

复杂工况下的桥梁拼宽构造研究

袁青峰

(上海浦东工程建设管理有限公司,上海市 201210)

摘要:随着社会经济的发展,城市交通拥堵现象日益加剧,对现有城市桥梁进行拼宽改造可极大缓解城市交通压力。然而,许多城市桥梁由于受到现有结构特殊性、新桥布跨特殊性等的限制,新老桥之间无法直接进行结构连接。因此,进一步开展新型拼接构造的研究十分必要。通过总结规拼桥的拼接方式,并依托实际工程,针对老桥挑臂承载能力不足且加固困难的问题,提出了一种用于复杂工况的桥梁拼宽构造,为相近拼宽桥梁结构的设计与施工提供参考。

关键词:拼桥;改扩建;复杂工况;有限元

中图分类号: U445.6

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0146-04

0 引言

随着社会经济的发展,人民生活水平的不断提高,私家车保有量不断增加。许多城市现有的道路桥梁已无法满足日益增长的交通流量需求,急需对现有道路进行改建以缓解交通压力。然而,对于许多城市桥梁,尤其是高架桥梁或立交桥而言,若拆除重建,不但耗资巨大、工期较长,而且施工期间将会进一步加剧交通拥堵。因此,考虑对现有桥梁进行利用,同时进行拼宽是改扩建的一种较优选择。

预应力混凝土大箱梁是现有城市桥梁结构的主要形式,同时常用的桥梁拼宽方式分为结构不连接和结构连接两大类。结构连接时,行车舒适性、桥面防水性好,但对新老桥直接进行挑臂连接时,往往因为改变了老桥挑臂的受力体系,导致挑臂承载力和耐久性不能满足需求,为此,常采用混凝土横梁连接或对老桥挑臂加固。采用混凝土横梁连接时,需沿顺桥向设置很多道横梁。同时横梁施工或挑臂下缘加固施工需对老桥箱体进行植筋,容易与老桥预应力束和主钢筋冲突,且对老桥破坏严重,影响老桥承载力和耐久性。因此,研究一种既能满足老桥挑臂受力需求又不对老桥产生较大损伤,同时还能结构连接的拼接方式将带来巨大的社会效益。

本文依托上海市某快速化工程,对常规的新老桥拼接构造进行总结,提出了一种用于复杂工况下

的桥梁拼宽构造。该构造受力合理,行车舒适,安全耐久,可为相关工程设计与施工提供参考。

1 研究现状

城市桥梁常用的结构形式为梁式桥。对于梁式桥梁的拓宽改造有较多的拼接形式,总体而言分为结构连接和结构不连接两大类^[1-2]。

1.1 结构连接拼接方案

结构连接拼接方案分为上部结构连接和下部结构连接。

上部结构连接时一般采用加厚的桥面板连接或者横梁连接,接缝能传递剪力和弯矩,可使新老结构形成共同受力的整体。这种连接方式的主要优点是,新结构对原有构造能形成一定加固作用,桥面行车平顺,但新老结构不均匀沉降较大或者挠度差较大时,连接部位处结构受力大,且连接的技术难度较大^[3-4]。

下部结构连接时一般设置盖梁或系梁,将新老桥下部结构进行连接,可以改善上部结构受力,使新老结构形成整体,但新老结构不均匀沉降较大时,下部结构连接部位处结构受力大,且对于预应力混凝土盖梁而言,连接的技术难度大。

1.2 结构不连接拼接方案

结构不连接拼接方案有多种构造形式,常见的有型钢伸缩缝拼接、桥面铺装连接和弹性拼缝连接等。

采用纵向型钢缝拼接时,可通过型钢缝的变形,协调新老桥的不均匀变形。该形式的优点是对变形(竖向变形差、水平变形差)的适应能力强,耐久性好,后期养护成本低;主要缺点是美观性较差,轮胎易打

收稿日期: 2023-05-08

作者简介:袁青峰(1975—),男,本科,高级工程师,从事桥梁工程技术管理和研究工作。

滑。

采用桥面铺装连接时,类似于连续缝的方法,白色铺装钢筋加强并设置锯缝,沥青铺装连续。其优点为行车相对较平顺,对沉降和活载挠度差有一定的适应性,但过大沉降和活载挠度差会使铺装开裂,影响行车。

采用弹性拼缝连接时,填缝材料可采用弹性混凝土或聚氨酯材料,弹性材料一般具有较强的变形能力和较高的撕裂强度。其优点是行车舒适性和美观性均较好,对变形的适应能力好,但优质的弹性材料工程造价较高。

2 工程概况和拼桥方案总体布置

上海市某快速化工程位于上海市浦东新区,西起罗山路立交,东至中环立交,路线全长约 3.5 km。

本工程西侧与现状罗山路立交相接,并对现状罗山路立交的 WN 匝道进行拼宽改造。现状罗山路立交 WN 匝道拼宽段采用预应力混凝土大箱梁结构,9 跨 1 联,跨径布置为 25 m + 25 m + 31 m + 31 m + 39 m + 31 m + 31 m + 25 m + 24.5 m,桥宽 8 m,箱体宽 3.6 m,两侧的挑臂长度均为 2.2 m,挑臂端部厚 10 cm,挑臂根部厚 35 cm。挑臂顶缘配 d16@200 mm,底缘配 d12@200 mm 的主梁挑臂钢筋。现状桥梁横断面如图 1 所示。

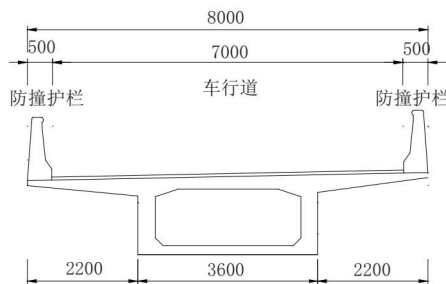


图 1 老桥横断面示意(单位:cm)

拼宽桥梁采用钢 - 混凝土组合梁结构,5 跨 1 联,跨径布置为 24 m + 26 m + 36 m + 25 m + 16 m,桥宽 3.2~11.2 m。新桥设计时通过调整梁高和板厚使得新桥刚度与老桥匹配。拼桥方案总平面布置如图 2 所示。由于拼宽位置桥梁下方存在现状地铁结构和地面道路,并与桥梁存在较大的斜交角度,同时地面可供新桥设墩的绿化带较窄,导致新老桥无法做到桥墩对齐布置,这对拼接方式的设计增加了较大难度。

3 新老桥挑臂直接相连的拼桥方案及验算

3.1 新老桥挑臂直接相连的拼桥方案

为保证拼桥实施后能够提供较好的行车舒适

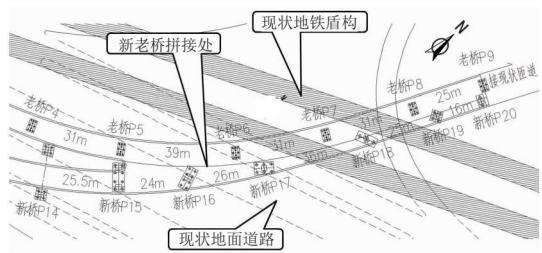


图 2 拼桥方案总平面布置示意

性,避免车辆在拼接位置产生跳车,故首先考虑采用新老桥挑臂直接相连的拼接方式。

施工时,首先,割除老桥的防撞栏杆连同栏杆下方部分的挑臂,凿除老桥桥面铺装层,而后进行新桥架设作业,新老桥之间留出一定宽度的梁缝。其次,新老桥桥面找平后,将新老桥挑臂钢筋相连,形成铰接构造。最后,铺设桥面铺装完成施工。拼桥方案如图 3 所示。

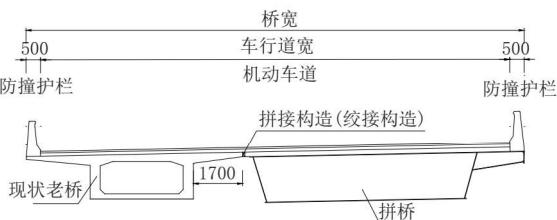


图 3 拼桥方案横断面示意(单位:cm)

老桥挑臂原受力模式仅承受负弯矩,故挑臂顶缘钢筋强,底缘钢筋弱。若对挑臂根部底缘钢筋加固施工,需对老桥箱体进行植筋,而箱体腹板厚度小,植筋作业难以实现。同时植筋容易与老桥预应力束和主钢筋冲突,对老桥破坏严重,影响老桥承载力和耐久性。老桥挑臂顶缘可通过加强桥面铺装层钢筋进行加固,提高承载能力。故本方案成立的关键点为老桥挑臂根部底缘的承载能力。针对该关键点,建立有限元分析模型进行验算。

3.2 分析模型的建立和验算

采用 Midas Civil 有限元软件建立全桥梁格分析模型,重点研究新老桥形成铰接连接后,老桥挑臂根部下缘的承载能力。新老桥模拟时均采用脊骨梁的基本框架,以准确模拟梁体扭转效应和挑臂竖向变形引起的挑臂弯矩。挑臂纵桥向以 1 m 板宽为基准建立单元,新老桥拼缝采用释放弯矩的梁端边界约束模拟铰接构造。分析模型如图 4 所示。

车道荷载采用影响线的方式进行加载,车道布置充分考虑了各种偏载工况,也考虑老桥和新桥分别加载时可能引起的不利工况,并取各种工况的包络结果。

基于老桥挑臂的构造和配筋,进行承载能力极

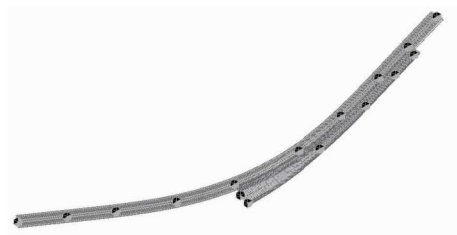


图4 梁格分析模型示意

限状态验算。验算结果见表1。

表1 老桥挑臂承载能力极限状态验算结果

位置	基本组合内力 / (kN·m)	承载能力 / (kN·m)	是否满足 规范
挑臂根部下缘	106.6	61.7	不满足

由表1可知,老桥挑臂根部最大负弯矩为106.6 kN·m,超过承载能力72.8%,不满足规范要求。分析挑臂正弯矩产生的原因可得,当老桥上满布荷载、新桥上无荷载时,老桥产生下挠。由于新老桥挑臂位置存在铰接约束,新桥约束了老桥的下挠变形,导致老桥挑臂根部产生正弯矩。由于新老桥桥墩无法对齐布置,当老桥跨中正对新桥墩顶位置时,该约束作用进一步加剧,如图5所示。

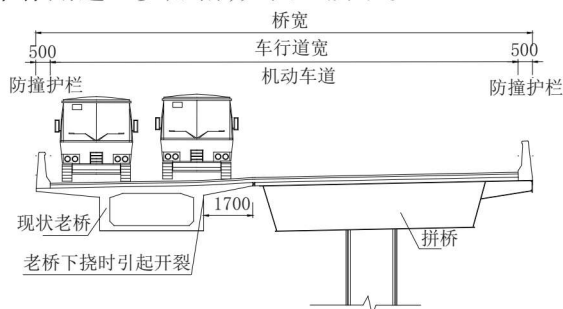


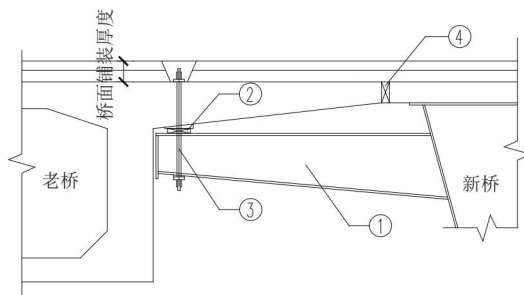
图5 挑臂最大正弯矩工况示意(单位:cm)

根据计算结果,对新老桥采取直接连接的拼宽方式不可行,需要进一步研究新构造,以解决老桥挑臂承载能力不足的问题。

4 新老结构新型拼宽构造的提出和验算

根据第3节的计算和分析结果,考虑在新桥上设置钢牛腿为老桥挑臂提供竖向支撑,牛腿端部伸至老桥挑臂根部,以减轻对老桥挑臂结构受力体系的改变。钢牛腿端部设置橡胶支座,起到减震降噪的作用。同时,橡胶支座处设置预应力筋将新老结构连为一体,防止橡胶支座脱空,共同受力,新老桥挑臂之间仍采用铰接方式进行连接以保证桥面景观效果和行车舒适性。钢牛腿沿顺桥向每2 m设置1道,构造如图6所示^[5]。

对上述方案进行有限元模拟和验算。有限元模型中,采用弹性连接模拟钢牛腿和老桥挑臂之间的



注:①钢牛腿;②橡胶支座;③预应力筋;④铰接结构。

图6 新老结构新型拼宽构造示意

连接,验算结果见表2。

表2 新老结构新型拼宽构造下老桥挑臂承载能力验算结果

位置	基本组合内力 / (kN·m)	承载能力 / (kN·m)	是否满足 规范
挑臂根部下缘	51.5	61.7	满足

由表2可知,新老结构新型拼宽构造下,老桥挑臂根部最大负弯矩为51.5 kN·m,比原设计减小51.7%,老桥挑臂承载能力满足规范要求。计算结果表明,新老结构新型拼宽构造对减小老桥挑臂正弯矩效应的效果明显。同时,该构造还为老桥提供竖向支撑,可减小老桥纵向受力时的活载效应,一定程度上起到了加固老桥的作用。

新老结构新型拼宽构造实施时,应注意保证老桥在恒载充分变形的情况下进行与钢牛腿的连接,使得老桥恒载不传递至钢牛腿,仅活载传递,以减轻对老桥结构整体受力体系的改变。新桥的挑臂应具有适当的强度和刚度,避免老桥挑臂根部发生强制上挠。同时研究表明,新桥主桥应具有足够的强度和刚度,避免新桥满载、老桥空载工况下,由于新桥产生过大变形对老桥产生不利影响。

本构造的施工方案分为以下几个步骤:

第1步:封闭交通。

第2步:在新桥上现场焊接钢牛腿,放置橡胶支座,同时在老桥挑臂下缘施工调平上垫石。此时橡胶支座与钢牛腿和上垫石为紧贴状态,不受力。

第3步:张拉预应力筋,将新老桥连为一体。

第4步:新老桥挑臂端部进行连接,形成铰接构造,并摊铺桥面铺装。

新老结构新型拼宽构造的应用,使得新桥为老桥挑臂提供了竖向支撑,改善了老桥挑臂受力。新老结构在连接部位变形协调,并采用铰接构造的方式将新老结构进行连接,使得结构连续,达到较好的行车舒适性、桥面防水性能和桥面景观效果。同时构造和施工上避免了对老桥过多的植筋作业,减小了对

老桥的损伤。

5 结 语

本文总结了常规拼桥的拼接方式,并依托实际工程,采用有限元方法对新老桥直接拼接方案下老桥挑臂下缘的承载能力进行验算,提出改进方案,并对改进方案进行验算和分析,最终形成如下结论和建议,为相近拼宽桥梁结构的设计与施工提供参考:

(1)当新老桥桥墩无法对齐布置或新老桥刚度差异较大时,不宜采用新老结构直接连接的方式,以避免新老桥变形不一致导致连接部位处结构受力大。

(2)老桥挑臂承载能力低且较难进行加固时,可采用新老结构新型拼宽构造,改善老桥挑臂受力,并实现结构连接。

(3)新老结构新型拼宽构造宜设置橡胶支座和预应力筋将新老结构连为一体。

(4)新桥主桥结构和挑臂应具有适当的强度和刚度,避免老桥挑臂根部发生强制上挠,同时避免由于新桥产生过大变形对老桥产生不利影响。

参考文献:

[1] 闫金刚.公路桥梁拓宽拼接设计关键问题分析[J].工程建设与设计, 2021(20):92-94.
[2] 张培权.复杂周边条件下城市桥梁拼宽设计探讨[J].福建建材,2022 (7):73-75.
[3] 郝革平.高速公路桥梁新旧结构连接方式研究[J].交通世界,2020 (12):90-91.
[4] 李木松. 天津津汉立交新老桥拼宽设计探讨 [J]. 天津建设科技, 2015,25(4):76-78.
[5] 周轶琰,李洞明,徐佳,等.一种用于桥梁拼宽的新老结构协同受力构造: CN114164747A[P]. 2022.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com