

潮白河矮塔斜拉桥的合拢

徐德标, 惠 斌

(北京市市政设计研究总院, 北京 100045)

摘 要:介绍了三塔单索面预应力混凝土矮塔斜拉桥——潮白河大桥的合拢方案。分析计算了各种温度效应对该桥合拢过程中的影响程度,并给出了温度对主梁线形影响的实际测量数据。最后针对温度影响对边、中跨合拢段施工分别采取了不同的措施。

关键词:三塔矮塔斜拉桥;合拢方案;温度影响

中图分类号:U448.27 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)02-0081-03

1 潮白河大桥概况

潮白河大桥位于京承高速公路(高丽营至沙峪沟)跨越潮白河段,是京承高速公路桥梁建设的重点。大桥全长920 m,由东引桥、主桥、西引桥三部分组成。主桥为(72 m+120 m+120 m+72 m)=384 m的三塔矮塔斜拉桥(主桥共7号~11号墩,其中8、9、10号墩为索塔墩,7与11号墩为主桥边墩),其中无索区长度分别为:边跨20.9 m、中跨18 m。桥梁总布置图如图1所示。中间桥塔为梁塔墩固结体系,两个边桥塔为梁塔固结、塔墩支撑。大桥三个索塔布置在中央分隔带上,索塔桥面以上高21.5 m。斜拉索采用环氧喷涂钢绞线体系,扇形布置。主梁采用单箱3室箱形结构,梁高由4.2 m按照二次抛物线型式渐变到2.2 m。主梁采用三向预应力结构。纵向预应力和横向预应力采用高强低松弛钢绞线,竖向预应力采用高强精轧螺纹钢。主梁采用C50混凝土。

2 潮白河大桥的施工

为了方便施工单位进行施工组织,保证工期要求,该桥采用了设置合拢段的支架施工方法,即在支架上先分别形成三个独立的单塔斜拉桥;主梁混凝土达到强度后,张拉主梁顶板预应力筋,逐根挂索张拉斜拉索至设计张力,拆除临时支架完成第一次体系转换(保留8号、10号塔两侧附近各6 m的临时支架);再分别在3个塔的主梁悬臂前端施加100吨的配重,由于该桥边、中跨的无索区比较长,配重在单塔悬臂状态下施加,在全桥合拢后再卸载,将给

边、中跨底板一定的压应力储备,对调整边、中跨受弯力以及减少配筋有较大的好处。这也是该桥施加配重的目的与其他桥梁不同之处;然后分别搭设支架浇筑边、中跨合拢段,张拉底板预应力筋,拆除合拢段支架以完成全桥第二次体系转换;最后卸除配重、拆除8号、10号塔附近临时支架以完成第三次全桥体系转换,尔后张拉腹板预应力筋,完成桥梁主体结构的施工。

3 潮白河大桥的合拢

3.1 合拢方案的提出

目前国内外斜拉桥多数都采用悬臂挂篮浇筑,因而也就采用挂篮上合拢。由于该桥采用支架法施工,这样利用下部现有处理好的基础,搭设支架进行边、中跨合拢,不仅可以省去挂篮的制作,节约工程施工造价,而且可以较好地控制主梁线形,确保合拢段混凝土的质量。一般的斜拉桥或连续刚构,在合拢段处均需设置劲性骨架,与挂篮共同承受合拢过程中合拢段的混凝土重量以及合拢段混凝土达到强度前的结构受力;同时在浇筑合拢段混凝土前需加一定数量的配重,以便浇筑混凝土时一边浇筑混凝土一边卸同等数量的载荷,这样来保证浇筑合拢段时主梁一直处于稳定的挠度状态下,来确保合拢段混凝土的质量。

由于该桥采用在支架上合拢的方案,只要支架处理得当,合拢过程中的受力将直接由支架来承受,并且混凝土浇筑过程中主梁的挠度比较小且较稳定,所以设计中无需针对合拢在合拢段设置劲性骨架;同时也省去了合拢过程中配重卸载的工况。这在一定程度上简化了合拢程序,节省了施工造价。

具体的合拢顺序(即施工顺序)为:先分别形成3个单伞结构(即8、9、10号塔处主梁各116.6 m

收稿日期:2005-11-09

作者简介:徐德标(1977-),男,江西人,工程师,从事桥梁工程设计工作。

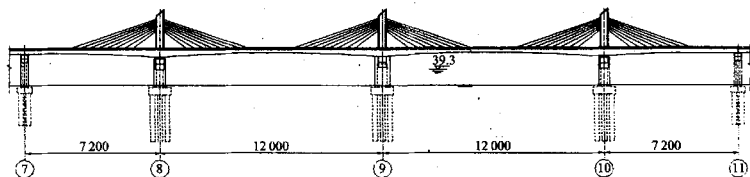


图1 桥梁总布置图

长),同时浇筑边跨分别靠近7、11号墩侧各11.6 m,然后支架上同时合拢两边跨(各2 m),张拉边跨底板预应力筋,拆除边跨合拢段临时支架;最后进行两个中跨合拢段(各3.4 m)的施工。

3.2 合拢过程中温度的影响

边、中跨合拢前分别分析计算了各种温度对主梁悬臂前端的影响,并且在支架支顶前(即合拢段主梁还处于完全悬臂状态下)对合拢段悬臂前端进行24 h变形观测及温度测量。由于边跨合拢在10月初,中跨合拢在10月末,这个月的日昼温差大概在 $10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 之间(日最高温度大约 20°C 左右、最低温度大约 5°C 左右)。因此理论计算中的各种温度取值分别为:主梁日照温差 5°C 、体系温差 15°C (主梁均匀升温 15°C)、索梁温差 6°C (索均均匀升温 6°C)、塔身日照温差 6°C 。

3.2.1 边跨合拢前的温度影响计算及观测

边跨合拢前单伞结构(即8、9、10号塔处主梁)悬臂前端温度影响理论计算结果如表1所示;并且合拢前,对8号塔主梁一侧悬臂前端(8、9、10号塔的边界条件基本一致,所以为了方便只对8号塔主梁进行观测)进行了24 h变形观测及温度变化测量,其结果如图2~4所示(观测时间为9月21日16时至9月22日15时,每小时记录一次变形及温度变化情况,共24组变形观测数据)。

从24 h观测的数据来看,主梁纵桥向最大相对位移为10.1 mm,梁高方向最大相对位移为22.5 mm。这与理论计算结果比较吻合。

表1 边跨合拢前温度影响理论计算结果表

位移类型	温差类型			
	主梁日照温差	体系温差	索梁温差	塔身日照温差
$U(\text{mm})$	0.04	8.8	0.03	0.01
$V(\text{mm})$	-20.1	-3.8	-5.4	-1.3
$\theta(1/s)$	0.0007580	0.0000573	0.0001375	0.0000331

注: U 为纵桥向位移,向塔侧位移为负,背塔侧位移为正; V 为梁高方向位移,向上为正、向下为负; θ 为梁端转角。

3.2.2 中跨合拢前的温度影响计算及观测

由于此时边跨已经合拢,8、10号塔处主梁较9

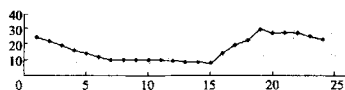


图2 温度测量结果

(横轴为观测顺序号,纵轴为温度观测值,单位: $^{\circ}\text{C}$)

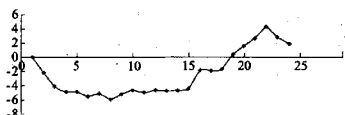


图3 纵桥向位移观测结果

(横轴为观测顺序号,纵轴为位移观测值,单位:mm)

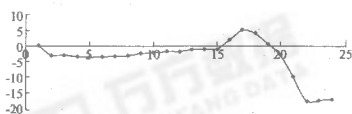


图4 梁高方向位移观测结果

(横轴为观测顺序号,纵轴为位移观测值,单位:mm)

号塔要长,且边界条件有所不同(8号、10号塔处主梁由单伞结构即双悬臂结构转变成一侧简支、一侧悬臂),所以温度对8号、10号塔处主梁的影响程度与9号塔处的主梁将不一致。温度对8号、10号主梁悬臂前端的影响程度理论分析结果见表2。

表2 中跨合拢前温度影响程度理论计算结果表

位移类型	温差类型			
	主梁日照温差	体系温差	索梁温差	塔身日照温差
$U(\text{mm})$	-0.08	19.5	0.06	0.0
$V(\text{mm})$	-45.6	-4.7	-11.3	-0.1
$\theta(1/s)$	0.0011932	0.0000994	0.0002385	0.0000089

注: U 为纵桥向位移,向塔侧位移为负,背塔侧位移为正; V 为梁高方向位移,向上为正、向下为负; θ 为梁端转角

由于要在10月底进行合拢,确保主桥主体不进入冬施,因而工期比较紧张,而观测过程中仪器出了点故障,所以施工单位没有等观测结果便适当顶住了合拢段底模,进行合拢段的钢筋绑扎。理由是边跨合拢前的变形观测数据与理论计算数据基本吻合,认为理论计算的数据是比较可靠的。潮白河大

桥协调小组一致同意,可以依照理论计算的数据来部署中跨合拢段的施工,但要求合拢前需进行24 h温度测量,以确定最佳最终的顶模时机和合拢段混凝土浇筑时机。

3.3 合拢过程中采取的措施

3.3.1 边跨合拢采取的措施

从观测数据来看,凌晨4~6时温度最低且最稳定;主梁悬臂前端标高则在早上8时左右为最高点,然后随着温度升高,悬臂前端逐渐向下位移,在下午1时达到标高最低点,然后随着温度的下降,主梁悬臂前端将逐渐向上位移。

根据观测数据,我们要求施工单位在早上6时至8时之间将边跨合拢段处支架模板顶紧合拢两侧主梁底板,这样随着温度的升高,主梁只有向下变位的趋势,这样模板将始终与合拢处两端主梁紧密贴在一起。另外我们还分析计算了温度作用下合拢段一侧悬臂处的支架将承受40 t的力,而悬臂处设置了4 m长、宽29.5 m的支架,共224根钢管,能承受1000多吨的力,即温度作用下支架将不会失稳,合拢整个过程支架将处于安全的工作状态。

为了防止混凝土浇筑完毕后收缩徐变引起的裂缝,我们要求施工单位必须在早上6时之前浇筑完合拢段混凝土,则随着温度的升高,合拢处两侧主梁将向合拢处变位,这样可以将补偿合拢处的混凝土收缩徐变;计算分析发现主梁日照对合拢段的影响比较大(桥面日照将在合拢处主梁下缘产生0.3~0.5 MPa的拉应力),因此要求施工单位在洒水养护合拢段混凝土的同时,分别对8号塔及10号塔两侧的主梁进行洒水,尽量减少由于桥面日照引起的效应,以防止温度裂缝的产生;待混凝土强度达到95%时,按照设计图纸要求,立即张拉合拢段的钢束。

3.3.2 中跨合拢采取的措施

从温度观测数据来看,其变化趋势与边跨合拢前的数据基本一致,只是此时的最高及最低温度都较边跨合拢前的测量数据要小。因此,中跨合拢所采取的措施基本与边跨合拢一致。

理论计算分析发现,温度作用下9号塔两端主梁的变形与8号及10号塔主梁不太一致(见表1及表2),即8号塔及10号塔跨中侧主梁悬臂端部的变位较9号塔两侧悬臂端部主梁要大,因此在早上

8点左右顶紧合拢处模板的同时(此时的合拢段两侧标高比较稳定且变化一致),分别在8号及10号塔跨中侧主梁悬臂前端额外再施加30 t的配重,在9号塔两侧主梁施加10 t的配重,以保证合拢过程中,在混凝土达到强度之前,合拢段两侧主梁悬臂前端的线形保持相对稳定。

理论计算表明,温度效应将使合拢段主梁下缘产生1.4 MPa左右的拉应力,其中桥面日照就导致该处产生1.1 MPa左右的拉应力;因此为了防止产生温度裂缝,要求施工单位对合拢段混凝土进行养护的同时,白天一直对全桥桥面进行洒水养护,确保桥面一直处于湿润的状态,同时待混凝土强度达到70%时,张拉合拢段最长的钢绞线(约占合拢束的1/6),以防止温度裂缝的产生。待混凝土强度达到95%时,则按照设计要求的张拉顺序进行合拢段钢束的张拉。

3.4 合拢结果

边、中跨合拢前、后的索力、线形及应力测量表明,潮白河大桥边、中跨的合拢过程中,大桥整个体系(包括支撑体系)处于安全的工作状态;合拢后,合拢处主梁下缘没有出现裂缝,无论是体系转换还是线形控制,均达到了设计要求。

4 结语

随着潮白河大桥边、中跨的顺利合拢,其主体结构施工现已结束,预计明年6月将投入使用。矮塔斜拉桥是近年来在我国才发展起来的桥型,由于其经济、美观、施工方便等优点,今后我国大部分中等跨径的桥梁将有可能普遍采用。而我国关于此类桥梁的设计及施工的论文与其他类型的桥梁相比还不多见,同时我国在这方面的规范及技术还不完善;因此潮白河大桥比较新颖的施工方法及合拢方式为我国矮塔斜拉桥的建设增添了新的内容,其成功的建成也为我国矮塔斜拉桥事业提供了宝贵的实践经验。

在此感谢本桥监控小组(杨红霞、陈川银等工程师)提供的测量数据。

参考文献

- [1]京承高速公路(高丽营~沙峪沟段)第18#标段[R].北京:北京市市政工程设计研究总院。

· 短讯 · 城乡建设档案是城乡规划、建设和管理的一项基础性工作,它的建立在应对城市突发事件及反恐等工作中发挥着重要作用。