

过江通道桥梁装配式双组拼-早叠合 π 形钢板叠合梁施工技术

尹发聪 任孝忠

中铁十局集团第四工程有限公司 工程部 江苏南京 210000

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17636

[摘要] 近年来,随着社会经济水平的发展和高强度材料的不断涌现,钢板叠合梁在我国城市立交桥梁及建筑结构中已得到了越来越广泛的应用,并且正朝着大跨方向发展。钢板叠合梁在我国的应用实践表明,它兼有钢结构和混凝土结构的优点,具有显著的技术经济效益和社会效益,适合我国基本建设的国情,是未来结构体系的主要发展方向之一。

[关键词] 工厂化;预制构件;装配式桥梁;公路市政工程;钢混结构;双组拼-早叠合 π 形钢板叠合梁

南京仙新路过江通道工程引桥第8联~第29联(2.17 km)为钢板叠合梁共491组,25~35 m连续钢主梁由10片I形钢板梁组成,由Q345qD钢焊接而成间距2.65 m,分别支承在各自的支座上。主梁为等高设计,端支点处含桥面板全高1.392 m(1.445 m),中支点处含桥面板全高1.4 m(1.453

m),桥面设双向2.0%横坡。钢板梁为了存放、运输和吊装的方便每两片为一组。下翼缘宽600 mm,两两底面平齐;上翼缘宽400 mm与2.0%的横坡相顺,与主梁腹板的夹角为88.8542°。钢板梁端支点处钢梁(不含支座垫板)高1.092 m(1.145 m),中支点处高1.1 m(1.153 m)。

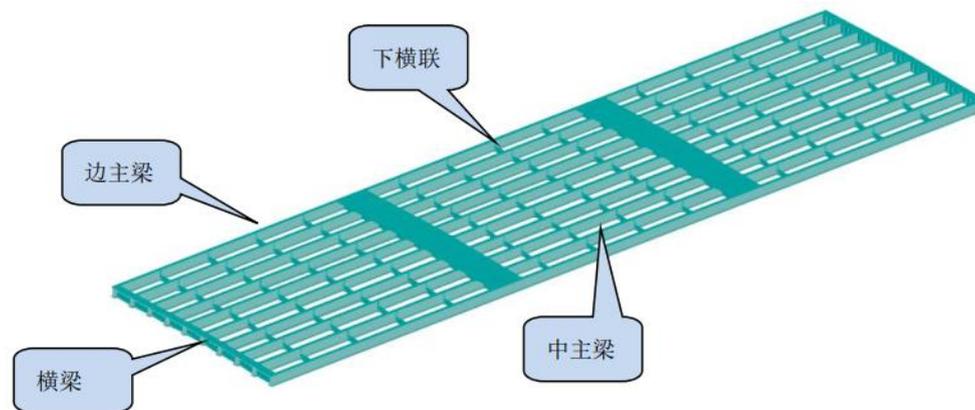


图1 连续钢板叠合梁节段构造图

桥梁上部结构采用25~35 m跨度双组拼 π 形钢板叠合梁结构,单榀(两片一组)钢板叠合梁(一跨五榀)质量135 t。根据钢板叠合梁结构自重轻、截面尺寸小、有效使用空间大等特点,采用双组拼早叠合的施工方式。钢梁在工厂分段制造、运输至拼装场地进行预拼装,并将两片钢板叠合梁焊接拼装为1个梁组,预制场现浇叠合桥面板形成整体结构,2片为1组运至现场采用大型履带吊进行吊装,提高钢板叠合梁安装效率,减少高空作业量,降低高空作业风险,最后进行墩顶现浇段和湿接缝浇筑,强度满足设计要求后,以联为单位进行体系转换。

1 施工工艺操作要点

1.1 钢梁组拼装

钢梁组拼装在预制场进行,正式拼装前,采用全站仪对钢梁线形进行放线^[1],钢梁加劲肋板间进行临时焊接,方便后续线形调整,测量控制贯穿钢梁拼装全过程,对于线形调整完成的部分,应该即时进行复核,相邻部分有大调整的情况下应该再次复核,整体复核无误后方可进行焊接加固,钢材焊接应遵循钢材焊接相关规范要求。

1.2 吊耳设置

本工程连续钢板梁采用履带吊吊装,标准钢板梁跨距30 m,由两组I型钢在预制场拼装并浇筑桥面板后运输至现场安装^[2]。

根据《公路装配式混凝土桥梁设计规范》(JTGT 3365-05—2022)第3.2项要求预制构件设计吊点(按规范附录A执

行), 为保障钢板梁安全架设采用钢板吊耳, 钢梁吊耳在工厂加工焊接, 并进行吊耳焊接探伤检测。

1.3 测量控制

钢梁架设前, 墩顶纵横十字线、架梁端线、支座中心线的精确位置和标高进行重点检查, 并在每片梁底标出楔形块轴线和支座轴线, 以便架梁时与墩顶支座轴线吻合, 以确保架梁工作能顺利进行。

将1组(2片)钢梁运输到吊装位置, 通过3项千斤顶进行调整, 使梁底楔形块轴线与支座轴线重合, 使支座螺栓孔与钢梁底部对应螺栓孔重合, 随后进行支座上地脚螺栓与楔形块预留螺栓孔栓接连接, 每跨其余钢梁按此步骤进行安装定位。

1.5 钢板叠合梁定位焊接

钢板叠合梁每联为单位进行精确定位焊接, 钢板叠合梁钢结构部分纵向端头通过Z字形焊接连接, 横向通过横隔板焊接连接, 通过标高、平面位置专用调梁千斤顶成套设备, 对钢板叠合梁进行精确调整^[5], 到位后采用码板临时固定, 待本跨钢板叠合梁全部调整到位后进行坡口打磨焊接, 焊接方式为多层多道, 焊接探伤合格后进行涂装保护, 以此类推完成本联其他跨剩余钢板叠合梁定位焊接, 最后进行墩顶、湿接缝钢筋绑扎和混凝土浇筑, 强度满足要求后再进行临时支座拆除, 完成体系转换。

2 双组拼-早叠合 π 形钢板叠合梁施工技术

2.1 钢板预处理

钢板检验合格后, 投入生产, 下料前须先对钢板的材质、炉批号进行移植(钢印), 钢板预处理前用赶板机赶平, 使钢板轧制内应力分布均匀及部分消除, 矫正钢板的塑性变形, 提高钢板平面度, 达到0.5 mm/m。

2.2 杆件制造

2.2.1 主梁制造

在专用胎架上以主梁中心线为基准组装、焊接工型, 探伤并修整合格后精确划线, 再组焊加劲肋, 修整至合格。工型杆件主焊缝焊接采用专机焊接, 焊接专机应用电弧跟踪技术, 实现对单元件自动化焊接, 代替了人工施焊的传统工艺, 减少了焊接接头, 实现自动包角焊接, 提高了焊接质量的稳定性和生产效率。

2.2.2 横梁单元制作

横梁单元由上下盖板、腹板组成, 钢板在预处理前用赶板机赶平, 严格控制平面度, 上、下盖板及隔板采用三面铣床进行下料(含坡口), 一端留配切量。腹板根据盖板厚度

公差配刨, 肋板精切下料后用调直机调直, 严格控制直线度。采用磁力吊吊钢板, 以防产生永久变形, 杆件在平台上组装, 用自动打磨机对单元件所有自由边棱角进行标准化圆角打磨处理。

2.3 钢板叠合梁拼装

2.3.1 钢板叠合梁拼装

钢板叠合梁钢梁节段拼装在专用拼装胎架上完成多节段连续匹配制造与预拼装^[6]。纵向分为3段, 每轮拼装数量不少于2+1个节段。钢梁横桥向都是2片钢主梁为1组, 横向每轮拼装数量2+1组, 拼装胎架线形制作及钢梁节段拼装都以预先设置好的测量控制网为基准, 以确保钢梁拼装线形及接口精度。

拼装胎架基础必须有足够的承载力, 确保在使用过程中沉降 ≤ 1 mm, 胎架要有足够的刚度, 避免在使用过程中变形。按照设计给定的钢梁制造线形制作胎架拼装线形, 考虑钢梁受焊接收缩和重力的影响而发生的变形, 在胎架横向设置适当的上拱度。每轮次节段下胎后, 应重新以测量控制网为基准对胎架进行检测, 做好检测记录, 确认合格后方可进行下一轮次的拼装。

2.3.2 拼装步骤

1) 组装定位边主梁, 将单片工型杆件置于胎架上, 使其横、纵基线与标志塔上的定位线精确对齐定位。

2) 组焊横梁、横联撑杆, 组装横梁时重点控制与横联与主梁盖板的平齐度。

3) 组焊中主梁, 定位中主梁时时重点控制与边主梁间组装间隙和两片主梁间距。

4) 组焊横梁、横联撑杆。

5) 依次组装其它主梁及横向连接, 横向分块处的横向连接先用临时连接件组成整体后再与主梁组装。

6) 依次连续匹配组焊其他节段, 完成连续匹配预拼装经测量网络检测各部尺寸合格后, 完成横向连接与主梁的焊接以及临时匹配连接件的焊接, 由于是整联拼装, 无需留下母段, 解体后进行下一工序。

7) 解体、加固, 分组进行顶板和翼缘板场地内现浇叠合。

2.4 钢板叠合梁叠合

2.4.1 钢筋加工及安装

主筋采用WG350锯床精确加工, 确保下料长度严格控制偏差 ± 2 mm以内, 同时保持切割断面平整光滑无毛刺。

主筋采用直螺纹机械连接接头的形式进行连接, 整个直螺纹成套设备由油压机、套丝机及钢筋摆放平台组成。

钢筋加工采用全自动钢筋成型弯箍机进行调直、剪切及弯曲, 以保证立柱箍筋尺寸符合要求, 且精度控制在 ± 2 mm以内。

钢筋焊接长度双面焊 5 d, 单面焊 10 d, 竖向钢筋接头不允许设置在箍筋加密区内 (间距 100 mm)。

箍筋末端做成 135° 弯钩, 并伸入混凝土核心之内, 且应箍牢主筋。

2.4.2 钢筋笼制作

钢筋笼的加工采用钢筋模块化精加工的理念, 钢筋笼于专用胎架上制作加工成型, 为保证钢筋笼支撑稳定, 定位体系布置保证主要受力钢筋不变形, 钢筋笼制作偏差为允许 ± 2 mm。

钢筋的级别、直径、根数和间距应符合设计要求。绑扎或焊接的钢筋应牢固, 钢筋位置准确。焊接接头焊缝必须饱满不得烧伤主筋, 搭接焊接头应预弯, 且搭接钢筋的轴线位于同一条直线上。钢筋箍筋与主筋交点全部采用点焊方式, 保证钢筋骨架的刚度。

同一截面的钢筋接头不应超过 50%, 应错开布置。

采用直螺纹接头安装前需对钢筋端头进行打磨, 打磨平整后采用扭力扳手拧紧, 钢筋丝头应在套筒中央位置相互顶紧, 接头安装完成后的单侧外露螺纹不宜超过 2 P; 对无法对顶的其他直螺纹接头, 应附加锁紧螺母、顶紧凸台等措施紧固。

钢筋笼吊装前安装预埋件。

主筋定位必须严格按照图纸要求进行, 如主筋与模板支架预埋件或其他施工临时构件冲突, 可调整支架预埋件或施工临时构件位置, 不得随意改变主筋位置。

保护层设置: 在钢筋与模板间设置半径 2.5 cm 的高强混凝土砂浆垫块, 采用扎丝绑扎牢固, 保证最外层钢筋保护层、钢筋网片保护层厚度不小于 25 mm, 套筒保护层 ≥ 30 mm。

2.4.3 模板安装

钢板叠合梁叠合现浇桥面板模板共 18 套, 其中中块模板共制作 14 套, 边块模板共制作 4 套。

中块、边块模板结构: 单层 6 mm 非平面钢板, 通过搭面板纵肋与横向分配梁, 固定模板面板并将横向分配梁放置在台座顶面, 方便调整移动底模; 侧模通过法兰与底模连接, 并利用模板四边 Z100x6 的角钢进行固定, 并通过改变可移动端侧模的位置, 调节桥面板的长度, 可移动端侧模在浇筑时通过顶杆与固定端侧模进行支撑, 进行板固定。

预制桥面板的顶、底面钢筋保护层应满足设计要求, 横桥向环形主筋净保护层 35 mm, 因此顺、横桥向侧模 (同类

型预制桥面板 A、B 布筋方案可通用) 采用 6 mm 厚钢板上开设统一高度长圆孔, 顶、底面分别设置 14 mm 厚 10 cm 宽钢带作横肋, 每隔 60 cm 采用 10 mm 钢板设置 1 道竖向肋。

模板采用 10 t 龙门吊进行吊装拼接, 精确定位, 打磨涂刷脱模剂。

3 结束语

以南京仙新路过江通道工程 D1 标段装配式桥梁为背景论述过江通道桥梁装配式双组拼-早叠合 π 形钢板叠合梁施工技术, 具有以下优势:

1) 钢板叠合梁自重轻、恒载比例小、便于架设, 可以实现两片钢板叠合梁同时吊装。

2) 刚板叠合梁横向、纵向及两端设置加劲肋板, 用于钢板叠合梁焊接拼装, 吊装前可将两片钢板叠合梁进行连接, 实现一次性吊装, 减少吊装作业次数, 提高施工效率, 降低施工成本。

3) 钢板叠合梁早叠合施工, 钢板叠合梁组在预制场进行连接叠合, 大部分焊接作业在地面完成, 减少了大部分高空作业工程量, 提高工效的同时, 减少了高空作业所带来的风险。

4) 施工前采用 BIM 技术模拟安装全过程, BIM 技术参与论证履带吊站位可行性、施工全过程碰撞检查、履带吊大臂旋转检查等。

[参考文献]

[1] 李铨洲. 钢混叠合梁吊装施工关键技术研究[J]. 中国知网工程科技 II 辑, 2024 (34): 181-183.

[2] 王晓辉. 复杂环境下大跨度钢混叠合梁快速安装工法应用[J]. 中国知网工程科技 II 辑, 2025, 52 (05): 119-121.

[3] 张兴, 覃仁昊. 一种 π 型截面梁桥的工程性能分析[J]. 中国知网工程科技 II 辑, 2021, 44 (01): 91-93.

[4] 仝海军, 尹吉, 沈苏浙, 等. 大跨超宽钢混叠合梁施工及质量控制[J]. 工程建设与设计, 2024(01): 169-171.

[5] 高修彦. 桥梁设计中组合拼装钢混叠合梁的应用初探[J]. 中国公路, 2021, (15): 80-81.

[6] 杜彦东, 张季超. 城市中心区超长钢-混叠合梁施工技术[J]. 施工技术 (中英文). 2024, 53 (20): 123-127.

作者简介: 尹发聪 (1977—), 男, 江苏睢宁人, 高级工程师, 主要从事公路与桥梁工程施工与检测技术研究;

任孝忠 (1990—), 男, 甘肃庆阳人, 高级工程师, 主要从事公路与桥梁工程施工与检测技术研究。