

高压旋喷注浆技术在隧道泥砂地层加固中的应用

胡仕涛

(中铁十五局集团有限公司,河南 洛阳 471002)

摘要:高压旋喷注浆是加固地层的一种重要方法,永州至蓝山高速公路观音岭隧道左线出口掌子面出现流泥砂,从而导致地表塌陷。通过采用高压旋喷注浆技术,对泥砂地层进行了有效加固,从而保证了隧道地层的稳定和工程的顺利施工。结合该工程的实际情况,重点阐述了高压旋喷桩的设计方法及施工工艺。

关键词:高压旋喷桩;泥砂地层加固;设计方法;施工工艺

中图分类号:U455 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0373(2011)01-0010-04

0 引言

观音岭隧道设计为分离式隧道,按照新奥法设计与施工。左线起讫桩号为ZK127+065~ZK130+198,全长3 133 m,右线起讫桩号为K127+099~K130+202,全长3 103 m。隧道岩性以砂岩、板岩为主,洞口分布有灰岩;地下水较发育,主要为第四系覆盖层内孔隙水和基岩裂隙水。隧道采取双向掘进,出口左线施工至ZK130+042掌子面时(原设计该段地质为强风化泥灰岩,埋深30 m),上断面围岩在右侧拱部135°以上出现较松散泥砂质碎石土,为防止坍塌,随及采取喷射砼封闭掌子面后进行后续施工。当下断面及仰拱施工至ZK130+060时,因强降雨导致掌子面核心土上部开裂,右侧拱部出现流水而产生流塌,塌孔直径约80 cm,流塌物主要为泥质粉砂岩。因地表渗水较大,流动性很强,现场无法进行施工封闭,致使地表产生周边直径约15 m、深约3 m的陷坑。洞内流塌物堆积长度约40 m,掌子面被流塌物完全封闭后停止流塌,流沙体约1 500 m³。

1 方案设计及作用原理

该段塌方后,业主公司组织专家组、设计院、监理单位、监测单位、项目部等相关人员现场察看并结合设计图纸分析后会议讨论决定:先对洞内流沙体进行回填反压固结封闭,防止流沙体继续扩大。因洞内流塌物具有流动性且地表渗水较大,不宜从洞内加固处理,而采用从地表向下加固地层。根据地表高密度探测为松散泥结碎石土且含富水情况及专家等以往施工经验,决定采用高压旋喷注浆进行地层加固。加固后,洞内采取预留核心土短进尺开挖并加强超前及初期支护^[1-4]。

1.1 方案设计

根据专家等各方意见,并结合现场实测地表陷坑与隧道的位置关系,旋喷桩布置范围为:纵横向为20 m×(1.2+14+1.2)m,加固范围为:隧道中线两侧7 m及拱部开挖轮廓线向外10 m范围内采用高压旋喷注浆,开挖轮廓线向外5 m范围内高压旋喷后进行复喷,轮廓线内若仍为软弱泥砂层须进行高喷,具体根据钻孔情况确定;隧道中线两侧7 m范围外1.2 m范围内采用3排密桩进行高喷,深度至路面标高位置。旋喷桩布置形式及加固范围见图1。

旋喷桩设计直径1 m,桩深30~37 m,桩间距采用1 m×1 m(隧道中线两侧7 m范围)和0.6 m×0.6 m(隧道中线两侧7 m范围外),梅花形布置。喷浆采用1:1水泥浆,喷浆压力26~32 MPa,提升速度20 cm/min,转速15~20 r/min,水泥用量为250 kg/m^[5]。

收稿日期:2011-01-12

作者简介:胡仕涛 男 1978年出生 工程师

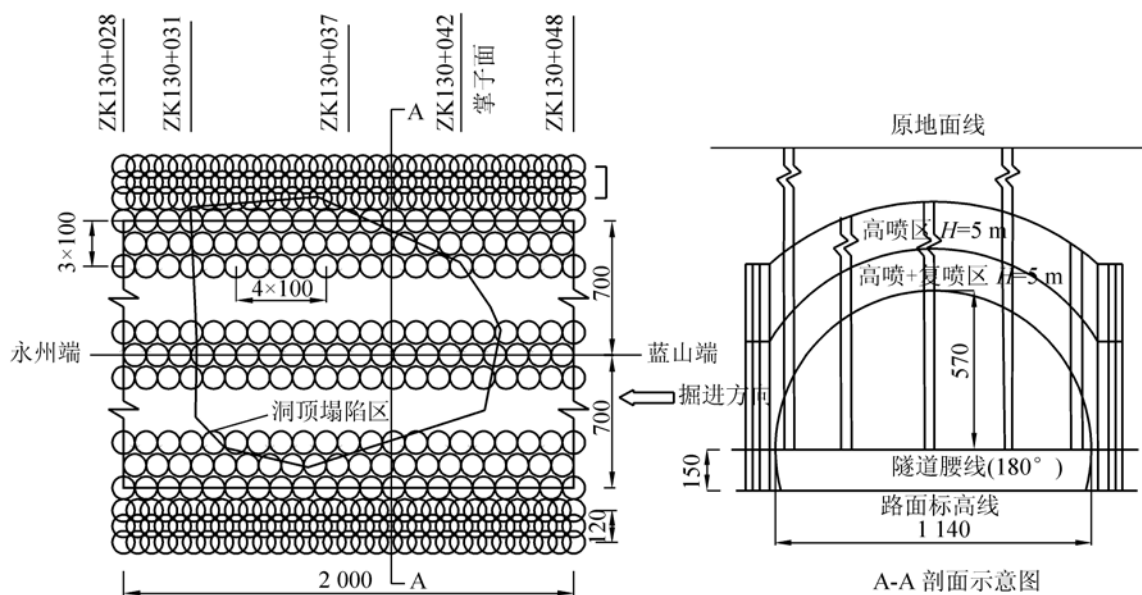


图1 旋喷桩形式布置示意(单位:cm)

1.2 作用原理

旋喷桩是利用钻机把带有特殊喷嘴的注浆管钻进至泥砂层预定位置后,用高压设备将水泥浆液通过钻杆下端的喷射装置向四周高速水平喷入泥砂体,借助流体的冲击力切割土层,将四周土体遭到破坏,使泥砂体与水泥浆充分搅拌混合,与此同时钻杆一方面以一定速度旋转,另一方面低速缓缓提升,从而在加固地层中形成较完整桩体的方法^[6]。

(1)对隧道中线两侧7 m及拱部开挖轮廓线向外10 m范围内采用高喷(其中开挖轮廓线外5 m复喷)措施,加固拱外软弱泥砂层,形成厚层固结圈,提高围岩承载力及稳定性,同时阻断地表水渗入下部围岩孔隙的通道。

(2)对隧道中线两侧7 m范围外1.2 m范围内采用密桩进行高喷加固,使隧道轮廓线外两侧形成一道“连续墙”,对洞内施工安全及隧道洞身的稳定起到很好的保护作用。

2 施工工艺

2.1 洞内流沙体固结

地表高压旋喷注浆施工前先对洞内流沙体进行固结并回填反压封闭。回填料采用隧道洞碴,在回填过程中对流沙体掺加部分水泥拌合固结,降低其流动性,并在拱顶预留一观察孔。

2.2 旋喷桩施工

高压旋喷注浆施工前先进进行高喷试验,工艺流程如下:施工准备→场地平整→测量放样→钻机定位→钻孔→插管→浆液配制→试喷→高喷注浆→复喷→注浆结束→拔管→机具清洗→钻机移位。

(1)施工准备。原材料选用P. O32.5级普通硅酸盐水泥,施工用水为生活用水;施工机具为MG-50旋喷钻机3台、XY-1地质钻机3台、GXP-90A高压泵3台、WJ700搅浆机6台;施工用电用2台250 kW发电机。

(2)进场便道及场地平整。从距陷坑30 m处原有省道修建一条硬质(铺设洞碴)施工便道,按照设计加固范围(外扩3~5 m)清除地表树木杂草及表层土,同时回填普通土并对陷坑进行回填压实。在场地四周设置截排水沟,保证场内不积水。

(3)测量放样。按照设计旋喷桩的平面布孔图采用全站仪进行放样并编号,在桩位处打设竹签桩进行标记,并撒白灰标识,确保桩机准确就位。

(4)机具定位。人力缓慢移动至施工位置,由专人指挥,用水平尺和定位测锤校准桩机,使桩机水平,

导向架和钻杆应与地面垂直,倾斜不得大于1.5%。对不符合垂直度要求的钻杆进行调整,直到钻杆的垂直度达到要求。为了保证桩位准确,必须使用定位卡,桩位对中误差不大于5 cm。

(5) 钻孔、插管。采用2序孔施工法,相邻两孔跳打,钻孔孔径为110 mm,采用单管旋喷法施工。该方法插管与钻孔两道工序合二为一,即钻孔完成时插管作业同时完成。在插管过程中,为防止泥砂堵塞喷嘴,可边射水、边插管,水压力一般不超过1 MPa。钻至设计标高后停钻,若隧道断面内仍为泥沙质软岩,钻孔深度伸入断面内并进行注浆固结。

(6) 浆液配制。采用P. O32.5级普通硅酸盐水泥配置1:1水泥浆液,水泥浆液配制严格按照设计进行控制。搅拌灰浆时,先加水后加水泥,每次灰浆搅拌时间不少于2 min,水泥浆应在提前一小时制备,浆液在搅拌机中要不停的搅拌,直至喷浆前。喷浆时,水泥浆从搅拌机倒入集料斗时,通过滤筛把水泥硬块剔出,压浆过程中确保浆液的供应。

(7) 喷射作业。当喷管插入预定深度后,由下而上进行喷射作业,高压旋喷过程中严格按照设计参数进行施工。喷射时,先达到预定的喷射压力,喷浆旋转30 m左右,使浆液与泥砂松散体充分搅拌后,再边喷浆边匀速旋转并以20 cm/min速度提升注浆管。为了加大固结体整体强度,在起拱线外5 m范围处进行复喷,施工桩顶标高应高于设计标高0.3~0.5 m。施工中值班人员必须时刻注意检查浆液初凝时间、注浆流量、压力、旋转提升速度等参数是否符合设计要求,并随时做好记录。

(8) 拔管、清洗。当喷射到设计标高后,结束喷浆并快速拔出注浆管,用清水清洗注浆管,确保管内机内不残留水泥浆。

(9) 机具移位。喷浆完成、机管清洗后移动钻机,重复以上操作,进行下一根桩施工。

3 施工注意事项

(1) 原材料的各种技术指标及配合比必须满足设计要求;

(2) 施工前,技术人员必须将设计及技术要求向作业人员进行技术交底。钻孔及喷浆时必须对各孔深度及喷浆厚度认真做好记录;

(3) 在插入旋喷管前应先检查高压水和空气喷射情况,各部位密封是否完好。插入后先作高压射水试验,各项参数合格后,方可喷射浆液;

(4) 旋喷过程中喷管的提升速度与灌浆量要密切配合,严禁出现提管过快造成灌浆量不足现象,以免影响桩的强度和均匀性;

(5) 中间发生故障时,应停止提升和喷射,以防桩体中断,如停止时间过长(超过泥浆固结时间),应提出喷浆管,待故障排除后重新成孔和喷射,成孔深度应超过停喷深度至少1 m,以防搭接不良造成缺陷;

(6) 施工过程中应重点观察洞内漏浆、漏水及继续垮塌情况。

4 施工效果

(1) 为了检查实施效果,旋喷施工完毕后,对所加固区域沿隧道中线、拱腰位置各取两处进行钻孔取芯检查,从取芯样看,浆液与泥浆拌合均匀且较密实,说明注浆效果较好。

(2) 洞内开挖支护时,能清晰看到旋喷注浆固结体,整体稳定性较好。同时通过加密埋设拱顶沉降及净空水平收敛观测点,并及时进行跟踪监测记录,并对每天拱顶沉降及净空水平收敛进行数据分析统计发现,拱顶日沉降量最大5 mm、最小1 mm,累计沉降量最大68 mm、最小53 mm,水平位移日收敛最大3 mm、最小0 mm,累计水平收敛最大27 mm、最小17 mm。同时在通过该段期间及后期,拱顶沉降及净空水平收敛并没有出现随时间急剧增长现象,且整体最终均逐渐趋于稳定,说明整体支护效果达到预期目的。

5 结语

(1) 观音岭隧道出口左线施工顺利通过流泥砂地层含水段证明,采用地表高压旋喷注浆加固地层,使洞内开挖轮廓线外一定范围内的松散含水泥砂体得以充分固结,阻止其流动,提高了整体承载力。同时

洞内采用预留核心土环形开挖并加强超前及初期支护,有效地防止了松散流砂体出现流塌及漏顶,说明该措施是成功的,施工方案也是可行的。

(2)对隧道进行地表高压旋喷注浆加固,在很大程度上取决于工程地质、水文地质条件及注浆的目的。通过高压注浆,将浆液材料压入地层中,同时通过搅拌,对松散流沙体进行充填—挤密—固结,改善地层物理力学性能,提高地层围岩承载力及整体性。特别是通过高压注浆,使浆液与流塑体搅拌固结,堵塞了地层中的缝隙,减小了注浆区地层的渗透系数及隧道开挖后的渗水量,为隧道洞身安全、顺利施工创造了条件。

参 考 文 献

- [1]王海珍,孙星亮.浅埋大跨公路隧道施工技术[J].土工基础,2007(5):19-20.
- [2]赵志强.浅埋、大跨、软弱围岩隧道施工[J].西部探矿工程,2004,16(5):91-92.
- [3]阙寿洪.高压旋喷桩在隧道围岩加固中的应用[J].公路交通技术,2009(2):130-133.
- [4]刘建超.高压旋喷注浆技术在高速公路软弱地基上的应用[J].公路交通科技:应用技术版,2006(7):16-18.
- [5]董兆松.高压旋喷桩施工技术[J].公路与汽运,2007(5):166-168.
- [6]毕竣夫.高压旋喷桩对海底隧道砾砂层地质条件的改善作用[J].铁道勘测与设计,2009(5):27-28.

Application of High Pressure Jet Grouting Technology for Mud and Sand Stratum Strengthening in Tunnel Construction

Hu Shitao

(China Railway 15th Construction Bureau Group Co. Ltd., Luoyang 471002, China)

Abstract: High pressure jet grouting technology is an important method for stratum strengthening. In the left lane exit of Guanyinling tunnel in Yongzhou to Lanshan highway, flowing mud and sand stratum appeared at the tunnel heading due to surface subsidence. High pressure jet grouting technology effectively strengthened mud and sand stratum, and ensured stability of the tunnel stratum and smooth construction of the project. The design method and construction technology of high pressure jet grouting pile are described based on the actual situation of the project.

Key words: high pressure jet grouting pile; mud and sand stratum; design method; construction technology