

临沂市北京路沂河桥桥头堡结构设计分析

潘龙,狄小平,何永龙

(上海瑞桥土木工程咨询有限公司,上海市 200092)

摘要:北京路沂河桥东、西两岸分别设置4座桥头堡,结构形式为四柱围合的框架结构,与拼宽桥桥墩共用承台桩基础。地震作用分析同时考虑建筑与桥梁设计的最不利荷载作用,对桥头堡在桥面位置、承台桩基础、楼顶平台3个薄弱部位进行重点分析。首先介绍了桥头堡主体结构在地震作用下不会与拼宽桥发生碰撞;其次分析了合并承台后会改变群桩基础中各桩位的受力情况,受桩-土-结构相互作用体系的影响会增大拼宽桥墩身荷载和桩基础总地震荷载;最后对观光厅立柱和核心筒进行抗震分析,并介绍了避免顶部平台剪力滞效应所采取的措施。

关键词:桥头堡;柱;框架;碰撞;承台桩基础

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0084-04

1 工程概况

北京路是临沂市骨架路网“三环十三射七连”中内环内的交通性主干路,是东西向疏港大道。北京路沂河桥作为临沂东进战略发展轴线上的关键节点,是进入国际生态城的门户桥梁。

北京路沂河桥及两岸立交改造工程西起北京路柳青河桥东桥头,东至滨河东路立交匝道结束处,全长1 792 m,如图1所示。



图1 北京路沂河桥鸟瞰效果图

北京路沂河桥景观方案以“中华情”为设计主题,桥头堡和主线桥桥墩景观墩柱融入人民大会堂的建筑风格元素,花岗岩石材雕刻,桥体和栏杆采用挑檐翼角的设计,桥上华灯延绵布置,充分体现了“以人为本,物为人用”的建筑设计思想。

东、西两岸4座高耸的桥头堡分别设置在6号墩和20号墩的南北两侧,桥面以上高29.9 m。桥头堡是整座大桥的核心景观构筑物,是大桥建设的关

键节点,如图2所示。



图2 桥头堡效果图

桥头堡采用四柱围合的建筑体型,兼具稳重大气与通透灵动。顶部设有5D观光厅,游客可从桥面人行道处进入桥头堡,乘坐观光电梯直达观光厅。底层的大厅可兼作展厅布置桥梁博物馆,展现临沂的建桥史。

2 结构设计

2.1 总体布置

现状北京路沂河桥为标准跨径30 m的简支小箱梁,拼宽桥为标准联60 m+60.69 m=120.69 m的预应力混凝土连续箱梁,桥梁全长1 240.52 m。

现状老桥结构全宽22 m,两侧拼宽桥结构宽14.9 m,拼宽桥与老桥结构之间留有5 cm结构间隙,桥梁横断面全宽52 m,如图3所示。

2.2 拼宽桥

箱梁标准宽14.9 m,内侧挑臂宽2.0 m,外侧挑臂宽1.0 m,断面为单箱三室布置。

桥墩采用双立柱形式,外侧为带有装饰的方形直立柱,内侧为圆形直立柱。标准圆形直立柱底、顶截面

收稿日期:2022-12-02

作者简介:潘龙(1969—),女,博士,高级工程师,从事市政工程设计管理及研究工作。

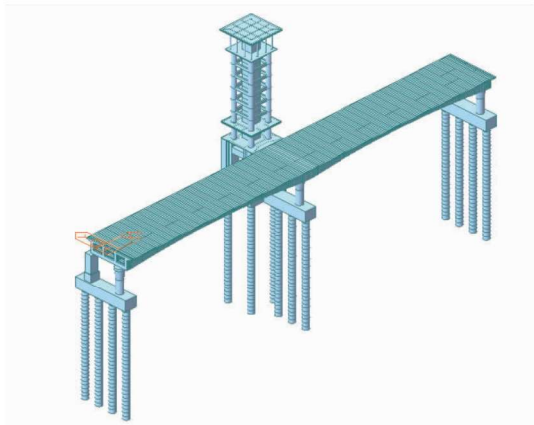


图7 框架计算模型

将桥头堡承台桩基础与拼宽桥承台桩基础按分离和合并两种状态计算。分离时,桥头堡承台尺寸11.5 m(横桥向)×11.5 m(顺桥向)×3.0 m(厚),5根1.8 m钻孔灌注桩。拼宽桥承台尺寸13.82 m(横桥向)×3.5 m(顺桥向)×3.0 m(厚),3根1.8 m钻孔灌注桩。合并时,用刚性连接将两部分承台连接起来,形成整体。对桥面位置、承台桩基础、楼顶平台3个薄弱部位进行分析。

3.2 拼宽桥及桥头堡碰撞分析

框架剪力墙结构防震缝宽按《建筑抗震设计规范》6.1.4条计算为240 mm,本工程桥头堡与拼宽桥间距为370 mm,满足构造要求。地震作用下,桥头堡、拼宽桥桥面位置处位移结果见表1。

表1 桥头堡与拼宽桥桥面位置位移 单位:mm		
结构名称	桥头堡	拼宽桥
分离时顺桥向	34.74	108.84
合并时顺桥向	54.51	64.58
分离时横桥向	34.94	79.94
合并时横桥向	18.48	50.34

合并时,桥头堡顺桥向位移有略微增加,而拼宽桥位移减小。桥头堡与拼宽桥桥面的横向位移均比合并前小。合并时,桥头堡与拼宽桥桥面位置的横向相对位移最大为31.86 mm,会导致桥面铺装局部损坏,但小于主体结构间距,对主体结构不产生不利影响,不会产生连续倒塌的情形^[4]。

3.3 拼宽桥与桥头堡承台桩基础分析

桩头与承台联接的嵌固效应会显著改变桩身的地震内力分布^[5]。基础合并、分离时桩顶剪力计算结果见表2、表3。

分离时,桥头堡各桩地震力分布比较均匀,拼宽桥顺桥向各桩地震力受上部结构荷载影响,分布差别较大。合并后,承台各基桩的剪力总体差异减小。桥头堡承台桩基础分担到更多的地震荷载,而拼宽

表2 桥头堡桩顶位置处作用力 单位:kN					
桩基编号	1	2	3	4	5
分离时顺桥向	2 730.4	2 730.4	2 731.7	2 733.1	2 733.1
合并时顺桥向	3 788.4	3 788.4	3 612.4	3 888.5	3 888.5
分离时横桥向	2 847.8	2 649.6	2 709.3	2 847.8	2 649.6
合并时横桥向	5 126.2	5 121.6	5 123.7	5 126.2	5 121.6

表3 拼宽桥桩顶位置处作用力 单位:kN				
桩基编号	6	7	8	全部合计
分离时顺桥向	3 653.5	4 934.2	10 908.7	33 155.1
合并时顺桥向	4 855.5	5 994.3	7 281.4	37 097.4
分离时横桥向	6 606.4	6 606.4	6 606.4	33 523.3
合并时横桥向	5 123.7	5 123.7	5 123.7	40 990.4

桥的地震荷载降低。

合并后,顺桥向、横桥向总的地震力比分离状态时都有较大提高,是由于上部结构刚度的变化引起桩-土-结构相互作用体系的质量增大,造成下部桩基的动力响应增大^[6-7]。承台将拼宽桥与桥头堡基础连接起来可有效提升结构抗倒塌性能^[4,8]。

3.4 拼宽桥桥墩分析

合并后,基础的上部结构作为一个系统整体受力。基础承台埋设条件会直接影响上部结构的振动特性与动力反应^[5]。拼宽桥桥墩的受力都大幅度提高,说明拼宽桥桥墩受桥头堡结构影响很大。合并时总的地震力都比合并前增加,见表4。

表4 拼宽桥桥墩的作用力 单位:kN		
桥墩编号	墩1	墩2
分离时 E2 顺桥向	4 504.40	16 888.40
合并时 E2 顺桥向	11 571.40	15 434.90
分离时 E2 横桥向	232.50	19 029.30
合并时 E2 横桥向	302.70	31 532.00

3.5 观光厅平台立柱动力计算分析

楼顶平台自重约1 000 kN,会产生明显的单质点地震效应,可通过调整刚度或质量分布,来消除或减小产生鞭梢效应的因素^[9-11]。

《建筑抗震设计规范》规定采用阵型分解法时,突出屋面的部分可看作一个质点^[1]。E2地震作下,核心筒地震作用约1 600 kN,立柱地震作用约2.2 kN。核心筒几乎承受全部地震荷载,平台立柱相对核心筒的截面尺寸非常小,轴力存在两边大中间小的剪力滞现象,但立柱承担的剪力很小,不会对结构产生不利影响^[12]。

4 结 论

北京路沂河桥桥头堡承台桩基础是一个与拼宽桥承台桩基础整体受力的结构,经计算分析后可得出如下结论:

(1)在地震作用下,承台桩基础合并可减小拼宽桥侧桩基剪力,但会增大桥头堡桩基剪力,合并后承台桩基础各桩基剪力趋于均匀。桩基、桥墩承受的总地震荷载比分离时增加。

(2)楼顶的地震剪力主要由核心筒承担,小直径立柱有利于提高结构整体承载能力,立柱剪力呈现两侧大中间小的趋势。

参考文献:

[1] GB 50011—2010,建筑抗震设计规范(2016 局部修订版)[S].
[2] 刘中辉,王全凤.框筒结构长宽比对剪力滞后的影响及其分析[J].华侨大学学报(自然科学版),2005,26(3):331-332.

[3] CJJ 166—2011,城市桥梁抗震设计规范[S].
[4] 潘珠峰,杨健,王斐亮,等.典型连接节点对钢框架抗连续倒塌性能影响研究进展[J].建筑结构,2020,24(1):11-18.
[5] 赵晓光.地震作用下建筑高低承台群桩基础响应规律试验研究[D].北京:中国建筑科学研究院,2020.
[6] 胡春林,杨小卫.地震作用下结构刚度对桩基内力的影响[J].国外建材科技,2006,27(2):83-86.
[7] 胡春林,高波,杨小卫.上部结构刚度改变对桩基地震反应的影响[J].工程力学,2007,24(5):145-150.
[8] 张州.承台厚度对桩基础受力的影响分析[J].山西建筑,2009,35(14):324-325.
[9] 李学罡,曲乃泗.结构的鞭梢效应研究[J].振动工程学报,1993,6(4):394-398.
[10] 钟万勰,林家浩.高层建筑振动的“鞭梢效应”[J].振动与冲击,1985,14(2):1-6.
[11] 施卫星,朱伯龙,邢国娟.上海东方明珠广播电视塔抗震性能试验研究[J].特种结构,1995,12(1):39-43.
[12] 闫园,乔婷婷,董华.角柱对框筒结构剪力滞后效应的影响分析[J].山西建筑,2012,38(3):35-36.

《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