

Key Technologies for Integrated Construction of Bridge Text Piers, Columns, Covers and Beams

Qingwei Zhu Zhijun Lang Chao Cui Junyi Du

China Construction Seventh Engineering Division Corp., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

At present, double or three column pier cap beams are commonly used for bridge pier cap beams, the construction technology of pier cap beams is relatively mature, and the construction is convenient and fast, it has become the preferred shape for bridge design. However, with the development of engineering technology, various landmark buildings are changing rapidly, how to make the Gongyi Dufu Road Bridge a new landmark has become a new challenge faced by all parties involved in the project construction. Based on this, the piers of the Gongyi Dufu Road Bridge drew inspiration from traditional H-shaped and Y-shaped piers in the design stage, and the first text shaped pier in the country was designed. The pier has a novel shape and will also have landscape functions after construction is completed. This paper focuses on the analysis and research of the construction technology of textual pier column cap beams for the Gongyi Dufu Road Bridge project, aiming to develop key technologies for this type of pier column cap beam construction and provide reference for similar engineering projects in the future.

Keywords

textual pier column; reasonable force distribution; construction technique

桥梁文字型墩柱盖梁一体化施工关键技术

朱清伟 郎志军 崔超 杜俊毅

中国建筑第七工程局有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘 要

目前, 桥梁墩柱盖梁普遍采用双墩柱或三柱墩柱盖梁, 墩柱盖梁施工工艺技术相对成熟, 施工方便快捷, 目前已经成为桥梁设计首选造型。但是, 随着工程技术的发展, 各种地标性建筑日新月异, 如何使巩义杜甫路大桥成为新地标, 成为项目参建各方面面临的新挑战。基于此, 巩义杜甫路大桥桥墩在设计阶段借鉴传统H型桥墩及Y型桥墩, 设计出全国首例文字型桥墩, 该桥墩造型新颖, 施工完成后将兼有景观功能。论文以巩义杜甫路大桥项目文字型墩柱盖梁施工技术为核心展开分析研究, 旨在形成针对该类型墩柱盖梁施工的关键技术, 为后续同类工程项目建设提供参考。

关键词

文字型墩柱; 受力合理; 施工技术

1 引言

杜甫路大桥桥面荷载通过预制梁及现浇梁传递到支座及盖梁上, 支座及盖梁荷载通过墩柱传递到承台, 最终承台荷载传递到桩基上。在整个荷载传递体系中墩柱和盖梁起到了至关重要的作用, 为此, 在施工工期紧张、无同类可参考的施工技术、缺少文字型墩柱盖梁施工经验的情况下, 如何确保墩柱盖梁施工质量, 将会是整个杜甫路大桥项目施工面临的巨大难题。加强文字型墩柱盖梁施工工艺流程及质量控制措施研究, 有利于为今后中国同类工程项目建设提供支撑和保障^[1]。

2 工程概况

杜甫路大桥位于巩义市杜甫路与石河道相交处, 长 400m, 跨径组合为 10 跨 40m, 并增加拱形景观装饰, 桥梁规划红线为 34m, 采用单幅路型式, 下部结构桥墩采用“文字型”桥墩接盖梁, “文字型”墩柱最高 20m, 最低 11m, 墩柱外形新颖, 为全国首创, 盖梁为预应力盖梁, 共 18 片, 盖梁高度均为 2.1m, 无可借鉴施工经验, 总体施工难度大, 如图 1 所示。



图 1 杜甫路大桥效果图

【作者简介】朱清伟 (1983-), 男, 中国山西朔州人, 本科, 高级工程师, 从事道路桥梁研究。

3 墩柱盖梁支撑体系构思及方案比选

该型墩柱为文型墩柱，上设预应力盖梁。下墩柱和承台形成稳固的三角构型，上墩柱和盖梁型成了稳定倒三角构型，上下三角采用钢筋混凝土系梁刚性连接。其上墩柱盖梁和系梁的受力较大，因此系梁增加了配筋，盖梁增加了预应力，也就大大增加了施工难度。

3.1 墩型施工的关键点

①上墩柱和盖梁的施工。

②墩柱模板和支撑的有效周转。

在施工下墩柱和结点系梁时有承台和地面作为施工平台，施工较为方便，而上墩柱施工和盖梁施工没有下墩柱施工的方便条件，但也需要相应的支撑体系和平台。因此，可采取的施工方法有3种：①盘扣满堂支撑体系；②钢管柱支撑体系；③本工程最终采用的双层钢棒工钢支撑体系^[1]。

3.2 盘扣满堂支撑体系缺点

①墩柱高度达到20m，盖梁纵桥向宽度仅2.2m，高宽比过大，稳定性不足。

②上墩柱外侧无法进行有效支撑，支架搭设困难，不满足施工条件。

③施工工期长，支架租赁费高，模板无法有效周转。该方案首先被排除。

3.3 钢管柱支撑体系

该体系稳定性好，受力合理。但其支撑材料量较大，施工周期长，无法有效周转，成本较高，且不方便施工。

双层钢棒工钢支撑体系：该方案施工上墩柱时用钢棒和斜撑代替钢支撑，把工钢平台抬到系梁部位，充分利用墩柱本身进行受力和传力。施工盖梁时，上下工钢共同受力，稳定可靠且支撑材料较少。施工上墩柱时，下墩柱和系梁模板可以有效周转。

因此，综合考虑可行性、成本和施工时间，选择双层钢棒工钢支撑体系方案。

4 技术难点及亮点

4.1 支撑体系设计

文字型墩柱下墩柱和承台形成稳固的三角构型，上墩柱和盖梁形成了稳定倒三角构型，上下三角采用钢筋混凝土系梁刚性连接。其上墩柱盖梁和系梁的受力较大，且上墩柱受压易发生开裂，因此系梁增加了配筋，盖梁增加了预应力，也就大大增加了施工难度。相对于普通墩柱盖梁，该盖梁支撑体系设计难点为支撑体系需考虑要减少墩柱受力和盖梁预应力施工。

为分担墩柱受力，防止开叉处受力过大发生开裂，盖梁支撑体系增加竖向支撑和两端斜向支撑。由模板场采用槽钢制作竖向撑杆，下端撑于系梁顶部平台上，上端支撑在工钢底部，以分担上墩柱受力。

盖梁支撑体系通过一种“上拉下支外顶”的支撑方式，

针对文字型墩柱结构特性和现场实际需求，将下墩柱、X节点、上墩柱三个部位单独设计，采用多种支撑方式形成组合式支撑体系，提高支撑稳定性和结构安全，加快模板及支撑体系循环周转速率，如图2、图3所示。

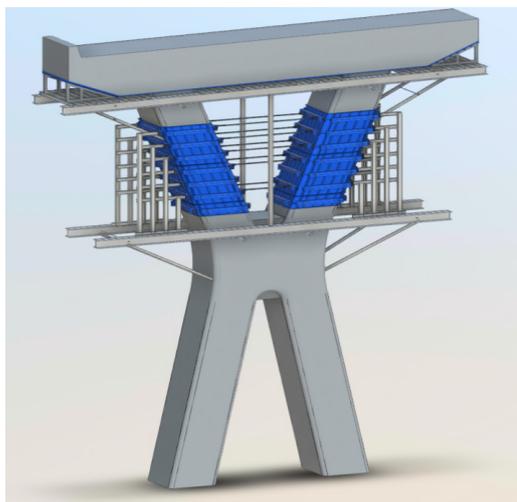


图2 盖梁支撑体系设计图



图3 盖梁支撑体系施工效果

4.2 盖梁保护层控制

工程项目板式、梁式等结构物施工过程中，一般对底部钢筋保护层控制难度较大，传统采用钢筋“马凳”进行支垫，易出现露筋现象，或后期人工使用撬杠加垫块的方法，易对钢筋骨架造成破坏，影响钢筋施工质量，且施工缓慢，人工消耗量大，效果也较差。杜甫路大桥项目承台、盖梁等结构物通过研究和现场验证，采用钢筋+垫块制作简易钢筋底部保护层控制装置，效果极佳。

4.3 卸落装置稳定性控制

盖梁支撑卸落装置通过在钢棒顶部采用短节槽钢和钢筋焊接钢棒和砂桶简易连接装置(如图4所示)，稳定性极佳，提高了盖梁施工安全系数，同时降低了人工、机械和材料投入，加快了施工进度。

4.4 张拉作业平台设计

盖梁达到强度要求后，可进行预应力张拉，张拉和压浆施工可在盖梁底工字钢平台上进行，每个盖梁张拉+压浆需要3天左右，且大部分盖梁不可能在第一时间进行张拉，

盖梁底工字钢、穿心棒等就不能第一时间拆除,为保证盖梁正常施工,需大量投入工字钢、穿心棒等材料。为此,特加工1套可循环利用盖梁张拉作业平台,使用方便,且稳定性极佳,并节约成本^[3]。



图4 钢棒与砂桶连接装置

5 工艺要点

文字型墩柱盖梁施工工艺流程:墩柱施工完成,且强度满足要求→施工承重平台完成后开始安装底模板→绑扎钢筋→合模板→浇筑混凝土(需待上墩柱混凝土强度不低于30MPa时,浇筑盖梁混凝土)→养护混凝土→预应力施工→压浆、封锚→盖梁模板及支架拆除。

5.1 盖梁混凝土施工

上墩柱第一节模板拆除后在 $\phi 150$ 预埋管穿入两根 $\phi 130$ 钢棒。先在钢棒上安装自创的增稳装置,然后安装千斤顶。千斤顶上部搭设50#工字钢,在50#工字钢上按照30cm的间距搭设14#工字钢,同时在系梁处放置一根槽钢,垂直焊接两根 $\phi 219 \times 8$ 钢管,钢管顶部顶于50#工钢下部,构成整个盖梁支撑体系。经过计算20m墩盖梁工钢悬挑端下部斜撑用 $120\text{m} \times 120\text{m} \times 8\text{m}$,15.3m墩盖梁工钢悬挑端下部斜撑用 $130\text{m} \times 130\text{m} \times 8\text{m}$ 即可满足要求。为方便采购与增加安全冗余,斜撑统一采用 $130\text{m} \times 130\text{m} \times 8\text{m}$ 斜顶于上部墩柱外侧钢模板背楞上的法兰钢板上。

在施工过程中,环柱搭设双排盘扣脚手架,随墩柱施工跟进抱柱搭设,作为后期盖梁预应力施工时工人上下通道。在盖梁支撑架上安装盖梁底模板,绑扎盖梁钢筋,施工时通过钢筋+垫块制作简易装置,确保钢筋底部保护层满足要求。盖梁侧模板与盖梁钢筋绑扎同时进行,同时在盖梁位置提前预埋塑料波纹管,对于一端张拉的预应力钢丝束应提前进行锚固。

浇筑盖梁混凝土时利用吊车起到混凝土料斗的方式进行浇筑,浇筑时应分层对称浇筑盖梁混凝土,高差不得超过

50cm。混凝土应边浇筑边振捣,当振捣至混凝土面停止下沉,不再冒出气泡,表面呈现平坦,微微泛浆为止。盖梁浇筑完成以后及时进行养护。

5.2 张拉施工

盖梁混凝土强度达到设计强度的90%,龄期达到7天以后方可张拉预应力。预应力张拉采用自动智能控制张拉系统,千斤顶的校正系数不得大于1.05,油压表的精度等级不得低于1.0级。预应力张拉时采用引伸量与张拉力双控,并以张拉力为主。张拉程序为0→初应力→(持荷5min锚固)。预应力张拉时做到上下左右对称张拉。实测引伸量与计算引伸量容许误差应控制在 $\pm 6\%$ 以内。盖梁在终张拉时及24h后,断丝及滑丝数量不应超过预应力钢绞线总丝数的1.0%,并不应处于盖梁的同一侧,且一束内断丝不得超过一丝。

5.3 压浆施工

盖梁张拉完成后48h内进行管道压浆,管道压浆采用真空压浆,压浆液的性能必须满足规范规定。水泥浆强度不小于50MPa,要求压浆饱满,至少能保证一根束道灌浆用量,禁止边加原料,边搅拌,边压浆。为保证钢绞线束全部充浆,进浆口应予封闭,在水泥浆凝固前,所有塞子、盖子或气门均不得移动或打开。

5.4 封锚施工

压浆后应立即将梁端水泥浆冲洗干净,清除支承垫板、锚具及端面混凝土的污垢。封锚混凝土应仔细操作、捣实,保证锚具处封锚混凝土密实^[4]。

6 结语

该项目属于全国首例文字型墩柱盖梁,施工难度大,安全风险高,同类可参考的相关技术匮乏,通过优化施工工艺,克服了支撑体系设计难度大、受力复杂、安全风险高、周转速度慢、成本高等难点痛点,实现了施工任务的圆满完成,按期完成节点任务,完美展现了企业实力。文字型墩柱盖梁一体化施工工艺经受了施工实践的检验,技术可行,安全经济,综合效益显著,可为后续同类工程项目建设提供较好的技术参考和经验借鉴。

参考文献

- [1] 王建雄,杜俊毅.“文”型墩柱施工工艺技术[J].石材,2023(12).
- [2] 邵翔.大悬臂预应力盖梁空间托架体系设计与施工研究[J].北方建筑,2024,9(1).
- [3] 李聪.城市高架桥宽幅预应力盖梁优化设计分析[J].产业创新研究,2024(4).
- [4] 叶文启.大型异型混凝土墩柱的定制钢模板施工技术[J].建筑施工,2015(37):7.