

预应力管桩基础在岩溶地区的应用

兰 南, 万志勇, 吴 刚

(广东省公路勘察规划设计院, 广东 广州 510507)

摘 要:岩溶在我国南方广泛分布, 溶洞地区的桥梁基础在设计及施工上均有较大难度, 预制预应力管桩基础因避免了高风险的成孔过程, 且施工进度快, 经济上也有一定优势, 近年来得到较多应用, 但管桩基础也有它的局限性和缺点。文中综合论述预应力管桩基础的适用条件及设计与施工特点。

关键词:岩溶地质; 桥梁基础; 预应力管桩; 设计; 施工

中图分类号: U443.157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)02-0125-03

0 前言

岩溶地质在我国分布广泛, 特别在南方省份较为集中, 在这些地方修建桥梁, 受路线技术指标及控制点的限制, 不可避免存在溶洞基础问题。由于溶洞发育千奇百怪, 覆盖土层性质多样, 再加上有土洞伴生, 使得岩溶地区的桥梁基础设计及施工均有很大难度。通常采用的应对措施有: 改变桥孔跨径或横向移动桩基, 避开不利位置; 采用整体双柱式桥墩或独柱式桥墩等减少桩基数量的方式, 减小溶洞影响; 采用水泥浆或砂石预先填充, 在冲击成孔时采用多项防护措施, 如: 钢护筒; 小锤小冲程的冲击方法; 多次回填成孔法; 预备块石、砖坯及泥浆供漏浆时应急等。但这不能完全避免施工中的塌孔、地陷等事故, 当出现这些事故时通常会导导致邻近桩基的破坏, 造成严重损失并影响工期。

近年来随着预制预应力高强混凝土管桩在建筑工程中的广泛应用, 部分公路工程中也开始使用这种打入桩基础应对岩溶地质, 由于在施工中避免了桩基成孔的高风险, 且施工进度快, 经济上与其它方案相比有一定优势, 因此这项技术深受欢迎, 但应用管桩基础也有它的局限性和缺点, 使用时应根据具体地质条件仔细分析。

1 适用情况及形式选用

在岩溶地区应用管桩基础的主要优点是: 利用覆盖土层的承载力, 将多根管桩打入(或静压)到溶洞顶层岩面以上, 形成群桩基础, 满足桥梁的承载要求, 因此, 管桩基础避免了常规桩基在钻孔时穿过溶

洞造成的风险。

管桩基础在覆盖土层较厚, 持力层为强风化的条件下最为适用。而当基岩埋深较浅、覆盖层较薄、有孤石、表层软土层较厚等情况下不宜采用, 否则易导致桩身倾斜、桩体折断、桩端或桩头破损等问题。但若采用桩底注浆加固等辅助措施, 也可在某些不利条件下应用。实际工程中需根据地质勘察了解的具体地质情况, 结合管桩的特点, 合理选择构造形式及施工控制方案。

当覆盖土层较厚, 有较好的持力层(标贯值大于25击), 基岩溶洞发育, 连续5 m以上的微风化岩层埋深较深时, 最适宜采用管桩。群桩基础通常采用图1的形式, 桩底设置在溶洞以上一定距离的持力土层中。此时若采用传统钻孔桩基础, 其缺点是: 若设计为钻孔支承桩, 就须穿过溶洞将桩底设置在深层基岩上, 施工时需进行溶洞处理; 若设计为单根钻孔摩擦桩, 将桩底放在溶岩以上的土层, 则覆盖土层的厚度不够, 桩基达不到需要的承载力; 若设计为多根钻孔摩擦桩, 采用群桩构造, 形式与管桩基础类似, 则由于两类桩基在施工、构造与受力上的差别, 费用大于管桩基础。

当覆盖土层较薄, 基岩溶洞发育, 连续5 m以上的微风化岩层埋深较深时, 若采用单根大直径桩基, 需设计为支承桩, 桩基要穿过多层溶洞; 若采用管桩, 如果桩底不落在顶层岩面, 也会因覆盖土层过薄而导致单桩承载力过低, 若把桩打到岩面又面临诸多不利。此时可在管桩的基础上配合采用桩底加固等辅助措施(见图2), 先把管桩打到距岩面一定高度处, 然后采用注浆或高压旋喷等工艺把桩底至岩面的土层加固到一定强度(通常可得到单轴极限抗压强度5 MPa以上的复合土体), 从而使管桩的承载力大为提高, 如有必要还可将顶层的溶洞一起

收稿日期: 2005-12-21

作者简介: 兰南(1976-), 女, 四川自贡人, 工程师, 从事道路桥梁工程设计。

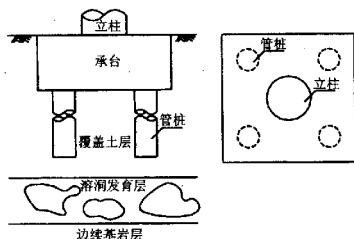


图1 管桩基础构造图

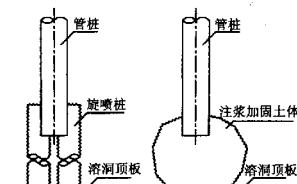


图2 管桩桩底加固

注浆填充加固。

若采用桩底加固的管桩基础时,应根据溶洞的发育程度、溶洞的大小、充填情况、顶层岩面的厚度及倾斜情况,谨慎考虑。由于群桩基础平面尺寸较大,若岩地质复杂多变,通常一个桩基须有两个以上的钻孔,如有条件可采用物探等技术手段得到更为准确全面的地质断面情况。如果顶层岩面厚度较小,应同时加固桩底一定深度内的溶洞。如果顶层岩面过于倾斜,应考虑其它方案,实际工程中因岩面倾斜而导致施工断桩的情况并不少见,且过于倾斜的岩面对桩基受力不利。如果覆盖土层过薄,土质松软或为厚层软土时,也不宜选用管桩。如果覆盖层有土洞时也应谨慎选用。

管桩基础的应用不仅受一定条件的限制,且在实施和使用上也有些不利因素:管桩的施工机械无论是静力压桩还是动力打桩都比较笨重,不利于在交通条件差的地方使用,若桩基位于河道中也会给施工造成较大困难;管桩结合注浆或高压旋喷时,加固效果检测难度大,施工质量及费用难以控制,工程中的基础注浆使用上百吨水泥;管桩基础的抗震性能相对要差。

2 构造与计算

预制预应力管桩采用专业化工厂集中生产,质量易于控制。其特点是桩身混凝土强度较高,因此

能得到较高的承载力并进入较厚的土层,直径60 cm的管桩设计竖向承载力可达2500 kN左右。管桩分为不同的直径(常用40、50及60 cm)、壁厚和强度(分普通混凝土和C80以上的高强混凝土),使用时根据不同的设计承载力要求选用。管桩施工时桩底设置桩尖,常用的桩尖有十字型、圆锥型和开口型,根据不同的地质条件选用。单根管桩的长度通常为7~13 m,可通过焊接接长,也可将外露多余部分截除。

管桩基础的平面布置尽可能对称,桩间的最小间距需满足规范要求。承台的厚度按规范不宜小于1.5 m,其断面可根据基础的大小和受力需要采用等厚或锥形。承台以下一定范围内的管桩桩顶,应采用混凝土填充中心的空洞,并预埋连接钢筋伸入承台,管桩伸入承台15至20 cm。配合采用注浆或旋喷时,注浆孔可布置在管桩四周,也可利用管桩中心的空洞。

溶洞地区桥梁管桩基础的计算与一般打入桩基础类似,容许承载力计算公式如下:

$$[P] = 1/2(U \sum a_i l_i \tau_i + aA\sigma_R)$$

计算时注意合理选取桩侧土的极限摩阻力 τ_i ,及桩尖处土的极限承载力 σ_R ,通常需采用试桩予以验证。群桩基础还需注意群桩效应,将群桩作为整体验算桩尖平面处土的承载力。除竖向承载力计算外,还应进行水平承载力、桩身强度验算,若覆盖层为厚层软土时要验算稳定性,并注意负摩阻的影响。

若在管桩桩底配合采用注浆或旋喷加固时,可根据土体特性指定桩底土加固后的强度,做为计算参数代入上式,由于施工质量的不确定性,对加固土体强度的取值需特别慎重,但通常情况下由于加固土体对管桩桩底有扩桩头的作用,实际承载力比公式计算要大。当桩底以下顶层溶洞顶板厚度较薄时,计算桩底部分的承载能力,还需考虑局部岩层的强度,必要时予以注浆填充。

对于桩顶承台,其计算方法与普通群桩基础承台相同,需进行正截面抗弯强度的计算、抗剪强度计算、冲剪和冲切验算。

3 施工方法与控制

管桩通常采用静力压桩机或动力打桩机进行施工。静力压桩机因宜于控制管桩的承载力,通常情况下为首选,但它比动力打桩机笨重,费用也要贵一些。动力打桩机对于长线形的公路工程更为实用,因而使用更为广泛。采用动力打桩机时应注意根据

注浆技术和树根桩法加固桥梁桩基

罗桂东

(北京市市政工程管理处,北京 100045)

摘要:以北京地铁五号线隧道穿越玉蜓立交桥桥区处需对桥梁桩基进行加固处理的工程为例,分析了桩基加固的原因,介绍了注浆技术和树根桩法加固桩基的原理和优点以及应用注浆技术和树根桩法对桩基进行的加固设计。实践证明,采用上述两种方法加固桩基取得了很好的成效。

关键词:注浆技术;树根桩法;加固;桥梁桩基;土体

中图分类号:U443.17 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)02-0127-05

0 前言

2001年7月13日,北京申办2008年第29届奥运会取得成功,为北京快速轨道交通等城市基础设施工程建设提供了十分宝贵而又难得的机遇。正在兴建的地铁五号线、四号线、十号线及奥运支线,即将兴建的九号线一期工程及首都机场线,这些项目均将在2008年奥运会召开前建成通车。以地铁为主要干线的快速轨道交通运输系统,因其快速、准时、安全、运载能力大以及对环境影响小的特点而成为世界许多大、中城市发展公共交通的必然选择。北京地铁线路多位于桥区,需穿越桥梁,以地铁五号线线路南城段为例,穿越的桥梁有:刘家窑立交桥、玉蜓立交桥、南护城河跨河桥、109中学天桥、崇文

中医院天桥以及法华寺天桥等。地铁隧道开挖施工势必引起地表沉降与变形对既有桥梁的正常使用将产生一定影响,往往会引起桩基的沉降与变形,导致桩基承载力降低,造成桥梁上部结构变形,当变形过大时将危及桥梁结构的使用功能。为了确保桥梁正常使用,必须控制因地铁隧道施工引起的桥梁桩基的沉降与变形,因此,如何采取有效、合理的技术措施对桥梁桩基进行加固,阻止桥梁地基沉降与变形,确保桥梁正常使用,这是我们工程技术人员必须解决的课题。注浆技术和树根桩法的应用是解决这一课题的有效途径。

1 工程概况

1.1 概述

地铁五号线是北京市轨道交通线网规划中的一条重要南北向干线,线路南起丰台区宋家庄,北至昌平区太平庄北站,线路全长27.6 km。

收稿日期:2005-11-22

作者简介:罗桂东(1972-),男,江西人,工程师,从事旧桥维修与加固工程设计工作。

管桩桩径的大小选用合适的锤重,Φ40的管桩通常采用9 t锤,Φ60的管桩通常采用15 t锤。动力打桩时的重点是控制好贯入度,既要使桩基到达设计承载力,又要避免桩基打到岩面上后出现桩身倾斜、断桩或桩头破损等情况。贯入度可采用Hiley(海利)打桩公式估算:

$$s = \frac{FE}{Q_{sk}} \cdot \frac{W + Pe^2}{W + P} - \frac{c}{2}$$

若无确定经验,应通过试打,结合PDA打桩分析仪等进行承载力测定后确定。管桩施工后的检测包括:长度、垂直度、完整性等。

若采用管桩结合注浆或高压旋喷的形式时,还涉及注浆和旋喷的施工。浆液通常采用425#普通硅酸盐水泥,水灰比1.0。浆液可根据需要添加水

玻璃,以加快凝固避免顺裂隙流失,也可采用间歇多次注浆的方法解决流失问题。注浆工艺可采用袖阀管法进行渗透或劈裂注浆。高压旋喷的压力要求大于20 MPa,旋喷桩有效直径约为0.5 m。加固土体通常在28 d后进行钻孔取芯检验,检验的主要内容还包括:整体性和均匀性、有效直径、垂直度、强度、固结体的溶蚀和耐久性等等。

4 结语

岩溶地区桥梁桩基设计难度大、施工风险高,预应力管桩基础在一定条件下是不错的方案,近年来在不少工程中有应用,但理论与经验还不是很成熟,希望本文的内容能对设计与施工有所帮助。