

浅埋深石灰岩地区岩土工程勘察实例分析

16
57-59

张忠坤

杨宝怀

F44P41
T442
TU413.6

(河海大学土木工程学院 南京 210098) (南京市人民防空公司 南京 210024)

关键词 石灰岩 溶洞 桩基 持力层

岩土工程勘察. 地基.

随着我国工程建设的迅速发展,许多工程项目都会遇到浅埋深石灰岩及其上覆土层的岩土工程问题,因此,加强对这一问题的研究是适应我国工程建设的需要,也是推动我国岩土工程学科发展的需要。本文结合徐州地区高层建筑物地基岩土工程勘察的一个实例,对浅埋深石灰岩地区的岩土工程勘察所遇到的问题进行初步的分析和探讨。

1 浅埋深石灰岩地区的岩土工程特点

一般认为,地面基础工程所能产生明显的应力影响范围内的石灰岩,均属于浅埋深石灰岩,这是个相对的概念,显然与工程荷载的大小有关。全国各地石灰岩地层特点各不相同,有的地区岩溶特别发育,溶洞溶隙为粘土充填或为空洞;有的地区岩溶不甚发育;即使在同一地区,岩溶发育情况也有较大差别,这一方面由大的区域地质条件不同所决定,同时也由小的构造条件不同所控制。浅埋深石灰岩的特点就在于石灰岩上覆有可参与工程作用的土层,上覆土层的工程特性也各有不同。若石灰岩上覆有一定厚度的、工程特性较好的粘土层,则应特别重视这类土层的利用,对于岩溶较发育的石灰岩地区,这一点尤为重要,因良好工程特性的粘土层对下伏石灰岩起到一定的盖层作用,对下伏石灰岩中的溶洞起到了一定程度的保护作用,若能满足基础荷载要求,可大大降低基础工程造价。但若上覆粘土层厚度变化较大,则还要注意上部荷载作用后,会引起的不均匀沉降问题,根据 GB 50021—94《岩土工程勘察规范》^[1] 要求及土层力学特性,做好基础形式的适当调整措施。对于许多高层建筑物,因浅部软土层不能满足承载力及沉降变形的要求,常采用桩基。因而,桩基持力层的选择问题就成了浅埋深石灰岩地区的一项重要的岩土工程问题。当上覆土层较厚且力学性质良好时,可充分考虑利用上覆土层;当上覆土层

不能满足荷载及变形要求且粘土层以下有溶洞时,则要考虑对建筑物产生的影响,特别是在长期应力作用下,上部粘土层可能会发生蠕变或溶洞顶部粘土层塌陷,这时应考虑将桩基持力层选择在溶洞底部的完整基岩上,按 GB 50021—94 要求,保证桩端底部一定范围内无溶洞。

2 工程实例分析

2.1 工程简况

徐州某房地产公司办公楼高 14 层,外形为长方体,长 28.6 m,宽 15.0 m,不设地下室。按建筑物分类,该建筑为二级建筑物,按岩土工程分级为二级岩土工程。场区地基上部是人工填土层,中部为新近沉积的粘土,下部为早期正常沉积的粘土,第四纪沉积物厚度约为 13.5 m,场区下伏基岩为下寒武统石灰岩。

2.2 勘察测试方法

根据 GB 50021—94 要求,沿建筑物周边共布置 6 个勘探孔,分别设在建筑物角点和长边中点,勘探孔均为钻探取样孔,钻进深度直至石灰岩,并钻取岩芯。由于上部含碎石块杂填土较厚,难以进行静力触探,需通过其它测试手段加以弥补。具体试验项目如下:①室内试验包括:常规土工试验,提供土的一般物理力学性质指标;三轴剪切试验,提供桩侧摩阻力及计算桩端承载力。②钻孔内原位测试:标准贯入试验。③水质分析:鉴定地下水对混凝土有无侵蚀作用。

2.3 场地岩土工程条件

2.3.1 地基土层岩性及物理力学性质特点

场地地层自上而下,其岩性及物理力学性质依次为:①杂填土,平均厚 1.77 m;②粉土,饱和,稍密,平均厚 0.76 m,天然孔隙比 $e=0.874$,压缩模量 $E_s=7.7$ MPa,压缩性中等,承载力标准值 $f_k=115$ kPa;

第一作者简介:张忠坤,男,博士研究生,工程师,从事复合地基研究,曾发表《浅谈干振碎石桩复合地基》等论文。

③粘土、饱和、软塑~可塑,分布不均、局部缺失、平均厚0.99 m, $e = 1.107$, $I_L = 0.78$, $E_s = 4.1$ MPa, 孔隙比较高、压缩性较低,为高压缩性土, $f_k = 90$ kPa; ④淤泥质粘土,饱和、软塑~流塑,平均厚1.17 m, $e = 0.915$, $E_s = 5.1$ MPa, 中等压缩性, $f_k = 117$ kPa; ⑤粘土、饱和、可塑,平均厚2.23 m, $e = 0.915$, $E_s = 5.1$ MPa, 中等压缩性, $f_k = 128$ kPa; ⑥粘土、可塑~硬塑、遍布全区,厚4.10~5.00 m, 平均厚4.47 m, $e = 0.915$, $I_L = 0.08$, $a_{1-2} = 0.18$ MPa⁻¹, $E_s = 9.4$ MPa, 中等压缩性,是良好的天然地基土, $f_k = 259$ kPa; ⑦红粘土、饱和、可塑~硬塑,平均厚2.0 m, $e = 0.789$, $I_L = 0.01$, $a_{1-2} = 0.16$ MPa⁻¹, $E_s = 12.7$ MPa, 中等压缩性, $f_k = 214$ kPa; ⑧粘土、饱和、可塑、平均厚0.85 m, $e = 0.891$, $E_s = 5.2$ MPa, 中等压缩性, $f_k = 167$ kPa; ⑨石灰岩,产状倾角近90°直立,薄层状、饱和单轴抗压强度为20.9 MPa, $f_k = 1000$ kPa; ⑩石灰岩,中厚层状,有溶洞存在,且上部溶洞为粘土充填、饱和单轴抗压强度80.3 kPa, $f_k = 4000$ kPa。

2.3.2 地下水

取水样进行水质分析表明,该场地地下水对混凝土无侵蚀作用。

2.4 勘察结论

2.4.1 地基稳定性

场区内②、③、④、⑤层粉土、淤泥质粘土和粘土,均为压缩性较高、承载力较低的土层、且分布不均、厚度变化较大,不宜作为基础持力层。场区内⑥层粘土,压缩性低,土质坚硬,承载力高,且土层较厚,分布均匀,是良好的基础持力层。场区内⑦层红粘土土质也较坚硬,但承载力稍低,层厚不大,它本身不能作为基础持力层,但它对⑥层粘土作为持力层有一定的辅助作用。

2.4.2 土层下伏石灰岩的稳定性

下伏石灰岩埋深13.5 m左右,起伏不大,其中⑨层灰岩风化较严重、产状直立、薄层状,强度较低;⑩层灰岩风化较轻,中厚层状、强度高。场区石灰岩基岩处于徐州复背斜上,废黄河正断层斜贯徐州市,场址处于该断层附近,如图1所示。场地西北侧还有两条长分别在200 m和150 m以上的隐伏正断层,西

侧有一条长150 m以上的逆断层,据有关地质资料论证,这些断层均为非活动性断层、对区域稳定性不构成影响,即基岩地质构造是稳定的。

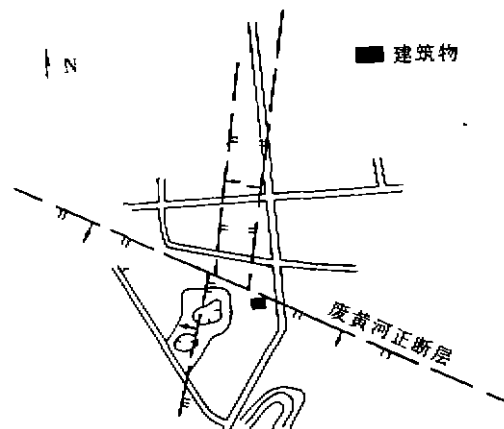


图1 建筑物场地地基基岩地质构造示意图

2.5 基础方案选择

由于该建筑物层数较多、荷载较大,且场区浅部土层不宜作为此类建筑物的浅基础持力层,故应根据场区地层条件进行深基础设计。由于该办公楼不设地下室,而且适合作为持力层的⑥层粘土埋深超过了7 m,上部土层强度低,场地不宽敞,难以进行基础深开挖。另外,选用箱形基础在经济上耗资大,所以不适宜选用箱形基础。

比较合适的选择方案是桩基础,由于⑨层灰岩和⑩层灰岩岩质及强度差异较大、且钻探发现有粘土所充填的溶洞,故桩尖持力层不宜放在基岩顶面,但若穿过溶洞放于完整基岩上,其代价太高。若桩基础仍为一种可行的方案,可考虑选用 $\varnothing 400$ 的混凝土预制桩,以⑥层粘土土层作为桩尖持力层。现以其中5号钻探孔为例,同时假设基坑开挖时除去2.00 m厚的表土层,可估算单桩承载力见表1。

单桩竖向承载力计算公式^[1]如下:

$$N_d = q_p A_p + U_p \sum q_i L_i$$

式中 N_d 为单桩竖向承载力标准值, kN; q_p 为桩端土承载力标准值, kPa; A_p 为桩身横截面面积, m²; U_p 为桩身周边长度, m; q_i 为桩周土摩阻力标准值, kPa; L_i 为按土层划分的各段桩长, m。

表1 预制桩单桩竖向承载力标准值

层次	土名	层底标高/m	层底埋深/m	层厚/m	土的状态	桩周土摩阻力标准值 q_i /kPa	桩端土承载力标准值 q_p /kPa
2	粉土	29.31	2.15	1.65	$e = 0.874$	25	-
3	粘土	27.86	3.60	1.45	$I_L = 0.78$	20	-
4	淤泥质粘土	26.96	4.50	0.90	$I_L = 1.35$	10	-
5	粘土	23.96	7.50	3.00	$I_L = 0.58$	28	-
6	粘土	19.76	11.70	4.20	$I_L = 0.08$	40	1940

假定以⑥层粘土为持力层,桩尖入土深度为8.00m,桩尖进入⑥层粘土0.5m,计算得 N_d 为426.72kN。

本工程实例采用群桩基础,以⑥层粘土为桩尖持力层;经计算,最大沉降量小于200mm,能够满足设计要求,其工程造价显然会远小于选择较深的完整基岩作为桩尖持力层的方案。根据工程勘察结论,下伏石灰岩中溶洞为粘土层所充填,不会出现由于上部荷载作用而导致溶洞塌陷问题,故选择⑥层粘土作桩尖持力层的方案不仅可行,而且能保证安全,同时工程造价也较低。

3 结 语

通过上述论证及工程实例分析,说明了加强浅埋深石灰岩地区岩土工程勘察研究的重要性,利用力学性质良好的石灰岩上覆土层,首先要以保证满足承载力要求和变形沉降要求为前提,同时还要考虑不发生不良地质现象。本工程实例分析,对类似的岩土工程勘察均具有一定的参考价值。

参考文献

- 1 中华人民共和国建设部.GBJ50021—94 岩土工程勘察规范.北京:中国建筑工业出版社,1995

(收稿日期:1996-09-20 编辑:张志琴)

(上接第44页)

据、图、表、工程运行情况、天气趋势、水文预报及下游防汛抢险情况等,显示在指挥中心特制的信息大屏幕,使决策者对各种情况一目了然,心中有数,为决策者提供完整可靠的实时资料。

2.4.3 建立计算机局域网

建立计算机局域网首先是将管理局有关科室和各管理处(所)的防汛办公自动化系统融为一体,加快内部单位信息资源的传输。再考虑与湖北省防汛抗旱指挥部及有关市(县)防汛部门、水文站联网,使有关部门共享漳河局域网的信息资源,同时漳河水库调度中心也可及时了解其它单位的有关情况,有利于决策分析。

3 结 语

水库防洪调度是一个十分复杂的系统工程,需要全社会,各部门共同努力,并不断地增加保安投入,才有可能把洪涝灾害损失与防汛抢险投入减少至最低程度。目前,漳河水库防洪调度自动化系统的建设处于初期阶段,主要是缺少系统的全面规划设计,因而漳河水库防洪调度自动化系统的建立与完善,是我们当前的主要工作之一。该系统全面建成后,在防洪调度中,各级有关领导可根据自动化系

统所提供的水雨情趋势、工程情况、洪水预报以及多种防洪调度方案,进行防洪调度决策。决策作出后,利用防汛通信系统向有关地区、部门、单位快速通报有关情况和下达调度命令,也可及时地、准确地了解各地区防汛、救灾等多方面的工作,使防洪调度决策更加符合当时的实际情况,把水库防洪调度工作提高到一个新的水平,达到防洪减灾的目的。

(收稿日期:1996-10-02 编辑:许宇鹏)

· 简讯 ·

西藏的湖泊

西藏是我国的多湖泊地区,全自治区约有大小湖泊1500多个。在西藏众多的湖泊中,面积大于1km²的有600多个。位于南美洲玻利维亚和秘鲁交界处的的喀喀湖,长期以来一直被人们称为世界上最高的湖泊。但的喀喀湖海拔仅3812m,而在西藏,海拔在4000m以上的湖泊就有近千个,海拔超过5000m的约有20个。位于西藏拉萨市以北当雄、班戈两县之间的纳木错(藏语中,错即为湖泊之意),又名腾格里海、腾格里湖,藏语意为“天湖”,其总面积1940km²,湖面海拔4718m,是世界上最高的大咸水湖,也是我国第二大咸水湖。西藏森里错海拔5386m,是世界上海拔最高的湖泊。在西藏,比较著名的湖泊还有玛旁雍错、班公错、羊卓雍湖和色林错等。玛旁雍错在藏语中意为“不败,胜利”,海拔高度4588m,面积412km²,最深处达80m,湖心透明度在14m以上,景色秀丽,被誉为“圣湖”。班公错又名彭公湖,藏语称错木昂拉仁波,意为“明媚而狭长的湖”。它的形状为东西长、南北窄的长条形,最窄处约40m,湖水最深处57m,面积593.7km²。最为奇特的是,它的西部为咸水湖,东部为淡水湖。羊卓雍湖藏语意为“碧玉,草原之湖”,湖面海拔4441m,总面积678km²。我国兴建的世界上海拔最高、落差最大的抽水蓄能电站就位于羊卓雍湖。该电站落差超过800m,抽水隧洞长近6000m,装机容量9万kW,创造了多项世界第一和全国第一。色林错面积1640km²,湖面海拔4530m。

地质学家的研究结果表明,西藏湖泊大都是在地壳陷落和冰川活动的基础上形成的。大约在二三百万年前开始的第四纪中,青藏高原上曾有过几次冰川活动,造成的一个个洼地在后来气候较暖的情况下,成为大量的湖泊。这些湖泊对调节西藏高原气候起着独特的作用,同时也形成了别具一格的高海拔湖泊自然景观。

(杨文磊供稿)