

Application and Analysis of Landslide Control Technology in Tunnel Construction

Jie Li

Henan Province Xin County Highway Industry Development Center, Xinyang, Henan, 464000, China

Abstract

With the continuous expansion of highway construction scale, more and more roads are built in high mountains and valleys with complex geological terrain. Tunnel is an important part of highway construction, the most common geological disaster in tunnel construction is collapse, which will seriously threaten the safety of tunnel construction personnel and equipment. To this end, this paper combined with a tunnel landslide project, on the basis of fully understanding the cause of the landslide, for the no landslide section, landslide section put forward specific treatment measures, and evaluated the treatment effect, the treatment effect is good, can meet the construction requirements.

Keywords

tunnel engineering; landslide control; palm face

隧道施工塌方治理技术应用与分析

李杰

河南省新县公路事业发展中心, 中国·河南 信阳 464000

摘要

伴随公路建设规模的不断扩大, 越来越多公路修建在复杂地质地势的高山峡谷地区。隧道是公路建设的重要组成部分, 在隧道施工中最常见的地质灾害为塌方, 将严重威胁隧道施工人员及设备的安全。为此, 论文结合某隧道塌方工程, 在充分了解塌方原因的基础上, 针对未塌方段、塌方段提出了具体的治理措施, 并评价了治理效果, 治理效果良好, 可满足施工要求。

关键词

隧道工程; 塌方治理; 掌子面

1 引言

近年来, 中国丘陵、高山峡谷地区在修建大量公路的同时, 也会遇到许多施工难度大的长大山岭隧道, 在公路隧道施工中最大特点为地质条件复杂、开挖断面大, 在开挖隧道过程中, 因涌水、围岩变形等情况, 将严重危害隧道安全。隧道围岩失稳而塌方是隧道施工最常见的事故之一, 如何有效控制或降低隧道塌方灾害成为了当前急需解决的重点问题。

2 工程概况

某隧道右线于 YK195+433 断面处开挖, 伴随开挖深度的增加, 围岩地下水愈加丰富, 围岩条件越来越差, 随开挖进尺的推进初期支护表面产生了大量开裂情况。经研究、讨论决定, 采用注浆、换拱等进行 YK95+433~YK195+413 段支护加固处理。然而, 伴随施工进度不断加快, 此段

围岩变形问题并未得到解决。待施工至隧道出口工区右洞一掌子面 YK195+405 段时, 隧道此处变形过大, 经商议决定暂停施工, 探讨后期施工措施, 但随后一段时间内, YK95+433~YK195+413 段出现塌方(见图1), 将接近掌子面的数根钢架、超前支护等损坏, 且上台阶初支表面出现渗水问题, 整个隧道断面被坍塌体堵塞。事故发生后, 针对坍塌体迅速采用洞渣反压, 从而保证塌方体稳固^[1]。



图1 塌方实拍图

【作者简介】李杰(1969-), 男, 中国河南光山人, 本科, 工程师, 从事铁路、公路及市政研究。

3 隧道施工塌方原因分析

塌方前, 隧道选择的施工法为上下两台阶开挖法, 上

下台阶高度分别为 6m、4m，因塌方发生时，二衬滞后距离较远，为此，二衬支护影响可忽略不计。

①通过监测隧道周围产生的位移及应力分布规律变化情况，本断面围岩属于薄层千枚岩、板岩，与水结合极易软化。为此，应在无水状态下分析断面处变形情况。具体条件下，随着地下水的作用推进蠕变不断发展，周围围岩的位移、应力状态持续扩展，从而产生隧道塌方^[2]。

经塌方原因调查可知，有一条冲沟存于隧道塌方处地表下，且有大量水源汇集。因此处围岩为薄层千枚岩、板岩，岩质极软，节理裂隙发育，围岩在地下水长期浸泡下，稳定性越来越差。开挖隧道施工中，此处围岩渗水问题愈加严重，水量剧增。因此，在原因分析中必须考虑渗流作用。经塌方典型断面 YK195+430 段围岩体稳定性受地下水影响较大，也是该隧道塌方的主要原因。在地下水影响下，隧道围岩体的应力场、位移场均发展变化，且呈现出增长趋势。随着时间的不断推进，增长量越来越大，当隧道支护结构无法对围岩产生的变形进行有效支撑时，则会破坏隧道结构，从而导致隧道结构稳定性下降，产生塌方^[3]。

②为分析隧道掌子面变形情况，监测得到随掌子面开挖进尺变化断面水平收敛及拱顶沉降情况，见图 2、图 3。

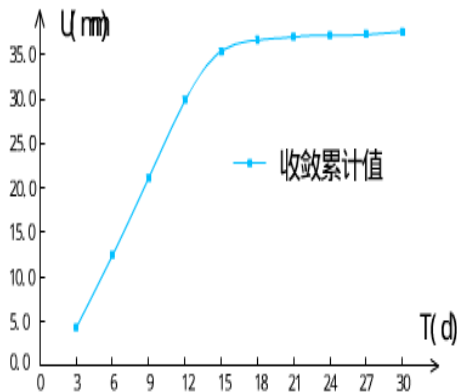


图 2 水平收敛随开挖时程图

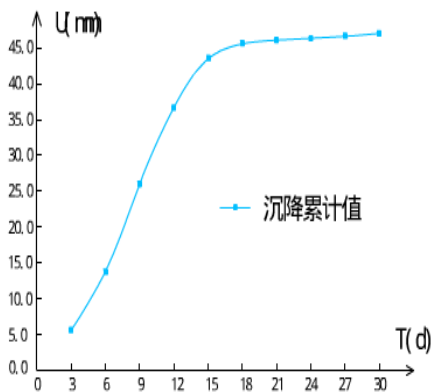


图 3 拱顶沉降随开挖时程图

由此可见，伴随掌子面开挖进尺不断增加，水平收敛及拱顶沉降不断变大，当开挖进尺在 6m 以下时，已产生了显著位移情况，当开挖进尺为 6m 时，此时位移增大率最大，随之慢慢趋于缓和。水平收敛和拱顶下沉最大在第 15 天趋于稳定；塌方前开挖里程为 YK195+405，二衬施工里程为 YK195+458，表明二衬与掌子面施工距离尚远。其中，塌方段与掌子面之间的距离也在 15m 以上，在掌子面空间效应之外，此时围岩变形的根本原因为岩体流变出现挤压变形情况，伴随施工的不断进行，蠕变变形逐步增加，从而出现围岩净空现象，产生塌方。此外，在开挖进尺速度持续加快的状态下，掌子面空间效应过早消失，围岩因流变性影响也将提前，导致围岩变形情况加快，因失衡严重，从而导致塌方事故产生^[4]。

4 隧道施工塌方治理技术应用

4.1 应急处理技术分析

塌方第一时间，应及时采取措施进行应急处理。要求停止所有施工活动，从隧道右线快速撤出，并做好坍塌面封闭，可选择大块石洞渣码砌渣脚，随后将钢筋网设于坍塌面，喷洒 C25 混凝土，固化塌渣体表面。

按照渗水具体情况，在初支表面、坍塌体进行泄水孔设置，本工程需在 6~10m 内控制钻孔深度，孔口管以 $\Phi 108$ 钢花管为准，插入深度为 1~2m。通过波纹管向临时水沟排放，并做好洞内排水施工，避免施工场地积水^[5]。

4.2 未塌方段治理技术分析

为避免塌方事故范围扩大，需加固处理相邻支护结构。具体措施如下：

第一，与塌方相近处，即 YK195+433~450 段，可将 118 临时钢架设于初期支护内表面，50cm 为每榀间距，纵向上钢架可与 $\Phi 22$ 钢筋相连，环向同样以 50cm 间距进行设置。每榀钢架需进行 $\Phi 22$ 药卷锚杆锁脚设置，数量为 4 根，长度为 3m。

第二，泄水孔打设时，可灌注 YK195+433~450 段周围围岩，水灰比为 0.5 : 1~1 : 1，0.5~1.0MPa 为注浆压力，若仍无法控制地下水出水量，需选择加水玻璃双液浆处理。

4.3 塌方段治理技术分析

4.3.1 塌体稳固

选择大块石洞渣码砌渣脚，随后将钢筋网设于坍塌面，喷洒 C25 混凝土，固化塌渣体表面。选用 8@20cm 钢筋网，20cm 为混凝土喷射厚度。要求将小导管设于塌体上部斜向外，400cm 长， $\Phi 42$ mm。经小导管注浆处理，从而达到良好加固效果。

4.3.2 塌体处理

第一，渣堆反压回填。YK195+433~450 段运渣回填施工，为后续施工提供施工平台。

第二，超前注浆锚杆。采用自进式锚杆加固 YK195+

413~433 段塌体，注浆材料为双液浆，环向按 30cm 为间距设置，1.0m 为浆液加固圈范围。

第三，超前地质预报探测。塌方掌子面 YK195+433 前方可采用地质雷达等进行监测，可探测出塌方体大小，即 20x12x5m。

第四，开挖坍塌段。完成上述作业，可稳定塌体，此时可将超前注浆锚杆设于拱部 130° 角处，3m 长，Φ42mm。开挖时，按三台阶法施工，进尺一榀，可采用 120b 型工字钢支护，50cm 纵向间距。按照具体施工情况及地质条件，随时做好开挖方案调整工作，上台阶施工过程中，可进行临时仰拱增设。中台阶开挖时，可分左、右开挖。此外，还需将注浆锁脚锚管设于上下台阶拱脚位置。

第五，排水处理。在此次隧道塌方事故中，地下水影响较大，为此必须做好排水处理，避免二次危害。隧道开挖面部位的涌水可通过 Φ159 钢管设置向洞外抽排，尽可能确保施工场地干燥。随后采用风钻对较大渗水量处进行钻孔，深度控制在 3m 以上，并将 Φ50 软式透水管插入孔内，以此排出水。在二衬段施工前，间隔 2m 进行环向排水管设置，横向排水管间距则为 5m，并保证管道全面连接中央水管。

5 隧道施工塌方治理评价分析

隧道塌方处治后，为更加全面、详细地对处治效果进行评价，可选择断面 YK195+430 为例，自塌方段治理开始，详细统计、记录断面拱顶沉降、水平收敛等信息，以此获取拱顶沉降与水平收敛速率、平均速率等，具体见图 4~ 图 7。

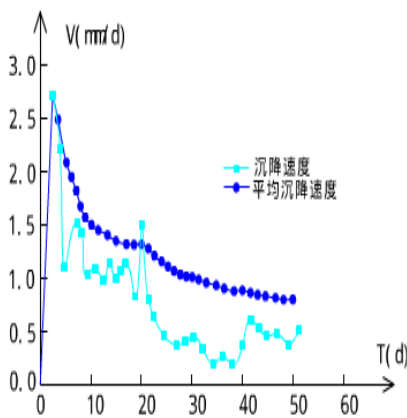


图 4 沉降速度与平均沉降速度时程图

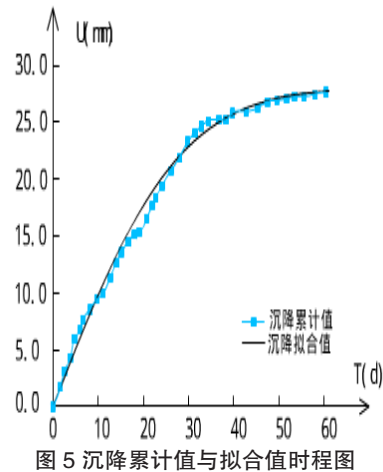


图 5 沉降累计值与拟合值时程图

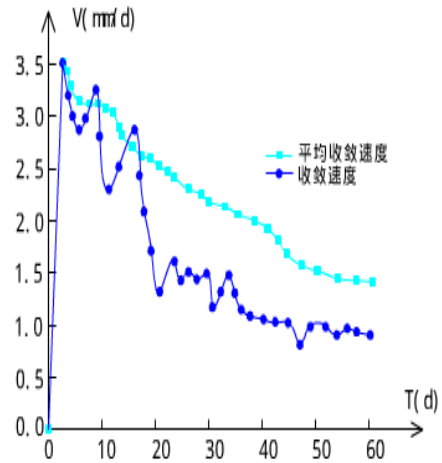


图 6 水平收敛速度与平均收敛速度时程图

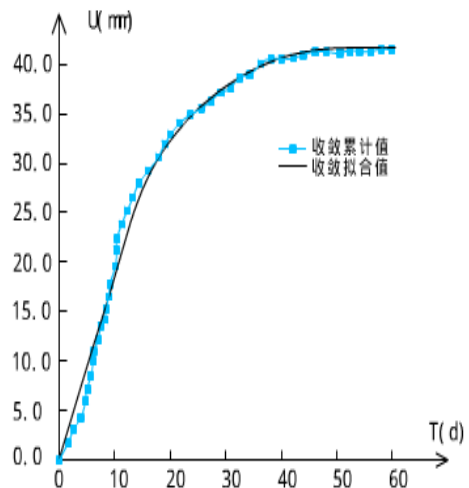


图 7 水平收敛累计值与拟合值时程图

由此可见,在开挖处治塌方段的过程中,拱顶、边墙位移变形较大,伴随支护施工的结束,变形速率逐渐变小,在此过程产生异常反转现象,但整体来讲,仍呈逐步减小趋势,并趋于稳定。经监测数据可见,沉降速率在0.5mm/d以下,收缩速率在1.0mm/d以下,在可控范围内。通过沉降及收敛变形累计曲线可见,前期增长速度很快,后期增长逐步变缓,直到稳定,最终拱顶变形累计值28.1mm,边墙变形累计值为40.5mm,均满足允许范围。由此表明,隧道塌方治理效果良好,可满足预期效果^[6]。

6 结语

综上所述,改革开放以来,中国经济迅速发展,交通运输业作为国民经济发展的支柱型产业,在社会经济发展中占据着重要的地位。隧道作为公路建设的重要组成部分,隧道塌方问题将严重威胁隧道施工人员及设备的安全。为此,如何防治隧道塌方成为了隧道施工的关键。应在充分掌握隧

道塌方原因的基础上,合理选择治理措施,稳定塌体,提高施工质量及安全。

参考文献

- [1] 吴杰.塌方治理技术在公路工程隧道施工中的应用[J].建筑技术开发,2018,45(9):80-81.
- [2] 田洪光.公路隧道塌方冒顶处理施工技术[J].公路交通科技(应用技术版),2014(5):209-211.
- [3] 马友博.隧道工程软弱围岩大变形控制体系及应用分析[J].城市道桥与防洪,2017(12):141-143.
- [4] 林胜欣.隧道塌方治理措施及施工技术[J].江西建材,2017(15):197+199.
- [5] 张永松,张永超.公路工程隧道施工技术探讨[J].建筑工程技术与设计,2016(22):152.
- [6] 齐甦,王立英,崔小鹏,等.兰渝铁路清水隧道塌方治理结果的分析[J].现代隧道技术,2014,(2):172-177.