维普资讯 http://www.cqvip.com

堰湾 2# 隧道地质灾害及防治措施

冯 辉
（中铁三局集团桥隧分公司，河北 邯郸 056036）

摘 要：结合堰湾 2# 隧道的实际施工情况，分析了石灰岩的岩溶、涌水、突泥等地质灾害产生的机理和原因，提出了预防及治理措施。

关键词：隧道施工；地质灾害；岩溶、涌水、突泥
中图分类号：U452.1+1 文献标识码：A 文章编号：1000-8136(2007)06-0056-02

在隧道施工的整个过程当中，一旦发生地质灾害性事故，不仅延误了建设工期而且还大幅度提高了工程费用，同时还会对人身造成不同程度的伤害；如地质性灾害处理的不妥当，也会给工程质量遗留后患，给维修养护工作造成极大困难。由于地下工程施工的地质条件复杂多变，必须对施工过程中出现的地质灾害，采取及时的应变防治措施，保证隧道施工的安全与经济。在宜万铁路 W4 标堰湾 2# 隧道施工过程中，对石灰岩的岩溶、涌水以及塌方采取了防治措施，取得了明显的效果，对以后的石灰岩隧道施工设计起到一定的借鉴作用。

1 工程概况

堰湾 2# 隧道为双线隧道，起讫里程 DK35+910~DK39+113，全长 3 202 m，隧道衬砌长度 II 级围岩 479 m，III 级围岩 1 469 m，IV 级 1 255 m。隧道最大埋深约 160 m，线路距老 318 国道较远，但有乡村公路通行，交通相对便利。

衬砌内轮廓为净宽 10 m，拱高 8.4 m 的三心圆曲边墙结构。

2 工程地质

2.1 地质构造及地层岩性

测区出露白垩系下统石门组、寒武系上统三游洞群及寒武系覃家庙群。

隧道所在区域岩溶裂隙水较发育，受大气降水补给，主要通过岩溶洼地汇集，沿岩溶裂隙及暗河溶洞排泄。较大的暗河有寨子洞暗河、五爪洞、龙洞、倒洞及砂洞等。隧道部分地段地表漏斗、落水洞发育，雨季易受涌水、突泥的危害。

本隧道范围内处于宜昌单斜，节理较发育，陡崖处多发育危岩、危石及深厚层堆积等不良地质。

2.2 水文地质条件

区内属亚热带温湿季风气候区，四季分明。年平均气温 14 ℃~15 ℃，相对湿度为 70%~80%，降水丰富，年平均降水量约 1 504 mm，属半潮湿温暖气候区。

隧道预测最大涌水量 Q=16 583 m^3/d，单位涌水量 Q=7.51 $m^3/d\times m$，正常涌水量 Q=3 893 m^3/d，该段地表漏斗、落水洞发育，雨季易受涌水、突泥的危害。

3 岩溶

3.1 岩溶概况

岩溶段位于 37+500~DK38+400 区段，埋深 120 m~160 m，岩性为石灰岩夹白云岩，裂隙发育且夹有泥层Ⅲ、Ⅳ级围岩，岩石饱和抗压强度在 40 Mpa~60 Mpa，岩体裂隙发育、褶皱并伴有泥夹层，溶腔大部分位于拱顶及右侧边墙出，溶腔内大部分为湿泥，最大的溶腔位于 DK37+957 处，裂隙宽度约 40 m，高度 28 m，沿线路方向距离为 5.8 m。

3.1.1 岩溶发生的机理

岩溶多发生于石灰岩地段，地表水或岩溶裂隙水的长期侵蚀是产生的内因；某些附加荷载的触发是其产生的外因。开挖过程当中极易发生突泥、突水事故的发生，给施工生产带来的危害是极大的。

3.1.2 预防措施

施工之前加强探测，采用 TSP203 进行超前探测，同时用红外探水仪，超前水平钻及超前钻孔进行超前辅助探测，确保没有溶腔及承压水的情况下进行下一个循环的开挖施工。在 TSP203 检测有异常的情况下，采用超前水平钻进行进一步探测同时采用红外探水仪进行全程测量，在施工的过程当中采用直径为 50 mm 的钻头进行加密钻孔且钻孔的深度不得小于 6 m，同时在拱顶、隧道的左右偏拱处也用直径 50 mm 的钻头进行加密钻孔，一旦发生从超前钻孔处涌水及时撤离。

3.2 DK37+962 岩溶发生原因及治理措施

2006 年 4 月 21 日，堰湾二号隧道开挖至 DK37+962 处，开挖面岩体有些异常外凸现象，并且裂隙水发育。4 月 22 日开挖至 DK37+958 处，发生突水，突水量 10 200 m^3/d，水质由浑浊变清澈。隧道围岩为泥质灰岩及碎屑碎石，岩体破碎，围岩经地下水长期浸泡，由拱部向线路左侧垮塌，形成塌腔，出水点主要集中在线路左侧坍腔中部。至 2004 年 4 月 24 日，溶腔高度达 28 m，坍腔最大宽度达约 40 m，沿线路方向 5.8 m。

3.2.1 岩溶发生原因

本区段寒武系中统覃家庙群的地表水对岩体的软化和泥化作用主要表现在对岩体结构面中充填物的物理性状的改变上，岩体结构面中填充物随含水量的变化，发生由固态向塑态直至液态的弱化效应，软化和泥化作用使岩体的力学性能降低，内聚力摩擦角值减小。

另一方面表现为结合水的强化作用：处于非饱和带的岩体，其中的地下水处于负压状态，此时的地下水为结合水，按照有效应力原理，非饱和岩体中的有效应力大于岩体的总应力，地下水的作用强化了岩体的力学性能，即增加了岩体的强度。隧洞的开挖扰动、有压地下水的涌出以及该段岩体破碎充填碎屑的特点，导致周围原有岩石失去平衡状态，其内部原有的应力场将发生改变，其中 $\sigma max>S$；$\upsilon max>U$（σmax 和 υmax 为岩体内最大的应力和位移，S 和 U 为围岩所允许的最大应力和最大位移），引起隧道岩

（下转第 58 页）

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.3.6 弯沉回归公式不可随意外延

1978年柔性路面设计规范中的弯沉公式是现行公路沥青路面设计规范的基础,原来的弯沉与累计通行轴载次数的关系式是根据对当时国内沥青路面结构和路况条件进行调查回归得到的,现在路面结构形式以及交通荷载情况与30年前有很大的不同,决定路面设计的关键指标弯沉公式多年来虽几经修正,但其对现有交通条件路面结构形式下的适应性值得怀疑。

2 根治

2.1 原材料质量控制

切实抓好矿质原材料选材、备料生产和质量检验,从源头上对原材料备料质量加强管理。油面料碎石备料时,建议采用反击式破碎机、振动筛设备,并统一破碎机和筛分设备的规格(型号)、筛孔尺寸,保证分档碎石有较好的颗粒形状和级配。

2.2 优化设计

提高长期使用性能的重点应该从优化结构组合设计,按每一条路的实际情况得到的数据去设计路面面层,这样的数据才能更合理、更适合。对各油面层沥青混合料进行优化设计,矿质混合料设计时应采用骨架密实结构,最佳沥青用量应根据不同层位油面层需要的功能谨慎选定。为提高沥青路面的高温稳定性,江西地区施工采用的沥青用量应按最佳沥青用量OAC降低0.1%~0.3%选用,中、下油面层宜取低限。重载道路或高速公路沥青路面建议对中、上面层使用沥青进行SBS改性。

2.3 施工

(1)加强拌和楼的现场管理:严格监督拌和楼按监理批准的生产配合比准确配料,控制好沥青和骨料加热温度、沥青混合料的拌和时间、出料温度,保证拌和楼生产的沥青混合料质量。

(2)配套机械设备:科学、合理地选择沥青混合料拌和、运输、摊铺、压实及其配套设备的选型、组合方式和配置数量,并通过试验段检验选用设备及组合方式的适用性。

(3)摊铺:加强沥青路面现场施工各个环节的质量管理,保证沥青混合料摊铺均匀、稳定,碾压密实。为减少沥青混合料运输、摊铺过程出现的离析,中、下油面层建议使用2台摊铺机摊铺,表面层另配备1台沥青混合料转料车与1台宽幅摊铺机联合摊铺,气温低于10℃或天气下雨时不得进行沥青混合料摊铺。

On Causes and Prevention of Damages in Pitch Road Surface

Chen Pengfei

Abstract: This paper discusses the questions existing in the technical norm of raw material quality, mineral material grade of pitch mixed material and technical norm of test of mixed material and provides some opinions on the causes and prevention of damages on pitch road surface.

Key words: pitch road surface, quality, damage

(上接第56页)

溶的发生。

3.2.2 治理措施

由于有施工前TSP203的超前预报预警,采取了积极的预防措施,未发生人身伤害事故;而且在短时期内抽排了隧道涌水防止了灾害进一步发生。与设计院协商后制定了岩溶处理方案:

(1)对坍塌的岩溶面喷射混凝土,5 cm~10 cm厚,一方面确保施工人员的安全,另一方面防止破碎围岩遇水和空气后风化崩解继续坍塌。

(2)开挖断面尺寸内,先初喷射C20混凝土3 cm~5 cm;安设3 m长的φ25中空注浆锚杆,锚杆间距1 m×1 m;铺挂φ6.5 mm的钢筋网,钢筋网间距25 cm×25 cm;安装I18工字钢拱架,1榀/0.8 m;最后喷射C20混凝土至20 cm厚。

(3)在洞身初期支护外侧铺挂两层EVA防水板和土工布防水层,沿开挖轮廓线外侧径向泵送2.0 m厚的C25混凝土。

(4)坍腔内沿坍塌面轮廓线安设钢拱架,安装I18工字钢拱架,1榀/0.8 m,I18工字钢拱架纵向用L65×65×5 mm的角钢连接,间距1.0 m。I18工字钢拱架连接处用螺栓连接,并把缝隙焊接牢固。I18工字钢拱架外侧铺挂φ6.5 mm的钢筋网,钢筋网间距15 cm×15 cm。安设3 m长的φ25 mm中空注浆锚杆,锚杆间距1 m×1 m。喷射C20混凝土至20 cm厚。

(5)为防止空腔部位形成偏压和防止侧墙渗水,拱顶2.0 m以下的坍塌部位,采用C10片石混凝土进行补强加固。

(6)在拱侧突水点预埋泄水槽,把水流从溶腔的右侧排走。

4 结论

在隧道的施工过程中遇到不同的地质灾害是客观存在的,关键是如何进行积极的预灾、避灾和减灾。超前地质预报是减少地质灾害损失的重要手段;隧道设计阶段的地质勘察阶段必要时多增加地质钻孔,提高勘察结果的精度,避免对地质条件了解不足,减少给施工带来许多难以处理的困难,同时在施工中加强超前地质预测是非常必要的。

地质灾害发生后,动态科学的解决施工中不同类别的地质灾害问题,采取科学合理的处理措施,既能减少工期损失,又能保证人身、机械及地下洞室结构本身的安全,降低地质灾害造成的损失。

作者简介:冯辉,男,1971年出生,1997毕业于石家庄铁道学院交通工程系,工程师。

Geological Disaster and Prevention Measures in Yanwan Tunnel II

Feng Hui

Abstract: Combining with the practical construction of Yanwan Tunnel II, this paper analyses mechanism and reasons why there is geological disaster such as karst, water gushing, mud-dashing etc. of lime rocks.

Key words: tunnel construction, geological disaster, karst, water gushing, mud-dashing