

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.241112

立交改造设计中桥梁拼接设计案例分析

冯 雷

(上海沪申高速公路建设发展有限公司,上海市 200063)

摘 要: 随着城市交通的发展,对已有桥梁结构的拼宽改造在近年来的工程建设中逐渐增多。如何对特殊桥梁及在设计受限条件下快速、安全地进行桥梁拼宽,成为桥梁设计又一关注重点。以实际工程为背景进行研究,探讨在立交改造中因条件受限,需对航道桥进行改造拼接的设计思路。对新老桥梁拼接设计中的关键问题,如老桥服役状态分析、拼宽桥的结构形式选取、新老桥拼接挠度协调及桥面拼缝细节处理等进行分析和探讨,对今后特殊桥梁拼宽设计具有参考意义。

关键词: 航道桥拼接;拼宽;拼缝
中图分类号: TU997 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2025)08-0163-04

Analysis of Bridge Splicing Design in Overpass Reconstruction Design

FENG Lei

(Shanghai Hushen Expressway Construction Development Co., Ltd., Shanghai 200063, China)

Abstract: With the development of urban transportation, the widening reconstruction of the existing bridge structures has gradually increased in recent years in engineering construction. How to quickly and safely widen the special bridges under the design constraints has become another focus of bridge design. Based on the practical engineering, the design concept of reconstruction and splicing of channel bridges in overpass reconstruction due to limited conditions are studied and discussed. The key issues in the splicing design of new and old bridges, such as the analysis of the service status of the old bridge, the selection of the structural form of the widened bridge, the coordination of the splicing deflection of the new and old bridges, and the detailed treatment of the bridge deck joints are analyzed and discussed, which have reference significance for the widening design of special bridges in the future.

Keywords: splicing of channel bridge; widening; joint

0 引 言

经济的快速发展引发越来越多的城市交通需求。随着城市道路的发展,现状道路的功能要求发生变化,需根据需求进行改造。对于一些桥梁,需要进行拼宽改造,以满足交通通行的要求。桥梁拼宽需“对症”老桥的设计特点,并依据实际场地条件,具有极高的设计难度。因此,有必要对复杂的拼桥设计进行总结,为今后类似的桥梁拼接工程提供设计参考和借鉴。

1 工程概况

沿江通道浦东段工程位于上海市浦东新区,是上海 G1503 郊环全线由 C 字形完善为 O 字形新建工

程的最后一段。
工程采用“G1503 主线高速+S20 现状快速路+辅道”的共线方案^[1]。G1503 主线高速公路设计速度为 100 km/h,采用双向 6 车道规模,起自沿江通道越江段预留跳水台,沿 S20 向东南延伸至五洲大道线位,接入 G40 五号沟立交,与现状 G1503 东段衔接,总长约 16.78 km(见图 1)。工程范围内须改建现状五洲大道及 G40 立交,长度约 1.2 km。



图 1 沿江通道浦东段工程区位图

收稿日期: 2024-11-18
作者简介: 冯雷(1983—),男,工学博士,高级工程师,从事工程建设管理工作。

在沿江通道浦东段工程中,G40立交(沪崇苏立交)的改造是工程的重点和难点。现状G40立交为全互通式Y形立交,连接现状五洲大道、长江隧桥和G1503东段,是上海市唯一连接长兴岛、崇明岛的道路节点,也是通往江苏省方向的重要节点。

2 总体拼接方案设计

G40立交改建方案需在保留既有交通功能的基础上,实现G1503主线成环,以及G1503与长江隧桥间的交通转换功能。经多方案比选,设计将现状五洲大道与长江隧桥、G1503东段连接匝道,调整为沿江通道主线与长江隧桥、G1503东段连接匝道,保证了G1503主线成环的主流向交通顺畅;同时,新增匝道,实现五洲大道与长江隧桥、G1503东段的交通转换。

其中,拟建WS匝道为五洲大道—G1503东段匝道,线路西起五洲大道高东收费站,向东南方向上跨老赵家沟后,在赵家沟航道北侧接至现状G40立交C匝道,汇入G1503东段主线。原有G40立交C匝道为长江隧桥—G1503东段匝道,北起长江隧桥隧道口,向东南方向上跨随塘河、老赵家沟、现状G40立交A匝道、G1503东段主线、赵家沟航道后汇入G1503东段主线,以桥梁段为主。

从线形条件来看,拟建WS匝道汇入原有C匝道的汇入点应优先选择在赵家沟航道南侧。该方案新建匝道平纵线形舒展,且可避开赵家沟航道桥范围,拼桥难度较小,如图2(a)所示。但由于赵家沟航道南侧,原有C匝道外侧新平行敷设1根6.0 MPa燃气管道,匝道实施对管线保护监测要求较高,且该方案需上跨赵家沟航道,工程投资较高。综合考虑后,将拟建WS匝道汇入原有C匝道的汇入点选择在赵家沟航道北侧,如图2(b)所示。拼接方案利用原有G1503东段主线与G40立交A匝道、C匝道间的三角形空地建设新匝道。匝道圆曲线半径 $R=220\text{ m}$,缓和曲线长度 $L=45\text{ m}$,均满足要求。

本次改造设计有以下特点及难点。

2.1 新建桥梁建设标准高

沿江通道主线及立交匝道设计标准为高速公路,主线设计速度为 100 km/h 。桥梁荷载等级按公路—I级设计。考虑到沿江浦东段沿线码头分布密集,重载交通特点较为显著,按规范 550 kN 重车满布、前车后轴与后车前轴轴距为 10 m 复核。

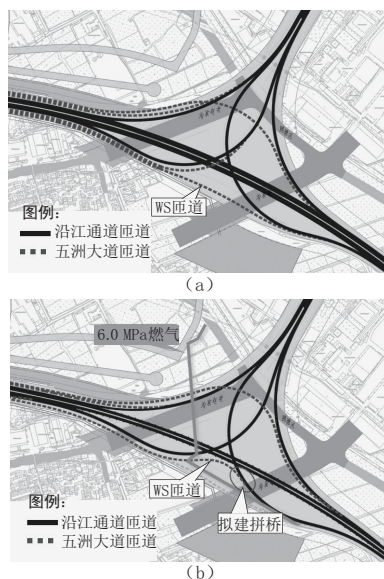


图2 拟建WS匝道接原有C匝道方案设计图

2.2 拼接难度较大

根据总体拼接方案设计,新建WS匝道汇入C匝道的汇入点选择在赵家沟航道北侧,即选择在C匝道航道桥边跨完成拼接合流。结构设计难度较大。

2.3 施工组织难度大

工程所在位置交通繁忙,特别是节假日经常发生长时间拥堵,交通压力较大。桥梁拼宽改造工程需对C匝道进行附属拆除,同时保证交通畅通,施工组织难度较大。

3 老桥服役检测并验算

沪崇苏立交位于沪陕高速上海长江隧道上海出口往浦东机场方向,于2009年建成通车,至今仍是上海市区至崇明的重要通道。C匝道桥上跨规划赵家沟东段航道,跨径组合为 $45.706\text{ m}+76.545\text{ m}+45.908\text{ m}$,上部结构是预应力混凝土变截面连续大箱梁,单箱双室结构,边支点及中跨跨中处梁高为 2.3 m ,中支点处梁高为 4.5 m ,满堂支架现浇施工^[2]。桥面横向布置为: 0.5 m (栏杆)+ 11.25 m (车行道)+ 0.5 m (栏杆)= 12.25 m ,箱梁两侧悬臂长度均为 2.225 m 。桥梁设计荷载为公路—I级。

根据《沿江通道浦东段(越江段—五洲大道)新建工程—沪崇苏立交C匝道主桥检测报告》^[2],并根据《公路桥梁技术状况评定标准》(JTGT H21—2011)对桥梁进行技术状况评定,该桥技术状况等级为2类,对桥梁使用功能无影响(见图3)。

在桥梁拼接设计中,对原航道桥按新建桥梁的荷载标准(公路—I级、 550 kN 重车满布)进行结构分



图3 C匝道桥现场照片^[3]

析和验算^[4]。计算结果显示,承载能力和正常使用均满足现行设计荷载的要求,桥梁无需加固,可正常使用。具体验算结果如图4所示。

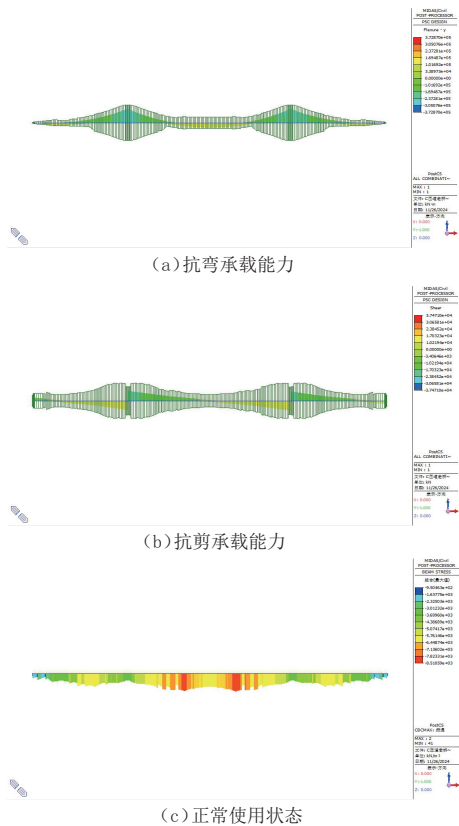


图4 C匝道桥新荷载验算结果

4 桥梁拼接设计

4.1 拼接总体布置

现状航道桥位于道路曲线段,中墩紧贴航道蓝线,新建拼桥设计需结合现场落墩条件综合考虑。拼桥结构形式的选取,需要充分考虑与现状老桥相匹配和相适应,且需重点关注施工可行性和便捷性^[5]。原航道桥是现浇预应力混凝土结构,考虑到新老桥拼接的挠度变形和可施工性,如果上部箱梁采用钢箱梁或组合梁等需工厂预制的结构,缺乏现场匹配的测量资料,存在预制与现场吊装不精准的误差,会降低高精度桥梁拼装的品质。此外,现场在

郊区立交匝道内,满足现场施工搭设支架现浇箱梁的条件。综合考虑拼桥施工对变形协调要求极高的特性,新建拼桥采用与现状航道桥一致的现浇预应力混凝土箱梁形式。

航道桥边跨跨径为45.706 m,新建拼桥结构在边墩处开始拼接,总体布置鼻端伸缩缝对齐,以协调变形。中墩结合赵家沟东段航道要求及下穿防汛通道通行要求,总拼接长度约为43 m。预应力混凝土箱梁可选单跨简支梁或两跨连续梁形式。如采用单跨简支梁,考虑到新建桥梁挠度需与原航道桥边跨协调,经计算,新建拼桥简支梁梁高大约为3.0 m。根据总体布置,最窄拼桥宽度仅约5 m,结构设置不合理。结合现场条件,经比选,新建拼桥采用两跨连续梁形式。梁高与原航道桥边支点一致,取2.3 m。拼桥现浇箱梁桥面最宽处斜长10.246 m,最窄处4.949 m。根据桥下航道防汛通道通行和驳岸布置要求,整体跨径布置为20.949 m+21.416 m+3.146 m,采用单箱单室断面。箱梁断面悬臂宽度根据桥宽及箱室宽度灵活变化,以便与两侧老桥结构衔接(见图5)。

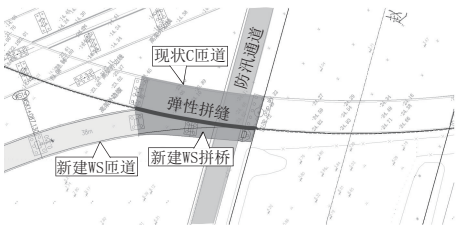


图5 拼桥整体布置图

4.2 拼接方式比选

新老桥拼接的拼缝设计应保证桥面连续,有较强的适应新老桥变形的能力,新老桥之间需要有较好的行车舒适性和安全性。拼缝需要有较好的耐久性和防水、防裂性能,施工可行,质量可控。拼接的结构形式多样^[6],总体来说,分为“结构连”和“结构不连”2个主要类型。

4.2.1 “结构连”方案

拼接上部结构连接需使新老桥结构形成受力整体,一般采用桥面板加厚或横梁连接。主要优点是桥面行车平顺,并可对不满足要求的老桥结构进行加固。但新老结构沉降或挠度差异较大时,接缝处局部受力较大,容易发生病害。

下部结构连接时设置盖梁或系梁,以新老桥立柱或承台连接形成整体。缺点是如果新老结构沉降差异较大,连接盖梁或系梁受力很大,容易开裂从而导致上部结构发生病害。

4.2.2 “结构不连”方案

结构不连方案普遍将新老桥的铺装进行连接,采用结构缝实现新老桥变形差异的协调。常见的有伸缩缝拼接、桥面沥青铺装连接和弹性拼缝连接等。考虑到项目须满足高速公路的功能要求,综合考虑后采用弹性拼缝连接。填缝材料采用聚氨酯,该材料的变形能力较强,撕裂强度高。行车舒适性较好,外形美观,变形适应性能优异。

根据总体布置,拟建新桥桥墩无法与老桥桥墩对齐,拼宽后存在新桥桥墩位于老航道桥边跨跨中的不利情况,新老桥活载变形较难协调。设计将新老桥之间的挠度差由突变转变为渐变,从而减小横坡。

拼缝的设计以控制拼缝位置的相对横坡不超过3%为目标,从而确保行车的舒适性。拼缝采用900 mm宽的聚氨酯伸缩体,900 mm的宽度正好保证拼接位置的相对横坡控制在3%以内。且聚氨酯伸缩体的适应变能力较强,可以更好地保证行车的安全舒适性(见图6)。

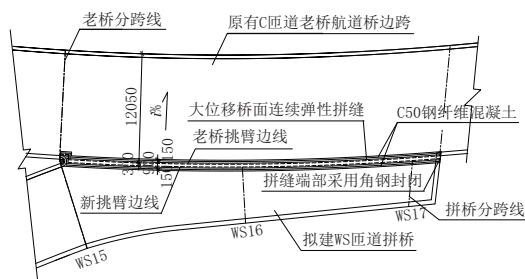


图6 拼缝平面布置示意图(单位:mm)

4.3 拼桥设计及计算分析

采用MIDAS Civil 2020和Civil Designer 2020模拟实际桥梁受力及施工工况,均满足设计要求。具体分析如图7、图8所示。

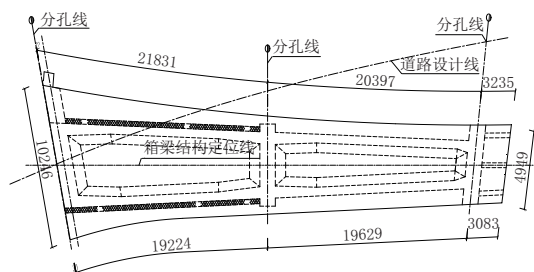


图7 上部结构平面图(单位:mm)

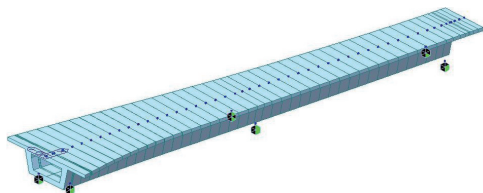


图8 MIDAS Civil三维计算模型

(1)新建拼桥依据原航道桥边跨平面,与道路中心线斜交布置。考虑到车道偏置,汽车严重偏载,为确保抗倾覆稳定性,每个墩位采用双支座布置。

(2)新建拼桥整体跨径布置为20.949 m+21.416 m+3.146 m,单箱单室结构。经计算,为确保支座不出现拉力并预留一定的压应力储备,端头WS17墩采用外伸横梁设计。

(3)经计算,新建拼桥承载能力极限状态、正常使用状态下的结构强度、整体刚度、抗倾覆稳定性等均满足设计要求。

(4)设计过程中严格控制新老桥挠度差异。经计算,新建拼桥箱梁挑臂活载挠度为-1.5~0.6 mm,相邻现状航道桥边跨纵向活载挠度为-9.3 mm/8.3 mm。考虑到新建桥梁工后沉降-6.7 mm(按偏不利1/3 000L取,实际计算约2 mm),接缝相对挠度为-16.5~9.9 mm,小于拼缝容许相对挠度 $780 \times 0.03 = 23.4$ mm,满足设计要求。

4.4 施工工艺

特殊结构桥梁拼接的成败,不仅在于设计的精细考虑,施工质量控制也非常重要。具体的施工工艺如下。

- (1)场地整平,完成新建桥的基础及墩身施工。
 - (2)拆除老桥拼接端的防撞护栏。
 - (3)施工新桥。新桥成桥后施加二期恒载0.3倍活载等值的压重,预压3个月。
 - (4)对老桥挑臂端部进行处理,保证老桥与新桥间纵缝宽度为300 mm。
 - (5)施工新桥的桥面系及防撞护栏。
 - (6)老桥植筋,新桥焊接钢筋,施工拼缝。
- 施工过程中,需对工程拼宽施工进行全过程施工监测。实时监测新老桥基础不均匀沉降量、桥墩施工倾斜度等,确保拼接质量,满足行车舒适性和结构耐久性的要求。

5 结 语

通过沿江通道五号沟立交WS匝道接沪崇苏立交C匝道的拼宽改造分析,对此类拼宽桥梁的设计进行探讨和研究,得到以下结论。

(1)在设计条件受限的情况下,对航道桥边跨进行拼接,当桥墩不能对齐,新老桥位移差较大时,拼宽桥梁设计重点解决如何减小位移差的问题。

(2)在新老桥荷载标准不一致的情况下,需对老

(下转第194页)