

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, 经济上也有一定的优势, 近年来得到应用, 但管桩基础也有它的局限性和缺点。本文综合论述其适用条件及设计与施工特点。

关键词: 岩溶; 基础; 管桩

1 概述

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的问题。由于溶洞发育千奇百怪, 覆盖土层性质多样, 再加上土洞伴生, 使得岩溶地区的桥梁基础设计及施工均有很大难度。虽然在构造上可以采用较大跨径或整体双柱式桥墩以减少桩基的数量, 在施工上采用预填充及冲击成孔的多项防护措施, 如: 采用块石、砖坯填洞, 预备漏浆后的快速补浆措施, 小锤小冲程的冲击方法等, 但还是经常出现了塌孔、地陷等事故, 导致邻近桩基的破坏和本桩处理难度的增加, 造成严重的损失并影响工期。近年来随着预制高强预应力管桩在建筑工程中的广泛应用, 技术已经成熟, 部分公路工程中也开始使用这种打入群桩基础, 由于避免了桩基成

孔的高风险, 且施工进度快, 经济上也有一定优势, 因此这项技术深受欢迎, 但管桩基础也有它的局限性和缺点, 使用时应充分考虑。

2 适用情况及形式选用

预制预应力管桩基础属于打入桩, 其特点是桩身混凝土强度较高, 可达 C80, 因而可得到较高的承载力并进入较厚的土层, 直径 60cm 的管桩设计竖向承载力可达 2500kN 左右。管桩通常采用工厂化生产, 其质量易于控制。与其它打入桩基一样, 管桩基础在土层较厚, 持力层为强风化的条件下最为适用, 当软土层较厚、基岩埋深较浅、有孤石等情况时不宜采用管桩或需增加其它措施, 否则易导致桩身倾斜、桩体折断、桩端或桩头破损等问题。在岩溶地区应用管桩基础, 应加强勘察, 根据具体地质情况结合管桩的特点合理选择构造形式, 并注意分析可能的不利因

素。下面详细分析适用情况及不足之处。

(1) 当覆盖土层较厚, 有较好 (标贯值大于 25 击) 的持力层, 基岩溶洞发育, 连续 5m 以上的微风化岩层埋深

较深时, 若采用单根大直径钻孔摩擦桩设计, 土层的厚度又不够, 若采用钻孔支承桩, 又必须穿过溶洞进行溶洞处理, 此种情况下最适宜采用管桩, 设计为群桩基础, 如图 1。

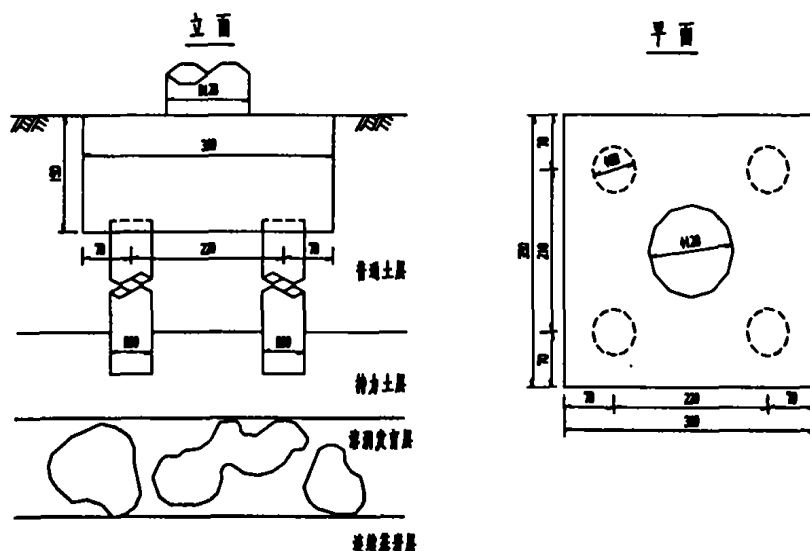


图 1 溶洞区管桩基础构造图

(2) 当覆盖土层较薄, 基岩溶洞发育, 连续 5m 以上的微风化岩层埋深较深时, 若采用单根大直径桩基就必须设计为支承桩, 因此桩基须穿过多层溶洞。此时采用管桩, 如果桩底不落在顶层岩面, 也会因覆盖土层过薄而使单桩承载力过低, 若把桩打到岩面又面临诸多不利情况。可采用的措施是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到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 5MPa 以上的复合土体), 从而使管桩的承载力大为提高。但是, 在这种情况下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。通常一个桩基须有两个以上的钻孔, 如有条件可通过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, 若此时上层溶洞为较大的空洞, 应结合其它方案进行分析比较。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断桩的情况并不少见。如果覆盖土层过薄土质松软或为厚层的软土时, 也不宜选用管桩。如果覆盖层有土洞时应谨慎选用。

(3) 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一

些不利因素。首先,采用的管桩基础多为群桩,桩基分布的范围较大,而通常溶洞的分布非常复杂多变,这样就必须增加勘察的力度;其次,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;再次,当管桩结合注浆或高压旋喷时,可能使得费用难以控制,实际工程中有一个基础注浆使用水泥上百吨的情况;还有,管桩基础的抗震性能相对要差。

3 构造与计算

预制预应力混凝土管桩有不同的直径(常用 40cm、50cm 及 60cm)、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。管桩常用的桩尖有十字型、圆锥型和开口型,应根据地质条件合理选用。管桩的平面布置尽可能采用对称形式,并注意桩间的最小间距要满足规范要求。承台的厚度按规范不宜小于 1.5m,其断面可根据管桩布置的宽度采用等厚或变厚。管桩桩顶一定范围内应采用混凝土填充中心的空洞,并预埋连接钢筋,管桩应伸入承台 15 至 20cm。注浆或旋喷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,注意合理选取桩侧土的极限摩阻力、注意群桩效应,进行承载力计算和桩身强度验算,若覆盖

层为厚层软土时注意水平承载力验算和稳定验算。但是,当采用注浆或旋喷加固的形式时,应注意桩底加固土体强度的取值,首先,桩底土经注浆或旋喷加固后,其强度受土的性质及施工控制等因素影响较大;其次,当顶层溶洞顶板厚度不大时,计算桩底部分的承载力时需考虑局部岩层的承载力。对于承台,应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。

4 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,但是它比动力打桩机要笨重得多,费用也要贵一些。动力打桩机相对要方便一些,因而使用得更为广泛。采用动力打桩机时应注意根据管桩桩径的大小选用合适的锤重, $\phi 40$ 的管桩通常采用 9 吨锤, $\phi 60$ 的管桩通常采用 15 吨锤。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。贯入度应通过试桩,结合 PDA 打桩分析仪进行承载力测定(包括恢复系数)后确定。管桩施工后应进行长度、垂直度、完整性等方面的检测。

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。注浆工艺可采用袖阀管法进行渗透或劈裂注浆。高压旋喷的压力通常要求大于 20MPa。加固土体通常在 28 天后进行钻孔取芯检验,检验的主要内容包
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。

5 结语

岩溶地区桥梁桩基的设计与施工,一直是让人头痛的难题,预应力管桩基础在一定条件下是个不错的方案,近年来在不少工程中有应用,但理论与经验还不是特别成熟,希望本文的内容能对设计与施工有所帮助。

“全国高速公路地基处理学术研讨会”征文通知

(第 1 号)

为了总结、交流高速公路地基处理工程勘察、设计计算、施工技术、施工监理、现场监测、施工机械以及理论研究方面的新鲜经验,中国土木工程学会土力学及岩土工程分会地基处理学术委员会、中国公路学会道路工程学会、广东省交通集团有限公司、广东省公路学会、江苏省公路学会和浙江省公路学会联合主办“全国高速公路地基处理学术研讨会”。会议将于 2005 年 11 月在广州举办,会议由广东省航盛工程有限公司承办。现将会议论文征集工作有关事项通知如下:

1、征文范围:新建、改建、扩建高速公路的

- (1)地基处理勘察、设计、施工等。
- (2)地基处理试验、监测(包括工后监测)、检测等。
- (3)地基处理理论研究、数值分析等。
- (4)地基处理施工工艺、施工机具等方面的新发展。
- (5)涉及地基处理的其他方面。

2、征文要求:应征论文应未在国内外刊物或论文集上发表。论文字数请控制在 6000~10000 字。论文格式请参考《岩土工程学报》杂志,来稿

请自留底稿,并提供电子文档。论文要求图表齐全,并注明作者详细通讯地址及联系电话。

3、征文时间安排:

征文截止时间:2005 年 8 月 1 日

录用通知时间:2005 年 8 月 15 日

修改稿截止时间:2005 年 9 月 15 日

应征论文将由论文编审委员会决定是否录用。入选论文将正式出版论文集。

应征论文一式二份请寄:

310027 杭州浙江大学玉泉校区土木工程系地基处理编辑部 黄鼎群

E-mail: yulan20@163.com

联系电话:0571-87952077

或寄:

511442 广州番禺南村南大路塘东省航盛公司 2 号楼 6 楼广东省航盛工程有限公司

魏金霞 E-mail: jinxiawei@tom.com

联系电话:020-84567366 传真:020-84564033

中国土木工程学会土力学及
岩土工程分会地基处理学术委员会
2005 年 2 月