

theory and Application of Cementing Frame and Frame Beam Anchoring

Wu Hezheng, Sheng Ningbo

Abstract: This paper introduces prestressed Cementing Frame and Frame beam anchoring, and present example project of this technology.

Key words: prestressed Cementing Frame, Frame beam, Anchoring.

预应力锚索组合抗滑墙治理滑坡的施工技术

陈六一

摘 要: 本文结合工程实例, 详细说明了预应力锚索组合抗滑墙治理滑坡的施工技术。

关键词: 预应力锚索、滑坡治理

一、工程概况

重庆北碚白庙子滑坡体, 位于北碚至水土镇观音峡背斜 SE 翼, 岩层倾向 155° , 倾角 28° , 受构造作用, 岩体破碎发育 3 组裂隙, 将基岩切割成独立的巨大块体, 出现滑移、崩落, 滑坡面积 3055m^2 , 体积近 1 万 m^3 , 滑体前后缘相对高差达 70m, 滑移, 崩落的巨大块体最大达 700t 左右, 滚落到水北公路上, 滑体前缘每天外移 3~4cm, 下沉 7cm, 至使交通受阻, 并砸坏兴府煤矿职工宿舍 1 幢, 直接经济损失数十万元。1997 年 4 月我院受北碚区交通局的委托, 对该滑坡体进行了勘察、治理方案设计与施工, 采取了预应力锚索组合抗滑墙施工技术, 并根据极限平衡原理, 应用了间隔定点布桩, 获得成功。工程平面示意图见图 1。

二、滑坡基本特征及原因

该滑坡中段剪出口低, 两侧剪出口高, 滑坡变形破坏强烈, 边界清晰拉裂发育, 其中纵向拉裂十分发育。尤其在走向 120° 和 55° 的两组裂缝最为

发育, 长 6~10 cm, 宽 20cm, 深度 >30cm, 已切割成独立块体。滑体物质为块石、碎石夹粉质粘土, 由于山体雨水入侵, 施工期间已处于饱和状态, 因此继续滑坡, 毁路毁房的潜在危险已经形成。

构成滑坡的主要原因是由于滑坡体处于陡坡上, 高差达 70cm, 坡体前临嘉陵江, 地势开阔, 有较大临空面, 加之滑坡地层松散, 局部架空, 块石夹粘土, 被山体雨水入浸入, 抗剪强度降低, 内聚力减少, 又由于 1995 年修建水一北公路开挖坡脚, 改变了原有应力状态, 因此导致了滑坡 (见图 2)。

三、滑坡治理方案选择

3.1 滑坡推力 (下滑力) 计算

由于滑面为折线型, 故采用传递系数法计算推力 (下滑力) 选择了有代表性的 3 个断面进行计算 (计算过程略) 结果为:

2~2' 剖面推力最大, 为 567KN/m; 1~1' 剖面为 82kN/m; 3~3' 剖面为 423kN/m。

3.2 方案选择

对预应力锚索组合抗滑墙与抗滑支挡结构桩

(1m×1.4m 从受力机制、工程造价、施工周期等几个方面进行比较,其结果作为方案选择的依据。

原抗滑方桩截面积 1.4 m², 桩心距 2.5m, 嵌岩深度 4~6 米, 工程造价 57 万元, 施工周期 2.5~3 个月, 预应力锚索桩截面积 0.785 m², 桩心距 5 m, 嵌岩深度 2.5 m, 工程造价 26 万元, 施工周期一个半月。

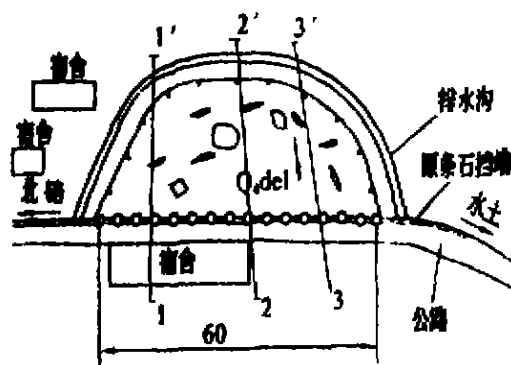


图 1、预应力锚索组合抗滑墙治理滑坡示意图

由于抗滑桩的受力机制属传统的支挡结构,主要靠地基抗力平衡滑坡推力,同时桩的断面积以及嵌岩深度更大,才能抵抗滑坡推力,而预应力锚索可施加的预应力已经平衡了部分滑坡堆力,从而使竖桩承受的剪力弯矩大为减小(经计算可减小 1/3 左右),同时桩断面积由 1.4 m² 减小到 0.785 m²,嵌岩深度由 4~6 m 减小到 2.5 m,其工程造价可减少 1/3 左右,悬臂桩受力机制和预应力锚索组合抗滑桩受力机制见图 3。

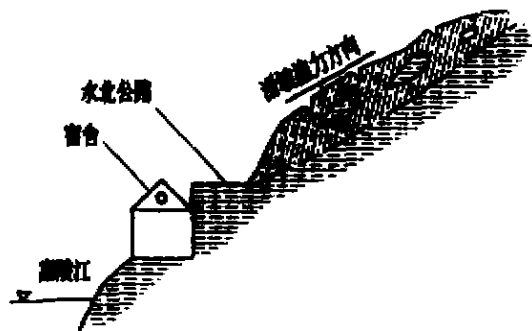


图 2、滑坡危害体治理的剖面示意图

四、间隔定点布桩法的采用

施工期间,由于滑坡推力作用,滑体前缘部分不断出现了位移变形,给桩的施工带来极大困难,经现场测量桩体在初凝期的变形达到 3~4m,轴线位移达 5~6m,对地表接桩以及桩的抗滑力都有影响,同时采用间隔定点布桩,保持滑体前缘的极限平衡后,再逐渐加密的施工方法,其优点在于桩体砼后,能够满足结构尺寸要求,有利于地表接桩。体方法:

(1) 据极限平衡理论计算:

$$K = Gf/Gt = (G \cos \beta \times \mu + CL) / (G \sin \beta) = 1$$

式中 K—稳定系数; G—滑体质量; Gt—下滑力;
—沿滑面抗滑力; C—粘聚力; L—滑面长度;
—滑面倾角; μ —滑面摩擦系数, $\mu = \tan \psi$ 。

(2) 通过计算,主剪应力区的桩先施工,并在注砼时加一定比例的早强剂(NNO),使其尽快成抗滑力,使滑体主剪应力处于极限平衡状态。

(3) 建立完善的定点监测系统

五、预应力锚索组合抗滑墙

施工工艺特点

5.1 危岩清除

由于施工人员及设备桩位均处于滑体下方,被裂隙切割后的巨大危岩随时都有可能崩滑,因此施工前须作危岩清除,并要求“挂网”处理后,施工人员及设备方可进入桩位。

5.2 竖桩成孔

由于 1m 的基岩孔,岩石硬度大,可钻性级别高,钻进后岩心又无法提断。场地位置狭窄,无法动用大型设备,因而用 XY-2 钻机与潜孔锤在桩孔的周边轮廓线上钻 8~10 个口径 80mm 的小孔,下入胶质炸药作控制爆破,最后人工修整孔壁成孔。

爆破参数:

(1) 抗线: $W = B/2$ (B 为爆破断面中最小边长,取 0.3m);

(2) 药孔深度: $L = H \sim (0.2 \sim 0.5) \omega$, (H 为爆破部分的高度);

(3) 孔间距 $A = (8 \sim 10) D$ (D 为药孔直径);

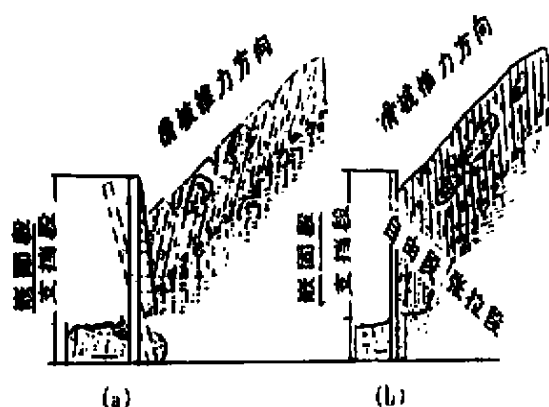


图 3、抗滑桩结构示意图

(4) 药量: $Q=R^3[V/K_C]^{3/a}$ (Q 为一次性装药量, g ; R 为爆破中心到孔壁间距离, m ; K_C 为传爆介质系数, 硬岩取 70; V 为滑体在地面允许震动波速, cm/s ; a 为爆破振动衰减系数)。

(5) 采用延期电雷管起爆, 其爆破效果能够有效控制对孔壁的损伤和振动冲击。

炮孔布置见图 4。

5.3 气动潜孔锤在锚索孔中钻进

在锚索孔中采用 J100 气动潜孔锤, $\phi 130mm$ 球齿钻头成孔, 优点在于无施工用水入浸滑体及滑面, 可避免滑体及滑面所夹粘土软化; 内聚力、抗剪强度减小, 加速滑体位移带来的危害。此外, 气动潜孔锤钻进硬岩的最高钻速可达 $8\sim 10m/h$, 比普通回转钻进速度提高 5 倍以上。

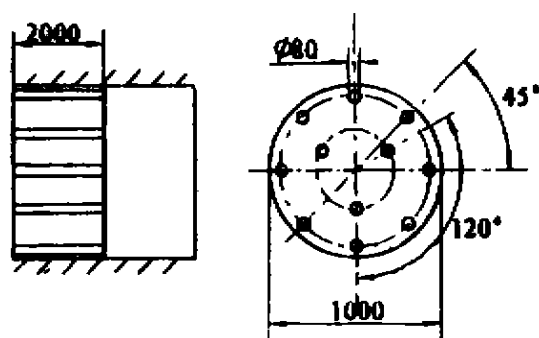


图 4、竖桩控制爆破布孔图

5.4 锚索的制作及安放

锚索为 7 根无粘接高强度钢丝束。中心钢盘, 对称分布 4 根锚索然后捆扎成一根完整的锚索。底部作内锚头, 每隔 1.5m 焊定位筋, 保持锚索定位于孔中心。锚索下入前应作钢丝的抗拉试验, 七根 $\phi 5mm$, 钢丝抗拉强度 $\geq 1470MPa$ 方可下入。

5.5 注浆锚固

为保证灌浆质量, 先用空压机吹洗孔 (下锚索前进行), 再用孔底反向连续压浆法, 即将注浆管下入距孔底 0.30.5m 后, 连续向孔内压浆, 压力控制在 $0.3\sim 0.4MPa$, 并逐渐向外拔管, 砂浆强度 M30, 搅拌 3min 用泵压入孔内。

5.6 锚索张拉、锁定

先进行锚索的超张拉, 吨位大于锁定吨位 (45t) 的 30%~40%, 对锚索进行拉伸、调直处理, 以消除锚索在张拉中的自身变形, 然后千斤顶卸荷至零位后再采用分级加载法, 每级加载 10t, 并观测 5~10min, 加载至 60t 卸载回缩至 45t 后锁定, 张拉中对墙体桩体注意应力, 应变观察, 并作观察记录。

张拉设备为 YCW-150 型液压千斤顶, 钢垫板规格 $340mm\times 340mm\times 14mm$, 外锚具为 OVM15-5。

六、滑坡处理效果

预应力锚索组合抗滑墙施工结束, 在砼的终凝期后, 按要求分别对 $\phi 1000mm$ 竖桩和 $\phi 130mm$ 锚索孔进行了超声波瞬态动态无损检测和预应力锚索张拉试验。由于本次施工竖桩采用干灌, 孔底沉渣清理干净, 砼灌注连续, 并分层振动捣实, 因此检测效果良好, 桩身质量符合要求。

对锚索孔进行了超张拉试验, 其位移量 $< 4mm$, 张拉曲线出现回弹, 检测结果符合设计要求。

该工程完工已经 1 年多时间, 治理后的滑坡经受了 1998 年特大暴雨的考验, 经对滑体前缘部分的抗体以及组合墙体进行变位测量, 墙体轴线变形仅 25mm, 无位移、下沉, 危岩崩滑已得到控制。水—北公路车辆运行状况良好, 滑体下的芙蓉煤矿职工宿舍的人身财产安全得到保障。

预应力锚索组合抗滑墙与传统悬臂式支挡结构

相比较, 由于受力机制发生变化, 由被动型阻滑变为主动型抗滑, 并与桩、墙、锚组合成联合受力体系, 治滑效果好。由于剪力、弯矩减小, 竖桩嵌岩

深度可减少 1/3, 投资减少, 同此在滑坡治理工程上有较大的推广价值和应用前景。

Abstract Construction Technique of Controlling landslide by Resist sliding combining Wall of Prestressed Anchoring

Chun Liuyi

Abstract: Through project example, this paper detailedly explains construction technique of controlling landslide by resist sliding combining wall of prestressed anchoring.

Key word: Prestressed Anchoring, Landslide Controlling

滑坡防治专家系统

金 波

(铁道部科学研究院西北分院)

摘 要: 本文介绍受了滑坡防治专家系统的结构及其功能。

关键词: 滑坡防治, 专家系统

一、前言

滑坡是一种自然灾害, 对国家和人民生命财产会造成较大的危害。因此, 如何识别、预测并防治滑坡的发生, 是人们多年来十分关心的一个课题。由于滑坡灾害学不仅涉及到地质、工程等多学科理论和方法、更依赖于地质、工程专家长期实践积累起来的经验性知识。而经验和假定理论在滑坡学研究中的许多方面往往起到决定性的作用。但是, 经验性中有一些不确定因素, 为了迅速、准确、方便地获取专家在滑坡学中的经验, 通过咨询多位滑坡专家在防治工作中的经验, 将专家的经验进行系统汇总和编译, 列出多项数据库规则, 最后利用计算

机系统模拟专家处理滑坡的思维, 初步完成了“滑坡防治专家系统”的研究。

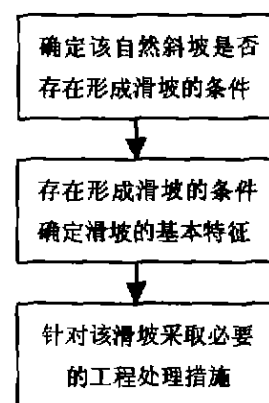


图 1、滑坡专家咨询某个滑坡的过程