

砖莘公路跨线桥主桥转体施工技术

王 军 封卫江

摘 要 本文就拱梁组合转体桥施工中存在的转盘磨心、纵梁拱肋施工体系转换及合拢段标高调整等施工技术问题进行探讨。

关键词 跨线桥 主桥转体 磨心 转盘

1. 工程概述:

砖莘公路沪杭高速公路跨线桥工程位于上海市松江区,是连接上海佘山国家旅游度假区和闵行区府所在地莘庄的重要桥梁,为上海市首座转体施工桥梁,横跨沪杭高速公路,全桥总长 395m,主桥长 131m,为三跨中承式拱梁组合结构,跨径组合 28m+75m+28m,矢高比为 1:4.12。拱肋采用钢筋混凝土结构,截面为矩形;纵梁及端横梁为预应力钢筋混凝土结构,其中纵梁截面为 T 形,预应力钢筋采用高强度低松弛钢绞线,锚具采用柳州欧维姆公司 HVM15-7 及 HVM15-12 型锚具,吊杆采用高强钢丝,每根吊杆采用 54×Φ7 碳素钢丝,外套采用 Φ133mm 钢管,锚具为 DM7-54 型锚具。

主桥施工采用转体施工,这种施工方法对主桥下高速公路正常通车影响最小。

2. 磨心施工

磨心施工是转体施工成功的关键,因为磨心是主桥转体时的着力点,因此,磨心的高差和强度是决定转体过程中全桥高程变化及转体顶推力大小的直接决定因素。该桥采用单支承式转盘,球面铰柱由 C50 混凝土浇筑,球面采用母线器成型,中间预埋直径 200mm 的钢质定位销定位,为保证球面平整光滑,在施工时下承台与磨心采用了

不同强度不同品质的混凝土,先采用普通混凝土浇筑下承台,再凿毛后采用石子硬度较低的混凝土浇筑磨心,浇筑磨心混凝土时,球面周围以定型钢模作模板,并经仔细抄平后浇筑混凝土,直径 2m 的磨心,其周围高差按目前的施工手段可控制在 1mm 以内,实践证明,此种方法浇筑的磨心在磨合及转体施工时都取得了较好的效果。

下转盘球面混凝土浇筑完成后,在球面上覆盖 3~5 层塑料薄膜,并将磨心作为底模浇筑球面铰柱混凝土盖,待混凝土强度达到设计强度后,拆去塑料薄膜,将盖铰进行反复磨合,至 3~4 人能够推动为止,在进行磨心混凝土浇筑时应注意,在满足混凝土强度的情况下,使用石子强度不宜过高,不宜使用强度较高的火成岩,以防由于磨合过程中混凝土中石子划破磨心造成刻槽,致使磨心制作失败,因此本桥在配制磨心混凝土时,特别注意选用了硬度较小的石子,并对其进行了筛分,磨心磨合后,同济建筑设计研究总院人员验收,磨心表面光滑圆顺,磨合较为成功。

在盖、铰磨合符合要求后,在其接触面上涂以黄油作为润滑油,然后固定磨心上盘,浇筑上部结构混凝土。

3. 拱肋、纵梁及横梁施工

本桥单体重量均在 2600 吨以上,转体前其重

王 军 江苏省交通工程总公司第十一公司 助理工程师
封卫江 上海松江真诚工程建设监理有限公司 监理工程师 硕士

量全部落于支架上,因此在浇筑拱肋、纵梁及横梁前决定选用钢管支架并对支架的强度和稳定性进行了认真计算,并在施工前进行等载预压,以消除支架的非弹性变形,在上部结构施工过程中,混凝土浇筑顺序为下拱肋——横梁——中、边跨加劲纵梁——上拱肋——上、下拱肋及纵梁相交处后浇带。由于支架本身的弹性形变,浇筑纵梁时,如不留置后浇带,则加劲纵梁浇筑完成后,会因支架变形,使下拱肋受压而使两下拱肋之间的纵梁受拉产生竖向裂缝,影响产品质量(见图1)。

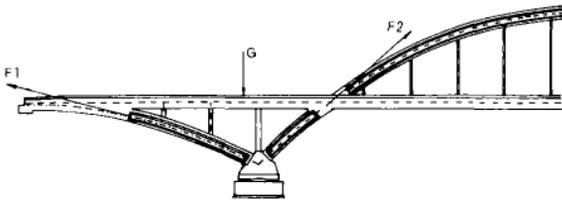


图1

4. 体系转换

有平衡重平转施工时,其关键工序是采用怎样的锚扣体系,由初步受力估算,本桥采用1860级钢绞线作为体系拉索,具体方法是,在拱肋中柱处设立两根 $\Phi 700\text{mm}$ 钢管混凝土柱作为塔架,塔架上设置锚箱及工作平台,然后与上拱肋及边跨纵梁处预埋的预应力拉索锚固连接,使全桥形成整体,将纵梁及拱肋作用于支架上的荷载转移至上转盘上,完成体系转换(见图2)。

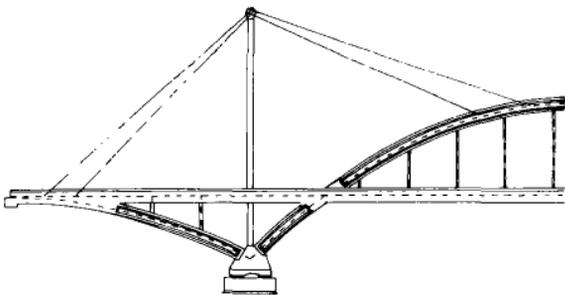


图2

考虑支架承载力及纵梁拱肋节点处应力变化情况,体系转换施工顺序如下:收紧上拱肋与纵梁之间的吊杆——对塔架斜拉索进行初张,使之形成整体——在边跨压平衡重——对塔架斜拉索进行二次张拉。

体系转换时首先应收紧上拱肋处吊杆,使之与纵梁的刚度加强,形成整体,在收紧吊杆时应考虑上拱肋与纵梁之间钢管的承载力(主要是支架稳定性)。本桥施工时,支架可承受50吨压力,同济大学工程技术研究所现场监测,在设计院提供每根吊杆施加20吨拉力的情况下,上拱肋与纵梁间支架变形极小(最大变形3.5mm),应力符合设计要求。在进行塔架拉索初张拉时,由于其每束钢绞线为12根,每根钢绞线受力很小,若使用群锚张拉方法,以YCD2500型千斤顶进行整体张拉,则锚具夹片锚固力较小,在外荷载作用下,易造成滑丝现象,更重要的是,在塔架平台上YCD2500型千斤顶不易操作,安全系数小。在参照某些斜拉桥拉索施工方法,并听取专家意见后,施工时采用YDC240型千斤顶进行单根张拉,并且在每束钢绞线中选择一部分进行张拉,以保证锚具、夹片及钢绞线之间有足够的锚固力,并且很容易控制塔架垂直度。

5. 转体施工

在体系转换完成后即可进行转体施工,转体顶推力计算如下:

$$T = \frac{2fGR}{3D}$$

式中: T—转体顶推力(kN);

G—转体总重力(kN);

R—铰柱半径(m);

D—顶推力偶臂(m);

f—摩擦系数。

根据该公式,可计算出两侧顶推时,最大起动力为800kN,正常行驶时顶推力为400kN,按照理论计算数据,本桥采用两个YCD2500型千斤顶在上转盘两侧各8.5m处进行顶推,现场实测起动时最大顶推力达650kN,正常行驶时最大顶推力达500kN,最小为200kN,转动角速度一般为0.017rad/min,桥体悬臂端线速度为0.25m/min。转体就位后,上转盘用钢楔进行临时固定。

6. 转体就位后,合拢前标高调整

此次标高调整,意义较为重大,在转体过程中,纵梁,拱肋顶面处的标高会发生变化,由于磨心、滑道以及中跨悬臂端影响,中跨合拢段处的纵

(下转第47页)

大桥位于青洲,跨越闽江,目前是福州长乐国际机场专用公路和沿海国道主干线同三高速公路的共用桥。鉴于江面和河道的需要,采用大跨径斜拉桥方案,跨径组合为250+605+250m,两端再各设一孔40m,桥面全宽29m。设计标准为上下行四车道。塔为钻石型,高175.5m。主梁为I字钢梁与钢筋混凝土组成的结合梁。建成之后,它的跨径超过上海杨浦大桥的602m,成为全国同类桥梁之最。

(3)南平九峰山悬索桥:

主跨200m,桥面系由工字钢横梁,纵梁和混凝土空心板组成,其特点是设抗风主索通过桥面中央挑台下的外伸横梁滑槽,固定于两岸墩塔的伸臂框架上,抗风体系简易、可行,已经受了多次十级以上台风考验。

(4)泰宁金湖悬索桥

跨径284m,桥宽6.2m,其特点是加劲梁采用钢筋混凝土桁架,索的一端锚固于悬崖基岩中,另一端支承在山丘的低索塔,全桥重艺术设计,为金湖风景区增添景色。

(5)沙县悬索桥

净跨 2×112 m,为独塔悬索桥,国内罕见,为了适应旅游需要,充分利用索塔周围空间,在塔中设置观光场所。

(6)厦门海沧大桥

厦门海沧大桥跨越厦门岛与海沧开发区之间的西海域,工程项目系由东航道桥、西航道桥、东

西引桥、东渡互通立交和主线桥等组成,东航道桥是海沧大桥的主桥,采用布跨为230+648+230的悬索桥,总长度1108m。桥的特点是加劲钢梁采用三跨连续漂浮体系,设计施工难度大,科技含量高,在同类桥型中,是亚洲第一,世界第二。另一个特点是大桥建设项目首次全面引入景观及环境美化设计,集中体现20世纪末国际桥梁工程技术的先进水平。

5. 基本经验

(1)鉴于福建无大江大河,不追求大跨径,在巧和奇上做文章,追求定位准确。

(2)坚持以桥梁建设带动专题研究,以科研成果指导桥梁建设,路线正确。

(3)现代桥梁文明是由高素质人才运用先进手段来创造的,既抓人、又抓物,措施得当。

从横向比较,我们还存在差距,可谓任重道远。福建今后桥梁目标重点是一向海峡、二向山区。跨海大桥工程的特点是水深、浪大、风急、地质复杂、腐蚀性强、上部难、基础更难。跨谷大桥的特点是地形险峻、地质复杂、无预制场,布孔、桥型、稳定都是工程的关键与难点。

长江后浪推前浪,世上今人胜昔人,我们相信福建桥梁在21世纪一定会克服困难取得更大成绩。

(本文原载福建公路学会2000年会论文集,转载时略有删减)

(上接第26页)

梁及拱肋标高会降低,因此在合拢段混凝土浇筑前对纵梁和拱肋标高进行调整,考虑塔架拉索内力的影响,在主桥边跨压重调整标高比较危险,因此,本桥采取在合拢段拱肋上用千斤顶进行对顶的方法来抬升拱肋及纵梁标高,这样既可达到调整标高的目的,又可避免在边跨压平衡重引起拉索内力增加的不便。

7. 施工体会

本桥施工过程中,全桥受力状况经历了三次转换:1)全桥混凝土现浇过程——荷载落于钢管支架上;2)主桥转体施工过程——全桥荷载由塔架、拉索传递至上转盘;3)合拢段施工——全桥荷载由拱肋及加劲纵梁承受,桥体进入工作状态。因

此,在施工过程中,对全桥的受力状况也要分阶段进行分析,因为在不同的施工阶段,各主要受力杆件上应力分布及全桥整体性能差异相当大,所以,在施工过程中,我们始终与设计及监测单位保持密切联系,及时交换意见,保证在各施工阶段,构件受力情况都能满足要求。

实践证明,根据上海砖莘公路沪杭高速跨线桥工程施工的特点,该桥采用分段现浇,留置后浇带并针对主桥施工状态及工作状态下不同的受力状况分别进行分析,对局部进行加强的施工工艺的运用是非常成功的,使用此种方法,优质、安全地完成了上海市第一座转体桥施工,大大减少了对沪杭高速公路通行的影响,为此类型立交桥施工积累了丰富的经验。