

超前支护在处理父子关隧道塌方中的应用

何琴 王方 谢文利

(中南大学资源与安全工程学院)

摘要 归纳了隧道塌方产生的原因及常用的处理方法,并结合父子关隧道实际工程概况阐述了塌方段的综合处理措施和相关的工艺,提出了比较全面的防护措施,即用小导管注浆、管棚、锚杆超前支护综合应用。

关键词 隧道 塌方 超前支护

1 隧道塌方产生的原因和处理方法

隧道施工的危险性和复杂性很大,任何失误都可能造成不可挽回的损失。隧道塌方产生的原因也是多方面的,其中包括客观地质因素,主观人为因素和设计方面的原因。

1.1 客观地质因素

(1) 不良地质造成的塌方:风化变质岩体,裂隙发育岩体,崩塌岩堆地区,断层带,溶洞,滑坡,泥石流,膨胀性地层等。

(2) 地下水造成的塌方:使软化系数大的岩石强度降低,使结构面的抗剪强度减小,导致塌方。

(3) 地压造成的塌方:偏压,塑性地压,滑坡及高地应力区等。

1.2 主观人为因素

施工人员忽视围岩细微变形,对不良地质洞段没有采取合理的开挖方法;或支护不及时,开挖时,爆破对围岩的扰动过大,开挖后令围岩暴露时间过长,风化程度加剧。

1.3 设计方面的原因

设计时,没有对隧道所在区的地质情况进行详细的勘察,对地质情况了解不清,地质资料不详细,对可能的断层、富水、岩爆、瓦斯等不良情况估计不足。对地质条件把握不准确和不充分是造成隧道塌方的重要原因之一。

目前对于塌方问题已经有较多的治理方法,主要有锚杆法、锚喷支护(新奥法)、注浆法、小导管注浆支护、管棚法等,而且还有很多专家致力于这项研究中。围岩塌方主要是由岩体失稳所引发,从治本的角度考虑,首先应从加强围岩的自稳能力方面着手。

2 父子关隧道塌方治理

父子关隧道位于沪蓉西高速公路段,湖北省长阳土家族自治县境内,是一座上下行分离的四车道高速公路中长隧道,呈东西向展布。隧道全长870m,计算行车速度为 $80\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$,隧道净空高5.0m,建筑限界净宽: $2\times(0.75+0.25+0.5+2\times 3.75+0.5+0.25)=2\times 9.75\text{m}$;本隧道围岩可分为III、IV、V三级,其中,IV级围岩衬砌长度为340m,V级围岩衬砌长127m。右洞进口YK35+210~YK35+270段与左洞出口ZK36+220~ZK36+260段均属V级围岩。左洞进口覆盖层厚0~9m,右洞进口覆盖层厚0~13m。洞室为强风化层,岩石呈碎块状,裂隙发育,岩体完整性差,呈松散碎石状,拱部无支护时可产生较大坍塌,围岩不稳定,渗水或滴水现象严重,成洞困难。

隧道地处溶蚀、侵蚀低山~丘陵地貌区,地面标高在260~440m之间,最大相对切割深度180m。隧道进出洞口均为陡峭山体,存在较大偏压。上海端右幅进口和成都端左幅出口为半路堑半山地段,上海端左幅进口为悬崖,挖方数量较大,给隧道进出口施工和隧道的稳定性带来较大的困难。

隧道施工自准备进洞开始,随着表土清除,洞口开挖工作面形成,正值南方雨季提前到来。长时间降雨造成围岩受泡富水饱和,地表泉水涌出,洞口段围岩软化,仰坡地表多处产生裂缝,最大裂缝宽6cm,形成2~4cm错台。洞口开挖工作面发生塌方,施工进洞困难。根据现场实际情况,结合其他隧道施工经验,认为较为合理的施工方法是采用超前支护措施:先采用大管棚超前预注浆,结合超前注浆小导管或超前锚杆对洞口段进行固结处理,再进行

开挖。进洞后,如遇Ⅳ级围岩破碎,应及时采用超前锚杆加固,从而保证洞身施工的顺利进行。本隧道跨度大,净空高,施工难度很大,为保证施工安全,确保质量和工期,采取了超前长管棚、超前小导管及超前锚杆等施工措施与初期支护配合,从而保证了施工的顺利进行。

2.1 管棚施工

(1)混凝土导拱施工方法:用砼套拱作为超前管棚导向墙,洞口开挖至成洞面后,先停止开挖,进行成洞面临时支护,并平整地面,在其上搭设管棚施工平台。进洞口段明洞施工完毕后,采用大管棚作为超前支护。在洞外衬砌外缘施作C25级钢拱架混凝土套拱(厚80cm,宽200cm),套拱内按间距60cm埋设4根18工字钢拱架,管棚的孔口管用 $\phi 25$ 钢筋固定在钢拱架,对称浇筑套拱混凝土(图1)。

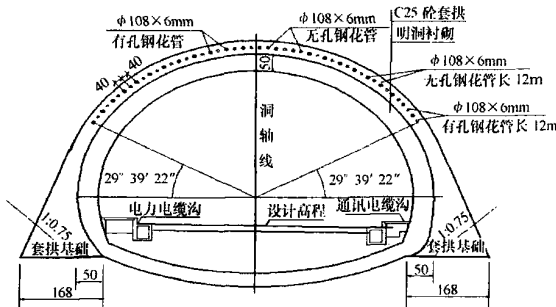


图1 管棚布置图

(2)管棚施工方法:用地质钻机钻孔后用高压水或高压风清孔;管棚采用外径为 $\phi 108\text{mm}$ 的热轧无缝钢管(图2)加工制作,采用钻机逐根顶进接长安装,管棚内采用水泥砂浆注浆。

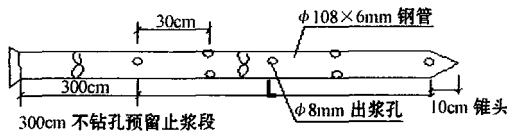


图2 钢花管大样图

2.2 注浆小导管施工

在隧道开挖前,采用风钻钻孔、高压风清孔之后,将小导管放入孔内,沿隧道开挖轮廓外排列,管内注入水泥浆液。将预先弯制好的工字钢支垫于小导管之下,并在拱脚处用锁脚锚杆锁定。人工配合风镐开挖上导坑,开挖完成后及时将临空面初喷混凝土封闭,然后打系统锚杆、挂网、安装工字钢格栅、喷射混凝土封闭。待上导坑掘进一段距离后,下导坑拉中槽、错槽开马口,并将临空面及时初喷混凝土后安装系统锚杆、挂网、安放边墙工字钢并与拱部工

字钢连接后喷射混凝土封闭。这样注浆小导管与工字钢共同组成预支护系统,支撑和加固自稳能力极低的围岩,喷射的混凝土将不连续的岩层面胶结起来,并产生楔形效应而增加岩块间的摩擦系数,防止岩块沿软弱面滑移。

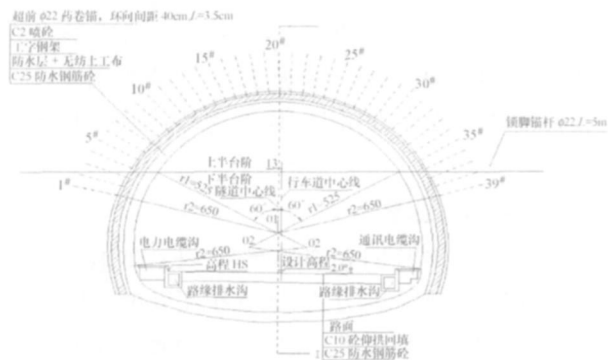
2.3 超前锚杆

本隧道中采用 $\phi 22$ 超前药卷锚杆,长3.5m,锚杆环向间距40cm,纵向每2.0m设一环,外倾角 $10^\circ \sim 20^\circ$ 。锚杆由 $\phi 22$ 螺纹钢外加药卷锚固剂组成。超前锚杆采用钻孔打入法,其安设方法步骤如下:

1)用YT-28风钻打孔,然后用吹管将孔内岩粉吹出成孔;

2)插入锚杆,插入困难时,可用带冲击锤的YT-28风钻顶入或直接用重锤打入。锚杆须从钢拱架的腹部穿过;

3)超前锚杆采用注浆泵灌浆。施工时应根据岩体节理面产状来确定锚杆的最佳方向。为加强共同支护作用,要求将超前锚杆尾端焊接在钢支撑的腹部,采用药卷材料作为粘接材料,每排超前锚杆纵向搭接不少于1.0m。本隧道共设置170m超前锚杆(图3)。



有的作用。

(3) 选择合理的开挖方法: 掌子面前方正面的坍塌往往会导致超前支护的失效。在选择开挖方法时, 应尽量降低开挖高度, 采用半断面正台阶法开挖, 以保证掌子面的稳定。

(4) 喷射砼抵紧掌子面: 当使用钢拱架支护时, 由于掌子面不整齐, 导致掌子面的顶部与钢拱架之间总存在一定的空隙, 应先喷射一层砼, 至少与钢拱架外缘齐平, 从而加强超前支护的作用。

2.5 效果评价

为保证施工安全及检查超前支护施工的实施效果, 施工单位专门组织了对隧道洞口段下沉位移量的观测。根据各观测点的高程变化值, 绘制出口左洞 JZ 断面、进口右洞 JY 断面地表下沉的位移图, 分别见图 4、5。图中 Z1 ~ Z5 表示左洞出口断面的 1 ~ 5 号观测点, Y1 ~ Y5 表示右洞进口断面的 1 ~ 5 号观测点。

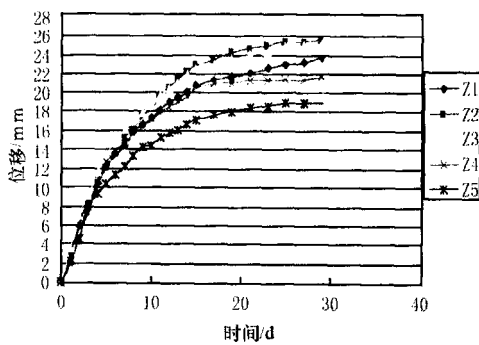


图 4 出口左洞 CZ 地表下沉位移图

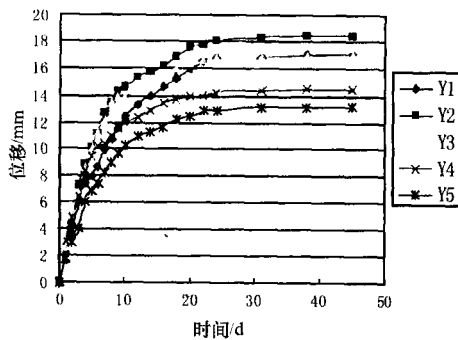


图 5 进口右洞 JY 地表下沉位移图

通过地表下沉位移图显示, 进口右洞在开挖前 15 天后有 15mm 左右的下沉, 随后趋于稳定, 符合规范要求。出口右洞地表各观测点变化还在加速, 但符合规范要求, 需进一步的观察。这充分说明了大管棚预注浆、小导管、锚杆超前支护措施对防止围岩恶化, 控制隧道变形作用是显著的。

3 结 语

(1) 管棚等几种超前支护措施的综合应用在父子关隧道塌方治理中效果显著, 加速了进洞的速度, 缩短了工期, 取得了显著的经济效益和社会效益。

(2) 隧道施工中要切实做好各种防坍塌措施。针对不同的现场地质情况, 进行地质勘测, 合理的安排施工方法, 必要可以将各种处理方法有机的结合起来, 效果更显著。我们不但要利用现有的技术处理好塌方问题, 还要不断探索出新的技术寻求更好地解决方法。

参 考 文 献

- [1] 孙志峰, 谭世友, 押鹏举, 等. 隧道塌方的影响因素与治理方法. 研究探讨, 1009 - 9441 (2006) 03 - 0067 - 02
- [2] 鲍 军. 隧道塌方的原因和预防. 芜湖职业技术学院学报, 2004 (3).
- [3] 黄成光. 公路隧道施工. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [4] 孙富学, 朱秀清. 隧道工程塌方治理及工程实例. 公路交通技术. 2006 (2).
- [5] 重庆交通科研设计院. 公路隧道设计规范 (JTJ026 - 90). 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [6] 交通部重庆公路研究所. 公路隧道施工规范 (JTJ042 - 94). 北京: 人民交通出版社, 1994.
- [7] 王梦恕. 地下工程浅埋暗挖技术通论. 合肥: 安徽教育出版社, 2004.
- [8] 孙绍影. 长管棚初步设计和施工浅谈. 西部探矿工程, 2005, 107 (4): 105 - 107.

第一作者通信地址: 长沙市岳麓山中南大学校本部学生 2 舍 603# 邮编: 410083