

文章编号:1673-9469(2012)03-0041-04

桩锚支护中预应力锚杆锁定力损失分析及改进

陈建春¹, 叶洪东¹, 魏东²

(1. 河北工程大学, 土木工程学院, 邯郸, 455038; 2. 河北中核岩土工程有限公司, 石家庄, 050022)

摘要:针对石家庄地区深基坑中预应力锚杆实际受力与理论计算结果出入很大的问题,对某地下车库桩锚支护结构监测结果进行了分析。监测结果表明,在使用当地原有的工艺方法下,预应力锚杆锁定力损失很大,锁定后稳定拉力一般仅为100kN,仅为原设计值的1/2~1/3。而且长期观测来看,拉力增长不明显。本工程通过适当改进工艺和施工工具,大大降低了锁定力损失。

关键词:深基坑监测;预应力锚杆;锁定力损失

中图分类号:TU476

文献标识码:A

Analyses loss of lock - stress on the prestressed anchor in the anchor - pile and technique improvement

CHENG Jian - chun¹, YE Hong - dong¹, WEI Dong²

(1. School of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan, 056038, China; 2. The Hebei Nuclear Geotechnical Engineering Co. Ltd, Hebei Shijiazhuang, 050022, China)

Abstract: There were great difference between actual results of Shijiazhuang deep foundation prestressed anchor and theoretical calculations results, the retaining structure monitoring results an underground garage pile - anchor were analyzed. Monitoring results show that the loss prestressed bolt locking force is great by using of Native craft methods; the locked stable rally general is only 100kN, which is 1/2 to 1/3 of the original design value. The growth of rally is not obvious according to the long - term observation results. This paper greatly reduces the loss of the locking force through the appropriate technology and construction tools.

Key words: deep foundation pit monitor; prestressed anchor; lock - stress loss

深基坑的开挖与支护是整个工程建设中最具有风险的一环,有资料显示:任何深基坑工程事故都与安全监测不力或险情预报不准密切相关。然而,在基坑监测过程中,预应力锚杆的监测确是重点监测的对象,在采用桩锚支护的基坑中,预应力锚杆的稳定往往关系着支护桩的稳定。因此,对预应力锚杆的监测在基坑监测中是必不可少的,也是非常重要的,这就要求我们在监测过程中要对预应力锚杆的锁定力损失进行分析,并对预应力锚杆的监测提出相应的改进。本文对石家庄某地下车库深基坑桩锚支护结构的锚杆预应力监测

结果进行了分析。

1 工程基本情况

1.1 工程概况

拟建工程位于石家庄市东南角。总体成梯形状,南北长124 m,东西宽110 m。东侧为城市主干道,南侧为城市次主干道,北侧紧靠一栋五层商业楼,距基坑边3 m,东侧小区建筑均为32层高层建筑,最近处距离基坑边只有12 m。拟建建筑物由2栋30层办公楼、7层商业裙房、4层地下车库

组成。根据建筑方案,30层办公楼拟采用钢筋混凝土框架-核心筒结构,7层商业裙房拟采用框架结构。办公楼高度127 m,商业裙房42 m。地下室底板板底标高拟从现自然地面往下19 m左右。

1.2 场地岩土工程条件

区域地貌上看位于滹沱河冲洪积扇区。场地内地面标高最大值66.43 m,最小值65.01 m,地表相对高差1.42 m,地形较平坦。

拟建场地地层在75.00 m勘探深度范围内,主要由杂填土、第四系冲洪积的黄土状粉质黏土、黄土状粉土、粉质黏土、粉细砂、中砂、中粗砂等组成。自上而下分述如表1。

2 监测方案

基坑为同一深度20 m,采用灌注桩加预应力锚杆支护。其中情况特别复杂的地方加大护坡桩的插入比,增加配筋,加大锚杆密度。考虑工程现场情况和采取的支护方案,拟定选用14个监测断面,每个监测断面监测点布置如图1。

其中,选择MG1, MG3, MG4, MG5, MG6, MG7, MG8, MG9等九个相对典型(影响因素较少,周围环境也较为相同)的监测截面进行结果分析。

的常见病害有如下几种情况:(1)钻孔孔壁与灌浆体之间粘结强度不够;(2)锚杆杆体与灌浆体之间粘结强度不够;(3)锚杆杆体腐蚀;(4)预应力损失;(5)托板失效;(6)锚头松动;(7)锚杆周围土体浸水。其中,预应力的损失及损失程度是预应力锚杆加固技术的关键。常见的预应力损失因素包括:地层蠕变、锚杆钢材的松弛、锚固结构的荷载发生变化或波动、外部冲击等的作用。本工程将分析其他因素对预应力的损失,尤其是锁定瞬时损失的影响。

钢筋应力计和土压力盒埋设后,根据土方开挖情况和工程进展,及时安装相应位置的锚杆拉力计,对锚杆进行实时监测。经整理得到锚杆拉力随土方开挖和时间的变化情况,如图2—图5。

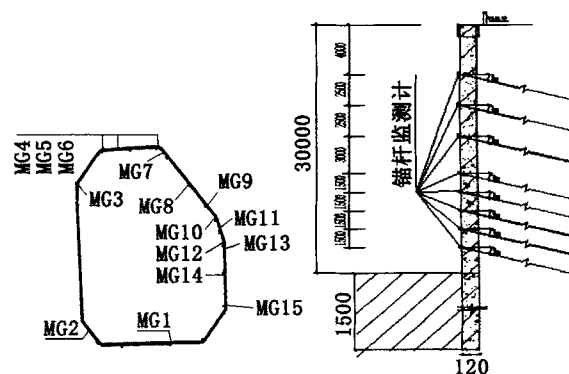


图1 锚杆监测截面及监测点的布置

Fig.1 The bolt monitoring cross-section and the monitoring point arrangement

3 测试结果及分析

通过详细调研分析,初步总结出土层锚杆中

表1 地层分布及主要特点

Tab.1 The stratigraphic distribution and its main characteristics

序号	土层名称	厚度/m	主要特点	C/kPa	$\Phi/(^{\circ})$
1	杂填土	0.30~4.40	松散 稍湿 土质不均		
2	黄土状粉质黏土	0.60~2.70	中-低压缩性 轻微-中等湿陷 可塑	13.4	22.7
3	黄土状粉土	2.00~4.40	中密-密实 稍湿-很湿 中-低压缩	13.5	24.9
3-1	粉细砂	0.80	稍密-中密 稍湿 级配不良		
4	粉质黏土	1.30~7.40	软塑-坚硬 高-低压缩 粉细砂夹层	26.6	22.0
5	粉质黏土	4.70~10.2	可塑-坚硬 高-中压缩 云母夹层	27.5	18.6
6	粉细砂	0.70~8.60	中密-密实 稍湿 长石、石英质	0	30
7	粉质黏土	1.10~4.70	软塑-硬塑 中压缩 夹粉土、细沙	21.0	8.4
8	中砂	0.60~6.60	稍湿 密实 砂质较纯	0	32
9	粉质黏土	0.70~4.50	可塑-硬塑 中压缩	26.4	12.1
10	中砂	5.80~12.7	稍湿 密实 局部胶结层	0	35
10-1	粉质黏土	0.80~3.00	软塑-坚硬 低-高压缩 含姜石	58	17.5
11	粉质黏土	0.70~4.00	可塑-硬塑 低-中压缩 局部胶结层	31.3	12.8
12	中粗砂	18.9~24.1	湿 中密-密实 局部胶结层	0	36
13	粉质黏土	0.40~3.80	可塑-硬塑 中压缩 有钙质胶结	40.5	7.5
14	中粗砂	未揭穿	湿 中密-密实 局部胶结层	0	38

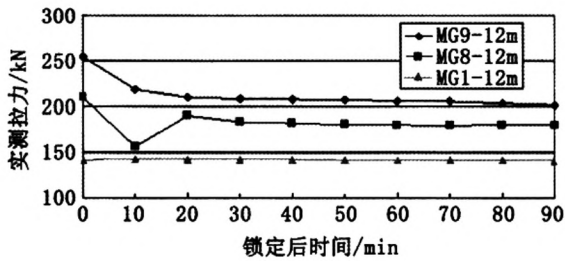


图2 每分钟监测一次

Fig. 2 Monitoritron per minute

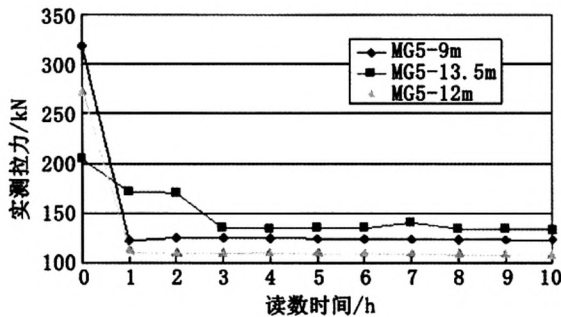


图4 每小时监测一次

Fig. 4 Monitoritron per hour

注:MG4-15m.表示第四个锚杆监测截面,15m深处的监测锚杆

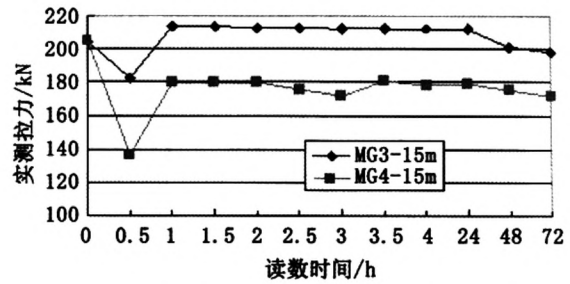


图3 每半小时监测一次

Fig. 3 Monitoritron once every half hour

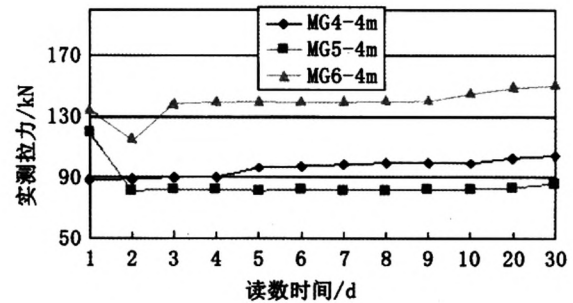


图5 每天监测一次

Fig. 5 Monitoritron per day

1)第一道锚杆设计预应力为 110 kN,图 5 所测三根锚杆基本稳定(3d)之后,都能符合设计要求。而且都呈缓慢增长的趋势。其中第 30 d 测出的拉力,比第三天测出的拉力分别增长 14 kN,4.4 kN,12.6 kN。增长比例为 15.7%,5.4%,9%。

2)锚杆的设计预应力的监测数据图如图 4。其中 9 m,12 m,13.5 m 三道锚杆的设计预应力分别为 300 kN,240 kN,260 kN。除 MG5-13.5 m 因为钢梁变形较大,只拉到 204.3 kN 外。其他两根分别超拉了 6% 和 13%。然而,第二小时测出的结果都是急剧下降,到第三小时基本稳定时,工作拉力分别只有锁定值的 39.4%,40.5%,66%,都远小于设计值。观测其后的拉力-时间变化,基本趋于稳定。由此可判断,巨大的拉力损失发生锁定后的一小时之内。

同时,扩大监测范围得出:即使不同的土层,不同的锁定值,最后稳定的拉力值一般都在 100 kN 左右徘徊。分析原因:(1)在如此短的时间内发生损失,基本上排除了土体蠕变的影响。并且从护坡桩位移监测结果可以看出,其水平位移十分小,一直在 2 mm 左右。(2)有资料指出:长期受荷钢材预应力松弛量通常为 5%~10%^[2]。检

测本工程的高强钢绞线,其伸长率符合要求,加上钢材的影响也是长期的。由此可以排除钢材的因素。(3)水泥浆养护也超过规定的 7d 时间。综上所述,最大的因素可能是施工队的施工工艺和施工工具。



图6 改进后的限位板

Fig. 6 The improved stopper plate

3)观察锚杆监测数据图如图 4。近年来,多项基坑工程的预应力锚杆测试资料表明,千斤顶卸荷后,锁定的荷载与设计值相差较大,有的竟远远达不到设计给定值,甚至部分超张拉的锚杆也是如此^[3]。后来要求其严格按照如下工艺:预加 10% 的拉力值→缓慢加之设计拉力的 110%→停留 3min→缓慢卸载至设计拉力值→缓慢卸载完

成。按规范的要求,缓慢是指 $50 \sim 100 \text{ kN/min}^{[4]}$ 。

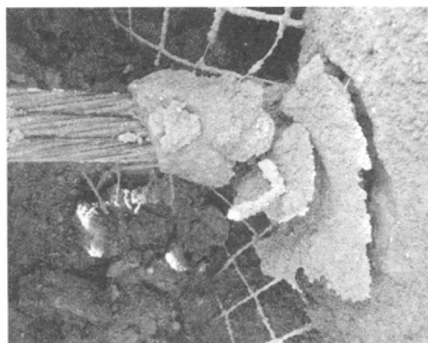


图7 锚杆发生弹性变形

Fig.7 The elastically deformed of bolt

4) 根据锚杆张拉工作原理(如图8),锚索张拉开始后,夹片2随着锚杆发生弹性变形外移(如图7),外移到一定距离时被夹片限位板阻挡,但此时夹片2与锚具之间存在一定的空隙(10 mm)。随后千斤顶开始卸载后,锚杆带着夹片2回移,当夹片2与工作锚的内锥孔接触时,夹片的内齿开始嵌入钢绞线内,但此时锚杆继续产生一定量的位移带着夹片的内齿继续咬入钢绞线,当咬入足够的深时,锚杆才会停止位移。所以,锁定荷载不足的主要原因是卸载时锚杆发生的弹性回缩^[5]。又将限位板的槽深由10 mm改为5 mm(如图6中箭头所指)。通过减少锚杆的回缩,达到降低锁定力损失的目的。最后经过改善工艺和工具,锁定损失大为减小。一个小时之后读数,损失最小的MG1-12 m,仅为0.5%。最大的MG9-12 m,损失19%。

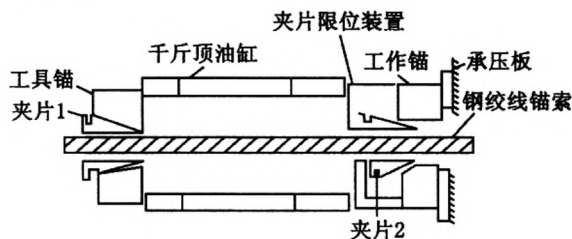


图8 锚杆张拉锁定示意图

Fig.8 The tensioning lock schematic diagram of bolt

5) 经过上述措施改良后,锁定损失有很大的改善,但是仍然有少量损失达到33.3%。如图3中MG4-15 m锚杆锁定后0.5 h的读数。后来又

决定对损失较大的,进行二次张拉补偿。补偿标准为:当锚索承载力 ≥ 1.1 倍的设计荷载值时,按设计荷载的1.1倍控制补偿;当锚索承载力 < 1.1 倍的设计荷载值时,按照检测确定的当前最大承载力值的90%控制补偿^[6-8]。试验证明,二次张拉补偿后,锁定损失问题基本上得到了解决。24 h内拉力平稳,72 h内拉力略有下降,然后趋于稳定。

4 结论

1) 锁定损失是锚杆预应力损失中最大的一类。有时损失甚至超过50%,不能保证工程的质量安全。

2) 在各方面都规范施工的情况下,限位板的槽深对锁定力损失影响最大。

3) 基坑监测和施工,都要规范化。比如:施工单位的施工员,开始时要求锚杆施工队加预应力时只加到90%,然后让其随时间慢慢增长到设计值。这与规范要求的“适当超拉”是恰好相反的。

参考文献:

- [1] 兰永伟,孙广义.深部巷道底板锚杆支护数值模拟[J].黑龙江科技学院学报,2010,20(6):424-426.
- [2] 胡海军.双排桩-锚杆支护的有限元模拟[J].中国煤炭地质,2011,23(11):49-51.
- [3] 胡贺松.深基坑桩锚支护结构稳定性及受力变形特性研究[D].长沙:中南大学,2009.
- [4] CECS 22:2005,岩土锚杆(索)技术规程[S].
- [5] 王板桥.土层锚杆常见病害破坏机理及防治技术研究[D].西安:长安大学,2010.
- [6] 朱本珍,王建松,郑静,等.锚索长期工作性能检测与荷载补偿技术研究[J].岩土力学,2011,32(2):683-685.
- [7] 张玉坡,霍伟,陈东英.花管复合土钉墙支护在基坑中的应用[J].中国煤炭地质,2012,24(3):44-47.
- [6] 沙元恒.苏州地区深基坑锚杆支护的应用实例[J].中国煤炭地质,2009,21(6):56-58.

(责任编辑 徐博会)