

20 米预应力混凝土梁理论张拉伸长值与实际伸长值分析

黄 农 杨 连

一、工程概况

黄山路工程是合肥市政府 1998 年重点工程之一,是向建国 50 周年献礼一个闪光点工程。黄山路是合肥城市规划的中轴线,是“学府路”、“拥军路”、“园林大道”。该道路全长 9.8 公里,有三座桥梁,其中跨合九铁路专用线采用了 20 米后张法预应力混凝土简支梁。该桥(简称合九立交桥)全长为 36 米,宽为 34 米,三跨,两边跨各为 8 米,中间跨为 20 米,是黄山路工程重点工程之一。

二、钢绞线理论伸长值计算

(1) 理论公式:

根据《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89),钢绞线理论伸长值计算公式如下:

$$L = PL / A_p E_s \quad (1)$$

$$P = P \frac{1 - e^{-(x + \mu)}}{x + \mu} \quad (2)$$

公式中: L ~ 预应力钢筋理论伸长值(MM)

P ~ 预应力钢筋的平均张拉力(N)

x ~ 从张拉端至计算截面孔道长度(M)

A_p ~ 预应力钢筋截面面积

E_s ~ 预应力钢筋的弹性模量 MPa (N/mm^2)

P ~ 预应力钢筋张拉端的张拉力(N)

~ 从张拉端至计算截面曲线孔部分切线夹面之和(rad)

~ 孔道每 M 局部偏差对摩擦的影响的系数,见文[2]

μ ~ 预应力钢筋孔道壁的摩擦系数,见文[2]

(2) 钢绞线性能及有关数据

本工程钢绞线 (GB5224—85) 为 $\phi 15.0(7\phi 5.0)$, $R_p = 1500MPa$, $\sigma = 0.75R_p$, 钢绞线产地为江苏无锡金羊,通过东南大学力学研究所测试报告,10 小时应力松弛率小于 1.5%,外推 1000 小时松弛率为 1.9%,小于规范的要求 2.5%。弹性模量 $E_s = 1.95 \times 10^5 MPa$ (试验值)。

a: $7\phi 15.0$ 钢绞线截面面积为:

$$A_p = [(5/2)^2 \times 3.14 \times 6 + (5/2)^2 \times 3.14 \times (1 + 2.5\%)] \times 7 = 965.58mm^2。$$

其中 2.5% 为 $7\phi 15.0$ 中间一根钢绞线截面增大。

b: 张拉端张拉应力:

$$R_{0.1} = 0.1 \cdot A_p = 0.1 \times 1125 \times 965.58 = 108627.75(N)$$

$$R_{0.25} = 0.25 \cdot A_p = 0.25 \times 1125 \times 965.58 = 271569.38(N)$$

$$P = \cdot A_p = 1086277.5(N)$$

$$R_{0.05} = 1.05 \cdot A_p = 1.05 \times 1125 \times 965.58 = 1140591.38(N)$$

(3) 张拉程序及器具

张拉程序: 0 —— 初应力 0.25 —— 1.05 (超张拉)

持荷 5min —— (锚固), 先张拉 N_1 , 后张拉 N_2 。

张拉器具为 YCW250A 型穿心千斤顶, 采用省国防工办 ATM 夹具, 孔道预留方式预埋波纹管, 同时相应 μ 取值为:

$$= (0.0006 + 0.001) / 2 = 0.0008$$

$$\mu = (0.16 + 0.19) / 2 = 0.175 \text{ (见图 1)}$$

1. 配制强度 $f_{cu,0}$ 的确定

高性能混凝土配制强度可按普通混凝土配比设计方法计算即:

$$f_{cu,0} \gg f_{cu,k} + 1.645$$

式中: $f_{cu,k}$ 为混凝土立方体抗压强度标准值 (MPa), 为混凝土强度标准差。

由于影响高性能混凝土强度的因素多, 变异系数大, 无统计资料时, 建议取 $0.12f_{cu,k}$ 。

2. 水胶比 (W/B) 的确定

水胶比决定着水泥浆基体及过渡区的孔隙率, 对混凝土强度、工作性和耐久性有显著影响。

我国普通混凝土配合比设计采用保罗米公式计算水灰比, 即

$$f_{cu,0} = A f_{ce} (c/wB)$$

式中: f_{ce} 为水泥的实际强度, A 、 B 为回归系数。

对于高性能混凝土, 由于活性掺合料和高效减水剂的掺入, f_{ce} 和 c 的含义均已不同, 此关系式不再适用。可采用 Abrams 水胶比定理即

$$f_{cu,0} = k_1 / k_2^{W/B}$$

式中: k_1 、 k_2 取决于原材料、龄期等因素。

因为高性能混凝土水胶比变化范围较小 (0.28 ~ 0.40), 上面指数函数关系, 可近似用直线方程取代, 简化为:

$$f_{cu,0} = k_1 - k_2 \cdot W/B$$

利用此式经试配计算出 k_1 、 k_2 系数, 再将 $f_{cu,0}$ 代入, 即可求得水胶比 (W/B)。

3. 矿物掺合料种类及用量的确定

如前所述, 掺入活性矿物掺合料的主要目的是提高混凝土强度。这里还需指出, 活性矿物掺合料对改善混凝土工作性、改善水泥石的亚微观结构从而提高耐久性也有十分积极意义。且掺合料种类的选择对混凝土成本影响亦较显著。

根据作者的研究和经验, 建议配制 C50 ~ C70 的高性能混凝土, 可单独掺加优质粉煤灰或矿渣代替 15% ~ 35% 的水泥; 配制 C80 以上的高性能混凝土可采用 5% ~ 10% 的硅灰和 10% ~ 15% 的优质粉煤灰或矿渣混合掺入。

4. 用水量 W 及高效减水剂的确定

高性能混凝土用水量的确定要与高效减水剂用量联系起来考虑。高效减水剂价格昂贵, 且超过一定掺量后效果不再显著, 应根据不同减水剂的最佳掺量及混凝土坍落度要求, 确定合适的减水剂品种和掺量。研究发现, 在胶结料组成、高效减水剂用量一定时, 保证坍落度不变所需的用水量与水胶比有下述直线关系:

$$W = k_3 + k_4 W/B$$

式中: k_3 、 k_4 是由胶结料组成、高效减水剂种类及用量以及所要求的混凝土工作性决定的系数, 可由试验确定。据此可计算用水量。

通过以上设计步骤得到各组成材料用量后, 进行试拌, 测定其有关性能参数。根据作者经验, 由于设计计算所用经验系数为同条件试验所得, 故结果与期望一般均有较好吻合。

(作者单位: 池州地区建管处)

编辑/小丁

略论影响力和权威性

孙江

维护思想政治工作的权威,不是以强制为前提,而是以自己的影响力和吸引力使工作对象接受正确的思想。这种影响力达到一定的程度即成为权威性,影响力越大,权威性越高。

目前,在我们思想政治工作队伍中,有极少数人甚至领导干部认为,搞思想政

治工作就是“说给人家听,写给人家看,哄着人家干的。”他们只做表面工作,不重实际效果;对人是马列主义,对己是自由主义;台上唱共产主义,台下搞自由主义;说的是为人民服务,干的是以权谋私。他们

批评青年人“理想淡泊”;自己却把共产主义信念置于脑后。这种虚伪的作风会导致

思想政治工作“失灵”。所以要维护思想政治工作的权威,政工干部必须使自己具有较强的影响力。

影响力有两大类:一是社会权力性影响力,二是自我权力性影响力。

一、社会权力性影响力可分为三个因

素。(1)理论因素:思想政治工作是我们的优良传统,无论在哪个时期,只有从理论上搞清它的重要意义,实际中摆正它的位置,才能维护它的权威,发挥它的作用。历史证明,搞“精神万能”,会造成人的逆反心理,削弱思想政治工作的权威。放松精神文明建设,物质文明也要受到损害。必须

1# 钢绞线:曲线段长:1.915 ×2M 直线段长:15.770M
2# 钢绞线:曲线段长:3.551 ×2M 直线段长:12.612M
(4) 理论伸长值计算:
在理论计算中,应考虑 YCW250A 型千斤顶回程的长度为 450mm,一并考虑计算中。

三、施工现场实际伸长值

预应力钢筋在张拉前,应首先调整确定初应力 σ_0 ,因为在 σ_0 以前应变伸长值变异性较大,现场操作 σ_0 取值为 0.25 κ ,实际伸长量值 L 为:

$$L = L_1 + L_2 - C \quad (3)$$

L_1 ~ 从初应力 $\sigma_0 = 0.25 \sigma_k$ 至 $\sigma_k = 1.05 \sigma_k$ 之间的伸长值

L_2 ~ 初应力 $\sigma_0 = 0.25 \sigma_k$ 时推算值 $L_2 = \sigma_0 / E_s \times L$

本文 1# 钢绞线为 $L_2 = 29.5\text{mm}$, 2# 钢绞线为

$L_2 = 29.68\text{mm}$ 。

C ~ 混凝土弹性压缩值,现场采用经纬仪测量变形量均在

1 ~ 2mm 之间。

另外,考虑到锚具变形、预应力钢筋回缩等因素,见文 [2],扣除相应的变形值 5mm。

从表二可以看出,现场实际伸长 L 与理论计算伸长值相差均控制在 6% 以内,即实际伸长值在 117 ~ 131.44mm 之间为符合规范要求。

四、误差分析及结论

理论分析与实际施工产生误差如下原因

- (1) μ 取值在理论计算中的影响;
- (2) A TM 夹片及预应力钢筋回缩值取值;
- (3) 梁自身压缩变形值小幅度波动;
- (4) 理论计算中更精确的应为:

$$L = \int_0^L [1 - e^{-(x+\mu)}] / (x+\mu) \times (x / A_y E_g) dx$$

其中积分段 L 为各段之和。

结论:上述理论分析与实际伸长量分析对比,该桥 24 片梁张拉伸长值是符合规范要求且每片梁伸长量均很平均,变异性小,梁的反拱挠度及裂缝宽经计算均符合规范要求,由于篇幅限制不一一计算说明,实际伸长量数据和理论分析相互对比阐述,为以后以预应力混凝土梁施工提供一些参考依据。现该桥已全部竣工,并投入使用。

(作者单位:合肥市规划局)

编辑/小丁

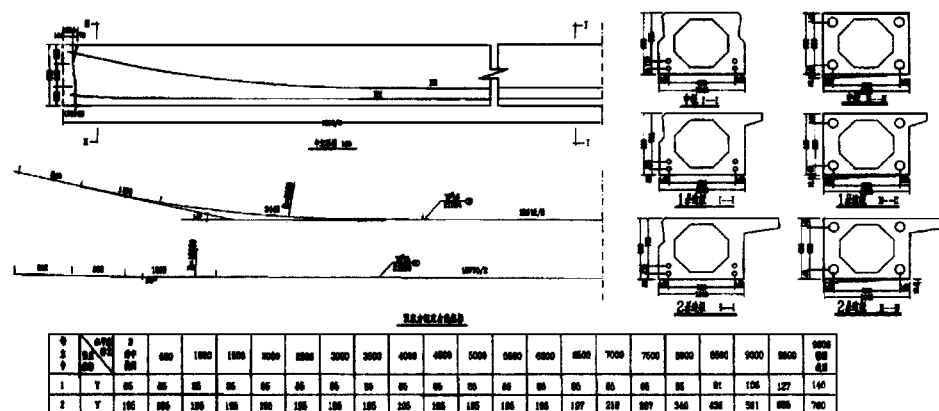


图 1

伸长 钢绞线	应 力	$\sigma_0 = 0.1 \kappa$	$\sigma_0 = 0.25 \kappa$	$\sigma_0 = \kappa$	$\sigma_0 = 1.05 \kappa$
1#		11.8	29.5	118.0	123.9
2#		11.87	29.68	118.7	124.6

理论计算钢绞线伸长值与应力关系 表一

梁编号	钢绞线	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8
1#	N1	122.85	124.35	126.35	129.35	127.45	125.85	124.35	130.35
	N2	128.85	124.35	126.35	126.55	128.85	125.85	130.35	127.35
2#	N1	124.32	125.85	124.35	119.35	129.35	119.35	121.35	126.85
	N2	123.35	124.85	124.85	125.65	125.85	121.35	124.85	122.85

现场实际伸长值 L 表二