

Application of Prefabricated Interstal Partition in Construction of Large Span Suspended Arch Bridge

Zuyin Zheng Bo Fan Siting Zhou

Sichuan Highway and Bridge Construction Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

Suspended cast arch bridges have the advantages of large span capacity, simple structure, good durability, low maintenance costs, and beautiful appearance, and may become the main trend in bridge construction projects in mountainous areas. Based on the successful example of the Shuiluhe Extra Large Bridge project of Sichuan Highway and Bridge Construction Group Co., Ltd., the installation process of segmented prefabricated rib partitions for large tonnage and multi angle rib partitions in large-span cantilever arch bridges has the advantages of shorter construction period, lower construction cost, lower construction risk, less site constraints, and less environmental pollution compared to cast-in-place brackets.

Keywords

bridge engineering; large span hanging cast arch bridge; large tonnage; multi-angle; prefabricated installation of costal partition plate

预制肋间隔板安装工艺在大跨径悬浇拱桥施工中的应用

郑祖银 范波 周思廷

四川公路桥梁建设集团有限公司, 中国·四川成都 610000

摘要

悬浇拱桥有着跨越能力较大、构造较简单、耐久性能好、维修保养费用低、外形美观等优点, 或将成为山区桥梁建设工程中主选趋势。而结合四川公路桥梁建设集团有限公司水落河特大桥工程的成功实例, 大跨径悬浇拱桥中的大吨位、多角度肋间隔板采用分块预制肋间隔板安装工艺相对支架现浇隔板相对支架现浇更具有施工工期短、施工成本低、施工风险低、场地受限小、环境污染小等优点。

关键词

桥梁工程; 大跨径悬浇拱桥; 大吨位; 多角度; 肋间隔板预制安装

1 工程概况

水落河特大桥位于四川省泸州市古蔺县永乐街道与龙山镇交界处, 由蜀道集团旗下四川路桥集团大桥工程分公司承建施工, 并于2024年2月通车。大桥采用C80高韧性低收缩钢纤维混凝土的上承式钢筋混凝土悬臂浇筑拱桥, 以跨径335m超过世界已知同类型公路跨径拱桥——美国胡佛水坝大桥323m跨径, 目前稳居世界第一。

桥体左幅全长1721.25m, 右幅全长1676.20m, 主跨计算长度335m, 主拱圈分为45个节段, 共180个悬浇节段, 其中1#和2#为现浇支架施工, 3#-22#为挂篮悬臂浇筑施工, 23#为合龙段。其中拱肋间对应立柱位置设置双隔板, 两立

柱间纵向中心处拱肋设置单隔板, 共计56块拱肋隔板。拱肋间横隔板肋板均厚30cm, A类肋板上、下马蹄宽60cm, 半块单重11.8t; B类双隔板上、下马蹄宽80cm半块单重12.8t。

肋间隔板断面图见图1。

2 施工工艺

本工艺针对大跨度悬浇拱桥高空肋间隔板施工, 在多功能预制场采用一体化标准预制胎架预制, 以及缆索吊装集中智能控制系统来提高缆索吊装施工过程中的安全性能。针对高、狭、斜的肋间隔板施工, 采用标准化装配式可调角度通道作为施工吊架平台及上下通道, 有效地改善了工人的不安全施工环境, 同时也节省了不必要的施工辅助措施, 极大地节约了施工成本。

【基金项目】泸州经古蔺至金沙高速公路ZCB1-1标段项目(项目编号: 20181190-X)。

【作者简介】郑祖银(1992-), 男, 中国四川广安人, 本科, 助理工程师, 从事建筑经济管理研究。

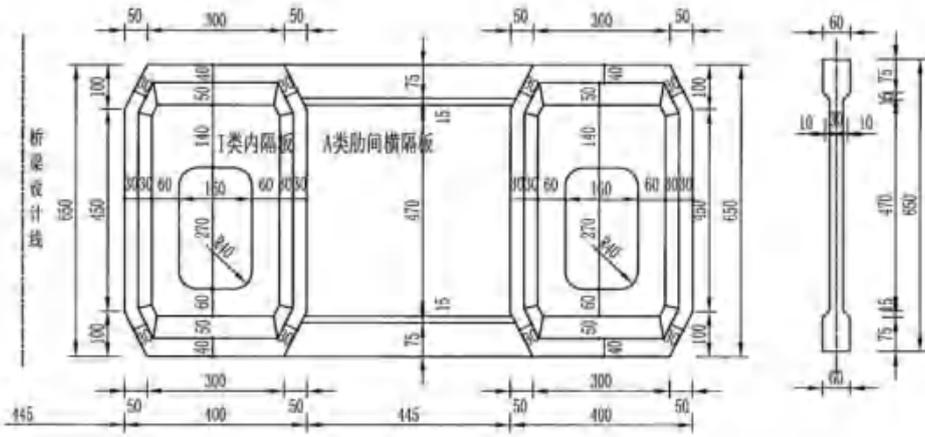


图1 肋间隔板断面图

针对大吨位及多角度变化的预制隔板安装，吊装自能系统会将吊重、风速、吊具高度位置、塔顶偏位等信息集中显示在操作室内吊装数字看板上，通过云服务器传至管理人员手中并实时掌握现场情况，实现人与物联。一旦现场出现偏差，系统能够及时预警，降低各种施工风险。充分体现了其先进性和新颖性。现通过对古金高速水落河特大桥施工实践，证明该种施工工艺安全可靠，并取得了较大的经济效益及社会效益。肋间隔板预制安装施工工艺流程如图2所示。

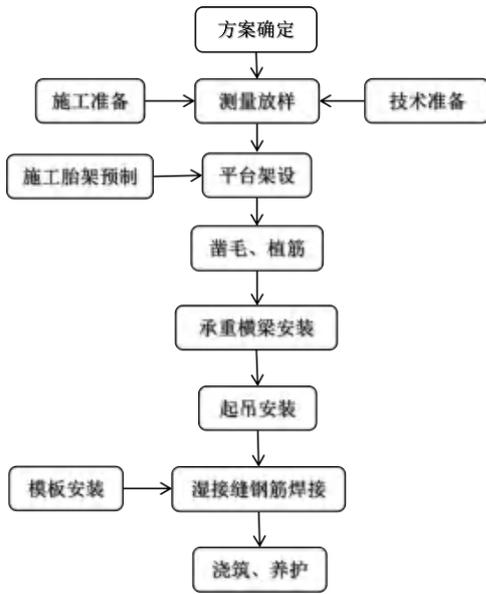


图2 肋间隔板预制安装施工工艺流程图

2.1 吊架平台制作安装与凿毛植筋

在后场制作全封闭式的操作吊架平台兼上下通道，工人利用该平台对拱肋腹板的隔板预埋套筒进行凿毛清理并连接钢筋。吊架包含上下通道，呈T形横搭于拱背上，利用拱背预埋钢板进行固定，可调节式斜梯根据隔板角度进行调整，以方便工人操作为目的，预埋钢筋套筒需尽数凿出清理，保证钢筋连接质量，吊架安全防护栏杆需规范安装。

吊架效果图见图3。

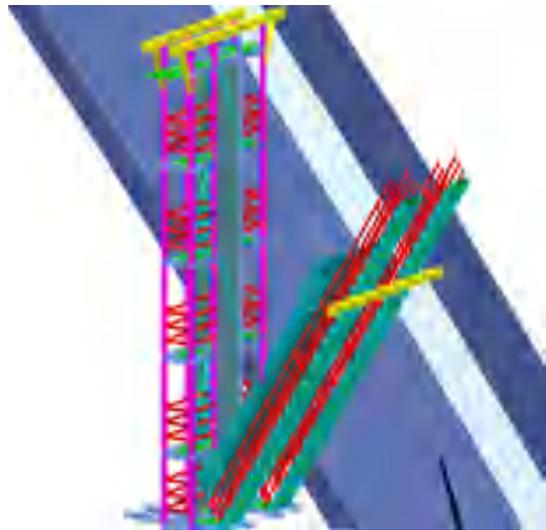


图3 吊架效果图

2.2 肋间隔板分块预制及吊点设置

为满足吊重要求，将隔板分为2块制作，预留3条湿接缝。A类肋间预制隔板半块单重11.8t（单重取2.6t/m³）；B类肋间预制隔板半块单重12.8t（单重取2.6t/m³），半块单重满足缆索吊装最大限制（18t）的要求。预制隔板采用型钢胎架及钢底模进行预制。吊点预埋钢板采用20mm厚Q235普通钢板，开孔在预制隔板四角位置，孔眼直径30mm，预埋钢板底部孔眼穿 $\phi 28$ 螺纹钢筋，钢板与钢筋与隔板内部纵横主筋焊接。

2.3 承重横梁安装与隔板吊装

承重横梁采用6m长双拼25工钢焊接在拱背调平钢板上，经验算变形和应力满足要求。缆索吊通过2根 $\phi 21.5$ 钢绳配合吊装自能系统在低空起吊状态下进行角度调整与试吊。吊装到位后使用另一组钢绳与绳卡锁紧替换吊装自能系统完成连接转换。

变形与应力验算见图4。

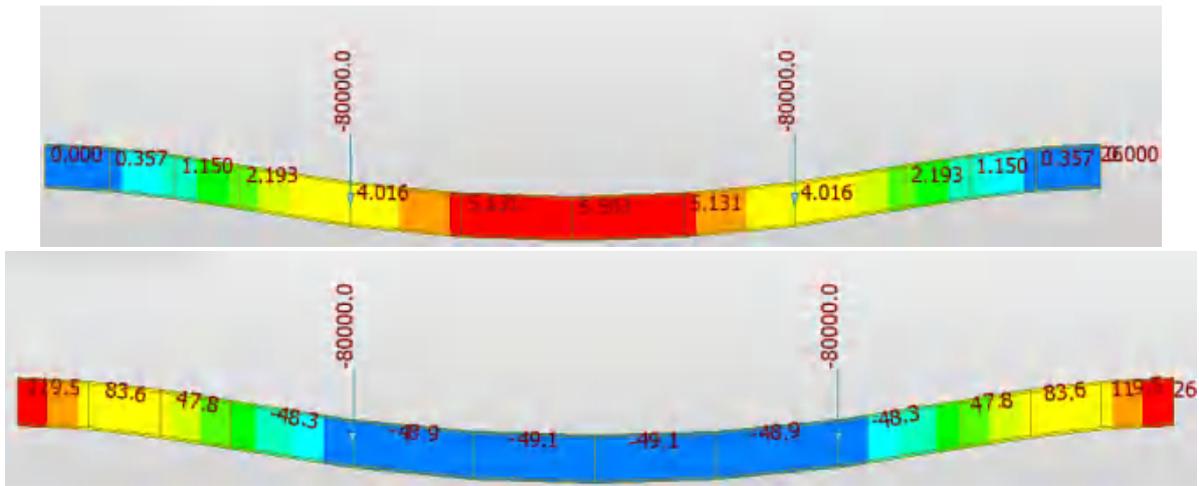


图 4 变形与应力验算

2.4 隔板安装及固定

为保障隔板在空中悬吊绝对安全，隔板采用钢绳固定后，另外再采用 $\phi 22$ 圆钢进行焊接加固，顶端焊接在横梁马鞍上，下端焊接在预制隔板预埋板上。焊接长度 $L_w \geq 20\text{cm}$ ，焊脚长度 $hf \geq 13\text{mm}$ 。考虑 3 点受力，最大 $N_{\text{max}}=50\text{KN}$ ； $h_c=8\text{mm}$ ； $f=160\text{Mpa}$ ；所以 $l_w=40\text{mm}$ 。圆钢双面焊，焊缝长 20cm 即满足。

侧面角焊缝（作用力平行于焊缝长度方向）：

$$\tau_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq f_f^w$$

吊点转换及固定见图 5。

3 预制安装法施工与传统工艺对比

传统悬浇拱肋间隔板施工以支架现浇为主，施工先后顺序分支架搭设、底模安装、钢筋绑扎、压模安装、混凝土浇筑及养护以及模板、支架拆除等步骤。预制隔板安装利用施工自由时差进行隔板分块预制并等强，节约工期、不受工序限制；利用缆索吊对分块预制肋间隔板进行吊装，充分利用吊点，避免了现浇施工的多工序长时间占用吊点；作业工人在特制吊架上进行操作施工，全封闭安全作业平台，避免了现浇作业的辅助施工措施在材料、时间上的损耗；双拼工钢承重，手拉葫芦与钢绳配合进行角度调整，安全、精准、方便的进行安装（见图 6）。

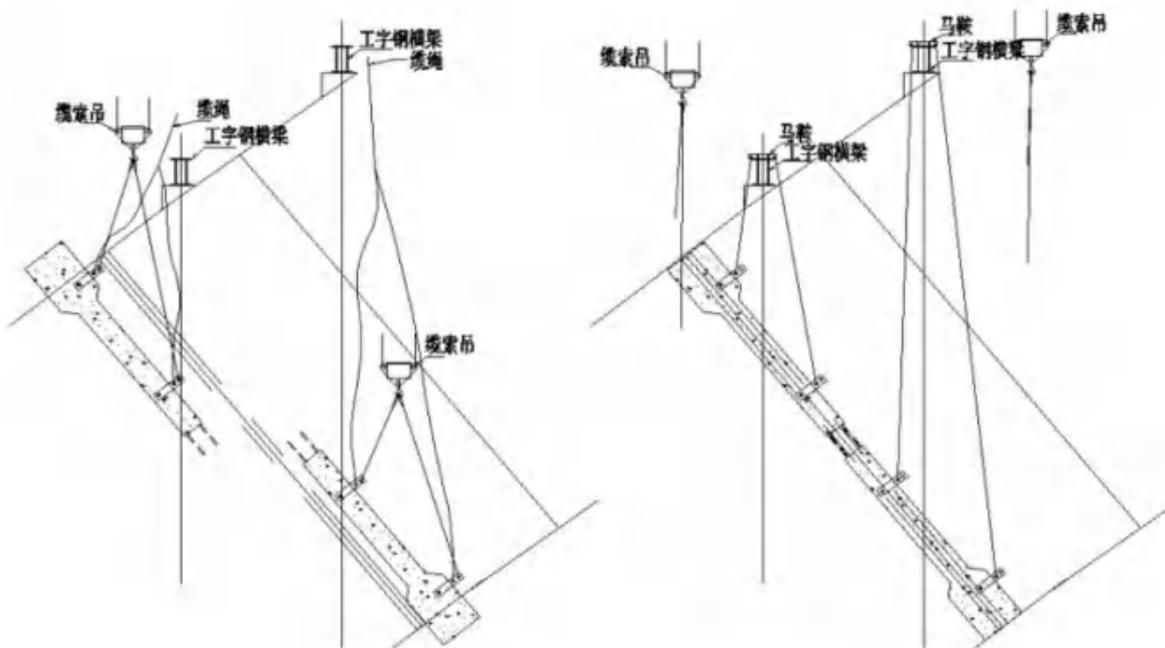


图 5 吊点转换及固定图



图6 大桥实景图

3.1 成本对比分析

以单块隔板为分析对象，核算全桥成本与工期，经济效益分析见表1。

3.2 对比结论

根据分析结果，成本上可节省约126.5万人民币，工期可节省112d，外观质量更容易控制且极大程度减小对环境的影响。

表1 经济效益分析表

序号	项目	名称	单位	单价	数量	总价	
1	预制隔板安装施工	人工	工日	320	10.5	3360	经济成本 $[(5+6+7) - (1+2+3)] \times 56 = 126.5$ (万元) 工期 $(5-3) \times 56 = 112d$
2		机械	台班	2500	1.2	3000	
3		型材	吨	3000	0.15	450	
4		时间	天	3	利用自由时差		
5	隔板现浇施工	人工	工日	320	50	16000	
6		机械	台班	2500	5	12500	
7		型材	吨	3000	0.3	900	
8		时间	天	5	占施工工期		

3.3 结语

本工艺预制隔板安装与主体施工同步进行，极大缩短了施工周期的间接效益；基本不使用吊点机械设备、节约材料、人工、设备上的直接效益；4个可循环预制吊架满足了56个隔板的安全施工等优点。

综上所述，采用肋间隔板分块预制安装无需搭设现浇支架平台，解决了高空作业风险高、场地局限性的缺点、减

少了机械燃油的使用，达到了节能的目的，为桥梁高危工程行业带来了良好的社会效益。

参考文献

- [1] JTG/T3650—2020 公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] GBT 28756—2012 缆索起重机[S].
- [3] JTG F90—2015 公路工程施工安全技术规范[S].
- [4] GB50017—2017 钢结构设计标准[S].