

浅析膨胀土地区某基坑支护工程失稳问题

陈永福

(广西华蓝岩土工程有限公司, 广西 南宁 530000)

摘要: 膨胀土是工程建设中的危害地质。在膨胀土地区进行工程建设, 尤其要注意膨胀土给工程建设带来的危害。其危害可能产生在工程建设过程中, 也可能产生在建筑施工过程中, 因此, 必须在工程设计和施工过程中慎重考虑膨胀土的影响。本文以广西南宁某棚户区改造项目基坑支护工程为例, 对膨胀土地区基坑支护工程失稳问题进行简要分析。

关键词: 膨胀土; 地质危害; 基坑; 基坑失稳
中图分类号: TU753 **文献标识码:** A



由于膨胀土分布广泛, 成因类型及矿物组成复杂, 形成膨胀类型各异、有区域特点的膨胀土, 工程实践中需要根据本地区工程经验, 结合土的自由膨胀率、工程地质特征和房屋开裂形状等综合判定膨胀土类型。广西是典型的膨胀土地区, 膨胀土分布广, 膨胀性不一。本文以广西南宁某棚户区改造项目基坑支护工程为例, 对膨胀土地区基坑支护工程失稳问题进行简要分析。

1 工程概况

广西南宁某棚户区改造项目共拟建7栋18层住宅以及2栋28层住宅, 设置1层地下室, 地下室埋深为4.5 m (底板标高为88.7 m), 地下室范围加宽、连体。基坑开挖深度部分约为4.5 m, 该区段采用放坡或锚杆支护, 局部紧邻既有建筑的开挖深度约7.1 m, 采用悬臂桩支护。基坑周长约为716.6 m, 基坑底面面积约为30109.5 m²。

设计单位根据建筑平面布置图及勘察资料对基坑进行设计, 各项设计指标计算均满足规范要求, 设计计算边坡稳定^[1]。施工单位进场后, 根据设计图纸组织基坑支护施工, 基坑开挖接近基底标高时, 由于上层滞水和雨期来临原因, 导致放坡和锚杆支护区段坍塌严重, 坍塌水平范围外延最大约30 m。

1.1 工程地质、水文地质条件

1.1.1 工程地质条件

在勘察钻探揭露范围内, 本工程的地层分布主要是填土、淤泥、古近系泥岩。根据岩土层的成因类

型、拟建场地的地貌单元、岩石的风化程度和物理力学性质, 划分岩土层为5主层, 现分析如下:

(1) 素填土①(Q^{ml})

结构松散, 组成性质不均匀, 填土主要成分为本工程或者附近工程的泥岩弃土或者黏土, 夹含碎石角砾, 角砾主要呈棱角状, 母岩成分主要为灰岩、砂岩等, 成分不一, 局部含有少许块石。据调查, 本场地回填土堆填时间为3~5年, 没有完成土的自重固结, 是欠固结土, 具有较高压缩性。

(2) 淤泥②(Q^{pr})

流塑状态; 主要由有机质混杂于黏性土中, 有腥臭味, 局部含有碎石和角砾, 角砾呈棱角状。主要因本场地是在鱼塘静水环境中沉积形成, 在生物和化学作用下产生腥臭味, 具有较高压缩性及触变性。

(3) 全风化泥岩③(E₃)

该泥岩局部夹有粉砂质泥岩, 主要为灰黑色, 硬塑状及局部坚硬状, 中等压缩性。液性指数的平均值是0.04, 压缩系数的平均值是0.15 MPa⁻¹。本层做标准贯入试验, 记录实测的锤击数平均值是11.4击。短柱状岩芯, 块状结构, 中厚层状构造, 全风化程度, 其具有胀缩性, 遇水膨胀, 失水收缩干裂^[2]。

(4) 强风化泥岩④(E₃)

该泥岩局部夹有粉砂质泥岩。灰色, 呈硬塑状态, 中等压缩性。液性指数的平均值为0, 为干燥土, 压缩系数的平均值为0.125 MPa⁻¹。本层做标准贯入试验, 记录实测的锤击数平均值是38.1击。短柱状岩芯,

块状结构,中厚层状构造,强风化程度,其具有胀缩性,遇水膨胀,失水收缩干裂。

(5) 中风化泥岩⑤(E3)

该泥岩局部夹有粉砂质泥岩。灰色,呈坚硬状态,局部硬塑状,低压缩性。液性指数的平均值小于0,压缩系数的平均值是 0.07MPa^{-1} 。短柱状岩芯,为中-厚层状构造,中等风化程度。具有胀缩性,遇水膨胀,失水收缩干裂。本层做标准贯入试验,记录实测的锤击数平均值是59.8击,岩石做天然单轴抗压试验,抗压强度平均值是 2.37MPa ,判定岩石坚硬程度为极软岩^[3]。

1.1.2 水文地质条件

据钻勘察深度可知,在钻探深度范围发现场地内有一层地下水,即上层滞水。其赋存于素填土①层中,地下水的补给来源。主要是大气降水,部分来源于周边居民的生活废水经地表入渗,地下水位和水量的变化受气候的影响较大,勘察期间水位不稳定,没有测量到统一的地下水位。地下水的流向主要为自北向南,主要排泄方式为蒸发、侧向径流。施工期间为旱季,钻孔内该层未见其他地下水,但雨期后尚可形成地下水,年地下水变化幅度 $1\sim 2\text{m}$ 。

1.2 岩土层胀缩性评价

根据区域地质资料,本场地为膨胀土分布区。泥岩层有失水干裂、遇水软化现象,亲水性强,地表裸露的浅层岩土体风化裂隙很发育,具有膨胀土危害的特征。

1.3 各岩土层胀缩性等级

根据室内土工试验成果,按《广西膨胀土地区建筑勘察设计施工技术规范》(DB45/T 396—2007)判断,场地内全风化泥岩③、强风化泥岩④为膨胀土,其胀缩性等级评价如表1所示。

表1 膨胀土胀缩性等级评价表

土层	膨胀土类型	自由膨胀率(%)	胀缩总率 δ_{xs} (%)	相对膨胀率 δ_{xep50} (%)	膨胀土胀缩性等级
全风化泥岩③	A1	34~62	7.68	1.95	强
强风化泥岩④	A1	51~57	11.60	4.05	强

2 勘察对基坑稳定性的评价

2.1 基坑工程安全等级

本场地分布较为密集的居民区和道路,建筑较密集,来往行人和车辆较多,基坑边坡的稳定性直接影响周围道路、建筑和行人的安全。

据钻探可知,基坑边坡类型上部为土质,下部为

极软岩。基坑开挖后,形成的边坡高度大约为 4.5m ,场地内的填土层含有上层滞水,对工程存在不利影响。如果边坡失稳,其破坏后果严重,根据相关规范,将本基坑工程的安全等级判定为二级。

2.2 基坑整体稳定性

由工程地质剖面图可知,基坑开挖后深度约 4.5m ,组成边坡的土体主要为:

素填土①:厚度较大($0.6\sim 3.2\text{m}$),结构松散,无法完成自重固结,具有胀缩性,含有地下水,自立性差,基坑施工开挖后可能发生渗水,导致坍塌。

淤泥②:呈流塑状,强度低,具触变性,含地下水,开挖后易引起涌水,塑性变形而引发崩塌及滑坡。

全风化泥岩③、强风化泥岩④:呈硬塑状,具强胀缩性,基坑开挖后,在风吹日晒下易形成失水收缩,遇水后膨胀而引起边坡失稳,边坡的破坏模式可能是滑塌或者崩塌^[4]。

应对基坑边坡稳定性、基坑底抗隆起稳定性、基坑底抗渗流稳定性、边坡支护方案及基坑排、降水措施进行逐一分析、论证及评价。

由设计意图可知,基坑开挖后基坑四周将形成约 4.5m 高的边坡,如果基坑边坡坍塌失稳,将危及行人、周围道路和建筑的安全,为验算基坑边坡的稳定性,应用圆弧滑动法和理正边坡稳定分析软件对边坡的稳定性进行验算(验算时假设直立开挖,不考虑地震力作用),按平面问题求解边坡的稳定系数。计算结果如表2所示:

表2 基坑侧壁稳定性验算结果

边坡位置	孔号	坡高(m)	稳定系数	边坡稳定安全系数	直立边坡是否稳定
东侧	29号孔	4.5	1.54	1.20	是
南侧	78号孔	4.5	1.12	1.20	否
西侧	62号孔	4.5	1.06	1.20	否
北侧	1号孔	4.5	1.85	1.20	是

验算结果表明,假设基坑直立开挖,理论上由填土组成的边坡稳定系数小于边坡稳定安全系数 1.20 ,由泥岩组成的边坡稳定系数大于边坡稳定安全系数 1.20 。

在实际工作中,基坑开挖后,改变基坑边坡地段岩土体原有的应力分布,地质环境被改变。首先,开挖卸荷回弹可产生回弹裂隙。其次,边坡的岩土层直接裸露,长时间遭受风吹、日晒、雨淋,在温差、湿度变化中形成裂隙,破坏岩土结构,减小岩土体的抗剪强度。同时,降雨随着岩体裂隙下渗,沿途吸水软化膨胀后,可导致其抗剪强度降低。因此,基坑直立开挖完成后侧壁边坡不宜被长时间裸露,应采取保护

措施综合支护,以防引发安全事故。

3 设计方案

根据建筑总平面图及勘察报告,将基坑支护范围分为AA1、A1BC、CDEFG、GHJ、JK、KL、LMN、NA八个剖面,其中, GHJ段为鱼塘,地形标高及地勘

资料显示,该段范围的地形标高与坑底标高高差小于1.0 m,因此该段不需要支护。AA1段、A1BC段、LMN段采用锚杆支护,CDEFG段、JK段放坡支护,NA段紧邻既有建筑,采用钢筋混凝土悬臂桩支护。

3.1 设计计算参数(表3)

表3 设计计算参数一览表

岩土层	重度 (kN/m ³)	内摩擦角(°)	黏聚力(kPa)	与锚固体摩阻力 (kPa)	与土钉摩阻力(kPa)
素填土①	18.0	7	15	30	30
淤泥②	17.3	8	3	20	20
全风化泥岩③	20.2	3	8	80	80
强风化泥岩④	20.5	14	88	100	100
中风化泥岩⑤	22.2	16	114	120	120

3.2 计算方法

设计利用理正深基坑支护设计软件计算,采用锚杆支护技术。

3.3 结算结果

根据计算结果,锚杆抗拔承载力满足规范要求,整体稳定验算安全系数均大于1.30,喷射混凝土面层强度及配筋满足规范要求^[5]。

4 施工过程中出现坍塌情况

基坑设计完成后,施工单位应根据设计图纸组织施工,基坑边开挖边支护,开挖至基底后,由于雨期来临,整个基坑放坡区域和锚杆支护区域均出现坍塌情况,且坍塌范围距坡顶水平距离最大约30m。

5 简要分析

5.1 设计分析

基坑支护设计思路没有问题,但是岩土设计参数直接采用勘察报告提供的岩土参数。根据勘察报告建议,场地内全风化泥岩③、强风化泥岩④具有较强膨胀性,开展边坡支护设计时,针对边坡地段岩土体的抗剪强度指标,设计单位应依工作经验予以折减,确保安全性。

设计计算岩土参数时没有进行折减,未考虑膨胀性对基坑带来的影响。

5.2 施工分析

从现场实地踏勘情况看,施工单位在施工措施上没有做到位。

第一,开挖完成后没有及时喷混凝土护面,致使基坑侧壁岩土层被裸露、暴晒、雨淋,基坑侧壁岩土体已经出现收缩裂缝。第二,基坑开挖过程中没有及时抽干集聚在基坑内的上层滞水,导致基坑坡脚被水浸泡。第三,基坑开挖完成后,未对基坑侧壁进行临时隔水,致使雨水直接淋在坡面上。第四,基坑开挖后,未对坡顶排水情况进行排查,坡顶原始地貌高低

不平,极易积水,未排除坡顶积水导致其下渗,膨胀土吸水膨胀,导致边坡发生坍塌^[6]。

6 结束语

(1)根据勘察报告和设计文件的对比分析,膨胀土地区基坑支护设计需慎重选择支护形式,同时应根据膨胀土的膨胀等级,结合工程经验,对岩土参数进行适当折减,最大程度地保证基坑设计的安全性。

(2)在基坑施工过程中,必须严格坚持挖一层支护一层的做法,严禁基坑侧壁被裸露、暴晒,及时抽干基坑内及坡顶附近积水,避免膨胀土吸水膨胀,导致基坑坍塌。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑边坡工程技术规范:GB 50330—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑基坑支护技术规程:JGJ 120—2012[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] 庞毅玲.广西百色地区某膨胀土边坡破坏成因机制与防治措施研究[J].广西城镇建设,2019(9):131-133.
- [4] 蓝华.南宁机场高速路K8+900西侧山体滑坡成因分析与治理措施[J].沿海企业与科技,2008(9):136-138.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部.膨胀土地区建筑技术规范:GB 50112—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [6] 广西壮族自治区质量技术监督局.广西膨胀土地区建筑勘察设计施工技术规范:DB45/T 396—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.