

高速公路改扩建工程中新旧桥梁拼接关键技术与沉降控制

王亚潇¹ 刘坤²

1 山东省临沂市兰山区行政审批服务局

2 山东省临沂市政务服务中心

DOI:10.32629/btr.v8i11.5017

[摘要] 随着高速公路改扩建工程数量增多,新旧桥梁拼接期间容易出现差异沉降、界面开裂这类病害,这些病害严重影响到桥梁运营安全,迫切需要开展与之相关的理论以及实践方面的研究。本文先是阐述了关于新旧桥梁拼接以及沉降控制的理论方面的基础,对桥梁结构力学特性、拼接原理以及地基沉降理论和预测模型进行分析;随后对拼接关键技术实践方面的策略以及沉降控制实践方面的策略展开探讨,结合工程实例来验证技术的可行性以及有效性。研究成果能够为拼接工程的设计、施工以及运维提供理论方面的支撑以及实践方面的参考,对于提升施工质量、保障长期运营稳定性具备重要的现实意义。

[关键词] 新旧桥梁拼接; 沉降控制; 差异沉降; 界面连接; 地基处治

中图分类号: U445 文献标识码: A

Key Technologies and Settlement Control of New and Old Bridge Splicing in Expressway Reconstruction and Expansion Projects

Yaxiao Wang¹ Kun Liu²

1 Linyi Administrative Approval and Service Bureau, Lanshan District, Shandong Province

2 Linyi Government Service Center, Linyi City, Shandong Province

[Abstract] With the increasing number of highway reconstruction and expansion projects, differential settlement and interface cracking often occur during the splicing of new and old bridges. These defects seriously affect the operational safety of bridges, making it urgent to conduct theoretical and practical research in this field. This paper first expounds on the theoretical basis of bridge settlement control, analyzing the structural mechanical properties of bridges, splicing principles, and theories and prediction models of foundation settlement. Subsequently, it explores practical strategies for key splicing technology and settlement control, verifying the feasibility and effectiveness of the technologies through engineering examples. The research results provide theoretical support and practical references for the design, construction, and operation maintenance of splicing projects, possessing significant practical significance for improving construction quality and ensuring long-term operational stability.

[Key words] Splicing of new and old bridges; Settlement control; Differential settlement; Interface connection; Foundation treatment

引言

在高速公路改扩建过程中,新旧桥梁拼接属于扩容的核心方案,然而差异沉降、界面衔接不良等问题频繁发生,对工程质量以及运营安全形成制约。基于此情况,本文围绕拼接与沉降控制的理论、技术以及监测开展研究,为同类工程提供科学的解决方案。

1 新旧桥梁拼接与沉降控制的理论基础

1.1 桥梁结构力学特性与拼接原理

旧桥在长时间服役之后,由于材料出现老化现象、结构发生变形情况而产生累积的效应,其刚度以及承载力明显低于新桥。

进行拼接工作需要基于结构力学的分析工作,明确一下新旧桥的主梁部分、桥台部分、支座部分的受力特性情况,采用植筋连接的方式、湿接缝浇筑的工艺等合理的工艺来实现刚性的衔接,确保拼接面传力能够均匀,避免因受力不协调而引发裂缝、错台等病害问题。

1.2 地基沉降理论及预测模型

桥梁沉降是源于地基土体的压缩变形情况,结合分层总和的方法、弹性理论等核心的理论,考虑土体的渗透性、荷载分布情况、时间效应等因素来构建沉降预测的模型,通过现场监测的数据来校准参数,精准地预测沉降量以及速率,为拼接施工时

序安排工作和沉降控制的措施制定工作提供依据,保障桥梁长期运营的稳定性。

2 新旧桥梁拼接关键技术实践策略

2.1 差异沉降协调控制技术

差异沉降的协调控制这一事情是新旧桥梁拼接施工方面的核心技术要点所在,其核心目标是通过设计的优化以及施工的管控协同起来,把新旧桥梁基础以及上部结构的沉降差值给缩小,确保变形能够同步,从而规避桥面出现开裂、伸缩缝发生破损以及跳车等之类的病害情况。该技术是以地基沉降的预测作为前提条件,结合结构的特性以及地质的条件,综合地采用基础协同施工、沉降补偿设计以及荷载分级管控等这些手段,来实现精准的控制。在设计阶段需要结合沉降预测的结果,合理地确定新桥结构标高的预留量,对基础形式的匹配度进行优化;在施工阶段重点控制新桥施工的时序以及荷载的节奏,同步地强化旧桥基础的加固,设置柔性补偿层来吸收沉降差,确保沉降量处在规范允许的范围之内,保障拼接结构能够长期稳定。

以某高速公路改扩建工程的跨河大桥拼接项目当作例子来说,旧桥是在2005年建成的钢筋混凝土T型梁桥,基础采用的是扩大基础,新桥是预应力混凝土连续箱梁桥,基础采用的是钻孔灌注桩,桥址是软土地质,地下水位比较高、地基压缩性比较强,差异沉降的控制难度比较大。在施工当中采用该技术,首先通过分层总和法与数值模拟结合起来,精准地预测沉降量,确定新桥标高预留8mm的补偿量。在基础施工阶段采用新旧基础同步施工的模式,控制新桥钻孔灌注桩的施工速度,每根桩浇筑完成之后静置7天再进行下一根,避免扰动地基从而导致沉降过快;同时对旧桥扩大基础采用高压旋喷桩进行加固以提高承载力。在拼接界面处设置10cm厚的泡沫混凝土柔性补偿层,利用其变形性能来吸收沉降差。

2.2 界面复合连接强化技术

界面方面的复合连接强化这一项技术的核心之处是通过去优化,并且组合多种类型的连接工艺,从而突破那种单一的连接方式所存在的局限,进而提升新旧桥梁拼接的那个界面的抗剪以及抗拉的性能还有整体方面的整体性,以此确保荷载在新旧结构之间能够连续并且顺畅地进行传递,避免产生滑移、脱空以及开裂等方面的隐患。该技术需要结合新旧桥梁的结构类型、拼接的部位以及受力的特点,合理地去选择植筋与湿接缝连接相互结合、钢板焊接与植筋连接相互协同等这样一些复合连接的体系,在施工的过程之中严格地控制连接的相关参数,强化界面的处理以及材料的适配,确保节点的强度以及耐久性,实现新旧结构的有机融合,保障整体受力的协同。某一条高速公路改扩建的互通立交匝道桥拼接项目选用了该技术,旧桥属于装配式钢筋混凝土空心板桥,采用横向拼接的方式,新桥属于现浇钢筋混凝土连续板桥,拼接的界面位于主梁的侧面,承受横向的剪力与纵向的拉力。在施工的时候旧桥主梁的侧面使用金刚石钻机钻出25mm孔径、300mm深的孔,孔距为200mm,用高压空气清理孔之后植入HRB400E级22mm的钢筋,使用环氧结构胶进行锚固以确

保抗拔力达到标准;湿接缝宽度为50cm,清理浮浆之后涂刷界面处理剂,绑扎双层的钢筋网,浇筑C50高性能补偿收缩混凝土,覆盖薄膜进行保湿养护14天并且控制温度防止开裂。

2.3 收缩徐变补偿施工工艺

收缩徐变补偿这样的施工工艺是属于解决新旧桥梁拼接界面出现开裂情况的关键技术,其核心之处在于通过对材料进行优化、对施工加以管控以及和预应力补偿相结合,来减少新桥混凝土收缩徐变现象,从而实现新旧桥混凝土变形能够同步,进而规避界面应力集中以及开裂问题。该工艺需要对混凝土配合比进行设计这方面入手,选用具有低热低收缩特性的材料,对掺合料配比进行优化,以此降低水化热以及收缩量;在施工阶段要严格控制浇筑温度以及养护工艺,延长养护的周期,减少温度以及干燥收缩;同时结合预应力补偿技术,来抵消收缩徐变所产生的拉应力,确保拼接界面的完整性以及耐久性。某高速公路改扩建工程主线桥梁拼接这个项目,旧桥是在2010年建成的预应力混凝土箱梁桥,收缩徐变已经完成了大部分并且变形处于稳定状态,新桥采用C50混凝土来浇筑同类型箱梁,拼接界面是在箱梁腹板与顶板的连接处,收缩徐变开裂风险比较高。项目采用该工艺,在配合比设计方面减少水泥的用量,掺入30%的I级粉煤灰、15%的矿渣粉,选用聚羧酸系高效减水剂以及3%的膨胀剂,优化之后混凝土收缩量相较于常规情况降低了40%;在浇筑的时候控制温度在18-25℃,避免在高温时施工,完成之后立即覆盖土工布并且洒水保湿,养护周期延长到28天,在此期间用智能养护系统实时监测温湿度,确保养护的效果。

3 新旧桥梁沉降控制实践策略

3.1 分级调平路基过渡技术

分级的调平路基过渡的技术是新旧桥梁沉降控制方面的关键支撑内容,其核心目标是经由科学地分层填筑、压实以及调平操作,来优化路基过渡段的刚度分布情况与沉降特性状况,达成路基与桥梁的平稳衔接效果,缩小沉降差数值,杜绝跳车现象、桥面开裂等病害问题。其核心逻辑是基于路基与桥梁基础的刚度差异情况,通过分分管控方式逐步优化路基的密实度与标高情况,减少不均匀沉降现象,改良填料的性能以提升抗变形能力,确保结构受力变形能够同步,保障桥梁拼接的质量。施工之时需要严格把控填料的选择情况、分层压实的参数以及调平的精度情况,结合沉降监测来动态调整工艺,确保过渡段的稳定性与沉降收敛性。

某高速公路改扩建工程的桥台背路基过渡段施工项目,处于新旧桥梁拼接的区域,旧桥属于重力式桥台类型,新桥属于轻型桥台类型,过渡段长度为20米,衔接处设计标高差为1.2米,地基是粉质黏土类型,承载力较低且容易出现不均匀沉降情况,给分级调平施工带来了难度。该项目采用分级调平技术,首先对路基填料进行改良,选用级配良好的碎石土并且掺入4%水泥进行固化处理,提升承载力与抗变形能力,避免粉质土变形的弊端。施工严格按照分层填筑压实的原则来进行,分5级进行填筑,每级厚度为30厘米,使用重型振动压路机进行压实,压实度要大于或

等于96%, 每级检测合格之后进入下一级。桥台背狭窄区域采用小型振动夯进行分层夯实, 夯击次数要大于或等于8次, 确保压实度能够达标。

3.2 地基差异刚度协同处治技术

解决关于新旧桥梁地基沉降所存在的差异方面的核心的技术实际上是地基差异刚度协同处治的技术, 该技术的思路是, 针对新旧桥梁基础地基刚度差异呈现出显著状态的这种情况, 通过采取具有针对性的地基改良以及加固的措施, 来对地基整体刚度分布予以优化, 从而实现新旧地基刚度的协同匹配, 进而减少地基沉降的差值, 以此保障桥梁拼接结构能够实现长期的稳定。该技术需要以地基工程地质勘察所得到的数据作为基础, 精准地识别出新旧地基的刚度差异、土层分布以及承载力的现状这些情况, 结合沉降预测所得到的结果, 对刚度比较弱的地基区域开展具有针对性的加固工作, 对刚度比较强的区域进行适度的优化操作, 构建起能够协同受力的地基体系。常用的处治手段包含有水泥搅拌桩加固、高压旋喷桩改良、CFG桩复合地基等。在施工的过程当中, 需要严格控制加固的参数, 确保地基刚度调整之后能够实现荷载的均匀传递, 避免因为局部应力集中而引发不均匀沉降的情况。

有一个关于某高速公路改扩建工程当中的新旧桥梁拼接地基处治的项目, 那旧桥是在2008年建成的那种钢筋混凝土简支梁形式的桥, 其基础采用的是天然地基扩大类型的基础, 经过检测得知地基的承载力达到180千帕, 并且刚度是比较低的; 而新桥采用的是钻孔灌注桩类型的基础, 其地基是中风化岩层, 承载力为450千帕, 二者之间的地基刚度差异是非常显著的, 要是不进行协同处治的话就容易产生比较大的沉降差。该项目采用了一种地基差异刚度协同处治方面的技术, 针对旧桥天然地基刚度不足这样的情况, 采用直径为600毫米、长度为8米、间距为1.5米(呈梅花形布置)的高压旋喷桩来进行加固, 通过高压旋喷的方式让水泥浆和地基土搅拌融合从而形成高强度的水泥土桩体, 有效地把旧桥地基的承载力提升到了320千帕; 对于刚度相对较高的新桥地基, 采用直径400毫米、长度5米、间距2.5米的CFG桩来进行适度的优化, 通过桩体和地基土协同发挥作用来降低新桥地基的刚度, 使得新旧地基的刚度趋向于匹配。在施工过程当中, 每一根桩完成之后都要进行质量方面的检测, 以此确保桩体的强度以及施工的质量达到标准, 同时还要实时地监测地基沉降的数据。

3.3 长期沉降智能监测预警系统

长久以来存在着的沉降智能监测预警系统, 是属于新旧桥梁拼接之后沉降控制方面的长效性保障。它的核心功能是依靠智能化的设备来实时地采集新旧桥梁的上部结构、下部墩台以及基础地基的沉降相关数据, 并且结合算法来精准地预判沉降

的趋势, 一旦沉降量或者速率超出了规范所规定的限值的时候就自动地发出预警, 从而为运维管控提供科学方面的依据。该系统是以数据的采集、传输、分析以及预警作为核心流程, 整合了北斗定位、传感器以及大数据处理这些技术, 达成沉降数据实时化、精准化的采集, 避免了传统人工监测效率低下、误差较大这样的弊端; 与此同时通过建立沉降预测模型来提前预判趋势, 支撑控制措施能够及时地进行调整, 保障桥梁长期运营的安全。系统的构建需要结合桥梁结构的特点合理地布置监测点位, 从而确保数据能够全面地反映结构沉降的状态。

某高速公路进行改扩建工程的新旧桥梁拼接长期沉降监测项目, 拼接的桥梁是双向四车道的大桥, 旧桥是预应力混凝土连续箱梁桥, 新桥是同类型的加宽结构, 拼接的长度是120米, 桥址的区域存在软土夹层, 长期沉降的风险比较高。该项目构建了完善的长期沉降智能监测预警系统, 监测点位按照“全覆盖、重点突出”的原则来进行布置, 在桥梁上部主梁拼接缝的两侧、下部墩台的顶部以及桥台背路基过渡段总共设置了32个沉降监测点, 每个点安装北斗高精度的沉降传感器, 采样的频率是每2小时1次, 实时地采集沉降数据。监测的数据经过无线传输模块传送到后台的数据处理中心, 中心搭载自主研发的数据分析系统, 对数据进行实时处理、异常识别, 并且结合前期的沉降预测模型来预判趋势。系统设定沉降速率的预警值为0.3毫米/天、累计沉降的预警值为5毫米, 当超出预警限值的时候, 通过短信、后台弹窗同步地发出预警信号。

4 结语

本文围绕新旧桥梁拼接与沉降控制展开系统研究, 梳理了一些相关的理论基础内容, 探讨了拼接方面的关键技术以及沉降控制的策略办法, 并且结合了具体的工程实例来验证这些技术的可行性。此次研究切实解决了拼接过程当中差异沉降、界面开裂等核心的难题问题, 进一步完善了相关的技术体系, 为同类型的工程提供了理论方面的支撑以及实践方面的借鉴参考, 对于推动高速公路改扩建实现高质量发展具有十分重大的意义。

[参考文献]

- [1] 邵景千. 郑漯高速公路加宽工程新旧桥梁拼接设计施工技术[J]. 公路交通技术, 2009(2):5.
- [2] 张齐坤, 张广寅, 杨立坡. 某高速公路改扩建工程新旧桥梁基础差异沉降分析及控制[J]. 世界桥梁, 2015, 43(2):6.
- [3] 高博. 高速公路改扩建工程沉降观测及评估技术研究[D]. 石家庄铁道大学(原名: 石家庄铁道学院), 2014.

作者简介:

王亚潇(1988--), 男, 汉族, 山东省临沂市兰山区人, 硕士研究生, 工程师, 建筑工程、交通土建、岩土工程。