

城市桥梁预制拼装快速化施工关键技术

金国海

(杭州地方铁路发展有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要:为解决城市桥梁常规支架法施工工期长、文明施工差、安全风险高、占路时间长、对周边交通环境影响大等难题,以莫干山路提升改造(石祥路—绕城北线104国道收费站)工程预制拼装桥梁施工为实例,采用构件标准化预制、多轮18轴液压均衡平板车运输、机械化集中吊装、精细化快速施工、预制立柱快速精确安装、双立柱一体化盖梁精确定位、超长超重盖梁快速安装、长大多节段盖梁预制及干接精确安装、套筒灌浆质量保证等方法,解决了城市繁忙道路桥梁施工难题,具有较强的实际意义,可为类似城市桥梁施工提供借鉴。

关键词:桥梁;预制拼装;灌浆;干接

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)02-0146-03

1 概述

莫干山路提升改造(石祥路—绕城北线104国道收费站)工程是杭州市城市快速路网“四纵五横三连十一延伸”总体规划中的重要“一连”。本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,规划设计为高架快速路+城市主干道形式^[1],全长约5 500 m。下部结构采用立柱+盖梁形式,立柱最大截面3 m×1.8 m,最大重量165 t;一体式标准盖梁横向长度24.2 m,重量达到275 t,如图1。

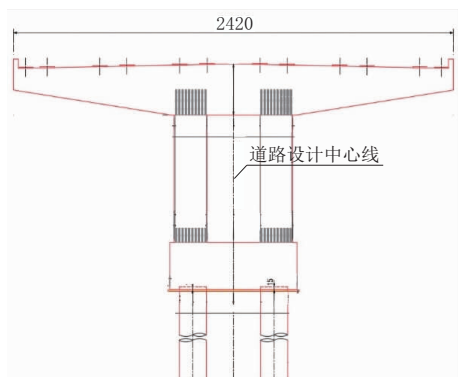


图1 立柱盖梁标准断面图(单位:cm)

2 主要施工方法及原理

2.1 立柱、盖梁预制

立柱、盖梁钢筋均采用胎架制安。立柱胎架底部设控制底座板,顶口设主筋定位板,台座定位底

座采用H200×200×8×12型钢组焊,如图2;盖梁胎架由型钢和钢板结构组成,顶部设置横杆,作为盖梁顶部主筋的挑梁,横杆上按照盖梁主筋间距开设凹槽,主筋安装按照凹槽位置进行摆放,如图3;同步安装盖梁与墩柱连接处灌浆金属波纹管。



图2 立柱钢筋制安



图3 盖梁钢筋制安

立柱、盖梁均采用钢板加型钢骨架组合钢模板。立柱面板采用8 mm普通钢板与2 mm不锈钢板复合钢板;盖梁面板采用8 mm的普通钢板。

立柱、盖梁均采用台座梁场预制^[2]。立柱模板和立柱钢筋笼采用卧拼式一体化组装,通过翻转架翻身,整体吊运至浇筑台座固定后进行混凝土浇筑;盖梁钢筋、灌浆套筒、灌浆波纹管、预埋件等安装完成、模板

收稿日期: 2022-10-13

作者简介: 金国海(1972—),男,本科,高级工程师,从事工程建设管理工作。

检查合格后进行混凝土浇筑,如图4。

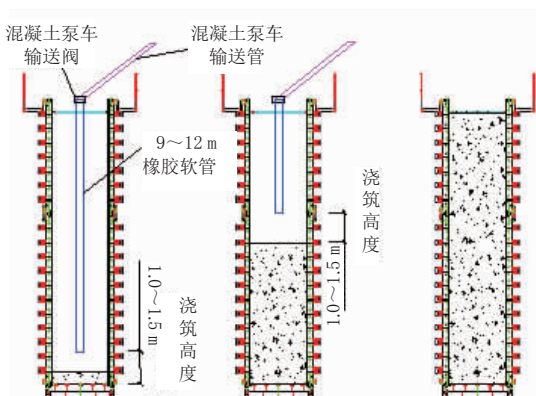


图4 立柱混凝土浇筑

2.2 立柱、盖梁运输

莫干山一体式标准盖梁重量达275 t,大型超重构件采用特制18轴液压平板车运输,18轴液压平板车可根据盖梁重量,通过悬挂和专项液压系统,液压提升货台,均衡载重轴数,平均分配每轴重量小于20 t,可确保盖梁运输及市政道路、桥梁施工安全。预制立柱专用9轴运输车运输到现场,如图5。



图5 大型构件运输

2.3 立柱、盖梁吊装

立柱、盖梁采用260~650 t大型履带吊或汽车吊进行吊装^[3]。立柱顶设置2个吊点,每个吊点采用4根 $\phi 15.20$ mm钢绞线,钢绞线端部按P锚进行设置,埋设深度0.9 m,外露0.15 m,吊机起吊立柱后,先采用坐浆料坐浆,后对灌浆套筒进行灌浆,完成立柱安装;盖梁顶设置4个吊点,每个吊点采用4根 $\phi 15.20$ mm钢绞线,钢绞线端部按P锚进行设置,埋设深度0.9 m,外露0.3 m,先采用2台吊机双机抬吊至立柱顶部坐浆,如图6,后对金属波纹管灌浆,完成盖梁安装。

2.4 多节段盖梁预制及安装

门式多节段盖梁长44.2 m,见图7,采用台座长线法预制。大型吊机将边节段盖梁吊至牛腿与边墩支座,见图8,通过导向板使边节段与基准节段牛腿及边墩支座顶楔形钢板贴合,调整盖梁顶面和侧面的精轧螺纹,同时施加临时预应力,挤压胶结缝粘接剂,



图6 盖梁吊装

最后对预应力孔道进行压浆和封锚,完成盖梁安装。

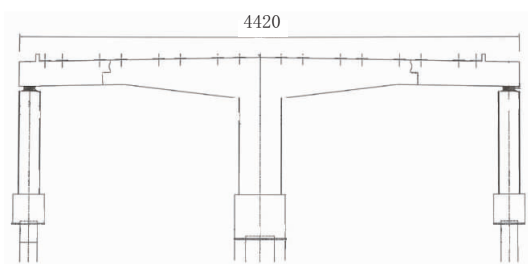


图7 盖梁标准断面图(单位:cm)



图8 盖梁边节段安装

3 技术创新

3.1 预制立柱快速精确安装技术

预制立柱采用吊机快速吊装至墩位处,利用座浆挡板导向框完成安装初对位,匹配8个反力座快速调节垂直度,丝杆顶推调节平面位置,如图9,自锁式千斤顶确保垂直度满足要求,施工精度高,安装速度快。从立柱起吊、坐浆、下落,30 min内即可完成精调到位,较立柱常规模板支架法(约10 d)施工大大缩短了工期,且安装精度高,施工速度快,质量有保证。

3.2 双立柱一体化盖梁精确定位技术

立柱钢筋预埋利用标准定位架进行卡控,如图10,预埋钢筋定位精度 ± 2 mm,确保预埋钢筋定位框架相对位置关系准确。标准定位架采用性能优良的



图9 立柱安装

成套模板和定位工装系统,其中定位工装系统包含承台定位框、灌浆套筒定位框架、立柱定位框架、金属波纹管定位框架,工装定位系统五位一体,保证相对应孔轴线对齐,确保预制精度控制。

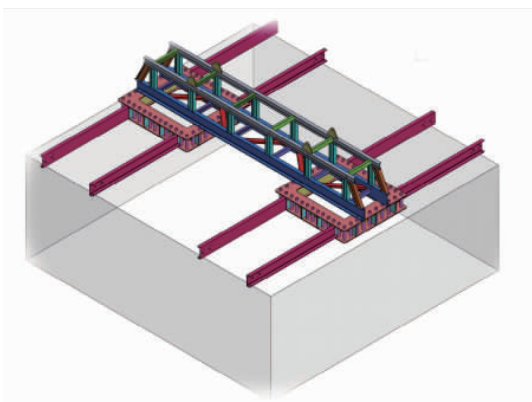


图10 立柱预埋钢筋定位架

3.3 超长、超重盖梁快速安装技术

莫干山项目一体式预制盖梁单节段最长 24.2 m,单节最重 275 t,为国内最长及最重的预制盖梁。盖梁采用大型履带吊双机抬吊,四角对拉倒链纵横向高精度快速调整,安装精度控制 ± 2 mm。因采用工装设备卡控技术,盖梁孔位与立柱预埋钢筋偏差相对较小,从盖梁起吊、坐浆、下落,30 min 内即可完成精调到位,较盖梁常规支架法(约 15 d)施工,安装精度高,施工速度快,减少了支架对交通影响,大大缩短了工期。

3.4 长大多节段盖梁预制及干接精确安装技术

常规盖梁对接施工采用湿接缝,本项目盖梁接头为多节段干结盖梁预制端模匹配技术,采用项目发明的分段盖梁干结安装施工方法及系统,即基准节段和边节段匹配面均匀涂抹 2~3 mm 环氧树脂,利用盖梁自重挤压密实上下匹配面环氧树脂,安装穿心千斤顶对拉,挤压力控制在 0.2 MPa,使盖梁顶底

部匹配面均挤压密实,有效的保证了干结的施工质量,技术先进。且 44.2 m 的长度打破了国内预制盖梁最长、最重记录,大大增加了盖梁的可拼装长度,增加了预制盖梁的适用范围。

3.5 套筒灌浆质量保证技术

为保证立柱灌浆质量,立柱设置下止浆阀、上 L 型 PPR 弯管,如图 11,灌浆选用高强无收缩灌浆料(C100),强度达到 100 MPa。通过上 L 型 PPR 弯管灌浆料呈圆股状浆液,且持续出浆大于等于 2 s 后停止灌浆。

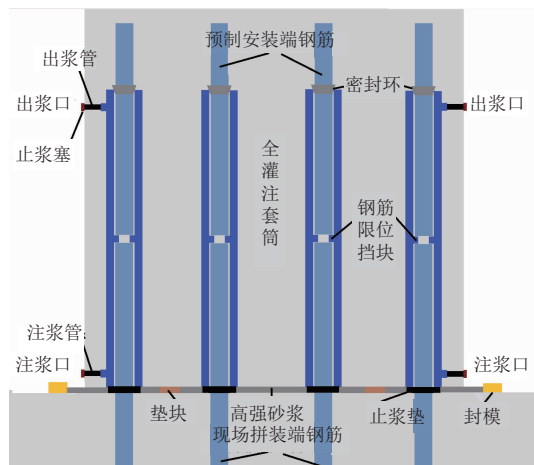


图11 立柱灌浆

孔道预埋应变片,引线出 L 型 PPR 弯管,经过仪器应变检测,压浆饱满度合格率达到 100%。通过该方法检测,解决了预制立柱灌浆只能通过经验观察出浆法而确定质量,无法通过检测灌浆饱满度的难题,且该操作轻便、快捷,有效保证了灌浆质量。

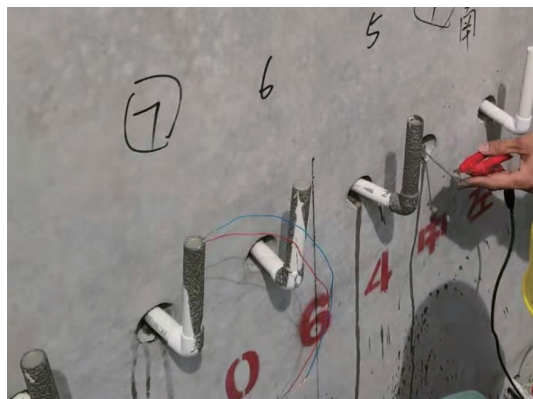


图12 立柱灌浆应变检测

3.6 吊具设计及软吊带使用技术

针对盖梁重量大、长度长,吊点间距小的特点,项目设计了盖梁吊具,增大了吊点间距,有利于盖梁吊装定位调整;同时吊装采用了软吊带,其具有轻便、易拆卸的优点,同时克服了粗钢丝绳不利于精度微调的弱点。

表 3 隧道裂缝表

状况	隧道最大 弯矩 /kN	隧道最大 轴力 /kN	受力构件 类型	裂缝 / mm
运营状况下	818	8 060	偏压	0.19

较接近，设计和施工时建议对地层考虑预先加固措施。。

5 结 语

由以上分析可见,受桩基施工的影响,从桩基开挖至施工完成,地层及隧道结构的受力均有一定变化。主要表现在以下几个方面:

(1)工况 1 下桩基成孔施做阶段,由于基坑开挖,导致周边土产生隆起,故建议在工况下基坑开挖时做好支护。

(2)就地层而言,地层最大变形均发生在桩基处,竖向隆起减小,竖向沉降增大。横向变形及纵向变形变化不明显。隧道结构最大位移始终出现在临近桩基区域。当桩基开挖时,隧道结构上同时存在隆起及沉降位移,而桩基施做完成后,隆起消失,最大沉降位移增大。隧道横向及纵向位移变化不明显。

(3)就隧道内力而言,随着桩基施做完成,隧道

横向轴力略有增大。隧道纵向整体沉降趋同,纵向轴力有所减小。隧道横向、纵向弯矩均略有增加。

综上所述,相对于桩基的开挖半径,桩基与隧道结构的间距较大,桩基开挖与施做对隧道结构的影响有限。隧道受力和变形影响基本在规范和铁路部门允许范围内。以后类似桥桩与地下结构物较近的工程项目,采用 MIDAS GTS 进行三维实体分析,不失为一种有效的方法。

参考文献:

[1] 李智彦,丁振明.钻孔灌注桩施工对临近桥桩基影响的数值模拟[J].公路交通科技,2013(4):70-75.
[2] 李龙剑,杨宏伟,李政林,等.基坑开挖对邻近桥梁桩基的影响分析[J].地下空间与工程学报,2011,7(S2):1697-1701.
[3] 刘登攀,刘国彬.邻近建筑物对某基坑变形影响的分析[J].岩土技术工程,2007,21(1):28-31,45.
[4] 张志强,何川.深圳地铁隧道邻接桩基施工力学行为研究[J].岩土工程学报,2003,25(2):204-207.
[5] 雷杨.基坑开挖对临近桩基影响的实测及三维有限元数值模拟分析[D].天津:天津大学,2005.
[6] 张博恒.基于 MIDAS GTS 探讨冲击钻对临近桥的影响[J].道路桥梁,2016(7):23.

(上接第 148 页)

4 结 语

莫干山路提升改造(石祥路—绕城北线 104 国道收费站)工程桥梁预制拼装施工技术对桥梁构件进行标准化、机械化、模块化、精细化管理,作业时交通压力小、安全系数高,施工速度快^[4]、整体进度可控、质量有保证^[5]。通过采用预制立柱快速精确安装、双立柱一体化盖梁精确定位、超长超重盖梁快速安装、长大多节段盖梁预制及干接精确安装、套筒灌浆质量保证、多轮 18 轴液压均衡平板车运输、机械化集中吊装、吊具设计及软吊带使用等方法,大大提高了城市桥梁施工效率,可实现在复杂交通环境下城市桥梁绿色、快速化施工,将对交通、人文、环境的影

响降至最低,在城市桥梁施工技术中具有广泛应用前景^[6]。

参考文献:

[1] 孙衍,杨光强.桥梁预制拼装技术在城市密集区的应用与思考[J].公路,2021(4):62-65,77.
[2] 高剑容.市政桥梁预制墩柱拼装关键技术应用研究[J].福建建设科技,2022(5):104-106.
[3] 王彬.桥梁下部结构预制拼装关键技术[J].天津建设科技,2021,31(5):17-19.
[4] 刘远炜.装配式高架桥梁预制拼装技术及经济效益分析[J].工程机械与维修,2021(5):120-121.
[5] 卢永成,陈明,王冠男.公路桥梁预制拼装技术与实践[C]//第 26 届华东六省一市土木建筑工程建造技术交流会论文集(下册).
[6] 徐双.城市桥梁预制拼装施工技术展望[J].市政技术,2021,39(S1):20-23,52.