

公路高边坡设计方案比选研究

吕文兵

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司,湖北 武汉 201912)

摘 要:针对现实工程中遇到的高边坡进行支护设计,分别对植草、框架植草和增加护坡道宽度进行分析计算,通过对不同方案从技术、稳定、经济和施工等因素进行分析,得出最优化的方案,为工程中类似的边坡治理提供借鉴和参考。

关键词:高边坡;支护;稳定分析;比选;框架植草防护

中图分类号: U417

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)01-0058-03

0 引言

随着我国经济的不断发展,公路建设的步伐越来越快,对公路建设的要求也越来越高,公路高边坡治理作为公路施工过程和公路后期运营过程中的安全保障措施也更加被重视,高边坡的安全与稳定边坡自身的高度和坡度、土体性质、水文和人工防护措施密切相关,大型高边坡的失稳具有突然性、速度快、危害大的特点,因此有必要对高边坡的防护进行勘察设计,采用合理的措施保证边坡的稳定与安全。

1 工程介绍

1.1 项目概况

省道 S366 K6+550~K6+810 路段左侧为深路堑路段,山体坡度为 50° ,边坡坡脚坡度达到 90° ,边坡高度 55 m 左右,且边坡被雨水侵蚀严重,风化程度高、强度低,部分地段时常有山石滑落威胁行车安全,现取其典型断面进行研究分析,进行边坡防护工点设计。开挖坡面为中风化粉砂岩夹泥岩,岩层产状 $190^\circ \angle 8^\circ$,边坡为逆向坡。贯通性裂隙发育,主要有两组,其产状分别为 $90^\circ \angle 70^\circ$ 及 $30^\circ \angle 65^\circ$ 。

1.2 地质情况及参数

原始地貌属剥蚀低山,局部为山间谷地,地形略有起伏,地表有积水。上覆地层主要为第四系人工填土、残坡积粉质黏土,下伏基岩为志留系粉砂岩夹泥岩。地下水主要为第四系松散岩层孔隙水及基岩裂隙水,较发育,线路通过处未见明显不良地质作用,主要力学指标见表 1。

2 设计标准和主要参数

2.1 边坡等级

根据《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330—2013)边坡高度及其损坏后可能造成的后果,结合该二级公路现场的实际情况,将该边坡安全等级取为二级,允许稳定安全系数取 1.25。

2.2 水文地质

区内地下水主要为第四系松散层孔隙潜水及基岩裂隙水;孔隙潜水含水层主要为碎石土层,基岩裂隙水含水岩层为粉砂岩,主要分布于风化裂隙中;勘察期间,钻孔内揭露有地下水,无固定水位。

2.3 坡面荷载

边坡为山体挖方边坡,不考虑坡面荷载。

2.4 地震参数

根据中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)及《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2015),拟建场地抗震设防烈度为 VI 度, II 类场地基本地震动峰值加速度值为 $0.05g$,场地基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35 s,设计地震分组第一组。按规范修正后,场区 I 类地震动峰值加速度值为 $0.04g$,加速度反应谱特征周期为 0.25 s,设计地震分组第一组。

3 边坡稳定性分析

常见的边坡治理方案一般可归纳为三类:

- (1)植物防护:喷播植草、铺草皮。
- (2)工程防护:浆砌护坡、护面墙、各类挡墙等。
- (3)综合防护:三维网植草、框架植草等。

植物防护不仅可以对边坡进行防护使得公路边坡和大自然完全融为一体,还可以防止水土流失调节气候,施工效率高、成本低,但是对于高度大、坡度

收稿日期:2020-06-02

作者简介:吕文兵(1991—),男,硕士,助理工程师,从事公路设计工作。

表 1 现状边坡设计岩土参数

地层 编号	岩土名	状态	承载力基 本容许值 f_{sd} /kPa	天然重度 γ /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	直剪快剪		压缩模量 E_s /MPa	边坡坡率	钻孔桩桩 侧摩阻力 标准值 q_{ik} /kPa	基底摩 擦系数
					黏聚力 c /kPa	内摩擦角 φ /($^\circ$)				
3-1	粉质黏土	可塑	150	19.4	6	20	6	1 : 1.5 ~ 1 : 1.25	50	0.25
4-1	强风化粉砂岩 夹泥岩		450	21.5	38	32	50	1 : 1.0 ~ 1 : 1.5	90	0.45
4-2	中风化粉砂岩 夹泥岩		900 ~ 1 200	22.5	45	38		1 : 1.0 ~ 1 : 0.75	160 ~ 260	0.50

抖的边坡防护能力不足且路堤掺灰土时植被的成活率很低。工程防护对边坡的稳固作用很明显,实用性较强,可以对高陡边坡进行防护,但是缺少美感,与周围环境对比显得不协调,与公路设计中绿化环境的宗旨不是很匹配。综合防护不仅在一定程度上满足了绿化要求,也满足边坡防护的要求。

3.1 自然状态下的边坡稳定性分析

现状边坡偶尔有土石掉落,边坡前后路段存在浅层滑塌,有必要分析自然状态下边坡的安全稳定性(见图 1)。

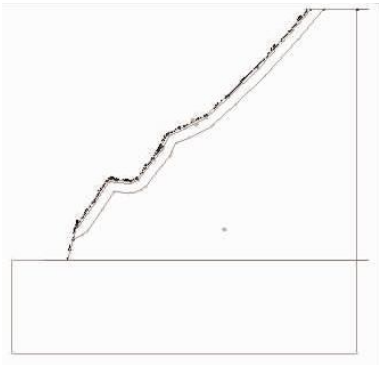


图 1 现状边坡计算图

计算结果见表 2。

表 2 现状坡面稳定分析计算结果

工况	抗滑稳定安全系数	允许安全系数 K	是否满足要求
现状坡面	0.881	1.25	不满足

由计算可知,自然状态下边坡安全系数小于 1,但是经过现场踏勘和对周边居民的询问得知这段坡体没有整体失稳,只是偶尔有土石掉落,因此可以判定此坡体处于稳定但不安全状态。

3.2 植草防护

按照设计坡率直接削坡,自坡脚至坡顶按照 1 : 0.5 的坡率进行削坡,边坡每 8 m 高设置 2 m 宽的护坡道,最上一级边坡坡率放缓为 1 : 1。根据计算结果可知,植草防护的边坡稳定安全系数 0.855 小于自然状态下边坡的稳定安全系数 0.881,所以必须对边坡进行防护设计,根据边坡稳定性需要,也考

虑到现场施工的难度大小,并结合项目当地对绿化的要求,该段高边坡采用框架植草防护(见图 2)。

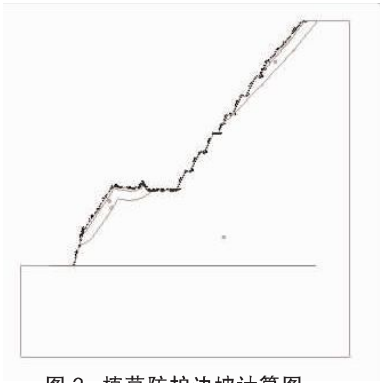


图 2 植草防护边坡计算图

3.3 框架植草防护

按照 1 : 0.5 进行削坡,每 8 m 为一级边坡,每级边坡设置 2 m 的护坡道,坡面平整后施工 $\phi 25$ 预应力锚杆,锚杆长 8 m,位于框架梁节点处,间距为 2 m,锚杆与水平俯角为 15° ,框架规格为 2 m $\times$ 2 m,框架梁规格为 30 cm $\times$ 30 cm,采用 C20 混凝土现浇。框架内采用植草防护(见图 3)。

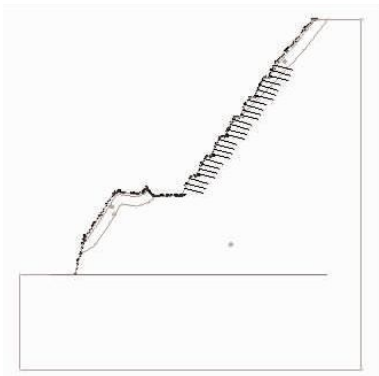


图 3 框架植草防护边坡计算图

3.4 加宽护坡道 + 框架植草防护

为防止坡面滚落碎石土对下面车道行车造成的不安全影响,将每三级边坡的护坡道加宽为 5 m 修成一个平台,在对每级边坡进行框架植草防护,框架植草防护的具体形式同框架植草防护(见图 4)。

3.5 预应力锚索防护

将加宽护坡道 + 框架植草防护中的锚杆换成预

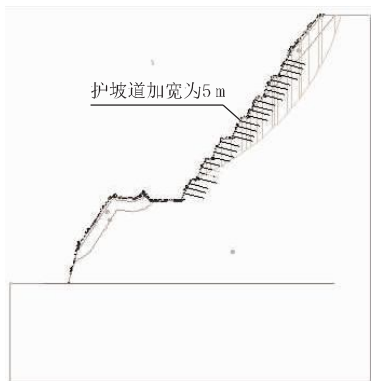


图4 护坡道加宽边坡计算图

应力锚索并计算稳定安全系数。

几种不同工况下的坡面稳定分析计算结果见表3。

表3 现状坡面稳定分析计算结果

工况	抗滑稳定安全系数	允许安全系数 K	是否满足要求
植草防护	0.855	1.25	不满足
框架植草防护	1.275	1.25	满足
加宽护坡道 + 框架植草防护	1.417	1.25	满足
预应力锚索防护	1.493	1.25	满足

根据框架植草防护的稳定性计算结果,稳定安全系数很接近允许安全系数,为了充分保证边坡的稳定安全系数,现将第三级边坡的护坡道拓宽为5 m,起到给下面边坡卸载的作用,计算得到此时的安全稳定系数为1.417,较护坡道拓宽前增加11%。而将锚杆换成锚索支护,安全系数仅提高了5.4%,对边坡稳定作用并不明显。

4 不同支护方案的可行性与优缺点

根据表4的结果,对比这两种防护方式,护坡道

加宽虽然比正常宽度造价高23.24万元(加宽护坡道之后挖方量有所增加),但是对于边坡稳定性有所提高,下面三级坡的荷载变小,加宽的护坡道给上面挖方段提供了一个很好的缓冲平台。同时给施工提供了相对较大的空间,增加了施工的安全性和便利性。宽的护坡道可以增加绿化、种植灌木等,使景观更加协调。

表4 方案指标对比结果

支护方案	抗滑稳定安全系数	技术优缺点	支护强度	工程造价/万元
框架植草防护	1.275	优点:防护效果好,布置灵活 缺点:工艺复杂,造价高	强	126.89
加宽护坡道 + 框架植草防护	1.417	对比普通植草防护,该防护方式边坡稳定性更好	强	150.13

因此本文推荐边坡中间加宽护坡道并采用框架植草防护的方式进行防护。

5 结 语

综上所述,在经济条件允许的情况下,为保证边坡的充分稳定,对于高边坡可采用挂网喷混凝土防护,每三级边坡可加宽一个护坡道以给下方边坡卸载的同时给上方边坡提供足够的施工空间和缓冲平台。

参考文献:

- [1] 唐鹏飞.边坡锚索预应力变化特征分析[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(2):128-129.
- [2] 刘兆成.岩质边坡锚喷加固研究及加固效果分析[D].济南:山东大学,2013.
- [3] 付超阳.预应力锚索数值模拟分析与工程应用[D].西安:西安理工大学,2015.
- [4] 李宏伟.高边坡支护预应力锚索施工技术研究[J].中国标准化,2017(6):183-184.

(上接第41页)

固措施。

5 结 语

通过对公路分别采用桥梁、路基和隧道形式与既有隧道交叉的研究可知,在进行路线方案设计时,若与隧道的交叉不可避免,应优先采用大跨径桥梁跨越;当隧道埋深较深时,可采用低路基形式进行交叉;当必须以隧道形式进行交叉时,应控制好纵面指标,增加新建隧道与既有隧道的净距,降低安全风险。

总而言之,公路在与既有隧道进行交叉时,必须对路线进行多方案比选,并对交叉方案进行安全性评价,最终确定出安全合理的交叉方案。

参考文献:

- [1] 郭剑勇.新建高速公路上跨既有隧道方案设计安全性评价[J].铁道建筑技术,2014(S1):313-315,338.
- [2] 徐亚光,曹文,康圣雨.新建公路桥梁对既有铁路桥隧的影响分析[J].铁道建筑,2019,59(3):22-25.
- [3] 徐慧芬,郑少华,马超.公路与铁路立体交叉隧道施工安全性分析[J].公路,2017,62(10):299-302.