

厂内预制水工机架桥在郯城县土山拦河闸除险加固工程中的应用

李庆坤

(山东水总有限公司, 山东 济南 250013)

【摘要】 在大型水闸工程中,为了加快施工进度、降低工程成本、减小施工期的安全隐患,多采用预制机架桥,常规结构形式有 T 型和 π 型。本文以水工机架桥厂内预制在郯城县土山拦河闸出险加固工程中的应用为例,重点阐述了施工难度大、工序多、质量要求高的大型 π 型机架桥预制施工工艺,该工艺对 T 型梁施工也有着较高的借鉴价值。

【关键词】 水工机架桥;施工;工艺流程

中图分类号: TV547

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2018)01-067-06

Application and factory prefabrication application of hydraulic machine bridge in the earth mountain barrage reinforcement Project in Tancheng Country

LI Qingkun

(Shandong Water General Co., Ltd., Ji'nan 250013, China)

Abstract: In the large sluice project, prefabricated machine bridge is mostly adopted in order to speed up the construction schedule, reduce the project cost, and reduce the safety hazard during the construction period. The conventional structures include T type and π type. In the paper, the application of hydraulic machine bridge factory prefabrication in TanchengTushan Penstock risk removal and reinforcement project is adopted as an example. The large π machine bridge prefabrication construction process with high construction difficulty, excessive construction procedures and high quality requirements is mainly described, and the process has higher reference value to T-shaped bridge construction.

Key words: hydraulic machine bridge; construction; process flow

在各种水闸工程中,机架桥是专门为闸门启闭而设计的专用设施,又称工作桥。机架桥梁有现浇和预制两种施工工艺。在大型水闸工程中,为了加快施工进度、降低工程成本、减小施工期安全隐患,多采用预制机架桥,常规结构形式有 T 型和 π 型。T 型结构多用于闸门自重较小的中小型平面闸门,施工也较为简单;而大型平面闸门及弧形闸门由于启闭力量较大,多采用受力整体性更好 π 型结构。传统的机架桥施工工

艺复杂,占用和消耗大量模板、脚手架等建筑材料,成型的机架桥在外观质量、几何尺寸等方面也容易产生质量通病。

国内众多学者对机架桥的抗震、裂缝加固等方面做了大量研究^[1-4]。贺德直^[1]介绍了故县水库启闭机架桥混凝土裂缝修补加固技术。庞景兰^[2]结合裴庄节制闸工程探讨了如何提高启闭机机架桥抗振性能,通过对不同结构体系形式、结构特点及计算结果的详细

对比分析,并考虑建筑功能要求,选定框架体系。胡俊玲等^[3]通过对黄河渠村分洪闸机架桥排架地振作用组合的内力分析及承载力验算,对加固工程的机架桥抗震做了设计,合理解决了问题。边司等^[4]从支座老化、温度变化、钢筋腐蚀等方面分析了枣林庄枢纽 25 孔闸机架桥裂缝产生的原因,并针对不同裂缝提出了相应的修补措施。

本文结合郟城县土山拦河闸除险加固工程机架桥施工的经验,介绍了大型 π 型机架桥预制的工法特点、工艺原理、工艺流程及操作要点,可为其他大型 π 型、T 型机架桥施工提供参考。

1 工程概况

郟城县土山拦河闸除险加固工程,共有机架桥板 39 跨,平面尺寸为宽 7.28m、长 13.6m。在预制施工过程中,合理布置预制场区,集中预制,制作了 6 套模板,每 3 套模板为一组,交替进行施工,流水作业,每跨的平均施工周期为 7d,保质保量地按照计划完成了全部机架桥施工任务,和传统施工方法对比,节省了人工费、机械费和辅助设备材料费等工程费用,取得了较好的经济效益。

2 工法特点

a. 施工效率大幅提高,缩短工期,节约管理和用工成本。

b. 模板制作、安装简单,底模采用木围檩和木板材,内模拆模可操作性强,循环次数多,成本较低;而且可以根据工期要求及工程量大小进行规模化施工,增加了材料利用率,减少了资源浪费,具有显著的经济效益。

c. 设备、人员投入较少,劳动强度低,施工期间避免了高空作业,安全性强。

d. 混凝土拌制、供料及浇筑过程集中并连续,质量可控性提高。

e. 无需制作混凝土或砖基础,梁底部也无需脚手架支撑,场地无需硬化,对预制场条件要求低。

f. 混凝土的振捣、养护方便,便于保护成品混凝土质量,有效避免了混凝土常见质量通病。

g. 适应性强,应用范围广,易于推广和应用。

3 工艺原理

a. 根据工程规模,规划布置预制场,按照总工程量及工期,配置合理的底模与侧模。根据预制件结构尺寸按规范规定设计预拱度,保证结构安全。

b. 底模采用方木围檩和木板材配合,替代原来的一次性混凝土底模或砖胎模,机架桥混凝土强度达到 80% 后,将桥梁起吊,用枕木支撑大梁,将底部围檩和木板等材料周转到下一施工循环。

c. 对混凝土构件进行高标准养护,提高养护质量,做好吊装保护措施,最大限度地做好成品保护,确保整体工程施工质量。

4 π 型机架桥施工工艺流程及操作要点

4.1 施工工艺流程

机架桥总体施工分为以下工序:材料准备、场地平整、模板加工、底模铺设、钢筋绑扎、内外侧模铺设、混凝土浇筑、混凝土养护、外模拆除、大梁起吊枕木支撑、底模及内模拆除、吊运安装、预埋件连接等,详细施工工艺流程如图 1 所示。

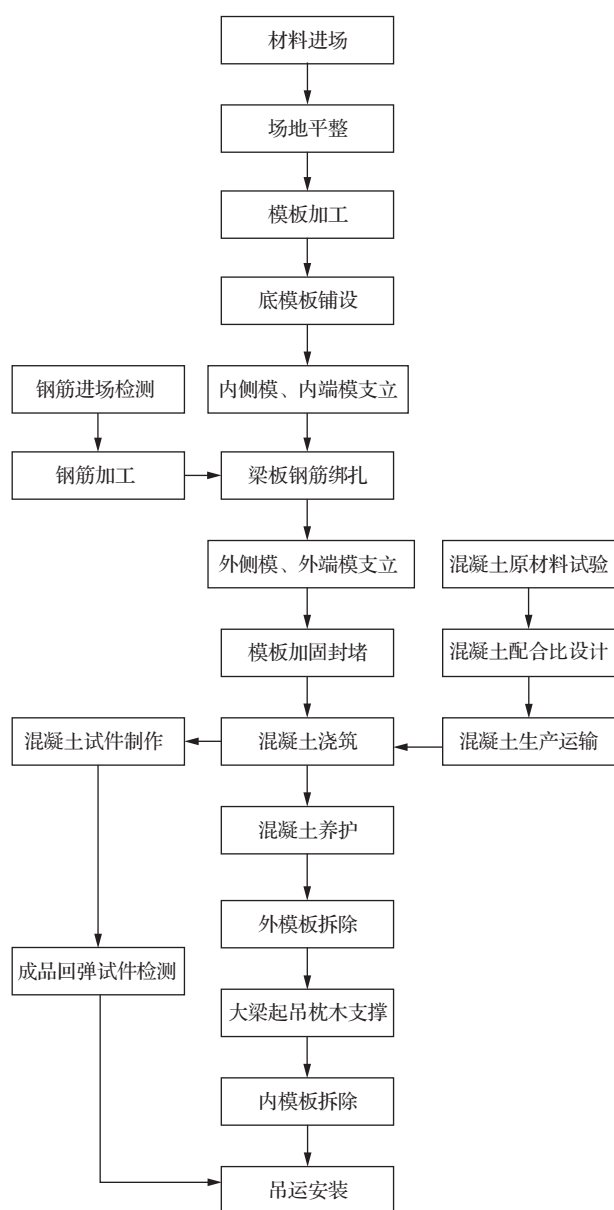
4.2 施工要点

4.2.1 预制场的布置

根据工期要求、地形条件、工程规模等因素,合理确定预制场范围,在距闸址较近且施工用水、电、路较为方便的平整场地上布设预制场,同时规划好钢筋区、木工区、混凝土进场道路、吊车及大型桥板运输车进出场道路等主要临时设施,确保机架桥预制及吊装过程井然有序。

4.2.2 底模铺设

在平整好的场地上沿预制桥板的跨度方向,在机架桥板每道主梁位置铺设截面为 25cm × 4.5cm 的木板并固定;在机架桥宽度方向上每隔 35cm 布置一道截

图1 π 型机架桥施工工艺流程

面为 9.5cm (高度) $\times 4.5\text{cm}$ 的方木并固定,端梁位置适当加密,在方木上布置主梁与端梁的底模板。底模

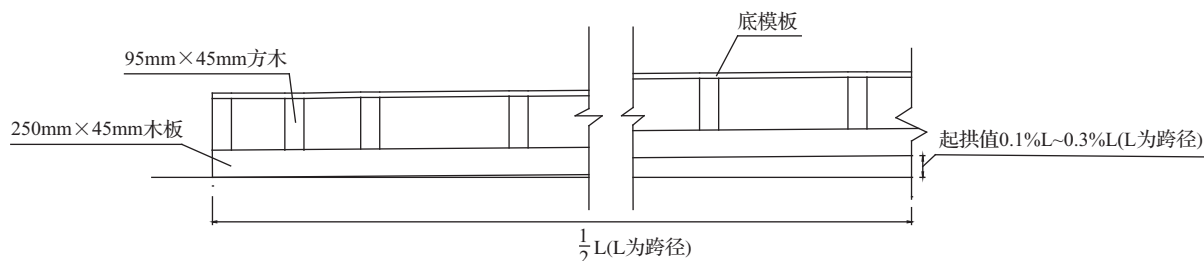


图2 底模布置

在梁板跨度方向上应按设计起拱,设计无规定时,跨度超过 4m 的,起拱值为跨度的 $0.1\% \sim 0.3\%$ ^[5]。土山拦河闸机架桥 π 型梁跨度 13.6m ,单梁自重 70t ,起拱高度 3cm 。底模布置如图2所示。

4.2.3 大梁内面侧模、端模支立

a. 模板制作。侧模采用易于加工的木模板,在加工过程中,严格按照设计尺寸进行制作,加工完成后进行检测,超过允许偏差的模板须重新制作。

b. 模板安装。第一阶段的模板工程仅安装主梁及端梁的内侧模板,模板按照设计尺寸完成后,在钢筋绑扎前,组织质检人员进行单面模板刚度、强度及稳定性质量验收,模板缝隙用柔性材料充填,以保证浇筑时不露浆和拆模后的外观质量。

4.2.4 主梁、次梁钢筋制作安装

内侧模板安装完成后,进行机架桥主梁和次梁的钢筋绑扎,由于机架桥本身自重重大,又担负着启闭闸门的力量,因此大梁的钢筋工程是整体工程质量控制的核心部位,施工时要注意以下几点:

a. 进场钢筋应提供质量证明书或试验报告单,并按照规定要求进行原材料力学性能试验,各项试验合格后方可用于工程。

b. 钢筋必须按不同种类、等级、规格、生产厂家及批号分批验收,分别堆存,不得混杂,且应设立足够标志,以利于检查和使用。操作和存储过程中必须按规范防锈、防损伤。

c. 检验合格后,按设计尺寸加工,钢筋加工的允许偏差见下页表。

钢筋加工允许偏差表

项次	项 目	允许偏差/mm
1	受力钢筋沿长度方向的净尺寸	±10
2	弯起钢筋的弯折位置	±20
3	箍筋外廓尺寸	±5

d. 通常受力主筋的连接采用对焊,构造钢筋的连接采用绑扎连接。从事对焊、电焊的操作人员必须有上岗合格证。电焊时要根据钢筋的材质选用相应的焊条,不得随意滥用。

e. 受力主筋焊接或构造钢筋的绑扎接头应设置在内力较小处,错开接头。

f. 钢筋骨架在模板上绑扎就位,按施工图纸要求将钢筋排列标记做好,以保证成型钢筋绑扎规则、美观。钢筋绑扎过程中对规格、数量、间距、尺寸、标高、绑扎方式及保护层厚度进行严格检查,确保符合规范要求,详见图3。

4.2.5 外侧模、端模支立

内模主筋绑扎完毕并经监理工程师验收合格后,开始支立外侧模板,最后进行两侧模板对拉、预埋件安装及面板钢筋安装,外侧模板安装时应注意以下问题:



图3 内模支立完成后绑扎主梁钢筋

a. 外侧模、端模安装时,应检测两侧模间距离,保持其值不出现正误差。

b. 大梁加固对拉螺杆预埋 PVC 套管,提高螺杆的利用率,节约成本。梁体内横向支撑采用高强度的水泥支撑来保证钢筋保护层的尺寸。

c. 模板安装后应进行定位检查,主要是检查各梁体模板位置、安装成型的尺寸、模板顶面平整度、模板侧面顺直度及结构件连接的牢固性等技术指标。

d. 所有模板定位完成后,安装面板钢筋和预埋件,详见图4。



(a) 主梁钢筋绑扎完成后板底面模板加固



(b) 技术人员对浇筑前的大梁进行质量检查

图4 底模加固及大梁浇筑前检查

4.2.6 混凝土施工

机架桥梁由于承重大、配筋多,混凝土标号一般在C30以上,在机架桥施工中存在以下困难:

a. 大梁截面小,配筋多,钢筋直径大、间距小,混凝土原材料需级配合理,同时具有良好的流动性。

b. 所有结构部位均为受力重要部位,混凝土质量必须均匀,个别部位混凝土质量偏低就会影响整个大梁的受力结构。

c. 按照多年来的施工经验总结,大型梁板结构物混凝土浇筑,大梁和面板接触部位由于混凝土自重下

沉及自身收缩,极易产生裂缝,所以浇筑期间要严格控制坍落度和振捣质量。

d. 梁板均为薄壁结构,浇筑完成后水泥水化热散热快,养护工作尤为重要。须避免混凝土缺水造成表面裂缝或早期混凝土碳化,防止影响混凝土的强度和使用寿命。

针对上述情况,在混凝土施工中严格按照以下施工工序进行:

a. 针对结构物的形式、配筋情况、混凝土强度及施工工艺,提前和具有资质的实验室进行沟通,选用合理级配的原材料及施工配合比。

b. 混凝土生产采用 HZS120D 全自动电脑控制拌和站生产,称量设备准确精密,混凝土搅拌均匀,及时测量料场砂石骨料含水量,根据骨料含水量调整配合比用水量。

c. 添加高效减水剂,适当延长混凝土的拌制时间,以保证混凝土拌和均匀,在最小用水量的情况下提高混凝土流动性。

d. 用混凝土专用运输车运输混凝土,混凝土在运输过程中不得有失水情况,泵送入仓,布料机均匀布料,避免用振捣棒拖拉混凝土造成混凝土质量不均匀。

e. 混凝土的灌注。混凝土入模时两侧应对称均匀进行,与振捣器配合协调,以免超过规定厚度,造成振捣困难。

操作插入式振捣器时应快插慢拔,避免振捣器工

作部位碰撞模板、钢筋或其他预埋件,并与侧模、内模保持 5~10cm 的距离。上层混凝土振捣时宜插入下层混凝土中 5~10cm,使上下层混凝土结合成整体,振动棒移动距离应不超过该棒作用半径的 1.5 倍。

振捣的质量要求为混凝土停止下沉,不再冒出气泡,表面呈现平坦、泛浆现象。

f. 混凝土的养护。在顶层混凝土灌注完毕 30~60min 后,混凝土表面用湿布覆盖,避免阳光直射。

混凝土初凝后开始洒水养护。洒水间隔时间以保持混凝土表面潮湿为宜。根据相对湿度,连续洒水养护时间一般为 7~14d,当气温低于 5℃ 时,不得洒水养护。

由于该项目采用的是木胶板做模板,保温保湿效果好,因此大梁外侧模全部在浇筑完 5d 后拆除模板,拆模后立刻涂刷混凝土养护液,同时辅以洒水养护,有效保证了混凝土养护效果。

g. 机架桥的临时起吊和模板拆除。机架桥模板拆除分三次进行,首先拆除大梁外侧模板,待混凝土强度达到设计强度的 80%,用吊车或龙门吊将大梁吊起,梁的受力端部垫设 50cm 高的高强度枕木,大梁稳定后工人进入到梁下拆除底模和内侧模,拆除的模板按次序排放整齐,拼装后直接用于下一道梁的施工,大大提升了施工效率,详见图 5。拆模时还要注意以下细节:①拆模前先将各模板的连接螺栓、穿销、拉杆及其他紧固件全部拆除,避免因个别紧固件连接而在拆



(a) 大梁支撑后拆除底模和内模



(b) 大梁支撑存放

图 5 底膜拆除及大梁存放

除时破坏混凝土;⑥端模拆除时,要使模板两端同时脱离板体,以免使板端混凝土掉角;⑦模板拆除后,要平整存放,防止变形;⑧外侧模板拆除后,构件外表面涂刷混凝土养护剂和洒水养护,不得在干燥状态下长期暴露。

h. 吊装运输。根据水闸实际施工情况,在机架桥板混凝土强度达到 100% 后,进行吊运安装工作,吊装过程中要严格保护混凝土成品不受破坏,土山闸工程大梁自重 70t,施工时均预留了捆绑吊装专用吊装孔,不得利用桥板预埋的吊环吊装,详见图 6。



图 6 吊装时使用预留的专用吊装孔

(上接第 33 页)

4 结论

本文在借鉴国内一些研究思路及研究成果的基础上,针对碎石土渗透性能展开研究。选取九江县戴山某滑坡的碎石土,进行样本重塑,分别改变碎石比例、孔隙比、颗粒大小来设定不同的试验样本,并设计试验方案。探究碎石比例、孔隙比、碎石颗粒大小对碎石土渗透性能的影响,采用对比分析的方法分析其试验数据,得到其函数变化曲线趋势图,并对试验样本流失水体中的小颗粒土含量进行分析,最终得到如下结论:①碎石比例与碎石土渗透系数成指数增长关系;②碎石空隙比与碎石土渗透系数呈现高度正相关关系;③碎石颗粒大小对碎石土渗透性能的影响主要因素是其颗粒尺寸与不均匀系数;④细粒土流失情况随水利梯度增大而增加。◆

5 结语

本文以郟城县土山拦河闸除险加固工程机架桥为例,介绍了大型 π 型机架桥预制的工法特点、工艺原理及工艺流程、操作要点,对其他大型 π 型、T 型机架桥施工具有借鉴意义。施工过程中应严格把控质量关,遵照规范施工,这样在保证工程质量的前提下,可节约工期,节省成本。◆

参考文献

- [1] 贺德直,邹铁华,马新平. 故县水库启闭机架桥混凝土梁裂缝修补加固[J]. 水利水电工程设计,2000,19(4),26-27.
- [2] 庞景兰. 裴庄节制闸工程机架桥抗震性能分析[J]. 水科学与工程技术,2010(1),60-62.
- [3] 胡俊玲,赵彦彦. 黄河渠村分洪闸除险加固工程机架桥抗震设计[J]. 水利规划与设计,2015(2),76-79.
- [4] 边司,张微. 枣林庄 25 孔枢纽机架桥裂缝原因及修补措施[J]. 水科学与工程技术,2013(S0),77-78.
- [5] GB 50204—2015 混凝土结构工程施工质量验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2015.

参考文献

- [1] 孔令伟,李新明,田湖南. 砂土渗透系数的细粒效应与其状态参数关联性[J]. 岩土力学,2011(S2):21-26.
- [2] 董辉,罗潇,史超,等. 气阻作用下堆积碎石土渗透规律[J]. 山地学报,2015(3):365-373.
- [3] 王双,李小春,王少泉,等. 碎石土级配特征对渗透系数的影响研究[J]. 岩石力学与工程学报,2015(S2):4394-4402.
- [4] 韩培锋,孔纪名,田述军,等. 块石颗粒形状对碎石土渗流特性影响研究[J]. 浙江工业大学学报,2016,44(3):316-320.
- [5] 李学良,卢书强,张国栋,等. 滑坡碎石土原位渗透试验及渗透系数预测研究[J]. 人民长江,2016(10):41-44,53.
- [6] 许建聪,尚岳全. 碎石土渗透特性对滑坡稳定性的影响[J]. 岩石力学与工程学报,2006(11):2264-2271.