

粤西某中学边坡稳定性分析与评价

林碧华¹, 马晓轩²

(1. 广东省地质建设工程集团公司, 广东 广州 510080; 2. 广州市隧道开发公司, 广东 广州 510140)

摘要: 粤西是广东省多山地区之一, 近年来随着各类大型基础设施的建设以及城市化进程的加快, 城市建设用地短缺的问题越来越突出。在工程建设的同时, 形成了众多人工边坡, 分析和评价这些边坡的稳定性, 是制定正确防治措施的基础。本文以粤西某中学一个典型的人工边坡为例, 在详细勘察基础上, 分析了边坡岩体结构特征、可能失稳机制和危险区段, 对四种工况下的边坡稳定性进行了计算和评价, 依据评价结果, 提出了边坡防治宜采用监测、工程措施和生物措施相结合的综合方案。分析结果和防治措施建议为粤西山区的人工边坡分析评价和治理保护提供了有益的借鉴。

关键词: 粤西山区; 人工边坡; 稳定性评价; 综合治理

文章编号: 1003-8035(2013)02-0050-03

中图分类号: P642.22

文献标识码: A

0 引言

边坡位于粤西某中学教学楼、实验楼、宿舍楼后山坡脚距教学楼约6m, 坡高20~30m。自建校以来, 每年雨季便出现数量不等、规模不一的滑坡、崩塌, 损坏学校设施, 造成学校停课事件, 严重干扰了学校正常的教学秩序。若该处边坡再次失稳, 将直接危及学校2186名师生的安全。数年来, 每次出现险情就进行临时应急抢险, 包括修建临时水沟、坡脚临时压脚等, 这些应急措施及治理的效果均不尽如意, 一直以来, 从未对该边坡进行过正规的综合性治理。本文在详细勘察基础上, 对边坡稳定性进行了定性分析和定量评价^[1], 进而提出了相应的防治措施建议。

1 边坡地质结构

斜坡范围从南边自行车棚至北边教师办公楼, 呈“凹”形从南至北沿实验楼、教学楼、宿舍楼、食堂等带状分布, 总长度为500m, 坡脚至建(构)筑距离约6m, 中学建设过程中对斜坡大量开挖, 形成了高20~30m的人工边坡, 坡向主要为220°~230°, 坡度50°~70°, 总体上陡下缓, 其中上部坡角大于50°的悬坡地段, 呈南北延伸(图1)。斜坡带上曾发生较大的岩质滑坡3处, 体积1639.44m³(BT2)~3669.66m³(BT3)。

边坡主要由寒武系八村群砂岩组成, 表层覆盖第四系人工填土、坡残积碎石土(图2)。

人工填土、坡残积土: 黄褐~灰白色, 由中-粗粒砂岩碎块石、粉质粘土构成, 厚度不大, 结构松散。土层干燥时易开裂, 遇水后软化, 土体强度急剧降低。

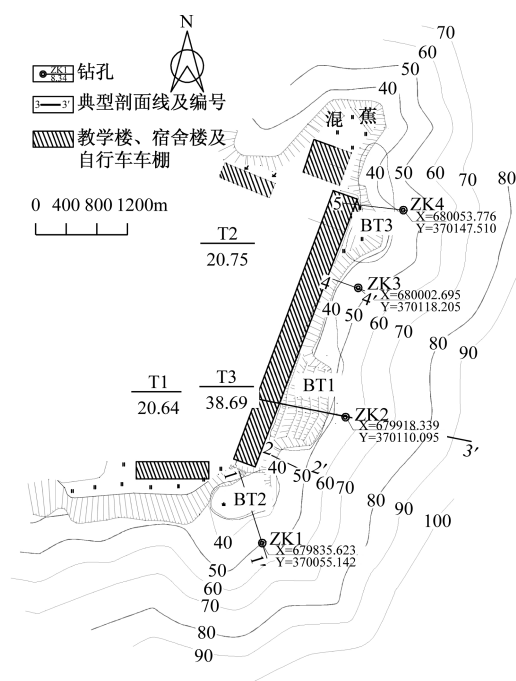


图1 边坡平面图

Fig. 1 Slope plan

寒武系八村群砂岩夹泥岩: 灰白~黄褐色, 中厚层粗粒砂岩, 产状220°∠48°~86°。砂岩抗风化能力弱, 裸露的坡面在长期的风化及雨水冲刷作用下, 形成了大量深浅不一的凹槽, 这些沟槽又会进一步加速风化作用, 使其扩展加快。全、强风化砂岩特征与坡

收稿日期: 2013-05-14; 修订日期: 2013-05-18

作者简介: 林碧华(1962—), 女, 广东广州人, 副总工程师, 水工环高级工程师, 主要从事水文工程地质、地质灾害、矿山地质环境工作及研究。

E-mail: 674893736@qq.com

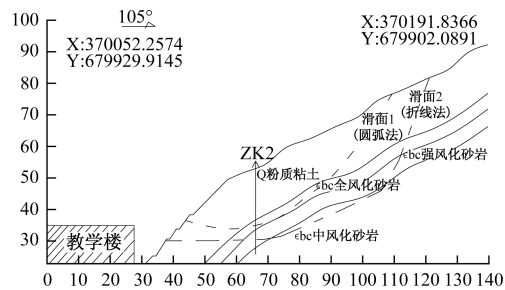


图 2 3-3'地质剖面图

Fig. 2 3-3'Geological section map

残积土近似。中风化砂岩中节理裂隙发育,泥岩夹层遇水时软化。岩层中发育两组裂隙: $130^{\circ}\angle 26^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 和 $130^{\circ}\angle 26^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

2 边坡失稳机制和危险区段

基于前述的边坡结构特征、坡体形态和历史边坡失稳特征分析,降雨是边坡失稳的主要诱发因素。雨水入渗使得斜坡重量增加、岩土软化、孔隙水压力增大,导致岩土体沿着坡体内的薄弱部位位于高陡的坡面倾泄而下。边坡失稳方式主要有两种:一是以近似自由落体的坠落式崩塌,但是频率和范围均较低,仅个别区段见此失稳破坏方式;另一种是顺坡的滑移式崩塌,频率较高。

在教学楼、实验楼及宿舍楼修建时开挖山体,形成高陡斜坡,改变了岩土体原来应力状态,斜坡岩土体产生卸荷回弹效应,岩土体内部微裂隙进一步扩容,形成卸荷裂隙带,卸荷裂隙呈带状分布,大致平行于斜坡走向。调查发现,曾经发生滑塌部位均为卸荷裂隙密集带。

卸荷裂隙的形成不仅导致边坡结构松散,同时为降雨入渗提供更多通道,裸露的斜坡体经过风化、水体入渗软化作用,岩土体持续的重复干缩—膨胀过程,导致斜坡岩土体力学参数指标不断弱化,强度不断降低,受降雨等因素触发,最终从坡面滑出。由于学校后部山坡多为坡角较大悬坡,所以滑移剪出口高于地面,故而形成滑移式崩塌^[2]。

由于斜坡体各区段的高度、坡角、形态不同,其滑塌形态各异。在该段斜坡中,节理裂隙发育、且已经形成风化凹岩腔、岩穴、岩槽的斜坡段,斜坡失稳频率显著高于其他地段^[3]。

根据斜坡结构,上部坡角大于 50° 的悬坡段最易失稳,其中教学楼、实验楼、宿舍楼后部斜坡为最危险

区段,即可能的危害最大区段;自行车棚、食堂及教师办公楼后部斜坡为较危险段。

3 边坡稳定性评价

如前所述,该段边坡破坏以滑移式崩塌为主,所以边坡稳定性评价采用传统的滑坡稳定性评价方法。

由于边坡滑移边界条件、裂隙贯通面难以准确确定,所以,假定边坡可能同时存在折线式和圆弧形两类滑面。其中,折线式滑面受控于砂岩内的节理裂隙面,发生于节理裂隙贯通后;圆弧形发生于松散的残坡积土层和全强风化层内。区内的每个剖面均按上述两种方式分别进行计算,稳定系数取两种计算结果的较小值定为坡体稳定性系数。稳定性计算公式采用《滑坡防治工程勘查规范》(DZ/T 0218 - 2006))^[4]推荐公式。

结合区内特点,边坡稳定性计算采用工况分为天然工况(工况 1)、枯季工况(工况 2)、暴雨工况(工况 3)和地震工况(校核工况)。各工况的荷载组合应符合下列规定:对工况 1、工况 2 和工况 3 考虑自重,同时考虑暴雨时静水压力;对校核工况考虑自重和地震力,同时考虑暴雨时静水压力,其中该区地震力按地震烈度 6 度时的设计基本地震加速度 $0.05g$ 考虑。计算参数见表 1。

表 1 岩土层物理力学指标建议表

Table 1 Recommended physical mechanics index of rock and soil layers

项目岩性	内聚力 C (kPa)		摩擦角 φ (度)		重度 (kN m^{-3})	
	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
素填土 (松散状)	18.5	15.1	22.5	18.2	17.5	17.9
坡残积层 (可塑~硬塑)	20.5	17.5	23.5	19.5	18.9	19.3
全风化砂岩 (可塑~硬塑)	22.5	18.8	25.5	20.4	20.1	20.2
强风化砂岩 (硬塑)	24.5	20.5	27.5	21.8	23.0	23.2
中风化砂岩 (破碎)	200.0	150.0	35.0	30.0	24.0	-

计算结果显示(表 2),工况 1、2 时,各处边坡均处于稳定状态;在工况 3 和校核工况时,各处边坡处于不稳定或欠稳定稳定状态,说明地震力作用对边坡稳定性影响较大。

表 2 典型剖面稳定性计算结果表

Table 2 Stability calculation results for a typical profile				
剖面编号	工况	稳定性系数	稳定状态	备注
1-1'	工况 1	1.36	稳定	
	工况 2	1.43	稳定	受暴雨及震动
	工况 3	1.03	欠稳定	易滑塌
	校核工况	0.96	不稳定	
2-2'	工况 1	1.41	稳定	
	工况 2	1.46	稳定	受暴雨及震动
	工况 3	1.04	欠稳定	易滑塌
	校核工况	0.97	不稳定	
3-3'	工况 1	1.31	稳定	
	工况 2	1.39	稳定	受暴雨及震动
	工况 3	1.05	基本稳定	易滑塌
	校核工况	0.98	不稳定	
4-4'	工况 1	1.43	稳定	
	工况 2	1.48	稳定	受暴雨及震动
	工况 3	1.03	欠稳定	易滑塌
	校核工况	0.95	不稳定	
5-5'	工况 1	1.33	稳定	
	工况 2	1.36	稳定	受暴雨及震动
	工况 3	1.06	基本稳定	易滑塌
	校核工况	0.99	不稳定	

4 治理方案建议

该中学后部山坡属高陡边坡,边坡稳定性对师生生命和校区设施构成极大威胁。由于教学楼、试验楼及宿舍楼距边坡太近,治理中应切实考虑治理工程对正常教学秩序的影响,故应考虑采取治理工程与学校环境相结合的综合整治。另外边坡坡脚沿线空间狭小,这给材料的运输和废渣转运带来困难。所以该中学滑塌带治理是一项涉及到多个部门、多方面的综合整治工程,需要各方齐心协力,共同协作才能完成。治理方案建议以削坡、锚固、绿化护坡、防渗等为主,配合清除危石、浮土、填缝等措施^[5]。

锚固措施中,由于滑塌体的破坏面多发于中-浅层。在施工条件允许的情况下尽可能使用预应力锚索或锚杆,锚索或锚杆的倾角宜结合具体的坡面条件和土质条件,锚索或锚杆的长度根据计算视

具体情况而定。对于危险程度高、规模小的危石或浮土,宜采用一次性清除的办法。根据实际状况可选用人工清除或逐步破碎转运等方式。防渗措施应在施工过程中及施工后,对区内进行一次全面详细踏勘的基础上,对裂缝及裂隙及时灌浆封闭,消除水体入渗的危害,增强岩土体的整体性与强度。灌浆应在锚固的基础上进行,防止不恰当的灌浆会诱发滑塌。

5 结论

粤西某中学人工边坡失稳机制及其演化特点、稳定性受制于斜坡结构。稳定性计算结果表明,现状条件下边坡稳定性稳定,在降雨、地震条件下边坡稳定性较差。

参考文献:

- [1] 祝玉学. 边坡可靠性分析[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.
ZHU Yuxue. Slope reliability analysis [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1993.
[2] 陈祖煜. 土质边坡稳定性分析方法[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.
CHEN Zhuyu. Analysis method of soil slope stability [M]. Beijing: China Water Conservancy and Hydropower Press, 2003.
[3] 何培玲,张婷. 工程地质[M]. 北京:北京大学出版社,2006.
HE Peilin, ZHANG Tin. Engineering geology [M]. Beijing: Peking University Press. 2006.
[4] DZ/T 0218-2006, 滑坡防治工程勘察规范[S].
DZ/T 0218-2006, Specifications for survey of landslide prevention engineering[S].
[5] 沈良峰,廖继原,张月龙. 边坡稳定性分析评价方法研究及趋向[J]. 建筑科学,2004,20(6):43-46.
SHEN Liangfeng, LIAO Jiyuan, ZHANG Yuelong. Slope stability analysis and assessment research method and trend[J]. Building Science,2004,20(6):43-46.

(下转第 96 页)