

Quality Control of Prefabricated Hollow Slabs for Highway Bridges

Guanjun Wang

Pingdingshan Jiayang Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Pingdingshan, Henan, 467000, China

Abstract

This study focuses on the quality control issues of prefabricated hollow slabs for highway bridges, and explores in depth the quality management strategies for the entire process from production to installation. As a key component of modern bridge construction, the quality of prefabricated hollow slabs directly affects the safety and durability of the bridge. Through literature review and field research, this paper systematically analyzes the quality control points of key processes such as raw material selection, proportioning design, pouring and forming in the production of prefabricated hollow slabs. At the same time, potential quality risks during transportation and installation were investigated, and corresponding prevention and treatment measures were proposed. The study also summarized common quality issues in the industry, such as cracks, deformation, and insufficient concrete strength, and proposed targeted improvement plans. The research results of this article aim to provide theoretical guidance and practical reference for the quality management of prefabricated hollow slabs for highway bridges, promote the progress of bridge construction technology and the improvement of engineering quality.

Keywords

highway bridges; prefabricated hollow slabs; quality control

公路桥梁预制空心板的质量控制

王冠军

平顶山市佳洋路桥工程有限公司, 中国·河南 平顶山 467000

摘要

本研究聚焦公路桥梁预制空心板的质量控制问题,深入探讨了从生产到安装的全过程质量管理策略。预制空心板作为现代桥梁建设的关键构件,其质量直接影响桥梁的安全性和耐久性。通过文献综述和实地调研,论文系统分析了预制空心板生产环节的原材料选择、配比设计、浇筑成型等关键工序的质量控制要点。同时,考察了运输和安装过程中可能出现的质量风险,提出了相应的预防和处理措施。研究还总结了行业内常见的质量问题,如裂缝、变形和混凝土强度不足等,并针对性地提出了改进方案。论文的研究成果旨在为公路桥梁预制空心板的质量管理提供理论指导和实践参考,推动桥梁建设技术的进步和工程质量的提升。

关键词

公路桥梁; 预制空心板; 质量控制

1 引言

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分,其建设质量直接关系到国民经济发展和人民生命财产安全。随着桥梁建设技术的不断发展,预制空心板因其优良的力学性能、较轻的自重和快速施工的特点,在现代桥梁工程中得到广泛应用。然而,预制空心板的质量控制一直是工程界面临的重大挑战。质量问题不仅会影响桥梁的使用寿命,还可能导致严重的安全事故。因此,对预制空心板全生命周期的质量控制研究具有重要的理论和实践意义。论文基于大量工程实践

和研究数据,深入分析了预制空心板从生产到安装各个环节的质量控制要点,旨在为提高预制空心板的整体质量水平提供系统性的解决方案,为桥梁工程的可持续发展贡献力量。

2 公路桥梁预制空心板的概述

公路桥梁预制空心板是现今桥梁工程中尤为重要的构件,因其结构效率高、自重轻、施工便捷等优势,广泛应用于各类桥梁建筑。其整体由高强度预制混凝土与预应力钢绞线或钢筋构成,内部设有规则排列的空腔,减轻自重的同时不降低承载能力,有效提高结构性能。预制空心板在生产过程中,首先注重材料的选择和配比。混凝土材料选择高标号水泥、优质细骨料和外加剂,科学配制混凝土,使其在保证强度的同时具备良好的抗裂防水性能^[1]。钢绞线或钢筋作为

【作者简介】王冠军(1981-),男,中国河南平顶山人,本科,从事道路桥梁研究。

预应力构件的主要受力部分,需具备高抗拉强度和低松弛特性。生产工艺中,高精度模具的使用确保了预制空心板的尺寸和形状精度,通过振动成型和蒸汽养护等工序,确保混凝土的密实性和强度。此外,张拉钢绞线或钢筋时,采用先进的张拉设备和控制技术,精确控制张拉力和伸长量,以保证预应力的均匀分布和施加。在运输和安装阶段,及时而有效的防护措施至关重要。采用专用运输车并在支撑点进行软垫保护,减少运输过程中的震动和撞击。安全高效的吊装技术,通过科学设计吊具和吊点,避免吊装过程中对预制空心板造成应力集中和损伤。安装过程中精确定位、平稳就位,以及细致的后续处理,如接缝处的灌浆,确保了桥梁整体的结构性和耐久性。预制空心板具有多方面的优势,施工速度快、质量稳定、节约成本,且其模数化生产符合工业化和标准化施工的趋势。广泛的应用范围不仅限于普通公路桥梁,在高速公路、城市高架桥以及大型跨河桥梁等工程中亦表现出色。随着技术的不断进步,预制空心板在未来桥梁工程中将扮演更加重要的角色,为现代桥梁建设提供更加坚实的基础。

3 预制空心板生产过程中的质量控制

公路桥梁预制空心板的生产过程质量控制涉及原材料控制、生产工艺控制和成品检验三个关键方面。原材料控制是确保最终产品质量的基础,对水泥、骨料、外加剂和钢材等原料进行严格把关。水泥的选择需考虑其强度等级、凝结时间和抗硫酸盐性能,通过实验室试验确定其适用性。骨料的品质直接影响混凝土的强度和耐久性,需对其粒径分布、含泥量和有害物质含量进行检测。外加剂的选用应与水泥的相容性良好,并通过试配确定最佳用量。钢材作为预应力构件的核心,其力学性能和耐腐蚀性能尤为重要,需进行抗拉强度、弹性模量和松弛特性等测试。原材料进场时,建立完善的抽样检验制度,确保每批次材料都符合设计和规范要求。生产工艺控制是保证预制空心板质量稳定性的关键环节。混凝土配合比设计需考虑强度、工作性和耐久性等多方面因素,通过试验确定最优配比。模具制作和安装精度直接影响构件的几何尺寸,采用高精度数控加工设备制作模具,并定期进行校准维护。钢筋笼绑扎和预应力钢绞线布置需严格按照设计图纸进行,确保保护层厚度和钢筋间距的准确性。混凝土浇筑过程中,采用分层浇筑法,并结合高频振动台和插入式振动棒,确保混凝土的密实度。养护阶段采用温湿度可控的蒸汽养护系统,精确控制养护温度曲线,促进混凝土早期强度的发展。预应力张拉是生产过程中的重要环节,使用智能张拉设备,实时监控张拉力和伸长量,确保预应力的均匀分布。

成品检验是生产质量控制的最后一道防线,包括外观检查、尺寸测量和力学性能测试。外观检查主要关注构件表面的平整度、蜂窝麻面和裂缝等缺陷。尺寸测量采用高精度

三维激光扫描技术,全面检测构件的长度、宽度、高度和预埋件位置等参数。力学性能测试包括混凝土强度检测和预应力有效性验证。混凝土强度通过回弹法和钻芯法相结合的方式,确保构件强度满足设计要求。预应力有效性通过测量混凝土应变和挠度来验证,必要时进行静载试验。此外,建立完善的质量追溯系统,记录每个构件从原材料到成品的全过程数据,便于质量问题的溯源和改进。通过这些全面而严格的质量控制措施,公路桥梁预制空心板的生产质量得到有效保障,为桥梁工程的安全性和耐久性奠定坚实基础。质量控制不仅是技术问题,更是责任和使命的体现,每一个环节的严谨把控都直接关系到桥梁的寿命和使用安全。持续优化生产工艺,提升质量管理水平,是预制空心板生产企业不断追求的目标,也是推动桥梁工程技术进步的动力源泉^[2]。

4 运输与安装过程中的质量控制

公路桥梁预制空心板的运输与安装过程是确保桥梁质量的关键环节,涉及运输方案制定、吊装技术应用和安装精度控制三个重要方面。

4.1 运输环节的质量管控

选择合适的运输车辆至关重要,通常采用低平板半挂车,车辆应配备减震系统以降低运输过程中的振动影响。装车前,在空心板支撑点处放置橡胶垫或木垫,防止局部应力集中导致的损伤。捆绑固定时,使用软质材料如尼龙绳或专用绑带,避免钢丝绳等硬质物直接接触板面造成磨损。运输路线的选择需避开颠簸路段,并考虑限高、限宽等因素。长距离运输时,应制定详细的中途检查计划,及时发现并处理可能出现的问题。抵达施工现场后,卸车操作需格外谨慎,使用专业的吊装设备,确保起吊点分布均匀,防止板体变形或开裂。

4.2 吊装技术

根据空心板的规格和现场条件,选择适当的起重设备,如履带式起重机或塔式起重机。吊具的设计和选用尤为重要,常用的有钢丝绳吊具和专用吊梁,需根据空心板的重心位置和受力特点进行精心设计。吊装前,对吊具进行全面检查和载荷试验,确保其安全可靠。吊装操作应由经验丰富的专业人员执行,严格控制起吊速度和平衡,防止空心板产生扭转或摆动。在空中转向时,采用缓慢平稳的操作,避免突然的加速或减速。对于大型或特殊形状的空心板,可考虑使用多点吊装技术,通过精确控制多个吊点的受力,实现空心板的平稳就位。

4.3 安装精度控制

安装前,需对支座和梁端进行详细检查和清理,确保接触面平整无杂物。使用高精度测量仪器如全站仪和水准仪,对空心板的纵横向位置、高程和倾斜度进行实时监测和调整。安装过程中,采用微调装置如千斤顶和楔块,实现空心板的精确定位。对于多片空心板并列安装的情况,需特别

注意板间缝隙的均匀性和连续性。安装完成后,进行全面的几何尺寸检测,包括板间高差、横坡和纵坡等参数,确保符合设计要求。对于预应力连接的空心板,张拉作业需严格按照设计顺序和力值进行,并实时监测板体的变形情况。灌浆是安装过程的最后一道工序,选用高性能灌浆料,确保灌浆饱满无空隙,提高结构整体性。通过这些精细化的质量控制措施,公路桥梁预制空心板的运输与安装质量得以有效保障,为桥梁的长期安全服役奠定了坚实基础。

5 预制空心板质量控制中的常见问题与解决方案

公路桥梁预制空心板的质量控制过程中常见问题及其解决方案涉及四个关键方面:混凝土质量问题、预应力问题、尺寸偏差问题和运输安装损伤问题。混凝土质量问题是预制空心板生产中最为棘手的挑战之一,主要表现为强度不达标、裂缝、蜂窝麻面等缺陷。强度不达标通常源于水泥品质不佳、配合比设计不当或养护不足。针对这一问题,可通过严格筛选水泥供应商,定期进行水泥活性测试,优化配合比设计,特别是调整水胶比和掺合料用量来提高强度。同时,采用智能养护系统,精确控制温湿度,确保混凝土强度的均匀发展。裂缝问题往往由温度应力、收缩应力或荷载应力引起,解决方案包括优化混凝土配合比以减少水化热,采用分段浇筑技术降低整体收缩应力,以及合理布置钢筋网片增强抗裂性能。对于蜂窝麻面问题,可通过改进振捣方式,如采用高频振动台配合插入式振动棒,提高混凝土的密实度。此外,使用自密实混凝土技术也是解决这类问题的有效途径,通过提高混凝土的流动性和粘聚性,实现无需振捣即可达到高密实度的效果^[1]。

预应力问题,其主要包括预应力损失过大、钢绞线锚固滑移和张拉不均匀等问题。预应力损失过大往往由混凝土徐变、收缩以及钢绞线松弛引起,解决方案包括选用低松弛钢绞线,优化混凝土配合比以减少徐变和收缩,同时在设计阶段充分考虑预应力损失,适当增加初始张拉力。钢绞线锚固滑移问题可通过改进锚具设计,如采用楔形锚具并确保其与钢绞线的紧密配合来解决。对于张拉不均匀的问题,可引入智能张拉系统,实时监控每根钢绞线的张拉力和伸长量,确保张拉过程的精确控制。同时,采用分级张拉法,逐步增加预应力,可有效减少应力集中,提高张拉均匀性。

尺寸偏差问题,其主要表现为长度、宽度、高度以及预埋件位置的偏差。解决这类问题的关键在于提高模具的

制作精度和使用寿命。采用高精度数控加工设备制作钢模,并定期进行模具校准和维护,可显著提高构件的尺寸精度。对于长度偏差,可通过在模具端部设置可调节挡板来精确控制。宽度和高度偏差则可通过优化混凝土浇筑工艺,如采用分层浇筑和精确控制每层厚度来解决。预埋件位置偏差问题可通过使用三维定位装置和激光导向系统来确保安装精度。此外,建立完善的尺寸检测系统,包括使用三维激光扫描技术进行全方位尺寸检测,能够及时发现和修正偏差。

运输安装损伤问题,其主要包括运输过程中的碰撞损伤、吊装过程中的应力开裂以及安装过程中的磨损和碰撞。针对运输损伤,可通过优化运输方案,如选用气垫减震系统的专用运输车,并在关键支撑点设置弹性缓冲材料来减少振动和冲击。同时,制定详细的运输保护方案,包括使用防护罩和边缘保护装置,有效降低碰撞风险。吊装过程中的应力开裂问题可通过优化吊点设计,采用多点吊装技术,并使用柔性吊具如吊带代替刚性吊具来缓解局部应力集中。安装过程中的磨损和碰撞可通过改进安装工艺,如采用导向装置和缓冲系统来实现精准定位和平稳就位。此外,在关键接触面使用高强度耐磨材料,如聚乙烯板或聚氨酯涂层,可有效减少安装过程中的磨损。通过这些全面而系统的解决方案,公路桥梁预制空心板的质量控制问题得以有效解决,为桥梁工程的安全性、耐久性和经济性提供了强有力的保障。

6 结语

本研究通过系统分析公路桥梁预制空心板的质量控制全过程,揭示了从生产到安装各环节中潜在的质量风险和应对策略。研究表明,预制空心板的质量控制是一个复杂的系统工程,需要从原材料选择、生产工艺、运输方式到安装技术等多个方面进行全面把控。通过实施严格的质量管理体系,可以显著降低预制空心板的质量缺陷率,提高桥梁工程的整体质量和安全性。然而,研究也发现,当前预制空心板质量控制仍存在一些难点,如环境因素对混凝土性能的影响、预应力损失的精确控制等,这些问题需要工程界和学术界继续深入研究。

参考文献

- [1] 刘孝.桥梁工程中预应力钢筋混凝土空心板施工质量控制[J].技术与市场,2022(6):131-132.
- [2] 周刚成.桥梁预应力简支空心梁板预制施工的过程控制[J].汽车周刊,2023(11):109-111.
- [3] 魏方谦.桥梁空心板预制及安装施工技术分析[J].江西建材,2023(5):265-266.