

公路隧道施工塌方成因及处理措施

高 龙

(宁夏交通建设股份有限公司, 宁夏 银川 750000)

摘 要 在城市建设工程的推进背景下, 道路基建等项目的建设范围及数量也在不断增加, 面对复杂的地质条件, 需要通过隧道工程建设的方式提升公路工程设计与应用的科学性。隧道工程建设中更易发生塌方等安全风险事故, 加之塌方事故具有突发性、危险性, 是技术人员日常管理与维护的重点环节, 需要掌握正确的处理方法以减少不必要的经济损失和安全风险。本文将研究公路隧道施工塌方概况, 并详细分析产生塌方事故的原因及有效的处理措施。

关键词 公路隧道; 塌方成因; 处理措施

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)09-0038-03

随着公路工程项目建设的快速推广, 较好地满足了我国基础交通建设的发展需求, 对带动沿线经济、方便出行等都具有重要意义。由于城市地质环境的实际情况有很大差异, 在进行公路隧道工程建设的过程中更容易产生施工安全与风险事故, 特别是在隧道的开挖建设过程中, 由于支护受力不当, 更容易产生岩石等的坍塌情况, 是公路隧道施工建设中的重点治理环境, 技术人员应加强前期勘查工作, 充分结合地质情况确定隧道的施工方法, 减少隧道塌方等安全事故的发生。

1 公路隧道施工塌方的概述

公路隧道工程建设是在穿山越岭的基建项目当中最常见的工程环节之一, 但在其建设过程中, 由于安全防范不足、地质结构变化等因素的影响, 较容易产生隧道塌方的施工安全风险, 不仅会给施工企业造成一定的经济损失, 还会带来人员伤亡和社会影响, 也是公路隧道工程建设当中需要防范和处理的重点环节。公路隧道的塌方是在隧道顶部应力作用增大过程中产生岩石、泥土等的坍塌情况, 特别是在隧道工程的前期开挖过程中, 由于外力作用的影响会降低隧道围岩结构的稳定性, 松软的岩体和沙土会产生一定的裂隙, 造成隧道塌方的风险^[1]。隧道塌方的风险贯穿于项目建设的全过程中, 需要通过可靠的支护建设和衬砌回填来进行防范处理, 也可利用围岩结构的稳定性监测来进行预测和防范。

2 公路隧道施工塌方的成因

2.1 地质结构因素

公路隧道工程属于地下结构施工, 其建设质量和施工安全会受到地质结构特征的影响, 特别是对一些

地基软弱和地下水系分布丰富的区域更容易留存隧道施工的安全风险点, 这也对技术人员的前期勘察与地质调研等提出了更高的要求。在岩溶地区、膨胀土地区、断裂带区域等地质结构上进行公路隧道开发建设时的技术难度更大, 更容易在施工过程中产生一些不可预见的塌方风险^[2]。公路隧道的整体建设宽度较大, 对地基和围堰结构的荷载需求更高, 部分隧道工程建设当中的支护结构承载力无法有效满足其支撑需求, 在持续的震动和开发影响之下会产生一定的塌方风险。另外, 隧道工程的防水要求更高, 在强过水通道的影响之下, 隧道地基部分的稳定性会逐渐下降, 在渗透软化的作用下会产生隧道施工塌方的情况。

2.2 工程设计因素

公路隧道工程的施工建设严格按照项目设计方案执行, 但在部分工程项目的方案规划过程中缺少模拟测试、论证优化等环节, 导致设计方案的科学性和可行性不强, 在实际建设过程中, 会产生一定的塌方风险。如在隧道工程的支护建设当中, 技术人员需要根据周边地质结构的勘察结果确定人工支护搭建的方式和荷载量, 一旦出现设计参数与现场实际不匹配的情况时, 地基和围堰部分的支护稳定性会不断下降, 造成隧道部分区域塌方的情况^[3]。在公路隧道工程建设的过程中, 可能会涉及不同的地质结构分布情况, 所适用的支护建设和安全防护手段也存在一定差异, 部分设计人员忽略了前期地质勘察工作的重要性, 在项目当中采用了统一的维稳标准和处理方法, 导致施工人员在实际建设过程中存在着一定的塌方风险。

2.3 施工建设因素

部分施工单位对公路隧道工程建设的工序、技术

和设备等没有形成充分的认知,在实操过程中存在着安全意识淡薄、风险防范不足的情况,特别是一些不规范的施工操作方法留存了很大的安全隐患,更容易在建设过程中造成隧道塌方的情况。参与隧道工程一线施工的部分操作人员文化水平程度较低,对隧道支护施工建设当中的部分方法要点没有充分地理解,过分依赖个人工作经验进行实操处置,实际施工能力水平参差不齐,不利于提升公路隧道工程的建设质量和现场安全。设计单位和施工单位之间的技术交底交流工作不够充分,导致管理人员对隧道施工建设当中的要点和难点没有形成正确认识,无法较好地指导施工人员的现场工作开展,也容易诱发隧道施工建设当中的塌方等风险情况。

2.4 安全认知因素

公路隧道施工当中的塌方情况具有一定的突发性,但在塌方事故的发生前期会出现隧道围岩稳定性下降的预兆,有经验的管理人员能够通过围堰结构参数监测的方式判断公路隧道的塌方情况,但部分缺乏安全认知的施工人员对隧道塌方的认识还不够清晰,没有掌握正确的塌方预防和处置方法,导致在隧道塌方事故发生的过程当中没有及时妥善处理,甚至存在着二次塌方等安全事故的情况。部分施工和管理人员对隧道建设塌方防范工作的责任划分不够清晰,将其视作勘察和设计单位的工作内容,忽略了对围堰结构监测设备的应用和管理,导致在隧道施工建设过程中存在塌方的安全风险^[4]。部分施工单位对隧道塌方的认识存在偏差,认为通过塌方事故能够修改项目的设计方案、增大工程量以获得更大的利润,将施工现场的安全性置于不顾。

3 公路隧道施工塌方的处理措施分析

3.1 塌方处理技术

第一,公路隧道工程建设前期需要通过将水处理好解决施工现场的地下水影响,并在工程现场的边缘位置处开挖排水渠、集水井,尽可能减少水给隧道地基、围岩等结构稳定性带来的影响。在一些反坡位置,需要增加集水抽排的公路,针对坑壁和底部的积水使用专门的管道进行引排,避免积蓄后渗透进地基影响公路隧道建设的安全性。

第二,隧道塌方事故处理中要尽可能缩短每段开挖的间距,这是减少围岩暴露的重要方式,施工人员要对循环进尺进行严格按照,按照短开挖的方式进行处理。

第三,针对一些已经出现开裂、破碎的岩层结构可以使用人工开挖的方式来进行清方处理,但在一些较为特殊的区域内也可以利用弱爆破的方式来加快处理效率,但技术人员需要对爆破炸药的分布、用量等进行严格计算,采用浅眼布药的方式完成弱爆破处理。

第四,支护和衬砌建设是提升塌方现场安全性的重要途径,能够有效控制地基和围岩结构的形变问题,技术人员需要结合隧道塌方的范围、塌穴位置等确定支护结构分布,并对其强度参数进行优化调整,使其能够有效满足支护荷载的需求。衬砌施工要求尽快,可以和开挖建设工作同步进行,确保衬砌成环。

第五,实时监测是预防隧道塌方事故的重要手段,技术人员需要在隧道内部布设结构稳定性监测装置,当出现围岩变形、地基沉降等情况时能够立即警报,减少安全风险和经济损失等情况。

3.2 控制塌方范围

为避免公路隧道塌方事故的进一步扩大,在事故初步处理的过程中,技术人员需要采用更加高效、可靠的抢险措施形成有效保护,将隧道的塌方情况控制在一定范围之内。

第一,技术人员在塌方现场进行勘察时,需要组织施工人员对塌方的隧道顶部、侧壁等存在较大裂缝的区域进行清理、锚固和支护,避免有碎石坠落等产生安全风险。在裂缝区域的清理过程中,施工人员要注意使用合理的作业工具,一般不选择具有振动性的方式,避免造成二次塌方或地质沉降等情况^[5]。

第二,在塌方现场的锚固支护作业过程中,施工人员需要先对隧道区域内的原有支护结构进行加固,使其能够更好地负载隧道围岩等部分的荷载受力,必要时可以建立新的支护结构,如锚杆、土钉等,也可以选择混凝土喷射的方式进行处理。

第三,在清理完成后,施工人员要对隧道塌方区域的两端处进行局部衬砌建设,将塌方的事故范围限制在衬砌的结构区域内,再按照从两端到中间的方式逐步进行加固处置,为后续的塌方体处理形成良好保障。

3.3 塌方体的处理

技术人员在进行公路隧道工程的塌方处理过程中,需要针对塌方的严重程度、影响范围等来确定合适的处理办法,有效兼顾施工安全和建设进度、投资成本等方面需求。

第一,针对一些塌方体积较小的事故,技术人员可以在塌方范围之内使用喷锚或支护的方式来形成有

效支撑,使塌方区域周边的围岩结构具备良好的支撑荷载能力,对后续的清方处置形成有效保障。在对小体积的塌方事故进行清方处理时,施工人员可以从两端或一端开始逐步深入塌方区域的中心位置,并随挖进行混凝土的喷射和临时构建的支撑,充分保证事故处理现场的作业安全^[6]。

第二,针对一些塌方体积较大的事故现场,技术人员需要采用先护后挖的方式来进行处理。当隧道坍塌造成堵塞时,施工人员无法进入其内部进行支护结构的搭建,则可以通过注浆的方式实现加固,并穿过坍塌体实现内部作业。

第三,在一些地质条件较为复杂的区域内,会存在大量的地下水系分布情况,这些水流一旦集聚在隧道塌方事故区域内会影响围岩结构的稳定性,技术人员需要在事故处理的同时加强隧道外侧的排水作业,加强对施工现场的有效保护。

3.4 塌方路段的支护

先护后挖的处理方式能够更好地保证塌体部分的结构稳定性,特别是对于塌穴高、塌渣多的塌方事故,技术人员需要根据其规模和穴顶位置选择合理的支护建设方式来实现维稳。锚喷支护的建设方式可以利用砂浆、混凝土材料使破碎的危石之间形成更加稳定的连接,再利用锚固支撑的方式提升塌方之门的荷载水平,有效防范的塌方范围进一步扩大。在锚喷支护建设之前,施工人员需要由外向内、由上而下地进行活动危石的清理。在混凝土和砂浆的喷涂时,应当按照分层喷涂的方式进行处理,每喷射2层后即可进行锚杆支护。技术人员需要根据具体的塌方情况确定支护建设的方式,围堰部分稳定性不足时还可以通过混凝土挂网的方式来予以改善,有效避免在现场清理施工过程中产生的塌落、坠石等风险^[7]。在利用支撑结构进行支护建设时,技术人员可以选择人字形的结构进行支护,更好地保证了支撑结构的强度和刚度。施工人员在搭接支护结构时,要注意锚杆和岩石之间的空隙,使用软木等进行充分填塞,避免造成隧道塌方的加剧。

3.5 衬砌回填施工

在塌方部分经过支护建设保证稳定后,技术人员需要结合现场实际情况组织施工人员开展清方和衬砌施工工作,妥善处理隧道塌方事故后的工作。

第一,施工人员需要从边缘位置处开始进行塌方事故现场的清方处理,特别是一些塌穴较大的区域需

要按照自上而下的顺序进行清除,必要时也可以利用小范围、弱强度的爆破来辅助清方工作的进行,及早封闭塌体范围并完成衬砌的回填处理。

第二,施工人员应当在衬砌部分的拱圈位置处选择注浆孔,为回填施工做好准备工作^[8]。施工人员可以在衬砌部分的拱背上使用片石进行护拱,构建出的空腔部分可以使用小型的砌块进行回填处理,最终使用混凝土或砂浆材料从注浆孔位置来实现密封回填,并保证混凝土材料的混合比例控制,保证回填部分的紧实性和荷载力,规避塌方等二次事故的发生。

4 结语

公路隧道的塌方事故对工程项目的开展会产生重要影响,技术人员须做好施工地的地质勘察与监测工作,当出现局部失稳情况时能够及时对其进行处理,有效控制塌方的范围和损失。针对小范围的塌方事故,技术人员可以使用喷射混凝土和支顶装置来进行处理,针对大范围的塌方事故,技术人员需要利用注浆加固的方式保证塌体部分的稳定性,并利用排水措施减少塌方现象的加剧,并及时做好清方处理和砌块回填,不断提升公路隧道工程建设的稳定性与安全性。

参考文献:

- [1] 吴学智,代成良,刘庆舒,等.隧道塌方“三段四步法”安全处治技术应用研究[J].公路交通科技,2022,39(10):123-131.
- [2] 李澄宇.富水浅埋段黄土隧道塌方突水涌泥成因分析及处治方法[J].甘肃科技,2022,38(09):27-30.
- [3] 赵勇,杨志刚,周智辉,等.基于FLAC~(3D)的公路隧道塌方段工程处置及其优化[J].湖南城市学院学报(自然科学版),2021,30(02):1-7.
- [4] 陈鹏.高速公路软弱围岩隧道塌方处理施工技术研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(03):235,237.
- [5] 张焕州.浅谈公路隧道溶洞冒顶成因分析与处治措施[J].黑龙江交通科技,2020,43(10):117-118.
- [6] 高治国.高速公路隧道塌方段及其影响段处治安全技术研究[J].科技创新与应用,2020(04):146-148.
- [7] 岳志坤.软质围岩隧道开挖塌方机理分析及施工处理方案[J].云南水力发电,2019,35(06):87-91.
- [8] 包放歌,张拥军,贺可强,等.基于监控量测的山岭公路隧道围岩局部塌方成因分析[J].低温建筑技术,2019,41(09):94-98.