

无粘结预应力沉淀池实测伸长值偏大原因分析*

董志荣

(盐城市建筑设计研究院有限公司,江苏盐城 224002)

摘要:针对在实际施工过程中,某无粘结预应力沉淀池预应力束实测伸长值比理论计算伸长值偏大,超过规范规定范围的情况,进行了分析和测试,提出了导致实测伸长值偏大的原因。

关键词:无粘结预应力束;伸长值;摩擦损失;弹性模量

中图分类号:TU757

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2005)04-0057-03

1 问题的提出

无粘结预应力混凝土技术是高效预应力混凝土工程技术的重要组成部分。施工中的无粘结筋如同非预应力筋一样,按设计要求铺放在模板内,然后浇筑混凝土,待混凝土达到设计强度要求后,再进行张拉锚固。预应力筋与混凝土之间没有粘结,张拉力永久性地完全依赖锚具传递给混凝土构件或结构,它与有粘结预应力混凝土结构相比,摒弃了预留孔道、穿筋及灌浆等复杂工序,施工方便,所以在预应力结构中得到广泛的应用。

但是,在近期的几个实际无粘结预应力短束梁的施工过程中,张拉实测伸长值比理论计算伸长值的上限偏大。而《混凝土工程施工及验收规范》(GB50204—2002)要求实测伸长值为理论计算伸长值的94%~106%,如超过该值,应暂停张拉,采取措施予以调整后,方可继续张拉。鉴于上述情况,笔者对无粘结预应力短束混凝土梁实测伸长值偏大的原因进行了分析、总结。

2 工程实例

盐城市城东污水处理厂一期工程是盐城市政府重点工程投资项目,该工程中沉淀池作为污水处理过程中的关键部分,结构体量大,技术难度

高,采用无粘结预应力技术,共2座。其主体结构外部直径为36.8m,内部直径为36m,主体结构高5.79m,沉淀池下部为500mm厚的C15混凝土垫层。沿沉淀池壁高布置13×2根 $\phi^{15.24}$ 无粘结预应力低松弛钢绞线 $f_{pk}=1860\text{N}/\text{mm}^2$, $\sigma_{con}=0.70f_{pk}$,间距为250mm~500mm,锚具采用OVM15-1夹片锚,锚固在沿沉淀池池壁每600mm设置的扶壁柱上。池壁混凝土强度等级C40,抗渗标号P6。如图1所示。

张拉程序采用 $0 \rightarrow 0.2\sigma_{con} \rightarrow 0.6\sigma_{con} \rightarrow 1.03\sigma_{con}$ (锚固),超张拉3%以减少预应力损失。张拉端锚具采用内置式,锚具锚头注油保护。

预应力筋张拉理论伸长值计算按下式计算:

$$\Delta L_i = \sigma_{con} [1 + e^{-kL_T + u\Sigma\theta}] L / 2E_s$$

其中 L_T —预应力筋长度(m) $L_T = (1 + 8H^2/3L^2)L$;

H —矢高;

L —实际跨度;

θ —预应力筋弯曲的总角度(rad);

k —每米孔道局部偏差对摩擦影响系数。按规范 k 取0.004;

u —预应力筋与孔道壁之间的摩擦系数。按规范 u 取0.12;

E_s —预应力筋的弹性模量。按规范 E_s 取 $1.95 \times 10^5 \text{N}/\text{mm}^2$ 。

从表1中可知:实测伸长值普遍偏长,超出

* 收稿日期 2005-10-27

作者简介:董志荣(1965-)男,江苏东台人,国家一级注册结构工程师。

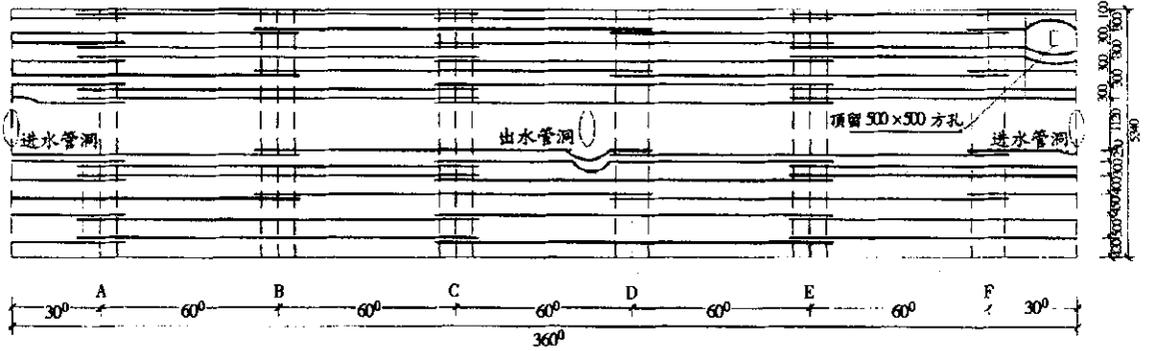


图 1 池壁无粘结预应力筋穿束图

Fig. 1 Undonded prespress tendon chart of pool

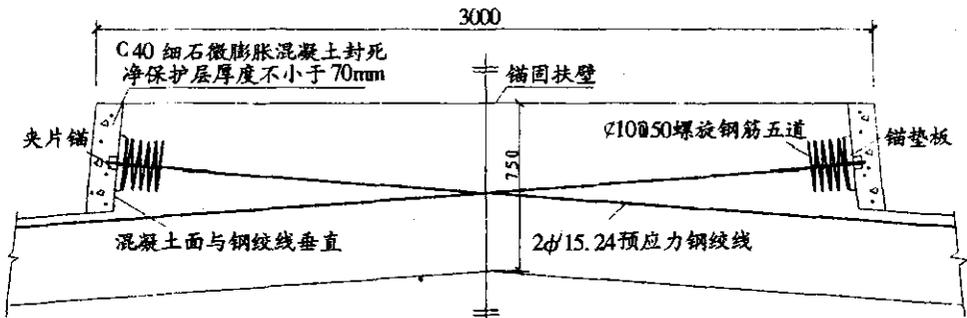


图 2 锚固端构造及端部处理图

Fig. 2 Conchorage constrution and schemes trent

表 1 部分有代表性预应力筋张拉伸长值统计表

Table1 The statistics schedule of the portion representatove prestressed tendon excension values

预应力束 编号	孔道长度 mm	控制应力 σ_{con}/MPa	$\sum\theta/\text{rad}$	理论伸长值 $\Delta L_t/\text{mm}$	实测伸长值 $\Delta L_s/\text{mm}$	$\frac{\Delta L_s - \Delta L_t}{\Delta L_t} \times 100\%$
A 左—C 右	38517	1341.1	2.093	120.9	132.3	9.43%
C 左—E 右	38517	1341.1	2.093	120.9	132.8	9.84%
E 左—A 右	38517	1341.1	2.093	120.9	131.9	8.34%

规范允许上限 $1.06 \Delta L_t$ 范围,但离散性较小,实测伸长值很稳定。

3 综合原因分析

3.1 摩擦损失值

对曲线形无粘结筋,其摩擦损失值的大小对伸长值是一个关键性问题。影响其摩擦损失值的基本因素是截面形式,润滑介质和包裹物。其中润滑介质和包裹物对无粘结预应力钢绞线的摩擦损失值是一个定值,是相对稳定的。一般来说,摩擦损失可分作长度影响和弯道影响两部分,而 u, k 值正是代表了这两部分影响指标。选取扶壁柱 A 左—扶壁柱 C 右此段无粘结筋进行测试。测试时,将严格反复标定的压力传感器安置在主动端和被动端,在主动端传感器后面则用工具锚锚具

锚固。当张拉端(主动端)张拉到位时,被动端 3min 后读数,两个数值的差值即为总摩擦损失。由于 u, k 值是两个未知系数,获得 k 值后,再推算 u 值,根据经典摩擦损失计算公式反算:

$$u = \frac{\ln(P_1/P_2) - kl}{\theta}$$

其中 P_1 ——张拉端力(kN), P_2 ——固定端力(kN) l ——预应力筋长度(m), θ ——预应力筋弯曲的总角度(rad)。测试结果见表 2。

从表可知 u 在 0.11 左右比按规范取值 $u = 0.12$ 小,故理论计算时值取值偏大,导致理论计算伸长值偏小,以致实测值伸长比理论伸长值大。

3.2 预应力筋取值

预应力筋取值是否正确,对理论计算伸长值影响较大。从图 3 钢绞线应力—应变曲线关系可

表 2 预应力摩擦损失测试值

Table 2 The tescing values of prestressed cosec

l/m	θ/rad	P_1/kN	P_2/kN	$P_1 - P_2/kN$	$\frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\%$	$k = 0.004$ 推算 u 值
38.517	2.093	36.4	24.5	11.9	32.7	0.116
		109.0	73.6	35.4	32.5	0.114
		181.7	122.4	59.3	32.6	0.115

可以看出,比例极限 $f_p = 0.75 \sim 0.8f_b$, 而此工程张拉控制应力 $\sigma_{con} = 0.7f_{pk}$, 也就是说 $\sigma_{con} < f_p$, 因此,张拉时钢绞线完全处在弹性范围内。根据检测中心测试报告,其弹性模量值为 $1.92 \times 10^5 N/mm^2$, 而理论计算时取值偏大,导致理论计算伸长值偏小,以致实测值伸长值偏大。

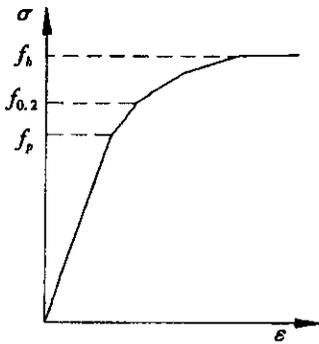


图 3 无粘结预应力钢绞线应力—应变图
Fig.3 The stress - strain of unbonded prestressed tendon

3.3 预应力梁的压缩变形

预应力梁在施加预应力后,必然会产生弹性压缩变形,计算式为 $\Delta = PL/A_p E_s$ 。在预应力张拉过程中,我们对扶壁柱进行现场实测 Δ 在 1 ~ 2mm 左右,而在理论伸长值计算时没有考虑进去,导致理论计算伸长值偏小,以致实测值伸长值偏大。

3.4 其它原因

工作锚夹片内缩值、张拉端锚头承压板与预应力筋不垂直、钢绞线截面理论计算时采用公称面积,但各生产厂家控制的误差不同,将实际面积与公称面积相差 2% ~ 3% 等原因,将导致实测伸长值偏大。

4 结论

当实测伸长值超过《混凝土工程施工及验收规范》规定时,应暂停张拉,采取措施予以调整,按现场实测数据等重新进行计算,使其调整到规范允许范围内再继续张拉。

参考文献:

- [1] 杨宗放,方先和. 现代预应力混凝土施工 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [2] 傅温,张玉明,王宏彬. 高效预应力混凝土工程技术 [M]. 北京:中国民航出版社,1996.
- [3] 吕志涛,孟少平. 现代预应力设计 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1998.

An Exploration into Reasons why the Unbonded Prestress Sediment Pool Tendon Extension Value Measured is Bigger Than the Computed Value by Theory

DONG Zhi - rong

(Yancheng Institute of Architecture Decign Research Co. Ltd ,Jiangsu Yancheng 224003 ,China)

Abstract In the actual construction ,unbonded prestress sediment pool tendon extension value measured is bigger than the computed value by theory. And the extension value is often beyond the range permitted by code. In this arcticle ,it is analyzed and the cause is found.

Keywords unbonded short tendon ,values of extension ,friction loss ,elastic modulus