

地质灾害滑坡治理工程中抗滑桩的应用

翟 静 阳

(铁道第四勘察设计院 武汉 430063)

摘 要 三峡库区蓄水水位的不断变化,导致库区滑坡比一般边坡滑坡更加不稳定,更容易整体失稳。稳定性计算中,其工况和荷载组合更为复杂。通过在三峡库区地质灾害治理中大量使用的抗滑桩应用实例,总结抗滑桩的设计、施工和经验。

关键词 地质灾害 滑坡 抗滑桩

1 抗滑桩综述

在我国,抗滑桩作为治理滑坡的一种主要工程措施被公路、铁路、水利等部门广泛采用,并在桩型和应用范围方面得到较大的发展。20 世纪 80 年代以来,为治理大型滑坡,大直径挖孔抗滑桩开始使用。目前所采用的半理论、半经验设计理论和计算方法,是通过大量工程实践和室内模型试验、现场试验实测成果综合分析确定的,是比较系统成熟的,特别是单排大截面埋式抗滑桩应用更加广泛,国外也有很多典型的示例^[1]。

1.1 抗滑桩的优点和适用条件

(1) 设桩位置灵活,除成排设在滑坡前缘外,也可根据具体情况,设在滑体的其他部位,并可与

其他防治措施联合使用。

(2) 开挖土石方量小,施工中对滑坡体的稳定状态影响小。

(3) 挖孔桩桩孔也是一个很好的探井,挖孔时应作好地质编录,通过它可以弄清楚滑坡的工程地质情况,检验和修改原设计,使之更完善更符合实际情况^[2]。

(4) 施工方便,设备简单。

1.2 抗滑桩的类型

按桩的刚度分,有刚性桩和弹性桩;按桩的埋置情况分,有悬臂式和全埋式,悬臂式居多;按材质和截面形状分,有木桩(多用于临时工程)、管桩(多用于钻孔桩)、钢筋混凝土桩(矩形、圆形)和钢桩。

目前国内使用最多的为矩形截面钢筋混凝土挖孔桩。

收稿日期:2007-03-10

例来说,分 5 级以下开挖到位的安全系数相差不多,在 1.128 左右,而分 9 级以上开挖到位的安全系数则在 1.186 左右。不同的分级对稳定性安全系数的影响相差可达 5% 以上。

6 结语

边坡开挖的有限元强度折减法计算结果表明,不同的分级开挖对稳定性安全系数计算结果有明显的影响。由于开挖是一个连续的过程,因此在模拟边坡开挖的计算时,应该有足够的分级,以保证计算结果达到稳定的收敛状态。

参考文献

- [1] 郑颖人,赵尚毅,时卫民,等. 边坡稳定分析的一些进展[J]. 地下空间,2001,21(4):262-271.
- [2] 连镇营,韩国城,孔宪京. 强度折减有限元法研究开挖边坡的稳定性[J]. 岩土工程学报,2001,23

- (4):406-411.
- [3] 赵尚毅,郑颖人,时卫民,等. 用有限元强度折减法求边坡稳定安全系数[J]. 岩土工程学报,2002,24(3):343-346.
- [4] 张鲁渝,郑颖人,赵尚毅,等. 有限元强度折减系数法计算土坡稳定安全系数的精度研究[J]. 水利学报,2003(1):21-27.
- [5] 栾茂田,武亚军,年廷凯. 强度折减有限元法中边坡失稳的塑性区判据及其应用[J]. 防灾减灾工程学报,2003,23(3):1-8.
- [6] 陈祖煜. 土质边坡稳定分析:原理·方法·程序[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.
- [7] 徐干成,郑颖人. 岩土工程中屈服准则应用的研究[J]. 岩土工程学报,1990,12(2):93-99.
- [8] 戴自航,沈蒲生. 莫尔-库仑等面积圆屈服准则的简化形式及应用[J]. 福州大学学报:自然科学版,2003,31(4):454-459.

1.3 抗滑桩的平面布置

一般情况下抗滑桩均成排地布置在滑坡体前缘抗滑段位置,尽量利用桩前岩土体的抗力,只在特殊情况下或因施工条件的限制才考虑其他部位。桩的间距,对于岩质滑体,一般取决于滑坡推力的大小;对于土质滑体,要确保滑体不从桩间挤出,根据滑体的密实程度、含水情况、滑坡推力大小、桩截面大小及施工难易和土体自然拱作用等综合考虑,多为2~5倍的桩径^[3]。在实际设计中,桩的横向间距多设计为6m左右,足以保证滑体不从桩间挤出。桩的间距太小,不但施工困难,而且会减小滑坡地下水排泄断面。

1.4 抗滑桩的计算

通过对抗滑桩的计算宽度、地基系数的确定,模拟其受力状态和计算图式,确定抗滑桩的长度,从而进行桩的内力计算。

2 工程概况

长江三峡工程库区某移民新集镇位于长江南岸一带,东距三峡大坝坝址30多km。该滑坡位于该新集镇近期规划区西侧,前缘高程155~157m,后缘高程201~202m,面积 $1.43 \times 10^4 \text{ m}^2$,纵向长150m,横向宽110m,体积 $11.4 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。滑体中、后部有2条干道通过。

该滑坡为堆积层滑坡,地形改造后,滑体上部大多为第四系人工堆积层,主要为碎块石土。滑带土主要为砾质粘土,可塑状。近年来,该滑坡已出现明显的滑移变形,如公路挡土墙向外鼓出,滑体中部和后缘形成弧形拉裂缝。由于稳定性差,现阶段滑坡存在被暴雨激活的可能。因滑坡前缘低于三峡库区正常水位,水库蓄水后,滑体约有1/3面积淹于水下,滑坡在前缘再造后有可能整体失稳,严重危及其上及坡下的建筑物安全。

该滑坡治理工程设计目标是:采用工程措施辅以安全监测,保护该滑体不受水库蓄水或大气降水的影响而使滑坡变形加剧甚至发展为整体性滑坡,确保三峡工程按计划蓄水发电。该滑坡治理工程由悬臂式抗滑桩、桩前浆砌石挡土墙及后缘截水沟3部分组成。一排抗滑桩共19根布置于水库岸边,处在滑坡的近前缘部位。浆砌石挡土墙布置在抗滑桩的前侧,墙顶和桩顶一致。截水沟布置于滑坡后缘滑移裂缝的上侧,流向自西向东,在滑坡左侧汇入公路边沟。

该滑坡治理工程具有以下特点:

(1) 治理前滑体已出现变形迹象,稳定性差,

久暴雨时易出现整体失稳。

(2) 该滑坡为第四系覆盖层滑坡。基岩为侏罗系下统香溪组泥质粉砂岩,易于风化,岩体裂隙发育。岩体为凹槽形滑坡,有利于地表水汇集入渗,地下水软化了滑带强度,并产生水压力,在降雨因素诱发下产生滑动。

(3) 移民新集镇的建成,大量工程弃渣堆积在滑体后部,增加了滑坡下滑力,在暴雨诱发下,近年可产生变形复活。

(4) 水库蓄水后,滑坡有1/3面积淹于水下,在库水的作用下,滑坡稳定性变差,蓄水至135、145、175m及由175m骤降至145m水位时,整体不稳定。

3 抗滑桩的应用情况

(1) 稳定性评价 该滑坡近年雨季已多次出现变形迹象,经计算分析,暴雨时稳定性系数为0.970,处于不稳定状态。当三峡库区蓄水后,滑坡前部约1/3的面积淹于水下,在库水位作用下,滑坡整体稳定性系数小于1;当下部滑体物质再造后,靠山侧滑体稳定性系数为0.828,即水库蓄水后,滑坡不稳定^[4]。

(2) 设计原则 一次根治,不留后患;因地制宜,对症下药,综合治理;工程措施力求安全可靠,简单易行,可充分利用当地劳动力、材料和施工技术,尽量节省工程投资。

抗滑桩布置在干道公路外侧距路边20m左右的库岸边,桩顶高程在中间段为175m(黄海高程),比水库正常蓄水高1.77m。在滑坡两侧,桩顶高程逐渐增加到177~182m。桩中心距中间段为5.5m,滑坡两侧放宽到6.0m。桩截面 $2.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$,桩长一般为12.0~16.3m,短者为8.5~12.0m,其中挡土段长4.3~8.5m,嵌岩段长4.2~8.3m,嵌岩段长为挡土段长的0.6~0.95倍,强风化层厚者取大值,强风化层薄者取小值。抗滑桩顶部设连系梁,截面 $0.8 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}$,桩和连系梁的混凝土标号为C25。

松散层内桩并护壁采用钢筋混凝土,标号为C20,壁厚一般为0.2m,井口段2.0m壁厚0.3m。设计悬臂式抗滑桩纵向受力钢筋配筋率0.58%。

(3) 抗滑桩施工注意事项 ① 桩孔开挖以人工为主,开挖前应平整孔口,做好地表截排水及防渗工作;② 采用间隔开挖,每次间隔1~2孔;按由浅至深、由两侧向中间的顺序施工;③ 基岩

或坚硬孤石段可采用少药量、多炮眼的松动爆破方式;④一次最大开挖深度为 1.5~2.0 m,待护壁凝固后方可继续挖孔。每开挖一段应及时进行地质编录,如实际位置与设计有较大出入时,应将发现的异常及时提出,及时变更设计;⑤实际开挖桩底高程应会同设计、勘察单位现场确定;⑥弃渣吊出后立即运走,不得堆放在滑体上,防止诱发次生灾害;监测与施工同时进行,滑坡出现险情时,立即采取措施;⑦抗滑桩属于隐蔽工程,施工过程中应做好各种施工和检验记录,对于发生的故障及其处理情况,应记录备案。

浆砌石挡土墙设在抗滑桩之前,墙背紧贴抗滑桩,墙顶与桩顶一致,即中间段墙顶高程为黄海高程 175.0 m,比水库正常蓄水高 1.77 m。截水沟布置于滑坡后缘滑移裂缝的外侧,在滑坡左侧汇入公路边沟,截水沟纵坡要求不小于 1%。截面为底宽 0.4 m、深 0.6 m、顶宽 1.0 m 的梯形,采用浆砌块石衬砌,厚 25~30 cm。

(4) 主要工程措施 ①采用抗滑桩和挡土墙,桩端进入下伏中风化岩石内适当深度;②强化地表排水。将变形体外围的地表水完全排至变形体以外;③施工时在 7 号和 14 号桩前预埋土压力盒,测量滑坡推力的大小。在 7 号至 14 号桩的上侧接近滑动面处理渗压计,测量滑体内地下水压力的大小及变化,及时整理分析结果;④对地面位移进行监测,用游标卡尺测量裂缝的宽度及其变化;⑤施工安排在深秋至冬季的干旱季节;⑥将桩井的开挖视为对滑坡进行再勘察对待,及时进行地质编录,及时反馈;⑦加强隐蔽工程的检验和验收工作。

4 结语

(1) 由于水位的反复变化,水库区内滑坡比一般边坡滑坡更加不稳定,除了受暴雨因素诱发外,还要经受水位变化的考验。因此,在稳定性计算中,它的工况和荷载组合更为复杂。

(2) 由于三峡库区蓄水的原因,此类滑坡必须取得“一次根治、不留隐患”的效果,否则后患无穷。

(3) 同类滑坡有其共有的规律,但研究任一滑坡时,更要注意其特殊性,准确分析滑坡性质、变形机理以及预测发展范围,提出与之相适应的治理工程方案,方可保证治理工程的成功。

(4) 该滑坡治理工程竣工验收已有 3 年,根据桩前预埋土压力盒所测的滑坡推力的变化和滑动面处所埋设的渗压计所测的地下水压力的变化以及人工巡视表明,该滑坡在治理后未出现新的滑移现象,说明该滑坡的治理是成功的,抗滑桩在滑坡治理中的重要作用又一次得到验证。

参考文献

- [1] 王恭先,徐峻龄,刘光代. 滑坡学与滑坡防治技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2004.
- [2] 王恭先. 抗滑支挡建筑物的发展动向[G]//王恭先. 滑坡文集(13). 北京:中国铁道出版社,1998.
- [3] 吴贵新. 我国铁路路基抗滑支挡工程的应用与发展综述[G]//王恭先. 滑坡文集(14). 北京:中国铁道出版社,2000.
- [4] 长江勘测规划设计院. 长江三峡工程库区滑坡治理工程施工设计图[R]. 长江勘测规划设计院,2002.

Application of Anti-slide Pile to Landslide Disaster Treatment

Zhai Jingyang

(The Fourth Survey And Design Institute of China Railway, Wuhan 430063, China)

Abstract: After the Three Gorges Reservoir started to retain water, the water level of the reservoir is turning to be higher. This makes the slopes of this area turn to be more unstable and easy to cause geological disaster such as landslide. At the same time the load cases and load combination which should be adopted have changed to be more complex than the common place. So far many projects which use anti-slide pile to solve the landslide have been constructed during the construction of the Three Gorges Reservoir. This paper is just submitted to summary these experiences, which could be used by relative technicians as references.

Key words: geological disaster; landslide; anti-slide pile