

# 环氧砂浆对钢绞线的握裹性能试验

周红梅 庞维林 苏均

**【摘要】**本文通过环氧砂浆握裹斜拉索锚头时,所需钢绞线粘结长度的计算和张拉试验,验证了环氧砂浆对钢绞线的握裹力,对锚具的粘结力满足有关规定要求。

**【关键词】** 环氧砂浆, 握裹性能, 试验

## 一、前言

在斜拉桥的梁、索、塔三部分结构中,作为主要承载构件的斜拉索,要有足够的承重能力、良好的抗疲劳性能和可靠的防护措施,这是斜拉桥安全使用的可靠保证。而每根索的抗疲劳性能、防护好坏是一座桥寿命的重要标志,也是整个拉索体系的关键技术所在。一根索的抗疲劳性能体现在锚头锚具自身的抗疲劳性和锚头内所灌注的防护浆体的抗疲劳性(即防护浆体对钢绞线的握裹性能)。本文集中介绍了防护浆体对钢绞线的握裹性能试验。

## 二、钢绞线粘结长度的设计计算

斜拉桥的恒、活载索力应由斜拉索的锚头全部承受。斜拉索的锚头在灌浆后,浆体握裹裸露的钢绞线,除具有防腐性能外,还吸收部分动载荷,且要求50%以上,夹片只承担恒载和等于、小于50%的活载,以提高锚固段的抗疲劳性能。鉴于上述要求,粘结长度按应力上限 $0.45\sigma_b$ ( $\sigma_b=1770\text{MPa}$ )即 $796.5\text{MPa}$ ,浆体承受一半应力即 $398.25\text{Mpa}(55\text{kN})$ 来计算,根据下式:

$$\tau = \Sigma AsFy / (\pi dnL) \leq 2.0Ft$$

$$L \geq \Sigma AsFy / (2.0Ft \pi dn)$$

式中:  $\Sigma AsFy$ ——节点上的力

$\pi d$ ——钢绞线周长

$n$ ——钢绞线根数

$L$ ——钢绞线锚固长度

$Ft$ ——环氧砂浆抗拉强度

节点上的力按钢绞线所承受上限应力的50%

来计算(55kN),由于钢绞线使用镀锌绞线,混凝土对其有腐蚀性,不能灌水泥砂浆,因此选择环氧砂浆,则每根钢绞线所需的握裹长度为

$$L \geq \Sigma AsFy / (2.0Ft \pi dn)$$

$$\geq 55 / (2.0 \times 10 \times 3.14 \times 15.2 \times 1)$$

$$\geq 57.6(\text{mm})$$

考虑到钢绞线的破断长度为锚固长度的4倍,即 $57.6 \times 4 = 230.4\text{mm}$ ,又因为钢绞线排列密集,此处的安全系数可取 $K=2\sim 2.5$ ,因此握裹长度取 $460\sim 576\text{mm}$ ,具体长度根据钢绞线数量多少来确定,本次试验为单根和19根,试验模长度取 $400\text{mm}$ 。

## 三、试件

一般情况,选择单根试件,再根据“群体效应”选择典型正六边形19孔做试件,即做两种有代表性的试件,其尺寸见表1。试件构造图见图1。在灌浆的同时,取浆体做3件小试块。

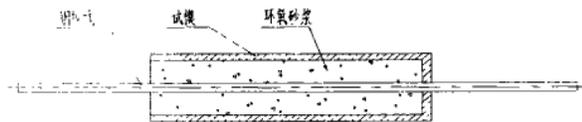


图1 试件结构简图

表1 试件尺寸表

类型	钢绞线长度	件数	试模长
单根	800mm	6件	400mm
19根	1200mm	2件	400mm
小试块		3件	70mm × 70mm × 70mm

## 四、材料

环氧砂浆是由上海特种树脂厂提供,其按重量配比见表2,其中厂家还提供了物理性能和力学性能参数,见表3,表4。

研究试验

表2 环氧砂浆重量配比表

编号	组份名称	重量比例
1	A份材料	100
2	标准石英砂	72
3	灰绿岩粉	18
4	B份材料	55

说明: 1、A组含树脂、稀释剂、活性剂、催干剂  
2、B组含固化剂、稀释剂、表干剂 3、上述1~4为加料顺序, 1~3材料混合均匀后加第4份。

表3 环氧砂浆物理性能表

编号	名称	结果	备注
1	粘度25℃	60000 ml/a · s	混合后1小时
2	比重25℃	1.37 g/ml	
3	收缩率	0.0067 mm/mm	
4	玻璃化温度	≥75℃	

表4 环氧砂浆力学性能测试表

编号	名称	结果	备注
1	抗压强度 (MPa)	≥70	试件七天龄期
2	抗拉强度 (MPa)	≥10	试件七天龄期
3	抗剪强度 (MPa)	≥10	试件七天龄期
4	弹性模量 (MPa)	1468	试件七天龄期

五、试验过程

因为斜拉索使用的是无粘结筋钢绞线, 做试验时必须将PE剥掉, 打散钢绞线除油清洗, 最后用丙酮擦干净再恢复原状。试模装好后, 将环氧砂浆按厂家所给的加料顺序配好, 灌入试模腔内, 并用钢丝捣实, 在灌入模腔的同时, 并制作小试块, 在室温条件下, 固化七天, 在张拉前首先检验小试块的抗压强度, 若是达到设计值, 即5.5kN以上, 才可按图2进行张拉试验。将张拉设备及试件根据图2所示连接好, 平稳的给千斤顶加压, 观察油压表的读数, 同时观察另一头钢绞线, 当另一头钢绞线明显转动时, 记录油压表的最大读数, 这时即可得到最大的粘结力。

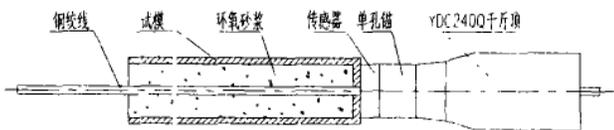


图2 试验装置

六、试验数据

环氧砂浆试块抗压强度检验结果如表5, 单孔试件检验结果表6, 19孔试件检验结果表7。

表5 抗压强度检验结果表

检验项目	实测值(MPa)
六天龄期的抗压极限强度(MPa)	1# 61.22
	2# 64.29
	3# 66.94

表6 单孔试件检验结果表

项目编号	油压表读数 (MPa)	平均值 (MPa)	拔脱力 (kN)	拔脱力平均值 (kN)
1	15	14.8	71.55	67.18
2	14.8		70.60	
3	13.5		64.4	
4	13		62.01	
5	14.2		67.73	
6	14		66.78	

表7 19孔试件检验结果表

试件	项目	张拉观测值						
		2	5	10	15	20	25	26.5 (拔脱)
1#	油压表读数(MPa)	2	5	10	15	20	25	26.5 (拔脱)
	千斤顶拉力(kN)	200	500	1000	1500	2000	2500	2600
	活塞伸长量(mm)	22.5	25	29	32.7	36.5	40.5	
2#	油压表读数(MPa)	2	5	10	15	20	25	26.5 (拔脱)
	千斤顶拉力(kN)	200	500	1000	1500	2000	2500	2610
	活塞伸长量(mm)	17	31	41.02	45.6	50	54	

七、试验结论

1、斜拉索钢绞线与环氧砂浆握裹力试验, 单根钢绞线在环氧砂浆握裹长度400mm时, 握裹力达到62.01~71.55kN, 19孔钢绞线在握裹长度400mm时, 握裹力达到260.5kN, 远远超过应力幅在200MPa条件下浆体对钢绞线握裹力应承担一半动载荷的要求。

2、厂家提供的配方是可行的, 按其配方配料进行拌浆后, 浆体较均匀、具有可灌性。

3、环氧砂浆与锚具的粘结力说明: 钢绞线加环氧砂浆固体未从锚具中拉出, 说明环氧砂浆与锚具的粘结力也满足要求。