

锚拉桩支护结构在深厚填土基坑中的应用

魏海涛 刘焕存 马永琪

(中航勘察设计研究院有限公司,北京 100098)

【摘要】 结合锚拉桩在某深厚填土基坑中应用的工程实例,介绍了锚拉桩支护结构设计参数、计算方法。数值模拟分析及现场施工监测的情况表明,该支护方法可以有效控制基坑变形,保证基坑及地下结构施工期间的安全,为类似场地的基坑工程提供借鉴。

【关键词】 基坑;锚拉桩;深厚填土;数值模拟

【中图分类号】 TU 942

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2015.01.010

Application of Anchor Piles in Foundation Pit with Deep Fills

Wei Haitao Liu Huancun Ma Yongqi

(AVIC Institute Geotechnical Engineering Co., Ltd, Beijing 100098, China)

【Abstract】 Based on the engineering application of anchor piles in a foundation pit with deep filling soils, the design parameters, the procedures of design and calculation of this supporting structure are introduced. The results of numerical simulation and site construction monitoring shows that the supporting method can effectively control deformation of foundation pit, insure the safety of foundation pit and underground structure construction. And it provides a reference for the similar projects.

【Key words】 foundation pit; anchor piles; numerical simulation

0 引言

在山区进行的建设工程,为了合理利用场地,经常需要挖山填壑,因此便会带来诸多高填方边坡支护问题。填方边坡的主要特点是填土层厚、临空面高、填方土体结构松散、短期固结差,稳定条件比挖方边坡差^[1]。采用传统的支护方式会带来边坡变形大,施工难度高等问题。锚拉桩是一种新型的支护结构,在填方边坡支护中使用较少,但具有施工快捷、能有效限制侧向变形、无需内支撑、经济效益显著等优点。本文结合锚拉桩支护在某填方基坑边坡工程中的应用实例,介绍了该类型支护结构设计和主要的施工技术参数。

1 工程概况及地质条件

1.1 工程概况

某拟建电子厂房地位于重庆市北碚区水土镇云汉大道西侧,交通便利。场区原为山谷地貌,厂房选址后,建设单位对该场区进行了爆破、回填整平处理。其中,综合动力车间项目基坑总长 206 m,宽

130 m,深度约 9.5~10.0 m。

由于工期特别紧张,基坑支护施工期间,东西两侧坡顶以上管线、永久道路施工同时进行;基坑使用期间,周边道路作为材料堆放场地及重型设备通道,对支护控制变形的要求较高。按照基坑周边环境、地质情况及使用条件,基坑侧壁安全等级定为二级。

1.2 地质条件

根据勘察报告,拟建场区支护深度范围内均为素填土(见图 1),厚度约 24~30 m,成分和状态随所处地段和抛堆时间差异较大。回填土主要成分为场地范围内施工平场时挖方(含爆破)产生的砂岩、泥岩碎块,块石含量 60%~80%,碎块一般粒径为 60~500 mm,最大揭露粒径约 2.0 m,回填不均匀,松散—稍密。

勘察深度所见地下水主要为第四系松散岩类孔隙水和基岩风化裂隙水,填土赋水性差,透水性较好,雨季可能局部赋存滞水,对基坑工程影响不大。

作者简介:魏海涛,1983年生,男,汉族,江苏泰州人,硕士,注册土木工程师(岩土),主要从事岩土工程设计施工工作。

E-mail:whatsay@163.com

多,缺乏合理的理论模型和计算方法^[2]。而以往对双排桩支护结构的研究成果表明,两排桩的排距 L 的大小直接影响作用在前后排桩上的土压力的分配关系,当排距小于 $H \tan(45^\circ - \varphi/2)$ (H 为基坑深度, φ 为基坑侧壁土体的内摩擦角)时,排桩与土体共同承担挡土作用,可采用双排桩弹性地基梁计算模型;当排距大于 $H \tan(45^\circ - \varphi/2)$ 时,土压力主要由前排桩承担,拉锚结构效应明显^[3]。

本工程填土经高能强夯处理后, φ 可取 $30^\circ \sim 35^\circ$,排距稍大于以上限值,且后排锚桩未设置刚性连梁,门架式空间效应不明显,因此采用拉锚结构计算模型。

3.1 锚桩水平抗力验算

坡顶荷载条形分布 15 kPa ,宽度 6.0 m ;回填土的重度 19.0 kN/m^3 ,勘察资料推荐内摩擦角 28° ,高能强夯处理后,按照土体抗剪强度相等的原则,综合内摩擦角取 33° ^[4]。设计锚桩配筋率不小于 0.65% ,锚桩水平抗力可近似按照式(1)计算:

$$R_{\text{in}} = 0.75 \frac{\alpha^3 EI}{\nu_X} \chi_{0\alpha} \quad (1)$$

式中: α 为桩的水平变形系数, 0.464 m^{-1} ; EI 为桩身抗弯刚度, $4.43 \times 10^5 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$; $\chi_{0\alpha}$ 为桩顶容许水平位移,按 10 mm 取值; ν_X 为桩顶水平位移系数, 2.441 。

经计算,锚桩水平设计承载力 136 kN ,设计使用值按 100 kN 取。

3.2 支护稳定性验算

支护结构稳定性计算可依据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)执行。

1) 基坑整体稳定性验算按悬臂式支挡结构考虑, $K_s = 1.698$ 。

2) 抗倾覆稳定性、嵌固稳定性验算可按照单支点锚拉式支挡结构计算。拉梁单支点力取 100 kN (20.85 kN/m),安全系数分别为 $K_s = 1.21, K_e = 2.99$ 。

支护稳定性验算均满足规范要求。

3.3 连梁设计

考虑施工便利,拉梁设计采用钢筋混凝土结构,由于本工程连梁设计拉力值较小,可按结构规范^[5]对受拉构件的构造要求进行配筋。

拉梁与护坡桩(锚桩)连接节点应满足拉弯承载力设计要求,构造上可适当加大节点部位尺寸(本工程节点部位连梁截面设计为 $400 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$);拉梁主筋与桩主筋搭接长度不小于 $1.5L_a$ (L_a 为受拉钢筋锚固长度)。

4 支护效果分析

4.1 计算分析

基坑方案评审阶段,采用FLAC^{3D}有限差分数值分析软件对本工程锚拉桩支护体系进行数值模拟。限于篇幅,选取最直观的水平变形特征指标,验证支护效果。

基坑分三步开挖模拟,图4显示计算最大位移值发生在坡顶部位,沿边坡长度方向边坡变形基本一致,坡顶水平位移最大值约为 16 mm ,基本满足设计要求。图5显示锚桩与对应护坡桩桩顶的变形趋于一致。锚拉桩支护结构整体控制变形的效果较好。

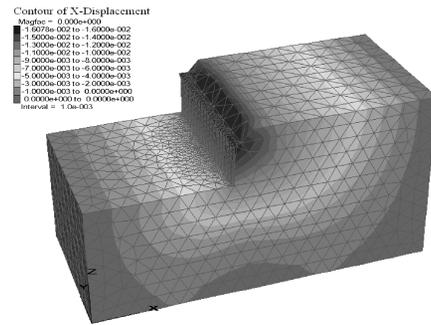


图4 基坑水平位移云图

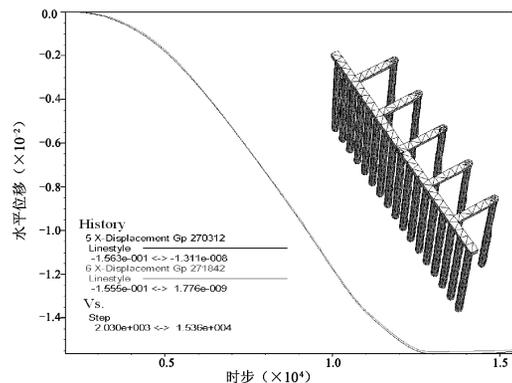


图5 护坡桩、锚桩桩顶水平位移监测图

4.2 施工变形实测

现场施工过程中,对基坑坡顶位移及道路沉降进行了监测,本文仅选取基坑东侧有代表性的监测点进行分析。

基坑工程于2014年1月施工完成,2014年5月主体单位对肥槽进行了回填。土方开挖及基坑使用期间,基坑东西两侧(锚拉桩部位)水平位移最大监测值约为 11 mm ,较模拟值偏小,变形主要发生在土方开挖期间,后期使用过程中变形极小(见图6);周边道路沉降控制在 $6 \sim 7 \text{ mm}$ (图7中C2点达到 11 mm ,该点位于路面伸缩缝部位,分析原因为雨水入渗后,造成局部填土湿陷沉降)。从监测结果及实际使用情况

看,基坑支护工程取得了良好的效果。

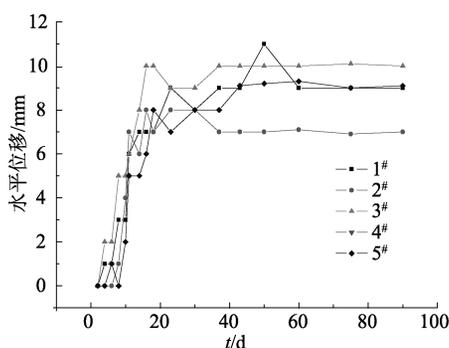


图6 基坑东侧水平位移监测

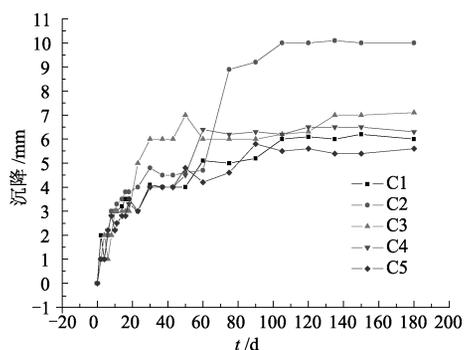


图7 基坑东侧道路沉降监测

5 结论

1)深厚填土在基坑工程中属于不利土体,有条件情况下,采用高能量强夯对侧壁土体进行处理,改善土体的力学性能指标,对支护结构选型及支护效

果会起到很好作用。

2)锚拉桩支护结构能够有效地控制基坑变形,施工简便、造价相对低,在类似的填方基坑中有一定的应用前景。

3)对于边坡支护结构体系计算模型尚不成熟的条件下,通过数值软件模拟施工阶段,检验支护设计效果,提前揭示支护结构变形、应力变化规律,从而指导后续施工。

4)锚拉桩支护结构的破坏模式、变形特征还有待进一步的分析研究。

参 考 文 献

- [1] 侯俊伟,董纯,周峰.双排桩支护在某填方边坡治理中的应用[J].低温建筑技术,2012(10):93-95.
- [2] 李俊才,岳颖峰,茅奇辉,等.软土基坑支护中的锚拉桩结构设计[J].岩土力学,2008,29(9):2551-2555.
- [3] 吴刚,白冰,聂庆科.深基坑双排桩支护结构设计计算方法研究[J].岩土力学,2008,29(10):2753-2758.
- [4] 邓荣基.关于综合内摩擦角的理论分析[J].路基工程,1993(6):14-17.
- [5] GB 50010—2010 混凝土结构设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.

收稿日期:2014-09-04

(上接第8页)

对象及威胁程度差异不大,鉴于治理资金压力,本着“以人为本、重点防治”的目的,建议参考上述稳定性评价结论进行分批治理。

3 结论

通过实地调查结合类似工程经验,本文给出较为全面的边坡挡土墙稳定性评价指标体系。但边坡挡土墙稳定性的影响因素较多,本文所述指标体系可能存在不足,尚需根据实际情况补充完善。但通过上述评价体系可以较为客观地评价挡土墙稳定性等级。为政府部门合理安排有限治理资金提供较为可靠的依据。

参 考 文 献

- [1] 赵静,但琦.数学建模与数学实验[M].北京:高

等教育出版社,2000.

- [2] 珠海市国土资源局.广东省珠海市地质灾害防治规划[R].2006.
- [3] 广东省地质局.中华人民共和国珠海区域地质综合调查报告(1:50000)[R].1992.
- [4] 陈守煜.复杂水资源系统优化模糊识别理论与应用[M].长春:吉林大学出版社,2002.
- [5] 吴舒天,王芝尧.基于模糊综合判断法划分花岗岩残积土型边坡危险等级[J].水力与建筑工程学报,2012(2):102-104.
- [6] Chen S Y et al. Fuzzy optimum model of semi-structural decision for lectotype optimization of offshore platforms [J]. China Ocean Engineering,2001(4):10-40.

收稿日期:2014-08-12