

预应力锚索 + 框架梁结构在边坡治理中的应用

杨志庆¹, 虞利军², 诸葛盛世²

(1. 象山县华丰房地产有限公司 浙江 象山 315700 ; 2. 浙江省岩土基础公司 浙江 宁波 315051)

摘 要 结合象山县龙泽名园开挖边坡治理工程实践, 提出在山坡及沟谷附近进行工程建设时, 应注意由于场地及基础开挖而引起的边坡稳定问题, 并提出预应力锚索 + 框架梁结构是一种在坡高较大且场地紧张等不利情况下进行边坡治理的有效措施。

关键词 边坡治理 预应力锚索 框架梁

中图分类号: P642.2 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2005)02-0037-03

Application of Pre-stressed Anchor Cable with Frame Beam in Margin Slop Improvement/YANG Zhi-qing¹, YU li-jun², ZHUGE Sheng-shi²(1. Huafeng Real Estate Limited Company of Xiangshan County, Xiangshan Zhejiang 315700, China; 2. Zhejiang Rock & Soil Foundation Company, Ningbo Zhejiang 315051, China)

Abstract: The idea that the margin slop stability problems caused by excavation should be put attentions when make construction near by the slops and dyke was put forward based on project practice of slop improvement in excavation of Longze Garden in Xiangshan County. That the pre-stressed anchor cable with frame beam is an efficient method to improve the slops when the slops are steep and the places are limited was also brought forward.

Key words: slop improvement; pre-stressed anchor cable; frame beam

1 工程概况

象山县隶属浙江省宁波市, 濒临东海, 龙泽名园边坡位于象山县丹城镇东北角, 梅溪西湖潭水库西南角, 紫云庵东南边。龙泽名园为一大型别墅区, 别墅沿山坡修建时, 将开挖形成一人工边坡, 边坡顶部为紫云庵公路, 如何治理好开挖后形成的边坡, 关系到坡下建筑物及居民的安全, 另外还涉及到坡顶公路的安全。边坡全长约 986 m, 开挖坡高 61 m, 绝大部分为土质边坡(残坡积土或全风化状土)。根据规划红线位置与拟建建筑物位置之间关系, 开挖边坡坡度十分陡峭, 坡度为 1: (0.1 ~ 0.2)。根据方案比选, 本边坡选用预应力锚索 + 框架梁结构进行治理(参见图 1)。

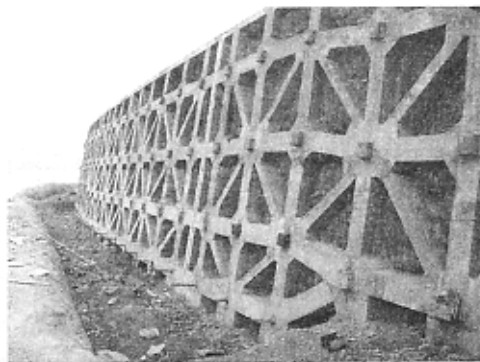


图 1 边坡治理工程照片

2 工程地质条件

边坡处于南北两座山体之间的沟谷斜坡地带, 土体性质与土层厚度有很大变化, 土层自上而下主要性状如下:

①素填土, 灰黄色, 稍湿, 为修筑道路时开挖的残坡积土, 结构十分松散, 层厚 1 ~ 3 m;

②含砾粉质粘土, 黄褐色, 湿, 可塑 ~ 硬塑, 层厚 1.5 ~ 9 m;

⑥₋₁全风化凝灰岩, 灰黄色, 风化成土状, 局部

含少量未完全风化的角砾, 层厚 1 ~ 5 m;

⑥₋₂强风化凝灰岩, 青灰色, 硬, 原岩结构明显, 裂隙发育, 层厚 1.5 ~ 3 m;

⑥₋₃中风化凝灰岩, 浅灰色, 坚硬。

典型工程地质断面见图 2。

3 边坡可能破坏模式分析

在无支护条件下, 开挖后边坡破坏模式有两种:

(1) 若全风化或强风化岩面倾角较缓(一般小于 20°)时, 则边坡最大可能破坏面是在上层土体内(①、②或⑥₋₁土层中)产生一滑动面, 滑面一般假设为圆弧形, 可按瑞典条分法搜索确定滑面位置,

收稿日期 2004-12-07

作者简介: 杨志庆(1976-)男(汉族)浙江象山人, 象山县华丰房地产有限公司工程师, 地下及隧道工程专业, 从事岩土工程设计、施工技术管理工作, 浙江省象山县丹城镇靖南路 575 号, 13065893114, 88888@cnhb.com.cn。

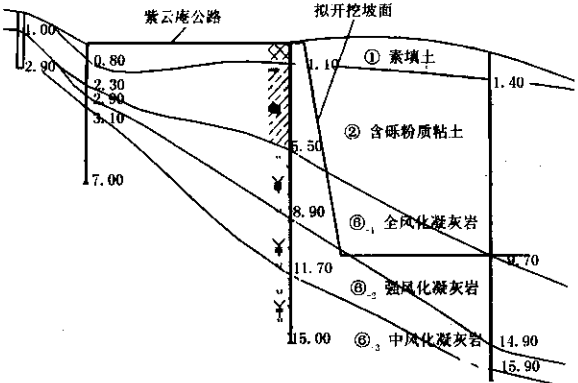


图2 典型工程地质断面图

根据主动土压力设计支护体系；

(2)若全风化或强风化岩面倾角较陡(一般大于 25°)时,由于全风化或强风化岩面相对隔水,在界面处往往地下水易于汇集,在水的浸泡软化作用及渗透力作用下,上部土层可能沿全风化或强风化岩面产生滑移(具体沿哪层界面滑移需结合土体性质和开挖临空面情况),滑面形状根据界面特征一般为直线形或折线形,此种情况下可根据滑坡推力设计支护体系。

具体分析时,需要对两种可能的破坏模式分别进行稳定性计算,取稳定性系数的较小值为可能破坏模式。

4 支护结构选型分析

本边坡具有以下特点 (1)周边环境条件苛刻,坡下为别墅区,坡顶为公路,安全要求十分严格;(2)边坡长度很长,地质条件和边坡高度变化很大;(3)为节约场地,拟开挖边坡陡立,无分级放坡或修筑重力式挡墙条件;(4)象山县处于台风、暴雨多的地理位置,必须考虑气象上的不利因素;(5)边坡紧邻高档别墅区,需考虑绿化要求。

根据以上特点,经仔细分析,综合考虑,决定采用锚杆(索)结合框架梁形式进行支护。该支护方式具有结构轻巧、安全可靠、便于绿化等优点,而且由于中风化基岩埋深不大,所需锚索(杆)长度不是很长,因此采用此种方案造价最为经济。

5 设计计算

由于坡高、土层厚度、岩土层产状等条件有很大变化,为使计算模型和土层厚度等参数尽可能符合实际条件,将总长 986 m 的边坡共分为 37 个计算区,对每个分区具体开挖深度分别进行可能的破坏模式分析,然后取最不利情况进行支护结构设计。

5.1 土层厚度

依据各个分区内布置的勘探孔情况,分别选取土层厚度和层面产状。

5.2 物理力学参数

根据室内试验结果,选取重度指标及各层土 c 、 φ 值(固结快剪值)见表 1。

表 1 各土层物理力学参数设计值

层号	土层名称	重度 γ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	φ ($^{\circ}$)	c /kPa
①	素填土	20	10	5
②	含砾粉质粘土	20	12(8.4)	35(25)
⑥ ₋₁	全风化凝灰岩	23	14(9.8)	40(28)
⑥ ₋₂	强风化凝灰岩	24	25	150
⑥ ₋₃	中风化凝灰岩	25	40	400

注 括号内数据为内滑坡推力模式计算时滑面力学参数取值。

5.3 土压力(或滑坡推力)及结构计算

土压力计算采用库仑土压力公式,滑坡推力计算采用传递系数法。由于坡顶为公路,将车辆荷载换算成与墙后土体相同重度的一定宽度和高度的土柱(均布荷载),换算高度为 0.8 m,宽度为 8 m。内力及配筋计算采用分项系数的承载力极限状态法,肋柱的内力计算采用竖向连续梁的计算方法,桩底端简化为铰支点,按混凝土结构设计规范进行计算。

5.4 锚杆(索)的计算

根据钢筋(钢绞线)的面积和强度、钢筋(钢绞线)与砂浆之间的粘聚力及砂浆与岩层之间的粘聚力,取上述 3 种情况的最小值作为抗拔力设计值(一般受钢筋或钢绞线的强度所控制),其与锚杆(索)所承受的轴向拉力设计值之比,即为抗拔安全系数。锚杆锚入深度要求进入中风化基岩 4 m,锚索锚入深度要求进入中风化基岩 5 m。锚杆(索)有关力学参数设计值根据规范选取。

根据计算,最终得出 37 个分区的锚杆(索)的直径、长度、间距及框架梁结构型式。图 3 为其中某一代表性结构型式简图。

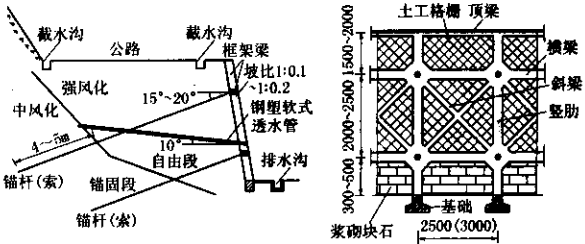


图3 治理结构型式剖面及立面简图(局部)

由于地质条件的复杂及开挖坡高的变化,本边坡治理工程共采用 $2\phi 12$ 、 $3\phi 12$ 、 $3\phi 15$ 、 24 、

7Ø15. 24 等 7 种不同直径的锚索及 Ø25 锚杆 ,锚索钢绞线采用 $f_{ptk} = 1860$ MPa 级 ,锚杆钢筋采用 HRB335 级 ,锚索(杆)长度从 7 ~ 24 m 不等 ,水平间距 2. 5 ~ 3 m ,竖向间距 2 ~ 2. 5 m。根据坡高设置 2 ~ 4 排 ,相邻锚索(杆)设置纵横向钢筋混凝土框架梁 ,顶部设置顶横梁 ,当坡高较大或土质较差时设置交叉斜梁(见图 3) ,框架梁断面根据计算采用 300 mm × 400 mm、400 mm × 500 mm 等 5 种断面型式。

预应力锚索张拉值为设计抗拔力的 1. 05 倍 ,锁定值为设计抗拔力的 0. 85 倍 ,张拉分 2 次(间隔 6 ~ 7 天)5 个循环进行(30% ,50% ,70% ,90% ,100%) ,张拉过程中框架梁出现异常时及时终止张拉。

6 复绿

为便于边坡后期的表面种草绿化工作 ,框架梁施工前在坡面铺设一层草绿色 CE131 型土工网 ,作固定客土基层用 ,同时还可起到防止复绿之前框架之间裸露土体流失的作用。在护坡结构施工完毕后采用喷客土植草 ,以恢复景观。

7 排水系统

由于① 层土结构松散 ,②层土粉粒含量较高 ,

均具有一定的渗透性 ,必须设置深层排水系统。具体采用钢塑软式透水管 ,穿至岩土体界面(即强风化岩层顶面 ,见图 3)处 ,将岩层表面处汇聚的地下水排出坡外 ,开挖到设计坡底后 ,结合小区内管道布置 ,在坡底设置排水沟将水汇入小区排水系统。

8 施工勘察

为及时和准确取得相应地层参数 ,为动态设计提供资料 ,及时对治理工作量作出相应调整 ,达到尽可能降低造价而又能保证边坡安全的目的 ,必须进行施工勘察工作 ,具体要求为 :因岩土结合面附近的地质参数及土层厚度在很大程度上将决定边坡破坏的模式 ,要求每一计算段(重力式挡墙除外)第一次施工的锚杆孔成孔时采取岩(土)心 ,按勘察要求封存 ,并作出该孔剖面图 ,取心重点位于岩土结合面上下各 1. 5 m ,必要时将岩(土)心送实验室作相应的测试并提供力学参数。

9 监测

由于边坡点多线长 ,且为陡立的一级边坡 ,故在施工期间及工后 2 年内均需对支挡结构变形进行监测 ,以便及早发现异常 ,及早采取相应安全措施 ,以确保坡顶道路及坡下建筑物的安全 ,详见表 2。

表 2 边坡工程主要监测项目及要求

测 试 项 目	测 点 布 设 位 置	测 试 要 求
坡顶位移(水平、垂直)	支挡结构顶部 ,间距 20 m	施工期间 3 日一次 ,竣工后间隔 3 个月一次
地表裂缝	支挡结构背后 1. 5H 范围	施工期间每日巡视并记录
坡顶道路路面沉降	道路中线 ,间距 100 m	施工期间每日一次 ,竣工后间隔 3 个月一次
锚杆拉力	试拉数为 10 根	在施工前按规定进行试拉
支挡结构变形(或钻孔测斜仪测土体水平位移)	肋柱中点及下端(另设 6 个土体水平位移监测孔)	施工期间 3 日一次 ,竣工时测一次 ,1 年后测一次 ,2 年后测一次
坡脚下(0. 5 ~ 1)H 处地面垂直变形	间距 20 m 设一测点	竣工时测出初始值 ,1 年、2 年后复测
泄水量	选择 10 处 ,雨后测泄水量	雨前、雨后比较

注 H 表示坡高。

10 结语

(1)本边坡治理工程从 2004 年 7 月初开始施工 ,至 2004 年 10 月底结束 ,施工过程中及施工后经历几次台风暴雨(包括“ 云娜 ”台风)考验 ,监测结果证实边坡变形极小 ,表明采用预应力锚索 + 框架梁结构治理本边坡是合理的 ,此种结构型式特别有利于在坡高较大、场地紧张、岩土条件复杂等不利情况下进行边坡治理。

(2)在山坡及沟谷附近进行工程建设时 ,应注意由于场地及基础开挖而引起的边坡失稳问题 ,稳定性分析时应结合岩土层性质及产状采用不同的可

能破坏模式 ,护坡结构应按最不利条件进行计算设计。

(3)在地质条件复杂地段治理边坡时 ,应重视施工勘察工作及施工期间的监测工作 ,及时根据反馈信息修改设计(即动态设计) ,确保治理设计尽可能符合边坡实际条件。

参考文献 :

[1] 闫莫明 ,徐祚祥 ,苏自约. 岩土锚固技术手册[M]. 北京 :人民交通出版社 ,2004.

[2] GB 50330 - 2002 ,建筑边坡工程技术规范[S].