

文章编号: 1005-0523(2006)01-0037-03

某高边坡滑坡治理的效果分析

张卫民, 周敏

(金华职业技术学院, 浙江 金华 321017)

摘要: 某边坡位于水库右岸公路以上, 土层主要为软弱的砂岩和泥页岩, 历史上形成的古滑坡体由于受褶皱和断裂构造及地下水的影响, 基岩表层进一步风化、卸荷和泥化, 再次发生滑动。通过分析该边坡滑坡的治理, 计算该边坡在治理前后的稳定安全系数, 对其治理效果进行分析, 计算和实际观测结果表明经过综合治理, 该边坡趋向稳定。

关键词: 边坡; 极限平衡理论; 稳定安全系数

中图分类号: TU 443

文献标识码: A

1 引言

某边坡位于水库右岸, 其范围为高程 660 m 公路以上, 高程 720 m 以下, 4 号冲沟至 5 号冲沟之间, 如图 1 所示, 最大高度约 60 m, 可能滑移体达 7.5万 m^3 左右。2000 年 8 月在公路以上浇筑混凝土挡墙处理, 随后墙体产生宽 4~5 cm 的裂缝, 挡墙后部 710 m 高程处地表产生 5 cm 左右的沉降。

同年 11 月于挡墙上垂直向下锚入非预应力砂浆锚杆 82 根, 每根锚杆由 3 根直径为 32 mm 的圆钢拼焊而成, 深入挡土墙下部基岩约 7~8 m, 耗用圆钢 16.8 吨, 水泥 96 吨。但同年 12 月测得挡土墙裂缝宽度已经增至 10~20 cm。于是决定对该边坡再次进行治理。

2 工程地质概况

该边坡区段位于三迭系地层上, 为质地软弱的砂岩和泥页岩。其构造属天然向斜构造, 岩性为砂岩、泥页岩夹薄层灰岩。该边坡区段呈不对称向斜, 两翼岩层产状差异较大。由于受强烈积压作用, 以

及地表径流长期侵蚀、冲刷, 导致陡峭的山体卸荷变形, 历史上形成了自 1 号冲沟至 6 号冲沟的古滑坡体。出现滑坡征兆的边坡, 是此古滑坡体的前沿边坡。

该段边坡下部是斜向反倾的基岩, 上部为古滑坡堆积体残留的块、碎石及砂质土。4 号沟发育在堆积体上, 其下部为被堆积体掩埋的古冲沟。近东西向的不对称向斜在此转向西北方向, 在一定程度上控制和影响着残留堆积体的滑动和滑动方向。受褶皱和断裂构造及地下水的影响, 基岩表层进一步风化、卸荷和泥化, 更易使覆盖层沿地面滑动。因此, 在环境改变情况下, 即存在着边坡覆盖层及部分强风化层的失稳问题。

该地区降雨量充沛, 加之坡体植被覆盖良好, 常年有地表径流流向水库, 地下水活动活跃。4 号冲沟及其下游一测边坡, 其覆盖层厚度大, 稳定性差, 是工程加固和稳定分析的重点。

3 边坡滑动分析与稳定性判断

3.1 边坡滑动分析

由于向斜构造的影响, 造成 4 号冲沟下游一侧岩层

收稿日期: 2005-10-20

基金项目: 金华市科技局资助项目

作者简介: 张卫民(1975-), 男, 浙江大学硕士生, 讲师。主要从事岩土工程方面的教学与研究工作。

走向线与原来的自然边坡(古滑坡体),以及后来人工开挖的边坡走向线,成一较大夹角.因而滑坡体不可能完全沿边坡倾向下滑,而可能沿该岩层倾向下滑,即顺层滑动,取平面与圆弧混合破坏模式.根据最小势能原理,4号冲沟下游一侧边坡上部滑体,也有沿产状为北偏西68度,倾角25度的直线取圆弧破坏模式下滑的趋势.因此,滑体也不可能单纯沿该直线倾向下滑.它要受到下游一侧岩层产状的边界条件制约.过该直线作一倾角等于该直线倾角,走向与该直线倾向垂直的平面,称为优势面.滑体有可能沿优势面与下游岩层面的交线下滑.在下滑过程中,由于上游一侧岩层产状的影响,滑移方向再次转折,使滑体向北偏西45度方向滑去.此滑移方向与根据挡墙裂缝所测得的滑移方向北偏西50度基本吻合.挡墙正是被滑坡体在下滑过程中撕裂的.分析认为,边坡失稳成因为:受前述各种地质及人为因素影响,滑动面粘结强度降低,阻滑力减小,使得覆盖层沿不规则软弱滑动面下滑并带动部分风化基岩滑动.

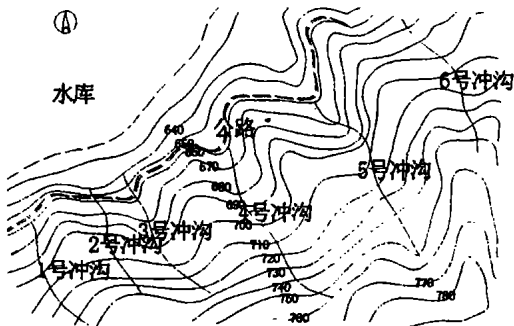


图1 边坡所在位置地形图

3.2 稳定性判断

边坡稳定的初步判断,在滑坡体可能滑动的方向上进行探讨.在滑动方向上作一剖面,如图2所示.测定该剖面的边坡面、滑移面和减载前坡顶面(斜坡)的产状要素,并根据实验资料确定内摩擦角 $\varphi=17^\circ$,粘聚力 $c=20\text{KPa}$.假定滑动面为强风化层与弱风化层之间的界面,在不考虑人工加固措施的前提下采用基于极限平衡理论的理正软件用直线滑移法计算得到安全系数 $K=0.972(K<1)^{[1\sim 2]}$,初步判定该边坡处在不稳定状态,需进行综合治理.

4 边坡的综合治理与稳定性分析

4.1 综合治理

鉴于设置垂直锚杆的挡土墙仍产生较大的裂缝,根

据设计要求,施工中迅速采用以下综合治理方案:

减载:于4号冲沟下游一侧的边坡挡土墙上部,采用机械与人工削坡.着重削除多其的覆盖层或强风化层.12天内该处共挖除堆积物约 $7\,000\text{m}^3$.

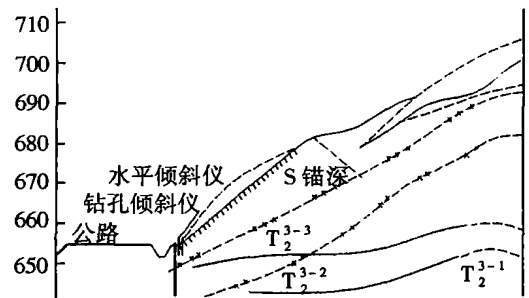


图2 典型滑坡体剖面

护面:在上述减载部位,设置浆砌石框架结构.对4号冲沟及其上游一侧的边坡,在清除沟底及坡面上的浮土后,用浆砌石衬底和护坡.

喷锚网支护:对4号冲沟下游一侧的挡土墙下部边坡,采用喷锚网加固.喷混凝土厚 5cm .用直径 6mm 钢筋网,网眼尺寸 20cm 左右.锚杆采用直径为 25mm 圆钢,锚杆间距 2m 左右,以与水平面成 30° 角向下锚入基岩约 3m 内.

截水、排水:于古滑坡体上部设置拦砂堰和排水沟,进行分层排水和截水.在挡土墙上、下部设置排水孔,以降低地下水位.

治理及监测过程如下:

2001年4月初监测仪器埋设完毕,准备进行监测.

2001年4月10日至4月21日,钻孔测斜仪测得 6.5m 深处测点最大位移量,由 1.5mm 增至 4mm ,平均位移速率为 0.364mm/d .减载期间,同一测点位移量由 4.5mm 增至 6.37mm ,平均位移速率为 0.156mm/d .

2001年5月4日至6月8日,为减载结束后,喷锚前的时间段.同一测点位移量由 6.5mm 增至 8mm .位移速率为 0.042mm/d .

2002年6月9日至9月5日,为喷锚时间.截止于8月17日,相同测点之位移量由 8mm 增至 8.5mm ,位移速率仅为 0.006mm/d ,已在仪器误差范围内.实践证明上述综合治理措施,对阻止边坡进一步失稳起到了一定的作用.

4.2 边坡稳定性分析

在施工过程中,发现挡土墙滑移拉裂的同时,在挡土墙后部 710m 高程处坡顶面处产生了 5cm 左右的沉降.裂缝宽度约 $0.4\sim 1.8\text{cm}$,大致沿自然边

坡面走向延伸约 30 余米. 此外, 该边坡山体呈凸鼻状, 因而产生滑坡时可以认为无侧限影响. 但是应该指出的是, 水对边坡具有显著影响. 水的来源主要是地下水, 图 3 是用埋置在该边坡上的水位计测得的地下水位、降雨量与时间关系曲线. 可以看出: 地下水位一般较为稳定, 但受季节降水影响较大. 该水位孔垂直下钻至基岩内约 20 m, 水位高度通常位于强、弱风化层之间或附近. 这表明基岩透水性不强, 地下水位影响不是很大. 而强风化层以上, 透水性很强, 加上坡势陡峻, 疏水较快, 一周左右即可恢复至原水位. 综上所述, 在对此边坡进行稳定性评价时, 作如下假定:^[2]

- 1) 710 m 高程处贯通性沉陷张拉裂缝为边坡的不稳定上界.
- 2) 滑动面为强风化层与弱风化层之间的界面; 张拉裂缝和滑动面上都有水, 水面线大致呈三角形分布.
- 3) 边坡不稳定下滑时, 两侧无侧限影响.
- 4) 挡土墙施工质量较差, 部分挡土墙作用在覆盖层上, 其作用忽略不计.
- 5) 边坡滑体沿所确定的滑动方向下滑, 取平面破坏模式.

根据以上假定, 在采用了前述综合治理措施后, 其稳定计算采用极限平衡理论的简化计算方法中的直线滑动法, 计算结果为 $K=1.17$.

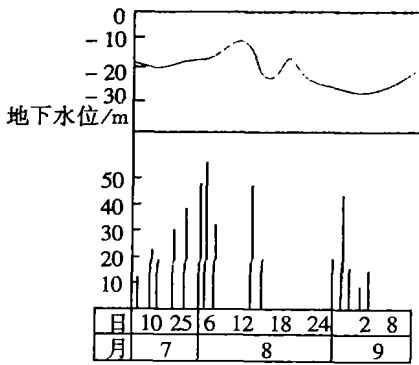


图 3 降雨量、地下水位与时间关系曲线

4.3 治理效果分析

为监视边坡的稳定状况, 除用米尺量测有关裂缝宽度外, 主要设置 4 种不同的量测装置: 测斜仪、地下水位计、地面倾斜仪、和伸缩仪. 经观测, 9.0 m 深度以下岩体位移量微小, 在测量误差范围内, 是基本稳定的. 0~8.5 m 深度范围内土体位移值较大, 其中又以 6.5 m 深度附近为最大. 图 4 为 1# 钻孔 6.5 米深处和 2# 钻孔 9 米深处测得的岩体水平

位移与时间关系曲线. 按时间序列, 划分各主要施工时间段, 可得相应各时段的平均位移速率作为比较, 示于图 5 中, 从图 5 可知, 经过减载喷锚后, 滑体位移速率已经很小, 位移速率为 0.006 mm/d. 这与计算所得的安全系数 $K=1.17$ 基本吻合, 可以判定经过治理, 该边坡已经趋于稳定.

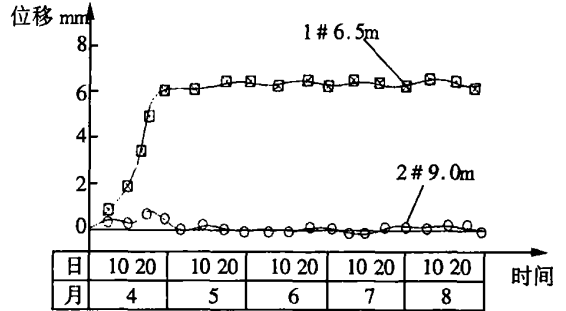


图 4 1#、2# 孔位移过程曲线

5 结语

1) 在该边坡综合治理前, 坡体位移速率较大, 此时, 若不采取有效措施治理, 发展下去将导致滑坡. 这与前面稳定分析中所确定的安全系数 $K=0.972$ 是吻合的.

2) 减载期间, 位移势头得以减缓, 但平均速率的量值与减载前仍为同一数量级. 这可能与挖掘机械的压力和振动有关.

3) 减载后, 位移平均速率显著下降, 较减载前已经降低了一个数量级. 由此可见, 减载对于稳定边坡的作用是不可忽视的. 但是, 此时的边坡仍是不稳定的, 它仍然以一定的速率 (0.042 mm/d) 向下滑移.

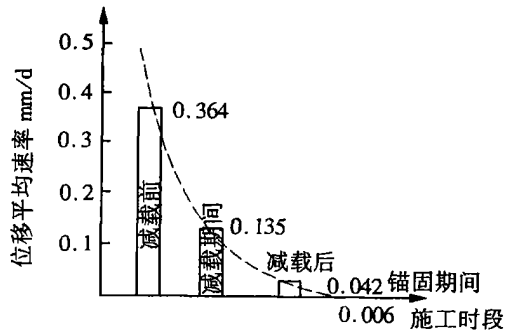


图 5 各施工时段的滑坡体位移速率

4. 喷锚施工后, 平均位移速率与减载后相比, 再度降低了一个数量级 (0.006 mm/d), 已经在仪器测量误差范围内. 表明该边坡已经趋于稳定, 这与后面计算得到的安全系数 $K=1.17$ 吻合.

(下转第 43 页)

Hunting Chaos of Railway Wheelset on Curved Track

LUO Wen-jun, LEI Xiao-yan

(School of Basic Science, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: A new method for establishment of non-linear wheelset lateral vibration model is proposed by analysis of traditional model shortage. The paper shows relevant example and simulation result. Analyses the hunting stability behaviors of the system including quasi-periodic solutions and chaos.

Key words: wheel set; lateral vibration; chaos

(上接第 39 页)

参考文献:

- [1] 张卫民, 陈兰云, 凌道盛. 边坡稳定安全系数影响因素的探讨[J]. 铁道建筑, 2005, (2): 52~54.
- [2] 张卫民. 极限平衡法确定土坡稳定安全系数的影响因素分析. [硕士学位论文][D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [3] 时卫民, 郑颖人. 库水位下降情况下滑坡的稳定性分析[J]. 水利学报. 2004. 3. (3): 76~80.
- [4] 汪益敏, 陈页开, 韩大建, 莫海鸿. 降雨入渗对边坡稳定影响的实例分析[J]. 岩石力学与工程学报. 2004, 4. 23 (6): 920~924.
- [5] 赵明阶, 何光春, 王多根. 边坡工程处治技术[M]. 北京: 人民交通出版社. 2003. 6: 19~59.

An Analysis For The Reinforcement of a High Slope Slide and Its Effect

ZHANG Wei-min, ZHOU Min

(Jinhua College of Profession and Ttechnology Architechure Engineering Branch, Jinhua 321017, China)

Abstract: A slope locates at the right bank of a reservoir above highroad, its soil composed by weak sandstone and pulpy rock. The age-old slope is affected by the drape, zone of fracture and ground water. The rock of surface layer is airslaked, discharged and made weak. The slope will slide again. Through analysis the reinforcement of the high slope slide and its effect, the result shows that after reinforcement the slope incline to stability.

Key words: slope; theory of limit equilibrium; safety factor of stability