

灰岩地区岩土工程勘察应注意的若干问题

卜英伟 李静 (广东省地质物探工程勘察院 510800)

摘要: 本文通过几个典型勘察实例分析了在灰岩地区进行岩土工程勘察容易忽略的一些问题,并结合自己多年的勘察经验,探讨在石灰岩地区进行岩土工程勘察工作应注意的若干问题和几点体会。

关键词: 岩土工程勘察;灰岩;不良地质作用;地下水

1 引言

在石灰岩地区,溶洞、溶沟、溶槽、岩溶裂隙、岩溶漏斗、地下暗河及石柱、石芽、石笋等形态各异的喀斯特地貌,在溶沟、溶槽等相对封闭的低洼地段常形成流塑~软塑状的粘性土和红粘土等软弱土层,对建筑场地的稳定性及建筑物的安全使用有着不良影响,在岩土工程勘察工作中如不能及时彻底查明其分布及特征,将使建筑物地基基础存在严重安全隐患,对建筑工程的施工及安全使用构成极大的威胁。

2 工程勘察实例

2.1 广州某商住楼开裂前后的岩土工程勘察

广州市花都区某商住楼楼高 8 层,建筑占地面积 $10 \times 40\text{m}^2$,勘察时沿长中轴线方向布置 3 个钻孔,孔距 20m,揭露地层见表 1。

根据地层特征,该商住楼设计采用天然地基筏板基础,以可塑状粘土为基础持力层,基础埋深 4m,于 1996 年建成交付使用,2001 年该商住楼墙体及梁开裂,为查明开裂原因,在该商住楼周边布置 12 个钻孔进行补充勘察,孔距 5~10m,其中有 4 个钻孔揭露有 1~2 层溶洞,揭露地层情况见表 1。

表 1 两次勘察揭露地层情况对比表

岩土层名称	开裂前勘察资料		开裂后补充勘察资料		承载力特征值 kPa
	层厚 m	埋深 m	层厚 m	埋深 m	
人工填土 (Q^m)	2.0~3.5	/	2.3~4.5	/	/
可塑粘土 (Q^{sl})	5.0~7.5	2.0~3.5	2.5~8.8	2.3~4.5	160
软塑粘土 (Q^{sl})	0.3~0.6	7.6~11.0	1.8~10.2	6.2~12.0	100
微风化灰岩	1~3	8.2~11.3	3.2~6.2	9.0~25.1	5000
溶洞	/	/	0.3~6.0	9.8~27.0	/

根据补充勘察资料分析,在基础持力层范围内存在的软塑状粘土和溶洞是墙体及梁开裂的主要原因。在相对封闭的地质环境条件下,地下水对土体的压力和地基承载力之和大于或等于上覆土层的自重压力和建筑物的压力之和,软塑状粘土处于应力平衡状态,故建筑物能保持稳定。由于相邻建筑场地在进行人工挖孔桩施工时大规模抽取地下水,场地内下伏基岩中相互连通的溶洞因充填物被地下水带走而成为地下水通道,相对封闭的地质环境被破坏,上覆土层中的地下水和软塑状粘土层中的部分土粒沿通道流失,土体结构受到破坏,同时,随地下水位的降低,地下水对土体的压力的渐渐消失,

能实现节约成本、改良产品,给企业带来更大的利润。现有对偏高岭土水化活性的评价的方法还不够完善,需要更多更深入的研究。高岭土矿浆的粘度决定着高岭土能不能使用,现有改善高岭土矿浆粘度方法还是有限的,探索一条简单、高效、低成本的方法仍是一个艰巨的任务。

【参考文献】

吴铁轮.我国高岭土行业现状及发展前景.非金属矿,2000,23(2):5-7.

陈强,袁纳.煅烧高岭土粒度影响因素分析与探讨.中国非金属矿工业导刊,1007-9386(2005)04-0042-02.

曹德光,苏达根,杨占印,宋国胜.偏高岭土的微观结构与键合反应能力.矿物学报,1000-4734(2004)04-0366-07.

罗永康,马智,吴杰,齐晓周.煅烧温度对高岭土结构及其氧化铝浸出率的影响.化学工业与工程,1004-9533(2005)04-0263-04.

曹德光,陈益兰,欧绍权.烧粘土的碱胶凝性研究.中国非金属矿工业导刊,2002(2)

刘菁.茂名高岭土的造纸涂布性能研究[J].矿产综合利用,2001,(4):31-34.

杨小生,陈慧.选矿流变学及其应用[M].长沙:中南工业大学出版社,1994.

原本含水率和压缩性均较高的软塑状粘土在上部建筑物和上覆土层的压力作用下逐渐排水固结, 体积缩小, 发生压缩变形, 从而使上部地基土和建筑物产生不均匀沉降, 最终导致建筑物墙体和梁的开裂。相邻建筑场地停止抽水后开裂即渐告停止。

对比前后两次勘察资料可知, 第一次勘察不足之处在于钻孔间距较大, 没有发现下伏基岩中的溶洞, 虽然发现持力层下部存在有软弱粘土层, 但由于其揭露厚度较小, 且在持力层范围之外, 因此没有加密钻孔详细查明其分布及特征, 对其与溶洞及地下水的联系也就无从谈起。而相邻建筑工地大规模抽取地下水前没有对周围环境进行正确评估也是一种失误。

2.2 渝湛高速公路某大桥 20 号桩桩位勘察

该桩采用嵌岩端承桩基础, 桩径 2m, 施工前曾在该桩位中心布置 1 个超前钻孔, 揭露标高 3.39 ~ -38.01m 为第四系覆盖层, -38.01 ~ -48.15m 为完整微风化灰岩。施工桩底标高为 -41.15m。桩基完工后按等边三角形布置 3 个钻芯孔检测, 西侧钻孔揭露 3 倍桩径范围内持力层岩石完整, 与勘察资料相符, 但东侧及北侧钻孔揭露桩底之下 1.17 ~ 1.83m 悬空, 且北侧钻孔标高 -44.71 ~ -47.41m 为溶洞(见图 1) 据此推测该桩位于石柱上或岩溶边缘, 桩端持力层完整性不符合设计要求, 本工程勘察工作的不足之处是, 在岩溶发育区仅一孔之见难于查清灰岩的形态特征, 致使桩基存在安全隐患。

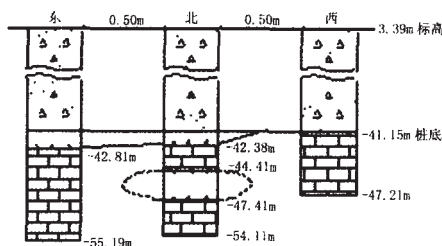


图 1 20 号桩持力层示意图

3 灰岩地区的岩土工程勘察工作的几点体会

从上述例子中可以看出, 在灰岩地区, 岩土工程勘察工作直接关系到建设工程质量、安全和投资费用。在灰岩地区应如何进行岩土工程勘察工作, 才能满足工程设计和施工的需要, 确保建筑物的安全? 结合灰岩地区多年的工作经历和前人经验, 本文从以下几方面谈谈在

灰岩地区进行岩土工程勘察工作的体会。

详细查明灰岩地区不良地质作用、地下水及软弱土层对建筑工程的影响, 是岩土工程勘察工作的重点和难点。

灰岩地区的工程质量事故大多与灰岩地区的不良地质作用、地下水及软弱土层有关, 因此, 详细查明灰岩地区不良地质作用、地下水及软弱土层对建筑工程的影响, 是岩土工程勘察工作的关键所在。灰岩地区常见的不良地质作用主要有溶洞(溶沟、溶槽、岩溶漏斗等)、土洞、岩面起伏(石柱、石芽等)和地面塌陷(沉降), 在溶沟、溶槽等低洼岩面上常形成流塑~软塑状粘性土和红粘土等软弱土层。在岩溶发育区, 不良地质作用、软弱土层及地下水之间有着密切的联系, 其对工程的影响主要表现在:

灰岩地区常见的不良地质作用和软弱土层对建筑工程的影响。当桩基持力层范围内存在溶洞等岩溶现象时易起桩基失稳; 当溶洞规模较大、顶板较薄时, 在冲桩或锤击桩施工时常会引起溶洞顶板的塌陷而导致桩机陷落; 溶洞中的松软充填物在钻、冲孔桩施工时易引起孔壁塌陷, 使桩身出现夹砂淤泥或缩颈、断桩现象。

石柱、石芽、石笋因其形状多不规则, 直径较小, 常使桩端半悬空或悬空。在桩基施工时发现基岩面标高与勘察资料出入较大的情况多半因石柱、石芽、石笋等或因岩面陡倾而引起。

岩面起伏不平常引起桩身倾斜, 如在桩基钻芯法检测过程中常遇到同一根桩几个钻芯孔检测桩长相差较大的情况大多因此而起。在预制桩施工时, 桩头易沿倾斜的基岩面滑动而收不住锤。

岩面上的软弱土层和由岩溶作用伴生的位于岩面之上的土洞, 是采用天然地基浅基础的建筑物的安全隐患, 在地下水或地表水的不断作用下, 土体不断被冲蚀, 土洞的体积不断扩大, 最终引起地面沉降或地面塌陷。

地下水对建筑工程的影响。在岩溶发育地区, 赋存于第四系覆盖层中的地下水常通过岩溶漏斗、岩溶裂隙、落水洞等通道与灰岩中发育的溶洞、地下暗河等相通, 其对建筑工程的影响主要表现在: 地下水的动态变化破坏土体中的应力平衡, 使土层及上部建筑物产生不均匀沉降, 危及建筑物的安全。同时, 地下水的流动不断带走场地上覆土层中的土颗粒, 在场内逐渐形成淘空区, 最终形成地陷或引起建筑物的塌陷。上述例 1 及近年广东省兴宁市和清远市发生的大面积地陷均与场地

内的地下水的大量流失有关。岩溶水的动态变化对建筑工程的不良影响在于旱季时某一深度呈干燥状态的土体,因与溶洞、地下暗河等相通,雨季可突发涌水,使深基坑施工措手不及,如补给源水位较高,水压力较大时可冲毁建筑物地坪及地下室底板。对桩基施工而言,岩溶水的流动易冲走混凝土中的水泥砂浆,使桩身离析。

在以往的岩土地工程勘察工作中,灰岩地区地下水对建筑工程的影响常被部分勘察人员忽视,如在部分勘察报告中仅对地下水的腐蚀性做出评价,而对地下水与岩溶之间的联系、外部环境条件改变时所引起的地下水的动态变化,对建筑工程尤其是对天然地基的影响较少涉及,使设计人员对基础形式做出错误的选择。

灰岩地区的岩土工程勘察工作应遵循先控制后一般、先疏后密、由面到点的原则分阶段进行。

灰岩地区的不良地质现象因其形态各异,分布大多没有规律可循,勘察点较少时很难彻底查清其形态特征及分布情况,也就无法正确评估其对建筑工程的施工和安全的影响。因此,灰岩地区的岩土工程勘察工作应严格遵循有关规范、规程的要求循序渐进地进行,根据先控制后一般、先疏后密、由面到点的原则,对拟建于灰岩地区的规模较大的或较重要的建筑物,一般须经过可行性研究、初步勘察和详细勘察、施工勘察几个阶段。勘察时钻孔应按网格状或沿柱轴线布置,且钻孔间距应较一般地层的勘察点间距要小,在勘察施工过程中如遇软土、红粘土等特殊土层及土洞时应适当加密钻孔,在岩面起伏较大和岩溶发育的地段、地下水异常的地段,也应适当加密钻孔。

灰岩地区的岩土工程勘察工作除应按一般的岩土工程勘察要求进行外,尚应根据建筑工程所采取的基础形式的不同而有所侧重。

对于采用天然地基浅基础或复合地基基础的建筑物,当基础下的土层厚度小于沉降计算厚度时,应着重查明场地中隐藏于岩溶凹陷、岩溶沟槽等低洼地段软土和红粘土的埋藏深度、厚度及分布特征,及其对浅部基础持力层的影响,同时应详细查明浅部土层中地下水与灰岩中地下暗河、溶洞等的水力联系,地下水的流动可能造成的水土流失及地下水压力降低对上部土层的影响,特别要正确评估场地周边大规模开采地下水对工程的影响。

对于桩基础,除应着重查明岩溶现象对桩基的影响外,必须查明灰岩面的倾斜情况、灰岩中的溶洞顶板厚

度、溶洞中充填物、溶洞水、地下暗河以及形成于低洼岩面上的软土和红粘土等对桩基施工的影响。为确保桩端持力层的完整性符合设计要求,桩位勘察应按一桩一孔进行,在岩溶发育地段,特别是对于大口径的桩,应按一桩多孔进行,否则,将可能使桩基存在安全隐患,造成不可挽回的经济损失。如花都区某高层建筑采用冲孔桩基础,桩数 84 根,桩径 1m~1.2m,原按一桩一孔进行桩位超前钻探,桩基完工后采取钻芯法检测时,发现有 36 根桩桩端持力层在 3 倍桩径范围内发育有溶洞、岩溶裂隙等岩溶现象,不但增加了检测费用和桩基补强费用,而且整个工期也拖延了。

灰岩地区的岩土工程勘察工作应结合不同的勘察手段进行。

在灰岩地区,结合原位测试技术和工程物探方法进行综合勘察,有时可以达到事半功倍的效果。对于埋藏较浅的分布于低洼岩面上的软土和红粘土,为降低勘察成本,可结合轻便触探、静力触探等勘察手段查明其分布特征;对于规模较大的或地质情况复杂的建筑场地,结合地质雷达、CT 扫描、电测深法等工程物探方法进行综合勘察,对彻底查明灰岩中的溶洞形态、规模、分布特征及连通情况等具有良好的效果。事实上,利用地质钻探结合工程物探方法查明勘区内的岩溶发育情况在广东省高速公路工程、广州市地铁工程、广州市内环路工程中都得到广泛的应用,并取得不少成功的经验和良好的经济效益。

4 结语

在岩土工程勘察工作中详细查明灰岩地区的不良地质作用、地下水及软弱土层对建筑工程的影响,对建筑物基础类型的选择做出合理建议,对节省投资和确保建筑工程施工顺利、确保建筑物的安全使用意义重大。而采用的勘察方法和手段正确与否对详细查明灰岩地区的岩土工程特征至关重要。

【参考文献】

《岩溶、土洞与红粘土》,高岱,《岩土工程手册》,中国建筑工业出版社,1994。

林本海、方引晴,《物探方法在岩溶地区工程勘察中的应用》,《广东土木与建筑》,1999。