

浅谈已成型大跨度现浇预应力箱梁单侧拼宽施工技术

张林 杨淑琴

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/jpm.v3i6.5038

[摘要] 随着我国经济建设的快速发展,交通量的需求不断增大,许多桥梁出现设计荷载较低、桥龄较长,桥面宽度不足以及通行能力逐渐趋于饱和等问题,交通量不断增长与现有公路通行能力不足的矛盾日益突出,增加现有公路的通行能力是当前的重要而紧迫的任务。通常采取加固、加宽或拆除重建等方式,桥梁的拆除重建一般较浪费资源并且违背低碳原则,旧桥拆除过程会对环境造成破坏,拆除旧桥的废弃混凝土会污染环境。当桥梁承载能力和受力满足要求的情况下,采取桥梁拼接加宽提高交通能力,相比于拆除新建桥梁较大节约投资,同时减少了环境污染。结合中开(中山至开平)高速公路工程实例,为满足远期交通需求,对已成型的大跨度现浇预应力箱梁采取单侧拼宽技术,为以后类似工程施工提供了参考依据。

[关键词] 大跨度; 预应力箱梁; 单侧; 拼宽

中图分类号: F775 **文献标识码:** A

Discussion on construction technology of single side widening of formed large-span cast-in-place prestressed box girder

Lin Zhang Shuqin Yang

Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Zhengzhou

[Abstract] With the rapid development of China's economic construction, the demand for traffic volume is increasing. Many bridges have problems such as low design load, long bridge age, insufficient bridge deck width and gradually saturated traffic capacity. The contradiction between the continuous growth of traffic volume and the insufficient traffic capacity of existing roads is becoming increasingly prominent. Increasing the traffic capacity of existing roads is an important and urgent task at present. Generally, reinforcement, widening or demolition and reconstruction are adopted. The demolition and reconstruction of bridges generally wastes resources and violates the low-carbon principle. The demolition process of old bridges will cause damage to the environment, and the waste concrete from the demolition of old bridges will pollute the environment. When the bearing capacity and stress of the bridge meet the requirements, the bridge splicing and widening are adopted to improve the traffic capacity, which saves more investment than the demolition of new bridges and reduces environmental pollution. Combined with the engineering example of Zhongkai (Zhongshan Kaiping) Expressway, in order to meet the long-term traffic demand, the single side widening technology is adopted for the formed large-span cast-in-place prestressed box girder, which provides a reference for the construction of similar projects in the future.

[Key words] Large span; Prestressed box girder; Unilateral; Match Width

1 项目背景

中山至开平高速公路联系了粤东、珠三角和粤西地区,与正在建设的深中通道相接,路线全长150km,双向6车道,设计时速100km。一期工程K8+102.4~8+947.7范围为火炬东服务区三号桥,桥长845.3m,上部结构为装配式预应力混凝土简支箱梁+(30m+50m+30m)现浇预应力混凝土连续箱梁,下部结构起点桥

台采用桩柱式、终点桥台采用肋板式;墩台采用桩基础。前期现浇预应力混凝土连续箱梁已实施完成,但与该公路起点相连的另外一条高速采用高标准六车道建设,为与其匹配,同时提高后期车辆通行需求,通过反复论证确定采取对已成型的预应力混凝土连续简支箱梁单侧拼宽进行解决。

2 拼宽结构参数

现浇箱梁为长30m+50m+30m变截面预应力砼连续箱梁,采用单箱双室断面,边腹板采用斜度为4:3的斜腹板,箱梁顶宽16.5m,底宽6.5~8m,顶板悬臂长度3.2m。中支点处箱梁中心高度3.0m,跨中箱梁中心梁高2.0m,梁高以二次抛物线变化。腹板厚度为50~85cm,跨中截面顶板厚度25cm、底板厚度25cm。根据设计要求进行单侧拼宽实施,具体采用在箱梁外侧进行加宽1m处理,为保证拼宽后桥梁的整体性,桥面打孔植筋,并增设10cm厚现浇钢筋混凝土层以提高翼缘抗弯承载力,通过调整相邻三跨预制小箱梁梁垫石来调整纵坡;在箱梁两端端横梁处各增加2个盆式橡胶支座以提高箱梁抗倾覆能力。

采用重力式灌浆法施工:桥面植筋采取钢筋探测仪探明原有钢筋位置,再行确定植筋位置;其次根据加宽断面结构,浇筑采取先厚后薄,由低到高的顺序,分幅逐段约束推进的方式浇筑施工。

针对桥面现浇层大面积、小厚度、高性能的特点,优化其施工工艺,对现浇层钢筋采用剪力键筋与原桥面进行连接结合,剪力键采用植筋的方式,加强其整体性;混凝土采用C50聚丙烯纤维自密实混凝土,利用其具有的抗裂、抗冲击、韧性高、耐磨性能来避免桥面现浇层的龟裂和空鼓现象。

3 工艺流程及操作要点

针对桥面现浇层大面积、小厚度、高性能的特点,优化其施工工艺,对盆式橡胶支座采用重力式灌浆法施工;桥面植筋采取钢筋探测仪探明原有钢筋、钢绞线位置,再行打孔植筋;其次根据加宽断面结构,浇筑采取先厚后薄,由低到高的顺序,分幅逐段约束推进的方式浇筑施工。混凝土采用C50聚丙烯纤维自密实混凝土,利用其具有的抗裂、抗冲击、韧性高、耐磨性能来避免桥面现浇层的龟裂和空鼓现象。主要工艺说明如下:

3.1 支座安装

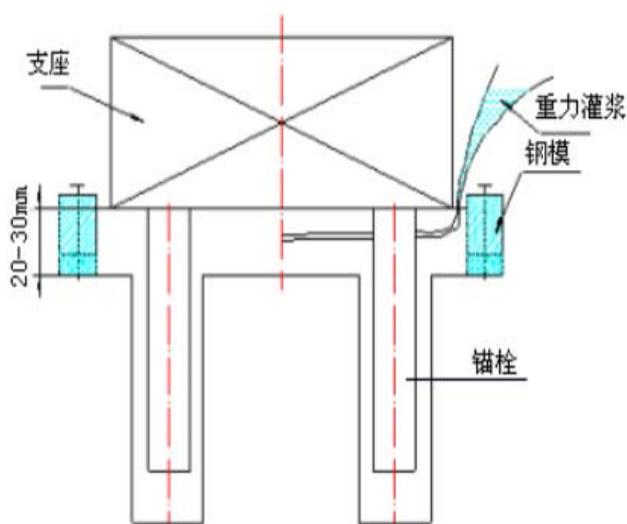


图1 支座灌浆示意图

安装时支座下座板中心线对准垫石中心线,用专用钢楔块

楔入支座四角,找平支座底面调整到设计标高,在支座底面与支承垫石之间应留有20~30mm空隙,安装灌注用模板。仔细检查支座中心位置及标高后,用无收缩高强度灌注材料灌浆。灌浆时应从支座中心部位向四周注浆,并注意仔细观察钢模与支座底板周边间隙,到灌浆材料全部灌满为止。待灌浆材料达到规定强度后,拆除模板及钢楔块,检查是否有漏浆,对漏浆处和钢楔块抽出后的间隙进行补浆,拧紧地脚螺栓,然后安装梁体支座底板及支座密封围板,见图1。

3.2 拼宽结构施工

3.2.1 桥面聚丙烯纤维混凝土配合比设计

混凝土采用C50聚丙烯纤维自密实混凝土,聚丙烯纤维能消除或减少混凝土中原生裂隙的数量和尺度,这种效应不仅能有效阻止混凝土发生塑性开裂,对硬化混凝土的性能也非常有益。通过提高混凝土的抗冲击能力和抗疲劳性能,使路面桥面混凝土的使用性能得以改善。

施工浇筑之前由实验室确定满足设计要求的配合比,并作相关试验以确定其施工可行性。由于浇筑面积比较大,钢筋较密,对混凝土的自密实效果要求比较高,从原材料选材入手,严格剔除不合格材料,确保材料满足要求。见表1

表1 聚丙烯纤维混凝土材料类型

| 名称 | 类型 | 备注 |
|---------|------------------|----|
| 水泥 | P. 052. 5 水泥 | |
| 粉煤灰 | I 级灰 | |
| 矿粉 | S95 级 | |
| 膨胀剂 | AS-8 | |
| 聚丙烯单丝纤维 | TDPPF-M-19 | |
| 碎石 | 5~16mm | |
| 中粗砂 | | |
| 外加剂 | AS-HPC 聚羧酸高性能减水剂 | |

依据《自密实混凝土应用技术规程》和《自密实混凝土设计与施工指南》的有关要求及设计方法采用体积法进行配合比设计及试拌。设计及试拌步骤如下:

①设定 1m^3 混凝土中粗骨料的松散体积为 V_{g0} ($0.5\sim 0.6\text{m}^3$),根据粗骨料的堆积密度 ρ_{g0} 计算出 1m^3 混凝土中粗骨料的用量 m_g 。

②根据粗骨料的表观密度 ρ_g 计算 1m^3 混凝土中粗骨料的密实体积 V_g ,由 1m^3 拌合物总体积减去粗骨料的密实体积 V_g 计算出砂浆密实体积 V_m 。

③设定砂浆中砂的体积含量为 $0.42\sim 0.44\text{m}^3$,根据砂浆密实体积 V_m 和砂的体积含量,计算出砂的密实体积 V_s 。

④根据砂的密实体积 V_s 和砂的表观密度 ρ_s 计算出 1m^3 混凝土中砂子的用量 m_s 。

⑤从砂浆体积 V_m 中减去砂的密实体积 V_s 得到浆体密实体积 V_p 。

⑥根据混凝土的设计强度等级确定水胶比确定各种胶凝材料的质量。

依据以上步骤,假设粗骨料松散体积为 0.56m^3 、 0.57m^3 、 0.58m^3 和砂浆中砂的体积含量为 0.42m^3 、 0.43m^3 、 0.44m^3 ;水胶比为 0.30 、 0.31 、 0.32 进行试拌试验。经过一系列的组合试拌及最终的强度指标,最后选定满足规范及设计要求的最佳状态为最终推荐配合比。

3.2.2 桥面植筋施工

加宽段桥面同与新增现浇层一起浇筑,为了保证桥面现浇混凝土和梁体之间结合紧密,施工时结合面上的主梁混凝土必须进行凿毛处理,粗骨料要求露出50%,做成凹凸不小于6mm的粗糙面。混凝土浇筑前应清除浮浆,将结合面冲洗干净并充分湿润,以保证新老混凝土的结合。

箱梁表面植筋前,先确定好箱梁纵横向预应力筋具体位置,并在箱梁顶面划线,确定植筋位置避开预应力管道,在现场做好植筋点位标记,监理确认无误后方可施工植筋。见图2

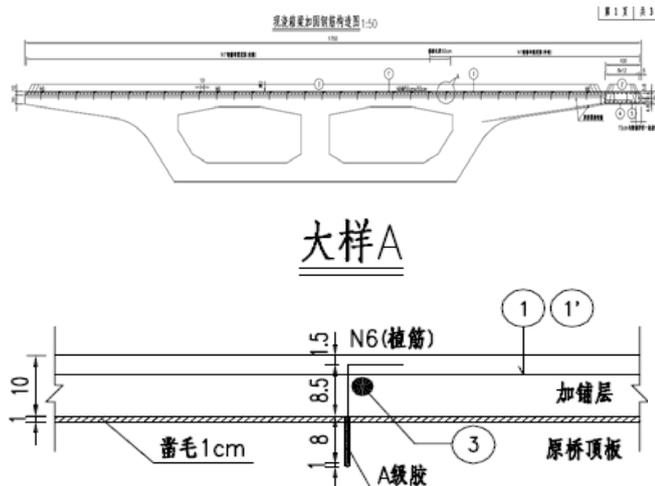


图2 桥面加宽示意图

植筋的施工顺序为:定位→钻孔→清孔→钢材除锈→锚固胶配制→植筋→固化、保护→检验。

混凝土钻孔前,先依据竣工图钢筋和预应力的理论位置在盖梁表面进行标记,再用钢筋探测仪查明主筋及体内预应力钢束分布位置及保护层厚度,若探测位置与理论标记有偏差则增加标记实际位置,以避免钻孔时损伤主筋。放样钻孔位置与主筋冲突,可适当移动位置。钻孔孔径 $d+4\sim 8\text{mm}$ (小直径钢筋取低值,大直径钢筋取高值, d 为钢筋、螺栓直径)。

锚固胶填充量一般为孔深的 $2/3$,并应保证插入钢筋后周边有少许胶料溢出。注入锚固胶后应立即单向旋转插入钢筋,直至达到设计的深度,并保证植入钢筋与孔壁间的间隙基本均匀,校正钢筋的位置和垂直度。也可手锤击打方式入孔,手锤击打时,一手应扶住钢筋或螺栓,以保证对中并避免回弹。

植筋后3~4天对其进行随机抽检,检验可用千斤顶、锚具、

反力架组成的系统作拉拔试验,经检验其拉拔力达到40KN以上。植筋效果如图3



图3 现浇桥面植筋

3.2.3 混凝土浇筑

由于已成型现浇桥位于平面曲线段,最大横坡达到4%,长度110m,单幅加宽后宽度17.5m,若采用常规方式浇筑自密实混凝土存在成型困难等问题,故沿桥梁纵向将单幅分为三个浇筑条带,同时为了保证现浇桥面顶部标高、限制大横坡条件下混凝土流动,在条带位置设置纵向小方钢,兼顾控制桥面顶部高程,辅助作为整平梁轨道。具体浇筑工艺如下:

浇筑前,现场接通水管,浇筑期间随浇筑速度做好混凝土基面洒水工作,避免浇筑面积积水;浇筑安排在下午15:00以后,避开中午温度较高时段;配置一台混凝土汽车泵输送,浇筑期间移动一次车位达到全部覆盖。

浇筑混凝土厚度较薄,左幅超高一侧浇筑厚度达到30cm,且顶部还有15cm后防撞护栏基础高于现浇面,若采用常规从低处开始浇筑,则护栏基础浇筑成型困难,故总体工艺为先浇筑加宽部位混凝土至桥面高程,再采取从低先高处分条带浇筑方式,最后完成护栏基础浇筑;浇筑从小桩号向大桩号方向推进,其次根据宽度分条逐步推进,即先浇筑①号加宽条带,再按照②→③→④条带错开浇筑,分段浇筑后返回浇筑护栏基础⑤号条带,浇筑顺序下图4。

②③④浇筑条带错开5~8m,①浇筑条带和④浇筑条带错开20m左右;混凝土分条带入仓后,滚杠推拉整平,局部人工辅助进行补料,表面手压可以看到手纹时及时安排进行收面,收面采用油动收面积,收面必须带上抹盘,避免形成光面,收面期间注意后退操作,避免留下脚印。混凝土浇筑后及时覆盖养护,先采用塑料薄膜进行覆盖,待终凝后表面再覆盖土工布等材料,由于采用的高强度薄层浇筑施工,养护不到位很容易产生裂缝,故在超高一侧敷设纵向水管,在水管上安装旋转喷头,定时进行喷水养护。

4 质量控制

凿除1cm厚度混凝土保护层,要求粗骨料露出50%,做成凹凸

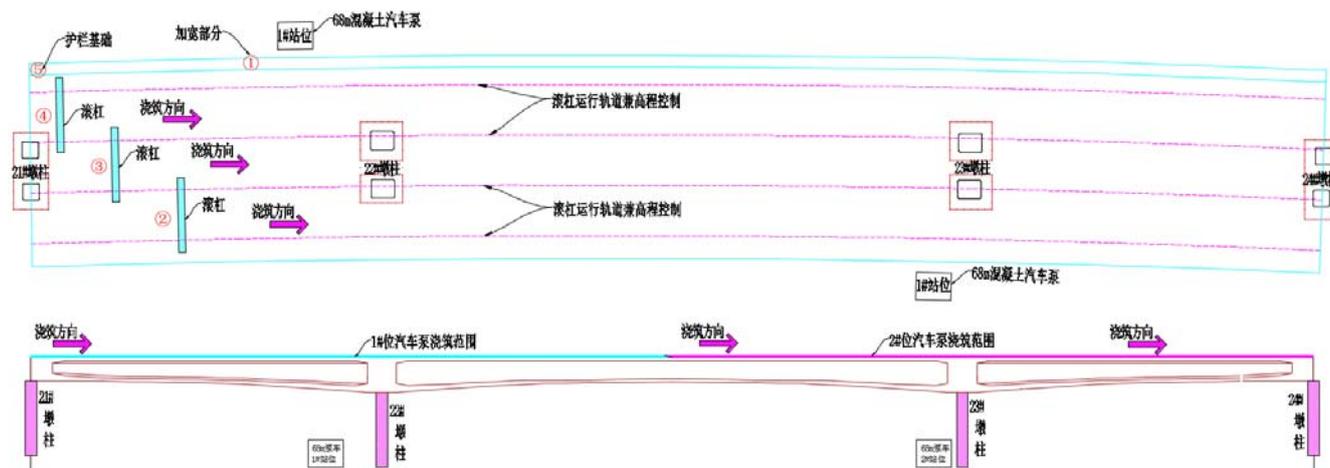


图4 浇筑施工顺序简图

不小于6mm的粗糙面。混凝土浇筑前应清除浮浆,将结合面冲洗干净并充分湿润,以保证新老混凝土的结合。

箱梁表面植筋前,测量队应先根据图纸确定好箱梁纵横向预应力筋具体位置,并在箱梁顶面划线,确定植筋位置避开预应力管道,在现场做好植筋点位标记,确认无误后方可施工植筋。

浇筑过程中及时采用塑料薄膜进行覆盖,同时混凝土终凝后及时补充洒水养护,保持混凝土表面始终处于湿润状态,要求混凝土强度达到20MPa后方可拆除模板。

植筋后3~4天可随机抽检,检验可用千斤顶、锚具、反力架组成的系统作拉拔试验,植筋的抗拔力要求应满足《公路桥梁加固设计规范》中的相关规定。

做好技术交底工作,实行“三级交底制”,将加宽的工艺方法和工艺要求、质量标准、检查方法逐级交底落实。

针对类似工程施工,应制作仓面设计书,并组织进行学习,明确重难点,同时做好应对策略,避免出现紧急状况后无所适从。

5 结语

随着我国经济建设的快速发展,交通量不断增长与现有公路通行能力不足的矛盾日益突出,增加现有公路的通行能力是

当前的一个重要而紧迫的任务。但桥梁的拆除重建一般较浪费资源并且违背低碳原则,旧桥拆除过程会对环境造成破坏,拆除旧桥的废弃混凝土会污染环境。当桥梁剩余承载力仍然较大时,在原有桥梁基础上进行加固是一种较好的选择;本项目通过综合分析论证,通过在已成型现浇预应力箱梁单侧采取拼宽技术解决了远期交通能力不足问题,同时结合设计要求,对既有桥梁的现浇预应力箱梁进行单侧拼宽施工方法进行了研究,在确保施工安全、质量的情况下,有效提高了施工效率,降低了成本投入,取得了较好的经济效益;同时该技术的应用也有效节约了资源、减少了建筑垃圾排放,为以后类似工程施工积累了宝贵的实践经验。

[参考文献]

- [1]赵筠.自密实混凝土的研究和应用[J].混凝土,2003(6):9-17.
- [2]《公路桥涵施工技术规范》[S].中华人民共和国行业推荐性标准,JTG/T3650—2020.
- [3]侯继鹏.高速公路改扩建既有桥梁拼宽施工技术[J].绿色环保建材,2020(04):111+113.
- [4]樊志强,魏平,柴玉卿.高速公路改扩建项目的桥梁加宽设计[J].山西建筑,2007(06):309-310.