

# 某综合停车场基坑塌方原因分析及治理

胡 欣

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 都江堰 611830)

**摘要:**由于基坑规模越来越大,导致基坑塌方事故发生的频率越来越高,所造成的经济损失和人员伤亡危害非常大,因此,探明基坑塌方产生的因素,分析塌方的原因,选用科学合理的治理措施对减少塌方影响和预防塌方的发生十分重要。基于某综合停车场建设项目基坑塌方事件实例,通过分析塌方产生的原因与破坏机理,探讨并有针对性地提出了边坡塌方治理措施并予以实施,取得了较好的成效。阐述了对某综合停车场基坑塌方原因进行的分析与治理措施的研究过程。

**关键词:**基坑;边坡塌方;治理措施;原因分析;综合停车场

**中图分类号:** TU99;TU7;TU9;TU3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2023)04-0032-03

## Cause Analysis and Treatment of Foundation Pit Collapse of a Comprehensive Parking Lot

HU Xin

(Sinohydro Bureau 10 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 611830)

**Abstract:** As the scale of foundation pit is getting larger, the frequency of foundation pit collapse accidents is getting higher, and the economic losses and casualties caused by them are very great. It is very important to select scientific and reasonable treatment measures to reduce the influence of landslide and prevent the occurrence of landslide. Based on an example of a foundation pit collapse of a comprehensive parking lot construction project, through analyzing the causes of the collapse and the failure mechanism, the paper discusses and puts forward the treatment measures of the slope collapse and puts them into practice, which have worked effectively. This paper introduces the analysis of the cause of the foundation pit collapse of a comprehensive parking lot and the research process of the control measures.

**Key words:** Foundation pit; Slope collapse; Control measures; Cause Analysis; Comprehensive parking lot

### 1 概 述

塌方会使塌方区邻近建筑物、居民点遭到破坏,公路和铁路被掩埋,从而造成经济损失和人员伤亡事故。按照高等岩土力学理论:地形地貌、地质条件、构造条件、气候条件、人类活动、降雨和地下水等都是引起塌方的因素。由于塌方成因的多样性和复杂性,在工程灾害事故中塌方事故发生的频率高、造成的损失大,因此,研究塌方事故的成因及采取的应对措施对拟建或在建工程意义重大。本文阐述了通过应用高等岩土力学边坡工程知识对该综合停车场建设项目边坡塌方事件进行的边坡塌方原因,分析制定出相应的塌方处置措施及应用过程。

文中所述的综合停车场建设项目地块西邻新华街西段,总建筑面积为 3.36 万  $m^2$ ,其地下一层为停车场,设有 558 个停车位,地面为商业休闲广

场,配备商业楼、微民生楼及各类体育休闲设施。现场施工平面情况见图 1。



图 1 现场施工平面图

施工场区东侧边坡长约 91 m(3~17 轴),开挖高度约为 6~7 m。由于场地限制,最窄处的东侧开挖宽度约为 3.5 m。该工程采用的施工方法为:

收稿日期:2023-03-30

(1)支护措施。支护方式为 $\Phi 108$  mm 钢花管锚筋桩,桩长平均为10 m,在钢花管内设置了3根、 $\Phi 25$  mm HRB400E 精轧螺纹钢筋束。

(2)安全措施。①每日进行路面裂缝(及时采用沥青灌缝进行封闭)、边坡及周边建筑物的监控监测并及时发布信息。②关注每日天气情况,集中力量施工边坡附近的结构。③对边坡附近的新华街西段的交通限行限速。④向交通管理部门报告,请求临时性交通管制。

通过对该工程区的实际情况进行分析得知:

该工程项目所处区域属亚热带湿润季风气候区,地势高差悬殊,地形中等复杂,气候四季分明,地区小气候差异较大,表现为冬暖、春早、夏热、秋阴、云多、日照少,雨量充沛。

工程项目所处区域属渠江水系,河网密度为 $0.33 \text{ km}^2/\text{km}^2$ 。河流在洪水期猛涨猛降,落差大,水能蕴藏量丰富。

据地面调查及钻孔揭露得知:在钻探深度范围内分布有 $Q_4^{ml}$  杂填土、 $Q_4^{ml}$  素填土(黏性土)、 $Q_4^{cl}$  可塑粉质黏土、 $J_3^p$  强风化砂质泥岩、 $J_3^p$  中等风化砂质泥岩、 $J_3^p$  强风化砂岩、 $J_3^p$  中等风化砂岩。

该工程地处四川盆地浅丘区,原始地貌整体为剥蚀残丘,场地处于山丘,具有良好的排水条件,周边未见明显地表水发育,工程区距离周边河流(南江)的最近距离约为100 m。地下水类型分为上层滞水和基岩裂隙水,勘察期间为平水期,在钻孔中测得的场地内地下水的稳定水位为3~9 m,埋深为高程336.14~354.33 m。

现场地质调查及勘探结果表明:场地内未发现岩溶、滑坡、危岩及崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、活断裂等不良地质作用和地质灾害。

场地内揭露的泥岩具有泡水软化的特性,土层长时间泡水导致其强度有显著的降低,对此,设计与施工时应予以注意。

## 2 塌方原因分析

### 2.1 塌方事件的发生

2022年9月20日早上6:00,项目部管理人员在进行现场雨季施工监测时发现新华街西段边坡有失稳倾向,监测人员立即向项目主要领导汇报,随即启动应急预案,对道路进行临时交通管制。该边坡于6:27垮塌,塌方段的边坡长度约为15 m,宽度约为5 m,高度约为4.5 m,垮塌面

积约为 $69 \text{ m}^2$ ,失稳段边坡长度约为65 m,宽度约为5 m,塌渣主要为路基回填的素填土。基坑边坡垮塌情况见图2。



图2 基坑边坡垮塌照片

### 2.2 原因分析

地勘报告及现场实际情况揭露:道路边坡0~3.5 m范围的岩体为素填土,3.5~4.1 m为粉质黏土,4.1~5 m为强风化砂质泥岩,5~9 m为中等风化的砂质泥岩,9 m以下为中等风化的砂岩,垮塌层主要为素填土区域。结合近日该地区连续降雨及塌方事件现场勘查情况,经分析认为本次垮塌产生的主要原因为:边坡坡度较陡,边坡裂隙面、软弱夹层抗剪性能较低,这些软弱面倾向临空且倾角较陡,当斜坡受力情况突然发生变化时易发生塌方;加之近日工程项目区域内连续降雨且19日晚通宵暴雨,且因项目位于老城区,其场地周边雨污水管网老旧、破损、堵塞严重、排水不畅,致使管网雨水渗漏、地下水位上升,土体呈饱水状态,进而增大了岩土体的含水量和重度,降低了岩土体的强度和结构面的黏结力<sup>[1]</sup>,导致土体内部的力学性能改变(充满裂隙中的水及其流动对潜在的塌落体产生静水压力和动水压力,裂隙充填物抗剪强度进一步降低,充满裂隙的水对潜在的塌落体产生向上的浮托力,不稳定岩体两侧裂隙中的水降低了其岩体之间的摩擦力),远超过设计工况,加之道路车辆动荷载对边坡的影响,最终形成垮塌。

## 3 塌方处置措施

### 3.1 应急处理措施

发现边坡失稳后,项目部立即采取了以下应急处理措施<sup>[2]</sup>:

(1) 施工人员立即对交通进行临时指挥并联系相关单位对新华街西段进行断道,断道后将防撞水马及围挡外移至路缘石。

(2) 在垮塌段周围路面设置挡水坎并用彩条篷布遮盖垮塌面,防止雨水流入塌坑。

(3) 对周边路面的裂缝进行沥青灌缝封闭,以防止雨水下渗。

(4) 加大了对高压线塔、国防光缆、路面、边坡及周边建筑物的监控与监测频率。

### 3.2 塌方处理方案

鉴于塌方区域地质条件复杂,采用单一的处理方法很难达到处理效果<sup>[3]</sup>。项目部针对该工程最终采用的应急处理措施主要从两方面考虑:(1)设法降低边坡土体的剪应力;(2)提高土体或边坡的抗剪强度<sup>[4]</sup>。根据边坡塌方与实际工程地质情况、塌方后已经实施的应急处理措施及现有道路、边坡稳定情况,按照岩土力学理论对于塌方在确保安全的前提下制定了以下处理方案:

(1) 3~4 轴、7~9 轴边坡稳定区域。将型钢与钢管桩焊接并在距离最外侧钢管桩 6 m 外设置地锚,最后采用钢丝绳、手拉葫芦及花篮螺栓拉紧。对于地梁处的渣土采用人工装袋护脚。

(2) 4~7 轴边坡垮塌区域。对于垮塌段路面的混凝土块,其大块由人工破除解小后同小块一并采用吊车调出,对坡底填土实施反压以控制边坡进一步变形<sup>[5]</sup>。对于地梁处的渣土由人工装袋护脚反压,割除侵占结构施工区域的钢管锚筋桩。

(3) 9~17 轴未施工区域。按照 1:1.5 的坡比对其上部 3.5 m 厚的素填土范围进行放坡卸载。

(4) 墙背、路基的回填。待边坡段车库主体结构施工完成后 7 d,按照设计要求采用 8% 的水泥砂石对墙背、路基进行分层分段填筑(分层填筑的高度为 30 cm)并夯实。

### 3.3 塌方处理措施实施取得的成效

(1) 塌方段(40 m)处理后取得的成效。塌方段边坡处理及剩余主体结构施工的周期为 31 d,其中边坡处理的工期为 8 d。经过垮塌区的清理和装渣反压确保了边坡自稳并限制了坡底位移,有效防止了塌方范围的进一步扩大。清理了垮塌

物并割除了侵占结构施工区域的钢管桩,在保障安全的前提下,减小了边坡塌方处理对主体结构施工的影响,处理效果良好。边坡段主体结构施工完成后,及时跟进墙背回填和路基、路面的施工,快速恢复了交通,将塌方造成的影响降至最低。

(2) 边坡失稳段(51 m)处理后取得的成效。边坡失稳段处理及剩余主体结构施工的周期为 42 d,其中边坡处理的工期为 9 d。采用放坡卸载、增设地锚加固和装渣反压的处理方案,有效遏制了边坡继续形变,加固了支护结构,提高了边坡自稳能力,处理效果较理想。对于该区域主体结构可跟进开展施工,待结构完成后即可进行墙背回填和路基、路面施工。该边坡失稳处理方法简单,分区、分段、有针对性地组织施工,对原定施工进度计划影响较小。

### 3.4 安全注意事项

(1) 在边坡抢险处置施工期间,项目部加大了对高压线塔、国防光缆、路面、边坡及周边建筑物的监测频率,将监测数据与预警值(监测点的水平、竖向位移;当日变形速率为 1 mm/d,累计变量为 10 mm)对比,发生异常情况时及时反馈并暂停施工。

(2) 开挖过程中做好临时排水措施及雨季施工措施。

(3) 施工期间,积极与气象部门对接,及时掌握每日天气情况并据此合理进行施工安排。严禁雨天进行边坡开挖并提前在降雨来临前对坡面进行覆盖。

(4) 建立 24 h 值班巡查制度,主要管理人员任值班领导,各部门人员任值班员。

## 4 结 语

通过高等岩土力学理论在综合停车场建设项目边坡塌方事件中的应用,准确分析出边坡塌方产生的原因,制定出正确的处置措施,快速解决了边坡塌方给工程带来的不利影响,取得了良好的效果。所取得的经验可为类似工程实施和后续深入研究提供一定程度的参考。

### 参考文献:

- [1] 郑朝炜.某护坡工程边坡塌方成因浅析及处治措施[J].城市道桥与防洪,2013,8(8):287-290.

(下转第 44 页)

管穿入精轧螺杆,使用起重设备吊起抗剪牛腿,由人工配合穿入精轧螺杆中、安装进预埋的钢盒子,然后采用穿心式千斤顶张拉精轧螺杆<sup>[5]</sup>,并采用双高强螺栓进行锚固。抗剪牛腿的张拉工序十分重要,且整副托架的受力均在牛腿上,因此,必须张拉至牛腿牢固嵌入预埋钢盒子内为止。扇形托架的单个配件重量不足 1 t,对于高度 40 m 以下的墩柱采用起重吊车将其起吊至安装位置、插销插入安装即可;针对高度 40 m 以上的高墩大悬臂预应力盖梁施工,其垂直运输设备为塔吊,亦可采用塔吊直接进行托架的安装施工。两侧扇形托架安装完成后,采用槽钢将同一侧的两个托架斜撑有效连接在一起以加强单侧扇形托架的整体稳定性。在横梁上的相应位置安装卸落装置,在卸落装置上安放分配梁,最终形成施工平台。

虽然扇形托架的支架方案在任何高度的墩柱中均可适用,但扇形托架的安装和拆除过程较为复杂,其安装工序较多,对人工操作的依赖性较大,在高空进行支架的安装和拆除时其整体施工难度较大,安全风险系数高且施工耗时较长,一个墩柱托架的安、拆过程需要 2 d 左右,相比桁架式穿心棒法而言,虽然扇形托架适用的范围更广,但其施工效率与其相比略低一些。但针对高度 40 m 以上的高墩大悬臂预应力盖梁,该类支架能够很好地解决施工材料垂直运输限重的问题,并在该工程头屯河连接线特大桥中得到了充分应用。

#### 4 结 语

乌鲁木齐绕城高速(西线)工程 PPP 项目头

(上接第 22 页)

[4] 靳俊杰. 某水电站引水隧洞不良地质洞段初期支护措施研究[J]. 现代商贸工业. 2017, 27(6): 197-198.  
 [5] 李瑞. 新疆某隧洞不良地质洞段支护及地质缺陷处理措施研究[J]. 东北水利水电. 2022, 40(5): 4-7.

#### 作者简介:

赵文剑(1989-),男,甘肃天水人,工程师,一级建造师,从事水利

(上接第 34 页)

[2] 建筑边坡工程技术规范,GB 50330-2013[S].  
 [3] 孔思丽. 多项技术措施在某公路边坡塌方中的综合应用[J]. 建筑技术, 2009, 40(2): 180-182.  
 [4] 杨培武. 某基坑塌方事故的分析与抢险[J]. 福建建设科技, 2004, 18(2): 13-14.

屯河连接线特大桥中的大悬臂预应力盖梁在常规桥梁建设中十分罕见。由于大悬臂预应力盖梁施工的复杂性和风险性,盖梁的结构线形及外观质量均成为施工控制的首要指标,因此,对其支架方案的设计和选型十分重要。文中所述的桁架式穿心棒法和扇形托架法两种方案相比常规的支架方案而言,避免了对支架地基的处理,其支架材料用量少,进而降低了施工成本,同时在施工现场可以根据墩柱高度的不同选择适合现场施工的支架方案。其整体施工平台安装速度快,支架周转效率高,进而加快了工程进度,缩短了工期,同时其施工安全可靠,减少了安全事故的发生。

经综合分析后得出上述大悬臂预应力盖梁施工方法不仅可以降低成本、加快施工进度,还能缩短工期,提高其安全性,具有较好的直接和间接经济效益和社会效益,所取得的经验可以在类似工程施工中大力推广。

#### 参考文献:

[1] 钢结构设计标准,GB 50017-2017[S].  
 [2] 建筑结构荷载规范,GB 50009-2012[S].  
 [3] 公路桥涵施工技术规范,JTG/T 3650-2020[S].  
 [4] 钢结构高强度螺栓连接技术规程,JGJ 82-2011[S].  
 [5] 桥梁预应力张拉施工技术规程,DB 45T 1550-2017[S].

#### 作者简介:

唐 鑫(1990-),男,四川安岳人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工  
 作;  
 陈新华(1989-),男,甘肃定西人,工程师,学士,从事建设工程施工技术及管理工  
 作;  
 杨君磊(1989-),男,湖北枝江人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工  
 作。 (责任编辑:李燕辉)

水电工程建设施工技术与管理工  
 作;

唐洪应(1982-),男,湖北恩施人,高级工程师,一级建造师,学士,从事水利水电工程建设施工技术与管理工  
 作;  
 万 柯(1985-),男,四川成都人,工程师,学士,从事水利水电工程建设施工技术与管理工  
 作。 (责任编辑:李燕辉)

[5] 冯科明. 复杂环境条件下基坑边坡失稳与加固[C]. 第十届深基础工程发展论坛论文集. 2020: 44-47.

#### 作者简介:

胡 欣(1984-),男,湖北孝昌人,分局副局长,高级工程师,双  
 学士,从事工程建设施工技术与管理工  
 作。 (责任编辑:李燕辉)