

文章编号:0451-0712(2006)07-0345-03

中图分类号:U445.551

文献标识码:B

九洲江大桥溶洞桩基施工

张 豪, 吴良木

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 510620)

摘 要: 渝湛高速公路粤境段九洲江大桥全长 929 m, 位于湛江廉江市境内, 桥位地层岩性极其复杂, 溶洞发育, 覆盖层以砂性土及卵砾石层为主。文中介绍岩溶区桩基的施工过程, 超前钻对桩基成孔的影响及处理方法。

关键词: 桥梁; 溶洞; 桩基施工; 超前钻; 压浆

1 工程概况

渝湛国道主干线高桥(粤桂界)~遂溪高速公路系国家规划的重庆~湛江国道主干线的末段, 路线起自湛江高桥(广东省与广西壮族自治区交界处), 接广西合浦(白水塘)~山口高速公路。第四标段的九洲江特大桥全长 929 m, 孔跨布置为 $10 \times 20 \text{ m} + 2 \times 16 \text{ m}$ 先简支后连续空心板 + $20 \times 30 \text{ m}$ 先简支后连续 T 梁 + $2 \times 16 \text{ m} + 3 \times 20 \text{ m}$ 先简支后连续空心板, 两岸引桥为空心板。九洲江大桥桥梁基础型式采用了嵌岩桩和摩擦桩相结合的基础型式, 尽量避开钻探及物探所揭露的岩溶发育区, 桥墩为双幅两柱配预应力混凝土盖梁, 以减少桩基穿越溶洞的概率。全桥共 38 个墩台, 桥台为双排桩, 桩径为 1.2 m, 引桥桥墩为桩径 1.6 m 的单排桩, 主桥桥墩为桩径 2 m 的单排桩, 共有桩基 88 根。

桥位地层岩性极其复杂, 其上部为第四系全新统河流相沉积层, 以砂性土及卵砾石层为主, 厚度变化较大, 在高桥岸基底揭露有燕山期花岗岩、石炭系石灰岩, 河床部位及遂溪岸基底岩性以石炭系石灰岩为主, 局部揭露有砂岩、砂页岩、页岩, 基底岩面起伏极大, 灰岩溶蚀严重, 土洞及溶洞发育, 溶洞层数最多达 10 层, 溶洞高度最大为 26.9 m。大部分溶洞有充填物, 充填物多为软塑状亚粘土、松散亚砂土或砾砂, 连通性较好, 地下水的迳流排泄条件良好; 部分溶洞无充填物; 大部分溶洞钻进时全漏水。

九洲江大桥桩基开始时是按每桩一孔来钻探的, 对于岩溶区桩基施工来说, 由于灰岩溶蚀突变性的不可预测, 一个钻孔往往难以控制全桩桩底灰岩

溶蚀的发育情况, 施工过程中往往会发生与地质勘察结果不相符的情况。为了真正探明桩底的地质情况, 保证桩基的安全, 业主要求在桩基钻至设计标高后移开钻机, 交由勘察单位进行超前钻, 根据地质补钻情况确定桩基是终孔还是继续加深。

2 施工方案的确定和实施

由于岩溶区岩性的复杂性、桩基施工的危险性及不可预见性, 桩基施工过程中极易出现卡钻、掉钻、偏孔、急骤漏浆、坍孔、埋钻、地陷等事故甚至危及施工人员安全。因此岩溶区施工方案的选择上必须认真考虑, 尤其是水中桩基, 必须尽量避免因出现急骤漏浆而造成坍孔, 进而导致孔口周围大面积地陷, 危及施工平台的稳定和安全, 危及施工平台上工作人员的安全。

溶洞桩基成孔处理原则: 对于水中桩基必须确保少塌陷甚至不塌陷, 以免影响钻孔平台的稳定, 对摩擦桩还应避免对桩周土的扰动; 岸上桩基: 力争摩擦桩是不塌陷, 嵌岩桩少塌陷。因此, 采用护筒护壁的方法较为稳妥, 采用套护筒及抛填片石、黄土等方法成孔。

2.1 施工平台的搭设

水中桩基施工, 主要采用钢管桩、贝雷梁、型钢等搭设施工平台。其中钢管桩的施工除考虑盖梁的施工需要外, 还须考虑桩基施工中的坍孔、地表塌陷对稳定性的影响, 钢管桩必须按要求打入到预先根据地质情况计算好的设计标高。钢管桩内填砂至密实, 在桩顶 1 m 高度内灌注混凝土。施工过程中出现

坍孔时应再次确认钢管桩的稳定性,确保施工平台的施工安全。钢管桩采用 8 mm 厚的 A3 钢板卷制,直径为 80 cm。

2.2 桩基钢护筒厚度的确定

桩基护筒根据其入土深度及实际施工条件,采用厚度为 10~14 mm 的 A3 钢板卷制,直径按照各桩的施工需要进行加工;对于 2.0 m 的桩基,深度 <20 m,采用 10 mm 厚的钢板;深度 <40 m 时,采用 12 mm 厚的钢板;深度 ≥ 40 m 时,采用 14 mm 厚的钢板。对于 1.6 m 的桩基,深度 <20 m,采用 10 mm 厚的钢板;深度 <40 m 时,采用 12 mm 厚的钢板。

钢板在制作棚用卷板机卷成筒后,在焊接平台上焊接。为加强钢护筒的整体刚度,钢护筒的焊接接头处均在外加设宽度为 20 cm 的钢带,护筒脚处加设 50 cm 宽钢带作刃脚。钢护筒加工要标准,垂直度不超过 1 cm/m,椭圆度不大于 2 cm,焊接采用坡口双面焊,所有焊缝要求连续饱满。

2.3 桩基护筒的埋设

桩基护筒的埋设及下沉,均采用振动锤振入至设计要求的深度,护筒刃脚应尽量置于粘性土中。

2.4 泥浆的控制

成孔过程中,泥浆控制是很重要的一点,泥浆的优劣对钻孔的顺利与否起着关键作用。造浆应尽量用质量好的粘土,以提高泥浆性能。在钻孔过程中,随时测定和控制泥浆的比重,要求试验室随时跟踪并记录泥浆性能等指标,按要求随时对造浆所用的黄泥进行检测,如 pH 值、含砂率、粘度等,对不合格黄泥坚决不准进场。

2.5 冲击钻成孔工艺

溶洞桩基成孔设备采用冲击钻机。

对于一般土层,可按常规方法施工。

2.5.1 通过基岩时的处理

当通过基岩之类土层时,可采用 4~5 m 的大冲程,使基岩破碎。若基岩岩面较陡为半岩半土状时,易出现偏孔,应先回填片石,再行冲击成孔。

在基岩钻进时,冲锤磨损快,应经常检查冲锤直径及刃口的磨损程度,当发现不足时应及时补焊,以免造成成桩质量事故及卡钻事故。当然,也应经常检查冲锤转向装置及钢丝绳接头情况,防止转向装置失灵影响成桩质量、卡钻及断绳掉锤事故发生。

2.5.2 护筒脚及以下松散土层漏浆的处理

由于桥区内第四系砂性土覆盖层较厚,透水性良好,桩基护筒大多落于该层,加上振动锤的振动作

用,护筒脚及以下土层较为松散、液化,孔壁不稳定,发生漏浆极为普遍。

通过护筒脚时或在松散土层钻进时,应慢速进尺,回填片石、粘度较好的黄土或水泥,浓泥浆、中小冲程、高频率反复冲砸,使泥膏和片石挤入孔壁,孔壁坚实不坍不塌。当漏浆经常性发生时,可反复回填片石、黄土或水泥反复冲砸,如此反复三四次。本方法在没有超前钻影响的情况下,对护筒脚出现漏浆的处理较为有效。

但由于超前钻的原因使孔壁质量变差,泥皮不能很好地附着于孔壁上,也不能有效防止漏浆的发生,造成桩孔不能有效进尺。泥浆一循环就发生漏浆,未能有效形成循环,钻渣也就不能通过循环悬浮出来。正常的方法未能阻止漏浆的发生,必须通过其他手段使桩孔周围的土层密实,使漏浆不会再次发生。

本桥对由于超前钻导致的漏浆或在反复回填片石、黄土仍无法堵漏的情况下,采用了压浆的方法进行处理,成功地解决了漏浆。压浆的机理是,在压力的作用下,水泥浆与其能到达的有效作用范围内的土体的土粒充分搅拌混合,并按一定的浆土比例有规律的重新排列。浆液经一定时间的凝固后,即在桩孔周围的土中形成一个环形固结体,固结体透气和透水性差,具有一定的防渗性能,阻隔孔内外渗流,起到护壁作用。

压浆处理时,应先确定漏浆的大概位置,然后安放加工好的预埋管并作固定。压浆范围内用回填袋装黄土至护筒脚 1 m 以上,回填时,应注意保护好预埋管,以防堵塞压浆管。回填完毕在回填物面上浇注 150~200 cm 的 C20 素混凝土作为压顶封闭层。停滞约 3 d 后即可压浆,压浆时插入直径为 25 mm 的压浆管,可直接压纯水泥浆,水泥浆中可加入早强剂,压浆以稠度控制,稠度以砂浆流动度测定器来测定,水泥浆稠度要求 4~10 s,压浆压力约 0.4~0.5 MPa。压浆顺序从下到上,慢慢提升压浆管。压浆过程应注意观察压顶混凝土及桩基护筒周围有无冒浆现象,观测压力表有无突降或突升现象。压浆完毕约 3 d 后,可继续钻进。

本桥对因超前钻引起反复漏浆且严重影响工期的 21 号墩左桩、23 号墩左桩及 24 号墩右共 3 根桩基采用压浆护壁方法进行处理,解决了漏浆问题,压浆后 3 根桩基均顺利成孔,确保后续工序连续、工期不致延后。

2.6 溶洞中冲进

在溶洞冲进时,采用如下方法处理:

(1)在冲进过程中,对照每孔的钻探资料,在快接近溶洞顶板位置时,冲击钻头操作要平稳,尽可能地少碰孔壁,进入溶洞顶板时严格控制冲程;溶洞顶板高度较大时,采用较大冲程,高度较小时采用小冲程。在进入溶洞顶板后及时套用直径小一级的护筒,并辅以振动锤施打,尽可能到达岩面,若溶洞顶板之上为不透水的粘土层,护筒也可以直接落于该层。然后改用与所套用护筒相匹配的冲锤继续钻进,慢慢穿过顶板,在冲进过程中,按一定比例投入黄土及片石来封堵裂隙。

在即将击穿无充填或半充填的溶洞顶板时,由于惯性作用,冲绳拉力突然加大,导致断绳、掉锤现象发生。因此,在即将击穿顶板时,必须严格控制冲程在80 cm左右,缓慢穿过顶板。

对于复杂的大溶洞,可采用 $\phi 120$ 的冲锤,小冲程慢慢地击穿顶板,观察溶洞漏浆情况,再改用原来冲锤钻进。在穿过顶板进入溶洞时,此时极可能发生急骤漏浆,应尽快投入袋装黄土和片石,并以最快速度沉入孔底,用冲锤挤压,封堵裂缝或充填溶洞并及时补充优质泥浆。

在溶洞内钻进时,采用先回填再进尺,边回填边进尺,反复在此处每冲进60 cm就投入足够的片石、黄土挤密填筑溶洞,并形成较为坚实的护壁,钻进时控制进尺和冲程,避免打空锤、掉锤、卡锤等现象。

(2)由于基岩内裂隙的存在,漏浆现象总会发生。根据地质勘探资料,在接近岩面或进入岩层一定深度内,预先按一定比例投入黄土和片石来封堵裂隙,且每冲进50~60 cm投入一次,直至终孔。在发生急骤漏浆时,及时补充优质泥浆。

(3)在冲进过程中,采用间断循环浆清渣法,始终保持孔内留有一定的沉渣,以沉渣来封堵裂隙。

(4)桩基周围应备有应急的物资,如片石、黄土等。

为保证回填及时,必须购置大量的编织袋,将黄土袋装后与片石一起放在桩基周围,随时准备应付突发事件的发生;对于水中墩,平台和浮吊上各备有一定数量的袋装黄土与片石,浮吊上的物资已装好,随时准备起吊。

为保证回填效果,黄土宜用袋装或泥球状抛入,片石与黄土比例控制在2:1左右,以冲挤到溶洞回填物中作骨架,稳定充填物,使孔壁趋于稳定、密实。

对于柱状图显示无溶洞而岩层有裂隙且溶蚀发

育,尤其应注意,避免由于准备不充分导致漏浆来不及处理而造成坍孔。

(5)造浆尽量用优质粘土,尽量选用膨润土,经常对钻孔泥浆进行检测和试验。

(6)当同一桩孔遇有多层大溶洞时,在开口护筒内逐级套入多层护筒,每层护筒穿越一层大溶洞,以防止孔周土层向孔内坍落,最内层护筒直径需保证桩的设计直径,依此推算出其外各层护筒的直径,直至开口护筒。每层护筒直径相差约15~20 cm。

2.7 超前钻对成孔的影响

九洲江大桥桩基开始时是逐桩钻探的,由于灰岩溶蚀的突变性,一个钻孔往往难以控制全桩灰岩的溶蚀发育情况,施工过程中曾经出现过两根基桩落于溶洞之上,且桩底均有两层溶洞,这明显不符合设计要求。

为了避免再次出现类似情况,对所有未施工的桩基在开钻前进行地质补勘,每根桩均补充3个地质钻探孔,尽可能准确反映桩底基岩的溶蚀发育情况,也为准确确定逐桩施工方案提供了可靠依据,做到有的放矢。本桥桩基施工过程中,由于种种原因,有相当部分桩基在冲击钻进至暂定设计标高后再进行超前钻,且有部分桩基需进行两次以上的超前钻,该部分桩基也是成孔难度极大的,超前钻已变成了顺利成孔的拦路虎。超前钻短则五六天,长则十天半个月,对成孔极为不利。由于超前钻的存在,使泥浆循环不能正常进行,使附着于孔壁、阻隔孔内外渗流的泥皮质量下降,不能起到有效护壁作用,使孔壁易发生渗漏;超前钻也会钻穿溶洞或闭合裂隙,漏浆、坍孔时有发生;根据超前钻情况需要加深的桩孔大多是由于其下有溶洞存在,再继续钻进击穿溶洞顶板时,由于停滞时间长,孔壁质量较差,对漏浆、坍孔的发生会起到一个催化、加速度的作用。在超前钻过程中,除了间断性进行泥浆循环,延缓孔壁质量下降外,别无它法。在溶洞桩基施工中,应尽量避免冲孔与超前钻交叉作业,超前钻应安排在桩孔施工之前,减少人为设置的障碍,为桩基顺利成孔创造有利条件。

3 清孔、下放钢筋笼及混凝土灌注

钻孔深度达到设计标高,经有关方面确认终孔后方可清孔,清孔符合相关规定后,应尽快下放钢筋笼并再次清孔,灌注混凝土应尽可能迅速,防止意外情况发生。灌注混凝土过程中,应注意混凝土面的上升情况和出浆量的变化。发现异常,应采取相应对策。

文章编号: 0451-0712(2006)07-0348-004

中图分类号: U443.82

文献标识码: B

渝湛高速公路桥头跳车的处治对策

王裕文¹, 曹志强¹, 王笃高²

(1. 广东渝湛高速公路有限公司 湛江市 524005; 2. 中国路桥(集团)总公司 北京市 100011)

摘 要: 对高速公路桥头跳车病害的原因进行了分析,并结合渝湛高速公路粤境段的工程实践,提出了高速公路桥头跳车病害的处理对策,特别是合理设置桥头“搭板+过渡板”,以及对搭板下填料进行压浆加固的处治技术,在工程实例中收到了较好的效果,对于高速公路的桥头跳车病害处治起到了借鉴作用。

关键词: 高速公路; 桥头跳车; 原因分析; 处治对策

桥头跳车是由于桥梁或涵洞等结构物两端(桥台)与路堤填土衔接处,产生较大的差异沉降和差异刚度,使路面出现显著的纵坡变化和刚度突变,从而导致高速行驶的车辆产生跳跃现象,严重影响行车安全和舒适度。

引起桥头跳车的关键在于桥台和填土路堤的差异沉降,桥台沉降往往很微小或几乎为零,治理桥头跳车关键在于控制与桥台相邻的填土路堤的沉降。引起与桥台相邻的填土路堤沉降的原因主要有:(1)地基沉降,地基承受其上静载(路堤、路面等荷载)和动载(汽车)随时间而引起的压缩、移动,特别是软土地基;(2)路堤填料压缩沉降,由于填料间含有水分和空隙,特别是填料压实度不够时,在填料自身重量及其上静、动荷载的作用下,随时间引起的工后沉降;(3)渗水引起细颗粒填料流失和水引起的材料软化变形等,引起路堤沉降。

1 桥头跳车的主要处治对策

桥头跳车是渝湛高速公路粤境段在建设过程中要求根治的质量通病之一,工程开工前,就以项目建设管理手册和文件形式,明确桥头跳车的处治目标和措施。由引起桥头跳车的原因分析可知,要想根治桥头跳车病害,必须从产生桥头跳车原因的根源着手研究处治对策。

1.1 进行彻底的地基处理

彻底处理好地基,减小地基工后固结沉降,是减小与桥台相邻的填土路堤沉降的重要环节。本项目沿线地质变化大,根据地质情况采取不同的地基处理办法:(1)地基为硬实土质或岩石,要求清理干净松散表土;(2)地基为广泛存在的浅层洼积软土,根据地下水位高低,一律换填土或换填砂,置换要求彻底;(3)地基为深层软基,则与该段软基处理时一并考虑,桥涵台前后地基处理适当加强,并且要求结构

收稿日期: 2006-05-10

4 结语

鉴于岩溶区岩性的复杂性,必须首先探明桩位的地质情况,桩径 1.6 m 以上的桩基必须每桩 3 个地质钻探孔,以比较准确地探明基底持力层的地质情况,确保基底基岩的完整性,也为确定逐桩施工方案提供准确的依据。

根据每桩 3 孔的钻孔地质柱状图,制定详细的施工方案,做好逐桩技术交底。

做好应急措施。由于溶洞桩基施工具有不可预见性、复杂性、危险性,因此,在溶洞处理过程中,应

随时观察发生的异常情况。

另外,桩基周围应备有片石、黄土、水泥等应急物资,避免出现停工待料情况。吊车、装载车、浮吊等设备处于待命状态。及时解决出现的各类异常问题,确保工程质量和施工安全。

当发生急骤漏浆时,应迅速提锤,操作手离开钻机,避免安全事故发生,同时,用泥浆泵向桩孔补浆,并用装载机或浮吊投入存放在桩基旁边的袋装黄土与片石,必要时投入水泥包,强行堵漏,防止坍孔,直至泥浆面稳定为止。