

# 浅谈弱风化围岩水平岩层隧道的设计与施工

李志雨

温州市交通规划设计研究院有限公司 浙江温州 325000

**摘要:** 本文以某国道在建的朱白岭隧道为例, 通过该隧道在施工过程中出现的水平岩层围岩掉块的现象及对应处理, 分析水平岩层的特性及其失稳原因, 总结了弱风化围岩水平岩层隧道在勘察设计与施工过程中若干应对措施, 为今后类似隧道的设计、施工提供参考。

**关键词:** 水平岩层; 隧道设计; 施工措施

## Brief Talking about Design and Construction of Horizontal Rock Tunnel in Weakly Weathered Surrounding Rock

LI Zhiyu

Wenzhou Transportation Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang 325000

**Abstract:** Taking the tunnel under construction of a national highway as an example, this paper analyzes the characteristics and instability causes of the horizontal strata through the phenomenon and Countermeasures of the falling of the surrounding rock of the horizontal strata during the construction of the tunnel, and summarizes some countermeasures in the survey, design and construction of the tunnel in the horizontal strata of weakly weathered surrounding rock, so as to provide reference for the design and construction of similar tunnels in the future.

**Keywords:** Horizontal rock stratum; Tunnel design; Construction measures

### 引言:

随着我国经济和社会的不断发展, 公路交通发展迅速, 对公路建设的要求也不断提高, 隧道能克服高山阻隔、缩短行程、保护生态, 在山区新建、改建的各等级公路中, 山岭隧道不断地出现, 笔者从工作实际出发, 分析朱白岭隧道洞身围岩中水平岩层的特点及其掉块的原因, 研究了弱风化围岩水平岩层隧道开挖中掉块的危害性、初支衬砌设计、施工应对措施及注意事项。为今后类似公路隧道的修建提供参考依据<sup>[1]</sup>。

### 1 工程概况

330国道永嘉桥下至桥头段改建工程位于温州市瓯江北侧, 路线全程17.88km, 设计标准为一级公路时速80km/h, 朱白岭隧道长1041m(折合双洞), 断面采用三心圆曲墙形式, 衬砌为复合式结构, 隧道净宽10.25m, 净高5.0m。

### 2 地质水文情况

隧道左洞掉块段, 桩号为ZK12-975 ~ ZK13+165, 属于Ⅲ级围岩, 该段埋深约30-66m, 穿越微风化晶屑凝

灰岩。微风化岩灰色, 坚硬, 节理裂隙较发育, 岩体较破碎, 岩体呈块状镶嵌结构,  $J_v=12$ 条/ $m^3$ ,  $R_c>90$ MPa,  $K_v=0.53$ ,  $K_1=0.3$ ,  $K_2=0.2$ ,  $[BQ]=405.6$ 。地下水主要为基岩裂隙水, 与地表联系弱, 水量贫乏, 水文地质条件较简单。

### 3 隧道掉块段设计情况及开挖现状

朱白岭隧道左洞桩号ZK12-975 ~ ZK13+165路段, 设计采用复合式衬砌, 初期支护为15cm厚素喷混凝土加单层钢筋网片、拱部设置长3.0m锚杆, 无拱架设立。该段原设计地质情况描述为穿越微风化晶屑凝灰岩, 岩灰色, 坚硬,  $[BQ]=405$ , 围岩分级属于Ⅲ级围岩, 现场实地勘察时发现, 围岩天然状态下尚稳定, 但围岩斜向及近水平节理较发育, 多组不规则状, 滑层较多, 开挖状态易坍塌, 容易造成局部超挖过大和掉块现象, 虽然围岩坚硬强度较高, 属于弱风化, 但是根据现场施工情况知, 在爆破的影响下, 拱顶1.2m范围的水平岩层容易局部塌方或严重掉块, 该段落施工中多次出现具有安全隐患的局部塌方、掉大块现象, 整段超挖量较大, 不符

合正常Ⅲ级围岩地质特性,为能安全施工,增强了支护,形成费用较大的正变更。



图1 拱顶水平岩层局部塌方



图2 多组光滑节理面

#### 4 水平层状岩层围岩失稳特点

朱白岭隧道左洞桩号ZK12-975 ~ ZK13+165路段,隧道工点围岩分级属于Ⅲ级围岩,施工过程中该路段局部塌方及掉块较严重,根据现场塌方及掉块现象,探讨水平岩层隧道围岩局部塌方规律,总结围岩局部塌方特点,主要有以下几点:

4.1塌方围岩天然状态下尚稳定,围岩近水平节理发育,面平直,与竖向节理构成不利组合,开挖状态易坍塌,容易造成局部超挖过大和掉块现象。

4.2塌方位置在拱顶120°范围内,掉块厚度大概为开挖轮廓线外延1.2m。脱落面几乎都是光滑平整的。

4.3围岩出现裂隙水的地方,更容易掉块,由现场情况得知,虽然裂隙水水量很小,但是节理面湿润情况下更易造成掉块。

4.4爆破强度影响较大,当一次进尺较大,超过3m,爆破震动对浅层围岩冲击力较大,导致原生结构面张开、裂隙伸展,影响局部围岩稳定,超挖量大,爆破后2小时内易进一步掉块。

#### 5 围岩掉块坍塌原因分析

##### 5.1地层岩性

隧道掉块段虽然围岩属微风化岩,坚硬,且BQ值较

高,但是节理裂隙较发育,岩体较破碎,岩体呈块状镶嵌结构,节理为水平状,多组合面切割下,形成大、小不一的粘结性较差块体,创造了塌方、掉块的条件<sup>[3]</sup>。

##### 5.2地质构造

隧址区受区域断裂的作用及影响,沿线小断裂较发育,项目勘察,共发现断层11条,多为NNE、NE向和NW向,断层带主要表现为节理密集带和破碎带,节理密集带内岩石节理裂隙密集发育,密度一般10-20条/米,影响带内岩石破碎,完整性差,部分节理裂隙延伸长,面光滑,节理面可见擦痕,对岩体切割较强,破碎胶结程度不一,隧道开挖后,拱顶岩体非常容易塌方。

##### 5.3裂隙水影响

根据开挖后掌子面的现状,围岩表面存在点状渗水或湿润水渍,裂隙水的存在,减弱了结构面的粘聚力,使得块状镶嵌结构更易滑落。

##### 5.4爆破震动影响

“弱爆破、早支护、紧封闭”是新奥法施工的基本原则。现实施工中因赶进度及控制施工成本的因素,往往循环进尺长,支护不及时,封闭较晚,爆破震动受损的拱顶浅层围岩,在没有及时支护的情况下,水平岩层的围岩会大面积掉块。

#### 6 水平岩层对勘察、设计的影响

在进行公路隧道的设计过程中,对于现场的实际情况必须要非常重视,隧道属地下工程,地质勘察为设计的基础资料,决定了设计成果的质量及投资预算的高低,当前工程勘察以钻探手段为主,辅之现场勘测、探槽及物探。对勘察的重要性理解不同或节省相关成本,钻孔数量往往有限,主要布置在洞口破碎或浅埋段,隧道洞身弱风化Ⅲ级围岩段布置钻孔特别少,很长一段洞身围岩的状况,只能由单个钻探数据及勘察人员经验来推测,造成围岩产状很难准确判断,造成不少隧道在围岩较好地段,开挖后出现水平岩层的围岩。在隧道设计规范里中,Ⅲ级围岩两车道断面的隧道,其初期支护为无拱架的素混凝土<sup>[4]</sup>。然而水平岩层开挖后容易坍塌或掉块严重,造成施工困难,需立拱架支撑,方可挂网喷砼。为保证安全施工。需进行增加架设拱架的变更,增加了预算,也影响施工进度,给设计、施工及业主等各参与方造成困扰。

在提效保质,精细设计的要求背景下,勘察数据作为设计的依据,工程的前期勘察工作尤为重要,对于洞身深埋段存在水平岩层的隧道,如能精准判断水平岩层

所在位置及影响范围,可避免今后的围岩变更。在工程建设过程中,设计人员应积极参与后续服务里,依施工现场反馈的隧道围岩状况,及时做好变更设计工作,判定为Ⅲ级水平节理岩层段,需调整围岩级别或加强支护,增设永久或是临时拱架,保证施工安全。对于拱顶掉块面积较大,喷砼无法完全回填的,需设计预埋注浆管,待复合衬砌是做完毕后,通过预埋管进行衬背注浆,保证施工质量。

### 7 水平岩层隧道的施工监管尤为重要

任何形式的工程施工,都需要监管,公路隧道建设也不能例外。在公路隧道的施工过程中,尤其是水平节理发育的围岩路段,合理的施工组织及施工监管更需要格外注意,公路隧道建设过程中,施工现场的条件很差,很多情况下不能够让监管人员和监理人员在工程旁进行全程的旁站,较封闭的环境下,给工作组留下了可以马虎作业的机会,不同工种交接不及时或排险不到位,水平岩层围岩易掉块的隐患容易造成事故,严重影响施工质量及施工进度。

### 8 水平岩层隧道的施工措施

隧道开挖中局部坍塌是客观存在的,对地质状况和施工难易程度应充分认识,以现实为依据,制定合理的施工组织方案,在施工过程中,严格按照设计要求和相关规范实施,精细组织、加强管理。

8.1加强施工地质工作,做好超前预报及掌子面观测工作,及时了解围岩的变化,及时发现异常情况,预测开挖面前方不良地质体的位置、规模和性质,以避免突发性地质灾害的发生,为优化、完善设计及制定科学、合理的施工方法提供地质信息依据。

8.2加强各方沟通,隧道工程只有在施工开挖中,才能真实展示围岩地质情况,根据开挖围岩变化及超前预报状况,及时组织各方技术力量处理,做好初期支护动态设计,做好变更,如朱白岭隧道ZK12-975~ZK13+165路段原设计围岩为Ⅲ级,初期支护采用的是15cm喷射混凝土加单层钢筋网片、拱部设置长3.0m

锚杆,支护强度不够,从而进行了变更,部分掉大块段增加了间距1.5m的拱架,掉小块段增加可多次利用的间距1.5m的临时拱架。从而保障施工顺利进行。

8.3短进尺是隧道施工中非常重要的原则,实际施工中往往因进度要求而有所忽视,水平岩层的施工每循环进尺控制在2.0m为宜。

8.4控制爆破强度,减弱围岩扰动是非常有效的技术手段,在弱爆破条件下,弱风化岩爆破炮眼残留率不小于80%<sup>[2]</sup>。爆破方案应根据爆破效果及开挖后掌子面情况不间断调整,最大程度减少对围岩的破坏。

8.5爆破后组织排险及出渣,待出渣完,再次排险,并立即对掌子面进行挂网喷砼,封闭围岩,减少围岩裸露时间,限制围岩松弛变形。

8.6加强组织管理及监控量测工作,每道工序施工前都要先进行排险再施工,做好工序间的沟通衔接,使得洞内施工人员对围岩有足够认识。根据设计及相应规范要求做好监控量测工作,根据量测数据对围岩的稳定状态进行评估,动态指导施工。

### 9 结束语

通过朱白岭隧道水平节理发育的围岩开挖施工过程中局部坍塌、掉块情况的考察,分析其塌方原因及特点,总结了勘察设计、施工应注意的事项,针对水平岩层的特点,提出了隧道施工的针对性技术、管理措施,为隧道剩余水平节理发育段落的安全实施及今后类似隧道的勘察、设计、施工提供参照。

#### 参考文献:

- [1]于介.隧道在水平岩层地段设计与施工[J].铁道建筑,2011,03:39-42.
- [2]刘鹏飞,王猛.水平岩层隧道围岩稳定性及施工方法浅析[J].建筑技术开发,2017,44(2):92-93.
- [3]中华人民共和国行业标准编写组.JTG C20-2011公路工程地质勘察规范[S].人民交通出版社.
- [4]重庆交通科研设计院.公路隧道设计规范[S].北京人民交通出版社,2018.