

# 野三关某公路路基挡土墙失稳分析及治理措施

杨勇, 敖祥

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

**摘要:** 湖北恩施州巴东县野三关镇某公路路基工程施工中衡重式路堤挡土墙出现变形失稳, 严重影响工程的安全和生产。文中根据该区域的踏勘和补勘资料, 对挡土墙失稳特征、形成机制、路基稳定性进行分析, 得出失稳的主要原因, 并提出截排水+注浆+抗滑桩的综合治理措施。

**关键词:** 公路; 路基; 挡土墙; 失稳; 治理措施

中图分类号: U418.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)05-0064-03

山区地势起伏较大, 沟壑纵横, 常采用挡土墙以减少路基土石方和收缩坡脚。但挡土墙自重和路基填土会打破坡体自然条件下的应力平衡, 使应力重新调整, 同时在水和人类工程活动等诱因下极易造成挡土墙和坡体失稳, 尤其是在山坡冲沟段。挡土墙失稳分析及治理是公路设计的重点, 也是保证公路运营安全的关键所在。沈中超等分析路堤挡土墙失稳原因, 提出了以压力注浆法加固地基、钢筋砼板和预应力锚索联合加固墙身的综合治理方案。叶建胜等分析山区公路挡土墙失稳机理, 提出了挡土墙失稳处理的常用措施。该文结合湖北恩施州巴东县野三关镇某公路路基在冲沟段施工中出现的挡土墙变形失稳问题, 采取截排水+加固注浆+抗滑桩综合治理措施, 并提出冲沟段挡土墙施工注意事项。

## 1 工程概况

野三关镇某公路工程按二级公路标准设计, 路线全长约 5 km, 路基宽度 12 m。其中 K0+340—520 段位于 U 形山谷冲沟内, 地形起伏较大, 地势变化大, 设计方案采用路基填方通过, 中桩最大填高 19.75 m。路堤左侧分级填筑, 采用拱形骨架护坡; 路堤右侧设置衡重式路堤片石砼挡土墙, 墙上填土 8.0 m, 最大墙高 17.58 m(K0+440)。

在 K0+390.6—474 段挡土墙施工至约 8 m 高时, 挡土墙出现沉降, 并产生侧向位移, 挡土墙两侧地表出现多条裂纹, 裂缝张口宽度 1~2 cm(见图 1), 严重威胁已填路堤的安全稳定。

## 2 挡土墙失稳特征及其形成机制

### 2.1 失稳特征

(1) 挡土墙变形、外移, 整体出现向外倾斜特

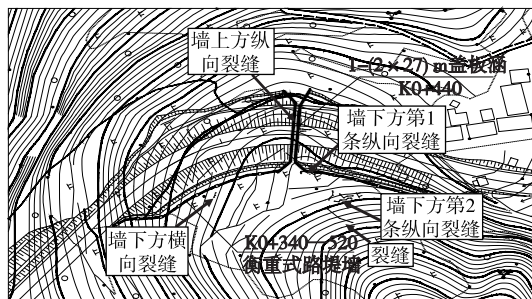


图 1 K0+340—520 挡土墙处裂缝分布

征。从 2018 年 3 月 30 日发现裂缝至 5 月 25 日, 经过雨水天气, 挡土墙水平位移最大 16 cm。

(2) 路基上方边坡后缘出现拉裂、下座现象。

(3) 后缘坡体有 1 条拉裂缝, 局部存在小型滑塌现象, 地表形成陡坎, 后缘裂缝延伸 40 余 m, 裂缝走向 0~15°。

(4) 前缘位于正在施工的挡土墙前沿 35~50 m, 前缘线有土质陡坎存在, 地表为农田。在农田中间可见拉裂缝, 缝宽 1~3 cm, 长度约 20 m。

(5) 地下水丰富, 在坡体后缘, 两侧边缘均可见地下水出露地表(见图 2、图 3)。

### 2.2 形成机制

(1) 地形地质原因。1) 地形条件。冲沟中后部地形较陡, 平均坡度 15°~20°, 后部土层较厚, 挡



图 2 K0+340—520 挡土墙处地形地貌



图 3 挡土墙处裂缝现状

土墙外侧约 50 m 处为陡坎,形成临空面,为坡体变形创造了有利的空间条件。2) 地层条件。冲沟斜坡中上部及后缘陡坎在地质历史时期内崩坡积为较厚粉质黏土及粉质黏土混碎石,组成坡体中上部较厚土层,对坡体形成加载作用。粉质黏土中黏粒的亲水性强,易软化,其抗剪强度较低,易形成滑面。

(2) 气候原因。该项目位于鄂西暴雨中心地带北缘,雨季多大暴雨或连续性降雨,这种连续集中、大强度的降雨为变形体的发生创造了极好的外部条件。该项目冲沟路段下伏基岩为碳质灰岩,为相对隔水层,附近是地下水富集区,且所处位置地势较低,降雨时为地表水的汇集和排除通道。地表水、地下水作用强烈,使土层中的可溶盐及亲水矿物产生溶解、水解、软化,强度降低,并加速裂隙的发展,破坏坡体结构,降雨(尤其是暴雨)渗入坡体,在排水条件差的裂缝中产生较强的静水压力和浮托力,促使斜坡体变形甚至滑动,导致坡体后缘、前方陡坎及挡

土墙出现沉降、位移变形及裂缝。

(3) 地下水发育。在冲沟坡体后段中部及两侧边缘可见地下水以泉的形式出露于地表,使崩坡积的粉质黏土混碎石、碎石层等含水层处于饱和状态,土体软化,抗剪强度降低。

(4) 工程活动。1) 冲沟中部的挡土墙施工,基础开挖破坏了场地原有的平衡状态,改变了地表水和地下水的运行通道,且挡土墙施工期间对地下水 and 地表水未进行有效疏导,挡土墙基础下的岩土体处于浸水状态,地下水和地表水沿挡土墙基础外侧(东侧)的粉质黏土混碎石、碎石层和基岩面渗流,形成新的排水通道,使岩土体软化,强度降低,并加速裂隙的发展,破坏坡体结构,促使斜坡体变形甚至滑动。2) 挡土墙基础置于软弱土层上,未起到挡土抗滑作用,反而增大了下滑力,在上部加载和地下水的共同作用下,挡土墙易产生不均匀沉降及地基变形破坏。3) 挡土墙后方进行路基填方,使斜坡体上部荷载加大,加速了冲沟的变形破坏。

### 3 稳定性分析

根据工程地质调查及钻探成果,勘区内上覆土层为第四系坡洪积黏性土、黏性土混碎石和碎、块石层,基岩以三叠系下统大冶组(T1d)碳质灰岩为主(见图 4)。

根据现场地表调查及勘察资料,变形体沿冲沟

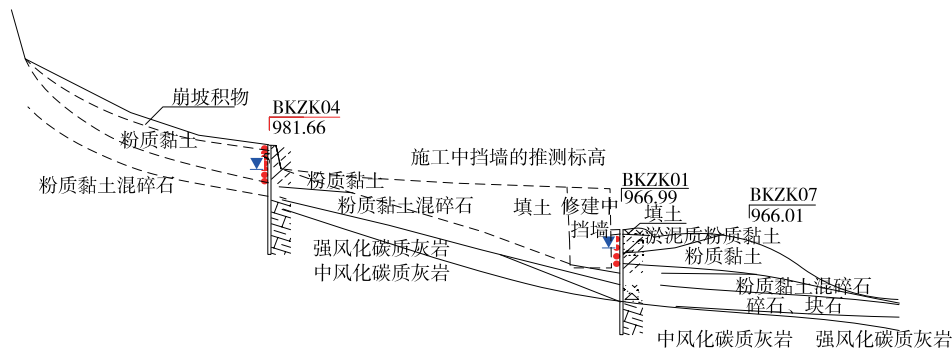


图 4 工程地质断面图(单位:m)

方向为潜在主滑带方向,粉质黏土及夹碎石层为潜在滑移面。设计以 BKZK04、BKZK01、BKZK07、BKZK05 方向剖面作为计算剖面。

选取路基最不利的 K0+440 横剖面进行路基填方加载+暴雨工况下稳定性反演试算,考虑到路基已开裂失稳,稳定系数取 0.95 进行反算。结合滑体内岩土体室内试验和反算分析结果,滑面内聚力为 16 kPa,内摩擦角为  $11^\circ$ ,得出路堤加载后坡体处

于欠稳定状态,若路基继续加载,在暴雨或持续降雨条件下,路基将沿挡土墙下粉质黏土混碎石层软弱层剪出,造成整体滑动破坏(见图 5)。计算所得剪出面位置与现状裂缝相吻合。

### 4 治理措施

该段路基失稳的主要原因是挡土墙基底土层亲水性强,易于软化,地下水和地表水渗入挡墙底部并

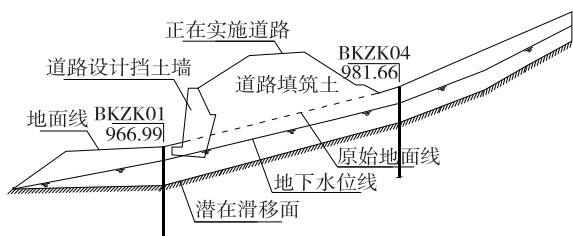


图5 主滑面剖面图(道路加载后的坡面,单位:m)

形成流动通道,进一步加剧土层软化,导致承载力不足,在挡土墙自重和路基填方继续加载作用下,路基整体失稳滑移。该路基施工已投入150多万元,为尽量降低社会不良影响和节省工程投资,尽可能利用已建成路基,在加强路基排水前提下对挡土墙基底软土进行注浆固结,提高基底承载力和滑面的内聚力和内摩擦角,同时在挡土墙外侧设置抗滑桩加强支挡(见图6)。

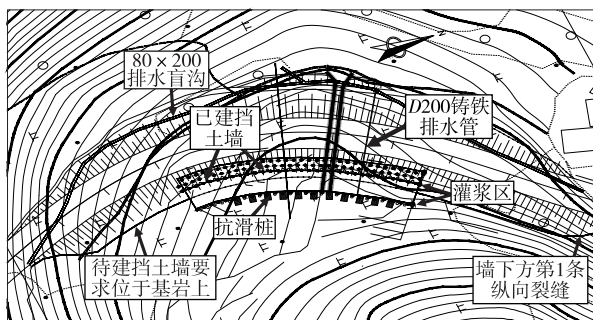


图6 路基综合治理平面设计图(单位:cm)

(1) 截、排水。该段路基失稳的主要诱因是水的作用。治理中首先做好路基范围内的截、排水措施,减缓路堤失稳发展趋势,同时为注浆加固和抗滑桩施工争取时间。在路基左侧原排水沟位置设置80 cm(宽)×200 cm(深)纵向排水渗沟,拦截路基山坡上方和地下来水,再设置铸铁管横穿路基,将所收集的水引至路基右侧排走。渗沟与横向铸铁管之间采用三通管连接,调整后的渗沟纵向排水坡度不小于1%,横向铸铁排水管进口处包裹土工格栅或铁丝网以防碎石等进入管道堵塞排水管。该措施可防止坡面水和地下水侵入路基软化滑面岩土体,保证路基的整体稳定性。

(2) 固结注浆。该段挡土墙基础置于亲水性强的土层上,易于软化,软化后的地基承载力不满足挡土墙要求,内聚力和内摩擦角也偏低。为此,对挡土墙下软弱土层进行注浆加固。注浆区域为挡土墙基础外侧至挡土墙内侧共14 m宽的条带,处理对象为原地面以下土体,包括挡土墙基础底面软土层,不

包含路堤填筑土。注浆孔平行于路线呈梅花形布置,孔径110 mm,孔距2.5 m×2.5 m,孔深9~22 m(孔深已考虑现场填土),以钻孔深入基岩不小于3.0 m终止。注浆结束后进行钻孔抽芯检查和动力触探试验,要求注浆处理后土体黏聚力 $\geq 30$  kPa、内摩擦角 $\geq 20^\circ$ ,挡土墙基底承载力不小于400 kPa。

(3) 抗滑桩。根据现场地表调查及勘察资料,路基沿冲沟方向为潜在主滑带方向,粉质黏土及夹碎石层为潜在滑移面。根据滑带土厚度,设计采用A、B两种型号抗滑桩支挡。其中:A型桩截面为2.4 m×3 m,桩长24 m,其中最大自由段14 m,最小嵌岩段10 m,中心距5 m,共5根;B型桩截面为2.4 m×3 m,桩长20 m,其中最大自由段11 m,最小嵌岩段9 m,中心距5 m,共6根。

经过以上综合治理,该段挡土墙达到稳定状态,为工程的顺利实施创造了良好条件。

## 5 结论

(1) 山谷冲沟内挡土墙修筑和路堤填筑会破坏场地原有平衡状态,极易引发路堤和挡土墙失稳破坏,外业踏勘和前期设计阶段应重视山区公路挡土墙的选址和稳定性。

(2) 山谷冲沟段挡土墙基础应位于稳定的基岩上,挡土墙施工前做好截、排水措施,防止水体浸泡软化挡土墙基底。

(3) 挡土墙治理设计时,先要保证挡土墙自身的稳定性,再保证路基整体稳定性。根据失稳形成机制采取相应治理措施,且多种措施相结合。该项目采取截排水+注浆+抗滑桩综合处治措施,使挡土墙达到了稳定状态。

## 参考文献:

- [1] 沈中超,燕俊松,沈军辉,等.川汶公路某路堤挡土墙失稳原因及加固方案评价[J].中外公路,2017,37(2):13-17.
- [2] 叶建胜,刘泽,梁根才,等.山区公路挡土墙失稳机理与加固方法研究[J].中外公路,2016,36(2):16-20.
- [3] 中交第二公路勘察设计研究院有限公司.公路路基设计规范:JTG/T D30-2015[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2015.
- [4] 中国有色金属工业总公司.注浆技术规程:YBJ 44-1992[S].西安:西安交通大学出版社,1992.