

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.03.061

调坡顶升技术在竖曲线段高架桥改造中的应用

周建华, 高欣

[悉地(苏州)勘察设计顾问有限公司, 江苏 苏州 215123]

摘要:随着我国经济的迅速发展以及城市区域外围扩展,早期建设的城市高架桥在部分地段已经不能满足城市发展、更新的需求,高架桥梁改造采用调坡顶升先进技术是一种发展趋势和潮流,有着更为广泛的应用场景。通过对某高架桥改造工程的实例分析,介绍高架桥梁调坡顶升的总体设计思路、桥梁上下部结构顶升改造的关键技术问题,并提出了相关解决方案,对以后类似工程具有参考意义。

关键词:城市高架桥,竖曲线,调坡顶升,千斤顶

中图分类号: U448.15

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)03-0245-04

0 引言

随着我国经济的迅速发展,以及城市区域外围扩展,城市高架快速路缓解了交通通行压力,有效地利用了城市空间。但目前部分城市高架快速路由于建造年代较早,已经跟不上城市发展和更新的步伐,迫切需要进行提升改造。目前传统的方法是拆除老桥后重建新桥,这种方案难免会面临施工周期长、造价成本高、对交通干扰大、对周边环境也造成不利的影 响。调坡顶升作为一项新型的桥梁改造技术,能够不拆除老桥,在上述的场景中非常适用,同时桥梁采用调坡顶升技术也是一种发展趋势和潮流。

现结合苏州某高架桥梁改造工程,对高架桥梁调坡顶升改造进行深入探讨,为同类工程提供借鉴。

1 工程概况

苏州市某高架桥梁改造工程位于苏州中环北线的线路上,见图1所示。现状高架快速路跨越水泽路后落地,往西以地面快速路形式敷设,见图2所示。根据城市发展的需要,总体设计方案中现状地面快速路需要抬升改造成高架桥梁形式敷设。为了降低造价、缩短工期,以及减少对周边环境的不利影响,现状高架桥梁落地段改造采用调坡顶升技术。

现状高架桥梁落地段是三联等截面现浇混凝土连续箱梁,跨径布置为 $[(2 \times 32.5) + (2 \times 32.5) + (2 \times 25.5)]\text{m}$,长度为181 m,宽度为25.5 m,部分区域位于道路竖向曲线范围内。

收稿日期: 2022-06-06

作者简介: 周建华(1981—),男,本科,副总工程师,高级工程师,从事桥梁隧道设计工作。



图1 桥梁顶升段平面位置示意图



图2 桥梁顶升段现状之实景

上部箱梁梁高2 m,下部结构墩柱采用双柱式花瓶墩柱,外侧圆型倒角,立柱尺寸1.6 m × 1.8 m,支座横向间距6 m,采用群桩基础,桥梁横断面见图3所示。

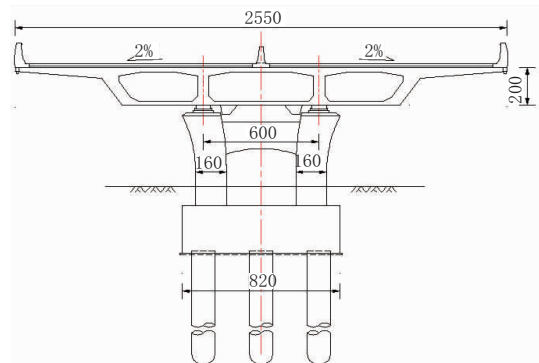


图3 桥梁横断面图(单位:cm)

2 桥梁顶升改造总体思路

根据道路专业的线路设计方案,落地段桥梁的顶升高度为0~5.049 m。该桥梁顶升段部分区域位于道路竖向曲线范围内,现浇混凝土连续箱梁的梁体竖向线形与道路竖曲线一致,立面上是呈现曲线状线形的梁体。

桥梁顶升如果以起点墩柱为旋转点,对各联梁体进行角度一致的调坡顶升,这将导致梁体顶升完成后,呈现“驼峰”上拱的情况,桥面标高要接顺,则需要加铺很厚的桥面铺装层,荷载增加很大,梁体无法承受。因此,这三联桥梁采用分联、不同角度的调坡顶升,这将在很大程度上减少了桥面加铺层的厚度,满足原设计箱梁的受力性能要求。

另外,原设计已考虑了箱梁后期顶升改造的可能,对桥梁承载力,以及箱梁顶升施工适当地预留了条件,现状桥梁下部结构承台及桩基保留利用。

3 设计方案

3.1 桥梁承台傍宽

该工程桥梁顶升段箱梁均为两跨一联,下部结构分为中墩与边墩两种形式,顶升千斤顶布设在中墩及边墩梁体的横梁范围内。考虑到上部箱梁顶升重量较重,原桥墩承台不能满足顶升时安装顶升千斤顶及跟随千斤顶的平面尺寸要求,因此需要对桥墩承台进行傍宽处理。下文以中墩为例,阐述桥梁承台的傍宽设计。

现状桥梁中墩处最大总支座反力为26 251.9 kN,布设18个液压千斤顶,以及14个跟随千斤顶。液压千斤顶额定顶升力2 000 kN,每个千斤顶承担1 458.4 kN顶升力,安全系数为1.37;跟随千斤顶额定顶升力4 000 kN,每个千斤顶承担1 875.1 kN顶升力,安全系数为2.13。

现状桥梁中墩为八边形承台,根据千斤顶及跟随顶的布设方案,原承台尺寸不能满足施工要求,因此需要对桥墩承台进行傍宽处理,见图4所示。

八边形承台傍宽高度为1.0 m,同时承台顶面浇筑厚度为40 cm的钢筋混凝土与傍宽结构形成整体,见图5所示。

傍宽植筋计算取最大千斤顶所需顶力(跟随工况)1 875.1 kN进行计算,根据国家标准《桥梁顶升移位改造技术规范》(GB/T 51256—2017)中的公式:

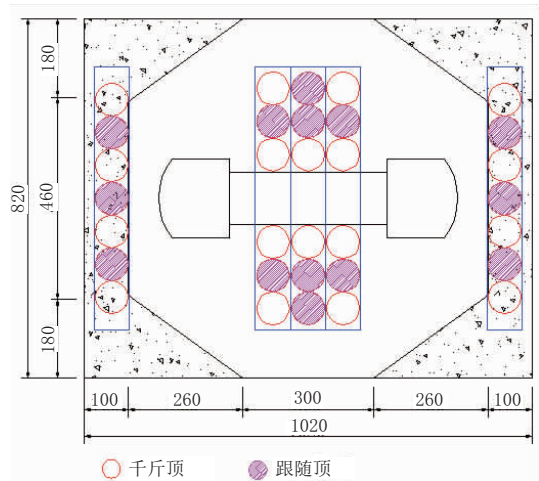


图4 千斤顶平面布置图(单位:cm)

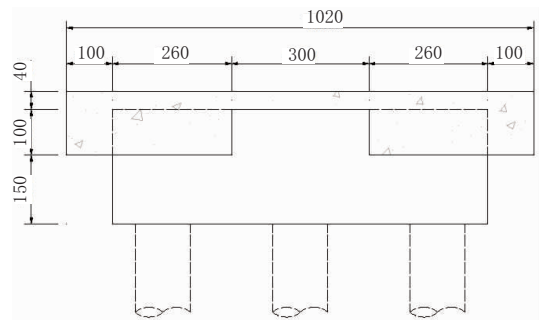


图5 承台傍宽立面图(单位:cm)

$$\gamma V \leq V_u = 0.2 f_c A + 0.85 f_{sv} \frac{A_{sv}}{S_v} h_0 \quad (1)$$

式中: γ 为体型系数; V 为剪力荷载设计值,kN; V_u 为新旧混凝土结合面抗剪承载力,kN; f_c 为取抱柱梁、既有柱或墩的混凝土抗压强度设计值的较低值,kPa; A 为新旧混凝土结合面的面积, m^2 ; f_{sv} 为结合面配置的植筋抗拉强度设计值,kPa; A_{sv} 为结合面上同一水平截面植筋总截面面积, m^2 ; S_v 为植筋的竖向间距,m; h_0 为抱柱梁的高度,m。

承台单侧上下植10×3=30(根)HRB400直径25 mm的钢筋,植筋深度15 d,取体型系数为2.0;结合面的总剪力为11 250.6 kN,抗剪承载力为31 066 kN,满足结构受力性能要求。

承台抗拉计算取顶升工况,4台千斤顶同时顶升受力,总弯矩为8 604.4 kN·m;承台按深受弯构件模型进行计算,受拉区配设30根直径25 mm钢筋,承台的正截面受弯承载力为11 046 kN·m,满足结构受力性能要求。

3.2 立柱顶升

顶升千斤顶布设在桥墩系梁下方,千斤顶额定顶升力1 000 kN,桥墩立柱在直线段进行水平切割,分为上下两段,上段立柱及系梁跟随千斤顶一起顶升,见图6所示。顶升到位后,凿除上下段立柱各30 cm,

露出原有钢筋,后浇筑立柱加高部分的主筋、箍筋与原立柱同规格、同数量,主筋采用机械套筒连接,立柱混凝土采用微膨胀混凝土浇筑。

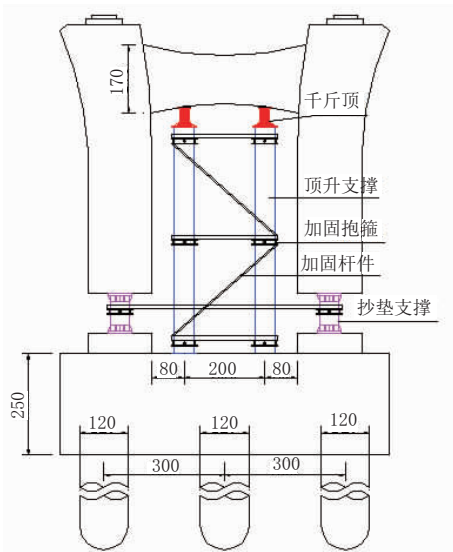


图6 桥墩立柱顶升示意图(单位:cm)

3.3 桥面系及附属改造

3.3.1 支座

现状桥梁位于道路竖曲线段以及斜坡段,梁体底板设有楔形调平钢板,支座搁置水平;梁体经过调坡顶升后,梁底楔形调平钢板随之转动,与支座形成夹角。设计考虑更换支座,支座下方焊接一块2cm厚的钢板,用高强灌浆料注浆填实,支座上钢板与原梁底调平钢板之间的缝隙进行高强灌浆料注浆填实处理,同时支座上钢板与原梁底调平钢板进行焊接固定,见图7所示。

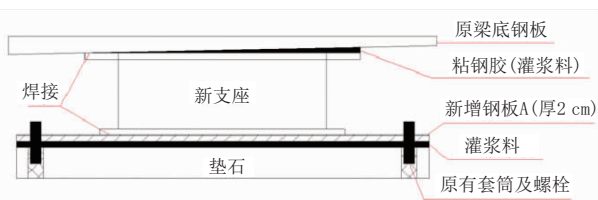


图7 支座调平示意图

3.3.2 桥面铺装、伸缩缝、桥面泄水管

现状桥梁位于道路竖曲线段以及斜坡段,根据总体的顶升设计方案,上部箱梁采用分联、不同角度的调坡顶升。顶升完毕后,相邻联的梁端存在不同程度错位;因此针对不同的区段,桥面铺装的厚度进行相应的调整,见图8所示。图中Z60~Z66表示墩号。桥面铺装调整改造的具体原则是:铺装厚度加厚值在0~2cm范围内,铣刨4cm上面层沥青+6cm下面层沥青,重新摊铺4cm上面层沥青+6~8cm下面层沥青;在2~7cm范围内,铣刨4cm上面层沥青+6cm下面层沥青+7cm混凝土铺装,重新摊铺4cm

上面层沥青+6cm下面层沥青+9~14cm混凝土铺装;在>7cm范围内,铣刨4cm上面层沥青+6cm下面层沥青,在原有7cm混凝土铺装上,加铺4cm上面层沥青+6cm下面层沥青+大于7cm混凝土铺装。

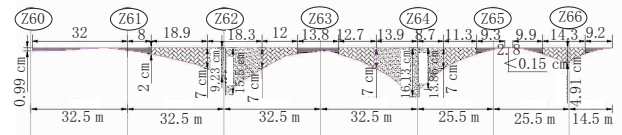


图8 桥面铺装厚度调整图(单位:m)

现状桥梁位于道路竖曲线段以及斜坡段,顶升完毕后上部箱梁有转角、有错位,不同区段的桥面铺装调整厚度不同,这导致现状伸缩缝、桥面排水边井与改造后的桥面铺装标高上存在高差。因此,梁端伸缩缝需要凿除重新做,桥面泄水边井同样需要重新做。

3.3.3 防撞护栏、声屏障、路灯

现状桥梁位于道路竖曲线段以及斜坡段,顶升完毕后上部箱梁有转角、有错位,不同区段的桥面铺装调整厚度不同。现状防撞护栏在桥面铺装厚度调整完毕后,露出桥面铺装的高度参差不齐,同时防撞护栏的线形也与设计的道路竖曲线线形不一致,因此防撞护栏上部结构需要进行凿除改造。声屏障、路灯由于顶升完毕后桥梁有转角,声屏障及路灯立杆的方向也随之而偏转,立柱呈倾斜状,线形也与设计的道路竖曲线线形不一致,视觉上不美观。因此,声屏障、路灯也需相应地改造。

4 其他施工注意问题

该工程桥梁为调坡顶升,顶升千斤顶需选用带球头可转动的液压千斤顶,顶部球头转角满足 $\pm 5^\circ$ 。顶升时坡度不断变化,液压千斤顶与上部结构也是由垂直变成不垂直,此时千斤顶顶部的球头随着上部结构坡度的变化自动调整缸顶的球头,保持液压千斤顶始终处于垂直状态,确保了施工安全。

该工程桥梁为调坡顶升,梁体的水平投影会随着顶升坡度的变化而变长,并且梁体温度变化也引起梁长的变化,同时考虑到顶升支撑和千斤顶安装存在误差,也会在顶升过程中产生水平力。因此,为保证梁体的正常姿态和位置,保证顶升系统的安全及梁体的结构安全,需要设置纵横向限位装置。纵横向限位主要设置在伸缩缝位置,在伸缩缝两侧设置锚固块,内设千斤顶及对拉螺杆,安装时与顺桥向形成 30° 的夹角。该限位不仅可以限制桥梁纵横向移

位,并能适应梁体的转动,见图9所示。在桥台处浇筑两根钢筋混凝土限位立柱,立柱横向限位处增设液压千斤顶,在梁体向一侧偏移时,可以对液压千斤顶进行加压,防止梁体产生横向偏移。

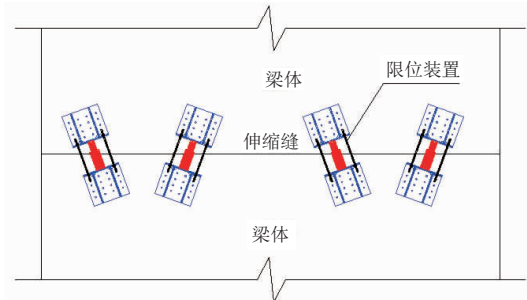


图9 纵横限位装置示意图

该工程桥梁为调坡顶升,梁体随着顶升坡度的不断变化进行转动,梁端伸缩缝的宽度也会相应地变小。根据计算结果,箱梁顶升到位后最不利位置的伸缩缝宽度缩小5.56 cm,这会影响后期上部箱梁的

正常使用。因此,在顶升前需要对上部箱梁的梁端采用静力切割设备进行切割。

桥梁顶升在上部箱梁与千斤顶之间设置钢结构分配梁,分配梁设置在上部结构箱梁的横梁位置,避免设置在箱梁的薄弱部位。分配梁直接承担上部结构重量,并将力传递给千斤顶,避免出现千斤顶直接与上部箱梁底板接触,造成箱梁局部承压的不利情况。

5 结语

该工程桥梁调坡顶升技术保障施工安全,提高施工效率,节约工程成本,有助于推进城市化进程的建设,做到了技术先进、安全适用、保证质量、节能减排、绿色环保,创造显著的社会和经济效益。目前该工程已经竣工通车,投入正式运营。这对今后类似工程提供设计借鉴,同时在今后城市更新桥梁建设中有着更为广阔的应用场景。

(上接第216页)

[4] Possebhonep, Spechtlp, Pereirds, et al. PAHs emissions by 12 Brazilian bitumens: procedure and results[J]. Road Materials and Pavement Design, 2019, 20(6):1481-1499.

[5] 黄亚东,朱凯,吴珂,等. 基于氢氧化镁的沥青阻燃机理研究[J]. 消防科学与技术, 2013, 32(11):1263-1266.

[6] 袁玲. 基于MH的阻燃改性沥青上面层(SMA-13)路用性能研究[J]. 公路交通技术, 2021, 37(2):19-25.

[7] 丁庆军,沈凡,黄绍龙. 基于氢氧化铝阻燃体系的开级配沥青磨耗层防火面层研究[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2009, 40(4):932-939.

[8] 郭进存,廖克俭,等. 阻燃沥青的研制[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2005(2):5-8.

[9] 郭寅川,王涵,申爱琴,等. ATH/OMMT复合改性沥青阻燃抑烟性能与机理分析[J]. 硅酸盐通报, 2020, 39(6):1989-1997.

[10] 杨小龙,申爱琴,蒋宜馨,等. 基于阻燃抑烟的纳米黏土改性沥青综述[J]. 交通运输工程学报, 2021, 21(5):42-61.

[11] Yang X, Shen A, Su Y, et al. Effects of alumina trihydrate (ATH) and organic montmorillonite (OMMT) on asphalt fume emission and flame retardancy properties of SBS-modified asphalt [J]. Construction and Building Materials, 2020, 236(6):117576.

[12] 魏建国,谢成,付其林. 阻燃剂对沥青与沥青混合料性能的影响[J]. 中国公路学报, 2013, 26(6):30-37.

[13] 李小玲. 阻燃沥青的制备及其混合料性能研究[D]. 兰州交通大学, 2014.