

复杂条件下的边坡支护设计与施工

黄庆

大连市市政设计研究院有限责任公司

摘要: 通过具体工程边坡防护方案选择, 论述复杂条件下边坡支护结构形式选择的关键因素, 介绍边坡支护设计与施工重难点问题的处理, 顺利完成边坡施工支护和使用安全。

关键词: 复杂条件; 边坡支护; 预应力锚索格子梁

一、工程概况

(一) 概述

大连地铁南关岭车辆段与综合基地位于甘井子区南关岭境内, 车辆段站场北侧路堑边坡顶含有8座高层建筑, 其中8#楼距离边坡最近, 距离为10.3m, 楼房均为筏型基础, 框剪结构。

路堑边坡坡顶线外侧设有电力管廊, 管廊为矩形截面构造物, 埋深为1.5m。边坡坡脚为地铁试车线和车场道路。为实现复杂条件下的车辆段与综合基地用地设施要求, 保证北侧边坡施工、使用安全, 对北侧边坡进行支护。

(二) 地质情况

场地地层主要由素填土、红黏土、石灰岩组成。场地从坡脚往上的石灰岩为层状构造, 层面产状: 倾向183~261°、倾角25~62°。岩体节理裂隙发育, 呈x形或米字形为多, 以构造型和风化型为主, 大部分微张或张开, 岩体被切割成块状、碎块状。场地岩体完整性差, 场地岩体完整性差, 溶隙、溶沟及节理裂隙发育, 坡面开挖后均有外倾不利结构面, 边坡顶部有永久性居民建筑, 现状边坡较不稳定, 需进行加固处理。

(三) 工程重难点

本工程坡顶边长703.2米, 边坡开挖后即形成最大高度为24.66m的临空面, 再加上坡顶近期开挖施工建成的电力管廊对原状土坡造成一定程度扰动, 后期边坡的支护必须对管廊进行保护。同时必须考虑8#楼在边坡支护施工中存在的安全隐患。场地地质复杂, 对边坡进行支护须确保边坡的整体稳定性, 而且施工风险较大, 复杂条件下如何确定支护措施是工程设计重点。

二、工程地质条件

(一) 岩土层岩性特征

从坡顶至坡脚依次为素填土、红黏土、强风化石灰岩、中风化石灰岩。石灰岩呈层状结构, 岩体节理裂隙较发育, 岩芯呈短柱状、长柱状, 裂隙面由方解石脉充填, 局部有溶蚀痕迹。

(二) 水文地质

北侧边坡范围内, 场地地下水埋深较大, 边坡开挖深度范围内不受地下水影响。

(三) 不良地质作用

场地发育的岩溶为不良地质作用, 岩体溶隙、溶沟发育, 受溶蚀影响岩体裂隙面张开, 间隙充填黏性土, 岩体完整性差。边坡开挖岩体顺裂隙面及溶蚀沟槽易产生滑塌隐患不良地质作用。

(四) 岩土参数取值

场地边坡稳定性受岩体结构面控制, 中风化岩层结构面粘聚力 $c=30\text{kPa}$, 内摩擦角 $\phi=26^\circ$, 锚杆锚固体与岩体粘接强度特征值 $f_{pb}=200\text{kPa}$ 。

三、支护方案选择

本工程在北侧的边坡, 坡面无法实现场地使用要求, 需将山体整体切割一部分。缓坡挖方量大, 且受坡顶电力管廊限制。结合现场实际情况, 可对岩体施作预应力锚索, 锚杆通过围岩内部, 改变围岩本身的力学状态, 形成一个整体而又稳定的岩石带。即预应力锚索能提高围岩整体性和稳定性, 充分发挥围岩自稳能力。并增加格子梁比预应力锚索结构更进一步, 格子梁以下被锚固土体有明显的压实作用。

综合分析边坡地质状况, 采用 $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ 格构梁截面尺寸。预应力锚索为直径15.2mm的高强度钢绞线, 横向间距为2.0m, 纵向间距为2.5m。每个断面布置3束, 预应力大小为225kN。方案示意图1。以高差10m为一台阶, 台阶宽度2m, 边坡坡率1: 0.5,

两段预应力锚索格子梁结构。坡顶1: 1.25自然放坡, 与电力管廊有安全距离。

四、支护方案验算

采用有限元岩土计算软件对预应力锚索格子梁方案进行验算。计算目标: 计算安全系数。采用的计算方法: 极限平衡法。锚索入射角 15° , 锚固体直径130mm, 自由段长度5.0m, 锚固段长度8.0m。

计算结果: 总下滑力4318kN, 总抗滑力8213 kN, 整体稳定安全系数为1.902>1.35, 边坡应力、应变在可控范围内, 边坡稳定满足规范要求。

从边坡模拟分析可知, 在预应力锚索和格构梁复合结构防护下, 边坡内部的应力应变得到改善, 边坡位移得到约束, 特别是水平方向的应力应变和位移得到大的改变, 有利于提高边坡的稳定性。

五、施工方案

(一) 施工安全是工程顺利开展的重点

(1) 合理组织机械设备及劳力分配, 杜绝同一施工面工序交叉作业。

(2) 边坡施工作业时, 留有足够的施工便道和设备操作空间, 施大型机械进行高空作业时, 边坡修筑采用分层施工, 每层高度2.5~3m。

(3) 细化安全管理措施, 要求大型机械施工时, 有专人进行旁站, 避免雨、雪天气及夜间进行施工作业。

(4) 编制专项应急预案, 施工过程中加强边坡观测, 做到“勤观测, 早预防”。

(二) 锚索钻孔、锚索张拉质量控制是本工程难点

(1) 边坡锚孔成孔后进行孔深测量, 合格后再进行下一道工序。

(2) 保证成孔质量, 钻进时根据岩层变化情况, 改变钻孔参数, 保证钻孔质量; 若遇塌孔现象, 钻孔过程中导管及时跟进, 并对锚孔进行加固。

(3) 锚索在大规模张拉前, 应进行拉拔试验, 确定锚索张拉锁定工艺。

(4) 锚索张拉需在水泥浆强度达到90%设计强度后方可进行张拉, 锚索张拉采用千斤顶进行施工。

(5) 张拉及锁定需分级进行, 严格按照操作规程执行, 张拉时每孔内各束钢绞线应同时进行张拉。

(三) 建立施工监测体系及预警措施

(1) 边坡结构的水平位移监测点在坡顶每隔20m设置一个, 坡顶建筑物各布置一个监测点, 观测沉降量、位移量、移动速度和移动方向。

(2) 各监测项目在边坡支护前应测得两次初始值, 在支护施工期间每天监测一次。

(3) 支护结构的水平位移变形测量精度为1mm, 支护结构水平位移变形控制值为20mm, 报警值为30mm。

六、结语

通过检测数据显示在施工工程中未出现位移超标现象, 说明采用预应力锚索和格构梁复合结构防护方案成功完成边坡开挖防护, 并核查后期边坡使用监测的数据均满足设计要求, 确保坡顶电力管廊和楼房的安全使用。说明预应力锚索和格构梁复合结构防护方式适用于联合稳定性较差、削坡条件受到限制的不稳定边坡的整治加固工程。

参考文献

- [1] GB50330-2013 建筑边坡工程技术规范, 2013
- [2] 许英姿. 格构梁与预应力锚索复合结构的设计方法与研究[J]. 中南公路工程, 2004 22