

管棚双液注浆在隧道坍方处理中的应用

彭泽波

(中铁十六局集团路桥工程有限公司,北京 101500)

摘要:分析了大山坪隧道坍方的原因,介绍了管棚双液注浆法处理隧道坍方的施工方案和具体措施;并根据该隧道坍方处理的成功案例,指出管棚双液注浆并辅之以径向小导管注浆加强来处理较大的坍方,是一种行之有效而又安全稳妥的方法。

关键词:管棚双液注浆;隧道坍方;径向小导管注浆;坍方处理

中图分类号:U455.49 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)11-0058-02

1 工程概况

赣(州)龙(岩)铁路大山坪隧道为单线铁路隧道,全长 866 m,位于福建省长汀县境内。

1.1 地质情况

隧道所处为丘陵地段,地势起伏,多为剥蚀低山,自然坡度 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$,植被发育。隧道围岩多为寒武系下统板岩与变质砂岩互层和碳质页岩,板岩为泥质,变质砂岩为石英砂岩。围岩节理发育,岩性破碎,风化严重~颇重。本隧道围岩级别为 IV、V 级。

1.2 隧道施工方法

隧道开挖采用正台阶法施工,采用喷锚支护和模筑衬砌;喷锚支护中采用格栅钢架加强支撑,IV、V 级围岩格栅钢架纵向间距分别为 0.5、0.8 m,喷射混凝土厚度 10~12 cm,锚杆长度 2.5~3.0 m。

1.3 坍方情况

坍方地处 DK128+467.9~482 段,属 IV 级围岩,岩体岩性为碳质页岩,节理裂隙十分发育,且碳质页岩表面光滑,层间结合力低,裂隙水发育,导致围岩坍滑。坍体顶面长 14.1 m,底面长 30 m。坍方断面见图 1。

坍方前,隧道上台阶已贯通,且其喷锚支护已全部施作,下台阶开挖和喷锚支护也从出口向进口方向已施作至 DK128+443,二次模筑衬砌已施工至 DK128+511。DK128+443~490 段开挖及支护时,作为碳质页岩的围岩已松弛破碎,围岩压力大;DK128+443~490 段拱墙喷锚支护已严重变形,格栅钢架扭曲,喷混凝土开裂掉皮。坍方于 2003 年 7 月 22 日晚 11 时 30 分发生,在 DK128+475~480 右

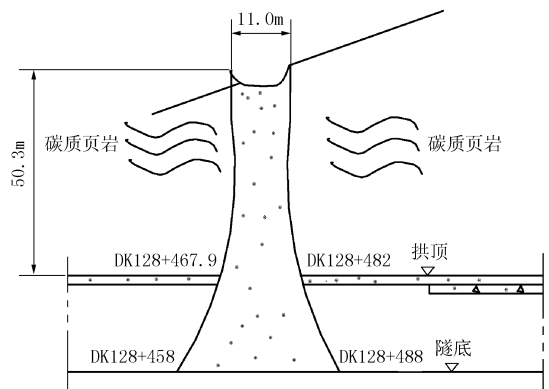


图 1 大山坪隧道坍塌断面示意图

侧拱部首先开始出现局部坍塌、掉块,虽经及时喷混凝土封闭、架设工字钢加强,但坍方依然继续扩大,于 7 月 23 日中午 12 时整个上半断面的锚喷支护(包括格栅钢架)全部坍下来,埋没整个隧道断面,并一直坍塌至地表形成一个半径约 5.0 m 的圆形凹槽。坍方高度 50.3 m,坍方数量: $14.1 \text{ m} \times 7.8 \text{ m} \times 50.3 \text{ m} = 5532 \text{ m}^3$,坍体呈碎石状。

2 坍方原因分析及处理措施

2.1 原因分析

经过建设、设计、监理和施工单位一起进行现场调查研究分析,认为隧道坍方有以下 3 个方面的原因。

(1) 坍方段为碳质页岩,节理裂隙十分发育,加之碳质页岩表面光滑,层间结合力低,且裂隙水发育,围岩遇水极易软化,导致围岩的整体稳定性低。

(2) 下台阶开挖及支护未能紧跟上台阶,致使上台价格栅钢架拱脚暴露时间长,拱脚处围岩松弛

收稿日期:2006-05-29; 改回日期:2006-10-29

作者简介:彭泽波(1971-),男(苗族),贵州天柱人,中铁十六局集团路桥工程有限公司工程师,水文地质与工程地质专业,从事线路、桥梁、隧道施工技术工作,内蒙古准格尔旗苏计沟昌弘建安公司转中铁十六局集团城东项目部(010300),13634779578, zjexpzb@sina.com。

破碎,下台阶开挖时,引起格栅钢架及围岩变形,从而导致坍塌。

(3)二次衬砌没有及时跟上。

2.2 处理方法

(1)防止坍塌扩展;

(2)封堵坍塌体;

(3)待坍塌体稳定后,以管棚、围岩固结注浆与型钢架相结合的支护手段通过坍塌体。

3 坍塌体处理措施

(1)以粘土夯填密实地表凹槽,夯填表面以 M7.5 浆砌片石砌筑,防止地表水流入坍塌体。

(2)施作止浆墙封闭坍塌体表面,在其表面喷射 15 cm 厚 C20 喷射混凝土,以防止注浆时浆液溢出,保持坍塌体稳定。

(3)管棚施工。

在出口 DK128 + 483.5 和进口 DK128 + 466.5 之间,全段施作管棚。管棚采用 $\varnothing 108 \text{ mm} \times 9 \text{ m}$ 热轧无缝钢管,壁厚 7 mm。管棚布置在上半断面,在开挖轮廓线以外 30 cm 处,外插角 $5^\circ \sim 10^\circ$,环向间距 0.4 m。管棚每节长度按 4.5 m 设计,纵向连接采用丝扣,长度 $\leq 15 \text{ cm}$ 。每段循环管棚的长度为 9 m,排距 8 m,管棚搭接长度 1.0 m。由于坍塌体大部分为碎石状,大块石渣很少,用悬吊锤按设计位置将管棚撞入坍塌体。管棚注浆孔直径 15 mm,孔距 200 mm,呈梅花形布置,但其尾部 2.0 m 范围内不钻注浆孔(作为止浆段),头部加工成尖状或安装硬质钻头。钢管两端嵌入围岩 $\leq 1.0 \text{ m}$,计划从出口 DK128 + 483.5 处开始向进口方向打管棚。

(4)注浆。

上半断面共设 2 环管棚,即共进行 2 个循环的管棚注浆。每环管棚为 31 根,共需 62 根,2 环管棚共设 32 个注浆孔,与其余管棚间隔排列(其余管棚只需用 M30 水泥砂浆灌满即可,并插入 4 根 $\varnothing 22 \text{ mm}$ 钢筋,以增加管棚的强度和刚度)。注浆顺序为从底脚开始依次对称到拱顶,全孔采用一次注浆。为了控制浆液扩散范围,采用水泥-水玻璃双浆液,水灰比 0.6 ~ 1.0,水泥:水玻璃(体积比)为 1:1,注浆参数根据注浆情况随时调整;进浆量很大或跑浆时,水灰比和 CS 比取小值,反之取大值。

注浆时对以下情况进行处理:由于坍塌体的孔隙率较大(局部空洞),故注浆前应不压清水,而采取先压水泥浆 10 min,再压双液浆;注浆过程中遇到进浆量很大而注浆压力不足时,采取间歇注浆,并以注

浆量控制为主。

(5)开挖及支护。

坍塌体注浆完成后,拆除止浆墙,以人力用风镐于拱部进行环形开挖,每循环进尺 0.6 ~ 1.2 m,开挖后及时架设 16 型工字钢架(每 1.0 m 架设 2 榀),并喷混凝土 20 cm,拱部径向采用长 3.5 m 小导管作为径向锚杆进行加固,按 1.0 m 间距梅花形布置,拱脚的小导管宜与拱脚处工字钢架焊接。小导管亦适量压注水泥浆液,以进一步加固坍塌体。每排管棚掘进 8.0 m,留 1.0 m 作为止浆盘和管棚搭接。

(6)灌注拱圈。

根据注浆加固和锚喷支护效果,每掘进 1.5 ~ 3.0 m 灌注一次拱部衬砌混凝土。为避免边墙马口开挖时拱脚下沉导致掉拱,灌注前,在拱脚以上 1.0 m 范围打设双排锚杆,锚杆呈梅花形布置,间距 50 cm,长 3.0 m。拱脚加设托梁(2 根 16 型工字钢)。

(7)下半断面施工。

拱部通过坍塌体后,开始下半断面开挖。下半断面开挖一次循环进尺 0.6 m,开挖后及时架设 16 型工字钢架,与拱部钢架连接成一榀整体钢架后及时喷混凝土。每开挖 3.0 m 灌注一次边墙混凝土,并及时施作仰拱。

4 坍塌体处理效果与分析评价

坍塌体段于 2003 年 9 月 16 日实施上述坍塌体处理方案(在这之前主要进行洞身喷锚支护变形段的注浆加固),历时 57 天,32 m 坍塌体全部安全地处理完毕。坍塌体经管棚双液注浆,再辅之以径向小导管注浆加强,并施作喷锚支护和工字钢架,在进行模筑衬砌之前,经现场观察量测,洞身喷混凝土面无裂纹,无变形,无净空收敛和下沉,二次模筑衬砌前的洞身处于稳定状态。同时,坍塌体段上台阶开挖及安装工字钢架时,抬高了上台阶开挖底面标高,工字钢架亦相应抬高,这样,保证二次模筑衬砌时,拱圈衬砌厚度控制在 0.8 ~ 1.0 m 范围,相当于在坍塌体段拱部形成了护拱,保证了坍塌体段隧道结构的安全。

实践证明,管棚双液注浆后,开挖坍塌体时,再辅之以径向小导管注浆加强,这种处理坍塌体的施工方法,安全稳妥,处理效果好,是处理隧道较大坍塌体的一种行之有效的方法。但其进度慢,钢材、水泥和水玻璃用量大,处理成本高,费工费时,有待今后进一步改进。尤其在减少水泥用量上可通过添加外加剂、外加剂,改进注浆工艺等途径加以解决。