

预应力锚固系统的检测与监控

刘大伟

(中铁十一局集团二公司,湖北 十堰 442013)

摘要:通过具体的工程实例,阐述在公路建设中对岩土工程预应力锚固系统的质量检测、监控的技术方法和手段。以具体的测试检验数据为岩土工程质量评价提供了可靠的依据。

关键词:锚固;检测;监控

中图分类号:U416.112

文献标识码:A

文章编号:1000-033X(2002)04-0025-02

随着我国交通事业的蓬勃发展,公路建设中复杂的岩土工程地质问题日渐增多,而岩土治理工程的质量则是公路交通安全的基本保障。由于岩土治理工程受到施工周期、工程进度、工程造价及复杂的工程地质条件等多方面的制约,广大的岩土工程师们都在努力开拓,力求找到经济可靠、操作简便的检测监控手段,以便定量评价岩土治理工程中有关质量的工程技术问题。

1 工程实例

位于鄂西北山区的汉十高速公路武当山段,在开挖深路堑过程中,因切坡引发北侧边坡岩体产生崩塌性滑坡,设计处理方案为预应力锚索。对该滑坡治理工程中预应力锚索的工程质量,我公司质检部门进行了跟踪检测与监控,并提出了定量的评价。

本治理工程选用可调式预应力锚索的设计方案,其排列距为 $3.0\text{ m}\times 6.0\text{ m}$,设计锚固力为 1400 kN 。视坡体上锚固孔所在的不同部位,选用2~9根不同股数的 $7\Phi 5$ 钢绞线,钢绞线的公称直径为 15.24 mm ,抗拉强度标准值为 1860 MPa 。设计锚固角与岩层层面呈 60° ,与水平面呈 35° ,锚固体钻孔直径 $\Phi 150\text{ mm}$,共计226孔。施工时对锚索施加预应力,按3~5级的分级循环次数张拉。

2 检测要求及工作量

由于预应力锚索的施工质量关系到已产生滑动坡体的稳定和公路的运营安全,对预应力锚索施工质量的抽检和最后的整体验收都提出了较高的技术要求。为了获得准确定量的技术数据作为鉴定工程质量的依据,我们对预应力锚固系统进行了实际抽检和有效延续时间的短期监控,主要进行如下工作:

(1)在已完成张拉和锚固的100根锚索中,选择5根(5%)锚索进行整体再张拉试验,检测已完成张拉锚固的锚索的实际锚固力是否满足设计要求。

(2)对完成灌浆但未张拉的锚索,选择7根(5%)代表性锚索,同步进行施工过程的拉力监测和锚固后预应力长期观测。

万方数据

(3)在坡体适当位置增设4个锚固点,按设计制定的施工工艺另行完成成孔、放索、注浆等工作,按监测要求进行张拉过程中的拉力跟踪检测。

3 检测原理及方法

首先,对已完成张拉锚固的锚索进行锚固力的检测。我们采用对锚索钢绞线整体分级张拉的方法,通过对钢绞线伸长值的观测,求取钢绞线伸长值的突变点,其对应的张拉力即为预应力锚索的锁定设计值。整体张拉力按设计拉力(1400 kN)的10%、75%、90%、100%、105%、110%分六级施加。

在检验中发现,已张拉的锚索,经锚具夹片自动锁定后,钢绞线有一与张拉力大小相同方向相反的力即锚固力存在。但当岩体破碎或发育的节理裂隙在锚固力的作用下产生闭合,或当软弱夹层(包括层面间极薄的泥质层)在锚固力作用下发生蠕变时,施加的锁定锚固力会损失变小。因此,对已张拉锚固的锚索进行检测时,当张拉力等于或小于锚固力时,受张拉的钢绞线长度实际上是锚具与千斤顶夹具之间的长度,该长度钢绞线的伸长值符合虎克定律,即随着张拉力的增大,钢绞线的伸长值呈直线增加;当张拉力大于锚固力时,锚具夹片松动,此时受张拉的钢绞线长度突然增大为锚具与千斤顶夹具之间的长度加上自由段钢绞线的长度,在张拉力的作用下,钢绞线的伸长值会突然变化。故通过对钢绞线伸长值的观测,求取钢绞线伸长值的突变点,其对应的张拉力即为预应力锚索的锚固锁定值。

其次,为了解锚索锚固力的变化情况,我们安装了锚测力计,以便对其进行长期监测。本次安装的是GM型弦式岩土锚测力计(简称锚力计)。它由三部分组成,一是承载感压体,直接感受锚索施加的压力并转换成液压;二是钢弦压力传感器,完成压力到电信号的转换;三是信号传输电缆,用以实现锚力计的遥测功能。锚力计采用流体传递压力,可以只用一套传感元件,每次测量数据的测读一次实现,简便、可靠。

锚力计的工作原理为:当刚性环形承载板受到压力后,内

腔的流体同时感生出相应的压力并均匀地施加到传感器的敏感膜板上,使其挠曲变形。一端固定于膜板的钢弦固有频率相应变化,通过钢弦频率测定仪读取该频率,再从预先标定的压力—频率关系曲线上找到该频率对应的压力值,就可以计算出该压力值。

4 监控方案

对预应力锚索施工质量的抽检和监控采用两种方法:

(1) 对施工单位已完成张拉锚固的锚索,待浇灌锚固体相对稳定(至少 8 d)后才对其进行抽检,抽检时应确定预应力损失的程度、原因及范围;

(2) 在整个锚固面上按技术要求均匀选取需长期监测的锚索孔,在张拉前安装锚测力计,待张拉后进行长期监测,了解预应力的变化情况。

本监控方案的实施,对预应力锚固系统工作效率的发挥能作出定量的质量评价。

5 检测数据及曲线

对已完成张拉和锚固的预应力锚索孔的抽检是通过 5-5、6-8、7-11、8-3、9-2 五个孔位进行的。施加检测的拉应力 F 与钢绞线变形伸长值 L 的观测数据如表 1,考虑到预测数据的代表性及曲线的交错,将其中典型的 6-8、8-3、9-2 孔位点绘出如图 1 的曲线。

表 1 拉应力与钢绞线变形伸长值观测数据

测试孔位	拉应力 F/kN					
	140	1 050	1 260	1 400	1 470	1 540
5-5	0.00	5.20	9.88	14.92	18.98	25.28
6-8	0.00	6.12	8.26	13.82	21.34	26.30
7-11	0.00	4.84	7.52	11.44	18.44	24.94
8-3	0.00	4.42	5.68	6.98	11.28	14.08
9-2	0.00	5.24	6.26	7.16	12.68	9.86

可以看出,施加检测应力曲线的初始阶段变化均为直线,满足虎克定律的变化规律。当检测应力达到锚固锁定拉应力时, FL 曲线发生突变的特征极为明显。由此得出,它们的拉力的锁定值分别为 1 260 kN、1 260 kN、1 260 kN、1 400 kN、1 400 kN。

对预应力锚固系统的整体

监控则是通过对 1-9、2-9、2-14、3-5、4-15、5-13、6-5、8-6、12-5、16-1、18-2 等 11 个孔位进行的。通过安装锚测力计后 20-100 d 的观测(见表 2),约有 90%

达到设计张拉力的要求,将其中具代表性的孔位 2-9、2-14、6-5、12-5、16-1 的观测点出曲线图如图 2。可以看出,其锚固锁定拉力与时间的关系曲线随时间延续都有不同程度的下跌。这表明山区在地质条件复杂的情况下,岩石中风化破碎的岩体在张拉力的作用下,发育的节理裂隙发生闭合导致应力释放而使预应力损失。

表 2 安装锚测力计的锚索监测结果表

孔位	2001 年	锚固力锁定值/kN	监测结果															
			观测天数	2	4	6	8	10	20	30	40							
1-9	5.19	1 500	锚固力/kN	1 494	1 462	1 456	1 455	1 440	1 433									
2-9	5.10	1 450	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	40							
			锚固力/kN	1 425	1 420	1 415	1 415	1 410	1 405	1 380	1 360							
2-14	5.10	1 470	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	40							
			锚固力/kN	1 435	1 415	1 410	1 400	1 410	1 405	1 390	1 392							
3-5	4.30	1 452	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	40							
			锚固力/kN	1 420	1 415	1 418	1 400	1 400	1 405	1 398	1 380							
4-15	4.27	1 482	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	40							
			锚固力/kN	1 450	1 435	1 435	1 435	1 435	1 415	1 430	1 410							
5-13	4.27	1 480	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	40							
			锚固力/kN	1 477	1 465	1 460	1 460	1 450	1 415	1 430	1 410							
6-5	3.21	1 460	观测天数	2	4	6	8	10	19	29	49	62	68	78				
			锚固力/kN	1 445	1 428	1 432	1 430	1 428	1 429	1 423	1 400	1 403	1 380	1 380				
8-6	1.27	1 475	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	42							
			锚固力/kN	1 465	1 468	1 435	1 458	1 455	1 438	1 453	1 433							
12-5	4.27	1 495	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	42							
			锚固力/kN	1 486	1 468	1 475	1 467	1 470	1 429	1 435	1 415							
16-1	2.18	1 476	观测天数	2	4	6	9	13	22	32	44	58	73	88	100			
			锚固力/kN	1 469	1 465	1 461	1 458	1 457	1 456	1 456	1 450	1 447	1 446	1 428	1 422			
18-2	4.27	1 495	观测天数	2	4	6	8	10	20	30	42							
			锚固力/kN	1 460	1 455	1 455	1 415	1 427	1 426	1 420	1 390							

6 结果评价

根据山区特有的与其他平原地区不同的工程特点,在进行锚固锁定力的设计时,考虑必需的增加量,这样才能保证岩土治理工程达到预期的目的。

根据监控时间内的监测数据,当不满足锁定拉力的孔数超过技术规定的允许值范围时,必须进行预应力的二次张拉,以使治理工程项目质量达到设计要求。

7 结语

本项目中的检测方法及监控工作布置可为相应岩土工程项目提供可借鉴的思路,为岩土工程项目质量的鉴定、评价、验收提供了可靠的依据。

综上所述,在具体的操作中,可按以下程序和步骤进行:

- (1) 根据规范技术要求,确定检测工作量;
- (2) 绘制检测拉应力与钢绞线变形观测曲线,确定抽检孔位锚固力大小,评价预应力锚固系统是否满足设计要求;
- (3) 确定整体监控工作量及监控延续时间;
- (4) 对工程项目提出定量评价和局部处理措施。

收稿日期:2002-06-11

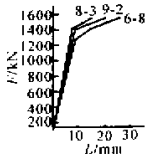


图 1 检测拉应力与钢绞线变形观测曲线

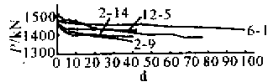


图 2 锚固力与时间关系曲线图