

Discussion on Comprehensive Treatment Technology of Ancient Landslide in Reconstruction and Extension Project

Ji Wang

No.1 Engineering Co., Ltd. of FHEC of CCCC, Beijing, 102200, China

Abstract

Through an example of the reconstruction and expansion project of Xibao Expressway in China, aiming at the ancient landslide body that appeared on the West B ramp in Baoji, China, the landslide body deposits are mainly composed of loess-like soil, underlying silty clay, and gravel layers, comprehensive protection forms such as row of anti-slide piles+anchor frame beam+arched framework+pile-slab wall+retaining wall, etc., discuss the protection and disposal technology.

Keywords

reconstruction and expansion project; ancient landslide body; silty clay; anti-slide pile; slope protection

改扩建工程古滑坡体综合处置技术的探讨

王继

中交一公局第一工程有限公司, 中国·北京 102200

摘要

通过中国西宝高速公路改扩建工程实例, 针对中国宝鸡西B匝道出现的古滑坡体, 滑坡体堆积物主要由黄土状土、下伏粉质粘土、卵砾石层组成, 通过两排抗滑桩+锚杆框架梁+拱形骨架+桩板墙+挡土墙等综合防护形式, 对防护处置技术进行探讨。

关键词

改扩建工程; 古滑坡体; 粉质粘土; 抗滑桩; 边坡防护

1 引言

高边坡滑坡体在工程建设施工中为常见地质问题, 是工程建设中的难点工程, 处置方式多样化, 要保证项目建设安全施工, 在后期运营过程中的边坡稳定。论文结合中国宝鸡过境公路凉泉至苟家岭段宝鸡西互通B匝道的滑坡体治理工程实例, 介绍滑坡体治理的技术方案, 针对滑坡体治理进行技术探讨。

2 工程概况

中国连霍高速宝鸡过境公路凉泉至苟家岭段为改扩建工程, 由于主线是以全幅路基与宝牛高速相接, 截断了宝牛高速由天水至宝鸡方向的交通, 因此增设了B匝道, 来连接高速通行要求。

B匝道设计为单向双车道, 路基宽度 12.5m, 设计速度为 80km/h, 线路长 523m。

【作者简介】王继(1987-), 男, 中国甘肃平凉人, 本科, 工程师, 从事工程现场施工及公司项目管理研究。

3 滑坡体工程地质特征

3.1 工程地质情况

3.1.1 地层

该地层主要为渭河阶地堆积物新、老黄土, 滑坡体堆积物由黄土状土, 下伏粉质粘土、卵砾石层组成。

3.1.2 地质构造

地质构造单元为渭河地堑。其基底主要为太古代—元古代结晶岩、古生代沉积岩以及燕山期及其以前的侵入岩体。基底岩系中断裂构造发育, 在渭河地堑发育过程中, 这些基底断裂得到了复活, 并进而影响渭河地堑的形态和演化过程。

3.1.3 水文地质特征

滑坡体斜坡地带地下水相对较贫乏, 但受大气降水入渗农田灌溉影响, 存在上层滞水, 地下水水位在 10.8~16.8m 之间, 其分布在滑体土黄土状土与粉质粘土之间。

3.2 滑坡分布形态及类型

上部呈不规则圈椅状, 南北向长约 720m, 东西向宽约 530m, 轴部最长, 两侧稍短, 滑坡地势总体南高北低, 呈右

旋状, 东侧厚度较西侧厚, 整体滑向 $18^{\circ}\sim 21^{\circ}$ 。

中部发育次级滑动, 后缘较清晰, 呈翼型, 有明显错台, 两侧交于整体大滑坡两侧, 前缘位于宝牛高速附近, 次级滑坡整体滑向 $22^{\circ}\sim 25^{\circ}$, 前缘稍向东旋转。

滑坡在前缘两侧又各发育侧向次级滑坡 2 处, 后缘呈较明显的圈椅状, 前缘分别位于渭河和太寅河阶地后侧。

滑坡体整体由于时代久远, 后期人工改造大, 对地形地貌具有不同程度的破坏, 滑坡界线, 特别是后缘不太清晰, 前缘已被建设的宝牛高速及本次 B 匝道开挖破坏, 西侧前缘受后期冲刷影响基本剥蚀, 两侧周界受人工影响较模糊, 总体而言滑坡受人类影响形态较模糊。

3.3 滑坡岩土特征

滑坡土类型比较简单, 大致可分为细粒土和粗粒土, 包括黄土状土、粉质粘土、中(细)砂、圆砾(卵石)等; 滑带土是指坡体在滑动过程中, 滑动面附近经挤压受热变形、错动的土体结构构造已经破坏, 一般厚度较薄。据现场揭露, 该滑坡滑带土为粉质粘土, 呈棕红色, 见擦痕迹象, 见薄层镜面现象, 稍湿, 硬塑, 钻孔揭露岩芯; 滑床岩土岩性为粉质粘土及砂卵石层。

3.4 滑面特征

滑面(带)较平滑, 滑带土体破碎有镜像感, 前缘滑面主要体现为变层、夹层现象^[1]。

4 施工工艺技术

滑坡体防治工程依据设计要求, 该滑坡体的处治方案应以支挡为主, 辅以排水工程进行治理。各工序之间的施作顺序应为: 监控量测→截水沟→锚杆框架梁→仰斜排水孔→抗滑桩→冠梁→平台截水沟→挡土墙→路基施工。

4.1 监控量测

①通过动态监测, 依据实际情况进行工序和工艺的调整, 以便采取更为合理、有效的支护措施, 及时指导施工, 优化施工方案。

②积累量测数据, 总结经验, 为未开挖区段的设计和施工提供工程类比的依据。为节省工程投资, 提高高危路堑边坡的设计与施工水平提供科学依据和技术保证。

③监测方式及设置, 高边坡主要采用坡面变形观测、人工巡视及裂缝观测三个观测项目。坡体上的监控点严格按设计要求进行, 监测基点设在稳定的区域并远离监测坡体。

4.2 拱形骨架

4.2.1 边坡修整

根据图纸要求分段放样, 确定路基边坡坡率、边坡上、下线; 边坡坡脚处的放样, 保证路基纵、横向线形的顺畅与边坡整体性的圆顺性。

边坡放样后, 依据设计坡率采用挂线对设计坡面刷坡

30cm, 主骨架、支骨架采用人工掏槽, 人工配合进行坡面修整、填补坑凹, 保持坡面平顺, 做好临时排水设施。

4.2.2 基础施工

开挖骨架基础, 为防止扰动路基本体, 采用“一次开挖、一次修整”的施工方法, 采用机械开挖时不可一次开挖到位, 预留 10cm 的保护层人工清理。

4.2.3 挂线挖槽

骨架防护形式挂线成型, 用挖掘机进行基础沟槽开挖, 沟槽开挖完成后对沟槽底的浮土采用人工清理, 保证基底土质密实。

4.2.4 模板安装

骨架模板采用钢模板, 立模前检查模板平整度, 模板使用前应仔细打磨并均匀涂刷脱模剂, 模板接缝采用双面胶报纸塞缝。

4.2.5 沉降缝施工

现浇拱形骨架护坡时, 每隔 10.2m 应在拱顶处自底镶边至顶镶边设置一道沉降缝, 缝宽 2cm, 采用 2cm 厚泡沫板进行预留。骨架完成后缝间采用沥青麻筋进行封闭, 缝深 30cm^[2]。

4.2.6 混凝土浇筑

混凝土采用罐车运输, 采用泵送混凝土入模, 插入式振捣棒进行振捣。

4.2.7 混凝土养护

混凝土浇筑完成后, 及时对拱形骨架进行土工布覆盖, 并洒水养护。养护在坡顶设置水罐, 接滴管软管, 利用自然水压对骨架进行养护, 养护时间不得小于 7d。

4.3 仰斜式排水孔

4.3.1 施工放样

放样前应对相应坐标点进行复核, 确定无误后再行放样。

4.3.2 钻孔

钻头采用 $\Phi 100\text{mm}$ 型, 距二级边坡坡脚高差为 1m 边坡上, 设置一排仰斜式排水孔, 间距 6m, 仰角 6° 。

4.3.3 人工或机械下入软式排水管

成孔后, 待专业工程师检孔后, 立即人工或机械下入 $\Phi 110\text{mm}$ 软式排水管, 防止坍孔、掉渣, 导致软式排水管不易下入。

4.4 锚杆框架梁

4.4.1 测量放样

用测量仪器准确测设锚杆孔的位置, 并用钢尺丈量等方式复核孔位是否正确。孔位误差不得超过 $\pm 50\text{mm}$, 锚孔深度偏差 $< 50\text{mm}$ 。

4.4.2 钻孔

钻孔必须采用干钻, 以确保锚杆施工不至于恶化边坡岩体的工程地质条件和保证孔壁的粘结性能。锚杆长度

15.2m, 锚杆接头采用 40cm 长 $\Phi 32$ 钢筋, 孔身与水平面的夹角 30° , 钻进过程中对每个孔的地层变化, 钻进状态(钻压、钻速)、地下水及一些特殊情况作好现场施工记录。

4.4.3 锚杆孔检验

锚杆孔钻孔结束后, 须经现场专业工程师检验合格后, 方可进行下道工序。孔径、孔深检查一般采用设计孔径、钻头和标准钻杆在现场专业工程师旁站的条件下验孔, 要求验孔过程中钻头平顺推进, 不产生冲击或抖动, 钻具验送长度满足设计锚杆孔深度, 退钻要求顺畅, 用高压风吹验不存明显飞溅尘渣及水体现象。

4.4.4 锚杆体制作及安装

锚杆杆体采用 $\Phi 32$ 螺纹钢筋, 沿锚杆轴线方向每隔 3m 设置一组钢筋定位器, 保证锚杆的保护层厚度不低于 40mm。锚杆尾端防腐采用刷漆、涂油等防腐措施处理。锚杆端头应与框架梁钢筋焊接, 如与框架钢筋、箍筋相干扰, 可局部调整钢筋、箍筋地间距, 竖、横主筋交叉点必须绑扎牢固。

安装前, 要确保每根钢筋顺直, 除锈、除油污, 安装锚杆体前再次认真核对锚孔编号, 确认无误后再用高压风吹孔, 人工缓慢将锚杆体放入孔内, 用钢尺量测孔外露出的锚杆长度, 计算孔内锚杆长度(误差控制在 $\pm 50\text{mm}$ 范围内), 确保锚固长度。

4.4.5 锚固注浆

常压注浆作业从孔底开始, 实际注浆量一般要大于理论的注浆量, 或以孔口不再排气且孔口浆液溢出浓浆作为注浆结束的标准。如一次注不满或注浆后产生沉降, 要补充注浆, 直至注满为止。注浆量不得少于计算量, 压力注浆时充盈系数为 0.2~2Mpa。注浆材料宜选用水灰比 0.38~0.48、灰砂比为 1 : 1 的 M30 水泥砂浆。注浆压力、注浆数量和注浆时间根据锚固体的体积及锚固地层情况确定。

4.4.6 框架梁施工

测量放样—基础开挖—钢筋绑扎—立模板—混凝土浇筑。

4.5 抗滑桩

共设置 100 根抗滑桩, 桩径为 1.8m 和 1.5m。各桩顶间采用宽度 1m 的钢筋混凝土冠梁连接。

4.5.1 准备工作

平整场地, 每次场地平整范围需达到纵向 20m, 抗滑桩平面位置以高速公路线中心线、路面标高及里程为准。施工工序安装先上排, 再中排、后下排的施工工序, 每排施工完成后进行冠梁横向连接。

4.5.2 埋设护筒

钻孔时应采用长度适应钻孔地基条件的护筒, 保证孔口不坍塌以及不使地表水进入钻孔; 护筒用 10mm 厚度以上的

钢板制作; 护筒内径应比桩径大 200~300mm; 抗滑桩均在旱地, 护筒高度宜高出地面 30cm; 护筒中心竖直线应与桩中心线重合, 一般平面允许偏差为 50mm, 竖直线倾斜不大于 1%; 护筒连接处要求筒内无突出物, 应耐拉、耐压、不漏水。

4.5.3 钻机就位

确定钻机安放位置整平压实, 钻机底座安放平稳后, 用方木将钻机放平垫实, 确保钻进过程中不倾斜、不移位。钻机就位后, 将钻头精确对准放好的桩位, 钻机顶部的起吊滑轮外缘、转盘中心和桩中心三点应在同一铅垂线上, 其偏差不大于 2cm。

4.5.4 泥浆制作

普通泥浆由膨润土和水拌合组成。开工前应准备数量充足和性能合格的膨润土。泥浆在钻进过程中起到护壁和排渣的作用, 因此要根据不同的地质情况调制出相应比重的泥浆, 确保工程质量。

4.5.5 钻孔

当准备工作就绪, 桩位复核无误后, 方可进行钻孔施工。钻孔应在相邻桩(5m 范围内)混凝土浇筑完成 24h 后方可进行, 以避免干扰相邻桩混凝土的凝固, 钻孔应连续进行, 不得中断, 钻孔过程中应随时采用检孔器检查孔径跟垂直度

4.5.6 清孔

一次清孔: 终孔后, 经专业工程师检查合格后, 用钻机轻微冲击将孔底的沉渣、浓泥浆进行扰动, 经泥浆泵抽出渣土和浓泥浆, 绝不能以加深孔底的方法代替清孔。当沉渣厚度、泥浆含砂率、泥浆比重稠度、孔的倾斜度达到规定要求后, 撤除钻头。然后按设计要求吊装和安放钢筋笼, 钢筋笼采用履带吊安放。当钢筋笼安放完成并定位后进行二次清孔。

第二次清孔: 钢筋笼吊装完毕后, 及时进行导管安装, 安装导管前要对导管进行水密承压、抗拉试验, 符合要求后方可使用, 经过第二次清孔后, 如孔底沉淀厚度符合设计、规范要求($\leq 10\text{cm}$), 泥浆含砂率、泥浆比重稠度等符合设计要求, 方可开始拌合混凝土, 并进行灌注。

清孔标准符合设计及规范要求, 孔内排出或抽出的泥浆手摸无 2~3mm 颗粒, 泥浆比重不大于 1.05~1.1, 含砂率小于 2%, 粘度 18~22s。

4.5.7 钢筋笼制作

钻孔的同时加工钢筋笼, 钢筋笼采用滚焊机制作, 主筋连接采用机械连接方法进行, 直螺纹套筒连接的现场加工应符合相关规定; 安装接头时可用管钳扳手拧紧, 应使钢筋丝头在套筒中央位置相互顶紧。标准型接头安装后外露螺纹不宜超过 1p; 钢筋笼在钢筋加工场集中加工, 主筋之间的连接采用套筒机械连接。分段钢筋之间的连接采用搭接焊; 定位筋每隔 2m 焊 1 根; 制作中要求主筋平直, 箍筋圆顺, 间距均匀,

尺寸准确,主筋与箍筋连接牢固,保证安装时不致变形,钢筋工将由经过培训的人员担任,焊工必须持有相关部门培训考试合格取得证件的人员。

4.5.8 声测管质量、加工和安装

接头及底部应密封密实,顶部用专用密封塞或木塞封闭,底部用10mm厚钢板密封,防止砂浆、杂物堵塞管道;桩径大于1.5m的基桩内布设3根声测管,等间距布置,平面夹角120°;声测管按每6~8m一节,现场采用液压专用设备连接,接头采用 $\phi 70$ 钢管套箍。

4.5.9 钢筋笼安装

钢筋笼分段吊装安放于孔中,各段主筋连接采用搭接焊,钢筋接头应按规范要求错开布置,相邻焊接缝错开距离不小于35d。一段入孔后固定在桩孔口,再吊上一段,在桩孔口焊接,确保焊缝密实、饱满、牢固。

4.5.10 导管安装

导管内径为300mm,导管下放前进行水密性试验承压试验及接头抗拉试验,试验后要对导管编号,下导管时按编号拼接。进行水密试验的水压不应小于孔内水深1.3倍的压力,也不应小于导管壁和焊缝可能承受灌注混凝土时最大内压力 p 的1.3倍。

导管下放时,应使位置居于孔中,轴线垂直,稳步沉放,防止卡挂钢筋骨架和碰撞孔壁,并应在灌注混凝土前进行升降试验,下放检查沉淀厚度,合格后方可进行下一道工序施工。导管底部至孔底标高控制在0.25~0.4m之间。

4.5.11 灌注水下混凝土

①首批混凝土灌注后,混凝土应连续灌注,在灌注过程中,导管的埋置深度宜控制在2~6m。

②灌注混凝土由混凝土运输车运至施工现场后,直接由料斗进入导管进行灌注。

③混凝土运至灌注地点时,应由专业工程师检查其和易性和坍落度等,如不符合要求,应进行第二次拌和,二次拌和后仍不符合要求时,不得使用。

④在灌注过程中,应经常探测孔内混凝土面位置,及时地调整导管埋深。

⑤当灌注的混凝土顶面距钢筋骨架底部1m左右时,应降低混凝土的灌注速度。当混凝土拌合物上升到骨架底部4m以上时,提升导管,使其底口高于骨架底部2m以上,即可恢复灌注速度。

⑥在灌注过程中,应经常保持孔内水头,防止塌孔。

⑦在灌注过程中,应将孔内溢出的泥浆引流至泥浆池内,不得随意滥溢,防止污染环境。

⑧灌注完的桩顶标高应比设计标高高出0.5~1.0m,高出部分在混凝土强度达到80%以上后凿除,凿除时必须防止损

毁桩身。拔护筒时,应注意勿使桩头混凝土离析。

⑨在灌注将近结束时,应核对混凝土的灌入数量,以确定所测混凝土灌注高度是否正确。

⑩钻孔灌注桩施工全过程应真实可靠地做好记录,记录结果应经驻地专业工程师认可,如钻孔记录、终孔检查记录、混凝土灌注记录。

4.5.12 检验验收

①桩身混凝土所用的水泥、砂、石、水、外掺剂的质量和规格必须符合有关规范的要求。按规定的配合比施工。

②成孔后必须清孔,测量孔径、孔深、孔位和沉淀层厚度,确认满足设计或施工技术规范要求后,方可灌注水下混凝土。孔径、孔形和倾斜度可采用检孔器检测,检孔器外径为钻孔桩钢筋笼直径不小于抗滑桩钢筋笼的而设计直径,长度为4~6倍外径。

③水下混凝土应连续灌注,严禁有夹层和断桩。

④嵌入冠梁的锚固钢筋长度不得低于设计规范规定的最小锚固长度要求。

⑤凿除桩头预留混凝土后,桩顶应无残余的松散混凝土。

⑥实测项目,按照抗滑桩检测项目和钢筋按照检测项目进行检测。

4.6 冠梁

4.6.1 基坑开挖

桩身混凝土达到一定的强度后进行基坑开挖。在基坑开挖线以外5m处设置纵横向截水沟将地表水排入天然水沟。基坑排水采取在基坑四周设排水沟及集水坑,并由专人负责排除基坑积水,严禁积水浸泡基坑。

4.6.2 凿除桩头、抗滑桩检测

破除桩头时应采用空压机结合人工凿除,上部采用空压机凿除,下部留有10~20cm由人工进行凿除。凿除过程中保证不扰动设计桩顶以下的桩身混凝土。严禁用挖掘机或铲车将桩头强行拉断,以免破坏主筋。将伸入冠梁的桩身钢筋清理整修成设计形状,复测桩顶高程,进行抗滑桩检测。

桩头凿完后应报与专业工程师验收,并经小应变、超声波等各种检测合格后方可浇筑混凝土垫层。

4.6.3 钢筋绑扎

冠梁基坑开挖至设计基底高程经检验合格后,立即浇筑基础垫层混凝土。钢筋绑扎应在垫层混凝土达到设计强度75%后进行。在垫层面上弹出模板轮廓线,并用油漆标出四角平面位置。冠梁钢筋集中加工,现场进行绑扎,底层冠梁钢筋网片与桩身钢筋焊接牢固^[1]。

4.6.4 模板支立

由于冠梁体积大,我项目部计划采用大块定型钢模,吊机配合安装。模板表面涂刷优质脱模剂,立设在钢筋骨架绑

(下转第55页)

几种为主,其目的是解决根浅、迎风、树冠庞大、枝叶过密或生长条件较差的乔木苗木存在的问题,为苗木提供良好的生长条件,增大成活率。通常情况下,对于临海城市,八九月份是台风季节,这时需要加大区域内园林乔木的保护力度,降低台风威胁。密切关注天气变化情况,提前做好各项准备工作,对防护措施实行全面且细致的检查,及时调整立柱位置。

5.6 病虫害防治

病虫害防治一直都是苗木栽植中较为关注的重点内容。相关人员要从苗木采购阶段开始,加大病虫害防治力度,防止染病。在苗木采购和运输过程中,严格按照国家现有规范要求对苗木实行防疫检查。在栽植场地内投放病虫天地,或喷洒适量农药,增强病虫害抵抗能力,促进苗木健康生长,减少不必要浪费和损耗。在病虫害防治上,充分了解乔木生长习性及各阶段可能产生的病虫害种类,对症下药,控制病虫害威胁。

例如,4月份是地老虎、蚜虫出现高发期,可借助敌百虫500倍液、多菌灵1000倍液的喷洒,开展科学管控;5月份是地老虎、夜蛾的高发时段,可利用糖醋液、白僵菌800倍液喷施诱杀加以控制;8月份的夜蛾相对较多,这时可通

过黑光灯或者敌百虫500倍液阻止幼虫生长;9月是蚜虫多发时段,可直接喷施多菌灵1000倍液达到灭杀效果;10月的夜蛾可直接利用白僵菌800倍液叶面喷施处理。

6 结语

希望上文论述,专业人员可对乔木栽植和养护管理有所了解,加大对乔木种植的关注力度,掌握各阶段植物种植要点,且注重绿色植物的养护,以期增加乔木成活率,构建良好景观环境。

参考文献

- [1] 马晶晶.园林绿化施工中乔木栽植难点分析及养护管理[J].现代园艺,2019(7):93-94.
- [2] 李宝贵.城市园林景观绿化施工中乔木栽植及养护技术研究[J].河南建材,2019(2):148-150.
- [3] 张华.论园林绿化施工中乔木栽植与养护管理策略[J].林业科技情报,2020,52(1):40-42+51.
- [4] 李悦.园林绿化施工中乔木栽植与养护管理[J].中国室内装饰装修天地,2020(1):291.

(上接第51页)

扎完毕后进行。采用水平尺控制其垂直度。加固通过型钢、方木、拉杆与基坑四周坑壁挤密、撑实,确保模板稳定牢固、尺寸准确。

模板要具有足够的强度、刚度和稳定性能可靠地承受混凝土浇筑时的重量及侧压力以及在施工中产生的荷载。模板接缝应严密,不得漏浆,模板安装完毕后,应对平面位置、顶面标高、稳定性和接缝联系紧密性进行检查,自检合格后报请专业工程师验收。

4.6.5 灌注混凝土

混凝土的浇筑环境温度昼夜平均温度或最低温度不低于-3℃,局部温度也不高于+40℃,否则采用经专业工程师批准的相应防寒或降温措施。在下层混凝土初凝或能重塑前浇筑完上层混凝土,混凝土下落高差大于2.0m时,设串筒或溜槽。

混凝土浇筑前应检查混凝土的和易性和坍落度,坍落度控制在 $120 \pm 20\text{mm}$ 。混凝土采用对称分层浇筑,厚度为30~40cm。用插入式振捣棒振捣,插入间距为30~40cm,振

捣棒与侧模保持50~100mm的间距,避免震捣棒碰撞模板、钢筋。震捣棒插入混凝土的原则是“快插慢拔”,每次振捣时间控制在20~30s左右,观察混凝土以表面呈水平,不出现水泡,表面泛浆为准。振捣上层混凝土时,振动棒应插入下层混凝土中5cm左右,以消除两层之间的接缝。混凝土浇筑完初凝时进行压抹,终凝后立即洒水养生,并塑料薄膜进行覆盖。

4.7 土方开挖

土方开挖遵循原则为开挖一级防护一级。

5 结语

综上,经过各项滑坡体防护技术的综合治理,使滑坡体整体处于稳定状态,达到了顺利验收的目的,同时确保了公路运营过程中的安全稳定,为今后同类工程提供了参考。

参考文献

- [1] JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准[S].
- [2] JTG F90-2015 公路工程施工安全技术规范[S].
- [3] 宝鸡西枢纽立交B匝道滑坡防治工程设计(第一册)[Z].