

文章编号: 0451-0712(2005)07-0039-04

中图分类号: U448.213

文献标识码: B

东海大桥辅通航孔桥的施工

王法武, 石雪飞

(同济大学桥梁工程系 上海市 200092)

摘 要: 东海大桥辅通航孔桥为 4 跨预应力混凝土连续箱梁桥。它与普通的连续箱梁桥的不同之处在于具有非对称悬浇节段。这种连续箱梁桥在施工过程中挠度大, 施工和施工控制的难度比普通的连续箱梁桥大。本文对东海大桥辅通航孔桥中的 K6 桥的施工做了介绍, 分析了这类桥梁的特点。

关键词: 东海大桥; 连续箱梁; 非对称悬臂浇注; 合拢段

东海大桥北起上海南汇区的芦潮港, 跨越杭州湾北部海域, 至浙江省的小洋山岛, 是上海洋山深水港一期工程的重要组成部分。东海大桥 IV 标是 3 座用作辅通航孔的预应力混凝土连续梁桥, 其跨径组合分别是: K6 桥为 $70\text{ m} + 120\text{ m} + 120\text{ m} + 70\text{ m}$ (500 t 级), K12 桥为 $80\text{ m} + 140\text{ m} + 140\text{ m} + 80\text{ m}$ (1 000 t 级), K24 桥为 $90\text{ m} + 160\text{ m} + 160\text{ m} + 90\text{ m}$ (500 t 级)。

东海大桥 IV 标连续梁桥的上部结构与一般连续梁桥的不同之处, 在于它有非对称悬浇节段。由于非对称悬浇节段浇注后与浇注前相比, 挠度较大, 线形控制尤为重要。本文对东海大桥 IV 标 K6 连续梁桥的施工做一介绍, 分析了这类连续梁桥的一些特点。

1 K6 桥上部结构简介

K6 桥横向由 2 个分离的单箱单室直腹板箱梁

组成, 两箱净距为 1 m。

箱梁采用 C50 高性能混凝土和三向预应力体系。设计荷载为: 汽车—超 20 级, 挂车—120, 并以集装箱拖挂车重车密集型排列 (前后车辆轴距为 10 m) 进行校验。

1.1 箱梁横断面主要尺寸

箱梁各控制断面梁高分别是: 边墩处 3.5 m, 中墩处 7 m, 高跨比 1/17.14, 中孔跨中处 3.5 m, 高跨比 1/34.29。箱梁顶板宽 15.25 m, 两翼悬臂长 4.0 m, 两腹板外侧的距离为 7.25 m。箱梁顶板厚 26 cm (箱梁中心线处), 底板厚度由中墩处的 80 cm 变化到中孔跨中的 30 cm, 腹板厚度由中墩处的 110 cm 变化到中孔跨中的 40 cm。

箱梁在墩顶共设置 5 道横隔板, 中孔跨中共 2 道横隔板, 其中边墩处横隔板厚 100 cm, 中墩处横隔板厚 200 cm, 中孔跨中横隔板厚 40 cm。

收稿日期: 2004-12-01

禁止来回启动、停止。

(5) 对预埋转轴位置的混凝土必须加强振捣, 防止出现空洞。

(6) 严禁晚间、雨天或 6 级风以上进行吊装工作。

(7) 在使用过程中, 每次起吊前均需对该系统进行全面检查, 以保证系统处于良好状态, 同时加强保养工作。

3 结论

利用“独臂摇头扒杆”, 进行巴东长江大桥挂篮

支架上安装, 所用时间为 12 个工作日, 大大缩短了施工时间, 降低了施工成本, 同时克服了恶劣地理环境的限制, 效益显著。

4 结语

“独臂摇头扒杆”在巴江长江大桥挂篮安装中的成功应用, 给解决在施工场地狭窄的情况下, 吊装体积大、荷载大、起重高度大的构件工程, 提供了一种新的思路, 并且施工成本较低, 易操作, 具有一定的推广价值。

箱梁在中墩处和中孔跨中处的横断面尺寸如图 1 所示。

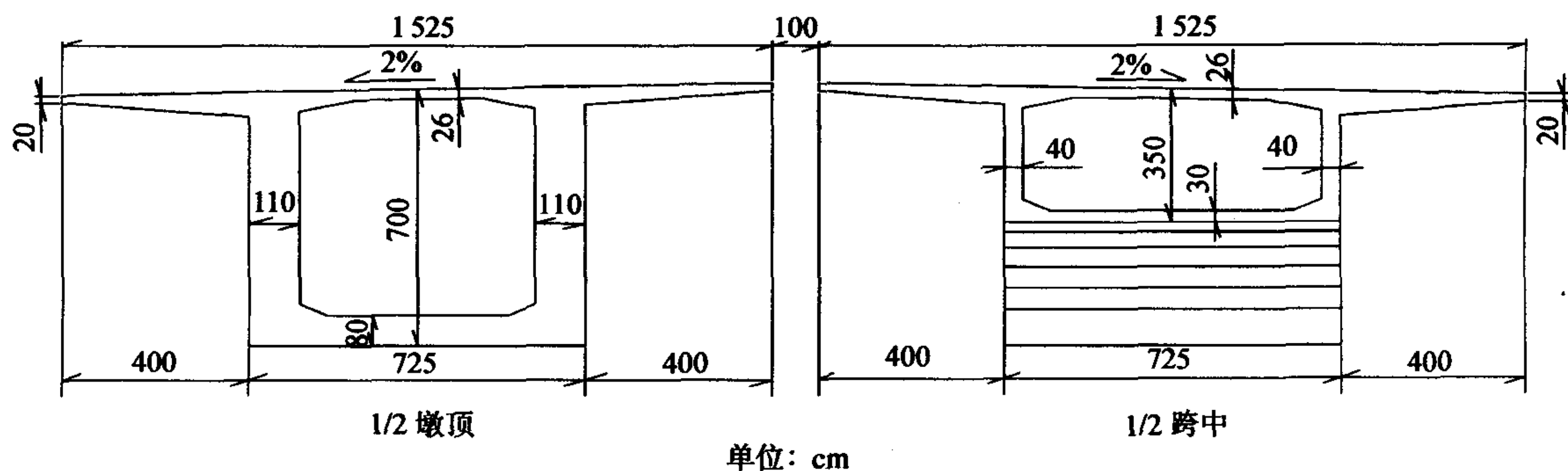


图 1 箱梁横断面

1.2 箱梁纵向节段划分

箱梁纵向划分为 13 个节段、边孔支架现浇段、边孔合拢段、中孔合拢段,另外边孔还有 14 号非对称悬浇节段。0 号块长 12 m,1~3 号节段长 3.5 m,4~8 号节段长 4 m,9~13 号节段长 4.5 m,边孔支

架现浇段长 4.42 m,边孔合拢段和中孔合拢段均为 2 m,14 号非对称悬浇节段长 4.5 m。0 号块重 884 t,最重的对称悬浇节段为 1 号节段重 183.6 t,14 号非对称悬浇节段重 116.3 t。箱梁纵向节段划分如图 2 所示。

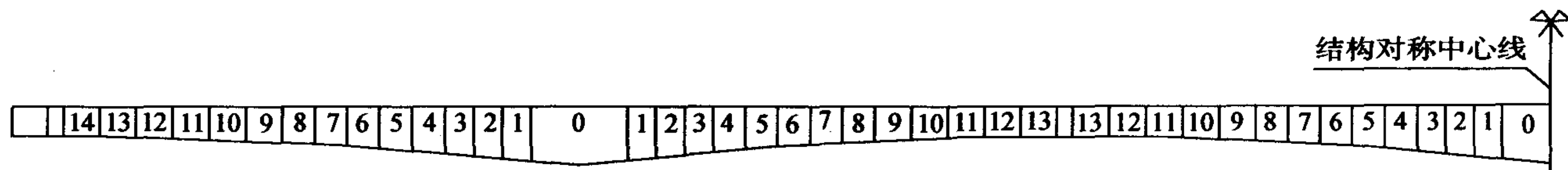


图 2 箱梁纵向节段划分示意

2 K6 桥上部结构施工

K6 连续梁桥上部结构施工大致顺序是:(1)在承台上立钢管支架浇注 0 号块;(2)利用挂篮对称悬臂浇注 1~13 号节段;(3)两个中孔合拢段同时合拢,连续梁桥体系转换;(4)保持中孔合拢段处的挂篮重量,利用边孔的挂篮浇注 14 号非对称块段;(5)在悬浇 14 号非对称块段的同时,在边墩承台上搭设钢管支架浇注边孔现浇段;(6)边孔合拢;(7)桥面铺装和护栏施工。

通常,采用悬臂浇注法施工的连续梁,都是对称悬浇节段,东海大桥 IV 标的 3 座连续梁桥在中孔合拢连续梁体系转换后,要进行非对称悬浇节段的施工。14 号非对称悬浇节段长 4.5 m,重 116.3 t。由于是不对称悬臂浇注施工,而且是在连续梁的体系转换后,所以非对称悬浇节段浇注后与其浇注前相比,挠度很大。K6 桥非对称悬浇节段浇注后的挠度和对称悬浇节段浇注后的挠度对比见表 1,挠度以向下为正。

由表 1 可以看出,在浇注 14 号非对称节段时的实际挠度几乎是浇注 13 号对称节段的 3 倍。另外在 14 号段浇注后,理论计算表明主孔跨中将会上拱 3 cm,

表 1 浇注后与浇注前相比的挠度

节段号	14 号段		13 号段		12 号段	
	理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值
挠度/cm	13.3	11.1	3.7	4.4	2.6	3.8

实测表明上拱了 2.7 cm。14 号非对称节段浇注引起的挠度对于预抛高值的大小具有决定性的作用。本桥两个中孔最大的恒载预抛高为 1.8 cm,而边孔最大的恒载预抛高为 14.4 cm。边孔的预抛高值明显的比主孔的预抛高值大很多。

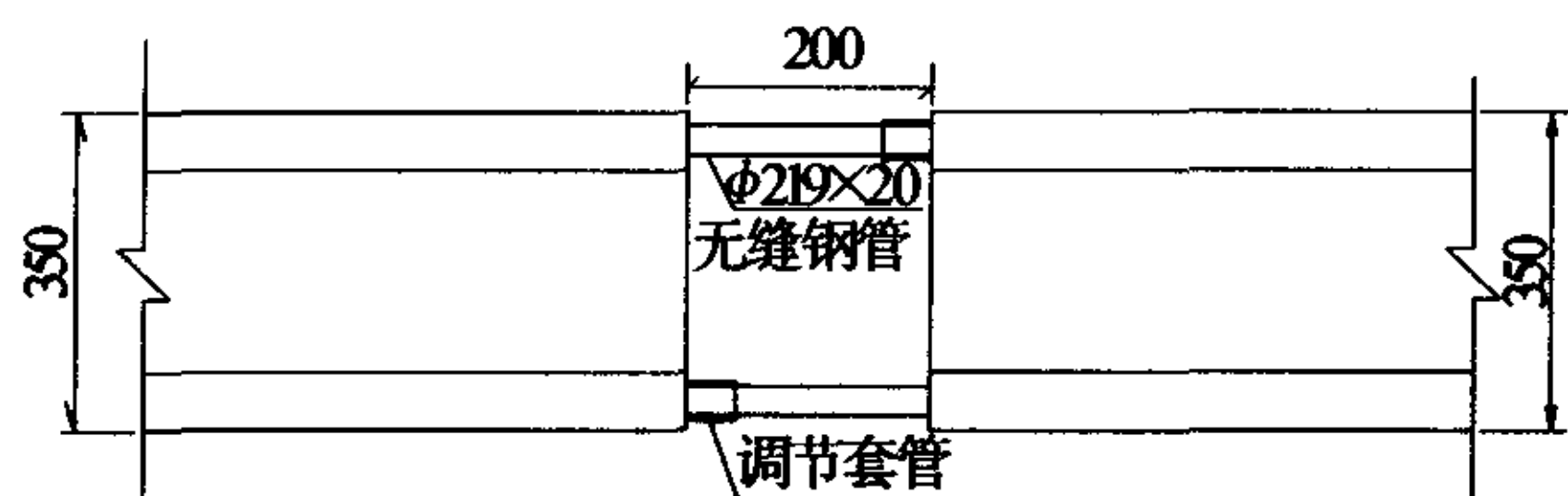
3 K6 桥的合拢施工

在对称悬臂浇注阶段,结构是静定的 T 构,还没有形成连续梁。合拢后,通过张拉合拢段的连续钢束,拆除墩梁临时固结,实现了结构体系由静定 T 构到连续梁的转换。由此可见,合拢段的施工,是连续梁桥施工中的关键环节。

为了确保合拢段的施工质量,在合拢段施工时,经常采用的措施是:(1)合拢口两端压重,每侧的重量为合拢段重量的一半,并在浇注混凝土的同时,同步去除压重;(2)合拢口锁定;(3)在一天中最低气温时合拢。

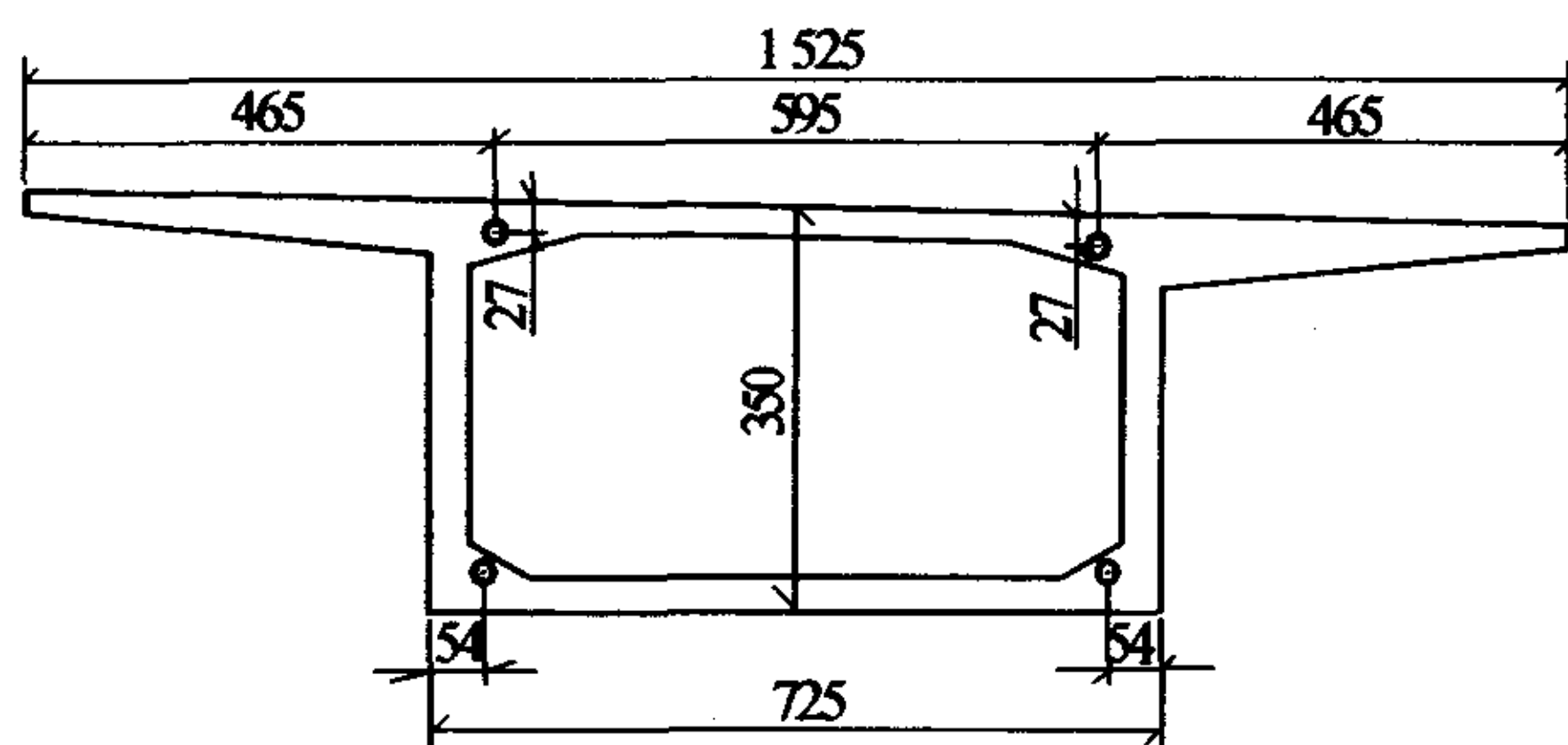
为了尽量减小合拢误差,使合拢段线形平顺,要仔细考虑合拢施工中的每一步骤以及其可能引起的变形,从而通过设置预拱度来消除其影响。

K6 桥的合拢施工包括中孔合拢和边孔合拢。合拢口的临时锁定采用内刚性支撑和张拉临时预应力钢束的方法。刚性支撑可以承受因升温而产生的压力,临时钢束可以承受降温时产生的拉力。内刚性支撑采用 4 根 $\phi 219 \times 20$ 的无缝钢管,钢管安装在箱梁顶板和底板的承托上,兼作预应力管道用。确定合拢口锁定时机后,将支撑钢管和调节套管焊接。当焊接结束后,穿预应力钢绞线,以免焊接过程中损伤钢绞线,然后对称张拉部分预应力钢束作临时束用。待混凝土达到 80% 设计强度后,补张临时束至张拉控制应力,成为永久束。合拢口临时锁定支撑钢管示意如图 3 和图 4 所示。



单位: cm

图 3 合拢段刚性骨架纵向示意



单位: cm

图 4 合拢段刚性骨架横向示意

3.1 K6 桥的中孔合拢施工

在 K6 桥的最后一个对称悬浇节段 13 号节段张拉完毕后,进入了中孔合拢段施工阶段。13 号节段张拉完毕后,桥梁总体示意如图 5 所示。

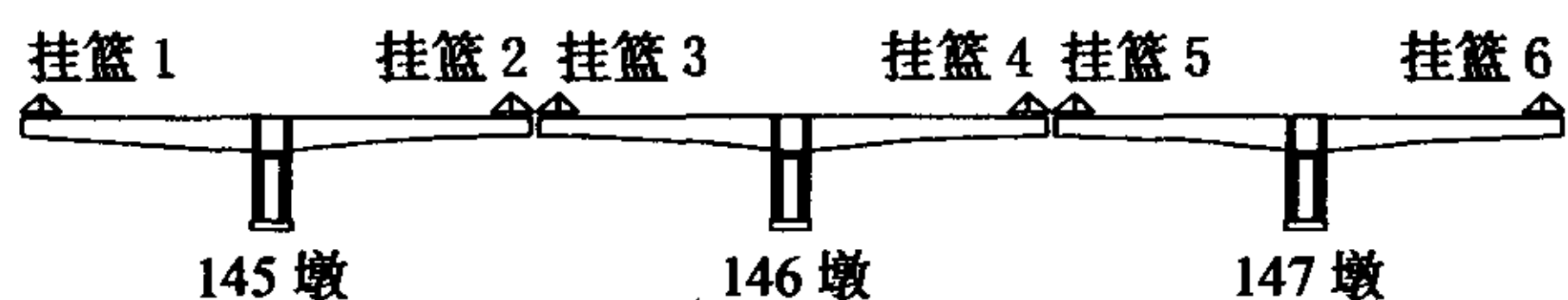


图 5 13 号节段张拉完毕后桥梁总体示意

中孔合拢段长 2 m, 重 70.9 t。中孔合拢施工的主要步骤是:(1)13 号节段张拉完毕后,中孔合拢口

两端的挂篮 2、挂篮 3、挂篮 4、挂篮 5 分别向各自墩顶方向退 2 m;(2)安装合拢段的吊架(包括模板),吊架重 20 t;(3)合拢口两侧各压重 35.45 t,压重通过在水箱内加水实现;(4)在一天中的最低温度时,锁定合拢口,浇注合拢段混凝土,在浇注混凝土的同时,同步去除压重,保证在浇注混凝土的过程中,合拢口处标高处处在稳定的状态;(5)张拉部分合拢段的连续钢束;(6)张拉部分合拢段的连续钢束后,尽快解除墩梁临时固结,以减少预应力的次内力,临时固结解除的顺序是:先 145 墩、147 墩,后 146 墩。

在压重时,由于 146 墩是两侧对称压重,而 145 墩和 147 墩均是单侧压重,所以 146 墩的挠度比 145 墩和 147 墩的挠度小。实测表明,146 墩下降了 1.8 cm,而 145 墩下降了 3.4 cm,147 墩下降了 3 cm。另外压重时,合拢段的底模要和梁体松开,而且合拢段的钢筋不能绑紧,否则压重时梁体很难下挠,使实际挠度和理论值相差较大。

3.2 K6 桥的边孔合拢施工

边孔合拢段施工的主要步骤是:(1)非对称悬浇段 14 号块张拉完毕,边孔现浇段混凝土养护到设计要求的强度;(2)图 5 中的挂篮 1 和挂篮 6 分别退至 145 墩和 147 墩的 0 号块处;(3)在 14 号块最前端压重,压重为边孔合拢段待浇注混凝土重量的一半,即 26 t;(4)吊边孔合拢段吊架,绑扎合拢段钢筋;(5)在低温时锁定刚性骨架,浇注合拢段混凝土;(6)张拉边孔合拢段钢束和剩余中孔合拢段钢束。

设计要求在边孔合拢时,要保持中孔跨中的挂篮压重,即不能拆除或者移动图 5 中的挂篮 2、挂篮 3、挂篮 4、挂篮 5,否则中孔跨中处顶板的应力会超出规范的容许值。

由于本桥有非对称悬浇块段,非对称悬浇块段浇注后比浇注前梁体最前端实际下挠了 11.1 cm,如此大的变形增大了边孔合拢的难度;另外在挂篮 1 和挂篮 6 退至墩顶 0 号块时,理论计算表明 14 号块最前端将上挠 4.3 cm,而实际上挠了 6.6 cm,由于混凝土的非线形因素,使得很难准确把握梁体的变形。14 号块连接着合拢段和 13 号块,是关键的一块,在计算 14 号块的预抛高值时,既要考虑到边孔现浇的标高,又要考虑 13 号块的标高,以保证合拢精度和线形平顺流畅。

压重是为了在浇注混凝土的过程中,通过同步地去除压重,保持合拢口处在稳定的位置,从而提高合拢段的混凝土质量。由于理论上计算预抛高值时,

已经考虑了压重产生的变形,所以压重时,梁体一定要与合拢段模板脱离,以保证梁体可以自由变形。

4 结语

(1) 具有非对称悬浇块段的连续梁桥和一般的连续梁桥相比,具有挠度大的特点。对于跨径组合为 70 m+120 m+120 m+70 m 的东海大桥辅通航孔连续梁桥,非对称悬浇块段浇注后与浇注前相比,梁体最前端下挠了 11.1 cm。正是由于非对称节段的原因,边孔和主孔的预抛高值相差较大,本桥主孔恒载预抛高最大值为 1.8 cm,而边孔恒载预抛高最大值为 14.4 cm。

(2) 预应力混凝土连续梁桥跨中的连续钢束主要抵抗结构体系转换后跨中截面附近的正弯矩,另外还要考虑的荷载有二期恒载、活载等。浇注非对称节段时,主孔跨中上拱 2.7 cm,这对跨中顶板受力不利。所以跨中的连续束在主孔跨中合拢时仅张拉部

分,而且在边孔合拢的过程中始终保持着主孔跨中的挂篮重量。待边孔合拢后,再张拉剩余的主孔跨中的连续束和边孔合拢段连续束。最后拆除主孔跨中挂篮。

(3) 合拢段施工是桥梁的关键,为了达到合拢精度,必须仔细考虑合拢的每一步骤,计算出每一步骤可能产生的变形,从而采取相应的对策。

参考文献:

- [1] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社,1986.
- [2] 向中富. 桥梁施工控制技术[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 范立础. 预应力混凝土连续梁桥[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [4] 雷俊卿. 桥梁悬臂施工与设计[M]. 北京:人民交通出版社,2000.

Construction of Auxiliary Navigation Opening Bridge of Donghai Bridge

WANG Fa-wu, SHI Xue-fei

(Department of Bridge Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The auxiliary navigation opening bridge of Donghai Bridge is a four-span prestressed concrete continuous box girder bridge. It is different from usual continuous box girder bridge because it has non-balanced cantilever segment. The displacement of this kind of continuous box girder bridge is large so that its construction and construction control are more difficult than usual continuous box girder bridges. In this paper, the construction of station K6 bridge of auxiliary navigation opening bridge of Donghai Bridge is introduced and features of this kind of bridge are analyzed.

Key words: Donghai Bridge; continuous box girder; non-balanced cantilever placing; joint segment

中国通往东盟首条高速公路 10 月通车

中国第一条通往东盟的高速公路——广西南宁至友谊关高速公路项目进入最后的冲刺阶段,该公路将于今年 10 月底建成通车。

南友高速公路是我国“五纵七横”国道主干线衡阳至昆明高速公路的重要支线,也是广西路网主骨架的重要组成部分,是中国通往东盟各国的主动脉。路线起于南宁吴圩附近机场高速公路,经扶绥、崇左、宁明、凭祥,止于中越边界的友谊关,和越南 1 号公路对接,全长 179.2 km,另建连接线 61.55 km。由于公路穿过典型的岩溶地区和膨胀土地地区,面临大量的岩溶路基病害、水损害以及膨胀土路基工程问题,因而采用沥青混凝土路面结构,是广西第一条沥青混凝土路面高速公路。

该项目利用亚洲开发银行、欧洲投资银行和国内银行贷款建设,概算投资 37.14 亿元,2002 年年底正式开工。