

岩土工程勘察实例分析与探讨

梁 慧

山西省勘察设计院有限公司 河北新乐 030013

摘要: 岩土工程勘察是建筑工程项目实施的重要组成部分,在建筑工程中具有不可替代的关键地位。本文结合作者的实际工作经历,利用工程实例,探讨岩土工程勘察分析与评价及勘察工作量布置应注意的问题,提出了科学性建议。

关键词: 勘探孔布置深度;大面积填方区液化指数计算;渗透系数;抗浮设防水位;液化折减系数

引言:

作为建筑施工的前期准备阶段,岩土工程勘察对于工程项目整体质量有着极为重要的意义。岩土工程勘察的作用主要体现在对建筑工程质量的影响。施工前进行充分的地质勘察设计,是保证工程质量的重要前提,对促进建设工程的顺利开展,起到事半功倍的效果。

1 工程概况

拟建怡佳·天一城项目场地位于太原市滨河西路西侧,新晋祠路东侧,龙城大街北侧。与晋阳湖隔路相望,北侧为绿地世纪城。总体用地呈矩形,东西长约400m,南北宽约240m。拟建场地整平标高高于现地面标高,需进行大面积回填,回填厚度约为2.5m左右^[1]。

本工程由多栋住宅楼、商业、会所、幼儿园及地库组成,造型复杂,工程总建筑面积137.43万平方米,其中:地上建筑面积101.35万平方米(住宅84.40万平方米/8370套,配套商业建筑14.7万平方米,配套公建2.25万平方米);地下建筑面积36.08万平方米。住宅楼为地上29~45层,结构类型为剪力墙,基础形式为桩基础;会所为地上2层,结构类型为框架结构,基础形式为筏板基础;幼儿园为地上3层,结构类型为框架结构,基础形式为筏板基础;商业为地上1层,结构类型为框架结构,基础形式为筏板基础;地库为地下1~2层,结构类型为框架结构,基础形式为桩基础。

2 勘察方案及勘察工作量布置

本次勘察工作量按甲级~乙级岩土工程勘察详细勘察阶段工作要求布置。勘探点沿建筑物的角点、周边及中心布设。一般性勘探孔深度以控制主要受力层为原则;控制性勘探孔深度主要依据建筑物基底压力、基础宽度、

估算的桩径、桩长及桩端下压缩层深度综合确定。且本项目位于太原市汾河西岸,地貌单元属汾河I级阶地,属严重液化场地,考虑到采用柱基础时,承台位于液化土层内,承台底面上下没有厚度不小于1.5m、1.0m的非液化土层,液化折减系数为0的影响,按常规条件布置的勘探点深度不能满足桩基设计使用深度,需要二次进场补勘,为了减少不必要的浪费,勘察前进行区域地质资料调查,勘探钻孔深度结合区域不良地质作用综合考虑布置^[2]。本工程45层住宅楼的钻孔深度按75m~95m考虑;29~30层住宅楼的钻孔深度按65m~75m考虑;幼儿园、商业及纯地下车库的钻孔深度按35m~40m考虑,相对于一般非液化场地孔深增加深度15m。

3 场地工程地质条件

拟建场地所处地貌单元为汾河西岸I级阶地。根据钻探、原位测试、土工试验结果综合分析,将勘探深度范围内的地基土共分为12层,地基土沉积时代成因类型自上而下依次为:第四系全系统人工堆积层,主要为第①层人工填土,根据其物质组成的不同,将其分为两个亚层:第①₁层杂填土和第①₂层素填土。以第①₂层素填土层底为界;第四系全新统河流相冲洪积层,主要包括第②层粉细砂和第③层粉细砂,以第③层粉细砂层底为界;第四系上更新统河流相冲洪积层,主要包括第④层粉质黏土、第⑤层粉细砂、第⑥层粉质黏土和第⑦层中砂,以第⑦层中砂层底为界,第四系中更新统河湖积层,主要包括第⑧层粉质黏土、第⑨层中砂、第⑩层粉质黏土、第⑪层中砂和第⑫层粉质黏土。以第⑧层粉质黏土层顶为上界,本次勘察未揭穿该层。

4 水文地质条件

由于地形地貌、水文气候的不同,地下水的类型及高度各不相同。考虑到基坑开挖、建筑物施工中的各个环节,了解地下水对于工程施工极为重要。地下水对于工程的设计方案、施工方法和工期、工程的投资及长期

通讯作者: 梁慧,男,汉,1986.7.17,职称:工程师,职务:无,研究方向:岩土工程勘察,学历:本科。邮箱:165307359@qq.com

使用,都有着密切关系,而且,若对地下水处理不当,还可能产生不良影响,甚至发生工程事故。

本次勘察期间,初见水位埋深介于0.80~4.30m之间,揭露的场地地下水类型上部为孔隙潜水,主要补给来源为大气降水及侧向径流,实测稳定水位埋深介于0.50~3.80m之间,稳定水位标高介于773.51~775.09m之间,以第②、③层粉细砂为含水层,以第④层粉质黏土为相对隔水层;下部为承压水,补给来源为侧向径流,实测稳定水位埋深介于0.70~4.00m之间,稳定水位标高介于773.31~774.89m之间,以⑤、⑦、⑨、(II)层为含水层,以⑥、⑧、⑩、(I2)层为相对隔水层^[1]。

由于拟建场地地处汾河西岸 I 级阶地,地下水埋藏较浅,上部潜水主要分布于第②、③层粉细砂层,通过大气降水补给及侧向补给,地下水位季节性变化幅度约 1.00m。

5 岩土工程分析与评价

5.1 岩土工程综合分析与评价

场地所处地貌单元为汾河西岸 I 级阶地。本次勘察揭露地层岩性以杂填土、素填土、粉细砂、粉土、粉质黏土、中砂为主。本工程各建筑物天然地基均为不均匀地基,各建筑物均不能采用天然地基。拟建场地及场地附近不存在全新活动断裂,也不存在岩溶、滑坡、危岩崩塌、泥石流、采空区等不良地质作用,拟建场地属稳定场地,可进行本工程建设。拟建场地地下水在 I 类环境条件下,在干湿交替条件下,场地地下水对混凝土结构具有中等腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋具有弱腐蚀性。拟建场地基础埋深范围内土层在 II 类环境条件下对混凝土结构及混凝土结构中的钢筋均具有微腐蚀性。

本工程勘察采用钻探取土、掘探取土、标准贯入试验、静力触探试验、剪切波速测试、地脉动测试及抽水试验等多种手段进行综合勘察与评价。静力触探试验时采用了锚载、压重、静探车自重联合提供反力的方法,突破了场地内普遍分布厚度约为 15.0~19.0m 的粉细砂硬层,最大试验深度达到 40.0m;取不扰动砂进行压缩试验、剪切试验,为确定地基土的承载力、判别饱和粉土和饱和砂土的液化、确定钻孔灌注桩单桩竖向极限承载力标准值、地基沉降计算、基坑开挖与支护及地基变形指标等提供了依据。

地基各层砂、碎石类土压缩模量表

层序及岩性 取值方法	② 粉细砂	③ 粉细砂	⑤ 粉细砂	⑦ 中砂	⑨ 中砂	(II) 中砂
建议值 (MPa)	12	18	25	30	40	45

从上表可见,根据不扰动砂样的压缩试验结果比由原位测试结果给出的压缩模量高 4~6MPa。

5.2 地基土的液化判别

本次勘察期间属于平水期,根据《山西省太原市地下水动态观测报告》及区域水文地质资料,本场地浅层地下水属潜水,地下水动态 7~9 月为高水位,12 月至次年 1 月为低水位,水位随季节变化幅度约为 0.5~1.0m,勘察期间为 1 月,因此按不利因素考虑液化判别时水位提高 1.0m 进行计算,按《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)采用标贯法进行判别,标贯击数基准值 $N_0=12$,调整系数 $\beta=0.8$,以 139 号钻孔为例,从场地整平标高和从自然地面计算下,液化深度和液化指数有着本质的区别,判别结果见下页表。

当本工程判别液化时水位、标贯深度、土层中点深度等自现地面计算时,主要液化土层为第②层粉细砂和第③层粉细砂,液化指数 $I_{LE}=40.15$,属严重液化场地,最大液化深度达自然地面下 19.0m;当本工程判别液化时水位、标贯深度、土层中点深度等均自整平标高计算时,主要液化土层为第②层粉细砂和第③层粉细砂上部,液化指数 $I_{LE}=28.40$,属严重液化场地,最大液化深度达整平标高下 16.4m,自然地面下 12.8m;通过比较发现,液化指数降低 19.7,液化深度减少 6.2m。

本工程不仅采用标准贯入试验判别判定场地液化等级,还通过静力触探试验和波速试验复核液化结果。

5.3 桩基合理参数的建议

本项目勘察取样使用了单动双管全断面取样器,保证高质量的采取原状土样,严格把控钻探、取样、土工试验过程,结合标准贯入试验、静力触探多种手段及场地附近桩基试验结果,提供了可靠的桩极限侧阻力标准值、极限端阻力标准值及液化折减系数,为安全经济的地基基础设计提供了保障。

由于地基土液化深度、厚度的减少,减少了无效桩长,充分发挥了地基土的侧阻力,提高了工程桩的单桩竖向极限承载力的可使用值,大大减少了桩基础的施工成本。从施工难度、工程造价、质量保证、施工经验、建筑物沉降要求等方面综合考虑,提供了合理可靠的桩端持力层建议。通过全过程质量控制,勘察报告提供了最合理的参数,在保证安全的前提下,最大程度发挥了地基土的强度。拟建建筑物单桩竖向极限承载力标准值通过估算,与后期检测数据相符,充分验证勘察报告中桩基参数可靠、准确。

5.4 基坑支护设计及降水

根据本次勘察揭露地层情况,建筑物基础埋深

地基土液化计算成果表

孔号	水位	层序	岩性	土层中点深度	标贯深度	标贯击数	黏粒含量	标贯击数临界值	代表厚度	影响权函数	液化指数	液化指数	液化等级	备注
	dw			m	m	ds	N	ρ_c	N_{cr}		di			
139	2.80	②	粉细砂	3.68	3.80	5.0	3.0	10.08	1.75	10.00	8.82	40.15	严重	从自然地面下算起
		②	粉细砂	5.30	5.30	4.0	3.0	12.13	1.50	9.80	9.85			
		②	粉细砂	6.80	6.80	6.0	3.0	13.82	1.50	8.80	7.47			
		②	粉细砂	8.30	8.30	8.0	3.0	15.25	1.50	7.80	5.56			
		②	粉细砂	9.93	9.80	10.0	3.0	16.50	1.75	6.72	4.63			
		③	粉细砂	11.43	11.30	13.0	3.0	17.60	1.25	5.72	1.87			
		③	粉细砂	12.80	12.80	15.0	3.0	18.60	1.50	4.80	1.39			
		③	粉细砂	14.30	14.30	18.0	3.0	19.49	1.50	3.80	0.44			
		③	粉细砂	15.80	15.80	20.0	3.0	20.31	1.50	2.80	0.06			
		③	粉细砂	17.30	17.30	21.0	3.0	21.07	1.50	1.80	0.01			
	③	粉细砂	19.03	18.80	21.0	3.0	21.77	1.95	0.65	0.04				
	6.44	②	粉细砂	7.31	7.44	5.0	3.0	10.96	1.75	8.46	8.05	28.40	严重	从整平标高下算起
		②	粉细砂	8.94	8.94	4.0	3.0	12.31	1.50	7.37	7.47			
		②	粉细砂	10.44	10.44	6.0	3.0	13.49	1.50	6.37	5.31			
		②	粉细砂	11.94	11.94	8.0	3.0	14.55	1.50	5.37	3.63			
		②	粉细砂	13.57	13.44	10.0	3.0	15.49	1.75	4.29	2.66			
		③	粉细砂	15.07	14.94	13.0	3.0	16.36	1.25	3.29	0.84			
		③	粉细砂	16.44	16.44	15.0	3.0	17.15	1.50	2.37	0.45			
③		粉细砂	17.94	17.94	18.0	3.0	17.88	1.50	1.37	不液化				
③	粉细砂	19.35	19.44	20.0	3.0	18.56	1.31	0.44	不液化					

3.1~10.8m, 基坑实际开挖深度为现地面下0.5~8.0m。通过取砂器采取不扰动砂样, 对不扰动砂样及其它不扰动土样进行了固结快剪试验、静三轴剪切试验(不固结不排水UU、固结不排水CU)等, 为基坑支护提供了合理的设计参数。

本工程地下水埋藏浅, 基坑开挖深度大, 周边环境条件复杂, 查明各层地下水埋藏条件和水力联系对基坑降水起至关重要的作用。为此, 进行了分层测量潜水位与承压水水头高度, 并对周边区域水文地质进行了调查。查明了对基坑施工有影响的地下水类型包括潜水和承压水, 同时通过抽水试验查明潜水和承压水的水力联系, 为基坑周边回灌方案提供依据^[4]。

勘察期间通过分层量测水位及抽水试验, 准确测定了地下水位及地下水的渗透系数, 并为设计提供了更为准确的抗浮水位。考虑到各层施工实际情况, 为满足施工降水设计的需要, 勘察阶段利用现场抽水试验, 为基坑降水设计提供了精确的地基土渗透指标。试验土层为

第②层及第③层粉细砂, 计算结果表明, 场地第②层及第③层粉细砂综合渗透系数 k 为 $1.2 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ (10.0m/d), 比工程地质手册中粉砂的渗透系数经验值 $6.0 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 1.2 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ($0.5\text{m/d} \sim 1.0\text{m/d}$) 提高了10倍, 利用本次综合渗透系数设计的降水方案, 减少了施工降水管井布置数量, 缩短了施工成井工期, 并且大幅度减少了降水成本, 使用效果理想。本次勘察通过采用水文地质调查、分层测水位、抽水试验等多种手段, 为基坑降水设计提供了准确参数, 为太原市汾河西岸地貌单元上部砂层积累了经验数据。

针对场地岩土工程条件及场地地下水的埋藏条件, 结合基坑开挖深度、周边环境及安全等级, 从安全可靠、技术经济、施工工期等方面综合考虑, 建议本工程幼儿园、商业(金融邮电)、商业楼基坑采用放坡的方法进行开挖; 本工程会所、高层住宅楼及地下车库采用水泥土搅拌桩作止水帷幕, 同时采用水泥土搅拌桩加土钉墙或钻孔灌注桩排桩进行支护; 基坑降水可采用管井降水。

基坑支护设计单位采用本单位提供的参数并采纳建议进行设计。经第三方单位监测,施工过程中基坑及周边建筑物变形较小,满足规范要求;施工未对周边建筑物、道路及管线正常使用产生影响。高精度的参数及合理的建议,对高效经济的基坑支护方案起到了至关重要的作用。

5.5 抗浮水位

如当潜水位上升时,会使砂质土或粉质土的含水量增大,含水量出现饱和状态时,造成流砂、管涌、砂土液化等现象,增加了建筑工程施工风险。且易造成工程地基隆起或发生侧移。如当潜水位上升到一定的高度时,地下室会发生漏水、渗水等现象,对地下室的使用功能造成影响。本工程根据场地水文地质条件、各建筑物工程性质、考虑到雨季地下水位变幅及施工过程中水位变化等因素影响,综合分析确定本工程抗浮设防水位可按最高潜水水位提高2.0m考虑。

6 结语

(1) 勘探钻孔深度布置应结合区域地质条件、不良地质作用等综合考虑。

(2) 大面积回填建设场地,判别液化自整平标高计

算,切合实际情况,减少了无效桩长,大大降低了工程的施工成本。

(3) 地下水埋藏较浅的建设场地,宜综合分析确定工程抗浮设防水位。

(4) 通过采用水文地质调查、分层测水位、抽水试验等多种手段,为基坑降水设计提供了准确参数,为太原市汾河西岸地貌单元上部砂层积累了经验数据。

(5) 采用多种技术手段综合勘察,是岩土工程勘察成果准确、可靠的保障。合理的岩土工程参数,为建筑地基基础、基坑支护与设计提供科学、准确的依据。

参考文献:

[1]高成林,于佳良.岩土工程勘察中水文地质勘察分析[J].中国金属通报,2021(06).

[2]刘应飞.关于复杂地质条件下岩土工程勘察的实践与研究[J].建材与装饰,2019(15).

[3]马登国.复杂地质条件下岩土工程勘察与评价的关键问题探讨[J].世界有色金属,2020(20).

[4]刘骞.复杂地质条件下的岩土工程勘察方法[J].世界有色金属,2019(20).