

等应力束技术的设计与施工

邢现军

(河北省交通规划设计院 河北石家庄 050011)

摘要:文章首先介绍了等应力束技术的工程背景及特点;然后结合东洋河大桥升级加固工程,介绍了等应力束技术设计中的关键技术如总体张拉工艺、纵向张拉设备、纵向张拉端、横向张拉设备及装置、预应力钢束的起弯点和落弯点处的构造等;介绍了应力束技术施工及施工过程中出现的问题和应对措施,如精确控制钢束张拉应力,单点张拉和双点张拉的差别,首孔横张顺序对预应力效果的影响等。

关键词:预应力技术 等应力束 连续梁桥 加固 升级改造

1 等应力束技术的提出

东洋河大桥是110国道跨越东洋河的一座大桥,全长430m,全宽12m;上部结构为17孔一联25m跨径的先简支后连续预应力混凝土空心板,横向布置7块板,设深铰缝横向连接,下部结构桥墩为桩柱式墩,桥台为肋板台群桩基础。设计荷载为汽车-20级、挂车-100。

按照建设单位要求,对东洋河大桥进行升级加固,使该桥的设计荷载由荷载汽车-20级、挂车-100提高到汽车-超20级、挂车-120。

经验算,东洋河大桥在不增加上部结构重量的情况下,下部结构能够满足提高一级后的设计荷载即汽车-超20级、挂车-120的要求,上部结构需要补加预应力钢束以满足提高荷载等级后的承载能力。

对于带有深铰缝的预应力连续梁桥,最为简捷有效且非常经济的加固方法是在铰缝内布置新增的预应力钢束^[1]。考虑东洋河大桥铰缝狭窄(铰缝设计尺寸为顶宽8cm,底宽10cm,深104cm),如果采用常规预应力技术必需预埋波纹管,使铰缝下面的混凝土无法振捣密实。为解决该技术难题,设计人员提出了等应力束技术^[2]。

所谓等应力束技术,即是在多孔连续梁的铰缝或明槽上方布置通长钢束,在该连续梁两端桥面上设纵向张拉端,先将钢束纵向张拉到控制应力,然后将钢束逐孔横张到铰缝或明槽内的设计位置并锚固,在横张过程中,通过连续梁两端千斤

顶收放钢束,保持钢束内张拉应力不变;逐孔横张锚固完毕后,将钢束两端锚固,为减少摩阻力,在钢束落弯处铺垫塑料波纹管,钢束锚固后浇筑铰缝混凝土。该技术使预应力钢束各截面的张拉应力基本相等,故称之为等应力束技术(见图1、图2)。

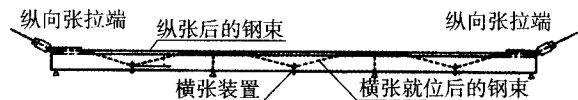


图1 等应力束技术整体布置示意

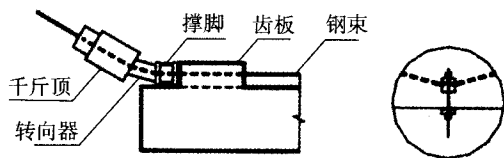


图2 等应力束技术纵向张拉端和横向张拉装置示意

等应力束技术融合了先张、后张、横张法和体外束的优点,其一克服了常规工艺中曲线布束的弊病,没有预应力摩阻损失,仅需两个锚固端,预加应力均衡,钢束的强度得到了充分发挥;其二不需要波纹管,减小了布束所需的空间;其三横向张拉工艺简单,只要把钢束拉到设计位置即可,稍有偏差也不会改变钢束内的张拉应力;其四节省了波纹管、钢束及其锚固装置和连接装置。

等应力束技术的力学模型较常规预应力的力学模型简单,主要反映在预应力束对梁体的作用力上,由于没有摩阻损失的累加,这些预加力计算比较简单(见图3),图中按实际情况假定 θ 角很小,预应力钢束在起弯点和落弯点处对梁体的作用力简化为竖直力。

《等应力束技术的研究与应用》项目获第三届欧维姆预应力技术奖二等奖。本文原载《公路交通科技》2007年第8期。

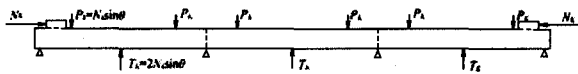


图3 等应力束技术的力学模型示意

2 等应力束技术加固设计

2.1 总体设计

根据东洋河大桥的特殊情况,进行了施工图和施工工艺的设计。由于东洋河大桥铰缝混凝土的凿除异常艰难,将原设计方案中横桥向共六个铰缝内各布置3根钢绞线,变更为仅在中间的4个铰缝内各布置5根钢绞线,在桥面铺装上加强横向联系,保证上部结构共同受力。钢束沿全桥通长布置,两端纵向张拉,从中心孔开始横张,向两侧逐孔推进(见图4)。

2.2 锚固端

锚固端按齿板进行设计,为减小锚下混凝土应力,加强了锚垫板厚度,锚垫板后设钢管顶紧,使锚固力经锚垫板和锚垫板后面的钢管均匀地传到齿板再传到梁上。

2.3 钢束落弯点处构造

在提出等应力束技术设想时,在钢束横张落弯点处设滑轮,以消除摩擦阻力。凿出桥面后,发现铰缝两侧有立起的钢筋。根据现场情况,这一设想难以实现。后将设计变更为在落弯点处设圆弧,在钢束下垫上塑料波纹管,使施工变得非常简单。由于等应力束技术的特点,从锚固端到

横张点总是只有一个落弯点,摩阻损失不会累加,故此对预加应力的影响很小。

2.4 纵张装置

为了节省费用,纵向张拉和控制装置由普通的张拉千斤顶、油泵、支撑架组成。根据压力表读数,通过油泵对千斤顶的给油和回油收放钢束,保持张拉应力不变。

2.5 横张装置

横张装置由一个4通索夹和一根一端设P锚一端设单孔锚具的钢绞线组成,将4通索夹穿到纵向钢束上,将一端设P锚的钢绞线从上向下穿入索夹的竖孔,通过向下张拉钢绞线横张钢束,在梁底用单孔锚具锚固钢绞线。

3 等应力束技术加固施工

由于在设计阶段对实施等应力束技术中的各个环节作了周密细致考虑,对可能出现的问题准备了可行的预案,张拉施工过程非常顺利,从2005年7月5日开始,7月18日结束。施工中遇到的具体问题和应对措施如下。

原设计采用每孔双点横向张拉,从中心孔向桥头推进。在施工过程中,为适应桥头地形的变化,将两个脚手架中的一个截短,这样只能进行单点横张了。单点横张时,每孔的第个横张点张拉力会大些,第二个横张点张拉力会小一些,这是由于横向张拉时钢束的弯转角不同引起的。

(下转第25页)

预应力钢束立面布置示意图

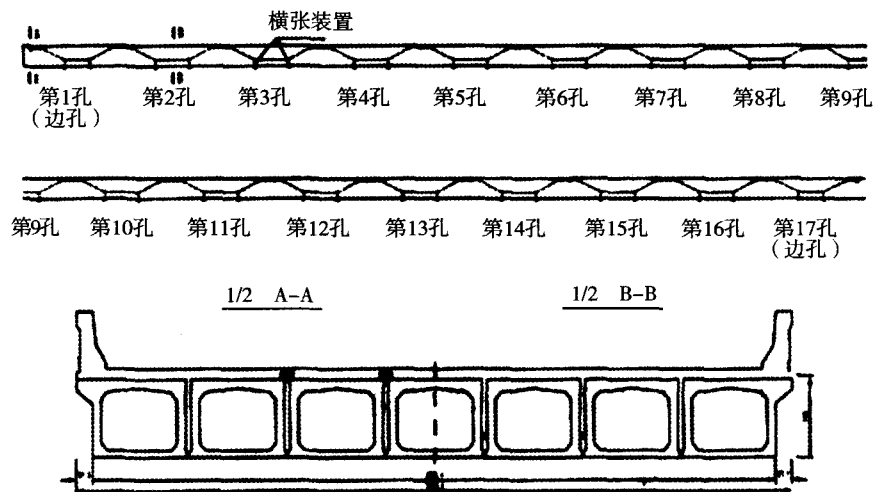


图4 等应力钢束布置示意图

(2) 拉索锚固系统的防护

斜拉索两端锚具及护筒应作好防腐、防锈处理,经常保持干净、清洁和干燥。

4 结语

斜拉索的病害主要分为拉索护套开裂、拉索钢丝腐蚀、拉索锚固系统疲劳损伤、拉索振动过大、拉索松弛等几类。引起斜拉桥拉索病害的原因是多种多样的,也是错综复杂的。一些病害的产生不仅仅是一种因素的作用,而经常是多种因素在时间上并行或前后对结构所产生的影响的总和。在包括设计、制作、运输、建设、运营、养护维修等诸多环节中,任何一处出现或大或小的错误或不合理的地方,在当时看来也许并不会发生严重后果,但对于要经受时间考验的结构来说,都有可能造成病害。因此在斜拉桥的设计、建设、养护中要尽量做到设计合理、考虑周详,建设规范、保证质量,养护及时、管理到位。

目前,大跨斜拉桥多采用以监测结构健康状况为目的的桥梁监测系统。但从现有的计算

和分析结果来看,似乎很难通过健康监测系统来实现桥梁早期病害的发现、预警或结构损伤的诊断。因此,对于大跨径斜拉桥,仍然要走常规养护管理巡检与健康监测相结合的道路。前者实现日常养护与病害的早期发现、维修。后者用于监测各种交通量下的桥梁状况,这将是一种有机、有效的结合。

参考文献

- [1] 刘士林,梁智涛等.斜拉桥[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [2] 林元培.斜拉桥[M].北京:人民交通出版社,1993.
- [3] 叶觉明.桥梁缆索系统的腐蚀与防护[J].钢结构,2005(2).
- [4] 王力力.斜拉索的腐蚀案例与分析[J].中南公路工程,2007.2.
- [5] 苏达根.斜拉桥拉索失效的两个问题[J].中南公路工程,1996(12).
- [6] 苏波.四方台大桥斜拉索的养护与维修预案研究[D].哈尔滨工业大学硕士学位论文,2005
- [7] 陈金华.四方台斜拉桥结构耐久性分析[D].哈尔滨工业大学硕士学位论文,2005
- [8] 谭莹,李兴华.斜拉桥养护与维修[J].国外桥梁,1999
- [9] 金玉泉.桥梁的病害及灾害[D].同济大学硕士学位论文,2006

(上接第15页)

原设计安排从中心孔向边孔横张,在张拉第二道钢束时,由于第6孔的铰缝顶宽只有3cm,不便横向张拉,故张拉此道钢束时,先在第6孔铰缝内将钢束布置到最终的设计位置,并锚固好钢束的起弯点,然后在两桥头同时纵张预应力钢束,从第6孔的相邻孔开始横张。

为了更为精确地控制张拉应力,张拉工作开始前,设计人员决定将锚垫板后的四柱撑脚贴上应变片,使之成为了一个压力传感器,用于观测预应力钢束的张拉力。由于该套装置与纵向张拉设备在一处,实际操作时和油压表相互校对,控制张拉力。

从每道钢束的张拉过程看,通过油泵控制张拉应力简便可行,其精度能够满足工程要求。横张时,每孔两个张拉点张拉耗时30min。17孔长的钢束,从准备到张拉完毕,耗时12h(1.5个工作日)。

东洋河大桥采用等应力束技术加固完毕后,

为检验加固效果进行了荷载试验。试验表明,东洋河大桥加固后,能够满足汽车-超20级,挂车-120的设计荷载要求。该桥于2005年9月通车运营,状况良好。

4 结语

从东洋河大桥加固工程里可以看出,等应力束技术易于操作,简捷可靠,使用该项技术,既经济,又使加固后的结构性能发生了质的飞跃。对于新建连续梁桥的设计与施工也有参考价值。

参考文献

- [1] 邢现军.预应力不足混凝土梁下挠开裂后的加固利用[J].公路,2002(9)
- [2] 邢现军.等应力束技术的设想与实现[J].公路交通技术,2003(3)
- [3] 胡志坚,郭友,谭金华.体外预应力混凝土结构研究现状与展望[J].公路交通科技,2006,23(02):94-97
- [4] 姬同庚,张锋,张永水.许沟特大桥主拱结构徐变与收缩影响研究[J].公路交通科技,2006,23(06):77-80
- [5] 张元海,李乔.钢管混凝土系杆拱桥中系梁和横梁的设计计算方法研究[J].公路交通科技,2005,22(03):66-69