

文章编号:1009-6825(2002)09-0076-02

## 后张法预应力钢绞线的伸长值计算与操作检测

张中原

**摘要:**以 K162 + 652.9 预应力空心板桥为例,介绍了后张法预应力钢绞线的张拉伸长量计算方法与控制技术。阐述了张拉、复核使设计预应力准确施加的方法,提出了计算与施工时的注意事项。

**关键词:**后张法,钢绞线张拉,伸长值计算

**中图分类号:**TU755.3

**文献标识码:**A

预应力混凝土结构构件一般是通过张拉预应力筋的回弹挤压,使混凝土截面受到某种量值与分布的内应力,以局部或全部抵消使用荷载应力。预应力技术在发展之初,尽管受滞后的高强材料限制影响,但仍以明显地经济优势越来越受到人们的喜爱。并随着高强钢材的不断产生和发展,预应力技术在建筑结构耐久性方面的能力更加突出明显。

结合工程实例,就后张法钢绞线预应力筋在工程中的伸长量计算与控制技术,做一分析。

## 1 工程概况

北京至沈阳高速公路, K162 + 652.9, 1 m ~ 20 m 预应力空心板桥。设计荷载:汽车—超 20 级,挂车—120。

钢绞线:采用秦皇岛预应力钢绞线联营公司生产的 270 级,公称抗拉强度 1 860 MPa,公称直径 15.24 mm,公称截面积 140 mm<sup>2</sup> 的钢绞线。

张拉设备:柳州市建筑机械总厂生产的 YCD120 型油泵及千斤顶共两套。

## 2 钢绞线伸长量计算

2.1 根据预应力筋在弹性范围内的受拉线性关系,用虎克定律,预应力受外力张拉时的伸长量,一般按如下公式计算:

$$L = (N \times L) / (A_g \times E_g), \quad (1)$$

式中:  $L$  ——预应力筋的伸长量, mm;

$N$  ——预应力筋张拉端的控制张拉力, N;

$L$  ——预应力筋的受拉长度, mm;

$A_g$  ——预应力筋的横截面积, mm<sup>2</sup>;

$E_g$  ——预应力筋的弹性模量, N/mm<sup>2</sup>。

2.2 根据公式(1)可知,预应力筋的张拉伸长值,在选定预应力筋的品种、材质、长度的情况下,预应力筋张拉伸长值的大小主要由所受拉力大小决定,而张拉力的大小通常受外界摩擦的影响。后张法的预应力筋一般分布呈直线和曲线两种状态。张拉时,预应力筋因将沿管道壁滑移,而产生摩擦阻力。摩擦力主要由管道的弯曲和管道的偏差两部分影响产生。从理论上说,直线管道部分无摩擦损失,但由于施工中管道位置的偏差及孔道不光滑等原因,在预应力筋张拉时,实际上仍会与孔壁接触而引起摩擦,称为管道偏差影响;弯道部分,则除了管道偏差影响之外,同时还有因孔道弯转,预应力筋对弯道内壁的径向压力所引起的摩擦,这称为弯道摩擦影响。

后张法预应力筋的布设,通常以曲线为主,直线为辅,故在计算预应力筋的伸长量对分直线段与曲线段两部分分别计算,然后各段叠加。

为减少摩擦损失,在张拉施工中可采用如下措施:

a. 采用两端张拉,以减少 值及管道长度  $l$  值。

b. 采用超张拉,其张拉工艺程序为:

0 初应力(一般为 0.1  $k$ ) 105 %  $k$   $\xrightarrow{\text{持荷 5 min}}$   $k$ 。

## 3 施工

预应力筋伸长值计算得是否准确,除了在选用公式和确定外界摩擦条件外,还与施工有密切的关系,施工中的好坏,直接涉及到外界条件选取值的准确性,根据设计要求预留管孔道要定位准确,线顺畅。孔壁光滑,无明显的扩径现象,只有这样,才能保证张拉伸长值的准确性和满足设计控制应力的准确性,减少摩擦损失。

### 1) 编、穿束

依据设计长度用切割机在工作台上下料,误差控制在  $\pm 3.0$  cm,然后编束,各股平行、不得缠绕,每隔 1.5 m 细铁丝扎牢,在每束每股钢绞线两端做好对应标记,以保证张拉时两端对应,不混杂。按照图纸计几股为一束,各股在两端下互错开 3 cm ~ 5 cm,以便穿戴锚具,制作好的钢绞线束,从清理好的孔道一端穿入,每端外露 84 cm,以备张拉工作需要。

### 2) 张拉

打开钢绞线两端的扎丝,辨清两端标号,对应穿上工作锚,打好夹片。打工作锚和工具锚夹片时,用一根 60 cm 长,内径略大于单股钢绞线直径的钢管,套在对应的钢绞线上,反复敲打,墩入夹片。以保夹片同步楔入,端面平齐。依次套入限位板、千斤顶,上好工具锚。上工具锚夹片时,为了容易退锚,各夹片外表涂蜡,或用塑料纸外裹夹片。检查核对锚具及千斤顶的中心线是否垂直于梁端垫板平面,千斤顶和油泵的连接管路有无缠绕、接头有无泄露现象。

张拉根据测量伸长值需分几个阶段,按锚固端设计张拉力  $P_{控}$  控制,顺序为 0 10 %  $P_{控}$  (初应力) 20 %  $P_{控}$  100 %  $P_{控}$  105 %  $P_{控} \xrightarrow{\text{持荷 5 min}}$  100 %  $P_{控}$ ,准备工作做好后,两端两套设备同时开机,油泵供油需匀速。当油表读数达到对应张拉阶段,分别量取前后端活塞外伸量。在通常情况下,0 10 %  $P_{控}$  段的钢绞线伸长量( $L_1$ ),从活塞上量测误差较大,因为这时钢绞线需克服在孔道内的松弛及锚具的变形,故一般还要测量 10 %  $P_{控}$  20 %  $P_{控}$  段( $L_2$ )的伸长量,按照钢绞线的弹性理论可用此段的伸长量代换 0 10 %  $P_{控}$  段的伸长量。同时还应注意在张拉力达到 100 %  $P_{控}$  ( $L_3$ )时,测量的伸长量不能真实反映钢绞线最终的伸长量,还应测量千斤顶在打开回油阀的一瞬间,千斤顶有一个回缩量,在计算钢绞线的伸长量的同时,必须减去这个回缩量。所以,预应力张拉伸长值  $L = (L_3 + L_2 - 2 \times L_1 - 10) \text{ mm}$ 。(下转第 81 页)

收稿日期:2002-06-23

作者简介:张中原(1970-),男,1994年毕业于太原工业大学道桥专业,助理工程师,山西省公路工程二处,山西太原 030006

安注胶嘴。

6) 注胶:注胶顺序应沿路面坡度从下至上,进排口间隔布置,压力 0.3 MPa~0.5 MPa,待邻孔喷胶后封排气口,稳压 10 min~15 min,再次灌注,直到所有孔喷胶为止。

7) 外观清理:打磨注胶口及表面密封胶,使外观平整、美观。

## 5 处治效果

在注胶工艺施工中,要求施工人员严格执行工艺规范,认真掌握施工技术要领,对每一道裂缝都要先进行技术诊断,再采取合理工艺措施进行注胶处理。同时在施工前和施工中,做了大量的室内试验和现场取样试验,缝隙注胶量达 85 %以上,各项技术性能指标基本达到混凝土路面质量要求。混凝土裂缝注胶试验报告见表 1、表 2。

表 2 混凝土裂缝注胶工艺试验报告(二)

检测项目		检测方法	结果						备注
			1	2	3	4	5	6	
外观	缝隙	目测	透明体	透明体	透明体	透明体	透明体	透明体	1、2、3
	表层		灰色	灰色	灰色	透明体	透明体	透明体	压力注胶
注胶量		目测	饱满	有空隙	饱满	有空隙	饱满	有空隙	4、5、6
抗折强度(28 d)		劈裂试验	3.85	4.45	3.45	4.92	4.15	4.56	自流注胶
裂缝类型	实地取样	横缝	横缝	横缝	横缝	横缝	横缝	横缝	
		(0.5 mm~1.0 mm)	(1.0 mm~1.5 mm)	(0.8 mm~1.2 mm)	(0.8 mm~1.0 mm)	(0.8 mm~1.2 mm)	(0.5 mm~0.8 mm)		
注:混凝土裂缝填充材料:XH160A/B									

京大高速公路注胶工艺现场实验工程实施 3 个多月后,分别

对断角、部分断板裂缝进行注胶处理。根据现场观察,裂缝深度较浅的缩缝、断角裂缝在由于缝隙易清理、在注胶后,表面缝隙胶量饱满,与混凝土路面紧密粘结为一体,无开裂现象。同时经一年多汽车行驶运行,断角、裂缝至今粘接完好,耐磨、抗压性能均高于混凝土路面强度。

## 6 结语

通过几个月的裂缝注胶工艺施工,认为 XH160A/B 灌注胶就其粘接性能、力学强度、流动性来说是比较理想的注胶材料,且注胶工艺也可满足施工质量要求。混凝土裂缝修补采用改性环氧树脂灌注工艺是一种新技术、新工艺,它具有技术先进、经济合理、施工方便、交通便利等优点。

1) 首先对混凝土路面施工中养护期内产生的断板裂缝在 3 d~10 d 内及时压力注胶,可保证裂缝粘接牢固,达到修补断板的目的。

2) 对混凝土路面在使用期和施工期产生的断角、裂缝,在未发展到板块沉陷、唧泥等严重情况下,及时采用注胶工艺,可完全修复路面。

3) 注胶工艺施工简单,工程量小,工期短,不影响交通,注胶 6 h 后即可通车。

4) 注胶工艺的所需人工费、机械费、材料费与整板更换相比,可节约费用 1/2;与条带罩面相比可节约费用 1/3,有良好的经济效益。

混凝土路面病害处治采用改性环氧树脂灌注工艺是新的尝试,经过科研人员的不断探索、改进、完善后,一定对混凝土路面养护及维修起到重要作用。

# The application of modified epoxy resin in concrete road surface disease prevention

ZHAO Li-fang

(Shanxi Jingda Express Highway Co. Ltd., Datong 037006, China)

**Abstract:** Treatment methods for concrete road surface cracks, angle of rupture and so on with modified epoxy resin pouring craft are discussed in this paper. And the characteristic and pouring construction craft of modified epoxy resin are introduced. In addition to it, pouring effect is also analyzed.

**Key words:** pouring craft, concrete road surface, disease treatment

(上接第 76 页)

## 4 检验

通过对 K162 + 652.9, 1 m~20 m 的空心板, 80 束的钢绞线检验发现:

a. 伸长值及回缩量

伸长值均符合《规范》要求,在  $\pm 6\%$  的范围内。回缩量对带限位梭的千斤顶回缩量一般为固定值,值为 1 cm,分析原因,正好是限位梭的凹陷深度。

b. 侧向挠度

对于空心板,由于未设计有横向偏移的钢绞线,故侧向挠度虽有但不大。分析原因,还是设备数量不足,应该左右两侧的两束筋同时张拉,就不会产生侧向挠度了。

## 5 结语

后张法预应力钢绞线张拉伸长值的计算,选用公式要适当。尤其是在直线部分,也要考虑孔道局部偏差产生的摩擦,同时在张拉施工中,不能忽略打开回油阀时,钢绞线的回缩量,只有这样,才能正确反映钢绞线的伸长量。

# Calculation and operation detection of extension value of post-tensioned prestress and steel strand

ZHANG Zhong-yuan

(The Second Department of Shanxi Road Engineering, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** Taking K162 + 625.9 prestress cored slab bridge as example, the calculation methods of post-tensioned extension value of prestress steel strands are introduced in this paper. by tension and check design prestress is correctly acted. At the same time the matters paid much attention in construction and calculation are given.

**Key words:** post-tensioned, steel strand tension, extension value calculation