

徐州贾汪某项目基坑围护结构变形分析及处理措施

吴晓顺

徐州御泰置业有限公司设计管理部 江苏 徐州 221000

摘要: 从工程地质及水文条件、天气因素及施工等方面进行基坑围护结构变形原因分析, 提出围护结构变形过大的原因, 并有针对性给出地处理措施。通过填土反压及设置斜抛撑等措施使工程顺利进行。

关键词: 基坑; 支护; 变形分析; 抢险; 体会

本项目位于徐州市贾汪区, 为文旅项目。该项目1号地下车库位于地块西北侧, 地上为4栋多层商业楼, 各主楼地上均为4层, 地下设单层地下室。商业楼采用框架剪力墙结构, 地下车库采用框架剪力墙结构, 基础为采用筏板+抗浮桩。根据该项目《岩土工程勘察报告》, 土层自上而下依次为①层杂填土、②-1层粉土、②-2层黏土、③-1层含砂姜黏土、④-1层强风化砂质泥岩、④-2层中等风化砂质泥岩(未穿透)。地下车库基础底板位于③-1层含砂姜黏土。由于该项目场地高差较大, 1号地下车库北侧比

南侧高约0.4m。地下室顶部为场内绿化用地, 覆土最薄处不小于1.8m。地下车库层高3.9m, 基础底板临近基坑边缘厚度0.8mm, 基础垫层厚度0.1m。基坑最大开挖深度为7.0m。

1 工程地质条件

1.1 地形地貌及地层

根据该项目《岩土工程勘察报告》, 拟建场地位于徐州市贾汪区, 属黄泛冲积平原。工程地质层分布与特征描述见下表:

层号	地质年代	土层名称	土层厚度(m)	层底标高(m)	层底埋深(m)	土层描述
①	Q ₄ ^{ml}	杂填土	0.90~7.50	25.00~31.27	0.90~7.50	杂色, 松散状, 以粉土、粉质黏土为主, 含少量碎砖、碎石, 局部夹少量煤矸石, 分布不均匀, 密实度不均。堆填时间 < 10年。
②-1	Q ₄ ^{al}	粉土	0.50~4.00	26.07~29.61	3.00~5.90	灰~灰黄色, 湿~很湿, 中密, 以砂质粉土为主, 局部为黏质粉土, 局部夹少量软~可塑粉质黏土, 摇振反应迅速, 干强度和韧性低。
②-2	Q ₄ ^{al}	黏土	0.50~3.00	25.13~28.37	4.40~6.70	灰黄~灰褐色, 可塑, 局部粉性较高, 含氧化铁, 切面光滑, 干强度、韧性高。
③-1	Q ₃ ^{al}	含砂姜黏土	1.80~10.70	16.37~25.11	7.60~15.90	灰褐~黄褐色, 硬塑, 局部含大量砂姜石, 姜石粒径1-4cm, 含量20~30%, 干强度、韧性中高。
④-1	P ₂ s-P ₂ sh	强风化砂质泥岩	1.80~10.70	16.37~25.11	7.60~15.90	灰黄~紫红色, 岩芯经强烈风化呈土状, 含石膏矿物, 局部夹少量中风化硬块及碎石, 碎石成分主要为砂岩, 岩芯手捏易碎, 强度较低, 岩芯采取率70~90%, 属极软岩。
④-2	P ₂ s-P ₂ sh	中等风化砂质泥岩	> 10.00	未穿透		灰黄~棕色, 局部以紫红色泥岩、灰黄色砂岩为主, 泥质结构, 层状构造, 主要矿物成分为高岭石, 岩芯多呈柱状, 局部短柱状, 裂隙较发育, 锤击易碎, 遇水极易软化, 岩芯采取率80~90%, 较完整, 属极软岩, 岩石质量指标(RQD)约为80%, 岩体基本质量等级为V级。

1.2 地基土物理力学性质

根据该项目《岩土工程勘察报告》, 场地地基土物

理力学性质指标摘录见下表:

岩土名称	重度γ(kN/m ³)	粘聚力C(kPa)	内摩擦角φ(°)	承载力特征值fak(kPa)	渗透性评价
① 杂填土	(18.0)	(5)	(10.0)	(55)	弱透水(各向异性)
②-1 粉土	18.7	8.5	24.7	130	弱透水

续表:

岩土名称	重度 γ (kN/m^3)	粘聚力C (kPa)	内摩擦角 ϕ ($^\circ$)	承载力特征值 fak(kPa)	渗透性评价
②-2 黏土	18.5	33.7	6.7	140	微透水
③-1 含砂姜黏土	19.2	77.4	11.6	220	弱透水

注: 1、() 内为经验值。

2、上层渗透试验根据《江苏省岩土工程勘察规范》DGJ32/TJ 208-2016条文说明中表6.2进行评价。

1.3 地下水类型及埋藏条件

根据地下水的赋存及埋藏条件, 地下水类型主要为松散土层孔隙潜水、微承压水及基岩裂隙水。孔隙潜水主要赋存于②-1层以浅的土层中; 微承压水主要赋存于③-1层含砂姜黏土层中, 对本工程影响较大; 基岩裂隙水主要分布于④-1层强风化泥岩和④-2层中等风化泥岩中, 裂隙一般被风化物充填, 裂隙发育处可能赋水较多, 由于其埋深较大, 对本工程影响不大。

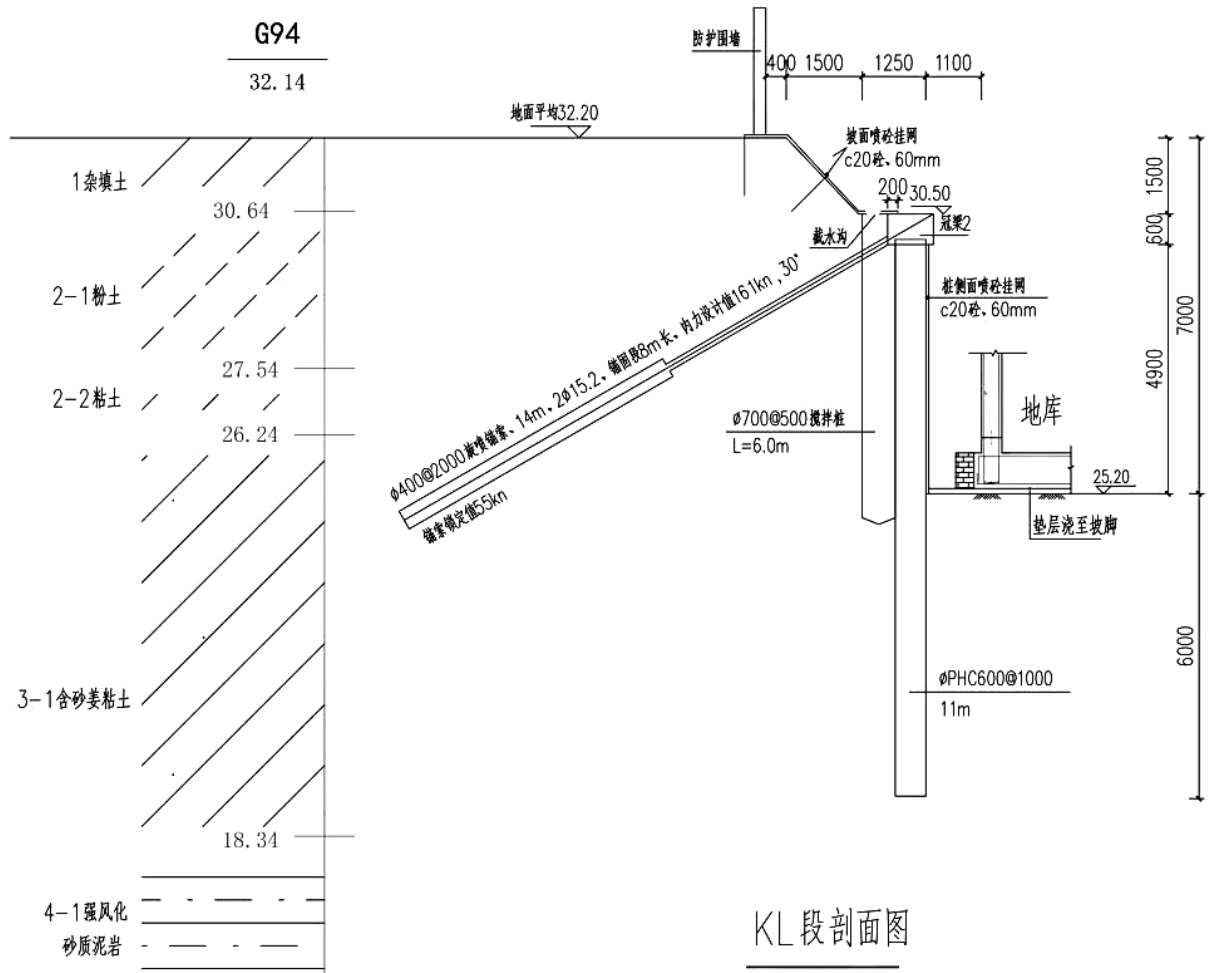
地下水位随季节、气候变化而上下浮动^[1]。勘察期间, 测得孔隙潜水初见水位埋深1.90~4.20m, 水位为28.75~29.34m, 稳定水位埋深1.80~4.10m, 水位为

28.95~29.44m; 测得③-1层微承压水埋深3.90~4.50m, 水位为27.81~28.12m。潜水年变幅为1.50m左右, 近3~5年最高水位为30.00m, 本场地历史最高水位为30.50m。

2 基坑支护设计及现场施工变形情况

2.1 基坑支护设计

因地下车库北侧地块条件限制, 无法采取放坡开挖。基坑开挖深度约为7.0m, 基坑开挖深度范围主要以杂填土和粉土为主, 且分布较不均匀。经过方案比选, 最终选择围护桩+锚索的围护结构形式, 施工采用直立开挖。设计方案经专家评审会评审后经图审机构审查通过, 典型位置围护结构剖面设计详见下图:



2.2 基坑围护结构变形发展经过

2021年7月10日开始对基坑北侧5~28轴段进行排桩加锚索支护体系施工,同年9月15日1号地下车库基坑围护结构施工完毕。由于本项目场地原为贾汪区某大型煤矿拆迁区,地下埋设较多废弃排水管,施工期间发现部分废弃排水管存在渗漏情况。10月12日土方分层开挖至地面下6.0米左右时,基坑顶临街围墙的根部地面出现一条平行边坡的宽2~6mm长约50m的地面裂缝,冠梁向基坑内位移10~35mm。基坑外侧紧邻施工用临时道路,且有行人和较多重车经过。若围护结构的变形进一步发展并向坑内扩散,会严重影响基坑及道路的安全,对项目工期及公司品牌形象也会带来负面评价。

3 基坑变形失稳原因分析

每个项目的地质及水文条件不尽相同,开挖施工前面临诸多不确定因素,施工中应予以充分考虑。经现场踏勘结合地质条件分析,造成本工程基坑变形的原因有如下几个方面:

3.1 场地表土为拆迁遗留杂填土,土质松散,土体稳定性差。当基坑开挖至地面-2.2米时,发现废弃排水管道。管壁有破损,管内水向外渗漏,致使管下部的土层长期处于浸泡环境。因此造成空隙水增加,土体抗剪强度降低^[2]。

3.2 地表外部荷载的影响。基坑上口边缘3.0米处有2.5米高的240厚实心砖围墙,且围墙底与冠梁(基坑边缘)上口的高差为1.5m。围墙外侧有施工用临时道路,基坑开挖施工期间渣土车较多,增加了坡顶荷载。

3.3 基坑边缘排水不畅。基坑边侧的临时道路未设计道路排水,该路段无雨水排水系统。雨水下渗至2层粉土后流入基坑内。

3.4 未能及时挂网喷浆封闭基坑侧壁。设计要求每开挖2m深就需要对坡面挂网喷浆封闭防护,以防止土层松动及受雨水冲刷,现场实际有约5m高未喷浆封闭。10月初连续几天阴雨,期间有中到大雨,未封闭的基坑侧壁桩间土连续坍塌,地下水外渗且夹带粉土颗粒,有涌水涌泥的迹象。

3.5 地勘钻孔间未揭露的位置,1层杂填土和2层粉土超厚。土层的实际变化导致局部位置锚索的锚固力减小,锚索提供的实际抵抗力小于设计值,导致围护结构变形加大^[3]。

4 处理措施及实施效果

4.1 回填压重。现场巡查发现基坑边侧路面裂缝持续发育,经我设计管理部会同现场施工及设计人员商讨,决定立即对基坑坡脚回填至坡顶以下1米,且回填采用编

织袋填土堆填。

4.2 封闭裂缝。采用水泥浆、水泥砂浆及沥青封闭裂缝,避免地表水从路面裂缝处下渗。

4.3 增设临时排水系统,对坡顶及基坑内积水及时抽排。

4.4 更改支护设计方案。为了确保市政道路、市政管线、行人和车辆安全,决定在开裂位置增加两道钢筋混凝土斜抛撑。施工步序依次为:

a. 盆式开挖,护坡土体按照1:2坡比留存;

b. 地库临边一跨位置的底板浇筑完成后采用斜抛撑支撑在冠梁和已完成地库底板;

c. 基坑肥槽回填压实完成后,在冠梁和地下车库顶板间施工200mm厚素混凝土传力带,然后在地下车库内侧静力割除斜抛撑。

4.5 桩间土每隔2.0m增加泄水孔,且开挖施工严格按照设计要求边开挖边封闭坡面。确保土方开挖时桩间土尽量平整、垂直。对于已经坍塌的桩间土,采用编织袋装粘性土挤密堆填压实。

4.6 增加基坑监测频率,增加现场巡视的次数。在监测警报解除之前,要求每天现场巡视次数不少于4次。在基坑支护结构变形稳定的前提下,恢复施工,并按规范降低监测频率。

4.7 经过3天的抢险,地面裂缝未见进一步扩大发育,围护结构变形趋于稳定^[4]。基坑中部位置开挖至设计标高施作基础筏板和斜抛撑后,开挖基坑内边侧土至设计标高并施工剩余基础筏板和、地下室侧墙和顶板。在此期间围护桩身水平位移增加3mm,坑外路面未见裂缝进一步加宽。2022年11月本地下车库主体工程顺利封顶、覆土回填。

5 工程抢险效果及几点体会

5.1 基坑支护及降排水设计前,建议对基坑边缘做专项边坡勘察,并加密地质钻孔,查明影响基坑变形稳定的不利条件。

5.2 合理安排施工工序,必须与设计一致,并遵循“开槽支撑、先撑后挖,分层开挖,严禁超挖”的原则。及时封闭坡面,防止地下水渗漏恶化土的力学性能。本工程2-1层粉土在地下水的作用下,通过桩间向坑内坍塌的情况较普遍。后经过严格的现场管控,此坍塌现象明显好转。

5.3 加强基坑变形监测,及时整理基坑变形曲线,做好变形预警提示。加强现场巡视工作,尤其在暴雨期间,应更加重视基坑围护结构变形的观察与预警。

5.4 基坑周边严禁超载,超载会直接加重围护结构

的负担，超过设计承载能力，严重影响基坑围护结构的安全^[5]。

5.5 密切关注天气变化，特别是在雨季，应提前做好抢险应急准备。

5.6 主体结构完成后，及时分层对称压实回填基坑肥槽。基坑围护结构为临时结构，在工程有条件的前提下应尽可能的缩短其服务时限。

参考文献

[1]深基坑施工围护结构变形的时间特性研究[J]. 谢秀

栋;刘国彬.地下空间与工程学报,2012(06)

[2]基坑围护结构设计及围护桩施工要求[J]. 周京.住宅与房地产,2021(12)

[3]基坑围护结构变形监测的分析[A]. 刘卫成.2017年3月建筑科技与管理学术交流会,2017

[4]深基坑工程数值模拟土体弹性模量取值的探讨. 贾堤;石峰;郑刚;徐舜华;安璐.岩土工程学报,2008

[5]基坑超挖对围护结构变形的影响分析[J]. 罗阳洋.低温建筑技术,2013(03)