

## 某某县安置房项目异常地质情况分析

郭强

中冶建工集团有限公司, 重庆 400000

**[摘要]** 我公司进行勘察的“丰都县仙女湖镇(B-05、B-06、B-07、B-08、B-09、B-12 地块)安置房项目”, 已于 2019 年完成经过外审并提交勘察报告, 目前该项目已进入施工阶段。安置房项目总建筑面积约为 14 万平方米, 分六个地块分步实施, 目前已动工两个地块。在施工勘察及基础施工过程中, 发现场地存在地质情况异常, 得知情况后, 我公司进行了多次现场调查和复核, 并会同各参建方开会进行了交流协商和探讨。

**[关键词]** 灰岩; 桩基; 岩溶

DOI: 10.33142/aem.v4i1.5351

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

### Analysis of Abnormal Geological Conditions of Resettlement Housing Project in a County

GUO Qiang

China Metallurgical Construction Engineering Group Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

**Abstract:** The resettlement housing project in Xiannvhu Town, Fengdu County (plots B-05, B-06, B-07, B-08, B-09 and B-12) investigated by our company has been completed in 2019. After external review and submission of survey report, the project has entered the construction stage. The total construction area of the resettlement housing project is about 140000 square meters, which is divided into six plots and implemented step by step. At present, the construction of two plots has been started. In the process of construction survey and foundation construction, it was found that there were abnormal geological conditions on the site. After learning the situation, our company conducted many on-site investigations and reviews, and held meetings with all participants for exchange, consultation and discussion.

**Keywords:** limestone; pile foundation; karst

根据现场调查和研究分析, 现对场地的异常地质情况进行分析说明, 结合会议协商可能的基础方案对参数进行部分调整建议, 现分别说明如下:

#### 1 异常地质情况说明

##### 1.1 存在的问题

经现场施工单位反映, 在建“B09 地块项目”存在多处桩基超深, 多处超过详勘的钻孔揭露基岩埋置深度, 也多处超过施工勘察揭露的基岩埋置深度。

经过施工勘察与详勘的对比统计, 详勘共 220 个钻孔, 在 B09 地块范围在详勘的 32 个钻孔, 其中 11 个钻孔基岩面后期浅于前期, 深度平均约浅了近 4m 左右, 有 19 个钻孔深于前期, 平均深了近 3m, 以上钻孔前后孔距平均 1.3m, 其余 2 个钻孔距离较大没有对比意义。在 32 个详勘孔中, 有近 10 个钻孔基岩面高差两次勘察超过了 3m。

施工桩底深度与施工勘察揭露基岩面相比, 在该区域已经完成约 200 个桩基中, 普遍超过施工勘察揭露的基岩面, 局部超深严重, 超深超过 15m 的桩有 18 根 (约 9%), 桩底超过施工勘察揭露深度的平均超深约 5m。

在相邻地块的勘察与桩基施工之间也存在类似情况, 鉴于以上情况, 建设方及施工方提出, 桩基深度普遍超深, 导致桩底深度难以预料, 施工难度增加, 建设成本提高。

需要解决的问题是, 地质情况异常的原因是什么? 怎样控制后期施工质量和成本?

##### 1.2 地质原因分析

从区域地质宏观上看, 场地位于灰岩岩溶发育地区, 岩层较平缓, 区域岩溶发育规律性较差。场地位于低山靠近山顶区域, 地面多呈圆丘状起伏, 拟建场地位于其中缓槽区域, 受历史水流作用影响, 岩溶主要沿地表溶蚀将地面剥蚀成缓坡, 小型溶洞、溶隙多沿地表分布。在沟槽或水流集中区域, 岩溶会往深部发展, 形成深切溶隙带或大型溶洞。场地位于缓坡沟槽区域, 存在大型岩溶发育条件。根据现场揭露, 场地岩溶的异常发育, 发育规律性差, 溶洞的发育与深度位置有关, 溶洞的揭露具有随机性, 施工勘察的深度和范围大于详细勘察, 揭露出更多的溶洞。以 B09 地块为例, 在前期 32 个钻孔中, 3 个钻孔揭露溶洞, 施工勘察对应区域, 14 个钻孔揭露溶洞。

从岩体特征看, 根据钻探揭露情况及场地新近基岩开挖揭露面调查分析, 场地存在三种岩体状态, 完整、较完整、破碎; 而岩体有因为岩溶发育的差异性, 分为裂隙状、溶隙状、溶洞、列状岩溶性岩体 (含石笋、石牙、石柱等特别发育情况, 存在土质充填或空洞); 受动力作用扰动存在保持原状、局部挤压变形、完全破坏堆积夹土等成因

现状,综合起来就存在多种组合,理清起来十分复杂,在工程意义上可以简要区分成以下四种。



图1 完整、较完整灰岩



图2 破碎灰岩

列状岩溶发育灰岩(主要为溶槽和溶隙,泛指沿裂隙溶蚀导致的集群状岩溶,发育成列状,部分发育成石笋、石牙、石柱状,所含小溶洞应与顶板完整的溶洞区别对待)



图3 列状岩溶发育灰岩



图4 夹土变形灰岩

(图示为开挖断面揭露的溶槽中的破碎灰岩块体,部分岩体基本保留了原始岩层产状,但岩体已经发生变形移动。)

以上岩体图片均为周边新近开挖揭露的岩体,可作为浅层岩体特征判断的参考[场地的基岩面争议主要集中在浅层]。但需要注意的是,以上均为浅表层岩溶及裂隙的发育特征,不能忽视深部个体化溶洞的存在,独立的溶洞应按单独的溶洞处理方式进行处理,大型或集中的溶洞群应进行专项分析处理。

岩体特征判别对比:

对完整、较完整灰岩(A类),钻探取得的岩心较完整,岩心多呈柱状,少量受裂隙切割破碎。桩基施工时大多能取得完整岩块。

对破碎灰岩(B类),钻探取得的岩心完整性较好~较差,因钻探位置不同可取得柱状或碎块状,实际钻探时也可能交替出现。桩基施工时难以取得完整岩块。

对列状岩溶发育灰岩(C类),钻探取得的岩心存在多种可能性,若恰好在缝隙位置钻探,土层则最厚,基岩面最深,且岩体多呈碎块状,与B类破碎岩体判别存在误判可能性;若恰好在列状柱状灰岩的顶部位置钻探,则岩体多较完整,与A类岩体存在误判可能性;而真实的钻探往往介于两者之间,是导致基岩面揭露呈现高低的变化主要原因。

夹土变形灰岩(D类)因为受表层溶蚀程度发育的差异,较难判断是否发生过变形的岩体,而岩心完整性依然可以很好,层面特征甚至可以连续,这种情况就极可能造成岩体基岩面判断不准确,其真实的列状起伏在常规勘察中难以准确判断。

场地内不规则的存在C类和D类岩体状态,在隐伏状态下现有勘察手段也难以对揭露,是造成基岩面变化的主要原因。

溶隙或破碎岩体的发育在竖向上也存在起伏,详细勘察时若采用局部加密或加深工作量,可以提高判断的准确性,但详勘仅按常规满足规范要求的工作量进行,且完成工作量已经超过了限制的工作量。

目前采用的钻探普遍采用加水单管钻探,岩心在钻探过程中会发生相互摩擦挤压,其中土体会受水冲发生流失,岩体中夹的薄层土体往往不能揭露出来,可造成岩体界面的误判或错漏。针对复杂的地质情况,如果采用单动双管钻机加植物胶护壁,或采用更好的钻探方式,可以更完整取出含土岩心样,能较准确揭露出岩心的原始特征,但其市场价格数倍于常规钻探,场地详勘阶段采取了进尺单价限制和总价限制,在经济上不允许采用更好的钻探方式。即便采用了更好的钻探方式,能准确揭露出破碎变形岩体的情况,对C类列状起伏的基岩面也是难以揭露。

综上,根据场地地质情况分析,造成的基岩面判断差

异的主要原因,是因为场地不规律存在浅层的列状起伏的岩溶发育带,沿裂隙溶蚀切割,造成基岩面的剧烈起伏,场地位于缓槽区,土体覆盖及水流影响加剧了岩体特征判断的难度,通过常规勘察手段难以准确揭露。根据现有揭露情况分析,其列状起伏的岩溶发育带厚度一般在5~10m,局部深度达到20m以上,由于隐伏在地下较深位置,勘察过程中的以点带面不足以反映出基岩面的起伏,也难以反映出最低的基岩面。由于基岩面起伏较大,桩基施工时其桩基面积大于钻孔面积上百倍,因此揭露出的基岩面更深。

### 1.3 后期施工勘察注意事项建议

后期施工勘察较多较深的钻孔,能更大范围的揭露出基岩面起伏的特征,结合桩基施工的直接揭露,能较大程度反映出岩溶发育带的基本规律和区域厚度特征。

参考灰岩地区规范《贵州省建筑岩土工程技术规范》(DBJ52/T046-2018) 7.2.3 条:岩溶强发育地段的单独基础,对于机械成孔桩。因无法验证桩底情况,建议增加钻孔控制基底岩溶发育形态。施工勘察的加深和加密钻探,能更大程度揭露出岩溶发育起伏带的特征,但需要注意并非施工勘察揭露的就一定是最低的基岩面。需要认识到的是,钻孔一条线下去,在平面上是一个点,对应一个桩基的平面或者更大范围的平面,代表的是一个点的岩层特征,当岩层发育规律性较差时,就不能完全以点带面的判断,需要结合周边特征综合判断,一定要注意相邻钻孔的基岩面特征判断。必要时加密钻探,对强发育位置单桩采用三孔或多孔控制。

同时需要理解的是,场地的岩溶异常情况存在一定的规律性,往往集中出现,也存在区域差异性,不同区域发育程度不一样,需要客观的逐步深入了解和完善,不能回避岩溶发育的存在,也不能凭固有经验觉得单孔揭露完整即可满足桩基要求。需要结合宏观地质条件、钻探揭露、开挖揭露情况三者来综合判断。

为后期施工勘察能更好的揭露场地地质情况,建议重点注意以下事项:

(1) 建议勘察过程中控制性布置剖面图。建议在后期施工勘察过程中,对建筑的地下地质情况绘制剖面图进行剖面控制[常规地基持力层检验施工勘察一般不进行地质剖面绘制]。需要注意在采用剖面控制时,要保证对建筑的边界有所控制(双向边界就有四条剖面),对岩溶特别异常位置有双向剖面控制(判断双向的关系),在绘图时要有发育原因分析和关联影响分析有所判断,尽量连接直剖面和长剖面,以注意相邻建筑位置的联系,降低潜在大型溶洞影响的风险,避免安全隐患的发生。

(2) 建议在后期施工勘察提高对中风化岩体界面的界定标准。按照地区经验,对场地来说嵌岩面即为中风化基岩界面,采用常规钻探措施,受干扰因素较多,因此中风化界面的判断即为关键所在。如何判断进入中风化,常

规是按照岩心的完整程度、风化程度来综合判断,但对灰岩来说,风化程度的差异不大,主要根据岩体的完整程度来判断。加大对岩体完整性的要求,一定程度上能降低中风化基岩面界定的高度位置,提高嵌岩的可靠性,对本场地来说具有实际意义。

(3) 建议重点注意前期勘察揭露的土层较厚区域和异常深孔区域,可能出现岩溶集中发育区,需要施工勘察时进行按剖面控制的勘察,局部加深,避免大型岩溶风险。

## 2 针对可能基础方案的参数建议

### 2.1 拟建建筑和地基持力层情况分析

拟建建筑主要为小高层住宅,存在部分低矮商业。小高层其荷载水平恰略高于采用天然土质地基的水平,采用土质地基时,需要进行地基处理或采用特殊结构加固措施。采用岩质地基时,作为完整、较完整基岩、破碎基岩,对小高层来说具有较大的荷载空间,而一般的破碎基岩,也具有较好的承载力条件。当采用列状岩溶风化带或含土变形岩体作为地基持力层时,存在一定的风险,需要考虑承载力满足情况和不均匀地基的沉降差异。低矮商业部分结构独立时,可以采用浅基础或箱型基础,采用土层作为地基持力层。

### 2.2 针对可能基础形式的参数调整建议和说明

#### (1) 土质地基

土质地基参数按原勘察报告参数,因为场地地表多为填土,填土需要按压实处理后实际检测结果为准。荷载较小的建筑可以采用土质地基作为基础持力层。

拟建建筑为小高层建筑时,其荷载水平恰略高于采用天然土质地基的水平,采用土质地基时,需要进行地基处理或采用特殊结构加固措施,经持力层检验满足后可作为地基持力层。

#### (2) 岩质地基

采用浅基础时,按前期勘察报告建议并结合现场验槽判断实施。

采用桩基时,岩质地基根据现场揭露可分为三种情况,即前面所描述的(A)完整、较完整灰岩(B)破碎灰岩(C)列状岩溶发育灰岩三种情况。

其中完整、较完整灰岩(A类岩体)的岩体强度可按原勘察报告参数不变。A类岩体的判断,通过钻孔岩心和桩基揭露的完整性可直接判断,如果均揭露为完整,按A类判断。如果小钻机钻探为完整,桩基钻机揭露为碎块状按B类考虑。

破碎灰岩(B类岩体),可折减强度后按端承摩擦桩进行设计,建议极限侧阻力标准值取200KPa,极限端阻力标准值取500KPa。

列状岩溶发育灰岩(C类岩体),在实际钻探和桩基施工中难以准确揭露其起伏的基岩面,但桩基可以通过开挖揭露情况、满足嵌岩要求进行控制,必要时可结合周边相邻桩孔揭露的差异性进行调整。因为该区域经揭露往往

呈现破碎的状态,在满足控制条件下可以按 B 类岩体即破碎灰岩桩进行参数取值。

对于前面所述发生过变形的 D 类岩体,严格意义上是非人工的堆积块石土,由于空间限制并没有广泛性的压实,在此不建议作为桩基地基持力层,建议进行穿过。

问题是 B、C、D 类岩体都存在破碎和含土的现象,且桩基的旋挖钻机依然存在扰动桩内岩体的现象,如何判断三者的差异?

判断建议:

区分出 B、C、D 类岩体是不希望施工单位见到岩石夹土就直接当做破碎岩体对待,而是要谨慎回避 C 类岩体列状溶隙空洞的风险,回避 D 类堆积岩体变形的风险。单纯通过钻探,难以对 B、C、D 三类岩体进行区分和判断,需通过桩基开挖。在桩基施工开挖过程中,可通过破碎岩体含土量很少或没有,判断为 B 类岩体;通过相邻桩基基底高差判断,桩底是否已经位于区域列状溶蚀风化带的较低位置(如周边桩桩底都在 15m 深度,本桩桩底 10m,可以判断该桩需要适当加深以降低标高,增加嵌岩深度来提高

安全性),如果位于较低位置且嵌岩深度满足,可以当做 B 类岩体取值;D 类判断,经桩基开挖破碎岩体下存在土夹块石时,可以判断为可以判断为欠稳定岩体,其余情况应根据实际情况区别溶洞分析对待。

采用端承摩擦桩时,建议单桩竖向极限承载力标准值通过现场静载荷试验检验确定,注意区域差异性。

### 3 结束语

岩溶问题本身具有复杂性,不确定性和随机性,实际工作过程中应注意分析岩溶的形成及演变过程。采用桩基基础形式下的复杂岩溶地基,更应该重视原位载荷试验,或者采用可视井下成像设备进一步分析。

#### [参考文献]

[1] 吴忠杰,王浩,邓家喜.岩溶桩基施工地质模式的划分及工程应用[J].西部交通科,2015,12(12):12-13.

[2] 张永杰.考虑溶洞空间形态的岩溶桩基稳定性分析方法[J].中国公路学报,2019,23(11):23-24.

作者简介:郭强(1986-)男,四川南充人,汉族,大学本科学历,工程师,主要从事岩土工程勘察。