

# 某隧道洞口山体滑坡分析及综合治理

王文龙, 王少龙, 宋仁亮

(安徽省地勘局第一水文工程地质勘察院, 蚌埠 233000)

**摘要:** 为达到该滑坡的综合治理, 对其进行详细工程地质勘察、滑坡成因研究和稳定性分析。在此基础上综合考虑当地建材来源和施工便利, 通过治理方案比选, 提出抗滑挡墙和抗滑桩相结合的治理方案。

**关键词:** 滑坡; 综合治理; 抗滑挡墙; 抗滑桩

**中图分类号:** P642.22 **文献标识码:** A

## 1 引言

我国山区较多, 并且地质条件复杂, 因此, 在许多山区交通建设中, 边坡稳定性问题十分突出。因滑坡灾害导致周围建筑物、构筑物破坏, 以及隧道病害日趋严重, 已成为交通领域地质灾害的主要类型之一。本文针对某隧道洞口山体滑坡展开了详细的工程地质勘察工作, 分析其成因, 并提出合理的综合治理措施。

## 2 工程概况

某隧道全长 200 m, 其中隧道进口处设 5 m 明洞, 隧道范围 K1+250~K1+431 段处于曲线段上, 曲线半径为 600 m, K1+531.463~K1+580 段处于直线段上, 纵坡 3.036%, 采用连拱隧道结构形式, 外轮廓净高 7.738 m, 内轮廓净宽 14.864 m。此隧道开始施工后, 临近地段, 主要是隧道北侧逐渐发现地面和建筑物墙体裂缝, 最后演变为滑坡, 使周围居民的建筑物和构筑物受到破坏, 并且对在建隧道构成威胁。

## 3 滑坡区地质条件

### 3.1 地形地貌

工程区位于汉江南岸低山-丘陵地带, 洞线通过地形最高点海拔 320.2 m, 南端 288.50 m, 北端

307.30 m, 北高南低, 为侵蚀剥蚀型低山缓坡地带(图 1)。

### 3.2 地层结构

根据勘探资料, 场区地层均为全风化的千枚岩。全风化千枚岩  $S_{\text{f}}$ : 属软质岩石, 具细粒鳞片变晶结构, 千枚状构造, 为泥质原岩经中级区域变质而成。上部为灰黄色, 下部为青灰色, 性软, 用手捏极易成碎末, 干钻可钻进, 镐锹能直接开挖。根据物探资料, 岩体完整性指数为 0.14, 属极破碎; 按坚硬程度分类, 属极软岩; 依据规范 GB50021-2001 表 3.2.2-3 的划分, 岩体基本质量等级为最低的 V 级。本层厚度为 15.50~30.0 m, 其下为强风化的千枚岩, 本层表面局部地段有 1.0~1.5 m 的粘性土和素填土。

### 3.3 地下水

据区域水文地质资料及钻探结果, 钻探孔内未见地下潜水和承压水位, 但在滑动面附近或其他局部点位可见基岩裂隙水渗出, 水量不大, 连续钻探提芯时可以抽干, 水文地质条件简单。

### 3.4 滑坡体特征

根据野外调查, 滑坡后壁裂缝最长延伸约 139 m, 圈定滑坡面积约为  $4.8 \times 10^4 \text{ m}^2$ , 其法线方向均指向开挖坡脚和隧道中导洞方向, 滑面角度  $13^\circ \sim 46^\circ$ , 滑带土为破碎的千枚岩碎屑, 厚度约 10~30 cm, 多有渗水, 滑体厚度约 6~15 m, 属浅-中层滑坡。

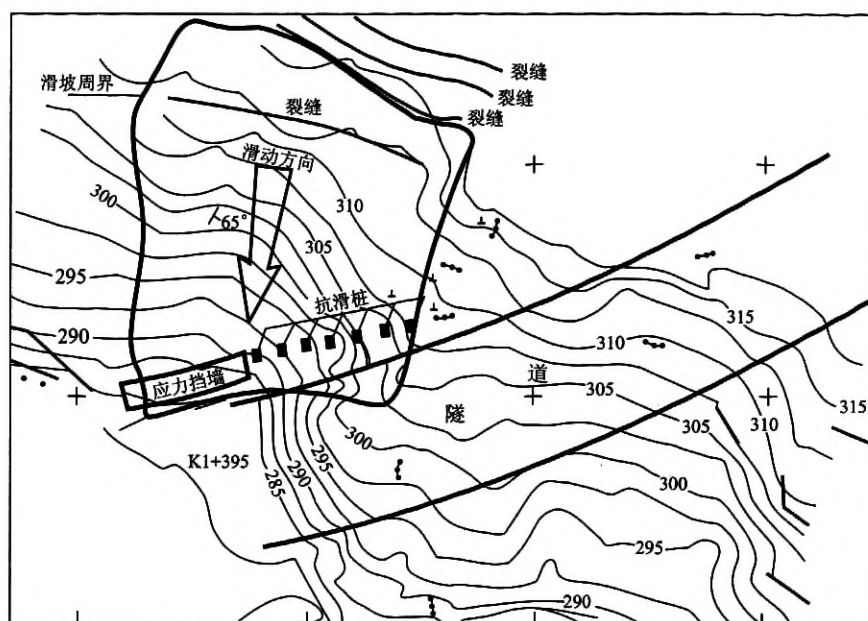


图 1 滑坡治理工程平面布置图

Fig. 1 Plane layout of the landslide treatment engineering project

滑坡导致地面张裂缝宽 2~10 cm,滑体错落形成的落距最大约 50~60 cm,周围建筑严重开裂受损(图 2、图 3)。



图 2 围墙开裂

Fig. 2 Wall cracking of a building



图 3 地面张裂缝

Fig. 3 Tensile fissure on the brick floor

## 4 滑坡成因及稳定性分析

### 4.1 滑坡成因分析

从滑坡区地形、地貌特征及钻探资料综合分析,勘察区的地层为极破碎的全风化千枚岩,原始自然地形经长期地质历史的剥蚀作用而自然休止,为一稳定的斜坡。隧道施工时在南端洞口开挖工作面,形成了一个高约 4.0~13.3 m 的人工陡坎,使此地段的坡脚失去支撑。同时现已掘进的中导洞,使破碎的岩体受到侧向卸荷作用,改变了原来的应力状态,破坏了岩体的平衡条件。当滑动面上的下滑力逐渐接近和达到抗滑力数值时,破碎的岩体即沿开

挖的坡脚和中导洞方向往下缓慢滑动,加之坡角破坏后长期的连阴雨天气,加速了滑坡的形成(图 4)。

### 4.2 滑坡岩土力学参数

本滑坡滑动带岩土为破碎的千枚岩,不能用室内试验的方法取得其抗剪强度。为此,将目前缓慢移动的滑体视为极限平衡状态,采用反分析法,取滑坡稳定安全系数  $F_s = 1.0$ ,通过 1-1' 剖面 and 2-2' 剖面进行反算,得  $C = 13 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 14^\circ$ 。根据动探 N63.5 试验数据,参照《工程地质手册》(第四版),滑坡体全风化千枚岩的有关物理力学指标可取如下数值:重度  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ,黏聚力  $C = 5 \text{ kPa}$ ,内摩擦角  $\varphi = 23^\circ$ 。

### 4.3 剩余下滑力计算

根据勘察报告提供的滑面位置、滑带土饱水强



浆砌 Mu30 片石,墙体外露面用 M10 砂浆勾缝,墙顶用 C30 混凝土砌筑帽石。抗滑挡墙高为 8 m,其中基础高度 1 m,挡墙基础分段开挖,每段长 10 m,段与段之间应设 20 mm 宽沉降缝,缝中沿内、外、顶三方密实填塞沥青麻筋,填塞深度不小于 150 mm;挡墙下墙平台处设一排排水孔,其下 2.5 m 位置设另一排排水孔,排水孔横向间距为 3 m。

## 6 结语

通过综合分析认为该隧道洞口山体滑坡属浅-中层滑坡,全风化千枚岩与下伏弱风化层接触面为该滑坡形成提供了条件,人工开挖是主要诱发因素。由于滑坡滑动带岩土风化破碎,采用反分析法获取岩土物理力学指标,计算滑坡体剩余下滑力并进行滑坡稳定性初步评价,比室内试验方法计算更为实

际。同时根据滑坡勘察资料,结合滑面埋深及剩余下滑力大小,分别采用重力式抗滑挡墙支护和抗滑桩支挡两种方法对该滑坡进行综合治理。

## 参考文献

- [1] 段永候,罗元华,等. 中国地质灾害[M]. 北京:中国建筑业出版社,1993.
- [2] 刘天林,脱军弟,李秉强,等. 新原高速公路雁门关隧道出口段滑坡勘察及治理[J]. 灾害学,2002,17(2):46-51.
- [3] 赵华宏,张胜. 竹岭隧道西洞口滑坡成因及治理方案[J]. 水文地质工程地质,2003,30(6):55-57.
- [4] 高项忠. 任胡岭隧道山体滑坡的治理[J]. 山西建筑,2007,33(12):279-280.
- [5] 叶松岳,曹润汉,洪海涛,等. 张坪隧道出口端古滑坡复活特性的分析与治理方案的优化选择[J]. 交通标准化,2008,(7):180-183.

# STABILITY ANALYSIS AND COMPREHENSIVE TREATMENT OF THE LANDSLIDE AT A TUNNEL ENTRANCE

Wang Wen-long, Wang Sao-long, Song Ren-liang

(No. 1 Hydrological Engineering Geological Exploration Institute of Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province, Bengbu 233000, China)

**Abstract:** Based on the detailed engineering geological survey of the landslide, its formation causes and stability are studied to control it comprehensively. A combination of anti-slide pile and anti-slide retaining wall is proposed through the proposal comparison and selection, with building material source and construction convenience considered.

**Key words:** landslide; comprehensive treatment; anti-slide retaining wall; anti-slide pile

**作者简介:** 王文龙(1976—),男,安徽怀宁人,工学学士,工程师,长期从事水工环地质专业技术和管理工作。