

小口径钢管桩与固结灌浆技术联合应用于岩溶地基处理

曾宪斌, 林思波, 黄鹏

(广西壮族自治区桂林水文工程地质勘察院, 广西 桂林 541002)

摘要:以工程实践为例,简述复杂岩溶地基处理中小口径钢管桩与固结灌浆技术联合应用的设计、施工工艺及应用效果。

关键词:小口径钢管桩;固结灌浆;岩溶;地基处理

中图分类号:TU473.1⁺3;TU472.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2009)07-0060-03

Combined Application of Small Diameter Steel Tube Pile and Consolidation Grouting in Karst Ground Treatment/
ZENG Xian-bin, LIN Si-bo, HUANG Peng (Guangxi Guilin Institute of Hydrogeology and Engineering Geology Prospecting, Guilin Guangxi 541002, China)

Abstract: The paper briefly described the design, construction technology and application effect of combined application of small diameter steel tube pile and consolidation grouting with field cases.

Key words: small diameter steel tube pile; consolidation grouting; karst; ground treatment

小口径钢管桩一般指桩径 <250 mm的无缝钢管,经钻孔成孔后打入地基中,视工程上部荷载大小和溶洞、土洞规模不同,往管内压注水泥浆或加入钢筋后再压注水泥浆,以增强钢管桩的强度和刚度,提高地基承载力。小口径钢管桩桩径较小,当溶洞或土洞高度较大时,由于钢管桩长径比太大,受力易发生挠曲,从而降低钢管桩的承载力和增大地基沉降变形。结合固结灌浆技术后,在溶洞或土洞中压注水泥浆,可减小钢管桩的长径比,从而大大提高地基承载能力。现以工程实践为例,简述复杂岩溶地基处理中小口径钢管桩与固结灌浆技术联合应用的设计、施工工艺及应用效果。

1 工程概况

广西贵港市供电局综合调度楼,楼高19层,设计采用人工挖孔桩基础,总桩数42根,桩径分别为1000~2000 mm。拟建场地狭窄,四周除西面为道路外,其余周边均为多层建筑物。场地所处地貌为孤峰平原,下伏地层为石炭系中统大浦组(C₂d)白云岩,灰质白云岩,岩溶裂隙、溶洞发育,地下水丰富。上覆残积红粘土层厚8~12 m,硬塑~软塑状。人工挖孔桩施工前只进行了岩土工程详细勘察工作,未进行一桩一孔的施工勘察工作。人工挖孔桩

开挖至基岩后,大部分桩孔由于岩溶裂隙发育,地下水量大,施工降水困难,人工开挖桩端未能进入中等~微风化岩层中,不能满足设计要求。经一桩一孔钻探后查明大部分桩孔桩底3倍桩径(且不小于5 m)范围内岩体破碎,岩溶发育,揭露溶洞洞高最大达4.2 m,且同一桩孔范围内存在一边为完整岩石,一边为溶洞,高差达3 m的现象,地质情况复杂。综合考虑场地施工条件和工程地质水文地质条件,设计决定采用小口径钢管桩和固结灌浆对桩底岩石地基进行加固处理。

2 地基加固设计

桩孔全部挖至岩石面后清除孔底虚土,铺设50 cm厚的C25混凝土封底,地基加固处理深度为孔底3倍桩径(且不小于5 m)范围内的破碎岩体及溶洞,溶洞大于该处理深度的,处理至溶洞底板。

设计要求:(1)孔底3倍桩径(且不小于5 m)范围内存在溶洞且洞高 >0.5 m的桩孔采用钢管桩和灌浆处理,桩径 <1.5 m的布设3根钢管,呈等腰三角形布置;桩径 >1.5 m的布设5根钢管,呈梅花形布置(见图1);钢管采用45无缝钢管,管径 $\varnothing 108$ mm,壁厚4.5 mm,内置3根焊接在一起的 $\varnothing 25$ mm的螺纹钢;钢管高出封底混凝土面10 cm,孔桩混

收稿日期:2008-11-14

作者简介:曾宪斌(1968-),男(汉族),广西桂林人,广西壮族自治区桂林水文工程地质勘察院工程师、国家注册岩土工程师,水文地质与工程地质专业,从事岩土工程与地质灾害危险性评估工作,广西桂林市象山区铁西一里8号,zxb-68@163.com。

凝土浇筑前采用钢筋网将钢管与桩体钢筋笼连接起来,然后再浇灌桩身混凝土;(2)对同一桩孔范围内存在一边为完整岩石,一边为溶洞的,仅在有溶洞一侧打2~3个孔,视揭露地质情况采用钢管桩或灌浆

处理;(3)孔底3倍桩径(且不小于5m)范围内岩体较破碎或洞高<0.5m的桩孔采用灌浆处理,灌浆孔设置为2~3个。

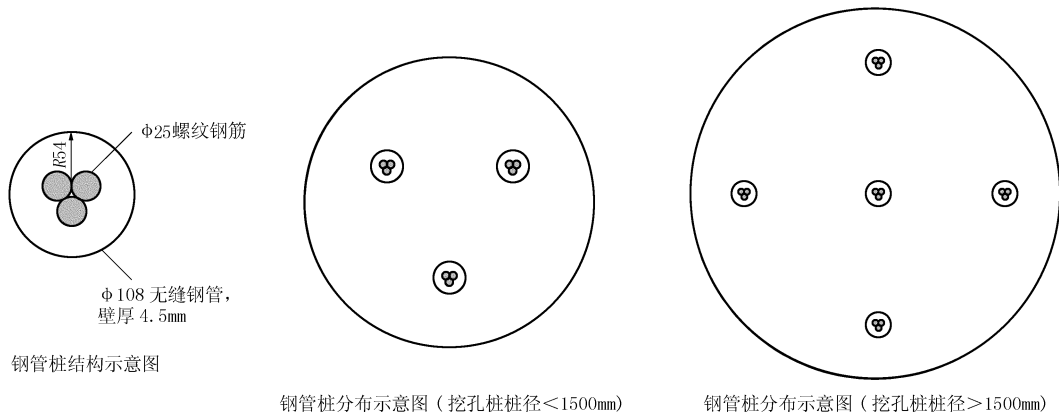


图1 钢管桩布置示意图

3 施工工艺

钢管桩施工工艺流程为:钻孔、测斜→高压水旋喷洗孔→确定钢管长度并打入钢管→钢管内放入螺旋钢筋→灌浆。

固结灌浆工艺流程:钻孔、测斜→高压水旋喷洗孔→压水试验→灌浆。

3.1 钻孔工艺

钻探设备采用4台XY-1型钻机,成孔采用清水循环硬质合金或金刚石取心钻进,开孔、终孔孔径均为110mm。地面至桩孔底悬空部分下入套管,以挖孔桩护壁混凝土作支撑利用圆木卡紧,上下固定,确保钻孔位置正确和钻孔的垂直。孔深控制为3倍挖孔桩桩径且不小于5m,遇溶洞超过此深度范围的,进入洞底完整岩石不少于0.5m。孔内岩心必须捞干净。

3.2 高压水旋喷洗孔

在钻具的底部接上孔数较少的花管,接入大流量、高压力(0.5~0.8MPa)的水,利用钻机的升降与旋转,在孔内反复冲洗,冲洗重点部位是溶洞与裂隙发育地段,目的是将裂隙与溶洞中充填的松软、风化的泥质充填物冲出孔外,或是将充填物推移至需注浆处理的范围以外,有利于浆液注入岩石裂隙和溶洞中并与裂隙、溶洞接触面胶结牢固,起到加固地基的作用。冲洗至孔内返出洁净水后延续10min即可终止。若孔内不返水,则冲洗时间 ≤ 40 min。

3.3 钢管桩施工工艺

根据一桩一孔钻探资料及桩径确定钢管桩的布

置根数和位置,钻至处理深度范围,若揭露溶洞则下入钢管并灌浆,否则单纯采用灌浆处理。钢管长度按孔深+0.1m控制,为便于钢筋绑扎下放,钢筋按钢管长度+0.1m控制。钢管管口开丝扣,便于用封闭器封闭。钢管及钢筋必须下到孔底,如受个别岩心及孔壁松动石块卡顶不能下放到底时,可用锤击法轻击,如锤击后仍不能下到位,则应拔出钢管重新扫孔再下钢管。不得重击下管,以防管底变形降低钢管支撑力。

3.4 灌浆

3.4.1 灌浆方法

钢管桩灌浆施工采用纯压式注浆方式,不设回浆管,管口封闭自上而下灌注水泥浆液;为确保水泥浆液灌注顺畅、管内及钢管外壁与孔壁、溶洞间能灌满浆液,在钢管底部1.5m范围内沿周边钻3排小孔(呈花管式),孔径5~10mm,孔距30~40cm。固结灌浆孔采用孔底循环式注浆方式,用卡塞方法封闭,射浆管下到距孔底不大于0.5m的位置。由于地基处理深度不大(一般为3~6m,个别孔因遇溶洞达9m),各钻孔均采用不分段的一次性全孔灌注。各桩孔内完成一个钻孔即进行钢管桩灌浆或纯灌浆施工,灌注完成后间隔24h再进行第二次序的钻孔施工与灌浆,依此方式进行以后次序的钻孔施工与灌浆工作。后一次序的钻探成果作为检验前一次序的灌浆效果的依据之一。

3.4.2 灌浆设备及材料

灌浆设备采用高压泥浆泵2台及相应的高压管道、高压阀、压力表等;制浆设备采用ZJ-400A型

高速制浆机及自制搅浆机各1台,1000 L 搅拌储浆桶1台。灌浆材料采用P. O 42.5 普通硅酸盐水泥,水灰比采用2、1、0.8、0.5 四个级配浆液浓度,由稀到浓逐级灌注。主要添加剂为水玻璃,掺入量为2%~3%。

3.4.3 灌浆压力及压水试验压力

灌浆压力一般采用0.5~0.8 MPa,最大达2 MPa。压水试验采用简易压水试验方法,压力值最大采用0.8 MPa。

3.4.4 灌浆结束标准及封孔

在最大压力下,注入率 ≥ 1 L/min 时,继续灌注60 min 即可结束灌浆。钢管桩灌浆结束后,即从管口投注干拌水泥砂浆置换管内水泥浆,至砂浆封至管口为止。纯灌浆孔采用水灰比为0.5 的浓浆,先将注浆管下至孔底,注入浓浆,直至浓浆填满全孔为止,待浆液析水沉淀后再进行第二次封填,直至钻孔封满为止。

3.4.5 特殊情况处理

场地岩溶发育,出现大量漏浆时,采用降压或自流式灌注,同时限制进浆量、改换浓浆、加入水玻璃等方法进行处理,或采用间歇注浆方式灌注,以控制浆液的扩散半径。当出现串浆时,终止串浆孔的钻孔施工,并进行封堵处理后继续灌浆孔的灌浆。经上述方法处理后,灌浆效果良好。

4 地基处理效果

根据设计要求及施工勘察钻探揭露资料成果,本次地基处理35 根桩中,各桩最少布置2 个固结灌浆孔,最多为3 根钢管桩和一个固结灌浆孔。从灌浆成果资料显示:各桩孔中各次序孔的灌浆单位注入量呈现明显的递减趋势,即单位注入量Ⅰ序孔>Ⅱ序孔>Ⅲ序孔……,符合灌浆技术常规;从后序孔的钻探资料显示,后序孔的钻探冲洗液的漏失量明显较前序孔的减少或不再漏失,返水中明显含有水泥粉粒;后序孔钻探中卡钻、掉钻现象明显较前序孔

减少,钢管下放顺畅,少见卡顶现象;后序孔揭露溶洞高度减小,并在前序孔揭露溶洞埋深位置取得水泥结石岩心,而未再见充填粘土;经对取得的水泥心进行饱和单轴抗压试验,其抗压强度达20~25 MPa。

分析以上资料表明,灌注水泥浆对岩溶洞隙充填程度呈现逐步加强趋势,水泥浆液与裂隙、溶洞、岩石碎块接触面胶结牢固,水泥结石强度较高,起到了加固地基的作用;特别是溶洞中能有效地充满水泥浆液,将钢管桩牢牢地包裹起来,极大地减小了钢管桩的长细比,提高其抗挠曲能力,增强了钢管桩的承载力。

如今,该综合楼已建成使用多年,未见基础下沉、梁墙开裂等现象,地基处理效果良好。

5 结语

小口径钢管桩与固结灌浆在岩溶地基处理中的联合应用,是在特定条件下采取的一种地基处理方式。在本工程条件下,它与将挖孔桩改成冲(钻)孔桩处理方案相比,具有施工期短、环境污染小、场地施工条件允许、施工机械设备小、工程造价稍低的优点;与单纯采用钢管桩相比,可减小钢管桩的长细比,提高其抗挠曲能力和增强钢管桩的承载力;与单纯采用固结灌浆相比,可避免因水泥结石强度较低,地基承载力不足的缺点。

小口径钢管桩与固结灌浆在岩溶地基处理中的联合应用,在本地区局部地段地层中存在土洞和溶洞的工程中,其处理效果是良好的,所体现的经济效益明显优于其它处理方式,值得借鉴和推广应用。同时,该方法具有进一步研究的空间和意义。

参考文献:

- [1] DL/T 5148-2001, 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [2] 梁炯璠. 锚固与注浆技术手册[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.

投资45亿 宁波打造省内最大科技研发园

新华网浙江频道消息 2009年7月16日上午,宁波研发园正式开园。据了解,宁波研发园是目前省内规模最大的研发园。

宁波研发园位于宁波国家高新区,总占地面积30万 m^2 ,总投资45亿元人民币,预计2010年底全部完工。目前投入使用的是研发园的一期工程。历时两年建造,占地20万 m^2 。建成后的研发园将集聚高水平研发机构200家、科技

人才2万多名,成为我省规模最大的研发园,并有望成为环杭州湾产业带最重要的技术创新基地和高素质人才集聚地。

据介绍,宁波研发园还将集聚一批跨国公司区域性研发机构、高等院校、科研院所所属研发机构和技术成果转移中心、科技研发型企业、科技中介服务机构及公共技术服务平台。它们的加盟都将促进宁波研发园尽快成长为长三角南翼重要的技术创新基地和高素质人才集聚基地。