

桂柳一级公路 K250 段边坡变形原因及加固措施

包惠明

肖明贵

(桂林工学院建设工程系 541004) (桂林工学院勘察设计院)

摘要 K250段边坡变形的原因是老滑坡的影响, 降雨诱发, 削坡不当及抗滑桩桩长不足, 桩位欠合理等。可采用削坡、排水和再加抗滑桩对该边坡进一步加固。

关键词 边坡变形; 抗滑桩; 削坡; 公路; 桂林; 柳州

分类号 P642.22; U417.1

柳桂一级公路 K250 段边坡位于永福县以南 1.5km 的石城坪处。线路勘察期间, 原勘察单位未查明该段有老滑坡, 因而路基开挖后, 原设计在该路段坡脚仅按一般情况采用挡土墙护坡, 1996 年 3 月雨季开始边坡发生严重变形致使路面隆起, 挡土墙被破坏。随后便匆忙采取削坡和抗滑坡(桩径 2cm, 桩数 46 根, 桩距 5m) 加固边坡, 耗资 200 余万元。施工过程中边坡上部变形不断发展, 施工结束后, 部分桩发生明显变形, 桩后出现明显的张裂缝。对桩进行变形监测, 表明部分桩仍在变形之中, 至同年 11 月桩顶位移量最大达 30cm。其以结构复杂、治理难度大、规模大、成因复杂、稳定性差而成为柳桂公路最不稳定地段, 并引起社会各界的严重关注。研究该段边坡变形的原因是进一步加固该边坡的关键, 本文就此进行讨论, 并提出进一步加固的措施。

1 地质概况

该段边坡为逆向坡, 因公路开挖使边坡总体上为上下陡中部缓, 陡段平均坡角 $28^{\circ} \sim 35^{\circ}$, 缓段平均坡角 $12^{\circ} \sim 18^{\circ}$, 相对高差约 90m, 边坡由泥盆系信都组砂岩、泥页岩和第四系堆积物组成, 表层为第四系的残坡积物及滑坡堆积物, 厚 3~20m。泥盆系砂岩分布于边坡上部及顶部, 厚 5~20m, 中下部为泥页岩, 厚度大于 35m (图 1、图 2)。区内构造裂隙较发育, 主要有 NNE 和 NNW 两组, 倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$, 岩层倾向 NWW, 倾角 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

2 边坡变形的特征

(1) 公路开挖后于 1996 年 1 月出现明显边坡变形, 主要表现为 k250+900~k250+955 地段路面隆起, k250+955~k251+040 地段挡土墙往外变形。至 3 月, 路面隆起 2m 多高, 挡土墙被破坏。200m 高程平台后缘出现张裂缝, 两侧也出现裂缝。

(2) 由于边坡出现明显变形, 当即采取局部削坡和抗滑桩加固处理。抗滑桩施工结束

1997 年 3 月 1 日收稿。

后发现部分抗滑桩后出现张裂缝，因而对抗滑桩进行变形观测（图3）。从图3可见，桩后裂缝在16#~42#桩处出现，最大处为30#和31#桩处，裂缝宽为24cm，变形量由20#~40#桩处逐渐增大。桩的位移方向为NW向，与老滑坡的主滑方向基本一致。

3 边坡变形原因分析

3.1 老滑坡效应

该段在线路勘察时没发现有老滑坡，公路开挖边坡变形后，经对该边坡补充勘察发现该处原为老滑坡，其地形地貌上存在明显圈椅状，两侧有双沟同源的特征，有清晰的滑坡后壁，后壁上有马刀树，中部有滑坡平台，削坡后中下部出露有一层砂岩，特征与坡顶砂岩相同，但产状紊乱多变，与外围不一致，坡脚沟谷处地下水呈线状渗出，为老滑坡剪出口（图1）。

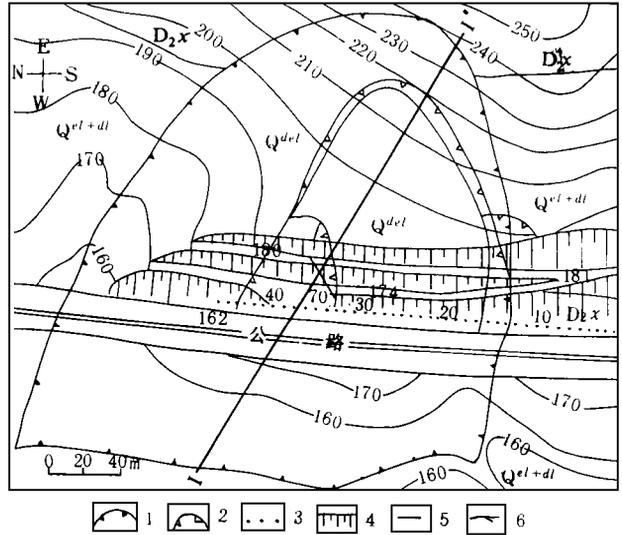


图1 滑坡工程地质图

Fig. 1 Geological engineering map of landslide

稳定性分析发现老滑坡稳定性很差，基本处于极限稳定状态。加之公路正好从老滑坡抗滑段通过，计算表明，公路开挖后，抗滑力减少约360kN/m。1995年11月至1996年2月降雨量月平均不到40mm，使边坡岩土体处于干燥状态，1996年3月该区月降雨量达384mm，使之发生强烈的水岩作用，诱发老滑坡部分复活，形成新滑坡，引起边坡变形。

3.2 桩长不足

勘察表明：1#~14#桩地段不存在整体滑坡，也不存在深层滑动，只是局部产生崩滑，所以桩没有产生变形。15#~40#桩地段为新滑坡段，43#~46#桩地段为老滑坡。经对老滑坡稳定计算表明，老滑坡稳定系数在1.0~

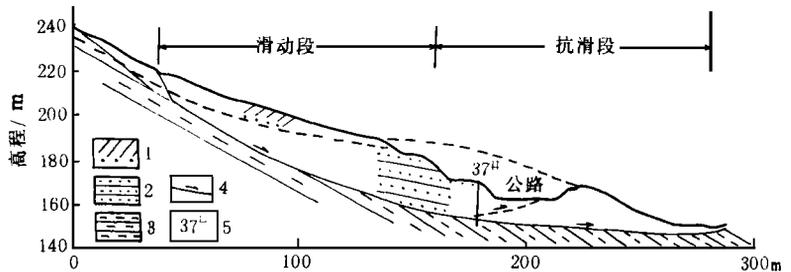


图2 滑坡地质剖面图

Fig. 2 Geological section of landslide

1—碎土石；2—碎裂砂岩；3—泥页岩；4—滑动面；5—抗滑桩

1.05之间，属基本稳定。15#~40#桩地段滑体厚10~16m，而大多数桩，仅深入滑床2~3m。该滑床为全风化的泥页岩，大都风化成土，抗滑桩设计，桩长应深入滑床的长

度为桩全长的 $1/2 \sim 1/3$ ^[1]。因此, 原抗滑桩桩长显然不足。

3.3 桩身强度不够

对桩处的推力计算表明, 桩部位的最大剩余推力为 $1\ 000\text{kN} \sim 1\ 200\text{kN/m}$ 之间, 桩距为 5m , 则每根桩受力为 $5\ 000 \sim 6\ 000\text{kN}$ 。已达到桩的极限受力。在雨季, 由于动、静水压力和孔隙水压力的作用, 下滑推力还要大。加上桩长不足, 所以桩难以承受如此大的推力, 必然会产生变形。

3.4 削坡不当

在没有查清滑坡的情况下, 匆忙进行削坡, 而削坡又正好在抗滑段(图 2), 削坡后减少了抗滑力, 相对而言便增加了下滑力, 降低了边坡的安全度, 促使边坡进一步变形破坏。据调查, 该次削坡过程中发现后缘裂缝变形加剧, 然后才停止削坡。显然削坡位置不当。

3.5 桩位靠前

所有的抗滑桩紧靠

路旁布设, 形成高出路面 $6 \sim 8\text{m}$ 的悬臂桩(不考虑挡土墙时)(图 2)。由于桩到坡脚地段为老滑坡的抗滑段, 而且老滑坡基本稳定, 因此桩前土体可以对桩施加被动土压力作用。但桩前部分已临空, 因此被动土压力锐减, 计算表明悬臂桩与非悬臂桩被动土压力差近 1000kN/m 。显然前者对桩的稳定不利。

此外由于削坡土方反压在 $1^{\#} \sim 30^{\#}$ 桩地段坡脚, 使其稳定性提高, 后期观测也表明 $30^{\#}$ 桩以前的桩变形相对比 $30^{\#}$ 桩以后的桩要小。稳定性要好些。

4 加固方案

根据上述分析, 目前该边坡尚处变形之中, 在暴雨的诱发下, 变形将会加剧, 因此必须对该边坡进行加固。总的说来加固方案可归纳为: 削、排、固。

(1) 削: 即削坡减载。计算表明桩位处的下滑推力仍然很大。所以必须进行削坡。主要对 190m 高程以上的滑体进行削减(即在滑动段削坡)。削下的土方反压在坡脚一带。可采用阶梯削坡。经验算表明削方量在 $7 \sim 8\text{万 m}^3$ 时, 滑坡稳定系数可提高到 $1.05 \sim 1.15$ 。

(2) 排水: 包括坡面和坡体排水。坡体可采用平硐排水。坡面排水, 首先在后缘修截水沟, 坡面上可做树状排水沟, 此外削坡后必须进行护坡。

(3) 固: 加固方案通常可用斜拉锚杆加固抗滑桩。但本滑体滑床为强风化泥页岩, 极

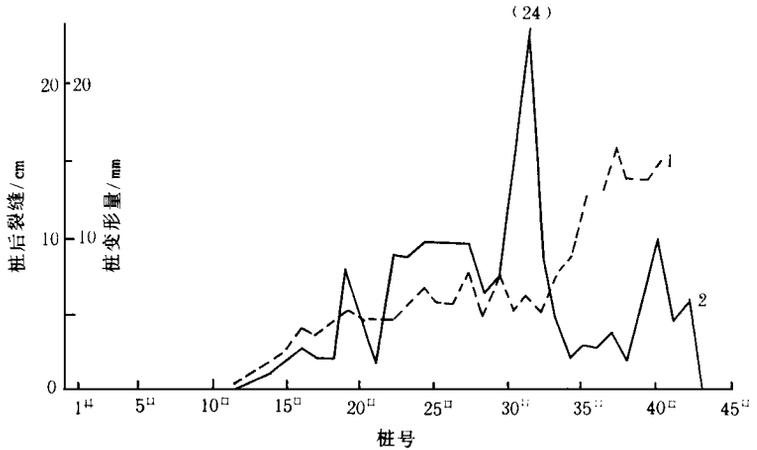


图 3 抗滑桩变形曲线

Fig. 3 The deformation diagram of anti-slide pile

1—变形量(1996. 11. 10~11. 25); 2—裂缝宽(1996. 11. 20)

限锚固强度为 100kPa 左右, 较低, 因此, 锚杆的有效长度必须加得很长。勘察时证实, 垂直钻孔就塌孔严重, 采用斜拉锚杆势必造成锚杆成孔困难。因而造价高, 施工难度大, 工期长、影响按期通车, 因此不宜采用此方案。最终加固方案采用在现有桩后面加一排抗滑桩, 与现有桩构成门型桩, 共同起抗滑作用。加桩位置距现桩约 5 ~ 8m。加桩数量根据削坡新滑体的剩余推力确定, 即在削坡后剩余下滑力仍较大的部位加桩。

5 结 论

- (1) 边坡变形是由于老滑坡效应、桩长不足、强度不够、位置不当及削坡不当所致。
- (2) 边坡加固可采用削坡减载, 排水和加一排桩的方案。加桩数量视削坡结果而定。新加的桩与现桩构成门型桩。

承蒙 桂林工学院 勘察设计 研究院总工程师李忠铭高工的悉心指导, 在此深表感谢。

参 考 文 献

- 1 林宗元. 岩土工程勘察设计手册. 沈阳: 辽宁科技技术出版社, 1995. 1729 ~ 1739

THE SLOPE DEFORMATION CAUSE AND PROTECTION MEASURE IN AREA K250 OF THE FIRST-ORDER GUILIN-LIUSHOU HIGHWAY

Bao Huiming

(Dept. of Construction Engineering, Guilin Institute of Technology)

Xiao Mingui

(Research Institute of Engineering Survey and Design, Guilin Institute of Technology)

Abstract The slope deformation cause of K250 section slope is an effect of old landslide, rain-fall-inducing and unsuitable cutting slope and inadequate length of anti-slide pile and unsuitable position of anti-slide pile ect. It can be used for the measure of cutting slope and drainage and anti-slide pile to protection the slope.

Key words slope deformation; anti-slide pile; cutting slope; highway; Guilin; Liuzhou