

高速扩容中桥墩顶升托换技术方案

孙鹏 殷开维*

四川省公路规划勘察设计院有限公司

摘要:近年来随着社会经济的高速发展,城市化进程的不断加快,城区内城市立交群、城市轨道交通的全面发展,常常出现城市桥梁、管线、隧道之间发生平面冲突的情况。墩台桩基托换在解决交叉点位平面与纵面冲突的问题中,具有节约资源、施工速度快、充分利用城市空间的显著优势,常常在条件受限的城市立交群、地铁、建筑、市政管线中使用。本文介绍了一高速公路扩容项目中上跨构造物桥墩与高速扩容平面冲突后的墩柱托换解决方案,供同行参考。

关键词:桥墩;托换;顶升

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.11.047

一、引言

城市中,城市立交群、地铁、建筑、市政管线常常会发生平面或纵面的冲突,顶升托换方案是解决此类冲突的有效方案。2018年,杭州市的秋实高架桥为了能够抬高纵坡,充分利用既有梁体,采用全联桥梁顶升,接长接高既有桥墩,桥台改桥墩的方式抬高跨线桥,为下层道路布置提供空间^[1]。2019年,广州市的广河高速桥墩盖梁托换,新建的大桥受地形条件的限制只能从既有的桥墩中间穿越,而既有桥墩采用的是小间距的双柱桥墩,需要托换为大门架桥墩^[2]。国外托换技术也发展迅速,纽约地铁在正常通行的情况下采用了桩基础托换^[3]。由于城市空间有限,为了充分发挥有限空间的作用,节约资源,顶升托换下部结构利用上部结构的实例将越来越常见。

二、工程概况

某高速公路拟进行改扩建,既有高速建成通车时间较早,为双向六车道高速公路,设计速度100km/h,路基宽度33m。高速与另一高速交叉,设置了单环式十字枢纽互通式立交进行互通。在互通区域内,既有高速基本以低填路基通过,填方高度3m左右。被交高速后建,同样为双向六车道高速公路,互通区内匝道及主线均设置桥梁上跨拟扩高速,上跨桥梁均在拟扩高速公路中央分隔带内及高速外设置了桥墩。

根据总体设计方案,既有高速主线拟由六车道扩容为八车道,路基宽度由33m扩宽为41m,由于中分带内存在多处匝道桥与主线桥桥墩,互通区内,既有高速主线扩容只能进行双侧对称加宽的扩容方式,因此单侧加宽宽度为4m。扩容后互通立交型式、交叉点、两高速主线与匝道之间的空间关系均不做调整,仅对高速扩容影响的匝道进出口鼻端线型进行微调。

根据现场调查与控制测量结果,匝道与主线上跨拟扩高速的位置共4处,其中有1处位于高速公路扩容4m后的路面范围内,与高速公路扩容发生冲突。平面位置如图1、冲突位置如图2所示。



图1 项目平面图

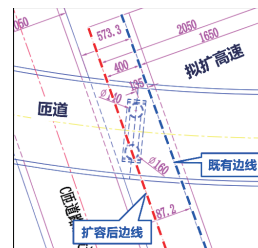


图2 冲突点位

如图2所示,发生冲突的桥墩,现状位于高速公路边,高速公路为抵填路基,墩柱紧邻高速防撞护栏,净距仅135cm。高速公路在此处需要加宽4m,加宽后,整个桥墩基本全部位于高速路面范围内。常规设计方案通常是将该桥墩拆除移位重建,其对应的上部梁体同样需要拆除重建。因此初拟方案为拆除桥墩及其上部梁体移位重建。

随着工作的深入开展、资料收集发现该桥墩为一匝道桥交界墩,桥墩型式为双柱式墩,桥墩直径1.4m,桩基直径1.6m,墩高11.5m,桩长20m,墩顶设盖梁,盖梁上设4个支座,分别支撑两联不同跨径的现浇连续箱梁的起始端和终止端。两联现浇连续箱梁依次上跨C匝道,拟扩容高速、D匝道以及河道,两联桥最大墩高16.9m,最小墩高13m。

若按照最初拟定的方案拆除此桥墩,那么势必还需要同时拆除与之相连的两联上部连续梁,由于两联梁桥面高,且上跨多次互通区匝道、主线及河道,无疑是给拆除增加了非常大的难度,同时拆除之后还需要重新利用既有未拆除的桥墩再搭架现浇,这种方案报废工程多,施工周期长,不论是对施工还是设计都要求非常高。最关键的一点还是这样的方案对整个互通的运营影响非常大,对既有资源浪费非常大。

三、设计方案比选

(一) 托换方案的提出

针对上面出现的问题,综合考虑后决定另行研究方案。分析初拟方案后,发现初拟方案存在的最大问题就是除了必须要拆除桥墩外,同时还需要拆除和重建两联现浇连续箱梁,因此,新方案从不拆上部梁体入手进行方案研究,力求保留盖梁及其以上部分的平面及高程位置。经过分析,我们发现若是能够将桥墩的中心移出扩容路面的范围,那么就有可以通过调整既有桥墩的形式、方向使得新的桥墩中心还在原位,同时还不影响高速扩容。

那么如何将桥墩中心移出扩容范围外呢?首先我们想到的就是调整既有桥梁的跨径分界线,使得新的分界线位于扩容范围外,这样新建的桥墩就位于扩容范围之外。但是这个方案仍然无法保留既有的两联连续梁,方案不成立。接着我们研究了保持既有桥梁的跨径分界线位置不变,我们旋转桥墩的角度,使新的桥墩与拟扩建

高速平行。这样可以保证桥墩的中心不变，新建斜交桥墩后再设置正交盖梁，就可保留两联连续梁。旋转后我们发现既有桥墩的中心仍然在扩容范围内，但是可以通过减少加宽的宽度使得桥墩中心移出扩容范围。

根据《公路工程技术标准》^[4]中关于高速公路硬路肩的规定，其极限值可以采用1.5m。我们可以减少加宽值1.5m。此时桥墩中心已经移出扩容范围，但其距离护栏非常近，为了保证安全，我们又将护栏设置成为混凝土护栏，增加桥墩的防撞能力，保护公路行车安全，同时设置混凝土护栏后还能将75cm的土路肩压缩15cm。这样加宽值就由原来的4m变为2.35m。压缩加宽值后具备在原中心点位置设置桥墩的条件，因此桥墩的问题解决了，由于该墩墩高较高，不存在净空问题，可维持既有盖梁的方位与角度不变。保证原有的梁体支座位置不变，保留上部的两联现浇连续箱梁。

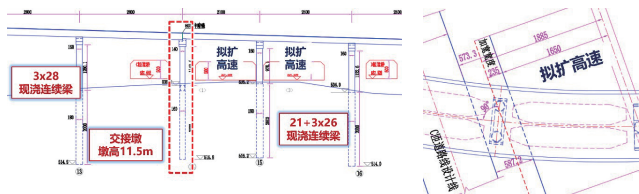


图3 冲突桥墩立面

如图4所示，压缩加宽值后既有桥墩中心点已经位于扩容后高速范围外。

如图5所示，压缩后的高速左幅其硬路肩只有1.5m，新建的桥墩位于拟扩容高速左幅，紧邻高速护栏，混凝土护栏与桥墩净距10cm，护栏采用SA级防撞护栏。新建的桥墩选用防撞能力较强的实心方墩，平面与高速方向平行，与匝道斜交，斜交角度65°。桥墩上接盖梁，盖梁方向与高速不平行，与匝道交角为90°，同既有盖梁方向，盖梁中心线也同既有盖梁方向。盖梁上支座布置与既有完全一致。

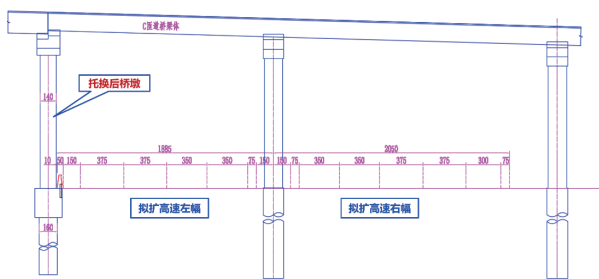


图5 新建桥墩立面

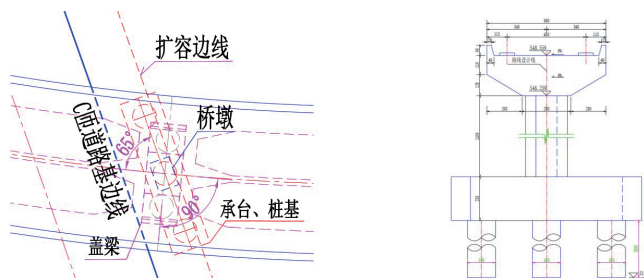


图6 新建桥墩平面

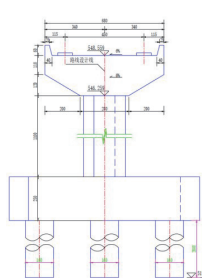


图7 新建桥墩断面

(二) 方案比选

方案一：在规范要求的硬路肩范围内，压缩拟扩容高速宽度包括硬路肩、土路肩。压缩后顶升既有2联连续梁、对交界墩进行托换，拆除重建。同时保留既有两联梁体。

优点：报废工程少，保留两联连续梁，施工周期较短，只影响与之相邻的互通区两根匝道，对被交高速主线影响小，不影响其正常通车。

难点：既有桥墩位于立交区，施工人员、材料、机具进出场安全要求高，需要顶上施工对施工要求精度高，施工作业面有限位于拟扩高速与匝道之间。

方案二：保持加宽宽度为4m，将有冲突的桥墩拆除移位重建，同时拆除重建两联连续梁。

优点：拟扩容高速路基宽度为标准双向八车道高速，技术标准较方案一高，不需要压缩硬路肩及土路肩。

缺点：方案需要报废两联连续梁、影响被交高速3根匝道。需在拟扩高速上实施现浇连续梁、施工难度大、施工周期长、对被交高速影响大。

综合技术经济比较后，推荐方案一，压缩扩容高速宽度，顶升托换交接墩。

四、托换方案施工步骤

经过技术经济比较后，推荐桥墩托换方案，方案主要实施步骤：

1) 中断被顶升匝道桥交通，顶升梁体，拆除既有桥墩墩柱，盖梁。顶升顺序：

a、通过拟扩容高速主线应急车道将施工人员、车辆及机械运送至点位。同时发布信息提醒群众此处施工。

b、封闭车道：封闭拟扩容高速最外侧行车道、硬路肩，被交高速C匝道一根行车道。

c、地基处理：地面硬化，地面铺筑50cmC20混凝土作为顶升支架基础，施工支撑钢管、支架、限位桩基础。

d、搭设支撑钢管、支架、限位桩。

e、顶升：解除既有两联连续梁支座的纵横向约

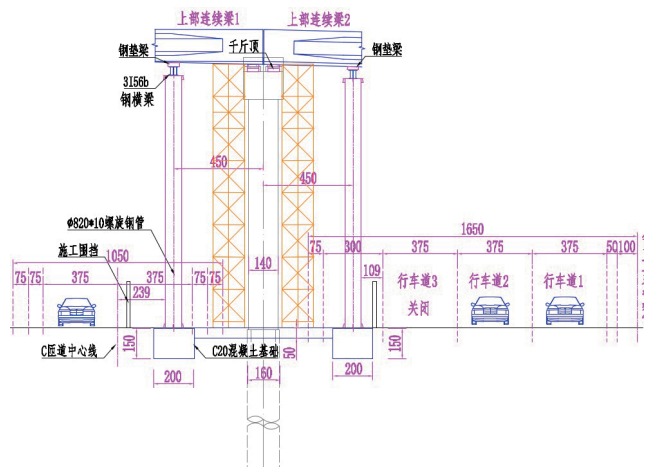


图8 顶升布置立面图

束, 拆除既有伸缩缝。在既有盖梁上安装千斤顶, 顶升梁端, 顶升高度约 (6-10) mm, 使梁体离开支座。

f、顶升后在搭设好的钢管支架上方安装钢垫梁。完成后千斤顶卸压, 梁体支撑在钢垫梁上。此过程需要占用相邻双车道匝道的一个行车道与高速公路紧急停车带与行车道3。

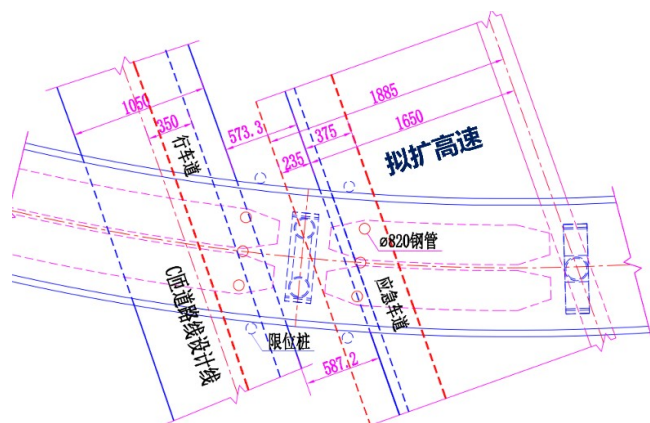


图9 顶升布置平面图

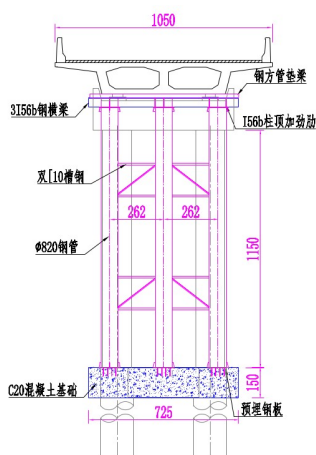


图10 顶升布置横断面图

2) 搭设支架, 拆除既有桥墩, 在既有桥墩中心位置现浇新的方形独柱混凝土桥墩与桩基。新的桥墩桩基与桥墩墩柱方向顺拟扩高速方向, 与桥墩中心点处匝道法线夹角25°。

3) 新建墩柱盖梁。桩基墩柱完成后, 新建盖梁, 新建盖梁型式方向与原方向保持一致。

4) 安装新支座。支座位置与原位置完全相同。

5) 再次安装千斤顶, 在新盖梁上顶升连续梁梁体使梁体离开钢垫梁, 随后卸压梁体回落至新支座上。

6) 拆除支架, 围挡, 安装新的伸缩缝恢复匝道交通。

整个施工工期预计需6个月。

五、主要施工注意事项

1) 顶升施工

a、顶升过程要求完全同步。顶升方案总的指导思想是用千斤顶将整联梁体同步顶升, 离开支座, 托换

后, 再将梁下落。由于本桥上部梁体为现浇连续箱梁结构, 整体性较好, 梁体顶升的同步性控制难度一般。

b、施工过程中需要精确控制顶升的高度、速度和平衡, 避免对既有连续梁产生变形、裂缝或破坏。施工过程中不仅需要考虑桥梁的自重、活载、风荷、温度变化等因素的影响, 还需要考虑既有连续梁的原始状态、结构类型以及受力特点, 制定合理的施工组织方案和安全方案。顶升托换过程中为了保证施工人员和设备的安全, 被顶升的桥梁交通封闭。

c、施工过程中的安全保障措施: 严格按照施工组织方案和顶升技术规程施工, 开工前必须研究详细的施工组织方案和安全措施方案, 明确各项工作的责任、要求和标准。选择适应工点的顶升机具, 并对其开展定期的检修和维护, 保证设备的性能和可靠。在施工前进行支架预压, 试顶, 检测并监控桥梁的初始受力状态, 并以此确定顶升的高度、速度和平衡, 避免超载或不均匀的顶升。在施工过程中, 实时监测桥梁的位移、应力、变形等参数, 及时调整顶升的参数和方法。在施工过程中, 加强安全管理和教育, 规范施工人员的操作和行为, 设置必要的警示和保护设施, 防止人员和设备的伤害。

2) 施工空间小: 拟托换的桥墩位于既有高速与匝道之间, 宽约5.5m, 施工需要搭设钢管桩、支架, 人员操作机具空间更显局促。同时周边还有高速通行车辆, 在保证施工需要的同时还需要做好安全保障方案及措施, 施工前应编制应急预案。

3) 涉高速公路施工: 托换方案属于涉高速公路施工, 施工前需要按照相关要求编制施工方案, 报相关部门审批后方可实施。

六、结语

桥墩桩基盖梁托换方案能够大大节约施工工期, 减少报废工程节约资源, 减少对既有高速影响。本文介绍了高速公路扩容中常常遇到的上跨构造物跨径不足需要托换桥墩的问题, 并针对问题提出了解决思路方案, 节约工期、造价。

参考文献

[1]施瑞欣, 叶锡钧, 陈学帅, 成凯, 陈湘华. 大跨径预应力混凝土盖梁主动托换参数分析与结构优化设计[J]. 广东公路交通, 2019, 45(4): 97-102.
 [2]翁明祥, 郑华奇. 桥梁调坡顶升工程中桥台托换改造技术[J]. 城市道桥与防洪, 2019, 7: 209-210.
 [3]卜建清. 车辆动荷载作用下桥梁墩柱主动托换关键技术研究及应用[D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2011.
 [4]中华人民共和国交通运输部. 公路工程技术标准: JTG B01-2014[S]北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2014.

作者简介: 孙鹏 (1991.05.18), 男, 汉族, 四川省成都市, 硕士研究生, 研究方向: 道路与桥梁。

通讯作者: 殷开维 (1991.01), 男, 回族, 四川省西昌市, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 道路与桥梁。