

# 某住宅楼项目岩土工程勘察实例分析与评价

李培\*

(山东鲁岩勘测设计有限公司, 山东 济宁 272000)

**摘要:**根据拟建工程的现场实际情况,通过钻探、原位测试试验和室内土工试验等方法,得到了工程场地地质条件和岩土参数,并对试验结果进行统计分析,对地基稳定性、基础持力层、基坑支护、抗浮评价等方面进行了工程分析与评价。

**关键词:**岩土工程勘察;工程地质条件;地基基础方案;基坑支护设计

**中图分类号:**P624 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2024)06-0027-04

## 1 工程概况

拟建项目位于山东省济宁市高新区接庄街道,工程包括5栋18层住宅楼、1栋2层社区服务中心、配套设施及地下车库。1#~5#楼剪力墙结构,筏板基础,18层,基础埋深6.2m,单位荷重320kPa。社区服务中心框架结构,筏板基础,2层,基础埋深6.0m,单位荷载40kPa。地下车库框架结构,筏板基础,地下一层,基础埋深6.0m,单位荷载50kPa。以上拟建建筑物±0.0标高均为37.85m。

## 2 勘察工作量布置

根据《高层建筑岩土工程勘察标准》(JGJ/T72-2017)第4.1.3条的规定,结合各建筑物的特征及场地地质条件,沿各拟建建筑物轮廓线和角点布设钻孔,点、线间距符合规范要求,勘探点间距小于30.00m,共布置48个钻孔:取土孔17个,标贯孔18个,静力触探孔7个,鉴别孔6个。

钻孔孔深如下:拟建1#楼、2#楼、3#楼、4#楼、5#楼一般性孔孔深38m,控制性孔孔深45m;拟建社区服务中心、地下车库一般性孔孔深15m,控制性孔孔深20m。另外,在拟建1#楼、2#楼、3#楼、4#楼、5#楼布设波速测试孔5个,利用已完成钻孔进行测试。

## 3 场地工程地质条件

### 3.1 地形、地貌

济宁高新区属鲁南泰沂低山丘陵与鲁西南黄泛平原交接地带,地质构造上属华北地区鲁西南断块凹陷区。地形以平原洼地为主,东北高西南低,地貌较为简单。

场区地貌宏观上属汶、泗河冲洪积平原,地形平坦

开阔,微地貌不发育,地貌类型单一。拟建场地系拆旧建新,地势较平坦,勘察期间实测各钻孔地面标高最大值38.33m,最小值37.24m,地表相对高差1.08m。

### 3.2 水位地质条件

济宁高新区为泗河冲积平原,又是泗河冲洪积扇与汶河冲洪积扇的迭交地带。第四系含水砂层较厚,颗粒较粗。由东北向西南第四系逐渐加厚,含水砂层层次增多,厚度增大,颗粒变细。

场区地下稳定水位埋深为5.23~5.99m,相应水位标高31.89~32.34m,属潜水。场区上部地下水类型为第四系松散岩类孔隙水,主要赋存于场区中上部的砂土层中,富水性一般。主要接受大气降水和侧向径流补给,主要排泄方式为人工开采和侧向径流。

### 3.3 地层岩性

勘探深度范围内揭露的地层主要由粘性土、粉土及砂层组成,大致分为7大层及3个亚层,现自上而下分述如下:

①杂填土( $Q_4^{ml}$ ):杂色,松散,含少量粘质土等物,成分以砖渣、砖块及石块为主,本层回填时间小于五年,土质不均匀,密实程度低。场区普遍分布,厚度:0.60~1.80m,平均1.13m。层底标高:35.94~37.07m,平均36.59m。

②粘土( $Q_4^{cl}$ ):黄棕色、黄灰色,可塑,切面光滑,含铁锰氧化物及有机质。场区普遍分布,厚度:1.20~4.70m,平均2.79m;层底标高:32.17~33.69m,平均32.96m。

②-1细砂( $Q_4^{sl}$ ):黄色,松散,稍湿,成分以石英、长石为主,暗色矿物次之,分选性及磨圆度中等,颗粒级

\* 收稿日期:2023-02-15 修回日期:2023-02-15

作者简介:李培(1985-),男(汉族),山东济宁人,注册岩土工程师,现从事岩土工程勘察设计工作。

配一般。场区局部分布,厚度:0.80~4.70m,平均1.83m;层底标高:32.30~35.67m,平均34.81m。

③粉质粘土( $Q_4^{al}$ ):浅黄色,可塑,切面稍光滑,无摇振反应,干强度中等,韧性中等,含氧化铁斑点及少量小姜石。场区普遍分布,厚度:4.70~12.50m,平均9.58m;层底标高:19.36~23.88m,平均22.37m。

③-1细砂( $Q_4^{al}$ ):黄色,中密,局部稍密,饱和,成分以石英、长石为主,暗色矿物次之,分选性及磨圆度中等,颗粒级配一般。场区局部分布,厚度:0.80~5.30m,平均2.40m;层底标高:24.22~29.86m,平均26.08m。

④中砂( $Q_4^{al}$ ):黄色,中密,饱和,成分以石英、长石为主,暗色矿物次之,分选性及磨圆度中等,颗粒级配一般。场区普遍分布,厚度:0.50~5.00m,平均2.28m;层底标高:14.36~22.72m,平均19.92m。

⑤层粘土( $Q_3^{al}$ ):棕黄色,硬塑,切面光滑,无摇振反应,干强度高,韧性高,含铁锰氧化物及姜石,姜石含量约2%~3%,姜石粒径1.0~3.0cm,局部为粉质粘土。场区普遍分布,厚度:11.00~21.90m,平均16.56m;层底标高:-4.29~6.97m,平均2.63m。

⑤-1层中砂( $Q_3^{al}$ ):黄色,密实,局部中密,饱和,成分以石英、长石为主,暗色矿物次之,分选性及磨圆度中等,颗粒级配一般。场区局部分布,厚度:1.90~3.80m,平均2.43m;层底标高:2.07~12.59m,平均7.54m。

⑥中砂( $Q_3^{al}$ ):黄色,密实,饱和,成分以石英、长石为主,暗色矿物次之,分选性及磨圆度中等,颗粒级配一般。场区普遍分布,厚度:1.00~5.60m,平均3.00m;层底标高:-7.49~2.97m,平均-0.19m。

⑦粉质粘土( $Q_3^{al}$ ):棕黄色、黄褐色,硬塑,切面稍光滑,无摇振反应,干强度中等,韧性中等,含氧化铁斑点及姜石,姜石含量约3%~5%,姜石粒径1.0~3.0cm。该层未穿透。

### 3.4 地下水、土的腐蚀性评价

根据钻孔内水样的水质分析结果,判定地下水的类型为: $HCO_3^-Cl-SO_4-Na$ 型;该场地地下水环境类型为Ⅱ类,在干湿交替条件下,地下水对混凝土结构具微腐蚀性;无干湿交替作用时,地下水对混凝土结构具微腐蚀性;按B类地层渗透类型,地下水对混凝土结构具微腐蚀性;在长期浸水条件下对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性,在干湿交替条件下地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

根据钻孔内土样的地基土易溶盐样分析,场地土对混凝土结构有微腐蚀性,对混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

### 4 场地地震效应评价

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)第4.1.3条规定,勘察期间在拟建住宅楼布置5个钻孔进行了波速测试,本场地等效剪切波速介于191.1~196.2m/s之间,波速值范围 $150 < V_s \leq 250$ m/s,按《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)第4.1.3条及第4.1.6条规定,综合判定本场地土为中软土,根据区域地质资料,覆盖层厚度大于50m,属Ⅲ类建筑场地。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《山东省建设工程抗震设防条例》(2020修正)(山东省人民代表大会常务委员会公告(第213号))有关规定,济宁市高新区接庄街道建筑抗震设防烈度为Ⅶ度,属第三组,场地基本地震加速度值为0.10g,根据场地类别调整后的设计特征周期为0.65s。

场地内20m深度范围内可能液化的土层为②-1层细砂、③-1层细砂、④层中砂,地质时代为 $Q_4$ 。根据标贯判别计算结果,该场地不存在液化问题。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)第4.1.1判定,该场地属于建筑抗震一般地段。

### 5 岩土工程地质条件分析与评价

通过本次勘察及地质资料,场区20m深度范围内地基土不存在液化问题,属于建筑抗震一般地段;场区地形起伏较小,地势相对平坦;场区地下水埋深较小,对工程建设有一定影响;岩土层在场区内横向上分布较为连续稳定,纵向上逐层分布,地基土强度自上而下基本呈逐渐增强的趋势,地基相对稳定。

### 6 基础方案

#### 6.1 各岩土层地基承载力及变形指标

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009年版)、《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)等规范,参照《工程地质手册》(第五版),根据原位测试数据、岩土试验成果及现场鉴别,采用查表、公式计算等方法,在充分考虑和借鉴了附近区域建筑经验的基础上确定各岩土层的地基承载力特征值 $f_{ak}$ 、压缩模量 $E_{s1-2}$ 建议值,建议值见表1。

#### 6.2 天然地基基础方案评价

根据《建筑岩土工程勘察设计规范》(DB37/5052-2015)8.2.3-1公式,承载力特征值 $f_a$ 可按式计算:

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

拟建1#~5#楼,地基承载力修正值 $f_a$ 小于设计基底压力,因此设计基底标高处的天然地基强度不能满足上部荷载要求,建议采用复合地基或桩基础。拟建社

表1 各岩土层的地基承载力特征值 $f_{ak}$ 、压缩模量 $E_s$ 参数建议值表

层号	岩土名称	$f_{ak}$ (kPa)	$E_{s1-2}$ (MPa)
②	粘土	100	5.6
②-1	细砂	120	*10.0
③	粉质粘土	120	6.3
③-1	细砂	140	*12.0
④	中砂	170	*17.0
⑤	粘土	160	9.6
⑤-1	中砂	180	*19.0
⑥	中砂	200	*21.0
⑦	粉质粘土	180	12.5

注:\*为经验值。

表2 各建筑物深宽修正后地基承载力成果表

拟建筑物	地基受力层	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\eta^b$	$\eta^d$	$b$ (m)	$d$ (m)	$f_a$ (kPa)
1#楼、2#楼、3#楼、 4#楼、5#楼	③	8.4	18.0	0	1.0	6	2.0	147.0
	③-1	8.0	18.0	2.0	3.0	6	2.0	269.0
社区服务中心	③	8.4	18.0	0	1.0	6	1.5	138.0
地下车库	③	8.4	18.0	0	1.0	6	1.5	138.0
	③-1	8.0	18.0	2.0	3.0	6	1.5	202.0

表3 桩基设计参数一览表

层号	土层名称	混凝土预制桩		泥浆护壁钻(冲)孔灌注桩	
		$q_{sik}$ (kPa)	$q_{pk}$ (kPa)	$q_{sik}$ (kPa)	$q_{pk}$ (kPa)
②	粘土	40		38	
②-1	细砂	46		44	
③	粉质粘土	54		52	
③-1	细砂	58		56	
④	中砂	64		62	
⑤	粘土	68	2400	66	900
⑤-1	中砂	72	4000	70	1300
⑥	中砂	76	4800	74	1800
⑦	粉质粘土	78	4600	76	1600

钻孔灌注桩适宜各种地质条件,且承载能力高(尤其后注浆可大幅提高承载性能),在该区域应用较普遍,有成熟的施工经验,施工方便,无地面隆起和侧移等,但其属于隐蔽工程,质量控制难度较大,费用较低,是比较理想的基础形式,但钻孔灌注桩施工噪声较大有扰民现象,泥浆排放易造成环境污染。

## 7 基坑支护与地下水控制方案

### 7.1 基坑支护设计参数

拟建建筑物地基开挖支护深度范围内,主要对应

区服务中心、地下车库,地基承载力修正值 $f_a$ 均大于设计基底压力可采用天然地基筏板基础。各建筑物深宽修正后地基承载力成果见表2。

### 6.3 桩基础方案评价

根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)、《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)有关规定,结合地区工程经验,建议各层土的桩极限侧阻力标准值 $q_{sik}$ (kPa)和桩极限桩端阻力标准值 $q_{pk}$ (kPa)见表3。

预应力管桩具有单桩承载力高、成桩质量可靠、施工速度快、工期较短、施工污染小等优点,但其具有挤土效应,容易产生基底隆起,且过大的压桩力(锤击力)容易产生桩身破坏或出现纵向裂缝,受场地地质条件影响较大。

地层为①杂填土、②粘土、②-1细砂、③粉质粘土、③-1细砂,基坑开挖可采取放坡结合土钉墙支护方案,基坑侧壁维护可采用挂网喷砼处理。根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012),结合场地工程地质条件及场地附近地区经验,基坑支护设计有关参数见表4。

### 7.2 地下水控制方案

场区地下稳定水位埋深为5.23~5.99m,相应水位标高31.89~32.34m。基坑开挖最深处标高约为31.65m,电梯井及集水坑一般开挖较深,应考虑地下水对基坑开挖的影响。建议基坑工程地下水控制采用管井井点降水结合集水明排降水方案,水位降深以位于基底以下0.50~1.0m为宜。各岩土层渗透系数建议值见表5。

## 8 结论与建议

(1)场区属汶、泗河冲洪积平原地貌单元。地形起伏较小,地势相对较平,场区附近无大的全新活动性断裂构造通过,未发现不良地质作用,场地基本稳定,工程建设适宜性为较适宜。

(2)拟建建筑抗震设防烈度按Ⅶ度,设计基本地震加速度按0.10g,设计地震分组为第三组。20m以内饱和砂土无液化土,属于建筑抗震一般地段,场地地基相

表4 各岩土层基坑支护设计参数建议值表

地层编号 及名称	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	直剪快剪		土钉极限粘结强度标准值 $q_{sik}$ (kPa)	
		$c$ (kPa)	$\phi$ (°)	成孔注浆	打入钢管
①杂填土	*18.0	*5	*10	*15	*20
②粘土	18.6	35.7	8.6	35	40
②-1细砂	*18.5	0	*25.0	45	50
③粉质粘土	18.4	33.1	8.4	38	45
③-1细砂	*18.5	0	*27.0	50	55

注:\*为经验值。

表5 各岩土层渗透系数建议值

层号	岩土名称	渗透系数 $K$ (cm/s)	备注
②	粘土	$3.0 \times 10^{-6}$	经验值
②-1	细砂	$6.0 \times 10^{-3}$	经验值
③	粉质粘土	$9.0 \times 10^{-6}$	经验值
③-1	细砂	$9.0 \times 10^{-3}$	经验值
④	中砂	$1.0 \times 10^{-2}$	经验值
⑤	粘土	$2.0 \times 10^{-6}$	经验值
⑤-1	中砂	$2.0 \times 10^{-2}$	经验值

对稳定。

(3)场区地下水对混凝土结构,在干湿交替作用及长期浸水时均具弱腐蚀性;对钢筋混凝土结构中的钢筋,在干湿交替作用时具弱腐蚀性,长期浸水时具微腐

蚀性。场区地基土对混凝土结构具弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

(4)建议拟建社区服务中心、地下车库以第③层粉质粘土或第③-1层细砂为天然地基持力层,采用筏板基础。建议拟建1#~5#楼采用混凝土预制桩基础或钻孔灌注桩,以第⑤层粘土或以下土层为桩端持力层,桩基类型为摩擦桩。

(5)本工程基坑最大开挖深度在现地表下约5.60~6.68m,基坑支护结构安全等级为二级,属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程,建议基坑开挖可采取放坡结合土钉墙支护方案。建议基坑工程地下水控制采用管井井点降水结合集水明排降水方案,水位降深以位于基底以下0.50~1.0m为宜。

#### 参考文献:

- [1] GB55017-2021 工程勘察通用规范[S].
- [2] GB50021-2001(2009年版) 岩土工程勘察规范[S].
- [3] JGJ/T72-2017 高层建筑岩土工程勘察标准[S].
- [4] DB37/5052-2015 建筑岩土工程勘察设计规范[S].
- [5] JGJ120-2012 建筑基坑支护技术规程[S].
- [6] JGJ79-2012 建筑地基处理技术规范[S].
- [7] GB50007-2011 建筑地基基础设计规范[S].
- [8] JGJ94-2008 建筑桩基技术规范[S].
- [9] GB18306-2015 中国地震动参数区划图[S].
- [10] GB50011-2010(2016年版) 建筑抗震设计规范[S].

(上接第26页)

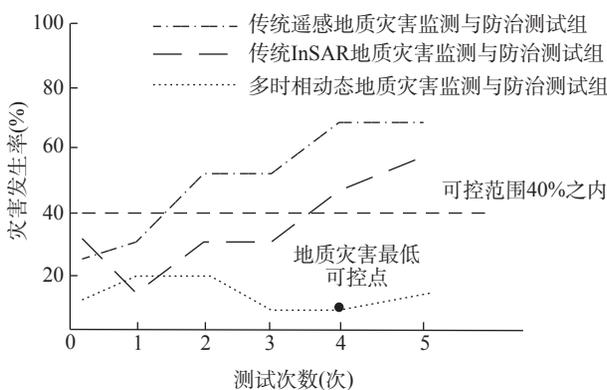


图3 测试结果对比分析图示

用价值。

#### 4 结束语

综上所述,与传统的地质灾害监测防治模式相比较,此次综合构建的监测防治技术更加稳定可靠,对一些长期暴露的缺陷问题,设计出了更加对应的防治措

施,形成了更为完整具体的地质灾害监测防治体系,可以为同类矿山的地质灾害监测与防治提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 吴秀坤,谭礼金,吴本林,等.遥感技术在地质灾害调查、监测和防治中的应用[J].工程技术研究,2021,6(3):103-104.
- [2] 王国强,陈仁琛.基于InSAR技术的流域库岸地质灾害监测研究[J].中国农村水利水电,2020(12):206-210.
- [3] 刘黔云,龚伟.地质灾害防治中自动化监测技术的应用探析[J].农业灾害研究,2022,12(9):188-190.
- [4] 祁宁,宋心怡,李孟.机载激光雷达技术在沉降监测中的应用[J].陕西煤炭,2022,41(4):186-189,201.
- [5] 蒙柱业.动态监测预警系统在地质灾害防治的应用[J].集成电路应用,2020,37(10):126-127.
- [6] 胡瑞林,陈平,庄茂国,等.“坡长制斜坡地质灾害防治体系”的建立与技术要点[J].工程地质学报,2020,28(4):748-761.
- [7] 陈像.地质灾害防治自动化监测技术探讨[J].建材与装饰,2020(12):224-225.