

广西柳州潭中高架桥有粘结预应力 孔道摩阻测试

冯明源 文术 张启生

摘要 为保证预应力的有效值达到设计要求,在张拉前对孔道摩阻系数和偏摆系数进行测定。本文主要介绍测试方法及计算、分析结果。

关键词 预应力 孔道 摩阻测试

1. 工程概述

柳州市潭中高架桥位于广西柳州市潭中大道,在柳州四桥和柳州三桥之间。高架桥由柳州市政设计院设计,中建八局南宁总公司承建,预应力部分由柳州欧维姆建筑机械有限公司组织施工。主线桥 Z5 联为 C50 预应力砼现浇连续跨箱梁,一箱两室结构。预应力筋采用 ASTM A416,强度为 1860Mpa。该联长 120m,由 (35m + 45m + 35m) 三跨组成。为了保证预应力张拉施加的有效应力达到设计要求,在张拉前要求对其孔道摩阻系数 K 、 μ 值进行测定,以便确定最终的张拉控制力。

2. 测试方法

2.1 伸长值与测试应力

测定预应力孔道摩阻,为了避开锚口应力损失,测定时主拉端不宜安装工作锚板。另外,由于钢束长度为 120m,在张拉控制力达到 $0.75\sigma_k$ 的前提下,一端张拉的伸长值为 670mm,而所用 HVM 品牌的 YCW250B 型千斤顶行程为 200mm,一台千斤顶一次无法张拉到设计控制应力。故而采用四台千斤顶串联,进行摩阻测试。

2.2 测试应力控制

该联测试钢束根数为 $9\Phi 15.24$,张拉控制力 $P = 0.75\sigma_k \times 140 \times 9 = 0.75 \times 1860 \times 140 \times 9 = 1757.7\text{kN}$ 。测试时主要测定主拉端达三级控制应力时相应的被动端的应力值。主拉端达三级控制应力时张拉力分别为:

$$0.2P = 0.75 \times 1860 \times 140 \times 9 \times 0.2 = 351.5$$

kN;

$$0.6P = 0.75 \times 1860 \times 140 \times 9 \times 0.6 = 1054.6$$

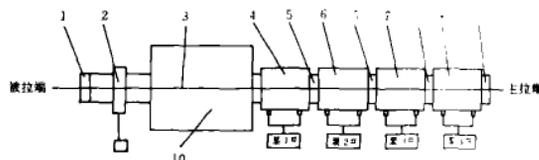
kN;

$$1.0P = 0.75 \times 1860 \times 140 \times 9 \times 1.0 = 1757.7$$

kN。

主拉端控制应力通过压力表上的读数进行控制。压力表与千斤顶在测试前要进行配套标定。

2.3 测试设备安装



测试设备安装图

图中: 1. 工作锚板 2. 测力传感器 3. 钢绞线束

4. 顶 1# 5. 套筒 6. 顶 2# 7. 顶 3# 8. 顶 4# 9. 工具锚板 10. 砼构件

2.3.1 测试设备:柳州欧维姆公司生产的 HVM 品牌 ZB4-500 泵 4 台, YCW250B-200 型千斤顶 4 台, 300 吨测力传感器 1 台, 倒链 4 个。

2.3.2 安装

(1) 测试设备安装顺序: 顶 1# → 套筒 → 顶 2# → 套筒 → 顶 3# → 套筒 → 顶 4# → 工具锚板。

安装时千斤顶与千斤顶之间要对中, 四个千斤顶中心要求在一条直线上。工具夹片暂时不能

打紧。

(2) 安装测力传感器, 装上工作锚板, 测力传感器与锚垫板要对中, 打紧工作夹片。

(3) 每台顶的油缸各打出 20mm。这主要是为了使四台千斤顶进油后压力能相互传递, 使四台千斤顶的压力都能在压力表上显示出来; 另外在测试后卸压回缸时能顺利取下工具锚板和夹片。

(4) 测力仪调零。

(5) 打紧主拉端工具夹片。

3、测试工作

3.1 测试过程中必须有监理、设计代表在场监督和见证。

3.2 测试步骤

(1) 开动油泵 1#, 顶 1# 开始进油。

(2) 主拉端测试张拉力按 0.2P—0.6P—1.0P 分三级进行控制, 测出被动端的应力。

(3) 由于千斤顶的行程为 200mm, 为了保证安全和质量, 在测试过程中每台千斤顶的油缸打出不能超过 190mm。

(4) 千斤顶进油张拉顺序按: 顶 1# → 顶 2# → 顶 3# → 顶 4#, 直至张拉到控制应力为止。

(5) 任何一台千斤顶, 当压力达到 0.2P 时, 锁定千斤顶, 持压 2 分钟后, 读出被动端测力传感器测力仪上的读数, 并作记录。

(6) 按 0.2P—0.6P—1.0P 慢慢升压, 并在压力达到 0.4P、0.6P 时, 分别读出被动端相应传感器测力仪读数, 并作记录。

(7) 测试完后, 慢慢降压, 按以上步骤重新再测试一次, 并作好记录。按上述程序测试另一束, 测完三束为止。

4、孔道摩阻 K、μ 值计算

4.1 测试预应力孔道摩阻, 主要是通过测定出孔道预应力损失来测定孔道摩阻 K、μ 值。在计算 K、μ 值时, 只能先确定 K 为固定值, 通过预应力损失来计算 μ 值; 或确定 μ 为固定值, 计算 K 值。

4.2 计算公式

$$\mu = \frac{-\ln(P_{\text{被}}/P_{\text{主}}) - KL}{\theta}$$

$$K = \frac{-[\mu\theta + \ln(P_{\text{被}}/P_{\text{主}})]}{L}$$

4.3 测试结果评定方法: 计算结果与设计 K、μ 取值比较, $\mu_{\text{测}} \leq \mu_{\text{设}} = 0.35$ 时或 $K_{\text{测}} \leq K_{\text{设}} = 0.003$ 为合格。

5、测试结果及分析

5.1 测试结果

表 1 摩阻系数 μ 值测试计算结果

钢束规格		Φ15.24 1860 级				控制应力		1395Mpa		
钢束编号	读数	0.2P 表读数 (Mpa)	张拉力 (kN)	0.6P 表读数 (Mpa)	张拉力 (kN)	1.0P 表读数 (Mpa)	张拉力 (kN)	累计转角 θ(rad)	束长 L(m)	摩阻系数 μ
	N1 南 (9 根)	主拉端 被动端	7.8 211	351.5 211	23.6 633	1054.6 633	39.4 1054			
N1 北 (9 根)	主拉端 被动端	7.8 207	351.5 207	23.6 622	1054.6 622	39.4 1056	1757.7 1056	0.6334	120.1	0.236
N9 (9 根)	主拉端 被动端	7.8 214	351.5 214	23.6 643	1054.6 643	39.4 1121	1757.7 1121	0.40817	120.1	0.219
备注		K 取值 0.003 代入公式 $\mu = [-\ln(P_{\text{被}}/P_{\text{主}}) - KL] / \theta$, μ 按最后一级数值计算								

表 2 摩阻系数 K 值测试计算结果

钢束规格		Φ15.24 1860 级				控制应力		1395Mpa		
钢束编号	读数	0.2P 表读数 (Mpa)	张拉力 (kN)	0.6P 表读数 (Mpa)	张拉力 (kN)	1.0P 表读数 (Mpa)	张拉力 (kN)	累计转角 θ(rad)	束长 L(m)	摩阻系数 K
	N1 南 (9 根)	主拉端 被动端	7.8 207	351.5 207	23.6 632	1054.6 632	39.4 1055			
N1 北 (9 根)	主拉端 被动端	7.8 210	351.5 210	23.6 625	1054.6 625	39.4 1063	1757.7 1063	0.6334	120.1	0.0023
N9 (9 根)	主拉端 被动端	7.8 218	351.5 218	23.6 654	1054.6 654	39.4 1118	1757.7 1118	0.40817	120.1	0.0026
备注		μ 取值 0.35 代入公式 $K = -[\mu\theta + \ln(P_{\text{被}}/P_{\text{主}})] / L$, K 按最后一级数值计算								

5.2 测试结果分析

在公路桥梁规范中, 一般对有粘结预应力孔道摩阻 μ 取值规定为 0.3—0.4, K 值为 0.002—0.003, 本高架桥在预应力设计过程中, 设计 μ 取值为 0.35, K 取值为 0.003。

从测试结果表 1、表 2 分析, 本次孔道摩阻测试的 $\mu_{\text{平均}} = 0.226$, $K_{\text{平均}} = 0.0024$, 均少于设计的 K、μ 取值, 满足设计要求。

6、结束语

本次预应力孔道摩阻测试, 采用了主拉端用 4 台千斤顶串联进行测试长度为 120m, 一端张拉伸长值为 670mm 的钢绞线束, 被动端采用测力传感器测定。测试结果 μ 值平均为 0.226, K 值平均为 0.0024, 从随后进行的正式张拉来看伸长值与计算值十分吻合, 说明测试数据可靠, 结果非常理想。因此对于长度伸长量超过千斤顶行程的钢束, 测定其孔道摩阻, 采用测力传感器和千斤顶串联的方法进行测试可取得较为可靠的数据, 对正式张拉起到很好的指导作用。