

桩基施工中岩溶地质危害的治理

姜明和

(冶金部山东地质技工学校, 济南 250109)

[摘要] 结合在岩溶地区进行桩基施工的实践, 以典型工程实例介绍在桩基施工中岩溶地质危害的治理方法。

[关键词] 岩溶 桩基施工 地质危害 治理方法

[中图分类号] TU195⁺.1 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2000)02-0019-03

1 前言

在浅覆盖岩溶地区建设高层建筑, 其基础形式多采用桩基础, 桩端坐落在完整灰岩之上。在桩基施工过程中经常遇到岩溶地质危害: 如挖孔灌注桩施工时桩孔突然涌水, 轻则淹没桩孔, 无法继续施工, 重则造成人员伤亡。钻孔灌注桩有的在钻孔时, 冲洗液大量漏失, 造成孔壁严重坍塌、地面凹陷、钻机歪斜, 埋住钻具, 无法继续钻进成孔; 有的桩孔互相连通, 造成排渣、清孔困难或者砼灌注时互相干扰, 严重影响桩的质量, 所有这些危害都与岩溶发育和岩溶地下水有关。如何治理这些危害是关系到桩基施工质量及建筑物安全的大问题。

2 岩溶地质危害治理实例

2.1 山东省商业大厦人工挖孔灌注桩桩孔涌水的治理

2.1.1 工程概况及桩孔涌水情况

山东省商业大厦建筑场地位于济南市炼源大街南侧, 占地 1.5 万 m², 主楼高 48 层 175 m, 裙楼 6 层, 地下室 3 层, 水文地质条件为: 其南为千佛山水源补给区, 其北为黑虎泉, 场地正处于径流排浅区。因场地详勘阶段未查明水文地质条件, 错误地断定“地下无水”, 导致设计部门选用了人工挖孔灌注桩基础。桩径 1.00 m~4.10 m, 在基坑开挖 13 m 后进行施工。人工挖孔时, 除个别成功外, 大部分在挖到岩溶含水层附近或揭露岩溶含水层后桩孔发生突然涌水, 涌水量一般 40 m³/h 左右, 最大瞬时突水量达 744 m³/h, 使施工陷于停顿状态, 甚至发生了一起淹死人的重大事故。

2.1.2 桩孔涌水治理方法

通过分析区域水文地质资料及详勘地层资料和

桩孔涌水情况, 确认场地水文地质条件极其复杂, 必须补做勘察工作。经补做勘察, 结果证实场地白云质灰岩岩溶裂隙发育, 富水性强, 为区域主要含水层。岩溶地下水具承压性, 其静水位高出基坑底面 2.50 m。经分析对比, 确定采用小口径高压帷幕注浆堵水, 堵水后再进行挖孔成桩。

1) 注浆机具及材料

注浆机具为 XY-4 型油压钻机, JL-1 型变流量泵 (流量 27 l/min~125 l/min, 最大压力 6.8 MPa), 0.3 m³ 水泥浆搅拌机。注浆材料选用 425# 普通硅酸盐水泥, 水泥浆的水灰比 0.4~0.5, 速凝剂为 1% 的三乙醇胺和 1% 的食盐。

2) 布孔原则和技术要求

(1) 在未挖的桩孔外围施工注浆孔: 桩径 ≤3.0 m, 布孔 3 个, >3.0 m 的布孔 5 个, 注浆孔均匀布置在桩孔周围并距桩孔外缘 0.5 m; 挖的桩孔依据桩径大小在桩径范围内布置 1~3 个注浆孔。

(2) 开口口径下小于 130 mm, 终孔口径 75 mm。终孔深度控制在进入白云质灰岩完整段 0.5 m 左右。钻进中岩芯采取率要求大于 70%, 并记录掉钻、涌水、漏水深度。

(3) 注浆方式采用下行式分段注浆。分段原则是将岩性相同及裂隙发育相似的岩段划为一段, 段长一般 5 m~8 m。注浆压力在浅部一般为 0.5 MPa~1.0 MPa, 终孔段注浆压力一般为 1.0 MPa~2.0 MPa。

2.1.3 施工步骤

1) 已挖桩孔涌水的封堵

已挖桩孔因涌水而无法继续施工, 要继续挖孔, 就必须清除桩孔内涌水, 堵住向桩孔内涌水的通道, 故采用高压帷幕注浆堵水工艺。其工艺流程为:

[收稿日期] 1999-11-19; [修定日期] 1999-12-10; [责任编辑] 王梅。

第一步,在已挖桩孔底部用导管水下灌注 C25 砼,形成大于 0.5 m 厚得止水垫;

第二步,在止水垫砼达到 2/3 强度时,用 $\Phi 30$ mm 钻具钻入止水垫 2/3 厚度,再用水泥砂浆将上端带有对盘的 $\Phi 14$ mm 孔口管固定在止水垫中;

第三步,用 $\Phi 5$ mm 钻具在孔口管内向下钻进至第一注浆短;

第四步,用带有对盘的钻杆下入孔内并与孔口管上的对盘连接、密封、固定后进行高压注浆。

2) 未挖桩孔的注浆堵水

在未挖桩孔周围布置的孔位上,先用 $\Phi 30$ mm 钻具钻进 3.0 m 孔深,下入上端带有对盘的 $\Phi 14$ mm 孔口管,孔口管周围用水泥浆封闭,待水泥浆凝固后,改用 $\Phi 5$ mm 钻具在孔口管内向下分段钻进、注浆。

3) 桩孔涌水注浆治理效果

本工程共完成 66 个桩孔的高压注浆堵水工作,桩孔挖出后证实堵水效果良好。

(1) 桩孔涌水量减少 90 % 以上,成桩率由 10 % 提高到 100 %。

(2) 岩溶裂隙被水泥浆充填胶结,提高了地基强度。

(3) 对岩溶含水层进行局部小范围注浆仅形成以桩为中心的小帷幕,对附近泉群的出水量没有影响。

2.2 泰安农金大厦钻孔灌注桩桩孔严重坍塌的治理

2.2.1 工程概况

农金大厦是一座现代化高层建筑,主楼地上 22 层,高 61 m,局部 72 m;裙楼地上 3 层,地下室 1 层。采用钻孔灌注桩基础,桩端岩层为中、微风化泥质灰岩和白云岩,桩径 800 mm~1500 mm。

2.2.2 场地地层及特征

场地地层自上而下为:

(1) 杂填土:松散,不均一;

(2) 砂质粉质粘土及砂砾石层:第四系含水层,渗透系数 6.931 m/d,水位埋深 2.00 m 左右;

(3) 粘土:具胀缩性,为相对隔水层;

(4) 岩溶裂隙强发育带:主要由强风化泥灰岩组成。溶洞裂隙发育,溶洞多被粘土碎石充填;

(5) 层岩溶裂隙较发育带:主要由中风化泥质灰岩组成,溶洞裂隙较发育,溶洞多未充填,富含岩溶地下水,水位埋深 28 m~29 m;

(6) 白云岩,岩石完整。

2.2.3 钻进成孔时孔壁坍塌情况

该工程在桩孔开始施工时先下入比桩径大 100 mm~150 mm 的钢制护筒 3 m~5 m,保护(1)、(2)层不坍塌,之后采用泥浆护壁钻进,但当钻进到(4)层、(5)层时,溶洞裂隙发育,孔内冲洗液(包括稠泥浆)全部漏失使(1)、(2)、(3)层土很快坍塌,埋住钻具,有的坍塌严重造成地面下陷、钻塔歪斜,使施工不能正常进行。

另外,在采取措施护壁后,钻孔虽然不坍塌,但在钻进(4)、(5)层岩溶裂隙发育带时,因冲洗液全漏失,钻渣(粉)不能排出孔外,加之溶洞充填物也进入孔内,使灌注砼之前清孔困难,严重影响桩身质量。

2.2.4 桩孔孔壁坍塌的防治

1) 原因分析

综合分析场地地层结构及水文地质情况,认为产主桩孔孔壁坍塌的主要原因是第四系水位与岩溶地下水位相差较大(达 26 m 多),(3)层粘土又具胀缩性,易崩解;(4)、(5)层溶洞裂隙又很发育,当孔内冲洗液全部漏失时,造成孔内压力失去平衡,加之第四系水沿孔壁下流,致使(3)层粘土很快崩解坍塌。随之(1)、(2)层也坍塌,导致地面下陷。

2) 防治措施

(1) 下双套护筒

第一套护筒外径比桩径大 2~3 级,下到(3)层粘土内,护筒底部周围用水泥砂浆固结止水,这样既防止(1)、(2)层坍塌,又使(2)层第四系水不沿孔壁下流。

第二套护筒外径比桩径大一级,下到(2)层岩溶裂隙强发育带中较完整的泥质灰岩上,防止因钻进下部(4)、(5)层时冲洗液漏失,孔内压力失去平衡而造成孔壁坍塌。

(2) 砼封堵溶洞

用稠泥浆作冲洗液在钻进(4)、(5)层岩溶发育带时还会漏失,可采用 C20 砼或水泥砂浆封堵钻进过程中遇到的溶洞(可加速凝剂)。封堵时用导管灌注砼到溶洞以上 1.00 m 处,上部填硬塑粘土并注入冲洗液至孔口。砼初凝后继续钻进。

3) 治理效果

通过采取上述措施,有效地防止了桩孔坍塌,成孔时间由原来的 30 天提前到 3~6 天。

2.3 济南市国际金融大厦相邻桩孔成孔和灌注砼相互干扰的治理

1) 工程概况

济南国际金融大厦位于济南炼源大街东首,是

一座集国际金融业务、办公等多功能的大型现代化商业建筑。主楼38层,高155.30 m,裙楼3层,地下室2层。采用箱桩基础,桩端持力层为灰质白云岩,桩径1.00 m~1.2 m。

2)该钻孔灌注桩是在基坑开挖8 m的坑底上施工。场地内共分3个工程地质区,I、II区自上而下为全风化闪长岩、泥灰岩及白云质灰岩;III区地层为白云质灰岩,白云质灰岩浅部岩溶裂隙发育,多呈蜂窝状或溶洞状,洞径0.1 m~3.0 m不等,富含岩溶地下水,水位埋深为坑下4.00 m左右。

3)成孔和灌注过程中的相互干扰问题

在III区,由于白云质灰岩岩溶裂隙发育,岩溶地下水丰富,连通性好,相邻桩在成孔和灌注过程中常有干扰现象,如有的钻孔暂停钻进或终孔时,由于受邻近桩孔钻进影响,冲洗液相互串通,使岩粉及沉渣增多;在灌注砼时,砼也时有通过溶洞裂隙流入邻近正在施工的桩孔内,影响邻近桩孔的正常施工。

4)相邻桩孔相互干扰的治理

为避免相邻桩孔在成孔和灌注砼时相互干扰,首先是采用间隔施工,协调好各施工钻机之间的关

系,相互照顾,顾全大局,尤其是一个桩孔终孔进行清孔灌注砼时,相邻有干扰关系的桩孔施工必须暂停并升上钻具,以防灌注砼的桩孔清孔不干净而影响成桩质量。为防止砼进入相邻桩孔,在相邻桩孔内投入粘土封堵,待灌注砼完毕后,可采取措施清除孔内的粘土,然后继续钻进成孔。

3 结语

以上结合3个工程实例论述了我们在桩基施工中3种岩溶地质危害的治理方法。这3种危害是在岩溶地基中进行桩基施工经常遇到的,当然,由于各工程场地的工程地质及水文地质条件的复杂程度不同,危害的种类和程度都不尽一样,但多以一种为主,其他次之。为更好地预测和防治岩溶地质危害,化不利为有利,就必须在桩基设计和施工前,详细查明场地的地层结构、岩土层的物理力学性质、含水层的富水性及各含水层之间的水力联系,查明岩溶发育程度及规律,以便正确判断施工中可能碰到的各种地质危害,制定和探讨防治的工艺方法,正确指导施工。

TREATMENT OF GEOLOGICAL CALAMITY ABOUT KARST IN EXECUTION OF PILE FOUNDATION

JIANG Ming - he

Abstract :Based on the execution of pile foundation in karst area , the paper , taking typical construction as example , introduces the treatment method of geological calamity about karst in execution of pile foundation.

Key words :karst , geological calamity , treatment method



第一作者简介:

姜明和(1966年-),男。1988年毕业于中国地质大学探矿工程系钻探工程专业。现在冶金部山东地质技工学校从事专业教学工作。

通讯地址:山东省济南市郭店 冶金地质专科学校 邮政编码:250109