

隧道施工坍塌原因分析及相关处治措施

赵华雨

(云南交投集团云岭建设有限公司, 云南 昆明 650300)

摘要:为解决隧道施工中产生的坍塌问题,避免对建设工程施工产生直接的影响,本文对云南省南涧至景东高速隧道施工坍塌的根本原因进行了分析,且科学研究了防范隧道施工坍塌的具体方法,同时对隧道施工坍塌段的处理措施做了完整的科学研究,提出了有利于防范隧道施工过程中坍塌的方案,以期为今后相关内容的研究和隧道施工给予相应的参照依据。

关键词:隧道施工;坍塌原因分析;防范;坍塌处治

中图分类号:U458.3

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)31-0067-03

0 引言

在经济迅速发展的大环境及国内急需完善基础设施建设,云南省的隧道施工水平也有了比较显著的提升。在隧道施工的环节中,很容易受到坍塌的影响,一些段落出现坍塌,直接地影响了工程项目施工,对施工作业人员的人身安全也会产生比较严重的影响。在隧道施工坍塌问题不可避免的情况下,需要遵循相应的基本原则,需先对坍塌段落产生坍塌的根本原因做好全方面地深入分析,以此掌握坍塌问题产生的根本原因,并妥当采取相应举措加以解决。坍塌路段处理后,首先要从已经出现的坍塌路段出发,依据产生的根本原因加强防范,防止坍塌的再次出现,进而提升隧道工程施工的水平。

1 隧道施工坍塌路段产生的根本原因

1.1 地质环境要素

隧道施工坍塌中,地质环境是最基本的要素,而因地质环境产生的隧道施工坍塌是最为常见的,也是发生率最多的坍塌类型。而在隧道施工的过程中所碰到的岩土工程比较复杂,变幻无常,根据地质环境的复杂程度所对应的坍塌事故发生概率不同。例如,在破裂褶皱带、地表水丰富地带、严重分解的碎裂地带及断层等,出现坍塌的概率通常更高一些。以云南省南涧至景东高速公路宝华1号隧道举例,宝华1号隧道施工起止桩号:K29+975—K32+555,2580m;隧道围岩以强风化(软岩)、中风化页岩(软岩)、砂岩为主,设计V级围岩占比24.2%,IV级围岩占比75.8%,最大埋深约263m。隧道施工按80km/h,双向四车道高速公路工程标准建设。

1.2 设计因素

建设工程环节中,设计方案是其中不可或缺的一环。

研究表明,在隧道工程施工的设计构思中具备科学、合理的设计理念可以有效地减小隧道坍塌的情形产生。在对隧道施工的工程施工做到设计构思时,对可能产生的问题要做到充分的预防措施,同时运用到方法还可以有多种选取。常用到的方法有项目类比法、基础理论计算法和现场场监控法等,而其中的项目类比法是极其普遍的一种。以项目类比法为例子,在运用这种方式结合设计构思时,对项目所在的地质环境和现场情形并不能完成多方位的掌控,对围岩的分辨易于失真,从而促使所设计构思的处治措施与工程施工现实相背驰,这就为隧道施工段坍塌的产生埋下了隐患。

1.3 工程施工领域的要素

工程施工领域是导致隧道工程施工坍塌的最直接因素。首先,在隧道工程施工过程中,一方面追求工程进度,导致施工方法的选择和应用不合理,导致支护参数变化、围岩暴露时间长等问题,从而加大隧道施工坍塌的概率,另一方面,对于坍塌未保持有相对的重视。例如,工程施工前,地质勘探任务没有全面完成,地质勘察是设计单位的工作任务。施工单位自身只负责工程建设,不完全掌握地质环境要素。又例如,施工单位的工作人员对于坍塌防范的观念不熟悉,在隧道产生潜在性坍塌趋势同时且有挽救的可能时,由于观念的欠缺或是职责性的欠缺,不能及早汇报,最终导致坍塌。

2 隧道工程施工垮塌地段的预防措施

2.1 做好全方位的地质勘探工作任务

针对隧道工程施工地段,若要将坍塌的概率降至最低标准,则需要做好全方位的地质勘探工作任务。在

做好地质勘探的时候,理应全方面、科学的勘测难度系数比较大的地段,且应当利用现代化的勘测技术和方式,提高地质勘探的精确性,确保相关信息数据的真实有效。对于勘测获得到的相关信息数据,理应进一步储存好,以便于在设计构思和工程施工时可以用以参考。云南省南涧至景东高速宝华1号隧道左线工程施工时产生的垮塌,则要求设计单位和施工单位必须十分重视,不但要妥善处治,更要采取相应的措施做好防范,加强早期的地质勘察工作任务,提前做好方案与预案,真正防止后续施工段施工时可能产生的坍塌情形,进而确保隧道工程施工的顺畅。

2.2 做好设计文件的核对工作

工程施工设计方案是引导隧道工程施工的重要环节,严格遵守施工规范是隧道工程顺利实施的基础需求。在对隧道工程开展施工前,建设单位必须要对工程施工设计方案开展仔细地核查与论证,且开展相对应的补测和检验。必须要做到的是,隧道工程施工设计方案的产品质量通常都可以得以确保,但在设计方案操作中,通常会由于一些主观因素原因的产生,造成设计方案偏差等不规范问题,而不规范的工程施工设计方案用于工程施工开展,可能会最大限度地干扰工程施工的开展,从而加大坍塌产生的概率。所以,必须做好工程施工设计方案的核查工作,确保工程施工设计方案文件的产品质量满足工程施工引导的需求,可以更好地引导工程施工的开展,减小隧道施工过程中坍塌的概率。

2.3 加强施工工艺流程控制

隧道工程施工工艺流程控制不严是部分地区坍塌的直接原因,而这部分产生的原因是可以做到防止和避免的。在隧道工程施工中,由于施工工艺方法不当或未按照专项施工技术方案进行施工,会导致坍塌。所以施工单位在采用施工方案时,应进行模拟和深入分析,并在符合规定后使用。针对工程施工环节中的施工方法使用不规范等问题,也应加强管控和预防。在云南省南涧至景东高速公路的宝华1号隧道施工环节中,采用小横截面(三台阶预留核心土七步开挖法)开挖掘进,开挖方法适用。但是对于地质超前预判不足,宝华1号隧道夹持于区域性的长虫街弧形压性断裂(F62)和新街弧形压性断裂(F63)之间,受其影响和控制,隧道穿越区岩体破碎,围岩稳定性差,褶皱发育强烈。围岩以全强风化页岩,砂岩为主,岩体具有膨胀性(30%),被水侵入后,物理力学参数极速下降,自稳能力极差。左洞施工时正处于雨季,且加宽带断面较大,页岩体达到高度饱水状态,增加围岩自重,同时浸泡软化了岩体。局

部塌方形成空腔,降雨后水体进入,软化围岩体,在松动荷载作用下,初支失稳,造成了隧道坍塌。施工过程中必须采取多种方法预判地质情况,如超前钻孔、地质雷达及现场调查等方法及时有效掌握掌子面前方围岩情况,以便及时调整施工方法及支护方案。

2.4 工程施工时要注意观测和深入分析

从理论上来看,隧道坍塌不是随机事件。在坍塌形成之前,通常会出现一定的征兆。例如,在隧道工程施工时,顶端围岩产生裂缝,而且在裂缝周围产生掉块及岩粉或是隧道内没有原因地产生大量的不明灰尘,这都是意味着坍塌很有可能形成^[1]。在南涧至景东高速(宝华1号隧道)后续施工过程中,施工作业人员察觉顶端围岩持续有小石块坠落,而且围岩裂缝越来越大,因此第一时间汇报给工程技术管理人员,并及时采用中空锚杆注浆、更换工字钢等措施后,石块坠落显著减少直至消失,围岩的裂缝扩大得以控制,坍塌最终也未产生。从而可以看出,针对隧道工程的施工来讲,必须对隧道施工环节中的拱顶下沉、周边收敛等时刻观测,并及时进行数据分析,能够有效防止隧道坍塌。

3 隧道工程施工地段塌方的处理策略

3.1 隧道工程施工区域

坍塌的产生不但会干扰整体工程施工的持续开展,也会对施工作业人员的人身安全造成严重的危害。针对隧道工程施工,既要剖析坍塌产生的因素,又要加强对坍塌的防范工作,还需要对产生的坍塌采取相应的对策开展处治。从当前阶段隧道工程施工的现况看来,针对坍塌的处理,要做好以下三个方面的工作:固定未坍塌区域;依据坍塌的实际状况采取相应对策;采用隧道支护衬砌对策。其方法比较适用于宝华1号隧道坍塌段的处理

3.2 第一时间固定未坍塌的工程施工区域

隧道工程坍塌的处治,并不能拘泥于坍塌区域的处治,应该坚持联系的观点,在产生坍塌以后,充分考虑其他区域产生坍塌的可能性。在南涧至景东高速(宝华1号隧道)建设中,发生了坍塌,因此着手加以处治,而在处治的环节中,察觉其他相接区域也产生了小规模的变形及坍塌,坍塌治理的难度系数更进一步提升。这一案例也十分充足地证实了,针对坍塌的处理,不能够将坍塌区域隔离开,而应该相结合联系的观点,在处理坍塌区域时,还需要做到其他未坍塌区域的固定工作中。另一方面,固定其他未坍塌的区域,可以有效地避免坍塌范围的进一步扩张,为坍塌区域清除工作中空出空间;另一方面,固定其他未坍塌区域,可以能够更好地掌握坍塌状况,从而为坍塌处理实施方案的建

立给予更加科学的参照,提升坍塌处理的水准。必须注意的是,在对坍塌区域开展处理时,第一点需要做的就是确保操作人员的安全,在确保操作人员安全的根基上,未坍塌的固定工作中要获得切实的安全保障,使坍塌区域可以及时快速地获得处治。

3.3 根据坍塌程度采取有效措施

根据隧道坍塌情形的不同,处理时的实施方案也应各有不同。通常在处理坍塌时理应坚持“小阻塞,大塌穿,治塌先治水”的基本原则。在隧道工程施工中,规模较小的坍塌出现率较高,一般来说不会造成巨大的伤亡事故和经济损失,属于轻微的坍塌。在解决该类坍塌时,理应先建立临时支护,随后清除。简而言之,在处理时要先支护塌穴和坍塌口,然后再开展坍塌的清除工作任务。这时,临时性的支撑点可架在塌体上,随后清理坍塌体,边清边换支撑体系。各工艺流程要紧跟,如塌穴较高,可使用双层排架结构支护,顶层排架结构与塌穴壁要顶紧,必需时还可以采用临时喷混凝土解决。针对大坍塌的解决,采用小坍塌的处理方案是难以实现的,大坍塌的处理有其本身的基本原则。在处理大坍塌时,理应采用“大塌穿”的方法,换句话说从坍塌体中透过。在透过坍塌体时,应当先支护,后开挖。结构加固坍塌顶端支撑点及衬砌后,一般来说用插板法工程施工,插座视坍塌体石渣软硬可使用木工板、钢桩或钢轨等,在插座掩体下清渣并立即架立坚固的支撑点,扩张时,亦须横着打入插座,随扩张随支撑。穿越坍塌体,要特别注意从拱顶或是上端断面越过。有一些坍塌仅在上端坍塌,针对该类坍塌应做到下部的支撑点工作任务,与此同时上端坍塌的防范扩张工作任务也做到。有一些坍塌为通顶,这类坍塌种类是极其严重的坍塌种类,在解决该类坍塌时,除去所述工作任务以外,还应解决地表塌陷穴口,把穴口支紧,并做好封闭,避免水流入,防止穴口的持续扩张。大量的隧道施工坍塌处理说明,在处理坍塌的情况下,要先治水。这是因为水的流动性很有可能加重坍塌的发展。在坍塌解决的情况下,要做到防水和排水对策,加强对坍塌路段水的引流工作任务,减少水对坍塌处理产生的影响^[2]。

3.4 根据坍塌状况采用支护衬砌对策

加强支护衬砌在坍塌路段的处理中,较为常见。该类对策在处理规模性坍塌时,实际应用的效果特别好。在南涧至景东高速(宝华1号隧道)建设中综合讨论后,为了提高坍塌处理的实际效果,便采用了加强支护衬砌对策,而过后也证实了此对策的有效性和可靠性。隧道工程施工中,坍塌路段的衬砌工作任务指的是以塌层面的大小和地质环境状况为立足点,运用

不一样的对策对它进行结构加固处理,衬砌后面和洞孔周壁相互之间必须要有支撑点加固。针对一些坍塌面积较为小的坍塌,可以使用初支完成后采用压注混凝土填满空腔;针对一些坍塌面积比较大的坍塌,在处理时可以先将空腔底部采用立模浇筑混凝土的方法先稳固岩面再施作初支,初支采用双层拱架,二衬混凝土加厚,配筋加强,仰拱加深及二衬与初支之间设置缓冲层等。以下是针对该项目隧道坍塌的处治措施。

(1)初期支护:C25喷射混凝土厚32cm,φ8双层钢筋网15×15cm,I22b钢拱架,间距60cm,上台阶双层拱架,外层做成扩大拱脚形式,径向锚杆:采用长短结合。

(2)缓冲层:初支与二衬之间设置3cmEVA缓冲材料层。

(3)二衬:C30防水钢筋混凝土衬砌厚70cm,配筋加强,φ25主筋,间距15cm。

(4)仰拱:仰拱加深,使得衬砌受力更合理。

(5)纵向连接:增设I16短工字钢,3m一处,形成初支棚架。严格控制二衬施作时机:初支收敛,变形速率小于0.5mm/d。在隧道开挖前,在拱部打设单层超前小导管(φ42×4钢花管,长度4.5m,搭接2.7m),并进行注浆固结,形成拱顶注浆固结圈。

4 结语

总的来说,隧道工程施工操作过程中,坍塌的产生不但会影响到工程施工的持续开展,还会继续对施工作业人员的生命安全构成比较严重的危害,引起重特大伤亡事故。对隧道工程施工坍塌的处治,应当从几个层次考虑:①要改进措施以减少或避免坍塌的产生;②要高度重视坍塌的防范工作;③要实施合理对策处理好坍塌后的处治工作。在处理坍塌时,采取相应地质、方案及其工程施工等要素。一方面要加固未坍塌的地段,另一方面要依据坍塌的程度采取一定的有效处治措施,做好隧道支护衬砌工作,及时处理好坍塌段落,避免坍塌给隧道工程引起更进一步范围扩大,确保隧道工程施工高效、优质、安全。

参考文献

- [1] 文艳芳,陈敬配.地铁隧道施工坍塌风险耦合机理研究[J].地下空间与工程学报,2021,17(3):943-952.
- [2] 韩宝民.高速公路隧道施工塌方原因及控制措施探讨[J].世界家苑,2022(4):88-90.

收稿日期:2022-06-02

作者简介:赵华雨(1988—),男,汉族,云南罗平人,本科,工程师,主要从事公路工程技术管理工作。