

寺铺尖隧道突发性断层塌方处理措施

杨玉刚,晁庚奇

(中铁十八局集团有限公司,天津 300222)

摘要:介绍了突发性断层塌方情况、原因、处理措施和效果,为类似工程提供借鉴。

关键词:突发;断层塌方;处理措施

1 工程概况

朔黄铁路是国家“九五”计划的重点工程,是继大秦、侯月铁路之后兴建的又一条“西煤东运”大通道。这项跨世纪的宏伟工程对开发西部资源、促进西部发展有着极其重要的作用。寺铺尖隧道为朔黄铁路“三桥三隧”六大重点控制工程之一,全长 6407m,位居国内第四位,是控制全线的两座长大隧道之一。我集团公司承担施工的出口段长 3255m,总造价 10689 万元,于 1996 年 8 月 6 日开工,1999 年 10 月 15 日竣工,历时 38.5 个月。

2 塌方原因及断层情况

1998 年 2 月 13 日,隧道掘进至 DK156 + 330 处,掘进 2090m,埋深 920m,掌子面前方由于地质构造原因发生突发性断层塌方,角砾状的塌落物为松散颗粒,在水的作用下成碎屑(主要成份为高

岭土),同时伴有大块塌落物,塌体将塌方口封死,该处地下水丰富,1998 年 2 月 14 日涌水量达 $6000\text{m}^3/\text{d}$,后逐渐减少保持 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 。在山体里坍塌形成的洞穴示意图见图 1。

3 塌方处理方案

根据塌方空洞高度,塌方未稳定,首先要对塌体进行固结。开挖采用正台阶法,保留核心土环形分部开挖,人工清碴,个别孤石采用弱爆破。初期支护采用超前小导管或迈式锚杆注浆,格栅支撑,模喷混凝土。衬砌采用类围岩标准加结构钢筋。

施工时要遵照“管超前,短开挖,强支护,勤测量,适衬砌”的原则进行。

3.1 固结方案比选

对起拱线以上塌体进行固结,固结方案有以下三种:

第一种方案:在开挖轮廓线上部(3m 以上)开挖 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的

小导洞用泵送混凝土形成护顶,或采用现场三臂液压钻孔台车打孔泵送混凝土做护顶。

第二种方案:采用美国英格索公司 KR1804 - 12 型管棚钻机施作大注浆棚。

第三种方案:采用 $\varnothing 42\text{mm}$ 小导管及迈式锚杆结合注浆。

第一种方案适用于塌体覆盖层较薄,在混凝土护顶下开挖人员安全,且护顶可做护拱,避免继续塌方对支护及永久衬砌的冲击,对结构安全有利。

第二种方案管棚钻机利用套管与钻杆同时同步冲击回转钻进,深度达 30m 以上,可一次跨过断层,且套管跟进防止塌孔、卡钻,操作安全,很适宜现场情况。但此钻机远在其他工点运输不便,机械费昂贵。

第三种方案打小导管容易塌孔,遇到孤石易弯曲,有效长度短,且用量大。迈式锚杆自带钻头,自进不堵孔,可以弥补小导管的不足,但从锚杆顶部出浆,固结范围小,费用较高。两者结合效果较好,另外,注浆前需封闭掌子面做止浆墙。

3.2 实际施作

施工中首先采用第一种方案,但在拱顶打小导洞施工不方便,也不安全,而且可能因扰动围岩扩大坍塌范围。因此采用三臂液压钻孔台车打孔,一次只能打 5m 深的孔,孔径为 $\varnothing 102\text{mm}$,长于 5m 需要加长钻杆。共在拱部向上打了 3 个孔,深度分别为 10m、11m、12m。由于混凝土输送管为 $\varnothing 150\text{mm}$,与 $\varnothing 102\text{mm}$ 孔需要用 $\varnothing 90\text{mm}$ 管变径,这样便形成瓶颈,加之钻杆加长后稳定性差,打出的孔道为波浪曲线,泵混凝土发生了堵管现象,后泵水泥砂浆也堵,施工被迫停止。

后改为第三种方案,即在开挖轮廓线以外用小导管和迈式锚杆结合注浆,采用短进尺,钢格栅支撑,模喷混凝土支护。拱顶塌体较薄地段用上述方法施工,造成塌方口外露,这时采用泵送混凝土形成护顶,再按上述方法开挖及支护。

3.2.1 施工工艺

3.2.1.1 台车结合人工打小导管及迈式锚杆

小导管采用 $\varnothing 42\text{mm}$ 的有缝钢管,壁厚 3mm,长度 6.0m。小导管加工见图 2。

迈式锚杆自带钻头,可防止塌孔,起到锚杆和注浆导管的双重作用。锚杆长 6m,钻头直径 $\varnothing 42\text{mm}$,技术参数见表 1。

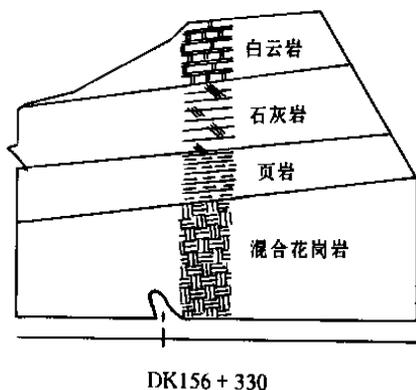


图 1 坍塌纵断面示意图

表 1 采用的迈式锚杆技术参数表

型号	内外直径 (d/D) (mm)	抗拉力 (kN)	屈服力 (kN)	抗弯 强度 (N/mm ²)	屈服 强度 (N/mm ²)	单位 重量 (kg/m)	锚杆 垫板 (mm)	锚杆 螺母 (mm)
R32	20/32	280	220	480	600	3.6	150/1 50/8	sw = 46 H = 40

3.2.1.2 施作止浆墙

喷 20cm 厚混凝土, 封闭塌体。

3.2.1.3 小导管及迈式锚杆注浆

涌水量大的地段采用双液注浆, 水泥的水灰比为 1.25 : 1 ~ 0.5 : 1; 水玻璃的模数以 2.4 ~ 2.8 为宜, 水玻璃浓度 40Be, 水泥、水玻璃体积为 1 : 1 ~ 0.3。

根据注浆机的压力及塌体情况选定注浆半径 $r = 25\text{cm}$, 两圆相交长度取 30cm, 孔距 $a = 2\sqrt{r^2 - (D/2)^2} = 40\text{cm}$, 排距 $c = r + b/2 = 40\text{cm}$ 。

小导管及迈式锚杆三层, 外插角分别为 $12^\circ, 15^\circ, 18^\circ$, 保证有效长度 4m。

导管及迈式锚杆布置见图 3。注浆半径、孔距选择见图 4。

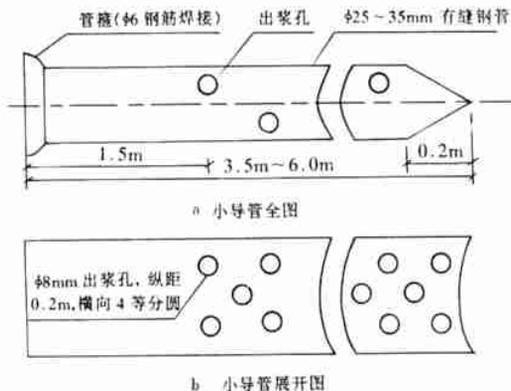


图 2 小导管加要示意图

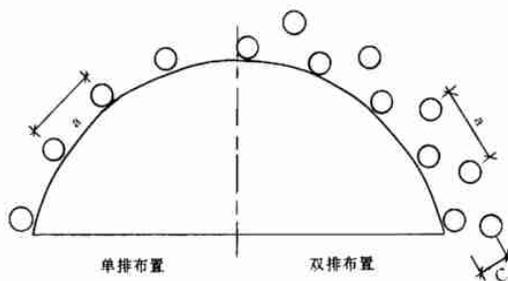


图 3 导管及迈式锚杆环向布置图

3.2.1.4 开挖及支护

开挖采用预留核心土, 人工风镐清碴。进 1.0m, 立 4 根钢格栅, 格栅间距 25cm, 格栅与迈式锚杆及小导管点焊成整体, 立模喷混凝土, 保证喷层厚度 25cm, 养护。待强度满足要求后进行下 1m 的开挖, 循环上述工序, 支护 3m 后施作小导管及迈式锚杆。

为确保安全, 要严格控制开挖进尺, 不能冒进。保持塌体的安息角。拱脚处扩大 30cm 开挖形成大拱脚。

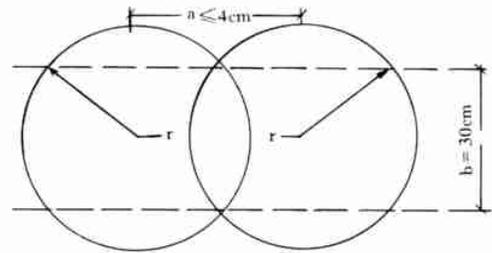


图 4 注浆半径、孔距选择图

3.2.1.5 泵送混凝土作业

在 DK156 + 336 位置, 进行小导管注浆后开挖, 拱顶形成空洞。发现此处塌体覆盖层在拱顶上部分很薄。这时对空洞四周进行喷混凝土加固, 封堵空洞, 采用泵送混凝土, 在开挖轮廓线外施作混凝土板状护顶, 泵送混凝土 100m³, 护顶厚 3 ~ 4m, 上部做 1 ~ 2m 缓冲层, 同时对拱脚以上塌体部位进行导管注浆。泵送混凝土要保证连续灌注, 采用输送管长度控制混凝土厚度, 并及时施作缓冲层。下部开挖每循环为 1m, 架设钢格栅, 喷混凝土支护通过。

3.2.1.6 施工工艺流程 (见图 5)



图 5 施工工艺流程图

4 实施效果及体会

(1) 整个处理过程无人员伤亡; 衬砌前支护下沉 8mm, 且不再下沉, 表明支护稳定; 2.5 个月上弧导通过断层, 比预计提前 1 个月。综上所述, 用这种方法处理花岗岩地段断层塌方效果较好。

(2) 在突发性断层塌方后, 要首先进行断层探测, 搞清断层范围及性质, 不可轻易出碴, 否则破坏塌体安息角会造成更大的塌方。

(3) 断层处理, 在形成塌方漏斗前可采用大小管棚结合注浆钢支撑加固等办法通过; 形成塌方漏斗或塌体覆盖层较薄地段, 可采用泵送混凝土形成板状混凝土护顶。

(4) 用小导管注浆处理双线铁路隧道大塌方, 与传统的插板法、盾构法及明挖法相比, 具有工序简单、安全可靠、施工进度快、节约材料、降低成本等特点。