

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.02.016

整体预制叠合梁设计及关键技术研究

魏一衍¹, 师发明², 邓佳承³

(1.天津城建设计院有限公司第七分院, 浙江 杭州 310051; 2.杭州市城市基础设施建设管理中心, 浙江 杭州 310006;
3.天津城建设计院有限公司第七分院, 浙江 杭州 310051)

摘要: 杭州市莫干山路高架桥采用全预制拼装工艺设计及施工,其上部结构主要采用多跨连续整体预制叠合梁。以该项目为研究对象,对莫干山路高架桥整体预制叠合梁工艺进行介绍,探讨其具体的设计内容。并针对该项目特殊性,对整体预制叠合梁负弯矩区处理方案进行比选,以期类似情况项目的设计及施工提供一定参考。

关键词: 全预制拼装;整体预制叠合梁;有限元计算;设计;施工

中图分类号: U443.35

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)02-0063-03

1 工程概况

莫干山路快速路作为杭州市“四纵五横三连十一延伸”快速路网中“三连”之一,项目南起现状留石快速路T型立交,北至绕城北线104国道收费站。高架主线全长约4 960 m,起点接现状留石快速路T型立交落地匝道,终点跨棕榈路后落地。由于周边现状条件局限、工期短等因素制约,高架采用全预制拼装工艺进行设计及施工。

2 上部结构设计

莫干山路高架主线标准横断面宽度26 m(见图1),采用多跨35 m标准跨径,结构连续,根据布孔情况设置连续孔数。上部结构钢-混叠合梁整体预制、吊装,桥面板与钢梁在工厂共同预制,现场吊装后现浇纵、横向湿接缝形成整体。

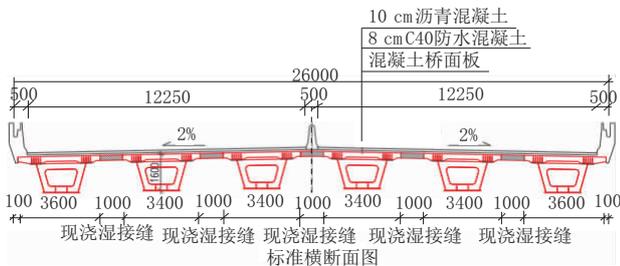


图1 莫干山路高架桥标准横断面(单位:mm)

叠合梁钢梁梁高1.3 m,混凝土桥面板厚0.22 m,承托处厚0.3 m,总高1.6 m。26 m标准段上部结构横向分6部分,边梁宽度3.6 m,中梁宽度3.4 m,湿接缝宽度1 m。35 m跨间设置1道横隔板,墩顶设

置横梁。单块叠合梁底板水平,叠合梁腹板及混凝土桥面板做2%横坡。

考虑施工期间梁板运输问题,对断面宽度进行优化。单片梁板控制在3.75 m以内,减少因梁板超宽造成的程序审批及运输难度。单片边梁最大吊装重量约为110 t。

叠合梁整体预制完成后,整体运输到现场后吊装。吊装后墩顶位置钢梁部分对接形成连续,现浇纵向湿接缝及墩顶横梁。纵向湿接缝1 m宽,端横梁0.8 m宽,中横梁1.2 m宽,端横梁单侧及中横梁两侧各预留0.5 m横向湿接缝与横梁一同浇筑。

2.1 钢梁设计

叠合梁钢梁采用半开口箱型断面,与小箱梁类似斜腹板式,增加横向抗扭刚度,较工字型梁板外形更加美观,同时较少钢材外露面,更有利于钢材防腐及后期养护。单位面积用钢量约240 kg/m²。

叠合梁钢梁主要由上翼缘板、腹板、底板、腹板加劲肋、底板加劲肋、横隔板及横梁组成。上翼缘板等宽,宽度480 mm,板厚20 mm;腹板采用斜腹板,板厚14 mm;底板跨中宽度1 600 mm,横梁及跨中横隔板位置突出540 mm,板厚20~40 mm。腹板设置横向T型加劲肋,宽度250 mm,板厚10 mm,间隔1.5 m一道。底板设置两道纵向加劲肋,高度180 mm,板厚16 mm。

2.2 桥面板设计

桥面板与钢梁在工厂共同预制,钢梁预制完成后可兼做桥面板胎架,单块边梁桥面板宽3.6 m,单块中梁桥面板宽3.4 m;边跨桥面板预制长度32.52 m,中跨桥面板预制长度32.8 m。桥面板厚0.22 m,承托

收稿日期: 2022-03-25

作者简介: 魏一衍(1991—),男,硕士,工程师,从事桥梁设计工作。

及横梁位置厚 0.3 m,横梁外设置 1 m 长厚度变化段及衔接段。

桥面板横向受力钢筋直径 18~22 mm,纵向受力钢筋直径 16~28 mm。墩顶现浇段钢筋直径均采用 28 mm。

混凝土桥面板与叠合梁之间通过布置于叠合梁上翼缘板的焊钉剪力键连接,剪力键采用圆头焊钉,材质为 ML15,剪力钉需满足《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》(GB/T 10433)及《冷镦和冷挤压用钢》(GB 6478)的规定。焊钉直径 22 mm,高 240 mm,采用群钉布置,布置根据受力 120~300 mm 间距。

2.3 横梁设计

端横梁位置采用混凝土横梁,经与后期管养沟通,伸缩缝位置端封板后期养护困难,取消端部封板设置,减少后期养护问题。中横梁位置同样采用混凝土横梁,仅底板及部分腹板对接焊,减少中横梁处 U 型主梁全断面对接施工难度,减少对接焊缝。端横梁及中横梁立面见图 2。

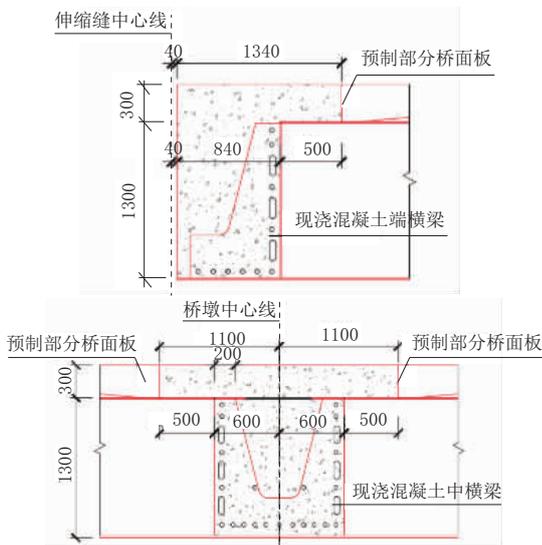


图 2 端横梁及中横梁立面(单位:mm)

3 整体预制叠合梁负弯矩区处理比选

连续钢混叠合梁墩顶处存在混凝土受拉的不利影响。采取有效措施,减小墩顶负弯矩引起墩顶处混凝土开裂,是整体预制连续叠合梁设计及施工的关键。

根据现有工程经验,一般可采用优化桥面板施工顺序、堆载预压法、支点预顶升法、配置预应力筋、高配筋现浇混凝土法^[1]、负弯矩区采用高性能材料替代或增强混凝土板等方法来控制连续叠合梁负弯矩区裂缝。

针对本项目叠合梁整体预制,整体吊装形式的

限制条件,对堆载预压法、支点预顶升法和负弯矩区采用高性能材料替代等方法进行分析比选,以期能对施工方案和施工组织优化提供技术支持。

3.1 建模分析

采用 Midas Civil 软件建立 3×35 m 连续钢-混凝土叠合梁空间有限元模型(见图 3),针对堆载预压法、支点预顶升法两种施工措施进行比选分析。模型中半开口箱型主梁、墩顶现浇段均采用软件自带组合梁截面进行模拟,横梁及桥面板均采用梁单元模拟,纵横形成梁格模型进行分析计算。计算叠合梁时可不考虑混凝土桥面板与钢梁之间的滑移效应^[2]。负弯矩区分析时应考虑截面开裂引起的内力重分布^[3]。

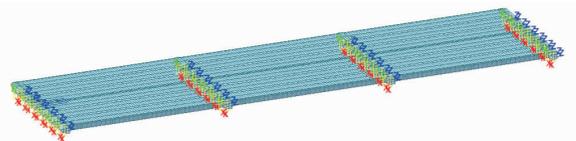


图 3 计算模型

3.2 堆载预压法

原设计考虑采用 24 kN/m 荷载进行堆载预压,堆载范围为各跨跨中 15 m 范围内。堆载完成后浇筑负弯矩区段混凝土,待混凝土达到设计强度后,撤去临时荷载^[4]。通过调整堆载重量对墩顶负弯矩区的混凝土桥面板储备的压应力分别进行验算,基本物理力学参数见表 1。

表 1 不同堆载预压效果

压载大小 / (kN·m ⁻¹)	混凝土压应力 储备 /MPa	墩顶裂缝 / mm	基本组合下跨中钢梁 应力 /MPa
0	-0.51	0.14	151.70
16	0.32	0.12	162.90
24	0.58	0.12	172.40
32	0.84	0.11	182.90
40	1.09	0.10	191.40

计算表明,在预压荷载作用下,从 16 kN/m 到 40 kN/m,混凝土板储备的压应力储备仅从 0.32 MPa 升至 1.09 MPa,预压荷载的提升对于负弯矩区混凝土板储备的压应力增强效果并不明显。钢梁应力随压重增加,从 162.9 MPa 升至 191.4 MPa,变化幅度较小,施工过程中堆载发生变化对结构安全影响并不会太大。缺点是堆载方式复杂易造成施工不便,工作量较大。

3.2 支点预顶升法

调整支点高度法,一般在钢梁架设时,将中支点抬升一定高度,然后在负弯矩区浇筑混凝土桥面板,待混凝土桥面板达到设计强度后,将中支点下降至设

计高度,从而使混凝土桥面板产生一定的压应力^[4]。基本物理力学参数见表2。

表2 不同支点顶升高度效果

顶升高 / cm	混凝土压应力 储备 /MPa	墩顶裂 / mm	基本组合下跨中钢梁 应力 /MPa
0	-0.51	0.14	151.70
10	0.86	0.12	168.10
20	2.05	0.10	192.10
30	3.23	0.09	216.06
40	4.41	0.08	240.00

计算表明,顶升高度从10~40 cm,混凝土板储备的压应力储备从0.86 MPa升至4.41 MPa,顶升方案对于提升负弯矩区混凝土板储备的压应力效果较为明显。钢梁应力随顶升高度增加,从168.1 MPa升至240 MPa,变化幅度较大,需严格控制顶升高度。对于多梁式叠合梁,支点预顶升需要同步控制内力和位移,支点高度调整控制过于复杂,而且不利于桥面板标高的控制^[4]。

4 结 语

对于本项目多梁式整体预制叠合梁,堆载预压

法是一个相对更为安全且合理的施工方案。

中支点顶升方案对于提升负弯矩区混凝土板储备的压应力效果较好。但对于多梁式叠合梁,需要同步控制内力和位移,支点高度调整控制过于复杂,而且不利于桥面板标高的控制。

莫干山路高架桥设计时已考虑墩顶负弯矩范围内钢筋加强,使混凝土顶板受拉时裂缝仍能满足规范要求。针对工期较紧的特殊情况下,标准段施工时亦可考虑在墩顶负弯矩区现浇段采用强度等级不小于CF50、弯拉强度标准值不小于4.8 MPa的钢纤维混凝土。

参考文献:

- [1] 侯文崎,叶梅新.连续结合梁桥负弯矩区混凝土板裂缝宽度控制方法研究[J].铁道学报,2003(2):109-112.
- [2] 黄玲.钢板组合梁桥结构受力分析[J].桥梁建设,2020,50(S2):48-54.
- [3] 杨新刚,刘鹏.钢-混叠合连续梁负弯矩区计算分析[J].工程建设与设计,2016(8):102-104.
- [4] 陈多,马芹纲,沈旭东,等.适用于工业化建造的组合梁负弯矩裂缝控制措施研究[J].上海公路,2019(3):51-57.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com