

高速公路边坡支护的安全监测

陈国周¹, 张建勋¹, 贾金青²

(1. 福建工程学院土木工程系, 福州 350108; 2. 大连理工大学土木工程系, 辽宁 大连 116024)

摘要: 为了对某高速公路边坡的安全稳定性进行评价, 在边坡上安装了 12 个锚杆内力测力计, 根据 12 个月的观测数据绘出锚杆内力随时间的变化曲线, 分析了降水对锚杆内力的影响、锚杆内力沿边坡高度的分布规律。得到以下两点结论: (1) 由于边坡中存在软弱夹层, 雨水对锚杆内力有很大的影响, 锚杆内力增幅大部分在 10% - 20%, 个别的增幅接近 50%。 (2) 从空间上来看, 锚杆内力沿边坡高度方向基本成弓形分布, 下部和上部增幅较小, 中部增幅较大。

关键词: 岩土工程; 边坡稳定; 支护设计; 安全监测

中图分类号: TU441

文献标识码: A

随着高速公路的快速发展, 公路两边的边坡安全日益引起公众的关注。尤其在高速公路通车之后, 如果发生滑坡, 则对行人的生命安全及车辆构成极大的威胁, 造成的经济损失会很严重。如 2004 年 12 月, 甬台温高速公路发生山体滑坡事故, 致使温州大桥白鹭屿至乐成镇一段的高速公路双向车道全部瘫痪。作为经济安全的支护方式, 锚杆已经在边坡工程中得到广泛的应用。评价锚杆对边坡的加固效果, 现场监测是一种有效的方法。朱焕春^[1]对三峡边坡的锚杆内力观测数据进行分析。韩侃^[2]对预应力锚索测力计在张拉过程中及锁定后锚固预应力的变化特征及损失作了分析。张昌林^[3]通过对广邻高速公路 4 号高边坡预应力锚索的长期监测结果分析表明, 该段边坡的加固处治措施有效。

本文为了评价某高速公路边坡的安全稳定性, 在该边坡施工过程中安装了 12 个锚杆内力测力计, 锚杆张拉锁定后开始观测其内力变化, 根据 12 个月的观测数据分析锚杆内力随时间的变化规律, 对公路边坡安全性进行评价。

1 边坡工程概况

边坡位于河南省宛坪高速公路 K40 + 280 - K40 + 420 处。施工中的现场照片如图 1 所示, 计算参数确定为^[4]: 边坡高为 45m, 长度为 140m, 下滑面的内摩擦角

为 15°, 粘聚力为 18.5kPa, 岩土体容重 $\gamma = 23\text{kN/m}^3$ 。

经过验算以及参考相关规范要求, 最后采用预应力锚杆与格构梁联合支护, 确定支护设计的参数如下:

(1) 锚杆: 锚杆采用高强度、低松弛、无粘结钢绞线 $6 \times 7\phi 5$, 标准强度 1860MPa。锚孔直径为 $\phi 130$, 倾角 20°, 间距 $4\text{m} \times 4\text{m}$ 。锚杆张拉锁定值为 780kN。



图 1 锚固边坡现场

(2) 注浆体: 采用水灰比 0.45 的纯水泥浆, 水泥强度等级为 42.5MPa。

(3) 格构梁和锚墩: 混凝土、锚下承压体混凝土强度采用 C40。梁格截面尺寸为 $300\text{mm} \times 500\text{mm}$ 。

2 锚杆内力监测

为了对边坡施工及其使用过程中边坡的稳定程度

收稿日期: 2009-12-14

基金项目: 福建省教育厅项目 (JB09176); 福建工程学院项目 (GY-Z0810, GY-Z0881)

作者简介: 陈国周 (1979-), 男, 福建漳州人, 讲师, 博士, 主要从事边坡与基坑工程方面的研究。

进行跟踪,对原有的设计方案和施工组织的改进提供反馈信息,对可能出现的滑坡险情及时提供预报,我们在12根锚杆上安装了测力计。

本项目所使用的监测仪器是山东科技大学洛赛尔传感技术有限公司生产的,包括MGH型锚杆测力传感器和GSJ-2型便携式检测仪。测力计安装方法为:

- (1)清理钢垫板上的杂物,保证垫板平整;
 - (2)把钢绞线从锚杆测力计的孔洞中穿过,套上锚具,装上夹片;
 - (3)用对穿千斤顶进行预应力张拉;
 - (4)按设计要求张拉完毕后,退下千斤顶;
 - (5)截断多余的钢绞线,用混凝土封住锚头。
- 安装后的测力计如图2所示。



图2 已经装上的锚杆测力计

3 监测结果分析

3.1 锚杆的内力随时间变化

锚杆预应力张拉设计值是780kN,锚杆测力计安装之后,对12根锚杆内力每天测量一次,得到12个月的监测数据。把12根锚杆内力的变化画成曲线,可以看出有三种变化形式。

(1)波动型:这种变化类型在12根锚杆里有9根,占了绝大多数。取其中典型的一根锚杆内力曲线如图3所示。

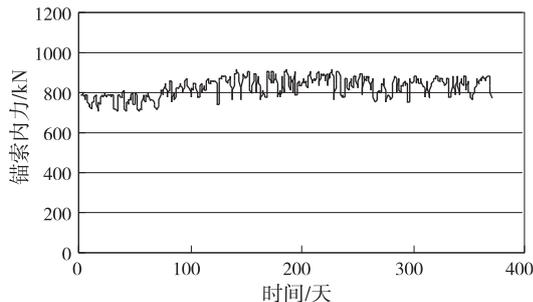


图3 第2排锚杆的内力随时间变化曲线

图3是第2排锚杆的内力随时间变化曲线。第2排锚杆开始观测时的内力为784.04kN,最小值降到

709.34kN,比初始值减少9.5%;最大值升到920.97kN,比初始值增加17.5%;第2排锚杆内力基本在张拉值左右小范围波动,可见边坡下部土体较为稳定。

(2)急剧上升型:这种变化类型在12根锚杆里有2根,取其中一根锚杆内力曲线如图4所示。

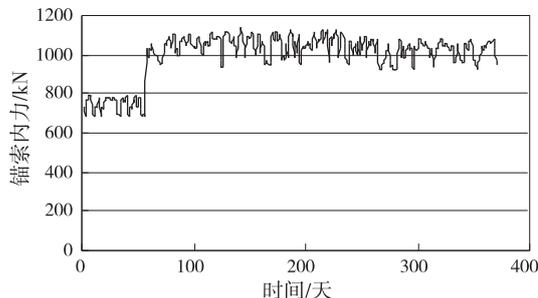


图4 第4排锚杆的内力随时间变化曲线

图4是第4排锚杆的内力随时间变化曲线。第4排的锚杆内力在第58天后突然有很大的增幅,从688.96kN增加到1032.79kN,增幅达49.9%。通过查阅观测记录的天气情况,发现在这几天有大量的降雨。本边坡的地质情况非常复杂,第4排锚杆位置有泥化夹层。泥化夹层的工程性质很差,遇水之后会产生局部滑移,这时支护在边坡上的锚杆提供了锚固力,限制了边坡的位移,这样边坡就把下滑力传递一部分给锚杆,所以第4排锚杆内力增加很大。

(3)下降型:这种变化类型在12根锚杆里只有1根,锚杆内力曲线如图5所示。

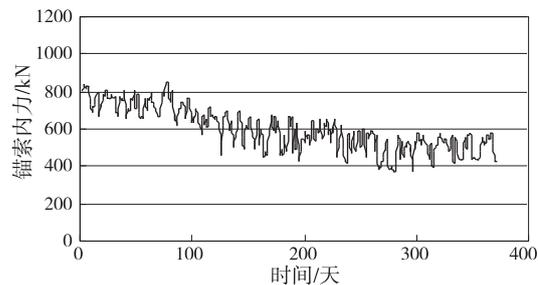


图5 第5排锚杆的内力随时间变化曲线

图5是第5排锚杆的内力随时间变化曲线。第5排的锚杆内力有明显的持续下降趋势,这点与其他所观测的锚杆内力变化规律明显不同。这是由于锚孔孔底的泥渣没清理干净或者在孔底有局部的坍塌,导致注浆时无法在孔底浇注密实。压力型锚杆施加预应力后,钢绞线把预应力传递到孔底的承载体,承载体对浆体产生压力,这时如果浆体不密实将有较大的压缩量,表现在锚杆内力有所降低。

3.2 锚杆内力沿边坡高度的分布规律

分析锚杆内力沿高度方向的分布规律,有助于总结设计经验,使以后在边坡锚杆支护设计方面更加科学合

理。由于观测数据太多,取每隔 60 天一组数据来分析。

图 6 是各层锚杆内力沿边坡高度方向的分布曲线。从图中可以看出,刚开始张拉结束锁定时,各层锚杆的内力相差不大,随着时间推移,各层锚杆内力差别较大,但越趋于某个稳定值。从空间上来看,锚杆内力沿高度方向基本成弓形分布,下部和上部增幅较小,中部增幅较大。但在 26m 高度处的锚杆内力明显比旁边的锚杆内力要小很多,这是由于这个边坡本身存在两个优势滑裂面,下面的滑裂面起点在 15m 高度处,上面的滑裂面起点在 30m 高度处,这样锚杆内力沿高度方向形成两个凸起的形状。

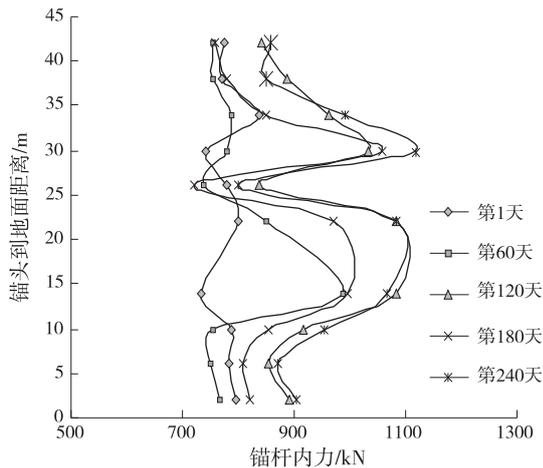


图 6 锚杆内力沿高度变化

从监测结果可看出,本边坡锚杆内力有一定幅度的增长,这表明本边坡的岩土较为破碎,边坡在雨水作用下产生一定的变形。赵蕴林^[5]结合实际边坡工程,考虑无水 and 有水两种情况下的稳定性分析得到,水作用明显地降低了土坡的安全系数。本边坡工程虽然有的锚杆的

内力增长较大,但由于各个锚头之间都用钢筋混凝土梁连接起来,形成一个支护整体,所以边坡还是稳定的。这也正是本边坡支护方案的优点之一。

4 结束语

本文介绍了某高速公路边坡工程所使用的锚杆内力监测仪器及安装方法,对 12 个月的观测数据进行分析,得到以下几点结论:

(1) 由于边坡中存在软弱夹层,雨水对锚杆内力有很大的影响,锚杆内力增幅大部分在 10% - 20%, 个别的增幅接近 50%。

(2) 从空间上来看,锚杆内力沿边坡高度方向基本成弓形分布,下部和上部增幅较小,中部增幅较大。滑裂面的位置对锚杆内力沿边坡高度有影响。

参考文献:

- [1] 朱焕春.某边坡锚杆应力状态测试与分析[J].岩土工程学报,2000,22(4):471-474.
- [2] 韩侃.公路高边坡预应力锚索加固监测与分析[J].铁道工程学报,2008,25(1):53-56.
- [3] 张昌林,杨建国.广邻高速公路 4 号高边坡抢险处治设计和预应力监测效果分析[J].公路交通技术,2005,(3):17-21.
- [4] Chen G Z, Jia J Q. Case Study of Slope Stabilization Using Compression Anchor and Reinforced Concrete Beam[C]//M. F. Cai. Proceedings of the International Young Scholars' Symposium on Rock Mechanics, Taylor and Francis Balkema, 2008, 455-458.
- [5] 赵蕴林.地下水位的上升对边坡稳定性的影响探析[J].四川理工学院学报:自然科学版,2008,21(6):110-112.

Safety Monitoring of a Reinforced Slope of a Highway

CHEN Guo-zhou¹, ZHANG Jian-xun¹, JIA Jin-qing²

(1. Civil Engineering Department of Fujian University of Technology, Fuzhou 350108, China;

2. Civil Engineering Department of Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: In order to valuate the safety of a reinforced slope of highway, 12 anchor force monitors are installed on the slope. Based on the monitoring results, it is analyzed that include the effect of rainfall on the change of anchor force and the rule of the change of anchor force along the slope height. The conclusions as follows: (1) because of rainfall in the slope, most monitoring force of anchor is increased by 10% - 20%, and the maximal force is increased by 50%. (2) the anchor forces of top part and lower part of slope are less than the middle part, which likes a bow along the slope height.

Key words: geotechnical engineering; slope stability; reinforcement design; safety monitoring