

采用新型连接套筒安装预制构件的工艺研究

杨国章

[上海浦东路桥(集团)有限公司, 上海市 200135]

摘 要: 在保障现状繁忙交通通行的建设条件下, 体量庞大的大跨度门式桥墩盖梁的快速、精准预制装配成为预制装配设计和建造的难点。采用新型集束钢筋连接套筒施工工艺, 即通过边墩侧采用常规灌浆套筒, 中墩侧采用新型多点集束钢筋预应力连接, 实现复杂现场条件下相距甚远的预制立柱与整体预制门墩盖梁顺利精准对接。

关键词: 预制拼装; 大跨度门式墩; 集束钢筋; 精准连接

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)07-0132-04

0 引言

在现状交通复杂情况下的大跨度门式墩安装定位, 如果预制盖梁与立柱无法精准拼装, 不但造成资源的浪费, 延缓施工进度, 更对施工企业的名誉及社会形象造成损失。因此, 课题组以济阳路(卢浦大桥—闵行区界)快速化改建工程1标段的JYL58#墩为载体, 针对性开展了大跨度门式墩预制盖梁精准定位的研究, 以期为该技术领域补充一定的施工应用研究成果。

首先通过合理的构造设计, 实现盖梁的轻量化整体预制, 避免横向分段湿接缝段临时支架对现状地面交通的干扰。其次, 传统灌浆套筒或灌浆金属波纹管连接模式对预制、预埋等精度要求均较高, 误差冗余度较小, 新型连接构造在确保门墩受力性能良好, 兼具更佳耐久性的同时, 给现场安装提供了误差适应空间, 为预制装配的现场施工大开“方便之门”。

1 项目概况

济阳路(卢浦大桥—闵行区界)快速化改建工程1标主要施工内容为城市高架+地面道路。新建高架桥标准宽度桥梁下部结构采用双立柱桥墩, 正T形截面大挑臂盖梁。变宽度桥梁下部结构采用四立柱式门墩, 正T形截面盖梁。门式墩的范围为JYL55#墩—JYL60#墩, 门墩盖梁采用预制预应力混凝土结构, 立柱与盖梁的连接采用灌浆连接套筒

型式, 灌浆连接套筒布置在与立柱对应的盖梁底部, 预制构件拼装接缝面采用高强无收缩砂浆垫层, 厚度为0.02 m。四立柱式门墩盖梁中间设置一道沉降缝。立柱采用直立柱, 标准立柱断面尺寸为2.0 m(顺桥向)×1.5 m(横桥向)。承台采用矩形承台, 标准承台平面尺寸为5.6 m(顺桥向)×8.5 m(横桥向)。门式墩桩基为采用免共振液压锤入方式施工的 $\phi 700$ mm钢管桩。

2 立柱、盖梁拼接方案选择

新建桥梁是在现有川杨河地面桥(图1中阴影部分)老桥的基础上进行建造, 川杨河地面桥桥面宽度为41 m, 新建高架桥桥面标准宽度为24.5 m。由于JYL60#墩后为杨思路上下匝道, 桥面宽度为47 m, 为了不影响川杨河地面桥上的车辆正常通行及后续桥梁上下匝道宽度增加的需要, 采用变截面宽度门式墩方式设计, 立柱与盖梁均采用工厂内预制, 现场拼接的方式连接。图1为门式墩布置图。

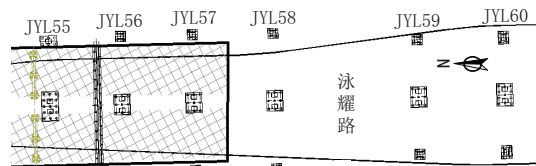


图1 门式墩布置图

现以JYL58#墩为例介绍各立柱之间的相对关系: JYL58#墩分左、中、右三个承台, 左右两个承台为单立柱, 中间承台为双立柱, 立柱尺寸均为1.5 m×2.0 m。盖梁为左、右两幅分离式盖梁, 单个盖梁长度为23.95 m, 高度为2.5 m, 两盖梁间留10 cm的沉降缝。支撑门式墩的左、右两立柱中心间距为21.5 m, 两

收稿日期: 2021-08-09

作者简介: 杨国章(1987—), 男, 本科, 工程师, 从事市政道路与桥梁施工工作。

立柱之间的净距为 20 m。图 2 为 JYL58# 横断面示意图。

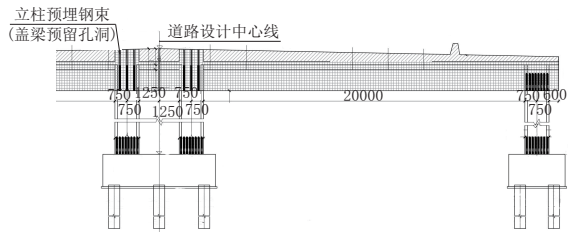


图 2 JYL58# 横断面示意图(单位:mm)

常规的双立柱预制盖梁拼装,为了保证盖梁能顺利拼装完成,立柱净间距不宜过大,一般控制在 4~6 m 范围内,如超出 6 m 时,盖梁的拼装难度就会增加,精准定位更是无从谈起。本工程立柱净间距达到了 20 m,在同类项目中基本上为净距最大值,大大增加了施工难度,同时也为立柱和盖梁拼装提出了更大的挑战。基于本项目的实际情况,为了解决大跨度门式墩的拼装问题,提出一种新型大冗余度的多点集束钢筋连接模式。

3 新型多点集束钢筋连接工艺介绍

本项目立柱与承台的连接、边墩侧立柱与盖梁的连接均采用常规灌浆套筒连接,该工艺在桥梁预制拼装方面已趋于成熟,这里暂不做介绍。中墩侧立柱与盖梁连接采用新型多点集束钢筋连接工艺,该工艺主要用于大跨度双立柱与盖梁之间的连接。该连接工艺主要施工过程有:

(1)预制拼装桥墩立柱时,立柱顶按矩形灌浆金属波纹管模式精度预留与预制盖梁的连接钢筋和钢筋束;

(2)设置高强无收缩砂浆垫层,吊装整体预制盖梁精准就位;

(3)对于需张拉预应力精轧螺纹钢的中墩,通过在盖梁顶部设置临时张拉锚固构造措施完成预应力精轧螺纹钢的张拉;

(4)对金属波纹管进行灌浆,实现桥墩立柱与盖梁的固结;在灌浆料强度达到设计要求后割除盖梁顶露出的预应力精轧螺纹钢,并对钢筋表面进行覆面封闭。

现就新型多点集束钢筋连接工艺的施工步骤做详细说明。

3.1 预制立柱施工

新型多点预应力集束钢筋是在立柱预制时,将多点集束钢筋预埋在立柱内,形成锚固筋。每个立柱设有十根集束钢筋(见图 3),每个集束钢筋是由四根

长度为 3.7 m 的 $\Phi 40$ 螺纹钢筋和一根长度为 5.75 m 的 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢组成。集束钢筋在立柱内预埋深度为 2.2 m,锚固在盖梁内的高度为 1.5 m。其中, $\Phi 32$ 的精轧螺纹钢露出盖梁顶的高度为 1.05 m,为后续竖向力张拉提供工作长度。

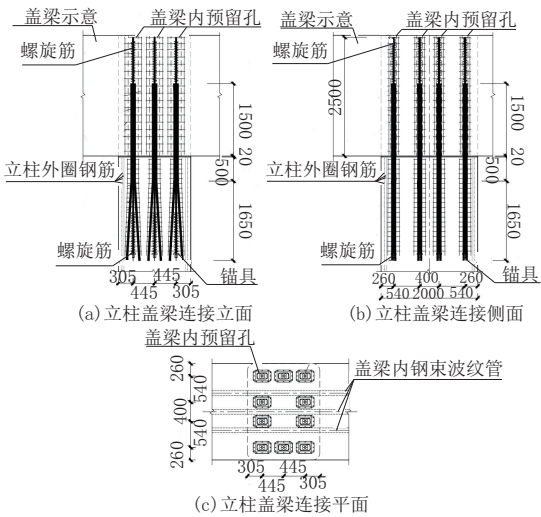


图 3 集束钢筋分布图(单位:mm)

集束钢筋植入立柱 2.2 m 位置处,呈分散状态(见图 4)。四根 $\Phi 40$ 螺纹钢筋布置在精轧螺纹钢的四周,横桥向螺纹钢筋的距离为 0.25 m,平均分布在精轧螺纹钢的两侧,纵桥向两个螺纹钢筋密贴。 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢布置在中间并在底部设置有锚具,锚具上方设有 $\Phi 16$ 长度为 0.75 m 的螺旋筋,螺旋筋的直径为 0.1 m。在立柱顶以下 2.2m 至 0.52 m 范围是集束钢筋由分散到密贴的渐变过程,至立柱顶以下 0.52 m 处集束钢筋已成为密贴状态(见图 5),周围设置有 12 根 $\Phi 12$ 的螺纹钢筋,目的是对集束钢筋周边的钢筋进行加密,防止混凝土出现裂缝等情况。

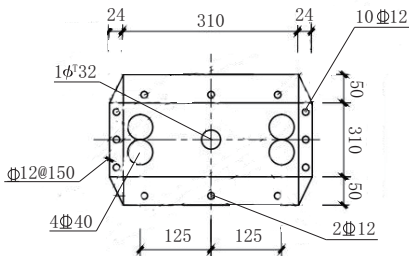


图 4 底部集束钢筋断面图(单位:mm)

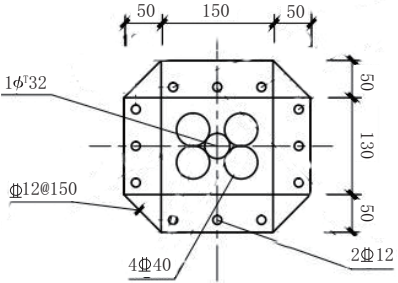


图 5 顶部集束钢筋断面图(单位:mm)

带集束钢筋的预制立柱混凝土浇筑工艺同常规预制立柱混凝土浇筑工艺基本相同。常规预制立柱混凝土浇筑时通常会配置预埋钢筋定位架做固定架,以保证各预埋钢筋之间的距离保持不变。由于集束钢筋长度较长且尺寸较大,带集束钢筋的预制立柱浇筑无法制作定位架来固定各束筋之间的距离,为了保证混凝土在浇筑时各集束钢筋间距保持不变,通常在立柱顶模板处焊接定位筋来固定,按照计算出的各束筋间距,焊接纵横向定位筋来保证集束钢筋的相对位置(见图6),并在混凝土浇筑时,振捣器尽量不碰撞束筋。



图6 浇筑后集束钢筋相对位置

3.2 立柱安装

在立柱安装前,首先对承台拼接面进行测量及表面处理,铺设挡浆模板,并在拼接面顶面布置调节垫块(为避免产生应力集中,垫块采用刚度与后续灌浆料匹配的构件)。对拼接面表面进行充分湿润后,清除积水,并铺设高强无收缩砂浆垫层,砂浆垫层须保证接缝在立柱对接后饱满密贴。试吊后,安装千斤顶等调节设备,进行立柱垂直度和标高测量。调节立柱垂直度符合要求后,松钩并复测立柱垂直度,同一盖梁下两立柱吊装完成后(见图7),应严格检查立柱之间的间距,特别是要精准控制立柱间的相对位置^[1]。待砂浆垫层强度满足要求后,可对连接套筒进行灌浆,灌浆过程中应全程视频拍摄,并全程旁站,确保灌浆套筒及灌浆缝饱满密实,降低渗漏风险。套筒内灌浆料达到强度后,方可进行下一工序的施工。

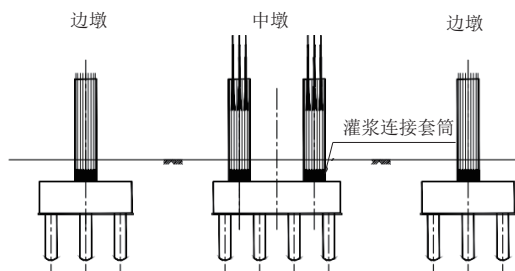


图7 立柱安装完成示意图

3.3 盖梁施工

边墩处立柱与盖梁采用常规灌浆套筒连接,该工艺在预制立柱及小跨度预制盖梁拼装方面已被广泛应用。中墩处的连接采用集束钢筋,该工艺在大跨度桥梁拼装施工中,尚属首次。盖梁内的预留孔洞采用金属波纹管成孔,金属波纹管尺寸为 $210\text{ mm} \times 120\text{ mm}$,在四角处有半径为 30 mm 的倒角,壁厚不小于 2 mm ,波高不小于 3 mm ,波距不大于 35 mm ,且需采取措施保障施工时孔洞不变形。经计算,采用该型号的金属波纹管与集束钢筋的冗余度为:长度方向 106 mm ,宽度方向 36 mm 。该冗余度能大大降低施工拼装难度,也是本文所讲大跨度门墩安装精度控制的关键。图8为集束钢筋与金属波纹管位置图。

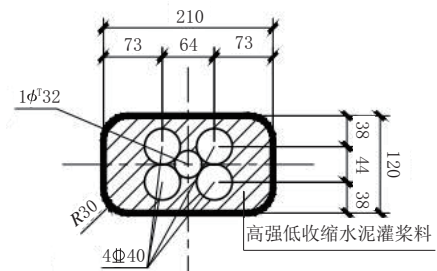


图8 集束钢筋与金属波纹管位置图(单位:mm)

3.4 盖梁安装

盖梁安装前,需对立柱顶拼接面进行测量及表面施工缝面处理,铺设挡浆模板,并在拼接面顶面布置调节垫块。对拼接面表面进行充分湿润后,铺设高强无收缩砂浆垫层,砂浆须保证接缝在立柱对接后饱满密贴^[2]。吊装前,选定合适的吊装设备,经计算,盖梁预制部分连同钢筋骨架总重量约 220 t ,本工程采用两台 320 t 墩履带吊双机抬吊(见图9)。吊装时按照“信号统一”的原则先行试吊,过程中检查设备状况、起吊情况等,正式吊装时,缓缓起吊盖梁至集束钢筋的上方,从集束钢筋处开始对孔,缓缓落下直至精准吊装就位(见图10)。



图9 预制盖梁现场拼装

3.5 张拉竖向预应力

精轧螺纹钢竖向预应力张拉前,需要在盖梁金属

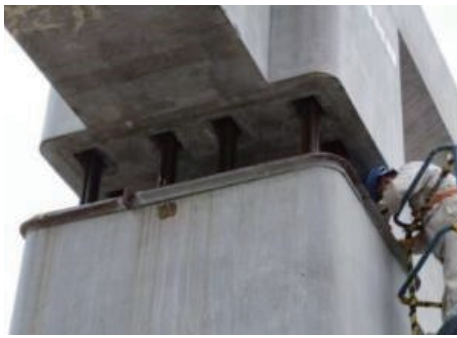


图 10 预制立柱、盖梁精准对接

波纹管预留孔洞上铺一块 $300\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 钢板(见图 11),钢板上预留三个直径 30 mm 的孔,中心孔为了将精轧螺纹钢从钢板内穿过,剩余两孔为灌浆和出浆的通道。张拉竖向预应力前选取合适的张拉设备,并计算张拉力控制值。经计算,张拉控制应力为 465 MPa ,张拉力为 374 kN ,引伸量为每延米 3.53 mm 。竖向预应力采用二次张拉重复张拉的方法,在第一次张拉完成 1 天后进行第二次张拉,每次张拉完成后及时用螺栓进行锚固(见图 12),弥补由于操作和设备等原因造成的预应力损失。



图 11 竖向力张拉



图 12 张拉后锚固

3.6 灌浆

竖向预应力张拉完成后即可进行灌浆作业,常规套筒灌浆采取压力灌浆法,灌浆口在下方,出浆口在上方,以保证套筒内浆料密实。采用集束钢筋连接的灌浆与常规灌浆不同之处在于灌浆孔与出浆孔在同一水平面,灌浆过程中无压力差的控制,全靠金属波纹管内较大的冗余度及较高的灌浆料流动度来保证浆料的密实。灌浆连接中使用的高强低收缩水泥灌浆料应满足如下技术指标要求^[3]:

(1)流动度:初始流动度 $\geq 300\text{ mm}$, 30 min 流动度 $\geq 260\text{ mm}$ 。

(2)膨胀率: $3\text{ 小时} \geq 0.02\%$, 24 小时 与 3 小时 的差值在 $0.02\% \sim 0.5\%$ 之间。

(3)抗压强度: 1 d 龄期抗压强度 $\geq 35\text{ MPa}$, 3 d 龄期抗压强度 $\geq 60\text{ MPa}$, 28 d 龄期抗压强度 $\geq 100\text{ MPa}$ 。

(4)氯离子含量 $\leq 0.06\%$ 。

(5)施工最低温度控制值 $\geq 5^\circ\text{C}$,当拼装时气温低于 5°C 时,应对高强无收缩水泥灌浆料进行保温,温度应不低于 10°C 且不高于 40°C ;同时应对拌合所需的水进行加热,温度应不低于 30°C 且不高于 65°C ;拌合灌浆料成品工作温度应不低于 10°C 。

(6)有效工作时间宜大于 30 min 。

套筒内及竖向预应力管道灌浆料达到设计强度后,割除盖梁顶出露的预应力精轧螺纹钢并对钢筋表面进行覆面封闭处理。

4 结 语

随着预制拼装工艺在桥梁施工的广泛应用,更多类似大跨度门式墩的项目也将会得到进一步的发展和推广,本文所介绍的在立柱上预埋新型集束钢筋与盖梁上预留金属波纹管套筒灌浆连接的新型预制拼装连接工艺,能很好地解决在现有交通繁忙的大跨度门式墩的快速、精准定位,也为后续类似项目的施工提供一定的数据和技术支持。

参考文献:

- [1] 李游,冯栋栋.城市桥梁预制拼装施工与质量控制[J].防护工程,2018(30):1.
- [2] 杨森,刘光华.装配式桥梁综合施工技术在城市高架中的应用[J].建筑,2019(10):3.
- [3] DG/T J08-2160—2015,预制拼装桥墩技术规程[S].