

浅埋暗挖隧道施工引起的地表塌陷分析及其控制

蒋昌俊

中交一公局第四工程有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i4.8544

[摘要] 基于隧道工程规模的不断扩大,隧道施工作业难度加大,地表塌陷问题也时有发生,尤其是在浅埋暗挖隧道施工作业中更为明显,会给周围环境带来不同程度的影响,必须对地表塌陷做到重视并积极解决塌陷问题。基于此,本文选择以某工程为基础,先分析了浅埋暗挖隧道施工引起地表塌陷的原因,然后结合原因提出了几点控制建议,旨在为其余同类工程的建设提供借鉴。

[关键词] 浅埋暗挖隧道; 地表塌陷; 原因分析; 控制措施

中图分类号: U455 **文献标识码:** A

Analysis and Control of Surface Collapse Caused by Shallow Buried Tunnel Construction

Changjun Jiang

CCCC First Highway Engineering Co., Ltd. Fourth Engineering Co., Ltd

[Abstract] With the continuous expansion of tunnel engineering scale, the difficulty of tunnel construction operations has increased, and surface collapse problems have also occurred from time to time, especially in shallow buried and underground tunnel construction operations, which will have varying degrees of impact on the surrounding environment. It is necessary to pay attention to surface collapse and actively solve the problem of collapse. Based on this, this article chooses a certain project as the basis, first analyzes the reasons for surface subsidence caused by shallow buried and underground tunnel construction, and then proposes several control suggestions based on the reasons, aiming to provide reference for the construction of other similar projects.

[Key words] shallow buried tunnel; Surface subsidence; Cause analysis; control measures

近几年,现代化城市建设脚步加快,公路交通网络的扩展和完善成为交通运输体系的重要任务。山岭公路隧道作为山区交通的重要组成部分,不仅在改善区域交通状况、促进经济发展方面起到了重要作用,所以社会各界对隧道施工质量做到持续关注。在浅埋暗挖类的隧道施工过程中,不仅施工方法复杂,而且跟地表位置相对较近,使得地表沉降与塌陷等问题出现几率增加,因此施工单位必须带着安全与责任意识,结合地表塌陷原因,制定科学与有效的控制措施,做好地表塌陷预防,进而在保证隧道工程建设高质量、安全推进的基础上,提升工程建设可以取得的效益。

1 工程概况

本隧道工程位于广西壮族自治区北部河池市,属于山区公路隧道的一部分,全长105.847公里,其中隧道段7.158公里,共有隧道两座,参照双向四车道高速公路标准进行建设,预期速度为每小时100公里。浅埋暗挖隧道段是工程的重点,隧道顶部覆土厚度较薄,最小覆土厚度仅数米,最大覆土厚度不超过20米。地质条件复杂,多为松散堆积层、黏土层和砂层,且地下水丰富,

增加了施工难度,易引发地表沉降和塌陷问题。而本文就选择以本工程作为参考,探索浅埋暗挖隧道施工会造成地表塌陷的原因,然后结合原因提出对应的控制策略,给同类工程施工提供参考。

2 浅埋暗挖隧道施工中引起地表塌陷的原因分析

2.1 勘测数据不准确

勘测结果是否准确性关系着地表塌陷事故发生率,由于浅埋暗挖隧道工程勘察难度较大且长度较长,需要投入足够的时间、人力与物力,但有可能给施工进度带来影响,也会使施工成本增加,因此在勘测作业实际开展过程中,过度考虑施工成本的节约,仅凭借经验对勘测地段所具有的特征进行预判,使得勘察结果缺少准确性、可靠性与全面性,给后续施工带来直接影响,也不利于隧道加固效果的增强,从而引发地表塌陷事故。

2.2 缺乏有效监测

在隧道施工过程中监测工作开展不到位,无法获得地层实际活动情况的具体数据,不能在第一时间发现地面变形情况,使得变形问题不断加剧,最终引发地表塌陷。在浅埋暗挖隧道工程

中,部分作业环节会受到内外部多种因素带来的各种影响,而监测工作不规范或者不及时,将不能掌握隧道周边土壤结构变化情况,特别是洞顶位置土层厚度较薄,对隧道施工剪应力有一定影响,而监测缺少全面性,施工人员未能及时发现地基整体承载力下降,地面开始沉降并发展为地表坍塌。

2.3 加固作业不规范

合理的加固措施可以对地表塌陷事故做到有效预防,但在加固措施制定环节未能对地段特性与地下水变化趋势进行充分考虑,同时也忽略季节特点与差异,往往是采取统一加固措施,没有根据具体情况对措施加以优化,引发不同程度的地表坍塌事故。在浅埋暗挖隧道施工过程中,支护设施位置选择不合理,一旦混凝土浇筑厚度过大,隧道内壁位置受力将出现不均匀情况,将坍塌事故发生率增加,此外因季节性认识不足,没有及时做好截排水设施搭建,过多雨水流入施工范围并进入土体缝隙,造成相应的土体逐渐松动而出现地表塌陷问题。

3 浅埋暗挖隧道施工地表塌陷控制措施

3.1 增强地基稳定性



图1 隧道管棚注浆现场图

在浅埋暗挖隧道施工环节,施工单位从总体入手将地表结构安全性提高,同时借助针对性的加固措施将土体所具有的稳定性增强,从而有效避免隧道工程建设过程中产生各种地表塌陷问题。在具体施工时施工人员考虑对土体特性进行科学改善,将土体整体强度进一步增强,保证其与浅埋暗挖隧道施工要求及相关规定符合,例如,使用固化剂,将其加入隧道施工范围内的土壤中,也可选择使用适量的添加剂对容易出现坍塌的位置进行重点加固,达到改善土壤原有特性的目的。在加固前提下,隧道能够形成具有拱形特点的牢固结构,有利于隧道工程整体结构坚固性与安全性的提高,让基础土壤层更加稳定。除此之外,还可以考虑通过注浆方式对土壤内部构成条件进行改善,以上述工程隧道工程为例,选择使用深孔注浆加固,将水玻璃和外加剂混合液充分填充到土壤颗粒当中,并借助混合后出现的化学反应把岩层颗粒中蕴含的水充有效挤出,待浆液固结后达到加

固目的(如图1所示)。同时保证注浆技术参数合理(如表1所示),对地表塌陷做到有效预防。

表1 深孔注浆技术参数

名称	技术参数
注浆长度	每环 15—17m
开挖长度	11—13m
注浆液扩散半径	2.5m
注浆材料	P042.5 水泥、水玻璃、外加剂
注浆比例 水:水泥(重量比)	1.5: 1
注浆压力	1—1.5MPa

3.2 做好超前支护工作

在正式开展隧道开挖施工以前,施工单位应先开展超前支护工作,即通过打入钢管、锚杆等手段,在隧道开挖面的前方构建一个拱形或壳形的连续支撑结构,实现对整体结构的有效支撑和加固,最终起到减少地表沉降量的效果。超前支护的设置可以将浅埋暗挖隧道施工期间出现的地表坍塌发生率进一步降低,其预防效果较好,已得到较为广泛的应用。但由于目前常用的超前支护方式较为多样,如涵盖管棚法、超前小导管法与超前锚杆法等,因此在浅埋暗挖隧道施工工程具体作业环节,施工人员应根据实际情况完成超前支护方法的选择与应用,例如,结合上述工程概况内容,施工人员通过前期勘测发现拱顶位置堆积有2—4米的杂填土与淤泥土,起拱线上部地层稳定性不足,同时路线经过向阳镇、罗富乡等多个乡镇,地表及周围有结构物,路下有部分管线,并且区间埋深较浅,施工风险较大,所以考虑选择管棚支护方法。在实际施工建设时,选择直径在 $\phi 70-\phi 127\text{mm}$ 间、长度在10m及以上的钢管,同时保证其中心间距为管径的2-3倍,纵向管棚搭接处的长度应超过3m,选择半圆形布置方式(如图2所示),借助梁拱效应对围岩松动与垮塌有效抑制,成功改善了本工程软弱围岩的力学性质。除此之外,施工人员还综合运用了管棚注浆技术,并结合小导管补充注浆法,有效加固了破碎地层,而且起到了预防管棚下方三角土体塌落的作用,极大提高了预支护所起到的效果。

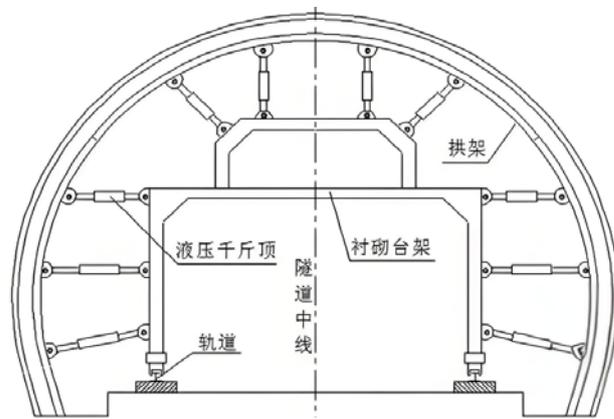


图2 管棚支护半圆形布置

3.3 完善截排水工程

正常来讲,浅埋暗挖隧道工程的施工周期都比较久,而且施工场地的地势基本上都比较低,所以在多雨季节很容易就会发生程度不一的积水现象,若未能及时处理势必会引发塌陷事故,这是因为隧道周围土体结构中往往存在一些空隙,雨水向地下渗透而进入周围土壤内部,使得隧道工程出现渗漏,而大量积水的清理需要一定时间,所以有可能引发地表坍塌事故,因此施工单位应坚持预防性原则,做好截排水工程建设,保证可以将地表水充分排出。在具体建设过程中施工人员要借助信息化技术完成现场勘测作业,对地质条件、降水趋势、地下水变化规律等数据及时汇总,借助模拟化分析获得精准数据,科学预判施工区域地表水分布,做好地表水截排系统规划与设计,并且及时开展地表水截排工程建设。借助排水系统可以有效排出位于低洼位置的地表水,充分减少地表水渗透量,降低地表水对施工建设的负面影响,保证施工安全、进度与质量。为确保截排水系统能够发挥出真正作用,施工人员要结合其运行特点与需要,对系统运行情况进行定期的全面检查,做好排水渠道位置的彻底清洁工作,让地表水可以在最短时间内快速排出,避免因堵塞而影响整体排水效果。如表2。

表2 定期检查与维护

检查项目	检查频率	检查内容
排水管道畅通性	每月一次	检查排水管道是否有堵塞或损坏
集水井积水情况	每周一次	检查集水井中是否有积水,及时进行抽排
排水沟清洁度	每月一次	清理排水沟当中的杂物,保证排水顺畅
系统整体运行情况	每季度一次	全面检查截排水系统的运行情况,记录维护

做好排水渠道位置的彻底清洁工作,让地表水可以在最短时间内快速排出,避免因堵塞而影响整体排水效果。

3.4 加强浅埋段监控量测

在隧道施工建设过程中,通过实时监测地表沉降和隧道变形,可以及时发现和处理潜在问题,防止地表坍塌。在隧道浅埋段布设密集的监测点,能实时监测地表沉降和隧道变形。而且还可以引入自动监测设施,完成相关数据的实时采集和分析,进而及时发现异常现象。另外,可以根据监测数据设置预警阈值,一旦超过阈值,立即启动应急响应措施,确保施工安全。

表3 监控量测技术参数

项目	技术参数
监测点间距	5-10米
监测频率	每日一次
数据传输	实时自动传输
预警阈值	地表沉降量>10毫米
应急响应	立即停止施工,启动应急预案

通过科学设计、增强地基稳定性、做好超前支护、优化开挖施工、完善截排水工程和加强监控量测,能够实现浅埋暗挖隧道施工中地表塌陷问题的有效控制,为隧道施工的保质保量与安全展开提供有力支持。

4 结束语

浅埋暗挖隧道施工中地表塌陷的控制可以保证隧道施工进度,也能够将隧道施工安全性与高效性进一步提高,打造出高质量的隧道工程,因此施工单位应带着前瞻性思维,明确塌陷具体原因并坚持正确的控制原则,结合施工地质条件,从超前支护、下台阶开挖与截排水工程等方面入手做好地表塌陷控制措施的制定与落实,为后续隧道使用安全性、舒适性与稳定性带来有力保障,实现工程质量与综合效益的提高。在未来,科学技术将不断更新与升级,需要技术人员大力创新,为浅埋暗挖隧道施工地表塌陷问题的解决寻找多种解决途径,才能为隧道工程高效安全建设和行业长远健康发展提供有力保障。

【参考文献】

- [1]王伟.浅埋暗挖隧道施工技术及其地面沉降控制研究[J].交通科技与管理,2024,5(11):156-158.
- [2]黄然,路洋洋,翟飞.浅埋暗挖法隧道施工过程地表沉降及洞室稳定性分析[J].工程建设与设计,2023,(24):31-33.
- [3]刘彦良.浅埋暗挖隧道施工引起的地表塌陷分析及其控制[J].建筑工人,2023,44(01):48-51.

作者简介:

蒋昌俊(1992--),男,汉族,四川内江人,本科,现就职于中交一公局第四工程有限公司,研究方向:隧道施工。