

# 对桥梁施工中发生的若干预应力技术的质疑

葛宝翔<sup>1</sup> 周明华<sup>2</sup>

(1.南京长江三桥建设指挥部 210096 2.东南大学土木工程学院 210096)

**摘要:** 预应力技术在桥梁工程中应用很多,随着高速公路的大规模建设,各种不同型式的桥梁很多,随之出现的质量事故和裂缝病害也不断增多。本文针对预应力桥梁施工中的砼早期强度、预留孔道质量,超长束一端张拉工艺、扁锚的应用,夹片式锚具的尺寸和夹片长度无序减小而影响锚具质量等问题,通过众多事故处理,作者做了大量调查和分析,对施工中发生的若干预应力技术提出了质疑。

**关键词:** 预应力桥梁裂缝病害 砼早期强度等级 超长束一端张拉工艺 扁锚 预留孔道 夹片式锚具 夹片夹持长度

## 前言

根据全国各地众多高速公路桥梁健康检查情况来看,预应力桥梁的裂缝病害相当普遍,特别是箱梁桥。产生裂缝病害的原因众多、复杂,除了设计原因之外,突出的是预应力施工中出现的若干技术问题,已受到众多专家的质疑和关注。

### 1. 对预应力结构砼早期强度不足的质疑

预应力结构的砼强度问题,近几年通过参加早强剂,提高砼早期强度,一般浇注砼三天后就开始张拉预应力,这是不可取的。大家知道砼强度和弹性模量增长是不同步的,强度增长快,弹性模量长慢,早期砼变形大,过早张拉预应力使预应力损失增大,导致桥梁承载力不足,而出现众多裂缝病害。

另外,通过现场试块测得的早期砼强度等级能否代表现场结构的实际砼强度,遭到质疑。凡是出现事故的结构最后验算实际强度均未达到,有时候很低。

### 2. 对后张法预留孔道质量的质疑

后张预应力砼结构的预留孔道质量差,孔道不流畅,漏浆严重,导致孔道摩阻增大,预应力损失大,这已经成为预应力施工中的通病。

后张法预留孔道普遍采用金属波纹管,建设部94年颁布了相关产品标准《预应力砼留孔用金属螺旋管》JG/T3013-94,然而市场上应用

的金属波纹管,90%以上达不到产品标准要求,标准规定钢带厚度:宜为0.3mm,而实际常用的仅0.24~0.28mm,波高要求 $\geq 2.5$ mm而实际波高仅1.25~1.5mm,普通偏小,标准所要求的径向刚度普遍达不到。扁管更是不按产品标准执行,扁管内径高度规定两种高度19mm( $\phi 12.7$ 钢绞线用)和25mm( $\phi 15.24$ 钢绞线用),现在普遍改为22mm,由于径向刚度小导致留孔空间更小,建议对94产品标准要重新修订,强制执行。

近2年预留孔道又推广应用塑料波纹管,交通部2004年出台了《预应力砼桥梁用塑料波纹管》JT/T529-2004,建设部目前正在编制,并已出台了征求意见稿。生产厂家见有利可图,又是一哄而上。目前生产的塑料波纹管质量问题多多。若不加强质量控制和管理,对后张预应力结构将导致严重后果。

### 3. 对预应力超长束一端张拉工艺的质疑

现浇大跨度预应力连续箱梁的预应力束采用一端张拉工艺存在问题严重,所有工程3~5跨,30~50m跨度的箱梁底板预应力束设计均采用一端张拉工艺,例如5跨30m跨箱梁第一联跨66m,第二联跨88m,第三联跨150m,如此超长束将一束钢绞线拉直需要 $0.3-0.4f_{ptk}$ 的力才有可能,如此长的孔道要跨越多道箱梁横隔板,孔道摩阻是多少,谁也说不清楚。根据国内外相关规范规定:跨度 $\geq 30$ m以上,均要求采用两端对称张

拉工艺,才能保证跨中有效预应力的建立,才能保证桥梁在恒载和活载作用下的跨中所需抵抗弯矩,否则会导致跨中承载力不足,而产生正截面裂缝。根据交通部专门调查资料,已通车的公路桥梁,几乎都出现大量裂缝病害。

#### 4. 对扁锚和扁锚连接器应用的质疑

对于扁锚的应用,是在结构截面尺寸受到限制或构造连接等特定条件下使用。例如:桥梁结构先简支后连续在支座负弯矩处构造连接和桥梁横向整体连接使用,不作为主要受力用。

近十多年来预应力箱梁底板和板梁,为了减少截面尺寸,追求经济指标,采用扁锚误认为是创新,并申请专利、出标准图,这是不可取的,是误导。由于扁锚的张拉工艺是采用逐根张拉,整体张拉设备技术不成熟,导致钢绞线受力不均匀。采用扁波纹管留孔,扁孔空间很小,孔道摩阻大,特别是超长孔道采用一端张拉工艺,问题严重,某大桥5跨30m跨度连续箱梁,第一联跨66m,第二联跨88m,第三联跨150m,采用5孔扁锚,扁金属波纹管留孔,预应力筋的张拉伸长值出现-10%~-40%偏差,平均-25%,无法控制在规范要求的 $\pm 6\%$ 以内。由此看出,由于超长束,扁孔孔道摩阻大和一端逐根张拉工艺不合理性,导致有效预应力值平均减少25%。另外孔道压浆困难,扁孔本身空间小,无法做到孔道压浆饱满。某高速公路25m跨预应力空心板梁,采用扁锚预应力,因出现质量事故,后来敲开检查,只有两端2m范围内有浆体,中间孔道几乎没有浆体。所以成桥后一旦通车必然出现裂缝。建议箱梁底板、腹板、空心板梁禁止采用扁锚。

对于扁锚连接器的应用更要慎重,不是成熟产品,尤其是5孔和3孔连接器,设计构造不合理,偏心受力,不宜推广应用。

#### 5. 对后张预应力结构张拉力控制的质疑

预应力施工作业不规范,特别是张拉力控制不严,未引起重视。一般张拉作业采用张拉

力和预应力筋伸长量同时控制,以力为主,以伸长值校核张拉力。通常张拉力采用1.5级油压表计量本身误差大,有的千斤顶甚至未经计量标定就张拉,而且张拉人员多数是农民工,未经专业培训,不懂技术。由于油压表读数比较粗,如果作业不专心,经常容易出现较大误差,甚至读错表,发生张拉力忽高忽低。特别在多束张拉时,每束张拉力都不同。以伸长值校核张拉力,预应力筋的伸长值计算不准确,甚至错误计算,弹性模量取值混乱,伸长量按规范规定控制范围 $\pm 6\%$ ,实际张拉时难以做到,普遍超标,导致张拉力失控。

#### 6. 对锚具尺寸减小和锚具质量的质疑

预应力锚具质量问题应引起高度重视,2000年以后由于低价中标影响,尽管钢材价格在上涨,而锚具的价格逐年下滑,形成不合理的价格反差。2005年只剩下每孔20元(三件套)左右,最低每孔15元。而2000年前每孔40元左右,跌幅达50%,使生产厂家无利润空间,政府没有保护措施,其后果只能是偷工减料。目前很多厂家将夹片长度减为38-40mm,锚环厚度减小、直径减小、孔距减小,使锚具质量得不到保证。根据国内外专家研究认为,夹片对高强度钢绞线的夹持长度对锚具的锚固性能影响很大,夹持长度过小,会引起钢绞线滑移锚不住,后果非常严重。因此对夹片长度应严格控制,不宜小于50mm。

#### 7. 对预应力孔道压浆质量的质疑

预应力孔道压浆有两个重要作用:一是保护预应力筋不被锈蚀;二是保证预应力筋与结构共同工作。然而发现实际工程中预应力孔道压浆很多只是流于形式,孔道压浆不饱满、不密实、漏浆和漏灌现象十分普遍,已成为预应力结构的通病。其主要原因除了施工单位对孔道压浆工序不重视外,专家们对目前压浆工艺、留孔质量、浆体的配置等存在的问题提出质疑,特别是浆体的水灰比,规范规定1:0.4-0.45,是偏大了,实际施工时加入量更大,孔道

(下转第40页)

箱梁自重1400t, 移梁水平推力按摩擦系数5%计算需达到70t, 每榀箱梁平移采用垂直千斤顶4只, 活塞行程300mm, 顶力400t; 采用水平千斤顶2只, 活塞行程1000mm, 顶力50t; 将箱梁沿纵向滑道移至提升架距离较远, 采用2台JK8 (8t) 卷扬机, 同时负责牵引, 初选允许荷载为500kN的五门滑车组作动、定滑组, 采用四、五配置即四个定滑轮和五个动滑轮, 移梁速度为3.7m/min, 最远距离时每移一片梁需用时3小时。

## ②提梁上桥

提升站设在十塘内4孔50米连续梁的近水侧2孔, 由固定式龙门吊和运梁车道两大部分组成。

龙门吊设前后 (纵桥向) 两台, 其中心距 (即箱梁吊距) 45m, 龙门吊高约28m, 净高24m, 净宽39.2m。每台龙门吊由双榀钢主梁和两端的钢筋混凝土门柱构成, 钢主梁简支于门柱上。

运梁车道对称于桥轴线布置各一条, 宽5m, 长100m, 由下部结构、纵梁和面板组成。下部结构除利用十塘内4×50m联的两孔三座永久性的桥墩之外, 在每孔中另增设两座板式混凝土结构的临时墩。车道纵梁采用10片贝雷梁 (又叫桁片) 作承重梁, 梁顶设有5m宽的桥面板。在永久墩处, 10片贝雷片纵梁偏出墩宽, 因此, 在墩顶与纵梁底之间加设一道由3片贝雷片构成的墩顶横梁。 (待续)

## (上接第27页)

浆体泌水以后, 孔道不可能饱满, 也不可能密实的。近几年, 我们通过研制的外加剂JMH-3对浆体配置技术进行了改进, 将水灰比降到0.35以下, 通过高速搅浆机 (转速 $\geq 1000$ 转/分钟), 将浆体的流动度提高到12秒 (规范规定为14-18秒), 只要规范操作, 普通压浆工艺也能保证压浆质量。

从南京长江二桥施工引进瑞士VSL公司真空辅助压浆工艺技术, 获得较佳压浆效果后, 目前国内在推广应用。从压浆工艺原理到浆体配置技术, 应该说是目前比较理想的压浆工艺技术, 值得推广。

## 8. 后张预应力结构的砼保护层失控

砼保护层普遍偏小, 施工时采用的保护层水泥垫块, 多数损坏和移位, 导致梁板保护层失控, 加之预应力孔道压浆多数不到位, 而使箱梁底板和板梁底面出现许多不应产生的纵横向裂缝。建议推广应用塑料垫块控制保护层厚度。

## 9. 结束语

预应力技术从发明到大量推广应用, 已有百年以上历史。从理论到工程实践经过几代人的研究和不断创新, 已发展为比较成熟的技

术。按照科学发展观, 科学技术可以超越前人, 但被科技先辈证明是正确的或证明是错误的东西, 不要轻易否定。超越时要有科学依据, 因为正确的东西已形成规范和标准, 必须执行。错误的东西不能重复出错。以上所质疑的若干预应力技术问题是应该发生的, 而且由于违背科学发展观和违背常规, 为了追求政绩抢工期、追求经济效益和低成本而对技术盲目所造成的。

## 参考文献

- 1、吕志涛、孟少平编著《现代预应力设计》. 中国建筑工业出版社, 1998
- 2、杨宗放、方先和编著《现代预应力混凝土施工》. 中国建筑工业出版社, 1993
- 3、交通部《公路桥涵施工技术规范》JTJ041-2000. 北京人民交通出版社, 2000
- 4、周明华、孟少平《南京长江二桥索塔小曲率半径U形预应力束操作工艺试验研究》. 铁道建筑技术, 2001年第6期
- 5、周明华《真空辅助压浆技术在南京长江二桥索塔预应力施工中的应用》. 建筑技术, 2001年第12期
- 6、周明华《影响夹片式锚具锚固性能的综合因素》. 桥梁建设, 2001年第2期
- 7、周明华《对夹片式扁锚的试验研究与应用述评》. 工程质量, 2002年第8期
- 8、周明华、张蓓《大跨度预应力桥梁施工中金属波纹管选刚原则和质量检验》. 施工技术, 2001年第7期