

抗滑桩优化设计在滑坡治理中的应用研究

宋保强¹, 任光明¹, 王维早²

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059; 2. 石家庄经济学院工程学院, 石家庄 050031)

摘要:基于传统剩余推力法, 提出了新的抗滑桩优化方法。以位于凉山彝族自治州某县城南的滑坡体为例, 说明了主要治理方法。采用剩余推力法和新的抗滑桩优化方对该滑坡体天然状态工况进行了稳定分析。结果显示, 在设计安全系数为 1.15 的情况下, 该滑坡处于临滑状态, 因此, 须采取相应的加固措施, 最后推荐了抗滑桩设计方案, 已在凉山州某县城滑坡工程中成功实施。

关键词:抗滑桩; 传递系数; 下滑推力; 桩前反力

中图分类号: P642.22

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0196-02

Applied Research of Anti-slide Pile Optimization Design in the Slope

SONG Bao-qiang¹, REN Guang-ming¹, WANG Wei-zao²

(1. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Engineering College of Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: A new anti-slide pile optimization method is presented based on the conventional residual thrust method. Take the slope located in south of the Meigu county for an example, it explains the main treatment method. It analyses the slope stability in the state of natural condition with the residual thrust method and new anti-slide pile optimization method. The result shows that the slope is at near the slippery condition when the designed safety coefficient is 1.15. Therefore, the corresponding reinforcement measure should be taken. At last, the anti-slippery pile design proposal is recommended, and it is already implemented in the slope of Meigu successfully.

Key words: anti-slide pile; transfer coefficient; residual thrust; reaction in front of the pile

滑坡是山区公路常见的一种地质灾害, 它往往导致交通中断, 造成严重的财产损失, 对滑坡进行治理是山区公路建设的重要工作之一。抗滑桩作为治理滑坡的有效工程措施, 在各国滑坡治理中占有重要的地位。据统计, 迄今为止, 它是在滑坡治理中应用得最多的工程结构物。2005 年我们对凉山州某县城南拉莫色德沟左侧山体, 出现滑坡地质灾害, 进行了现场调查, 分析了该滑坡形成的原因, 提出了综合整治方案, 并对边坡支挡结构设计进行优化, 使设计更加经济合理, 且编写了相应的计算程序。

1 滑坡滑带土强度参数选取

由于边坡地质条件复杂, 滑体、滑带土物质组成的不均匀性及不同地段滑带土因埋深、取样的环境条件的差异, 从而导致试验参数的离散性, 给计算参数的选取带来很大的困难。为了较好的研究滑带土的物理参数, 进行了大量原状样饱和剪切及残余剪切试验, 本次设计采用土工试验试验成果及滑带土反演结果, 对滑带土参数综合取值, 黏聚力 $C = 0.02 \text{ MPa}$ 、摩擦系数 $f = 0.30$ 。

2 抗滑桩桩前后受力理论基础

2.1 理论方法

由于边坡稳定性评价的刚体极限平衡方法的种类繁多, 常用的就有传递系数法, Janbu 法, 毕肖普法, 瑞典法等等, 而不同的极限平衡方法对条间力的方向的假定往往是不同的, 因而算得的条间力大小也不可能一致。桩后的横向滑坡推力的大小一般是根据条间力的大小而得到, 由于各种极限平衡方法对条间力没有统一的假定, 所以桩后的横向滑坡推力用不同的极限平衡方法计算所得的值是不同的。而在我国的抗滑桩设计中多采用刚体极限平衡法中的传递系数法来计算桩后的横向滑坡推力的值。

2.2 传递系数法

稳定性系数及剩余下滑力计算公式:

$$K = \frac{\text{抗滑力}}{\text{下滑力}} \quad (1)$$

$$T_i = KW_i \sin \alpha_i + T_{i-1} - W_i \cos \alpha_i \tan \alpha_i - c_i L_i \quad (2)$$

其中:

$$= \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i) \tan \alpha_i$$

* 收稿日期: 2006-03-15

作者简介: 宋保强(1978 -), 男, 硕士, 山东菏泽人, 成都理工大学环境与土木工程学院, 研究方向: 工程岩土。

式中: T_i ——第 i 个条块末端的滑坡推力; K ——安全系数(视工程的重要性、外界条件对滑坡的影响、滑坡的性质和规模、滑动的后果及整治的难易等因素综合考虑)本边坡采用 1.15 的安全系数; W_i ——第 i 个条块滑体的重力; i ——第 i 个条块所在滑动面的倾角; i_{-1} ——第 $i-1$ 个条块所在滑动面的倾角; i ——第 $i-1$ 个条块所在滑动面上的内摩擦角; c_i ——第 $i-1$ 个条块所在滑动面上的单位黏聚力; L_i ——第 i 个条块所在滑动面上的长度; ——传递系数。

2.3 桩前后滑坡推力的确定

对横截滑动方向某一截面上的滑坡推力,一般有两类做法,即:一是先求出全截面上的全滑坡总推力,然后按该横截滑动方向的截面上滑体厚度的不同分配出各段每米宽的推力大小;二是按平行滑动方向分段,求每段代表断面的每米宽的滑坡推力,从而综合各段的推力而得出全滑坡的推力。

根据不同的滑坡形态,我们采用不同的计算方法,对于相互间变化不大的折线段,一般采用传递系数法。

2.4 抗滑桩设桩处滑坡推力优化组合

(1) 抗滑桩设桩处滑坡推力计算原理。在滑坡上设置抗滑桩以后,当抗滑桩受到滑坡推力的作用产生变形时。一部分滑坡推力通过桩体传给锚固段地层,另外一部分传递给桩前滑体。而桩前滑体的抗力与滑坡的性质以及桩前滑体的大小等因素有关,桩前滑体的体积越大,抗剪强度越高,滑动面越平缓、粗糙,桩前抗力就越大。反之,越小。在设桩处滑动面较为平缓,主要提高抗力,不会造成桩前土体滑移的现象。此时抗滑桩承担的推力为:

$$F = T - P \tag{3}$$

式中: T ——桩上滑坡推力; P ——桩上滑坡抗力。

(2) 以及计算步骤说明。根据滑坡推力曲线计算滑面以上的桩前滑坡抗力,首先在设计安全系数为 1 的情况下求出滑坡的稳定系数,再把求出的稳定系数作为设计安全系数进行计算(计算原理同强度折减法),此时的滑坡推力曲线既为滑坡处于的极限平衡状态时的推力曲线。再使用设计安全系数 1.15 作为设计安全系数进行计算,两者在设抗滑桩处的推力之差作为抗滑桩所承担的推力。

2.5 与常规桩后的横向滑坡推力值比较

我国的抗滑桩设计中多采用刚体极限平衡法中的传递系数法来计算桩后的横向滑坡推力的大小,在给定的安全系数(1.05~1.25)下计算出设桩出的横向滑坡推力,即为设计抗滑桩时桩所承受的荷载。而该方法充分考虑了桩前反力的作用,是在常规计算桩后横向滑坡推力的基础上,进一步降低了桩荷载设计值,使设计更加经济合理。

3 工程实例

3.1 工程简介

红茶楼滑坡位于凉山州某县城拉莫色德沟左岸红茶楼附近,西昌至某县的公路从滑坡体上通过。滑坡后缘出现几条拉裂缝,在滑坡前缘发生了小型的土质滑动,该滑坡体平面形态呈不规则的长条形,滑动方向总体为 NW340°,滑坡纵向长度 200 m 左右,横向宽度 130~180 m,滑体厚 10~40 m,平均厚度大于 30 m;前缘高程一般 1 890~1 910 m,后缘高程达 1 990~2 000 m,滑坡体积约 45~55 万 m³。

工程区发育的基岩主要为三叠系雷口坡组及白果湾组地层。雷口坡组的岩性为灰-深灰色中厚-厚层状、少数薄层状的角砾状白云岩、泥质白云岩等;白果湾组为灰-深灰色含砾砂岩、长石英砂岩、粉砂岩、黏土岩及煤线等组成。

除上述出露的基岩外,县城所在的台面及山(沟)坡面覆盖有厚度不均的第四系滑坡堆积(Q^{del})、残积(Q^{esl})、洪积(Q^{pl})和人工堆积(Q^s)物发育。

3.2 计算断面

为考察滑坡在施工及运行过程中的稳定性,分别考虑一个主滑面和 3 个辅助剖面,因滑坡治理采取了削方措施,即以削方后的 I-I 剖面为例进行计算,桩设在第 27 条块处,条分模型如图 1。

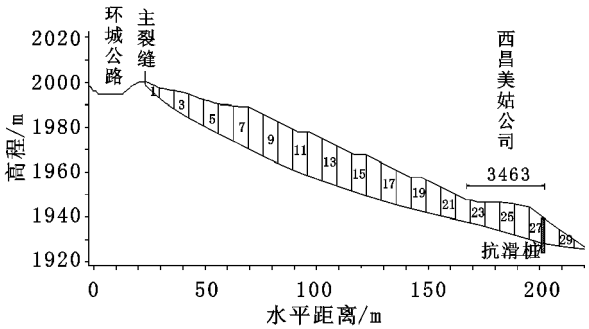


图 1 I-I 剖面条分模型

3.3 计算参数

滑坡的物理参数取黏聚力 $C = 0.02$ MPa、摩擦系数 $f = 0.30$ 。

4 计算结果分析

4.1 稳定安全系数及下滑推力

由 I-I 剖面在设计安全系数 1.15 的情况下,计算得到的稳定系数为 0.950。在这种工况下滑坡处于临滑状态,此时选择 1.15 的安全系数下在第 27 条块设桩处的滑坡推力 $T = 1\,524$ kN/m 作桩上滑坡推力。在设计安全系数为 1 的情况下求出滑坡的稳定系数为 1.09,将 1.09 作为设计安全系数再次进行计算,算出在第 27 条块设桩处的滑坡推力 $P = 677$ kN/m,此时为极限状态下的力,即滑坡推力等于滑坡反力。因此抗滑桩承担的推力为: $F = T - P = 847$ kN/m

4.2 滑坡推力曲线

将计算的剖面条间推力曲线末端的推力值点绘在平面上,得到推力沿与滑动垂直方向的分布图,据此可进行抗滑桩布置设计。

桩前反力和桩后滑坡推力的关系如图 2。

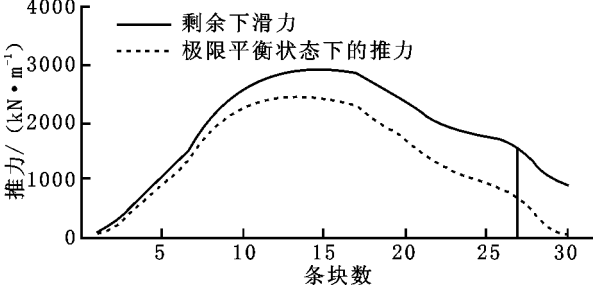


图 2 滑坡推力曲线

5 结 论

由表 1 可知在设计安全系数为 1.15 的情况下 27 条块设桩处,剩余下滑推力为 1 524.364 kN/m,推力较大,抗滑桩设计时较困难;由表 2 可知在极限平衡状态下 27 条块设桩处,剩余下滑推力为 677.436 kN/m;用此方法设计桩的承

(下转第 201 页)

