

# 高速公路隧道施工塌方原因及控制措施探讨

高建平\* 郑明强

中交四公局第九工程有限公司, 北京 100000

**摘要:** 高速公路中的隧道工程是施工的重点, 隧道在施工中经常会发生塌方事故, 塌方的危害比较大, 不仅会影响高速公路隧道的施工进度, 还会造成人员伤亡, 隧道施工中需掌握塌方的原因并落实控制措施, 这样才能保障隧道施工的顺利实施, 因此, 本文主要探讨高速公路隧道施工中塌方的原因及相关控制措施的应用。

**关键词:** 高速公路; 隧道; 塌方

## Discussion on Causes and Control Measures of Highway Tunnel Collapse

Jian-Ping Gao\*, Ming-Qiang Zheng

The Ninth Engineering Co., Ltd. of CCCC Fourth Highway Engineering Co., Ltd., Beijing 100000, China

**Abstract:** Tunnel engineering in highways is the focus of construction. Collapse accidents often occur in the construction of tunnels. Collapse are relatively harmful, which will not only affect the construction progress of highway tunnels, but also cause casualties. It is necessary to master the causes of collapse and implement control measures to ensure the smooth implementation of tunnel construction. Therefore, this article mainly discusses the causes of collapse in highway tunnel construction and the application of related control measures.

**Keywords:** Highway; tunnel; landslide

### 一、前言

随着我国交通事业的发展, 高速公路得到高效的建设, 高速公路中的隧道工程比较多, 隧道施工时要做好安全控制的工作, 主要是预防塌方。塌方对高速公路隧道的的影响非常大, 高速公路隧道施工的过程中, 影响隧道施工的原因比较多, 再加上隧道施工环境特殊, 更是增加了塌方发生的概率, 隧道工程中一定要预防塌方, 控制好隧道施工的过程, 保障隧道施工的顺利实施。

### 二、高速公路隧道施工塌方的风险

高速公路隧道中地质复杂, 增加了施工塌方的发生概率, 高速公路隧道施工中发生塌方后会产生非常大的破坏性。

#### (一) 塌方会破坏施工现场

干预原本设计好的工程方案, 坠落的塌方岩体会砸坏施工现场及设备, 最主要的是无法保障施工现场施工人员的安全性, 直接威胁着施工人员的生命安全<sup>[1]</sup>。

#### (二) 工期风险

塌方后必然会增加工期, 需先处理塌方再继续施工, 延长工期的同时耗费了成本, 无法保障施工时能把控好成本分配。

#### (三) 二次塌方的风险

塌方具有突发性和不确定性的特征, 一处发生塌方后, 紧接着可能会再次发生塌方, 增加了现场塌方的发生概率。

### 三、高速公路隧道施工塌方的原因

本文汇总了几点高速公路隧道施工中引发塌方的原因, 隧道塌方基本都是由这几点原因引起的。

#### (一) 地质原因

\*通讯作者: 高建平, 1991年9月, 男, 汉族, 内蒙古呼和浩特人, 就职于中交四公局第九工程有限公司, 助理工程师, 大专。研究方向: 高速公路施工。

地质是高速公路隧道塌方的主要原因,隧道塌方受地质影响较为明显,而且地质类型不同造成的隧道塌方类型也明显不同。隧道中溶洞、滑坡、泥石流、断层等地质原因都会诱发塌方风险,施工时如果未能注意到这些地质因素的干扰,就有很大的可能发生隧道塌方<sup>[2]</sup>。高速公路施工时应该提高对地质原因的重视度,隧道施工前组织全面的地质勘查工作,掌握隧道地质结构之后制定预防隧道塌方的方案,降低隧道塌方的发生概率,改善隧道地质结构,进而维护高速公路隧道施工的稳定性的。

#### (二) 渗漏原因

隧道附近的地下水会存在渗漏问题,而渗漏原因是隧道塌方中不能忽视的一项原因<sup>[3]</sup>。地下水容易侵入到隧道岩石结构内,隧道上方的土层中含有大量地下水就会诱发渗漏,地下水越丰富,渗漏的概率就会越大,无法保障隧道岩体的稳定程度,从而还会削弱隧道岩层的强度,致使隧道不具备足够的耐压能力,当隧道开挖的过程中超过岩层的耐压标准后,就会引起隧道塌方。

#### (三) 设计原因

隧道施工设计中不能全方位的了解整个隧道岩层,隧道设计中存有部分未知的信息,特别是隧道水平、垂直大深度位置,再加上隧道工程中含有很多隐蔽性工程,这就说明隧道设计也会诱发塌方事故。隧道塌方的设计原因中,资料不全、调查不详细、参数不准确等因素,都是需要重点注意的,这些因素诱发隧道塌方的概率非常大,直接影响隧道施工设计方案的应用。

#### (四) 施工原因

高速公路隧道施工的难度很大,施工操作不当也是会引起隧道塌方的。列举隧道塌方中的几点施工原因:

1. 隧道所在的岩层中地质结构类型较多,当不同地质结构的岩层打通穿越时就会在连接位置产生大量的碎石,施工时破坏了岩层的稳定性,连接位置的碎石不断掉落,这时就很容易产生塌方。
2. 隧道施工的过程中遇到断层时,断层岩层的稳定性差,断层不断地发生碎石掉落的情况,诱发隧道塌方<sup>[4]</sup>。
3. 隧道施工中的不良岩层或者有岩爆情况的岩层都会产生塌方,虽然隧道施工中会进行岩石勘探,但是无法做到细微的调查,对岩层缺乏精准的判断,在隧道施工的过程中就存在很大的概率发生塌方。

### 四、高速公路隧道施工塌方的控制

高速公路隧道施工塌方控制时可以从洞口塌方控制、初期塌方控制和隧道塌体控制三个方面进行,对其做如下分析。

#### (一) 洞口塌方控制

隧道开挖时洞口塌方是比较常见的,洞口位置缺乏控制措施就会引发不同类型的塌方<sup>[5]</sup>。

1. 洞口塌方控制要根据实际的情况组织相关的方法,洞口塌方的类型基本为中小型,塌方控制时可以按照从上到下的顺序实行,这样能够防止洞口塌方的规模再次扩大。
2. 清理完洞口塌方之后要露出洞口坡面,组织刷坡卸载的工作,施工人员运用喷锚网处理洞口坡体,加固洞口坡体结构。
3. 洞口塌方位置的细节控制,仰坡面位置上使用浆砌片石挡土墙,用来抵御塌方产生的外力,确保洞口位置土体的稳固性。

洞口塌方控制时应该遵循加固到处理的原则,也就是根据洞口塌方的具体情况组织加固措施,再安排塌方处理措施,避免再次发生塌方。高速公路隧道中也有洞口塌方比较严重的情况,针对这类情况可以选用挖台阶的方式修复,清理好洞口塌方产生的土体碎渣,紧接着运用喷锚网,加固洞口的整体,保护好隧道洞口。

#### (二) 塌方初期控制

隧道塌方初期控制是指在隧道发生塌方的初期阶段组织控制措施,全面控制住塌方,防止塌方继续扩大<sup>[6]</sup>。本文以某案例为分析对象,探讨塌方初期控制措施的应用。

该案例是全长为87.23 km的高速公路,隧道是双向四车道分离式结构,隧道左侧隧洞的长度是58901 m,右侧隧洞的长度是58902 m,宽度为16 m,高度是5.3 m,隧道施工前期做了地质勘察,勘察中发现该隧道需要穿越18条破碎带,并且有丰富的地下水,该工程隧道施工时在隧道的左侧拱腰位置发生了塌方,如下图1所示,隧道撑子面的前方位置有大量的突水突泥事故,主要是因为隧道施工时产生了较大的爆破压力,原有的地质结构失衡,诱发了突水突泥

事故,经调查后发现塌方位置有不良地质,诱发了地下水突水突泥,塌方在隧道左侧产生了将近2700 m<sup>3</sup>的岩石堆并有大量泥水混合物,覆盖在了撑子上,隧道左上方有空腔,该案例发生塌方后现场的施工人员迅速组织了初期控制,具体的操作为:施工人员封闭了塌方的区域,采用超前探测和善后处理的方法解决突水突泥的问题,加固了后方的土体结构,现场调查了塌方的实况并计算了塌方的宽度与高度,评估塌方位置的稳定性,经过反复验算后可以判断塌方基本处于稳定的状态,接下来再检查破碎石块,防止塌方后有动态破坏的发生,组织塌方处理即可。

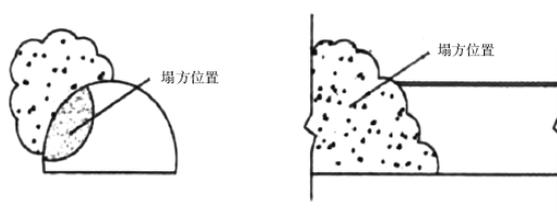


图1 塌方示意图

### (三) 隧道塌体控制

列举隧道塌体控制中常用的几类方法,这些方法专门用于处理隧道塌方问题,保障隧道结构的安全性。

#### 1. 小导管注浆控制

高速公路隧道塌方后地质结构较为破碎时可以采用小导管注浆技术,隧道塌方案例中,小导管注浆法常用于松软地质和小型塌方中,在塌方地质中布置小导管,利用小导管把具有固定作用的浆液加注到塌方的土体中,小导管注浆法还可以与锚喷加固、钢筋加固组合使用,以此来提高隧道结构的稳固性,比如某隧道塌方处理中小导管注浆控制时采用了喷射混凝土的方法,该案例中要求喷射混凝土的厚度是25 cm,根据现场实际情况加工半径为30 cm的工字钢拱架,开挖好上台阶之后就采用简单小模板浇筑喷射C20的混凝土,首次喷射混凝土的厚度是25 cm,接下来逐步调整到规定的厚度标准,完成小导管注浆工作。

#### 2. 三台阶开挖控制

松软地质中可以采用三台阶开挖控制的方法,隧道中有松软地质时会出现段落性的塌方,塌方位置不确定,而且塌方不连续<sup>[7]</sup>。三台阶开挖法中使用了人工风镐加固,适当的挖掘出一些塌方的土体,期间配合使用微爆破技术,清理出不稳固的土体结构,现场利用自卸汽车把塌方土体运离现场,根据一榀拱架的距离设计进尺循环的参数,防止隧道在扰动下继续塌方。

#### 3. 二次衬砌及回填

隧道塌方后的荷载极大,塌方的破坏性明显,二次衬砌及回填技术可用于解决大范围的塌方问题,二次衬砌能够提高隧道外部围护的支撑作用力,衬砌时架设钢筋或钢板,更能保证围护的稳定性,选择塌方穴稳定的位置组织回填,快速地完成荷载加固的工作,保障塌方处理的顺利性。

## 五、高速公路隧道塌方的预防措施

高速公路隧道施工塌方中提出了几项预防措施,用于控制隧道施工的过程,积极预防隧道塌方。

### (一) 落实现场监测

高速公路隧道施工中为了预防塌方就要在现场落实监测操作,现场监测能够及早发现潜在的塌方隐患<sup>[8]</sup>。隧道施工现场监测的工作重点是支护结构监测、围岩监测、支护监测等,监测到异常或风险都要第一时间上报,现场迅速组织预防措施,控制塌方风险。

### (二) 强化支护施工

高速公路隧道支护强化后也能降低塌方发生的概率,保障支护技术符合标准,达到规定的指标,这样才能支撑隧道的荷载压力<sup>[9]</sup>。高速公路隧道施工中预防塌方时,可以通过调整支护结构的方式强化支护方式,增强支护结构的稳定性,预防塌方。高速公路隧道支护强化措施中建议采用动态监控的方法,强化监控测量,反馈出隧道支护施工的实况,隧道支护中经常会遇到突变的地质情况,动态监控工作中提前分析了隧道支护的参数,预警地质突变,让施工人员有时间制定出预防塌方的支护措施,同时做到隧道支护过程中的因地制宜,完善隧道支护强化的过程。

### (三) 预报地质信息

高速公路隧道施工现场要提前预报地质信息,以便提前发现不良地质,为塌方的预防工作提供可靠的信息<sup>[10]</sup>。地质信息预报工作中,采用雷达法、红外探测法等获取隧道地质中的信息,预测隧道施工方案是否合理,全面预防隧道塌方。

#### (四) 注意设计变更

隧道施工中要注意设计方案的变更,当发现隧道中有异常情况时,就要正确的利用工程变更,规划出变更设计的内容,保障隧道施工的顺利实施。

#### 六、结束语

高速公路隧道施工中塌方事故是比较严重的,隧道塌方会影响整个高速公路的工程进度,工程超期、成本增加等都是隧道塌方的风险表现,高速公路隧道塌方中需全面落实控制措施,预防隧道塌方。高速公路隧道塌方中也要做好预防的工作,以此来控制好隧道施工的过程,全面预防塌方事故。

#### 参考文献:

- [1]李波.高速公路隧道施工塌方原因分析及控制措施[J].建筑技术开发,2019,46(17):142-143.
- [2]石勇.高速公路隧道施工塌方控制措施研究[J].交通世界,2019(23):104-105+108.
- [3]范亮.浅析高速公路隧道施工塌方的原因及控制[J].建材与装饰,2018(45):251-252.
- [4]杨东.高速公路隧道施工塌方原因及控制[J].四川水泥,2018(06):251.
- [5]张莽.公路隧道施工塌方成因分析与控制措施[J].中国建材,2017(11):102-104.
- [6]钟招娣,钟梓荣.高速公路隧道施工塌方及控制研究[J].黑龙江交通科技,2015,38(12):113+115.
- [7]陈良江.高速公路瓦斯隧道施工风险的控制措施[J].黑龙江交通科技,2015,38(01):162.
- [8]钱双涛.高速公路隧道施工塌方及控制策略[J].交通世界(建养.机械),2013(12):192-193.
- [9]刘志军.高速公路隧道施工塌方及控制分析[J].城市建筑,2013(20):248.
- [10]卢相.探讨高速公路隧道施工塌方及控制策略[J].中国建筑金属结构,2013(06):55.