

灰岩地区溶洞、土洞处理施工方法

董恩平 张朝纲 李 贺

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000

摘要:湖北工程职业学院项目位于湖北省黄石市汪仁镇西侧。分析该工程的地质条件,发现分布着较多的溶洞、土洞,极大的影响施工质量。在溶洞桩基施工中,以冲孔灌注桩工艺为主,需要进行特殊的处理,解决其存在的问题。基于此,本文总结出溶洞、土洞处理的方法,希望为类似工程的施工起到积极的作用。

关键词:灰岩地区;溶洞;土洞;冲击成孔;水文地质

Treatment and construction method of karst cave and soil cave in limestone area

Enping Dong, Chaogang Zhang, He Li

China Construction Seventh Engineering Bureau Co., LTD., Zhengzhou, Henan 450000

Abstract: Hubei vocational college of an engineering project is located on the west side of Wangren Town, Huangshi City, Hubei Province. Analyzing the geological conditions of the project, it is found that many karst caves and earth caves are distributed, which greatly affects the construction quality. In the construction of the karst cave pile foundation, the punching cast-in-place pile technology is the main one, and special treatment is needed to solve the existing problems. Based on this, this paper summarizes the treatment method of karst cave and soil cave, hoping to play a positive role in the construction of similar projects.

Keywords: limestone area, karst cave, soil hole, impact hole, hydrogeology

1 工程概况

湖北工程职业学院项目位于湖北省黄石市汪仁镇西侧,从勘察资料得知,本工程本场地位于汪仁倒转背斜北翼边界,场区基岩有白垩-第三系泥质砂岩及砂岩(K-E)、三叠系(T)灰岩、泥灰岩等,局部穿插有闪长岩风化层,岩石种类较多,受构造作用影响,地层分布倒转明显,并且岩体较破碎。

本工程13#楼处于地质褶皱及断裂破碎带上,桩基持力层上岩石分散,种类多;持力层基本位于强化风化泥质砂岩、中风化石灰岩、强风化泥灰岩等岩层。

本工程西北侧楼栋17#、19#、22#、25#、26#楼桩基础持力层基本上处于灰岩地带,其中17#楼部分持力层位于中风化泥质砂岩。

其中强风化泥灰岩容易破碎,裂隙发育比较明显,且内部存在有较多的泥砂质材料,岩芯以破碎的形式存在,团状、片状为主,局部有部分中风化岩块,遇水发生软化的情况,所以容易形成土洞。

强风化泥质砂岩内部存在较多的空隙,并且分布着

较多的粘性土,夹砂岩砾与碎石,岩芯以柱状形式存在,强度较低,遇水后强度下降明显,容易崩解,形成土洞。

13#、17#、19#、22#、25#、26#等楼栋桩基施工中,较多的溶洞与土洞,对于这种地质条件,选择应用钻孔灌注桩施工工艺;同时,也须要采取一些行之有效技术措施,来确保溶洞、土洞桩基成孔并浇筑混凝土。

2 场地工程地质和水文地质条件

2.1 场地地形地貌

拟建场地位于黄石市黄石经济开发区汪仁镇西侧,地貌单元处剥蚀残丘与山间冲积谷地地貌,原地表主要为村庄、林地、田地、水塘,遍布树木、杂草、农作物,搬迁遗留的大量建筑垃圾及大量外运来的垃圾弃土等。场地总体呈东西高中部低、北高南低,勘察期间钻孔孔口标高22.08~45.72m,相对高差23.64m,局部有起伏很大。

2.2 场地岩土工程特征及分布

查阅本工程的详勘报告知,本地层自上而下分述为:

(1) 松散杂填土;

- (2) 松软耕土;
- (3) 流塑淤泥质黏土;
- (4) 可塑粉质黏土;
- (5) 硬塑粉质黏土;
- (6) 红黏土;
- (7) 强风化泥质砂岩;
- (8) 中风化泥质砂岩;
- (9) 中风化石灰岩;
- (10) 强风化闪长岩;
- (11) 强风化泥灰岩;
- (12) 中风化泥灰岩。

2.3 不良地质现象

溶洞及岩溶塌陷: 勘察资料显示本工程属于岩溶中等发育地段, 溶洞位置的洞高在0.3m~16m; 溶洞由黏土及碎石半充填、全充填, 少量为空洞, 钻至该层孔内漏水严重。

3 溶洞、土洞处理方法

3.1 溶洞、土洞的地质状况

分析地质勘察的结论, 分析地质报告, 灰岩区域内钻孔1050个, 发现溶洞钻孔165个, 占比为15.71%, 属于岩溶中等发育状态。

3.2 溶洞、土洞的专项处理措施

3.2.1 深度不超过2m的溶洞

钻孔工作开始前, 桩机周边应布置足够的石块、黏土, 一旦存在有液面降低的情况, 立即应用挖掘机投入黏土与石块, 进行孔洞的回填, 回填到距离顶部2m以上。再应用低提慢井的方式再次冲孔, 同时还要进行封堵、造浆施工。

3.2.2 溶洞深度 $2\text{m} < H \leq 6\text{m}$

在钻孔过程中, 泥浆快速流走, 浆面下降2m以上, 期间采用黏土加块石多次投放, 依然不能够保证浆面稳定时, 采用向孔内灌注C30水下混凝土到溶洞(或土洞)顶2.0m以上, 待混凝土强度超过设计方案的70%后, 应再次进行钻孔施工。

3.2.3 $H > 6\text{m}$ 的特大型溶洞

对于 $H > 6\text{m}$ 的特大型溶洞, 目前普遍应用全钢护筒作业方式。

1) 单护筒施工工艺

首先需要冲孔到临近溶洞的部位, 下沉钢护筒穿越溶洞, 冲孔后灌注混凝土材料。

施工顺序如下: 现场清理处理、测量放样与埋设护筒、安装钻机并钻孔、临近溶洞位置需要下沉钢护筒、冲击钻孔, 最后进行灌注施工, 形成整体结构。

2) 双护筒施工工艺

首先钻入到岩面位置, 然后插入外护筒, 冲孔钻进

直接穿越溶洞, 将钢护筒下入到规定深度, 再冲孔达到终孔标高, 形成钻孔桩。

双护筒钻孔施工工艺流程:

现场平整处理, 测量放样与护筒埋设, 安装钻机并钻入到规定深度, 插入外护筒, 冲孔到溶洞位置, 再应用小冲程钻机打穿溶洞, 下入钢护筒到规定部位, 冲孔到规定深度, 灌注混凝土并回收外护筒。

(1) 标记好桩位中心, 埋设护筒并冲孔作业; 冲锤钻进施工; 钻入到岩面部位后, 提升钻头, 应用25t吊车提升钢护筒, 插入外钢护筒, 应用150kw沉桩锤振动到规定位置。

(2) 冲孔钢护筒下沉到规定部位后, 连续冲孔作业; 钻入到溶洞位置后, 更换为小冲锤设备, 以小冲程方式钻进; 冲破溶洞之后, 如果发现漏浆速度过大, 应立即补充泥浆, 防止因为水压力、土压力失衡的问题存在。

(3) 冲锤冲破溶洞后, 缓慢的提升钻锤, 应用25t汽车吊将钢护筒插入到桩孔内, 并通过150kw沉桩锤完成振动下沉操作, 穿越溶洞达到规定位置。

(4) 穿越溶洞部位后, 调整到正常冲锤的方式, 采用低冲程钻孔作业方式, 把溶洞孔口直接扩展到钢护筒直径。

(5) 连续钻孔, 并下沉护筒到规定部位, 放入冲锤后进行冲孔作业, 直到达到桩基终孔标高; 如果溶洞岩面平整度不足, 存在漏浆问题, 应及时投入必要的优质黄泥加片石的混合料, 并应用浇筑方式封闭处理。

(6) 钻机冲孔到规定终孔标高后, 开始清孔、下入钢筋笼并灌注混凝土。在混凝土达到规定强度标准后, 应用150kW沉桩锤将外护筒拔出, 可以再次利用。

3.3 穿过溶沟、溶槽、小裂隙处理措施

本次工程项目中, 26#楼岩溶发育较为明显, 规模也比较大, 因为灰岩地貌比较复杂、多变, 且受到地下水侵蚀作用, 岩面与浅层出现了深浅不一、宽窄不一的溶沟与斜槽, 钻进的过程中, 发生泥浆的泄漏而导致液面发生下沉的问题。因为泥浆存在流失的情况, 无法达到护壁效果, 也失去平衡性作用, 如果没有及时处理, 会造成塌孔的问题。

因为溶沟与溶槽受到地下水持续作用, 造成沉渣难以清理, 及时填充黏土与小石块的混合材料, 并进行锤击处理, 达到密封性效果, 避免地下水持续进入到桩孔内。还要落实泥浆胶体率与稳定性的控制, 并及时清孔, 顺利完成下一道工序。

3.4 斜岩陡岩处理措施

在现场施工中, 因为场地内基岩面存在过大的起伏与变化, 发生斜岩陡岩的问题, 造成冲孔施工难以满足要求, 需要采取下述措施处理:

3.4.1 回填片石方式进行陡岩处理。

(1) 应用低锤缓慢冲击到岩面位置。

(2) 到达岩面顶部位置后, 容易存在岩面倾斜严重的情况, 会存在偏锤、偏孔等问题, 并不能立即完成冲孔作业。这种情况下, 应提升冲锤, 并且给孔内填充必要的片石, 达到规定斜孔面以上2m左右。回填工作结束后, 通过低锤连续冲击方式成孔。

(3) 应用边回填片石边冲击的方式, 有效的纠正斜孔的问题。块石回填量以及回填次数应结合现场情况确定。

(4) 穿越斜岩到达完整岩面后, 继续冲击成孔操作。入岩深度以及持力层岩性在全部满足设计标准后, 勘察单位验收结束即可成为终孔。

(5) 成孔工作完成后, 立即下放钢筋笼, 清孔符合标准后, 开始灌注混凝土。

3.4.2 变更桩位法处理斜岩陡岩

(1) 低锤缓慢冲至岩面。

(2) 冲孔桩直径偏大的情况下, 遇到斜岩面应采用回填石方方法纠正处理; 冲孔桩直径较大时, 如果发现岩石倾斜、硬度、落差都超标的情况, 传统回填方式不能满足要求, 纠偏效果较差, 对工程质量与安全产生不利影响。此时应将桩基移位, 并应用黏土与水泥混凝土回填密实。

(3) 回填后, 组织各单位商量解决办法, 及时调整设计方案, 改变桩基位置, 避免发生类似的问题, 促进工程质量的提升。

3.5 混凝土灌注环节塌孔处理方式

岩溶地区, 灌注混凝土存在的塌孔施工, 结合具体情况选择合理有效措施, 如下:

3.5.1 水下灌注混凝土, 出现范围较小塌孔情况, 混凝土面存在一定下沉, 充盈系数较大, 现场技术人员进行全面勘察与分析, 确保不会影响桩身质量的条件下, 继续灌注混凝土施工, 达到导管理深尺寸后, 避免发生断桩的事故, 混凝土供应要及时, 缩短灌注时间, 提高成桩水平。

3.5.2 水下混凝土灌注作业中, 存在比较严重塌孔的问题, 孔内混凝土液面快速的下降, 结合不同情况选取应对措施:

(1) 混凝土面下降速度过快, 但是导管依然在混凝土结构内, 灌注后, 液面会不断的升高, 这就说明下部的溶洞已经全部填充密实, 继续施工即可。

(2) 液面下降速度过快, 导管脱离液面, 发生断桩的问题, 需要及时停止灌浆施工, 并填充黏土与水泥混合料, 在混凝土初凝后再进行冲孔施工。混凝土没有达到规定强度之前, 完成冲孔作业。

4 灰岩地区冲击成孔注意事项

4.1 冲锤高度的控制

4.1.1 岩溶部位出现倾斜的问题, 应用1.0m左右的小冲程, 低锤密机; 不能应用大能量冲击锤, 否则极易存在严重的斜孔、卡锤的问题。在岩面冲出台阶进入到岩面后, 应适当增大冲锤冲程。

4.1.2 冲击到破碎岩时, 冲程高度应控制在2.0m以内。在硬基层冲孔作业中, 振动反应较为强烈, 极易存在破裂的问题, 导致冲锤发生损坏, 岩层孔也会表现出不规则或者尺寸不合格的情况, 无法安装钢筋笼。

4.2 泥浆比重的控制

4.2.1 冲孔作业中, 尤其是穿越岩溶发育地带, 增大泥浆比重效果良好, 通常控制在1.30-1.35, 提升其携带岩渣的能力, 避免发生泥浆漏失的问题。

4.2.2 终孔清孔工作中, 应持续性冲孔换浆作业, 进一步降低泥浆比重, 混凝土浇筑前, 孔底500mm以内泥浆比重应小于1.25, 含砂率 $\leq 8\%$, 粘度 $\leq 28s$, 确保不会发生沉渣的问题, 提高浇筑质量水平。

4.3 清孔

清孔通常按照两次进行, 冲击到设计深度后, 边冲击边清孔是一次清孔, 下放钢筋笼、灌注导管环节, 在灌注混凝土前是二次清孔。

第一次清孔, 符合设计深度要求后, 立即换浆清孔, 采取低锤轻击的方法, 做好泥浆比重调节, 回流泥浆比重设定在1.20-1.25左右。

第二次清孔通常在钢筋笼以及下入灌浆导管后开展, 灌注混凝土前清孔。对直径大的情况下, 应用泵吸反循环工艺清孔排渣, 操作简单、速度快, 清孔也非常彻底, 含砂率在8%以内, 粘度在25s以下, 沉渣厚度合格。

5 结语

综上所述, 本文总结出溶洞、土洞处理的方法, 希望为类似工程的施工起到积极的作用。

参考文献:

- [1] 武兰珍, 崔远鹏. 灰岩地区隧洞施工中贯穿溶洞的处理技术[J]. 甘肃水利水电技术, 2018, 54(06): 62-65.
- [2] 陶桥生. 旋挖钻机在岩溶地区的施工工艺工法[J]. 科学技术创新, 2020(21): 112-113.
- [3] 张美聪. 红黏土岩溶地区地铁盾构隧道处理措施研究[J]. 岩土工程技术, 2020, 34(04): 201-205.
- [4] 胡雯婷. 灰岩地区岩溶注浆处理设计与施工[J]. 广东建材, 2018, 34(04): 49-50.
- [5] 武兰珍, 崔远鹏. 灰岩地区隧洞施工中贯穿溶洞的处理技术[J]. 甘肃水利水电技术, 2018, 54(06): 62-65.