

后张法预制T梁锚圈口摩阻损失对预应力施工影响分析

王 荣

中国水电建设集团十五工程局有限公司 西安 710065

摘 要：作为预应力T梁，为保证其预应力钢束张拉质量，实行张拉吨位和伸长量双控，并以张拉吨位为主，所谓张拉吨位即控制张拉力，在具体预应力施工过程中，为消除锚圈口摩阻损失对预应力施工效果的影响，通常采取超张拉的方式。本文通过分析不同长度预制T梁在不同超张拉系数状况下对预制T梁张拉后伸长量误差进行研究，通过综合比较，提出不同长度预制T梁超张拉系数合理取值范围。

关键词：预应力；T梁；超张拉

1 引言

装配式后张法预制T梁作为最基本的一类桥梁上部结构，由于其结构简单、受力明确、节省材料、刚度高、承载能力强、耐久性好、维护工作量小、施工便利，在公路桥梁行业应用最为广泛，尤其在山区高速公路桥梁工程中使用比例更高。对于预应力砼T梁，预应力施工是T梁预制质量的关键，也是桥梁施工的关键环节，它具有施工工序步骤多、技术含量高、操作难度大等特点，并直接影响施工质量和工程安全。为了有效控制预应力施工质量，要求在张拉时将伸长量误差控制在±6%范围内，即 $-6\% \leq (\text{实测伸长量} - \text{理论伸长量}) / \text{理论伸长量} \leq 6\%$ 。对于理论伸长量的计算需要控制张拉力支撑，控制张拉力为锚下控制张拉力与锚圈口摩阻损失之和，锚圈口摩阻损失一般在预制T梁张拉时通过超张拉系数体现，其是否规范、合理，直接关系到预制T梁质量的成败。因此，通过理论研究与对比分析，给出一个超张拉系数合理取值范围，可更好控制桥梁施工质量。

2 工程概况

某高速公路公路TJ11标(LK24+190~LK31+186)，主线长度6.996km，主线桥梁15座，上部结构均为预应力砼(后张)T梁。预制T梁共1790片，其中40米T梁1003片，30米T梁670片，20米T梁117片。T梁预应力钢绞线采用符合GB/T5224-2014标准高强度底松驰预应力钢绞线，公称直径 $\Phi^s 15.2\text{mm}$ (7 $\phi 5$)，公称面积 $A_y = 139\text{mm}^2$ ，抗拉强度标准值 $f_{pk} = 1860\text{MPa}$ ，弹性模量 $E_p = 1.95 \times 10^5 \text{MPa}$ ，锚具采用OVM15型锚具，预应力管道采用圆形塑料波纹管，管道摩擦系数 $\mu = 0.155$ ，管道偏差系数 $k = 0.0015$ ，钢绞线锚下控制应力为 $\sigma_k = 0.75f_{pk} = 1395\text{MPa}$ 。

3 预制T梁超张拉

3.1 控制张拉力

20mT梁正弯矩钢束布置包含N1、N2和N3，预应力

筋股数有6股和7股，30mT梁正弯矩钢束布置包含N1、N2左和N2右，预应力筋股数有8股、9股、10股和12股，40mT梁正弯矩钢束布置包含N1、N2和N3，预应力筋股数有6股、10股、12股和14股，不同股数预应力筋对应的锚下控制张拉力计算如表1-1所示。

表1-1 锚下控制张拉力计算表

| 序号 | 预应力筋股数(股) | 锚下控制应力(MPa) | 预应力面积(mm ²) | 锚下控制张拉力(KN) |
|----|-----------|-------------|-------------------------|-------------|
| 1 | 6 | 1395 | 840 | 1171.8 |
| 2 | 7 | 1395 | 980 | 1367.1 |
| 3 | 8 | 1395 | 1120 | 1562.4 |
| 4 | 9 | 1395 | 1260 | 1757.7 |
| 5 | 10 | 1395 | 1400 | 1953 |
| 6 | 12 | 1395 | 1680 | 2343.6 |
| 7 | 14 | 1395 | 1960 | 2734.2 |

注：表中仅以“一端简支、一端连续和两端连续”T梁的正弯矩计算为例

3.2 理论伸长量

(1) 受桥梁平曲线半径影响，理论上应对不同规格T梁按每片梁长分别计算，此次分析实际以20m、30m、40m梁长，分边跨边梁、边跨中梁、中跨边梁、中跨中梁计算伸长量为例，计算不同梁长在不同超张拉系数情况下的理论伸长量。

(2) 预应力筋的平均张拉力计算

$$P_p = P [1 - e^{-(kL + \mu \theta)}] / (kL + \mu \theta)$$

式中： P_p —预应力筋平均张拉力(N)；

P —预应力筋张拉端的控制张拉力(N)；

L —从张拉端至计算截面孔道长度(m)；

θ —从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和(rad)；

k —孔道每米局部偏差对摩擦的影响系数， $k =$

0.0015;

μ —预应力筋与孔道壁的摩擦系数, $\mu = 0.155$ 。

(4) 预应力筋的理论伸长量计算公式

$$\Delta L = P_p * L / (A_j * E_p)$$

式中: P_p —钢绞线的平均张拉力(N);

L —从张拉端至计算截面孔道长度(m)

A_j —预应力筋的截面积(mm²)

E_p —预应力筋的弹性模量, 取 $E_p = 1.95 \times 10^5 \text{MPa}$;

3、超张拉结果分析

针对不同长度的预应力T梁, 分别在不同超张拉系数的情况下采用同型号的智能张拉设备进行智能张拉, 其中20mT梁和30mT梁分未超张拉、超张拉1%、超张拉2%三种情况进行张拉, 而40mT梁分超张拉1%、超张拉2%、超张拉3%三种情况进行张拉, 由图3-1、图3-2、图3-3可以看出, 对于20mT梁和30mT梁, 未超张拉和超张拉2%, 其伸长量误差也满足要求, 但误差值趋于过小和过大, 在超张拉1%时误差值最为稳定, 对于指导施工最合理; 对于40mT梁, 超张拉1%、超张拉2%、超张拉3%时, 其伸长量误差都满足要求, 但超张拉1%、超张拉3%时, 误差值趋于过小和过大, 在超张拉2%时误差值最为稳定, 对于指导施工最合理。

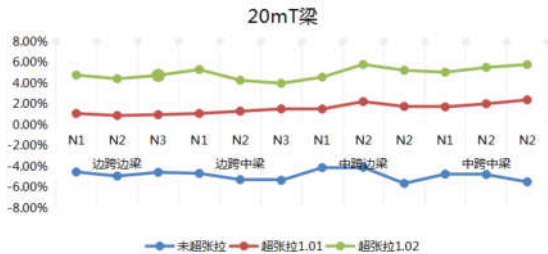


图3-1 伸长量误差分析 (20mT梁)

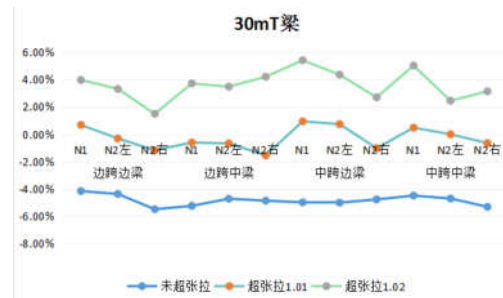


图3-2 伸长量误差分析 (30mT梁)

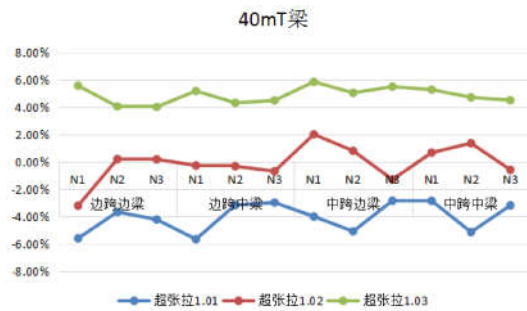


图3-3 伸长量误差分析 (40mT梁)

4 结论

(1) 对于预应力砼预制T梁, 预应力张拉时, 施工控制张拉力应包含锚下控制张拉力和锚圈口摩擦损失; 对于锚圈口摩擦损失在施工时, 体现在预应力超张拉系数。

(2) 不同长度的预应力砼预制T梁, 其锚圈口摩擦损失不同, 对于20mT梁、30mT梁, 超张拉系数建议采用1.01, 对于40mT梁, 超张拉系数建议采用1.02,

参考文献

[1] 林建凡.后张拉法预制T梁锚下有效预应力损失率合理取值范围研究(公路交通科技), 2013(07).103