

Study on Slope Stability of Yun'an 6 Well Reservoir in Three Gorges Reservoir Area

Xiang Tu¹, Ke Yang¹, Peidong Su²

¹Sichuan Ke Hong Petroleum and Natural Gas Engineering Co., Ltd., Chengdu Sichuan

²CECEP Construction Engineering Design Institute Limited Company, Chengdu Sichuan

Email: spdong@126.com

Received: Oct. 22nd, 2018; accepted: Nov. 9th, 2018; published: Nov. 16th, 2018

Abstract

The site of Yun'an 6 well located on the left bank of Xiaojiang River will be destroyed after the third stage impoundment of the Three Gorges Reservoir. Based on the analysis of stability, this paper puts forward some suggestions and measures for the treatment of pile-sheet wall and anti-slide pile in soil slope and the comprehensive treatment of supporting pier in rock slope section when rebuilding pipeline is used.

Keywords

Bank Slope, Failure Mode, Stability, Treatment

三峡库区云安6井库岸边坡稳定性研究

涂翔¹, 杨科¹, 苏培东²

¹四川科宏石油天然气工程有限公司, 四川 成都

²中节能建设工程设计院有限公司, 四川 成都

Email: spdong@126.com

收稿日期: 2018年10月22日; 录用日期: 2018年11月9日; 发布日期: 2018年11月16日

摘要

位于小江左岸的云安6井场地在三峡水库三期蓄水后, 将发生失稳破坏, 危及对象为云安6井地面集输部分, 危害程度为II级。本文通过稳定性分析, 提出土质边坡桩板墙和抗滑桩处理、岩质变坡段采用改建管线架设支墩时综合治理的建议措施, 具有较高的参考价值。

关键词

库岸边坡, 破坏模式, 稳定性, 处理措施

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

云安6井位于小江左岸, 场地及边坡目前未见变形迹象, 但三峡水库三期蓄水至坝前175 m后, 漫滩、陡坎被淹没, 受浪蚀和冲刷作用及水位涨落影响, 土质岸坡可能发生滑移型塌岸[1] [2] [3] [4]。需要对云安6井库岸采取保护措施, 确保云安6井安全, 为了给治理设计提供地质依据, 本文通过从现场地形地貌、地层岩性、边坡类型和水库水位等方面入手, 分析评价了云安6井库岸边坡的稳定性和三峡库区三期蓄水后边坡稳定性, 提出土质边坡桩板墙和抗滑桩处理、岩质边坡段采用改建管线架设支墩时综合治理的建议措施。

2. 场区基本特征

工程区新构造运动以间歇性大面积抬升为基本特征, 并具有继承性。区内出露的前第四纪地层多属沉积岩, 以中生界三叠系、侏罗系为主。场地区抗震设防烈度为VI度, 设计基本地震加速度为0.05 g。区域构造稳定性好。

2.1. 场区坡体物质组成特征

根据勘探资料揭露, 场区地层主要包括: 残坡积粉质黏土、人工填土与侏罗系中统上沙溪庙组泥岩。

1) 强风化泥岩: 厚度0.5~1.40 m, 岩体破碎, 风化裂隙发育, 中风化岩体较完整, 强度较高, 但构造节理较发育, 岩体较破碎, 对岸坡稳定不利。

2) 第四系残坡积粉质黏土: 厚度0~0.6 m, 强度低, 对岸坡稳定不利。

3) 第四系人工填土: 覆盖层厚度1.7~10.6 m, 土体松散, 强度低, 岩土界面倾角较大 19° ~ 31° , 对岸坡稳定性影响大。

2.2. 场区地貌特征

场区内高程为151.16~177.86 m, 地形坡角 18° ~ 43° , 多见泥岩出露, 地形坡角较大, 且凌空, 对岸坡稳定不利; 土质岸坡1段为小江岸坡地貌, 高程152.16~178.25 m, 地形坡角 14° ~ 29° , 地形坡角较大, 凌空面较陡, 岸坡天然稳定。土质岸坡2段为溪河岸坡地貌, 高程168~194 m, 地形坡角 23° ~ 35° , 地形坡角较大, 凌空面较陡, 岸坡天然稳定。

2.3. 场区地下水和库水特征

该库岸段松散岩类孔隙水一般沿岩土界面向长江排泄, 使土体抗剪强度降低, 因前沿凌空, 岩土界面倾角陡, 倾向与坡向反斜交, 可能发生局部坍塌现象; 三期水库蓄水后, 库水位上升回灌, 导致该段库岸地下水位上升, 引起地下水位升高和毛细水高度上升, 使覆盖层以及下伏基岩之间的抗剪强度将降低, 在库水浪蚀、冲刷和水位变化的退水压力作用下对岸坡的稳定性不利; 三期水库蓄水后, 土体基本上被库水淹没, 土体自重加大, 土体强度大幅度降低, 可能发生滑坡。因此, 地下水和库水是该段库岸影响稳定性的重要因素。

3. 岸坡破坏模式与稳定性评价

3.1. 库岸破坏模式

1) 岩质库岸段

根据上述影响因素分析, 下部泥岩段坡向 280° , 坡角 $21^\circ\sim 43^\circ$, 层面产状 $168^\circ\angle 34^\circ$, 为反斜向坡, 发育两组构造裂隙(3) $287^\circ\sim 295^\circ\angle 50^\circ\sim 57^\circ$, 裂面较平整, 局部呈张开状, 宽 $1\sim 2\text{ mm}$, 发育间距 $0.07\sim 0.40\text{ m}$, 延伸长 $2\sim 4.0\text{ m}$, 为顺岸发育裂隙; ② $354^\circ\angle 54^\circ$, 裂面较平整。裂隙(3)倾角 ρ 与坡角相同, 但倾角大于坡角, 对边坡稳定影响不大; 裂隙②倾向与坡角大角度斜交, 且倾角大于坡角, 对边坡稳定影响小。两组裂隙的组合交线与坡向同倾, 倾角小于坡角, 易发生剪切破坏, 表现为小规模崩塌型破坏; 此外, 岩质库岸段尚有卸荷裂隙发育, 在卸荷和冲刷、静水压力作用下也可能沿卸荷裂隙发生小规模崩塌型破坏。

2) 土质库岸段

人工填土厚度 $1.7\sim 10.6\text{ m}$, 前沿临空, 前沿坡角 $14^\circ\sim 37^\circ$, 三期水库蓄水后, 三峡水库三期蓄水坝前水位在 $175\sim 145\text{ m}$ 之间变化, 地下水位升高和毛细水高度上升, 覆盖层抗剪强度降低, 会诱发岸坡土体整体失稳, 发生滑移型塌岸失稳。

3.2. 稳定性分析评价

1) 计算方法

根据上述库岸段的破坏类型和土体与基岩面形态呈折线形, 采用传递系数法对 2-2'、3-3'、4-4'、8-8' 典型剖面进行稳定性计算分析。

2) 基本荷载

滑体自重: 由于滑坡内无统一地下水位, 无 N 年一遇暴雨时, 地下水位以上部分, 滑体按天然重度计算, 地下水位以下按浮重度计算。

叠加 N 年一遇暴雨时, 非汛期 20 年一遇暴雨入渗深度估算为 3 m , 汛期 20 年一遇暴雨入渗深度估算为 5 m ; 汛期 50 年一遇暴雨估算土体全饱和和压力[4]。

地面荷载: 车辆荷载按 120 kN 计算, 房屋荷载按每层 15 kN 计算, 围墙估算 13 kN/m 计算。

3) 计算工况及荷载组合

按《三峡库区三期地质灾害防治工程地质勘察技术要求》关于涉水滑坡的几种工况要求进行计算。

工况 1: 自重 + 地表荷载+ 现状水位;

工况 2: 自重 + 地表荷载 + 水库坝前 175 m 静水位 + 非汛期 20 年一遇暴雨;

工况 3: 自重 + 地表荷载 + 水库坝前 156 m 静水位 + 非汛期 20 年一遇暴雨;

工况 4: 自重 + 地表荷载 + 水库坝前 162 m 静水位 + 50 年一遇暴雨;

工况 5: 自重 + 地表荷载 + 水库坝前 156 m 静水位 + 20 年一遇暴雨;

工况 6: 自重 + 地表荷载 + 坝前水位 $175\rightarrow 145\text{ m}$;

工况 7: 自重 + 地表荷载 + 坝前水位 $175\rightarrow 145\text{ m}$ + 非汛期 20 年一遇暴雨;

工况 8: 自重 + 地表荷载 + 坝前水位 $162\rightarrow 145\text{ m}$ + 汛期 50 年一遇暴雨。

4) 计算参数

滑体土重度(γ): 滑体土重度采用现场大重度试验成果, 天然重度取 16.7 kN/m^3 , 饱和重度取 20 kN/m^3 。

滑带土抗剪强度(C, ϕ): 天然状态下, C 值取 0 kPa , ϕ 值取 28° ; 饱和状态下 C 值取 0 kPa , ϕ 值取 14° 。

5) 边坡稳定性设计标准的确定

滑坡的危害程度为 II 级, 防治工程等级为 II 级, 滑坡的抗滑稳定安全系数为 1.20 (水位降落的情况下, 抗滑稳定安全系数为 1.15)。其判别标准见表 1。

Table 1. Classification of landslide stability

表 1. 滑坡稳定状态划分

滑坡稳定系数 F_s	$F_s < 1.00$	$1.00 \leq F_s < 1.05$	$1.05 \leq F_s < F_{st}$	$F_s \geq F_{st}$
滑坡稳定状态	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定

注: F_{st} 为滑坡稳定性安全系数。

6) 计算成果

各工况下滑坡稳定性系数见表 2。

Table 2. Table of calculation results for slope stability

表 2. 边坡稳定性计算成果表

计算剖面	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6	工况 7	工况 8
2-2'	1.33	0.59	1.08	0.94	1.08	0.62	0.61	0.85
3-3'	1.48	0.73	1.28	1.05	1.26	0.60	0.68	0.96
4-4'	1.41	0.95	1.40	1.30	1.31	0.69	0.66	1.27
8-8'	1.21			0.94	0.94		0.94	1.12

7) 稳定性评价

1、2-2'剖面现状条件下 $F_s = 1.33$, 大于安全稳定系数 1.20, 处于稳定状态; 工况 3 和工况 5 条件下, $F_s = 1.08$, 小于安全稳定系数 1.15, 处于欠稳定状态。其余工况条件下, $F_s = 0.59 \sim 0.85$, 处于不稳定状态。

2、3-3'剖面现状条件下 $F_s = 1.48$, 大于安全稳定系数 1.20, 处于稳定状态; 工况 3 和工况 5 条件下, $F_s = 1.26 \sim 1.28$, 大于安全稳定系数 1.20, 处于稳定状态。其余工况条件下, $F_s = 0.60 \sim 1.05$, 处于欠稳定~不稳定状态。

3、4-4'剖面现状条件下 $F_s = 1.41$, 大于安全稳定系数 1.20, 处于稳定状态; 工况 3、4、5 和工况 8 条件下, $F_s = 1.27 \sim 1.40$, 大于安全稳定系数 1.20, 处于稳定状态。其余工况条件下, $F_s = 0.60 \sim 1.05$, 处于欠稳定~不稳定状态。

4、8-8'剖面现状条件下 $F_s = 1.21$, 大于安全稳定系数 1.20, 处于稳定状态; 工况 8 条件下 $F_s = 1.12$, 处于欠稳定状态, 其余工况条件下, $F_s = 0.94$, 处于不稳定状态。

4. 边坡稳定性综合分析

土质岸坡 1 段位于云安 6 井站场西侧的小江左岸, 长度 120 m, 分布高程为 147~178 m, 地形坡角 $14^\circ \sim 37^\circ$, 覆盖人工填土, 厚度 1.2~10.6 m。土质岸坡 2 段位于云安 6 井站场简易公路北西侧的溪沟右岸, 长度 80 m, 分布高程为 164~194 m, 地形坡角 $14^\circ \sim 30^\circ$, 覆盖人工填土, 厚度 2.95~4.15 m, 未见变形迹象。边坡现状整体稳定, 三峡水库三期蓄水至坝前 175 m 后, 库岸将失稳再造。根据稳定性计算分析, 在库区蓄水后, 处于不稳定状态, 若不进行治理, 将失稳危及建筑物。边坡失稳后, 将破坏边坡后缘的地面集输工程及站场简易公路及云安 6 井井口。

岩质岸坡现状整体稳定,但由于受浪蚀和冲刷作用及水位涨落影响,局部发生坍塌型塌岸,塌岸较轻微。岸坡失稳对拟改建进站油压导压管支墩的稳定性不利。

该段库岸破坏后危害对象为云安6井地面集输部分,危害程度为II级。防治工程等级为II级。

5. 结束语

1) 根据勘察成果,原始场区地层主要为残积粉质粘土、第四系人工填土与泥岩。其中,人工填土与残积粉质黏土性质均较差,属软弱土层,是控制场区稳定性的关键。

2) 水库区井场岸坡稳定性的控制因素主要有两个:一是人工填土和残积粉质黏土软弱层性状较差,遇水软化,是上覆土体的滑动依附面;二是岸坡侧压力较高,自身有剪切滑动破坏的趋势。

3) 本文以云安6井场地岸坡为例,讨论了水库岸坡的地形地貌、岩土结构、地下水及库水对稳定性的影响,文中所采用的岸坡破坏模式与分析评价,对相似的三峡水库岸坡的稳定性分析具有一定的参考价值。

4) 通过对水库区岸坡稳定性的综合分析,可对岸坡失稳危害与防治工程进行等级划分,有利于采取合理的治理措施。

5) 根据场区稳定性评价结果,在考虑水库对岸坡稳定性影响的基础上,应重点针对各位置的失稳特征进行处置,具体措施可对土质边坡桩板墙和抗滑桩进行处理,岩质边坡段采用改建管线架设支墩时综合治理的措施。

参考文献

- [1] 梁宇,苏培东,汪世亮. 汉源新县城段水库塌岸与工程治理研究[J]. 中国西部科技, 2012, 11(1): 9-10.
- [2] 曹新忠,梁宇,龙海涛. 列瓦集镇新址场地稳定性分析及塌岸预测[J]. 低碳世界, 2014(24): 151-152.
- [3] 梁宇. 萝卜岗场地层状顺岩质边坡稳定性研究[J]. 水电与抽水蓄能, 2017, 3(2): 116-122.
- [4] 彭世雄,陈卫东. 水库塌岸预测参数取值体系研究[J]. 长江科学院院报, 2014, 31(11): 56-59.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org