

分宜县浅覆盖型岩溶地区地基处理浅析

邓江平

江西分宜二二四地质队 江西 新余 336600

【摘要】随着社会主义市场经济的不断发展越来越多的工程兴建在岩溶地区,岩溶地基问题就成为工程建设中的突出问题,岩溶不良地质构成的岩溶地基常常引起地基承载力不足、不均匀沉降、地基滑动和塌陷等地基变形破坏。加强岩溶地基分析的综合评价,采用合理、经济的地基处理措施,有着重大的技术价值和经济意义。

【关键词】岩溶 地基处理 勘察 稳定性 桩基

一、岩溶概况

岩溶主要分布于可溶性岩层中,分宜县岩溶主要分布在城区以南,岩溶类型总体而言属裸露型岩溶及半裸露型,岩溶发育,岩溶发育深度主要在浅部,以垂直岩溶形态为主,发育程度随深度增加而减弱。岩溶现象出现在地面以下深度1m,基岩面以下深度10m的范围内,超出此深度范围后,岩溶现象显著减少。岩溶的一般形态及形成原因主要受地下水长期的溶蚀作用下形成的。岩溶形态主要以溶洞、溶沟、裂隙、溶槽、石牙、漏斗等产出是可溶性岩受地下水的化学和物理作用的结果。

二、岩溶地区的勘察方法

采用钻探及物探的方法。工程地质勘察的目的是为设计和施工提供工程地质依据。但在岩溶地区岩石面高低起伏变化大,岩石露头无连续性和规律性,表层岩层往往十分破碎。普通的地质钻探难度大,很难反映场地的岩溶情况,常常不能完全满足设计要求,往往在施工过程中还要对场地环境进行复查,给地基处理、基础选型方案的选择带来很大难度,造成工期长,造价高,施工质量还难以保证。所以,在岩溶场地的勘察工作中不能单纯依赖钻探而忽视物探,要两相结合,互相认证。可采用电法、电磁法探测基岩埋深、土洞,划分上覆松散沉积层序和风化带,采用跨孔电磁波计算机层析成像(CT)技术探测地下洞穴、隐伏断层、破碎带。结合利用传统钻探孔,将部分孔加深作为电磁波发射及接收井,即可实现由点到面(剖面)的探查成果。由于岩溶的形态和特点岩溶地区工程活动中常见下列的一些现象和问题:1、钻探或冲(钻)孔桩作业时,发生漏浆、漏水、塌孔、卡钻、埋钻、掉钻、偏孔;2、地质钻孔见岩与钻(冲)桩、人工挖孔桩见岩不一致;3、同一承台,桩长相差甚大,数米到十余米;4、人工挖孔桩出现涌水、涌砂、掉入土洞;5、出现超长桩;6、静压(锤击)预制管桩断桩率高,断桩率10%甚至有的高达30~60%;7、预制桩压(打)破顶板突然掉入洞穴,深层搅拌桩掉入洞穴;8、同桩抽芯,几个钻孔完全不一样。9、地面塌陷,相邻建筑开裂;

三、岩溶地基物稳定性评价

随着越来越多的工程兴建在岩溶地区,岩溶地基问题就成为工程建设中的突出问题,加强岩溶地基稳定性分析评价,采用合理、经济的地基处理措施,有着重大的技术价值和经济意义。岩溶不良地质构成的岩溶地基常常引起地基承载力不足、不均匀沉降、地基滑动和塌陷等地基变形破坏。岩溶地基分析评价过程的一般步骤为:实际洞体、几何模型、力学模型、数学模型、计算方法、结论六个过程。其核心内容是力学模型、数学模型及计算方法的研究。近年来在该领域内的研究取得较大进展,对岩溶空洞地基稳定性的分析评价经历了从定性至半定量至定量的过程。半定量评价方法是:1、估算顶板安全厚度法。定量评价法:岩溶地基稳定性研究的发展趋势,必将是由定性到定量,由平面到三维的过程。2、顶板厚跨比法;此法常用于稳定围岩。不考虑顶板形态、荷载大小和性质,根据近似的水平投影跨度L和顶部最薄处厚度h,求出厚跨比h/L,作为安全厚度评价依据。

四、岩溶地区的地基处理方法及原则

1、根据本地区岩溶发育的特征,为了稳妥、可靠地处理这些复杂的岩溶地基,参照岩溶地区处理地下溶洞的经验采用如下处理原则:

(1)对岩溶的处理必须不影响场地和地基的稳定,在场地范围及附近不得大量抽取地下水,以相对保持场地地下水的平衡,以免造成地表沉降。

(2)不允许一部分为土层而另一部分为岩层,以避免不均匀沉降,确保建筑物的安全。

2、地基评价不能满足稳定性要求时,需要对地基进行适当的处理。一般对地基稳定有影响的岩溶洞隙,应根据其位置、大小、埋深、围岩稳定性和水文地质条件综合分析、因地制宜

的采取下列处理措施:

(1)对洞口较小的洞隙,宜采用镶补、嵌塞与跨盖等方法处理;

(2)对于围岩不稳定、风化裂隙破碎的岩体,可采用灌浆加固和清爆填塞等措施;

(3)对规模较大的间隙,可采用洞底支撑或调整柱距等方法处理。

(4)对洞口较大的洞隙,宜采用梁、板和拱等结构跨越。跨越结构应有可靠的支撑面。梁式结构在岩石上支承长度应大于梁高的1.5倍,也可采用浆砌块石等堵塞措施;

一般对地基稳定有影响的土洞,杜绝地表水渗入土层,使土洞停止发育和发展,当地质条件许可时,尽量对地下水采取截流、改道等,以阻止土洞继续发展。当土洞埋深较浅时,采用挖填和梁板跨越;对直径较小的深埋土洞,可不处理,仅在洞顶上部采用梁板跨越即可;对直径较大的深埋土洞,可采用顶部钻孔灌砂或灌碎石混凝土,以充填空间。当对地下水不能采取截流、改道等方式以阻止土洞发育时,一般可采用桩基等措施。

3、岩溶地基的处理方法,从本地区已开挖的基坑来看,常见的岩溶不良地基主要有孤石、石牙、溶沟、溶槽、溶洞等,各类地基采用了不同的处理办法。

(1)不处理:适用于溶沟(槽)发育在基坑中部且沟宽<300mm;或在基坑的一角,岩层倾斜,不易深挖且 $S1 < 0.2S$ 时。(注: $S1$ 为局部小土区宽度, S 为基坑宽度。)

(2)换填法:适用于溶沟(槽)发育在基坑中部且沟宽介于300~600mm,则尽可能挖去沟宽深度的土,后再回填C15毛石混凝土即可。

(3)跨越法:适用于溶沟(槽)发育在基坑中部且沟宽>600mm或基础底面积小而需要处理的面积>20%沟宽虽<600mm的基坑,应采用钢筋网跨越处理

(4)挤密法:适用于基坑一角的局部小区,岩层倾斜,不易挖墩时,可插入直径大于25mm的钢筋或50的钢管或<75×5角钢等直到岩层,再浇灌砼。

(5)洞底支撑法:适用于处理洞径较大,顶板完整,洞底岩体稳定的溶洞地基。

五、岩溶地区主要使用的桩基型式

基础问题不但会严重影响安全、工期和造价,有时甚至成为工程成败的关键。而目前规范规程中涉及岩溶桩基的技术规定甚少,设计与施工依据不足。采用桩基在岩溶地基上建造高层建筑需要面对一系列特殊问题,如持力层的稳定、溶槽溶洞处理、同一承台下长桩与短桩的应力应变协调问题等。以下是几种岩溶地区适用的主要桩基型式。

1、冲孔桩

使用于地下水位较高,岩溶较发育,有多层溶洞及裂隙的地段,但对邻近建筑物影响较大,溶洞洞穴小,上部洞穴顶板薄的地质情况,这种桩可冲(钻)穿上层溶洞顶板,到达下层溶洞顶板。有经验的施工人员可以从冲击声中察觉到顶板的厚度,由此判断是否已到达持力层。为稳妥起见,可在桩位先做超前钻,查清洞穴情况,再将冲击钻冲至满足设计要求之岩层。但在地下有大溶洞存在的情况下,不宜用这种桩,以免浇灌混凝土时,造成混凝土流失且难以控制。由于冲孔是靠钻头的自由落体运动形成的冲击力来成孔的,所以冲孔桩还适用于开口裂隙多的地质情况,冲击钻所造成的桩孔垂直度好。

2、钻孔桩

适用于地下水位较高,岩溶裂隙、溶沟发育地段,钻孔桩的成孔直径大,一柱一桩,受力清楚,单桩荷载大、地下有孤石,夹层分布,岩溶表面不平的情况,用这种桩能钻穿孤石、夹层,将桩端可靠地支撑在持力层上,桩端的嵌岩情况也好。但钻孔桩不宜用在岩溶裂隙多,溶沟多的基岩中,因为施工中容易造成卡钻、钻杆沿溶岩斜壁偏斜,以至打偏等现象。

(下转第211页)

升至设计墙顶 高压喷射灌浆台车移位。高喷分两个次序施工,先施工序孔,再施工序孔。

4.2 施工准备

场地平整。对低洼和表部松散部位回填和加固,以满足施工机械行走的需要。

测量放样。根据设计桩位布置及现场控制点,由测量人员现场放出具体孔位并明确标识,孔位中心偏差不得大于5cm。

在高喷施工前完成水、电、气及制浆系统等布置。

4.3 高喷造孔

采用YG80锚固钻机和钻灌一体化设备进行钻孔。

采用履带式钻机冲击跟管钻进,孔径为 146mm。

孔位由测量队采用全转仪放样,孔位放样后,钻机就位,调整钻机呈水平状态,稳固后方可开孔,开孔孔位与设计孔位的偏差不得大于5cm。

钻孔分两个次序进行,孔深按施工图纸控制。

孔距。0.8m。

跟管钻进至设计孔深,起钻后下入护壁PVC管,再用拔管机拔出套管。

钻孔完成后需进行孔斜和孔深测量,一般是拔套管后进行测量。

孔深控制:为了解围堰地质情况,在高喷试验区先采用地质钻机施工一个先导孔,先导孔孔深进入基岩1.5m~2.0m,先导孔钻孔完成后,画出其基岩顶线,以控制其余试验孔的深度,其余孔深一般是进入基岩0.5m。

4.4 高喷灌浆

采用3DZ-SZ高压浆泵喷射高压浆,电动空压机供风,XGP-50高喷台车喷射提升。

高喷台车就位。采用YP1800高喷台车进行高喷灌浆,钻孔完成后,拔出套管,然后使用液压步履装置使高喷台车的井口装置对准孔口,然后升降液支腿调平台车,并进行试喷检查,各管路及机械正常,各参数均达到要求后方可下入喷管。

喷具入孔。卷扬机起吊喷具(导流器、喷管、喷头及浆、气胶管)通过井口对准孔位中心,将喷管及喷头放入孔内直至孔底,当孔深超1.5m,需分数次入孔,接头密封处要特别检查,防止漏浆。

制浆。使用ZJ-800型高速搅拌机制浆,搅拌时间不低于30s,用比重秤或比重计测量浆液比重,符合要求后,经过滤网对浆液进行过滤后存在1m³的贮浆桶中,进行喷灌施工。

喷射提升:喷杆下至孔底后,先启动泥浆泵供浆,然后开动空压机供气,静喷约30s,检查各参数均符合设计要求,测定返浆比重达到1.3g/cm³以上后,按设计规定的提升速度和摆动速度,开始边摆动边提升,当离设计墙顶高程1.0m时放慢提升速度,到达墙顶后静喷30s,高喷灌浆结束。

孔口回填。为解决凝结体墙体顶部因浆液析水而产生的凹穴现象,在喷射结束后,在喷射孔内进行静压充填注浆,且用下一孔产生的返浆进行回填,直至孔口液面不再下沉为止。

机具清洗。每喷射完一孔后,用清水冲洗机具及喷管喷头,以免管路堵塞。

墙体搭接施工。高喷灌浆作业分两序施工,单孔喷射作业连续进行,相邻两序孔的作业时间间隔不小于24h。施工时根据现场施

(上接第209页)

3、夯扩桩

桩由上部桩身和下部复合载体组成,桩身为钢筋混凝土结构,复合载体是避软就硬,以碎砖、碎石、混凝土块等为填充料,在持力层内夯扩加固挤密形成的挤密实体。夯击过程中如遇土洞,可即时对土洞进行充填处理,不会危及地面安全。夯击到岩面时,由于强大的夯击能,实际上是对岩顶板进行强度及稳定性检验。若遇溶洞薄层顶板或节理裂隙较发育强度低时,即可击穿进行“深层强夯”处理,只要达到某种“收锤标准”就可定量取得承载力。

4、群桩

当岩溶表面极其复杂,但岩溶表面上覆盖有较厚沙土层时,如果采用以上各种桩型都难于施工或保证成桩质量和安全度的情况下,群桩不失为解决此类复杂地质情况的一种有效选择群桩的桩端并不一定要求支承在变化极其复杂的岩面上,只要在群桩桩端体的压力泡,能有效覆盖基岩面,即有坚硬的下卧层即可,这样就避开了复杂变化的基岩表面对桩基造成的危害或潜伏的危害。采用静压预制管桩作为群桩是较好的一种方式。

5、预应力管桩

预应力管桩适用于地下有淤泥、土洞、流砂、地下溶洞连通暗河等情况,压桩采用的预制桩不受上述因素的影响,压桩的单桩承载力

工作情况调整同序孔的施工次序。如施工间隔时间过长,采取提高喷射压力,降低提升速度等措施处理,确保各序墙体的可靠搭接。

4.5 特殊情况处理

喷射中断。在喷射过程中,因故中断,中断时间超过30分钟,准确记录中断位置,复喷时,将喷管下入中断处以下50cm复喷搭接;如喷管下不到位,扫孔直至搭接部位以下至少30cm。

若地层中空隙较大,孔口返浆浓度偏低,减慢提升速度或进行静喷,直至正常为止。孔口没有返浆,则采用从孔口注浆、在浆液中加入适量的速凝剂,减少浆液流失,或事后采用塑性灌浆(膨润土+水泥浆液)进行补强。

若冒浆过大,采取提高喷射压力,加快提升速度,同时对冒出地面的浆液对已灌孔进行回填利用。

4.6 检查

开挖检查。高喷灌浆完成后,先采用挖掘机在高喷板墙旁边开挖,后采用人工开挖的方法进行直观观察,开挖深度为高喷墙顶以下4.0m左右,观察墙体完整性、墙体搭接等情况,进行照相、素描,最后用粘土等进行分层夯实回填。

钻孔取芯及注水试验。高喷灌浆完成且墙体强度达到设计要求后,在高喷墙体采用XY150型钻机进行取芯,孔径为130mm,采取芯样装箱编号并进行描述。在取芯孔钻孔结束后,全孔一段进行注水试验。

5、高喷灌浆效果分析

(1) 取芯分析。从取样结果来看,岩芯较完整,水泥含量较高,墙体芯样强度高、硬度大,完全能够满足防渗墙体抗压、抗折强度要求。

(2) 单耗分析。平均单耗达到了562kg/m³序孔单耗达到627kg/m³序孔单耗达到497kg/m³,序孔水泥单耗比序孔大,符合灌浆规律。

(3) 渗流分析。在基坑经常性抽排水期间,堰前水位在防渗墙与顶部粘土心墙搭接位置以下时,整个基坑最大渗流量达到1800m³/h(平均0.84m³/h.m),在堰前水位达到堰顶的时候最大渗流量为3350m³/h(平均1.56m³/h.m),远远好于期望值,在国内类似大型土石工程中尚处于领先地位。

6、结束语

二期过水围堰防渗工程于2010年11月1日开始施工,2010年12月5日完成,灌浆工程量4.2万m³(3.4万m²),满足了二期围堰的施工进度,保证了2011年整个枢纽工程的防洪度汛。

二期过水围堰的防渗施工难度之大、施工强度之高、防渗效果之良好在国内大型过水围堰中尚处于领先地位,在此次二期过水围堰的防渗施工中积累的经验为湘江长沙综合枢纽工程三期围堰的防渗提供了重要的依据性资料,为类似工程建设积累了经验。

参考文献

1. 《导流截流及围堰工程》(上下册),2005年第一版,中国水利水电出版社,主编:郑守仁、王世华、夏仲平、刘少林;
2. 《水利水电工程施工组织设计手册》,1996年第一版,中国水利水电出版社,主编:康世荣、陈东山等;
3. 《水电水利工程高压喷射灌浆技术规范》(DL/T 5200—2004)。

可由压桩机上的压力表观察到,所以非常直观,易于掌握,但在土质软弱过渡较快处容易出现断桩。

6、其它

可以采取削散荷载的方法来减低桩基承受的压力,通常的做法是挖去一部分地基表面的软土,做成一层或多层的地下室,可以减少这部分软土对桩基产生的附加荷载。可采用增大桩端接触面,分散应力的扩底桩也是非常好用的桩基型式。另外,当岩溶地基不甚复杂基岩埋深较浅的情况下,挖孔桩也不失为一种安全、可靠、省钱、直观的方式。

六、结束语

在岩溶地区进行施工,规划工程场地时应尽量避开强岩溶发育区,无法避开时,对存在工程安全隐患的岩溶要进行单体及总体稳定性的评价,综合考虑工程荷载、重要性、施工工艺等确定是否处理。进行地基处理时,应把地基、基础、上部结构作为一个整体来考虑,岩溶地基复杂多变,地基处理也要因地制宜,对复杂岩溶地基的处理需综合运用多种处理方法。岩溶发育具有不均匀性和随机性,其局部地段无规律性。采取有效方法对岩溶发育程度和规律进行分析和判断,是复杂岩溶地基的处理方法提供了先决条件。