

文章编号: 0451-0712(2005)10-0115-03

中图分类号: U418.51

文献标识码: B

高边坡病害处治研讨

齐文忠

(路桥集团第一公路工程局厦门工程处 厦门市 361021)

摘 要: 分析研讨京福高速公路 FA5 标段路堑高边坡发生坍塌病害的原因, 提出处治方案, 总结经验教训。

关键词: 高边坡; 坍塌; 原因分析; 处治方案

1 坍塌段情况简介

在京福高速公路 FA5 标段的过垄尾隧道右洞进口右侧 YK12+932~YK13+077 段, 有一深挖路堑, 开挖后边坡高度最高达 55 m, 设有 6 级台阶, 离坡顶边缘不远处有一高压输电铁塔, 受坡顶高压输电铁塔地形限制, 原设计图坡率较陡, 第 1~6 级边坡的坡率分别为 1:0.33、1:0.5、1:0.75、1:0.75、1:1, 第 1 级台阶采用挡土墙防护, 2~6 级台阶分别采用不同长度的压力分散型预应力锚索防护。边坡上覆盖残坡积层及砂土状强风化层, 顺线路走向的构造结构面极其发育, 边坡稳定性差。在 2002 年 7 月中旬完成所有坡面开挖, 在最后一级边坡形成及挡墙基坑开挖过程中, YK12+993~YK13+045 段发生坡脚松动, 坡体出现沿结构面坍塌、错滑的迹象, 经业主和设计部门现场踏勘, 曾采用过回填石渣固脚反压、锚索预张拉等临时性加固措施, 坡面暂时处于稳定状态。2002 年 12 月 8 日, 在进行此段挡墙挖槽施工过程中, 又出现第 1、2 级边坡开裂、坍塌, 12 月 14 日, 第 3 级边坡坍塌、下错, 沿 NE68°/N \angle 24°结构面剪出, 将已施工的锚索框架拉坏 2 根, 顶部最大错距 1.5 m, 厚度达 5~8 m, 平均 6 m, 并存在向上部周围扩展的可能性, 形成了此段路基高边坡较大范围坍塌的工程病害。此后, 此塌方段变形趋于暂时的稳定, 牵引范围未继续扩大, 只有第 3 级台阶塌方段各向两侧发生 3~5 m 局部牵引, 第 4 级台阶暂无变形。因施工期正处于雨季, 此段塌方如不及时进行处理, 在雨水等多种因素的作用下, 塌方范围可能会进一步扩大, 直至不可收拾, 情况十分危险。

2 病害类别的判断和病理分析

有关专家将坡体从力学性质上划分为 3 类: 一为含有残存地应力的部分, 系组成坡体结构的核心, 经常持形变作用力; 二为地应力已释放完的部分, 系组成坡体结构、临空一侧的松弛带; 三为受自然风化形成的破碎带等。各类山坡变形破坏范围按此 3 类分别纳入山体病害、斜坡(边坡)病害和坡面病害中。

此次塌方主要是由于人为改造山坡(如开山修路), 使坡体临空面变陡, 临空面坡脚失稳引起的, 可归为斜坡病害和坡面病害类。

2.1 发生病害的环境

在道路修筑过程中, 由于山体的自然环境遭受改变, 于当年雨季中或其后因各种变形现象引发的病害十分严重, 常成群出现、类别较多。变形的发生、发展、类别、大小和性质均与当地的自然条件(不良岩性的岩土分布、软硬岩石和破碎与完整体的组合结构、岩体中软弱夹层网络向临空倾斜的陡缓、地表水冲刷和地下水的作用等)和人为破坏的程度密切相关, 山坡变形普遍产生在温湿多雨的地区、斜坡中由岩性不良和风化破碎的岩土组成处, 或在地震频繁区、岩石构造破碎和岩体结构不利的山地, 特别在地下水发育而植被破坏之后的山坡。

本路段位于闽江上游西溪河流域, 为亚热带海洋性季风气候, 气候温和潮湿、雨量充沛、昼夜温差较大, 年平均气温约 19.2℃, 年平均降雨量 1 634.9 mm, 夏季高温多雨, 夏秋之交多台风暴雨, 冬季属大陆西北风。降雨量集中在 5、6 月, 为丰雨季节, 雨季为 3 月~9 月, 旱季为 10 月至翌年 2 月, 年平

均相对湿度78%，潮温系数1.094。地表线植被发育，边坡上覆盖残坡积层及砂土状强风化层，顺线路走向的构造结构面极其发育，开挖后，如不及时进行防护，极易诱发边坡塌方，见图1。

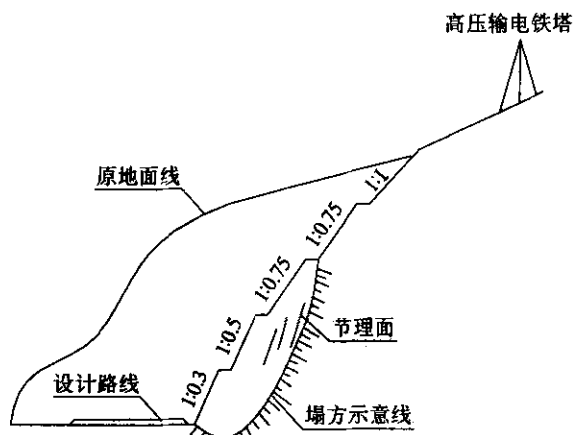


图1 塌方立面示意

2.2 坡面病害分析

因多种原因，YK12+993~YK13+045 段高边坡路堑很早就进行了开挖，但却一直未能进行有效的坡面防护施工，加之施工期经过雨季，该坡面岩土受自然风化应力（如温差、日照、水气等作用产生的氧化和还原，雨淋、风蚀、裂隙水、坡面水等产生的冲刷等等）作用而逐渐变形和破坏，局部脱落造成坡面凹凸不平整，当时变形和破坏还只限发生在坡体表层范围内的岩土，其深度仅在自然风化破碎带之内，坡面还能基本维持原坡度，处于暂时稳定状态。

2.3 斜坡(包括边坡)病害

YK12+993~YK13+045 段原山体，因为开挖路堑需要，将原山体部分挖除，使其临空面特别是最下一层坡面坡度变陡，其临空一侧坡脚由于开挖挡墙基坑而失去侧向支撑，局部坡体在受岩体变形的残余应力回弹作用下而松弛，且坡体内早有的裂隙因松弛而向临空面逐渐张开，加之地表水、土中水的进入，则使松弛带中某些软弱岩土的强度衰减，特别在雨季中与雨季后期因岩土受浸湿严重、水的种种作用增大，在局部应力大于强度时产生变形，一旦总的应力大于总的强度时则发生破坏。其病害范围限于地表水及土中水活动所及的松弛带，由于岩土的结构条件（松弛度和相对隔水层）随自然作用而变动，受水后坍至一定的外形和坡度之后稳定。

3 斜坡(边坡)变形的防治对策及坍塌整治方案

3.1 斜坡(边坡)变形的防治对策

处理斜坡(边坡)病害，实践经验采用下述3种措施已取得成效，其措施为：

(1)用大平台分级，减少坡脚应力；

(2)加强地表排水工作和用疏干坡体的措施(边坡渗沟、垂直坡面的仰斜排水孔等)，抑制土中水的作用；

(3)用挡护墙恢复侧向抗力和防止松弛等。

3.2 YK12+993~YK13+045 段坍塌整治方案

整治原则：保证施工安全、限制塌方处病害不再继续发展为主，同时考虑技术方案的可行性、经济性以及保证在雨季前将此段高边坡病害整治完成。

3.2.1 监控量测

在此段路堑边坡2002年12月8日发生第1、2级边坡塌方后，在塌方段第3台阶顶布设了2个监控量测点。为准确及时地掌握边坡体变形的范围及发展深度，于2002年12月16日，将原先布设的监控量测点进行了补充完善，以加大监控量测控制范围，在第4级台阶顶部塌方段上方平台上布设1个监控点，第3级台阶塌方段上方布设2个监控点，监控点在距塌方段上边界1.5m处，在第2级台阶顶部塌方段的两侧5~8m平台上各布设2个监控点，在第1级台阶塌方段两侧平台上各布设1个监控点，所有的监控点用木桩上打楔钉埋设而成，安全牢固，通视条件好，每天定点、定人观测一次，观测时间定于上午9点，遇雨天或坡体变形明显时，还要加密监测一次。每次进行各监控点的沉降监测和位移监测，要求量测数据精确、真实，做好监测记录，并及时将监测数据进行整理，画好监测曲线，以及时提供真实的坡面变形资料，为业主和设计单位对此段边坡后期的处理提供依据。图2为施工监控点布置示意图。

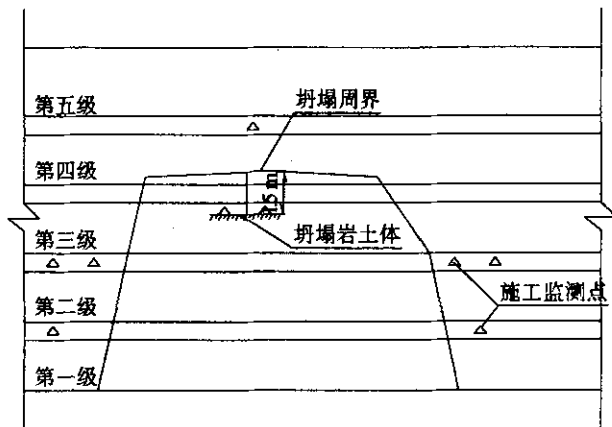


图2 监控量测点布置示意

3.2.2 锚索预加固

YK12+987~YK13+047 段边坡上设计的预应力锚索,有的已施工并张拉完成,有的还未张拉,在尽可能短的时间内将所有龄期已到的框架混凝土按设计张拉锚索,对龄期未到的框架混凝土的锚索进行 50% 的临时性预张拉,尚未施做框架的锚索进行 30% 的临时性预张拉。预张拉采用槽钢、枕木作为支垫。

3.2.3 塌方段具体整治方案

(1) 对第 1 级台阶 YK13+000~YK13+024 段采用土袋码砌反压处理,两侧挡墙同时进行施工。码砌体高 10 m,顶宽 5 m,采用 1:0.5 坡率,要求塌方段码砌体在尽可能短的时间内完成。

(2) 在码砌土体上用钢管搭设施工平台,在施工平台上,对 K13+000~K13+024 段第 3 级台阶分上、下两次清刷松动破坏土体,同时施工塌方段和塌方段周边系统锚杆及挂网喷浆等临时性加固工程,喷射混凝土采用 20 号混凝土,喷射厚度 15 cm,分初喷和复喷二次进行,挂网采用 $\phi 6$ mm,间距 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 的钢筋,锚杆采用 $\phi 22$ mm,间距 $150\text{ cm} \times 150\text{ cm}$,长 6 m 的水泥砂浆锚杆,水泥砂浆标号为 20 号。在锚杆施工完成后,现场进行钢筋绑扎,钢筋先在加工场加工成型,顺着现有坡面绑扎成型,钢筋网片可固定在挂网锚杆上,绑扎过程中要控制好钢筋绑扎间距,钢筋网要同锚杆体牢固地绑扎在一起。而后进行第二层喷射混凝土的复喷,直至喷射到设计要求的厚度。

在锚喷施工完成后,逐孔解除塌方段原已张拉锚索并及时重新进行补救性张拉 50%。

锚喷支护和补救性张拉由两侧向中间逐步合拢,对称进行。

(3) 塌方段范围为 YK12+993~YK13+045。YK12+993~YK12+997 段挡墙基础已浇筑,先将 YK12+993~YK12+997 段顶搭设的钢管支架拆除,并将此段码砌土袋拆除,立模浇筑此段路堑挡墙 C15 片石混凝土,第一次立模高度 4 m,待这部分混凝土达一定强度后,立模浇筑此段挡墙上部 4 m 段混凝土。而后每 3 m 对称拆除码砌土袋,对称浇筑剩余部分挡墙混凝土,要求混凝土浇筑由两侧向中间施工,未施工墙基的必须先施做墙基部分,挡墙墙基、墙身一次开挖,分段浇筑完成。

在对称施做挡墙的同时,应及时进行第 2、3 级台阶塌方段的嵌补,塌方段嵌补原则:1 m 以内采用

M7.5 浆砌片石,1~3 m 内采用干砌片石,3 m 以上采用码砌土袋。要求浆砌片石砂浆饱满,并控制好片石尺寸,控制好片石的丁顺、嵌缝。干砌片石、码砌土袋必须紧密牢固。应注意,3~4 步宜同步由两侧向中间合拢。

(4) 待第 1 台阶塌方段挡墙施工完成后,在第 1 阶挡墙上搭设钢管支架,按原设计对第 2 级锚索进行张拉锁定或预张拉。

(5) 第 3 级坡面嵌补后,在坡面重新增设预应力锚索框架,并及时进行张拉锁定或预张拉。图 3、图 4 为塌方整治示意图。

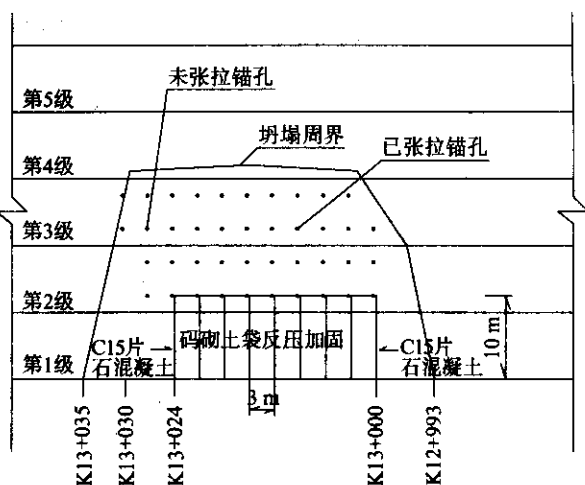


图 3 反压工程立面示意

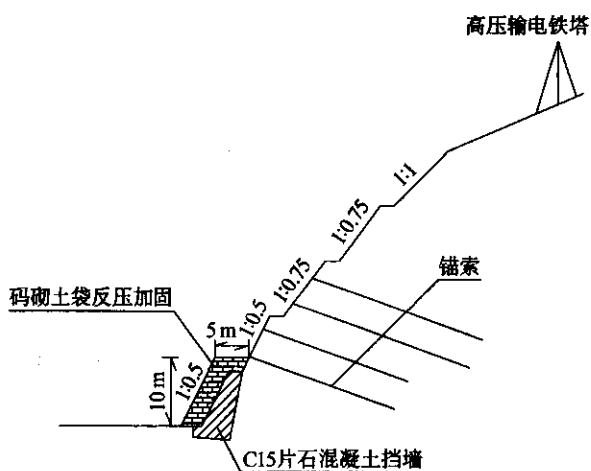


图 4 反压工程断面示意

4 经验教训

(1) 综上所述, YK12+993~YK13+045 段高边坡病害形成的原因主要是以下几方面。

① 由于高边坡路堑开挖后, 长时间未能进行有

文章编号: 0451-0712(2005)10-0118-04

中图分类号: U418.8

文献标识码: B

沪宁高速公路扩建工程中 控沉预应力管桩的施工技术

吴 云

(路桥集团第一公路工程局江浙工程处 苏州市 215151)

摘 要: 沪宁高速公路扩建工程以路基两侧拼接加宽为主,由原来的四车道对称拓宽为八车道,拼接部分以路基沉降控制为主要控制对象。介绍沪宁高速公路扩建工程(苏州段)软土地基的工程特性及扩建工程路基施工控制的特殊性;介绍控沉预应力管桩在沪宁高速公路扩建工程复合地基处理中的施工可行性及施工技术。

关键词: 沪宁高速公路; 扩建工程; 软基处理; 控沉预应力管桩; 施工技术

1 工程实例

沪宁高速公路建成至今,交通量增长快,至2002年底,无锡枢纽以西区段年均断面交通量绝对数已超过1.9万辆/日;以东区段年均断面交通量绝对数已大于2.8万辆/日,高峰时已达4.8万辆/日,高峰时段的服务水平已明显降低。为了满足日益增长的交通要求和提高道路服务水平,更好地为经济建设服务,有必要对沪宁高速公路进行改扩建。改扩建原则是以路基两侧拼接加宽为主,由原来的四车道对称拓宽为八车道。

沿线大部分地区为河相、海相冲积平原,分布有

大量的淤泥质粘土,地质情况复杂,软土层厚薄不均,最大厚度大于30 m。全线平均填土高度为3.7 m,最高达10 m以上;实测沉降量最大值达160 cm,一般为35~60 cm。

沿线土层主要由亚粘土层、淤泥质粘性土层、亚砂土层、粘土层和粉砂层等组成。软土地基最大含水量超过50%,淤泥质土层出现在表层30 m左右深度内。按压缩系数分类,大部分土层是中等压缩性土, $a_{v_{1-2}}$ 小于 $5 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$;有少数土层为高压缩性土, $a_{v_{1-2}}$ 大于 $5 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$ 。

基于该地区的地质特殊性,扩建工程以路基沉

收稿日期: 2005-09-01

效的防护,受雨水等自然因素长期作用,边坡局部逐渐失去稳定。

②受地形条件限制,此段路堑第1、2级边坡设计坡率较陡,自身稳定性较差。

③此段边坡坡体内存在软弱夹层和顺路线走向的节理,在外力因素的作用下,诱发变形。

④防护施工不及时,施工方法不当。

(2)高边坡施工中的注意事项。

①事前要经过现场勘察、从外观上判断是否易产生山坡变形。

②在出现地面变形迹象之后,要能判断出变形的规模及其发展的限度、当前的稳定度、变形速率、危害范围、可能的病因、破坏部位和破坏性质等,并

能大致估出防治工程数量和费用,为制定滑坡整治方案决策提供依据。

③高边坡要随开挖随支护,避免边坡坡面长时间暴露。

参考文献:

- [1] 高速公路丛书编委会. 高速公路设计与施工[M]. 北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 高大钊,袁聚云,主编. 土质学与土力学[M]. 北京:人民交通出版社,1995.
- [3] JTJ 033-95,公路路基施工技术规范[S].
- [4] 赵明阶,何光春,王多垠,编著. 边坡工程处治技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.