

The application of piecewise composite support method in the collapse of a slope

Zhou Chuang* Li Xiangfei

University of Science and Technology of Chengdu, Chengdu

Abstract: According to the complicated surrounding environment in collapsed slopes, the paper points out the segment composite consolidation support scheme by considering many factors comprehensively, and mainly introduces the design process for the segment composite support method and its construction precautions, and indicates the slope project is successful, so it provides the precious experience for similar foundation pit projects.

Key words: Composite support; Slope; Support forms; Precautions

Received: 2020-02-08; Accepted: 2020-02-23; Published: 2020-02-25

分段复合支护方法在某边坡垮塌中的应用

周 闯* 李祥飞

成都科学技术大学, 成都

邮箱: czhou_19@163.com

摘 要: 根据垮塌边坡复杂的周边环境, 综合考虑多方面因素后提出了一种分段复合加固支护方案, 着重介绍了该种分段复合支护方法的设计过程及施工注意事项。本边坡工程的成功施工, 为类似基坑工程提供了宝贵经验。

关键词: 复合支护; 边坡; 支护形式; 注意事项

收稿日期: 2020-02-08; 录用日期: 2020-02-23; 发表日期: 2020-02-25

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 工程概况

某边坡挡墙原支护形式分为两阶梯支护, 阶梯中部为混凝土道路, 视道路

分为上边坡挡墙和下边坡挡墙。上边坡挡墙修建于 1985 年，为重力式挡墙，总长大于 180m，挡墙高度 2m ~ 13m，临空坡面约 75°；下边坡挡墙修建于 2004 年，采用砖砌挡墙加喷锚支护方式，总长约 95m，高约 6m ~ 11m，坡度 85° ~ 90°，边坡为土质边坡。道路下边坡挡墙于 2009 年 6 月 2 日突然垮塌，垮塌长度南北长约 40m，垮塌段坡面成 62° 左右。边坡位于书院路以东、沙湖路以西，边坡底与南锦家园小区交界。为了保障道路的通畅和周边环境的安全，需对边坡进行加固处理。

2 工程地质及水文地质条件

拟建场地原始地貌为湘江冲积阶地，现演变成低山丘陵地貌，边坡底地貌为原始冲沟低洼地，现状边坡底与坡顶高程在 47.27m ~ 60.09m，高差 12.82m（独立高程）。根据场地《岩土工程勘察报告》可知，与边坡设计相关的场地土层及力学参数如表 1 所示。

表 1 岩土力学参数表

土层名称	天然密度 ρ kN/m ³	粘聚力 c / kPa	内摩擦角 (°)	锚固体与土层粘结强 度 τ /kPa	地基承载力 f_k /kPa
①素填土	17.2	11	10	15	—
②粉质粘土	19.2	30	15	25	180
②圆砾（南侧）	21	—	—	50	280
③粉质粘土	19.2	35	18	30	220
④强风化泥质粉砂岩	—	—	—	140	300

勘察表明该地下水类型主要为上层滞水，存在坡底于素填土中，靠大气降水及生活用水入渗补给，与区域地下水连通差，动态变化受季节影响大，地下水对钢筋混凝土无腐蚀性，但地下水对钢结构存在弱腐蚀性。

3 边坡支护方案选择

边坡支护方案较多，如悬臂桩支护、锚杆支护、锚索支护等等，各种方案都有其优点和局限性，因此，选择合理的方案是保证边坡支护工程质量的关键之一 [1] [2]。在深入掌握和研究已有工程地质、水文地质资料和周边环境条件的基础上，参照本地区以往成功的设计及施工经验，综合考虑多方面因素后，

最终确定采用以下支护方案：

（1）边坡北段（AB 段）由于坡高较高，且紧靠坡脚建筑，无施工作业空间，为控制边坡变形，确保边坡及建筑物安全，设计采用悬臂桩（2100@3000）支护；

（2）边坡中段（BC 段）由于坡高较高，坡脚有 2m ~ 3m 的空间，为控制边坡变形，确保边坡及建筑物安全，设计桩锚（锚索）支护，锚索间距 2.5m × 2.5m（竖直间距 × 水平间距）；

（3）边坡南段（CD 段）由于边坡现有挡土墙不能控制边坡变形，存在安全隐患，为控制边坡变形，确保边坡安全，设计采用格构式锚索支护对其补强，锚索间距 2.50m × 2.50m（竖直间距 × 水平间距）。

4 边坡支护方案设计

采用边坡设计软件，并结合相关理论进行计算分析 [3]，最终确定各边坡支护设计参数如下：1）AB 段悬臂桩施工参数：

桩规格：桩长 16m，嵌固段长 8m。

2）边坡 BC 段采用桩锚支护，设计参数如表 2 所示。

表 2 BC 段锚索施工设计参数

排号	排距 mm	水平距 mm	锚索孔径 /mm	锚索长度 /m	水平倾角 / (°)	拉筋 mm	浆液强度	锚索抗拔力设 计值 Nu/kN	预加力 kN
第一排	2 500	2 500	130	24	15	3s	M30	350	150
第二排	2 500	2 500	130	24	15	3s	M30	350	150
第三排	2 500	2 500	130	24	15	3s	M30	350	150

3）边坡 CD 段采用格构式锚索（4 道）补强，设计参数如表 3 所示。

表 3 CD 段边坡格构式锚索设计参数

排号	排距 mm	水平距 mm	锚索孔径 /mm	锚索长度 /m	水平倾角 / (°)	拉杆 mm	预加力 kN	浆液强 度	锚杆抗拔力设 计值 Nu/kN
第一排	1 000	2 500	130	28 500	15	3s	150	M30	300
第二排	2 500	2 500	130	26 500	15	4s	200	M30	425
第三排	2 500	2 500	130	25 500	15	4s	200	M30	425
第四排	2 500	2 500	130	25 500	15	4s	200	M30	425

4）根据勘察报告，边坡地下水水量较小，主要是受到赋存于填土中的上层

滞水,其影响不大。可在边坡坡顶设置截水沟,坡脚设置排水设施,及时抽排即可。

边坡顶运动场处集水井通过 300 的 PVC 管将水引到边坡道路上的截水沟排走。

5 边坡施工注意事项

1) 保证桩位、桩长、桩径满足设计要求,桩位偏差轴线和垂直轴线均不得超过 50mm,垂直度偏差不得大于 1%,充盈系数不小于 1.1,孔底沉渣厚度不大于 5cm。

2) 锚索注浆采用普硅 R42.5 纯水泥,锚索锚固体强度为 M30,锚索采用二次注浆,第一次注浆水泥浆水灰比 0.55,注浆压力 0.5MPa ~ 1.0MPa,第二次注浆水泥浆水灰比 0.50,注浆压力不低于 2.0MPa。

3) AB, BC 两段混凝土面板喷射厚度 100mm,混凝土标号为 C20 细石混凝土,内配 8@150×150 钢筋网,交点绑扎,与人工挖孔桩钢筋搭接。

4) 边坡坡面设置两排泄水孔,纵向孔距 4.00m,横向孔距 4.00m,

5) 边坡支护工程是一项风险较高、较大范围支护的施工工程,为了确保边坡支护安全,必须在施工过程中实施信息化施工。

6 结语

边坡周边环境复杂,采用单一简单支护加固形式难以保证其稳定性及经济性,因此在全面分析场地工程地质条件、周边环境和地下结构特点的基础上,从安全造价、工期和施工工艺等各方面综合考虑,采用分段多种支护形式的设计方案,施工完毕后监测结果表明边坡加固效果良好,其变形监测值均在规范的允许范围之内。本工程的成功施工,对类似边坡的设计、施工具有一定的借鉴作用。

参考文献

[1] 莫锡国. 土钉与挡土墙复合技术在公路边坡加固中的应用[J]. 探矿工程,

2003 (2) : 18-19.

- [2] 李自明. 复合支护在边坡加固治理工程中的应用 [J] . 岩土工程界, 2006, 9 (6) : 60-62.
- [3] 吴恒立, 徐积江. 公路高边坡稳定性及合理支护的研究 [J] . 重庆交通学院学报, 2000 (1) : 61-66.
- [4] 左德勒. 复合支护结构在边坡工程中的应用 [J] . 山西建筑, 2010, 36 (20) : 87-88.