

大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的受力分析

赵瑞明 霍 赛

北京交科公路勘察设计研究院有限公司 北京 100191

摘 要：为大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的应用，采用实验与数值模拟方法，对其结构特点、受力机理、应力分布及变形规律进行深入分析，得出结构性能优化设计方案。研究揭示了大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中独特的结构形态和受力状态，明确了应力分布规律和变形模式，识别了薄弱环节并提出了优化措施。实验结果与数值模拟结果高度一致，验证了理论分析的准确性。研究成果为实际工程提供了指导和借鉴，有助于提高大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的稳定性和安全性。

关键词：大跨径现浇箱梁；小半径桥梁；受力分析；数值模拟；优化设计

引言

大跨径现浇箱梁在小半径桥梁领域中的实际应用，近年来伴随着交通建设的迅猛推进，其应用范围愈发广泛且深入。这类桥梁结构，因其具备显著的跨度优势及强大的承载能力，常被选作连接错综复杂地形与宽广水域的关键性构造。本研究将深入探究大跨径现浇箱梁在小半径桥梁设计施工中所面临的设计难度大、施工复杂性高、受力状态错综复杂以及稳定性与安全性存在明显短板等核心难题。通过深入分析箱梁的具体截面尺寸、详细的材料性质以及具体的支撑条件等多种因素对结构受力的实际影响，提出更具针对性的优化方案。本研究通过全面深入的理论与严谨的实验验证过程，致力于为大跨径现浇箱梁在小半径桥梁的设计与施工奠定坚实的科学基础，并提供有效的技术支持，以期促进桥梁工程领域的不断进步与发展。

1 大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的受力分析

1.1 箱梁截面尺寸与材料性质

箱梁的具体截面尺寸，在小半径桥梁结构中，对其受力特性会产生十分显著的影响。具体而言，截面高度的适度增加能够显著提升箱梁的抗弯刚度性能，进而有效减小挠度值和应力水平；而截面宽度的调整则主要对箱梁的扭转性能产生显著影响^[1]。在设计环节，需依据桥梁的具体曲率半径大小、不同的荷载工况等诸多因素，细致且合理地设定箱梁的截面尺寸参数，以此来充分保障整体结构的稳固性和安全性能。

材料的具体性质在极大程度上对箱梁的结构性能发挥着不可忽视的重要作用。材料的弹性模量作为关键因素，直接决定了箱梁的刚度特性，这一特性对其变形程度和应力分布情况产生深远影响。高强度材料的应用能有效缩减箱梁的截面大小，并减轻其自身重量，不过也

可能伴随应力集中情况的产生。在选择材料这一环节，需全方位考虑其包括强度、韧性、耐久性等在内的各项性能指标，同时兼顾成本这一关键因素，以此来保证所选材料可以完全契合设计要求。

1.2 支撑条件与边界效应

支撑条件发生改变时，会对箱梁的受力状态产生明显的效应。在大跨径现浇箱梁小半径桥梁结构中，支撑点的具体方位、详尽数量以及明确刚度等相关参数，均会对箱梁的应力分布状态及变形模式产生直接影响^[2]。例如，通过精确计算和合理设计，支撑点位置的巧妙布置能够高效地分散箱梁所承受的弯矩和剪力，进而显著地减少结构的最大应力值。支撑数量的增多能够进一步提升箱梁的整体稳固性，并有效减小其变形程度。支撑刚度的选定极为关键，它深刻影响着支撑对箱梁形变的有效约束力，从而进一步作用于整体结构的力学表现。

在大跨径现浇箱梁且具备小半径特征的桥梁结构中，边界条件因存在多种不确定性因素，常常致使分析过程变得更为复杂且充满挑战。边界效应显著体现在箱梁与支撑结构相接处的相互作用过程中，这种相互作用具体会使得箱梁在边界区域产生附加的应力及形变。为了精确分析边界效应，必须全面顾及边界条件的真实状况，具体涉及支撑构造的刚度情况、连接手段以及地基的土质与承载特性等细节。

2 大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的受力分析

2.1 荷载工况分析

在大跨径现浇箱梁应用于小半径桥梁时的受力分析过程中，荷载工况是作用于结构并影响其受力状态的核心要素之一。荷载工况具体分为多种类型，其中主要包括恒定的恒载、变化的活载以及受环境温度影响的温度荷载。

恒载作用下的受力分析需全面细致地考虑结构自重、桥面铺装层及其他各种恒定荷载对箱梁所产生的具体影响。这些长期施加在结构上的荷载,会致使箱梁逐渐形成并维持一种稳定的应力分布状态。

活载作用下的受力分析重点聚焦于车辆荷载等动态荷载,详细考察它们对箱梁产生的即时动态响应情况^[3]。车辆行驶于桥梁之上时,其荷载会产生不断变化的效应,进而引发箱梁应力状态出现动态的调整与改变。

温度荷载分析会细致考虑温度变化对箱梁所产生的应力分布及变形情况的具体影响。温度变化会促使材料经历热胀冷缩的过程,这一物理现象进一步导致箱梁内部的应力分布和整体变形情况发生具体的变化。

2.2 应力分布与变形规律

在大跨径现浇箱梁与小半径桥梁的融合结构体中,详细的应力分布状况以及精确的变形规律,构成了评估该结构整体性能与安全性的关键要素。应力分布特性错综复杂,在恒载影响下,箱梁自身重量及桥面铺装等因素使得梁底承受的拉应力显著增加,梁顶则出现压应力高度集中;而在活载作用下,诸如车辆荷载等动态要素会触发应力的重新分布,进一步加剧其复杂性;此外,温度波动亦是一个重要因素,热胀冷缩现象会导致内部应力状态发生变化,从而对结构的稳定性产生深远影响。

箱梁在面临小半径弯曲时,其变形情况表现得相当复杂且多变。挠度变化能够直观地体现箱梁的弯曲程度,伴随着荷载的不断加大,挠度会呈现出逐步增加的趋势,并且不同位置的挠度变化趋势也各有差异^[4]。扭转角度是衡量箱梁弯曲时扭转程度的关键指标,特别是在小半径弯曲情况下,其扭转角度显著增大,这对结构的稳定性和安全性带来了直接的威胁。结构的具体形态、所用材料的独特性质、各种支撑条件以及边界产生的效应等,都是对应力分布情况和变形规律产生重要影响的几大关键因素。

2.3 薄弱环节识别与优化

薄弱环节的识别工作主要依据应力集中现象明显以及变形幅度过大的两项关键指标进行。应力集中区域,即那些应力值相较于其他部位明显更高的区域,通常被视为潜在的脆弱环节,更易于遭受破坏。箱梁在面临小半径弯曲的情况下,其挠度和扭转角度若超出了科学设定的合理界限,将会对结构的整体稳定性以及耐久性产生不可忽视的影响。受力分析过程中,需细致关注应力分布的具体状况以及变形情况的细节,迅速发现并记录任何异常的数据变化。

针对已明确指出的薄弱环节,可采取诸如增强结构

稳固性、细致调整结构参数等具体措施来实施优化。例如,在应力较为集中的区域,增设坚固的加强筋或适当调整截面尺寸,以便更有效地分散应力并显著降低变形程度;同时,通过进一步优化支撑条件、改变材料的力学性质或精细调整箱梁的截面形状等手段,全面改善结构的整体受力状态,进而大幅度降低出现薄弱环节的风险。

3 大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的受力分析

3.1 实验设计与实施

实验设计在大跨径现浇箱梁应用于小半径桥梁中的受力特性分析过程中起着至关重要的作用,其核心在于运用科学方法详细揭示箱梁在各种受力状态下的具体表现,从而为后续深入的理论研究和优化设计提供可靠且扎实的依据^[5]。本研究中,实验的核心目标是检验大跨径现浇箱梁在小半径桥梁应用中的受力分析理论,详细探究其在各类荷载条件下的应力分布规律及具体变形特性。实验设计旨在全方位且精确地模拟真实桥梁所承受的力学环境,具体涵盖了恒载、活载以及温度荷载等多种不同的工作状况。

3.2 数值模拟方法介绍

有限元分析作为数值模拟方法的关键组成部分,其精髓在于将连续结构体巧妙地分割为数目有限的单元体,这些单元体通过节点紧密相连,从而精确地模拟出整体结构的受力特性及行为。该方法擅长处理各种复杂的几何形状与多样化的边界条件,在工程结构分析领域中扮演着至关重要的角色。网格划分于有限元分析中占据至关重要的地位,其分布的稀疏与密集程度、单元的几何形态及尺寸大小均对分析结果的精确性产生深远影响。需依据结构复杂程度和具体的受力特征,精细地划分网格区域,以保障分析结果的准确性和可靠性。

在数值模拟过程中,软件的选择及其相关参数的详细设置均占据着举足轻重的地位。市场上存在着各式各样的有限元分析软件,诸如ANSYS、ABAQUS、MIDAS等,它们各自具备鲜明的特性和广泛的应用领域。选择时需全面考虑软件的功能性、操作的便捷程度、高效的计算速度以及合理的价格^[6]。参数设置对数值模拟结果有着直接的影响,需依据结构的真实状况和受力特征来设定,这涵盖了物理参数,例如弹性模量、泊松比、密度,还有外部条件,诸如边界条件的设定以及荷载工况的考虑。正确的参数配置能精确保障结果的可靠性,为后续深入分析及优化流程奠定坚实基础。

3.3 实验与数值模拟结果对比

在深入探究大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的受力特性时,实验数据与数值模拟结果的详细对比分析显得

尤为重要。这有助于更细致地展现结构在复杂受力环境下的真实响应情况,从而为优化设计方案提供更加精准的依据。从应力分布的角度来看,实验结果与数值模拟结果,在恒载、活载以及温度荷载的各种条件下,均呈现出高度的一致性。特别是在小半径弯曲的特定影响下,箱梁截面的应力集中区域及其分布范围,在数值模拟过程中得到了非常精确的模拟与再现。在变形情况的对比分析中,挠度值、扭转程度等关键的变形指标,在数值模拟过程中均实现了高精度的模拟效果,其模拟结果与实验所得数据十分接近。这些细节深入阐述了箱梁在小半径桥梁中所展现出的独特受力机理及详尽的变形规律,为后续的桥梁结构优化工作提供了极具价值的参考依据。然而,这两者之间在某些具体细节方面仍旧存在着一定的误差,这种误差有可能源自实验过程中存在的诸多不确定性因素,或者是数值模拟方法本身所固有的局限性。

3.4 优化设计方案提出

在大跨径现浇箱梁应用于小半径桥梁的受力分析过程中,我们结合详尽的实验数据与精准的数值模拟手段,全面且深入地探究了该结构的各项行为特性,并基于这些特性提出了针对性的优化设计方案。该方案通过精细设计,旨在全面提升结构的整体性能,进而确保其稳固性和安全性得到切实保障。

针对桥梁的结构参数提出了调整箱梁截面高度及其宽度的方案,以期更精细地优化应力分布状态降低应力集中现象。推荐使用具有高弹性模量和出色强度的优质材料,以进一步强化箱梁的抗变形性能。这些调整均是依据数值模拟结果的细致分析来完成的,确保产品性能在多方面得到提升。在构造优化方面,我们计划增设稳固的支撑结构,细致调整支撑点的具体位置和数量分布,同时着重加固箱梁的某些关键区域,例如通过增加加劲肋的布置,来进一步增强其抗扭性能和抗剪承载能力。这些强化手段也是依据受力分析的详细结果和经过严格实验验证得出的。优化后的结构体在数值模拟过程中,展现出了更为均衡的应力分布状态,其变形状况也

得到了大幅度的改善,充分证实了该设计方案的有效性和合理性。从技术可行性和经济性综合评估,所采取的优化手段虽然带来了一定程度上的成本增加,然而它大幅度地增强了结构的稳固性和安全性能,展现出极高的实际应用效益。

4 结论

本研究针对大跨径现浇箱梁在小半径桥梁中的具体受力状况,展开了深入的分析,清晰地揭示出其结构特征、受力原理以及应力分布的规律性。通过分析发现,大跨径现浇箱梁在小半径桥梁结构中展现出了特有的形态构造,其受力机制纷繁复杂且多变,同时受到诸多不同因素的深刻影响。在实验与精确数值模拟方法的双重验证过程中,本研究深入揭示了箱梁在多样化荷载工况下的详细应力分布特征及具体变形规律,同时准确识别出结构内部存在的薄弱环节。基于详尽的受力分析结果,本研究针对性地提出了全面而细致的优化设计方案,其核心目的在于显著提升结构性能,从而确保结构具有更高的稳定性和安全性。这些研究成果极大地充实了大跨径现浇箱梁在小半径桥梁领域的受力分析理论体系,并为实际桥梁工程的设计与施工环节带来了切实的指导与参考。

参考文献

- [1]黄乐乐,严汝和,孔洋.高墩小半径曲线连续箱梁现浇支架受力性能分析[J].西部交通科技,2023(9):82-85.
- [2]赵希成,王青云,李明阳.大跨径单箱双室连续梁桥0号块空间受力分析[J].黑龙江交通科技,2024(5):76-80.
- [3]王树华.龙门大桥东引桥大跨径现浇箱梁施工关键技术[J].西部交通科技,2024(3):195-198.
- [4]徐波.大跨径连续现浇箱梁支架体系变形预测研究[J].建筑机械:上半月,2024(1):129-132.
- [5]陈志远,刘战伟,张兆龙,等.大跨径现浇连续箱梁超长预应力钢束的张拉施工[J].四川水泥,2024(8):195-197.
- [6]肖鹏.大跨径箱梁桥拼接缝受力性能研究[J].低温建筑技术,2024(6):110-114.