

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.09.005

西南浅丘区某公路滑坡变形破坏机制及防治措施研究

林 超¹,王术桁²
(1.四川公路桥梁建设集团有限公司勘察设计分公司,四川 成都 610000;2.四川省交通勘察设计研究院有限公司,四川 成都 610000)

摘 要: 西南浅丘区因其独特的地理、地质环境影响,往往会形成典型的缓斜坡地貌,坡表多上覆厚层粉质黏土层,物理力学性质较差,公路挖填方多易引发工程滑坡。以某公路滑坡为例,在调查区域地质、地形、气象水文基础上分析滑坡变形破坏模式,运用传递系数法(隐式)对滑带进行参数反算、分析滑带下滑力,并采用桩基托梁挡墙对该滑坡进行综合工程处治,取得良好效果,为缓坡区填方路基工程滑坡分析及处治提供参考。

关键词: 缓斜坡;公路滑坡;填方路基;传递系数法

中图分类号: U416.2 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2024)09-0023-03

0 引 言

西南山区因其特殊的地形、地质及气候条件,滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用发育,为工程建设带来的极大的挑战。许多专家学者都对公路填方路基变形机制及防治进行了研究,王岩^[1]对有限元强度折减法在公路滑坡稳定性评价中的运用进行了研究;金朝阳^[2]以重庆市巴南区经济园区 S11 地块西侧填方路基边坡为例,研究了在不同致灾因子下的失稳破坏机制与稳定性特征。本文以西南浅丘区某一级公路路基变形失稳为例,分析了覆土较厚缓斜坡区填方路基变形失稳成因机制及防治措施。

1 工程概况

该公路为新建一级公路,路基变形段(K32+720—K32+820)整体属构造剥蚀浅丘地貌,地形北高南低,北侧为宽缓浅丘,覆土较薄,下伏基岩侏罗系中统沙溪庙组(J3s)泥质砂岩,呈近水平层状,以挖方路基为主;南侧地势逐渐走低,过渡至丘间槽谷水田区,该段以填方路基为主,填方高度在 4.5~9.0 m 之间,受用地限制,采用加筋土挡墙收坡,坡率 1:0.8,筋带纵向通长布置,横向长度 9.0 m,基底土层为杂填土和少量粉质黏土,非软土地基,故在施工图设计阶段未进行地基处理。K32+720—K32+820 段路基滑坡工程地质平面图见图 1。

收稿日期: 2024-01-25
作者简介: 林超(1992—),男,硕士,工程师,从事公路设计工作。

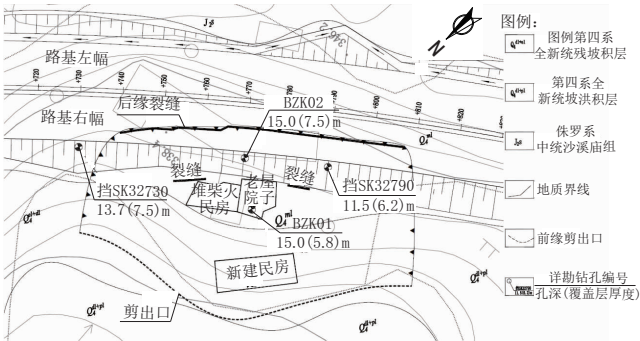


图 1 K32+720—K32+820 段路基滑坡工程地质平面图

路基于 2021 年 7 月填筑成型,并于 2022 年 4 月完成水稳铺设。2022 年 5 月 10 日前后,右幅路基中部开始产生纵向张拉裂缝,至 5 月 13 日,经过现场调查发现,路基裂缝纵向长约 65 m,横向距离路基右侧边缘在 4~8.0 m 间,缝宽 2~5 cm,轻微下错,坡脚伴少量纵向裂缝,路基以外地面未见明显变形迹象,新建民房无变形,变形主要集中于右幅路基中部至坡脚一带,并无整体变形滑动特征(见图 2)。



图 2 5 月 13 日路基右侧中部纵向裂缝图

5月14日至5月15日,工区持续降雨,路基变形迹象显著加剧。路基纵向裂缝长度约75 m,最大缝宽扩展至约30 cm,并伴有20~30 cm下错,坡脚裂缝同时加密、加长、变宽,路基外侧约14 m新建民房基础见明显开裂迹象,院坝外侧坡脚见土体挤出,形成剪出口,并伴有浑浊泥浆渗出。结合补勘钻孔钻探情况,综合判定该区已形成推移式滑坡,5月16日路基右侧中部纵向缝扩展,具体见图3。



图3 5月16日路基右侧中部纵向缝扩展图

2 滑坡成因机制及影响因素分析

滑坡变形由后部路基开裂逐步扩展至民房前部,属典型的推移式滑坡,其成因机制及影响因素主要为以下几点。

(1)地形地貌,滑坡发生区整体属于浅丘与丘间槽谷过渡段,地形呈左高右低状,为缓斜坡填方路基,利于地下水汇集及应力集中,为滑坡发育提供了地形条件。

(2)地层岩性,工区左侧近丘包,覆土较薄,表层为0.5~1.0 m耕植土、粉质黏土,下伏侏罗系中统沙溪庙组(J3s)泥质砂岩,呈近水平层状;路基右侧覆土厚度逐步增大,K32+735—K32+790段右侧原为居民房屋、院坝,据施工图阶段钻孔揭露,表层有厚2.0~4.0 m的杂、素填土,呈松散至稍密状,未作工程处治,下伏0.5~2.0 m的原生残坡积粉质黏土,呈可塑状,该层遇水易软化,强度相对较低,形成软弱夹层,主要滑坡面发育于该层内。

(3)路基填筑,路基填方对既有地基加载,造成路堤边缘底部应力集中,而该项目受用地限制,该段采用加筋土路基收坡处治,设计坡率1:0.8,对路堤、路基的侧向约束不足,为基底土层,尤其是下伏粉质黏土变形提供了有利条件。

(4)降雨,5月以来,工区经历了多次降雨影响,该段路基整体处于超高段,横坡向路基右侧(路基变形侧)倾斜,路面雨水均向右侧汇集。据调查,该段路

已完成整体路基填筑及水稳铺设,但中分带并未完成施工,尚为V形明沟状态,易于左幅路面雨水汇入渗,同时原设计路基右侧坡脚边沟并未施做,路基右侧路面及坡面雨水无有效汇集、排泄通道,直接向坡脚排泄入渗。综上,受短期降雨、多次降雨影响,加之无完善截排水措施,致使路基、路面雨水均向基地入渗,致使基底岩土体饱水,有效应力降低,同时软化土体,强度降低,为路基变形、滑坡发生提供了有利条件。截、排水设施暂未施工时的滑坡区典型横断面图,见图4。

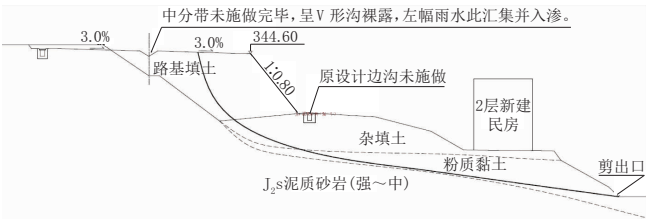


图4 滑坡区典型横断面图(截、排水设施暂未施工)

3 滑坡稳定性评价及推力计算

3.1 滑动参数取值

据调查分析,滑坡目前处于整体蠕动变形阶段,天然工况处于欠稳定状态,暴雨饱和工况处于为不稳定到欠稳定状态间,据此选取典型横断面K32+770对滑坡滑带土参数进行反算。反算时正常工况(天然)下,取路基填土重度 $\gamma=20.5\text{ kN/m}^3$,杂填土、素填土及原生粉质黏土重度 $\gamma=19.5\text{ kN/m}^3$,滑坡稳定性状态为1.05;非正常工况I(暴雨饱和)下,取路基填土重度 $\gamma=21.0\text{ kN/m}^3$,杂填土、素填土及原生粉质黏土重度 $\gamma=20.0\text{ kN/m}^3$,滑坡稳定性状态为0.99。采用传递系数法(隐式)对滑带参数进行反算,反算模型如图5所示。

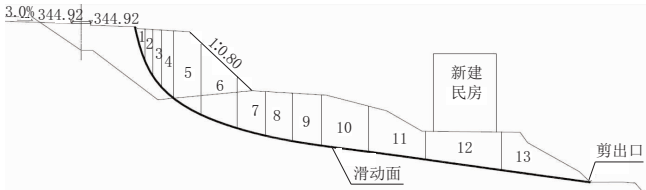


图5 K32+770断面滑坡反算模型

经反算,滑带土参数如下表1所示。

表1 滑坡滑带土参数取值

计算断面	计算工况			
	正常工况(天然)		非正常工况 I (暴雨饱和)	
	黏聚力 C/kPa	内摩擦角 $\varphi/(^\circ)$	黏聚力 C/kPa	内摩擦角 $\varphi/(^\circ)$
K32+770 断面	12.5	8.5	12.2	8.0

3.2 滑坡稳定性、推力计算

采用传递系数法(隐式解)对滑坡进行稳定性计算。同时根据《公路滑坡防治设计规范》^[3](JTG/T 3334—2018),一级公路、危害程度中等的滑坡防治工程等级为Ⅰ级,对应滑坡防治工程设计安全系数:正常工况(天然)取 1.30,非正常工况Ⅰ(暴雨饱和)取 1.20,地震烈度为Ⅵ度,不考虑地震工况。由于路基变形滑动填土已清方卸载,后期将重新回填土石并压实,因此在计算支挡截面处滑坡推力时,考虑填土方量变化造成的条块体积变化,同时将填土参数提高至黏聚力 $C=10\text{ kPa}$,内摩擦角 $\varphi=25^\circ$ 。

滑坡稳定性、推力计算详见附表,结果统计如表 2 所示。

表 2 滑坡稳定性、推力及土压力计算结果

计算断面	计算内容			
	稳定性系数 F_s		剩余下滑力 /kN	
	正常工况	非正常工况Ⅰ	正常工况	非正常工况Ⅰ
K32+770 断面	1.050	0.985	220.32	204.31
K32+770 断面(重新填筑后)	1.026	0.990	270.42	228.99

4 处治方案设计

(1)K32+720—K32+816 段路基右侧设桩基托梁路肩挡墙,总长为 96 m,两侧与普通衡重式挡墙挡墙相接。托梁上部为衡重式挡土墙,墙高 5.0 m,托梁尺寸为长 12 m、宽 2.5 m、高 1.0 m。桩基采用单排钻孔灌注圆桩,桩径 1.8 m,桩长 10~12 m。挡墙采用 C20 片石混凝土材料,托梁及桩基为 C30 钢筋混凝土结构。

(2)K32+725—K32+820 段托梁后缘底部设纵向片碎石盲沟,间隔 12 m 设横向盲沟与纵向盲沟相接,引出地下水。片碎石应选用路基挖方中的砂岩。路基外侧用地红线内新建现浇 C20 混凝土边沟,与横向片石盲沟相连,于小桩号低洼处引出,排除坡面、坡体内流水。

(3)拆除前缘破损民房。

工程处治典型横断面,见图 6。

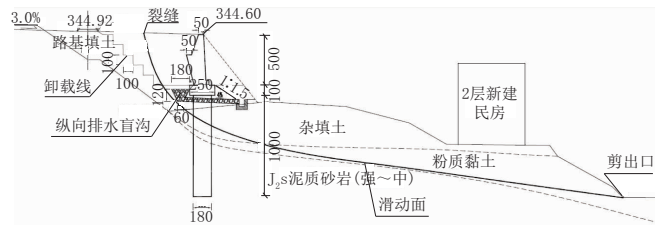


图 6 工程处治典型横断面图(单位:mm)

5 结 语

目前该滑坡工程处治已完工近一年,经历了一个雨季考验,运行良好,无变形迹象,达到处治效果。浅丘区厚层堆积体缓坡填方路基在公路工程建设中尤为普遍,若设计、施工控制不当易诱发工程滑坡。本文以西南浅丘区某公路工程滑坡为例,对滑坡进行了成因机制、稳定性评级分析及工程处治措施等相关方面的研究,为类似典型问题提供借鉴。

参考文献:

[1] 王岩.公路滑坡稳定性分析及治理方案设计[J].交通世界,2023(29): 89-91.
[2] 金朝杨.填方路基边坡稳定性分析及其加固措施研究[D].重庆:重庆交通大学,2021.
[3] JTG/T 3334—2018,公路滑坡防治设计规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com

电话:021-55008850

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com>