

地铁盾构下穿湘江安全控制措施

谢华

中国水利水电第八工程局有限公司

摘要:随着城市交通压力越来越大,国家主要城市都在大力兴建地铁,盾构法是城市隧道施工最为广泛的方法,盾构机下穿河流的情况也普遍存在。在实施盾构法下穿河流作业过程中,施工人员应熟悉和掌握施工安全控制要点和相应对策,为安全施工提供强有力保障。

关键词:盾构机;下穿河流;控制要点;安全对策

引言

长沙地铁四号线阜埠河站~碧沙湖站区间西起阜埠河站,沿阜埠河路展布,在里程YCK31+700~YCK32+850段横穿湘江,东至碧沙湖站。本区间设计里程为YDK31+162.700~YDK32+931.275,区间左线长1714.236m,短链13.839m,区间右线长1768.575m。该区间运用2台 Φ 6250复合土压平衡盾构机作业,机器自碧沙湖站开始作业,然后从湘江穿过之后至阜埠河路站结束施工。区间设3处联络通道,其中2号联络通道处为区间结构最低点,为满足区间排水的需要,在该处设置区间泵站,与联络通道合建。

一、施工概况

(一)工程简介

本区间左、右线隧道平面曲线半径为400m、600m和1500m,左、右线线间距13.0~18.5m。隧道纵断面呈现为“V”形,坡度在2%到28%之间,竖曲线直径为6000米、10000米。运用预制管片单层衬砌,管片环运用“3+2+1”方式,区间运用错缝拼接,管片包括向左转弯环、向右转弯环、特定规格的环管片,环间运用螺栓相连,管片内外径分别是5.4m、6m,厚度为3dm,宽为150dm,混凝土规格为C50,抗渗级别是P12。

阜埠河路站~碧沙湖站区间西起阜埠河路站锦绣潇湘文化创意产业园,东达湘江中路南湖隧道出口,基本呈东西向展布,场区现状主要为市区道路与湘江,阜埠河路两侧为多层商铺、加油站、赵洲港排渍泵;在里程ZDK31+829.664、ZDK31+579.895处下穿南湖路隧道及匝道,区间隧道左线边线距南湖隧道右线边线最近约14.7m。水面高程29.15m,河床高程为18.80~23.00m;地形地貌变化较大,分别为河床、漫滩、湘江二级冲积阶地及剥蚀丘陵,本区间过湘江段架构顶板深度最深达到26米,两侧河堤处深度最深为33.14米。区间地质状况简述

该区间的位置在湘江两岸I级冲积阶地和湘江河床地貌单元,场地第4系覆盖层厚度在2.00到27.80米之间,下伏基岩有两种类型,一种是泥盆系砂岩,一种是白垩系砾岩,是比较完整的岩体。隧道从湘江段经过的地层大多是强风化砾岩,其中还有少部分的中风化砾岩,地层简单,在穿越湘江过程中应防止基岩强风化、中风化带因遇水软化而降低强度。场地内的岩溶发育于泥盆系、白垩系地层,属埋藏型岩溶,岩溶形态以溶洞为主。

(二)区间地下水位情况

湘江西侧段上层滞水稳定水位埋深为1.30~5.00m,水位标高为29.74~34.56m;孔隙水稳定水位埋深为2.80~9.50m,水位标高为25.33~29.56m;混合地下稳定水位为2.30~11.00m,水位标高为21.04~31.44m。

湘江东侧段上层滞水稳定水位埋深为1.60~3.60m,水位标高为39.30~40.29m;基岩裂隙水稳定水位埋深为5.20~7.00m,水位标高为35.30~36.79m;混合地下稳定水位为4.20~8.00m,水位标高为3.4.30~37.93m。

湘江河床的砂卵石覆盖于下伏基岩上,之间无相对隔水层,地下水与江水互通,其地下水位即为湘江河床水位。

地下水位会跟随气候的变化而变化,每一年的四月到九月是雨水比较多的月份,空气湿度较大,是地下水的补充月份,其水位会显著升高,而十月到第二年的三月是地下水的耗用阶段,水位会显著降低,变动大概在2.00到4.00米之间,另外在地表水道周围地下水会伴随湘江水位的变化而变动。

二、盾构过江段安全控制要点及应对措施

根据本项目盾构下穿湘江所处的地理位置、地质情况及地下水位情况分析,盾构下穿湘江安全控制要点及应对措施主要包含以下内容。

(一)盾构穿越湘江防洪大堤

盾构穿越湘江两岸防洪大堤,现场调查资料显示,湘江防洪大堤结构形式为浆砌片石。工程地质主要为:杂填土、粉细砂、粉质黏土、强风化砾岩,一旦出现沉降过大将产生不可预计的后果,故该地段掘进是本工程的风险点。

处理措施:

(1)加强监测,根据设计图纸、《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013)控制标准。

1)通过前监测

对于盾构隧道在穿过湘江大堤前方区段,设置相应主监测断面,选择相关性好的监测项目,一般包括地表沉降、土体垂直、水平位移监测点、地下水位等监测项目,在穿越大堤前综合分析盾构采用不同施工参数对地层的扰动情况,摸索不同盾构推进速度和土仓压力及盾构注浆工艺对地层的影响,确定最合理的参数进行施工。

2)施工过程中监测

当监测值超过预警值时,立即停止施工,查明原因,同时根据监测结果,修正施工方法,采取应急对策等。

3)施工后监测

在确定湘江大堤变形稳定之前,继续监测其变形情况,直至其变形稳定,分析大堤稳定情况,确定是否采用相应的保护措施。

(2)应急处理措施

在施工过程中如果发现湘江大堤沉降值超限,沉降速率过快,应立即对其沉降区域进行围挡封闭,同时马上组织进行洞内的二次注浆,在地面上打孔进行袖阀管注浆,注浆浆液采用水玻璃+水泥浆1:1的混合浆液,对大堤下部的地层进行填充,直至沉降数值稳定。

(二)盾构掘进过溶洞地区

阜埠河路站~碧沙湖站盾构区间从湘江穿越,该区间场地岩溶大多在白垩系砾岩和角砾岩与白垩系砾岩中发育。通过详细的勘察我们可知该区间有溶洞两处,经过实际检测可知这个位置的水位在8.8到9米左右。在M4Z3-XJ24、M4Z3-XJ24B、M4Z4-XJ-03、04、05钻孔揭露溶洞,无充填;白垩系砾岩在M4Z3-XJ28A、M4Z4-XJ-07、08钻孔中揭露溶洞,半充填,充填物主要为黏性土及砾砂,呈软塑状,M4Z4-XJ-08钻孔在27.8~29.2m揭露水泥浆体。见溶率为4.96%,揭露溶洞总长度为30.2m,现岩溶率3.83%~27.62%。对于轨道交通埋设地下的管线而言,溶洞不可忽视,其或许导致地面下沉,盾构机无法正常工作等问题。如何有效对溶洞区域进行处理保证盾构机顺利通过是工程施工的难点。

处理措施:

(1)在盾构施工前根据详勘、补勘所提供的资料,对疑似

溶洞的区域进行勘探施工,进一步探明是否存在溶洞,探查溶洞期间保证能够准确探明溶洞范围的前提下尽量减少孔位的布置数量,防止后期盾构施工时因孔位过密,封堵不到位导致喷涌等。

(2) 如果发现溶洞,则采取江面注浆的方式提前对溶洞进行注浆填充处理,浆液采用环保浆液,注浆填充完成后采用钻芯取样的方式验证其注浆填充效果。

(3) 在江面上进行补勘、注浆、钻孔取芯检测测时注意对孔位的封堵,避免盾构施工时掌子面通过孔位与湘江水贯通,对盾构施工时造成潜在风险。

(4) 对于或许有溶洞的位置编制专业的参数管控表格,高度关注作业参数变动,比如盾构形态、注浆参数、土仓压力、扭矩、推力等,如果发现不正常情况马上停止作业,剖析或许的成因,如明确成因为溶洞,采用超前注浆增固,确保安全之后继续施工。

(三) 盾构穿越隧道范围内地质勘察孔

本区间临近南湖路隧道,根据资料显示在南湖路隧道施工时部分勘察孔位于本区间隧道范围内,以及本区间前期详勘时有部分孔位临近隧道。可能存在有封孔不充分的状况,导致盾构机作业面临较大的安全风险,或许致使上部江水和盾构土仓连在一起,导致洞中地下水涌出、江底冒泡等问题的产生。

应对举措:

1) 盾构机施工期间应当全方位了解江面的状况,当发现江面出现了喷泥浆等问题时应当第一时间和洞中盾构施工者进行联系且采用恰当的应对举措。

2) 江中封孔不到位发生隧道涌水、喷涌应急措施如下:

(1) 当发生由于封孔不到位江底与土仓连通时,适当加大注浆量,同时在盾体的径向注浆孔注入封堵止水的化学浆液,形成止水环。

(2) 在螺旋机提前留出的保压泵渣接口的地方和保压泵渣设备相连,运用该设备完成出渣作业,管控螺旋机喷射幅度。

(3) 以比较快的速度施工,后续再次进行注浆。

(四) 盾构下穿南湖路隧道

区间左、右线分别于里程ZDK31+829.664、YDK31+800.621处下穿南湖路隧道,净距分别为5.347m、7.109m,中间夹持土层为强风化砾岩。于里程ZDK31+579.895、YDK31+597.000处下穿南湖路隧道匝道,净距分别为9.927m、9.613m,中间夹持土层为强风化砾岩。

处理措施:

(1) 施工前需得到隧道管理部门的认可,过往车辆限速通过。

(2) 施工时加强对构筑物监测,建立自动化预警监测系统,根据监测结果调整盾构施工参数。

(3) 盾构施工至此时,保持土压平衡和工作面稳定,尽量减少对地层的扰动,减少沉降,及时进行同步注浆及二次补充注浆,保证施工安全。

(4) 及时评估南湖路隧道的变形情况,一旦差异沉降超出允许值,且可能对行车带来危险时,立即联系产权单位及交警部门对南湖路隧道进行封闭,启动应急预案。

(五) 盾构长距离穿越强风化砾岩

本区间隧道位于强风化砾岩中,长距离掘进该地层较易导致刀具受损,刀盘开口和中心的地方或许成为泥饼,当刀具受损或者成为泥饼之后盾构机难以再施工。

处理措施:

(1) 在盾构机穿越前进仓对刀具进行检查,对磨损较大的刀具进行更换,如发现刀盘有泥饼现场对其进行清理,换刀点位置选择于里程YDK32+841.00处,该处位于湘江路人行横道,隧道

位于中风化砾岩中,埋深27.7m,地质情况稳定,采用常压开仓的方式进仓检查刀具。

(2) 在盾构穿越湘江过程中严密观测各项掘进参数,如刀盘扭矩、推力、推进速度、渣温、出土量是否正常。如发现各项参数异常,首先进行数据的分析,查明具体原因。

刀具磨损、刀盘泥饼导致无法继续掘进处理措施:

(1) 如果经过分析后发现有刀具磨损严重,则立即停机根据现场情况采取常压或带压的方式进仓更换刀具,带压进仓均选用有丰富经验的人员进行施工。

(2) 如果发现是刀盘泥饼导致参数异常可在掘进过程中注入分散剂,然后采取左右转动刀盘将刀盘上的泥饼进行清除。若采取以上措施各项参数还未能恢复正常则采取常压或带压的方式进仓清除泥饼。

(六) 隧道管片上浮

本区间穿越湘江段为强风化砾岩地层,岩层自稳性较好,为防止管片上浮现象的产生,对于同步注浆的浆液应进行严格的配比试验,防止浆液的离析,降低泌水率,提高浆液的和易性、流动性,将浆液的初凝时间控制在6小时以内。在同步注浆过程中严格按照注浆压力的参数进行施工,防止因下部注浆压力过大造成管片上浮。

(七) 盾构下穿圆砾层

区间隧道在里程YDK31+162.700~YDK31+416段(253.3m),洞身以圆砾为主,该区间埋深为15米,地层最上层是杂填土,然后为粉质黏土,之后为粉细砂,最下层是圆砾。盾构机施工过程中,隧道掌子面会出现很多地下水,或许会出现土、砂突然涌出的问题。

应对举措:

(1) 在盾构从该区间经过时,对具有地表增固的区段实施注浆增固作业。

(2) 在盾构施工过程中,运用向刀盘将高分子聚合物注入,来对渣土进行改良,避免出土的过程中螺旋机出现喷涌问题。

(3) 假如在掘进期间产生螺旋机喷涌问题,这个时候在螺旋机预先流出的保压泵渣接口的地方将保压泵渣设备和其相连,依托该系统实施出渣作业,管控螺旋机喷涌程度。

(4) 以比较快的速度施工,及时进行注浆。

(5) 盾构施工完毕后第一时间组织专业人员依托雷达对此地面实施扫描,及时掌握圆砾层段地层状况,便于第一时间发现问题且采用恰当举措。

(6) 如果有需要采用地面追踪的方式进行注浆

采用袖阀管注浆工艺,注浆压力控制0.3~0.5Mpa,注浆材料:水泥浆。袖阀管注浆管孔距按1.0m考虑,遇到地下管线干扰时可适当加大,使被加固土体在平面和深度范围内连成一个整体。

三、结束语

依据项目编制的盾构下穿河流安全专项措施,已顺利完成长沙地铁四号线盾构下穿湘江的施工任务。施工过程安全可控,未发生人员伤亡事故,周边建筑未受破坏。为后续盾构下穿湘江作业积累了一定的经验,也能为其他盾构下穿河流工程提供一定的帮助和参考。

参考文献

- [1] 王国富,王建,路林海. 盾构下穿铁路桥涵变形规律及控制技术[J]. 铁道科学与工程学报. 2016(12)
- [2] 韩凤江. 浅谈盾构下穿铁路车站多股道施工技术[J]. 科技创业月刊. 2016(22)
- [3] 魏庆温. 盾构隧道下穿铁路框架桥涵及路基段施工技术[J]. 山东交通科技. 2017(01)