆 積しており、沖積砂層が続いている。その下方には洪積の粘土層と砂層が互層を成しており、盤ぶくれ対策の揚水が実施された 被圧帯水層が含まれる。沖積粘土層と洪積の上部・中間粘土層の圧密・せん断挙動の表現には関口と太田の提案による弾塑性構 成式²⁾を用いた。圧密試験の結果を主体に定数値を設定した。それ以外の沖積・洪積の各砂層ならびに洪積下部粘土層につい ては、初期剛性を工事前のPS検層の結果よりもとめ、龍岡ら³⁾の研究成果にもとづき、せん断ひずみに応じた剛性低下を与 えた。また各砂層の透水係数値は現場透水試験の結果にもとづいた。

(2) 施工条件

掘削平面の形状・寸法は概ね矩形状(80m×90m)であり、逆打ち支柱が格子状に配置された。モデル化にあたっては逆打ち支 柱の1スパン分の領域について有限要素メッシュ(図-2,3参照)を設けた。RCの土留め壁と地下階の床板はシェル要素で、逆 打ち支柱と根入れの場所打ち杭はソリッド要素で模擬し、コンクリートの定数値を与えた。杭・土留め壁と地盤の間には薄層要 素を設け、図-4に示す極限周面摩擦力を地盤各層毎に与え弾完塑性体で模擬した。

施工断面の概要を図-1に示す。掘削施工過程については、各次の掘削と逆打ち床板の施工を順次模擬した。ドライ掘削のため のリリーフウェルや最終の7次掘削時の盤ぶくれ対策(洪積中間砂層に減圧水頭ΔH=-6.0m)のディープウェルについては、集 水部に該当する節点に低下水頭を与えて模擬した。逆打ち施工時の躯体自重については、建屋の分は杭頭部に面荷重で、地下階 の分はRC床板の模擬のシェル要素に自重で与えた。場所打ち杭の根入れは盤ぶくれ対策がなされた洪積中間砂層内に設けられた。 比較検討のために、根入れがこれより浅い洪積上部砂層内に設けられた場合についても計算をおこなった。



キーワード : 開削,逆打ち工法,場所打ちコンクリート杭,有限要素法解析 連絡先:〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 ㈱大林組技術研究所 地盤技術研究部 TEL:042-495-1097

-251



800





鉛直全応力 (残留土被り圧)

,,

場所打ち杭の根入れ:被圧帯水層

〃 の上方の層

300

400

図-6 掘削底部地盤の鉛直全応力 : 最終掘削時



3. 掘削底部地盤の応力状態と盤ぶくれの安定性

鉛直全応力は盤ぶくれに抗する地盤の抑え荷重と考えられる。掘削過程において発揮される場所打ち杭の周面摩擦と先端荷重 が、地盤が初期に持っていた土被り圧をどの程度残留させてくれるかをみることにする。最終掘削時の鉛直全応力の分布コンタ ーを図-5に示す。掘削部中央付近での鉛直全応力の深度分布を図-6に示す(検証位置,図-3参照)。図-5(a)は場所打ち 杭の根入れを施工条件のとおりとした場合、(b)は杭の根入れを半分程度に短くした場合の計算結果である。場所打ち杭の周面 摩擦が極限値に達した領域を、杭の該当部に白色でマーキングしている。(a),(b)ともに杭の周面摩擦は掘削底面付近に堆 積する沖積下部砂層内では極限値に達している。それ以深の各地層内では掘削完了時においても周面摩擦が発揮されている。

(a) では盤ぶくれの抗力として杭の周面摩擦が発揮されるが、鉛直全応力(残留土被り圧)は各深度ごとに比較的均一に残 留している。一方、杭の周面摩擦と先端荷重の両方が発揮される(b)においても、各深度ごとに鉛直全応力(残留土被り圧) の均一性は認められるが、掘削部の中央に向かって微減する傾向が認められる。また(a)に比べて、鉛直全応力は小さい。

図-7に盤ぶくれ対策の地下水減圧が実施された被圧帯水層(洪積中間砂層)の上端レベルでの鉛直全応力を示す。平面での 検証位置は図-3に示す杭間である。被圧地下水の減圧前後の水圧も加えている。別途に行った杭が無い場合の試算では土留め 壁の近傍の離間約10m以内を除き、鉛直全応力が減圧前の被圧水圧を下回る領域(斜線部)が生じている。盤ぶくれ対策が必要 な領域である。地下水を減圧した後の水圧線との比較では、盤ぶくれを生じさせる荷重のアンバランスが全域で改善されている。 杭を設けた場合では、根入れの長・短の両ケースで、減圧をしなくても底部地盤の鉛直全応力(残留土被り圧)は初期の被圧水 圧を上まわっている。また実際の工事においてもディープウェルによる揚圧力の減圧、場所打ちコンクリート杭の効果により安 全に施工されたものと考える。

「参考文献」

¹⁾Ohta, H., Iizuka, A., Omote, Y., Sugie, S.: 3-D analysis of soil/water coupling problems using elastoviscoplastic constitutive relationships, Proc. 7th Int, Conf. Computer Methods and Advances in Geomechanics, Vol. 2, 1991 2) Sekiguchi, H. and Ohta, H.: Induced anisotropy and time dipendency in clay,9th ICSMFE,Proc.,Specialty session 9, pp.229-239,1977 3)龍岡·木幡·金·澁谷:原位置調査・ 室内試験・逆解析による土と岩の変形係数(その1)原位置試験・室内試験・逆解析データの比較,東京大学 生産研究,44巻10号,1992.10