体外预应力在上承式拱桥中的应用

安志伟　保定市规划设计研究院　071000

摘 要:上承式拱桥对基础的水平推力非常巨大,在我国平原地区修建此类桥型时,以往的通常做法是加大桥台的体量,本文根据笔者设计的保定市清水河桥为实例,介绍了体外预应力技术在此类桥型中的应用。

关键词:拱桥　体外预应力　桥梁设计

1,前言

中国是拱桥的国度,在公元前282年就有了石拱桥的文字记载,考古发现公元前250年周末的墓穴中就有了砖拱。中国进入隋、唐、宋、元时期,国力相对强盛,经济发展,桥梁建设也取得了辉煌的成就,其中最具代表性的当属公元606年建成的河北赵县安济桥。新中国成立后,桥梁建设水平有了新的飞跃,大、中跨径的上承式拱桥陆续被修建。但是,此种桥型多为在山区修建,这是为什么呢?因为,拱桥产生的水平推力是惊人的,把它架在两山之间当然没问题,水平力肯定推不动大山,如果在平原地区普通地质的地方修建此种桥梁,那水平推力得需要修建很大体量的基础工程才能平衡掉,所以在体外预应力技术出现以前,此种桥型在平原地区的竞争力不强,但随着体外预应力技术的成熟,这种局面逐渐被打破了,使拱桥这种中国传统的桥型又焕发了青春。下面就以笔者2002年设计的保定市清水河桥为实例,介绍体外预应力技术在上承式拱桥中的应用。

2,清水河桥结构概况

清水河桥位于保定市向阳大街南延跨越百草沟处,全桥总长44米,总宽35米,设计荷载等级为城市A级,人群荷载5KN/m^2。上部结构为单跨钢筋混凝土板拱,净跨径33米,净矢高6.6米,矢跨比1/5,拱圈厚0.5米。拱上建筑形式为肋墙上简支跨径2.4米的实心板,单块实心板宽度1米。下部结构为群桩基础接承台型构造,一侧桥台设置两排桩径1米的桩基,每排10根,全桥共40根。承台高度2.7米,顺桥向长度4.5米。在两个承台之间设置系杆(体外预应力索),全桥共8根。

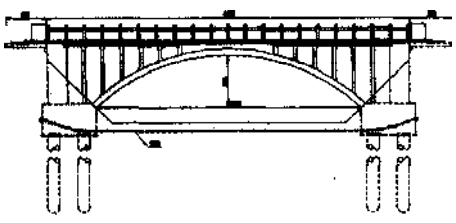


图1 桥梁立面图

3,清水河桥设计构思

(1)由于此桥跨径较大,拱轴线采用与恒载压力线比较接近的二此抛物线形式。拱脚部位在常水位以下,故不能设铰,采用无铰拱的形式。无铰拱为超静定结构,故拱圈配筋时除考虑常规的恒荷载、汽车荷载外,还需考虑温度、拱脚变位、混凝土收缩徐变等荷载。温度荷载按整体升、降温20度考虑,拱脚变位按水平、垂直位移各0.6厘米考虑。

(2)为了保证拱圈的受力均匀,拱上肋墙的设置不能间隔太大,间距范围为L/15-L/10。

(3)桩基承担全部的竖向荷载,系杆承担全部恒载的水平推力,汽车荷载及温度荷载、拱脚变位、混凝土收缩徐变产生的水平推力由台后土压力承担,剩余的土压力作为安全储备。

4,体外预应力的设计与施工

系杆(体外预应力索)为全桥的重要构件,它的状况关系着全桥的安全,所以设计与施工都需要按着规范精心的实施。

(1)系杆材料的选择

清水河桥系杆采用的是标准强度为1860兆帕的环氧全涂装无粘结钢铰线成品索和OVM系杆专用锚具。此种系杆在国内很多大跨径的桥梁中得到了采用,说明它的品质是可靠的。

(2)系杆大小及根数的确定

系杆的张拉应力国内还没有明确的规定,通行的做法是张拉应力为0.4-0.6倍的标准强度,清水河桥的设计采用了0.5倍的标准强度及930兆帕。在设计系杆大小之前应先确定系杆的根数,系杆应对称桥梁中线布置,清水河桥采用了少根数大系杆的办法,及每两根桩之间只设置一根系杆,全桥共八根。根据计算结果恒载产生的水平推力为1600吨,每根系杆承担200吨。系杆的张拉应力为930兆帕,扣除10%的预应力损失,剩余应力为840兆帕。系杆中的单根钢铰线的直径为15mm,面积为140mm^2。单根钢铰线可承担11.7吨水平推力,故每根系杆中需要有17根钢铰线。

(3)系杆的施工

在浇筑两侧承台之前应该预埋配套铸铁管,成孔,作为穿越系杆的管道。承台浇筑完成后,布设系杆。

系杆的张拉应该随着上部结构的施工分步进行。清水河桥的系杆张拉分两步进行,拱圈施工完成后张拉一次,上部结构全部完成后张拉一次。由于拱圈产生的水平推力约占全部恒载产生的水平推力的40%,故第一次张拉40%的系杆,上部结构完成后张拉剩余的60%系杆。系杆张拉完成后应尽快的落架,落架完成后才能进行台后回填土。

系杆张拉时应该进行双控,及控制锚下应力和钢铰线伸长值,以控制锚下应力为主。在张拉系杆的同时还应对承台进行观测,记录承台的位移值。

张拉完成后应对系杆的锚头进行防腐处理,用环氧树脂将锚头及其周围封闭,然后扣上配套的保护罩。

至此,体外预应力的施工完成。关于系杆的安全使用年限问题,国内目前还没有定论,一般认为系杆在桥梁的使用年限内安全使用是没问题的。

5,结语

体外预应力技术的使用使得在平原地区修建大跨径的上承式拱桥成为可能,这对打破平原地区梁板式桥梁一统天下的局面有着重要的意义。我们桥梁设计人员应该努力钻研此项技术,为国家为人民设计出技术含量更高且更加美丽的桥梁。

参考文献:
1、《钢管混凝土拱桥设计与施工》陈宝春编著.北京:人民交通出版社,1999.
2、《桥梁工程(下册)》范立础编著.北京:人民交通出版社,1987