

城市高架分节预制拼装盖梁设计与施工方案

张涛^{1,2}, 王云龙¹

[1.上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200125; 2.上海工业化装配化市政工程技术研究中心,上海市 200125]

摘要:某城市高架桥梁中等宽段下部结构采用双柱墩连接分节预制盖梁。针对工程项目及其盖梁结构特点,通过合理的总体规划,让所有的双柱分节盖梁能够共用一套模板,节约总工程造价。在分节盖梁计算过程中,重点考虑了接缝位置受力状态与承载能力,针对接缝剪压区抗剪承载能力验算过程中不收敛的问题,分析了不收敛的原因,并提出合理的验算思路。针对分节盖梁的横向拼装施工,设计了两个钢盖梁作为施工过程中的临时横梁,降低了施工中横向拼装的施工难度,节约了临时措施的建造成本。

关键词:城市高架;分节盖梁;总体设计

中图分类号: U448.28

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)03-0088-03

0 引言

近几年,预制拼装技术由于能够减少现场施工时间,减少工程现场对交通环境的影响,减少施工现场工人数量等优势,在国内得到了快速推广。预制构件尺寸过大和重量过重易造成构件运输困难,以及吊装成本高。因此,将预制构件尺寸和重量控制在合理的范围内,能够有效地拓展预制拼装桥梁结构的运用范围。针对高架桥梁大尺寸盖梁结构,横向分节拼装的方式的可靠性已经得到抗弯试验验证,并在上海S26、S7等工程中开展应用^[1,2]。

现结合某高架桥梁新建工程的特点,提出整体采用分节拼装盖梁的设计与施工方案,可为以后类似工程设计提供参考。

1 工程概况

该工程系新建城市快速路,按照总体规划,主线采用高架桥。桥梁结构主要以预制装配式桥为主,新建主线高架桥总长约5.4 km,双向6车道布置。现主要研究的为该工程的第二标段,标段总长约1.8 km,标段道路平曲线位于S弯上,主线高架除上下匝道连接段为变宽段,其余均为等宽段。等宽段主线高架除了跨路、跨河节点,上部结构均采用整幅小箱梁,下部结构采用双柱墩连接大挑臂盖梁,经过初步分析,这些盖梁采用预应力混凝土结构总重量将超过

260 t,超出了道路运输能力,以及现场吊装能力。

图1为工程范围图。

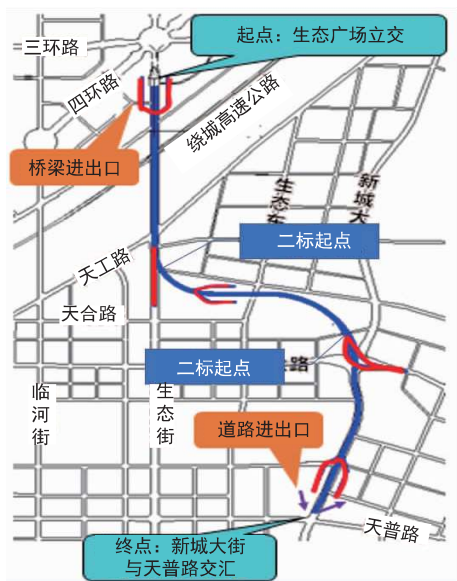


图1 工程范围图

2 分节盖梁结构设计

装配式桥梁建设造价控制的重要方式是通过总体规划合理,减少装配式预制结构类型,减少工程中模板投入量。按照装配式建筑结构建造的规律,通常认为模板重复利用率达到50次以上,基本能够实现装配式建筑建造成本与现浇建筑建造成本基本持平。

根据工程总体方案,在本标段范围内,需要标准双柱盖梁数量合计37个,考虑到在本标段平曲线位于S弯上,导致盖梁横坡先后从单向2.5%变化为双向2%,最终变化为单向2%,为提高盖梁模板的通用

收稿日期:2020-07-07

作者简介:张涛(1988—),男,硕士,工程师,从事桥梁工程设计与研究工作。

性,让所有盖梁通过一套模板完成制作,并降低盖梁预制运输吊装难度,特提出以下几项原则:

(1)盖梁单节预制控制重量为 170 t。盖梁宽度应同时满足抗震、预设立柱偏心的需求。

(2)盖梁底部外挑臂保持通用的斜率,共用底模板。

(3)盖梁侧面保持垂直,共用垂直的侧模板,对于高度不同的盖梁,利用预制现场混凝土浇筑收水控制盖梁顶标高与横坡。

(4)盖梁拼接面保持统一的位置,盖梁拼接面保持同样的齿块,共用齿块模板。

(5)盖梁预应力锚固点位置基本统一,能够统一在模板上开孔。

通过以上因素的综合考虑,从外形和预应力布置上将盖梁归纳为五种典型形态。盖梁拼接面中齿块位置和形状保持统一。所有盖梁中预应力钢筋 N2、N3 保持不变,N1 钢束随着盖梁横坡变化上下变化。因此,N1 钢束对应的端部模板,以及拼接面模板应在 N1 钢束位置开椭圆形孔,方便调整位置。在盖梁构造中,将拼接面设置为斜面,这样可以化解一部分剪力为轴向压力。

图 2 为盖梁典型形态图,图 3 为预应力布置立面图。

3 分节盖梁受力分析

3.1 重点分析内容

分节盖梁的分析需要在按照现浇盖梁分析模式的基础上,参考节段梁的相关设计理论,着重开展以下几个方面性能控制与分析:

(1)预应力盖梁可按 A 类构件设计,但是分节盖梁在接缝位置需按照全预应力构件设计。

(2)分节盖梁斜截面抗剪承载能力分析应考虑分节作用下产生斜裂缝水平投影长度减短等不利作用。

(3)分节位置受抗弯剪耦合作用导致承载能力的下降。

这几项问题分析主要依托的规范为上海市《节段预制拼装预应力混凝土桥梁设计标准》(DG/TJ 08-2255—2018)^[3]。

3.2 接缝斜截面抗剪承载能力验算

在接缝斜截面抗剪承载能力验算过程中,读取 midas 中建立的盖梁计算模型中基本组合中剪力数值和轴力数值。考虑到分节面的倾斜角度,计算出分节面上的剪力值和轴力数值,并依托规范中 5.2.7 条进行验算。验算结果表明,满足规范要求,且安全系

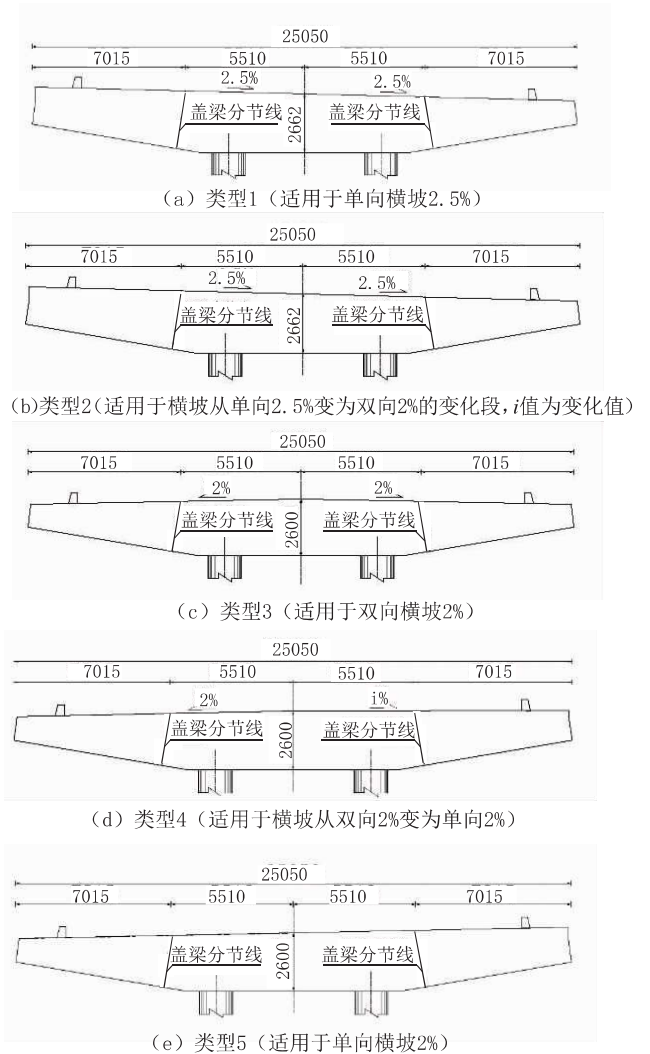


图 2 盖梁典型形态图(单位:mm)

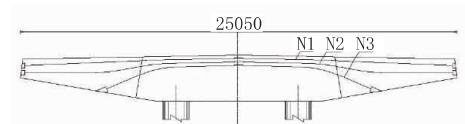


图 3 预应力布置立面图(单位:mm)

数在 1.5 以上。

3.3 接缝剪压区抗剪承载能力

在接缝剪压区抗剪承载能力验算过程中,参考规范中 5.2.9 条,以及相关条文说明中推荐的迭代步骤开展验算时,出现计算结果无法求解的情况,造成无法判断结构是否满足安全要求。

分析规范公式在计算剪压区抗剪承载能力时的几个假定:

- (1)接缝面为剪压耦合破坏,不是纯压纯剪破坏;
- (2)按照受弯破坏模式,以及大偏心受压破坏模式确定受压混凝土范围;
- (3)假设设计弯矩与剪力的比值与极限弯矩与剪力的比值等同,修正混凝土受压区高度。

考虑到规范公式规定的几种物理状态不一定同

时出现,因此会出现验算不收敛的情况。

同时,考虑到验证结构安全的方式有两种:

(1)知道力求配筋或者知道配筋验算是否满足要求;

(2)当无法计算出极限承载力的情况下,只要结构的承载能力大于最大的荷载组合也可以认为结构是安全的。

在该项目中,按照第(2)种方式验算接缝剪压区抗剪承载力。

该项目验算按照以下顺序进行:

(1)判断是否会出现混凝土压碎破坏模式。

在指定基本组合设计弯矩状态下,是否会出现截面受弯导致部分截面退出工作,以及混凝土达到压碎荷载状态。

(2)判断是否会出现混凝土弯剪破坏模式。

a. 当弯曲状态全截面受压时,应可考虑全截面混凝土均可参加抗剪;

b. 当弯曲状态部分截面受压时,只有受压部分截面抗剪,可迭代确定截面范围;

c. 当设计剪力 V_d 小于预应力剪力 $0.75V_{pd,i}$ (体内预应力抗剪承载能力) + $0.95V_{pd,e}$ (体内预应力抗剪承载能力) 时,可认为混凝土剪力可不发挥作用,不用考虑弯剪组合作用,直接按照规范中 5.2.9-1 公式验算即已经满足规范要求。

验算过程中,提取 midas 中建立的盖梁计算模型基本组合中设计弯矩值进行分析。盖梁在该弯矩值作用下接缝位置全截面受压,全截面均可提供剪力,且不考虑混凝土剪力的情况下,钢绞线提供的剪力即可满足抗剪要求,因此可认为设计方案性能满足规范要求。

4 施工方案与配套钢盖梁设计

在已有的部分分节盖梁实工程案例中,在盖梁中间段吊装就位后,利用吊车吊装盖梁挑臂,在空中完成对位拼装。该施工方案的优点是施工临时设施投入少;缺点是在盖梁挑臂对位时,需要同时校准多维坐标,吊装精度控制难度大,且在临时预应力完成张拉前,吊车需要保持位置,占用吊车时间较长。

为了解决上述问题,在该工程中,设置临时施工横梁,使拼装对位确定施工精度时可以逐步对位各个方位角,降低对位难度,并按照以下顺序开展施工:

(1)完成桥墩和盖梁中间段的预制拼装;

(2)在盖梁中间段上安装施工临时横梁;

(3)利用临时横梁,吊装盖梁挑臂,并张拉临时

预应力,将拼接面的环氧胶压匀;

(4)张拉第一批永久预应力,拆除临时预应力,拆除施工横梁。待小箱梁吊装后,张拉第二批永久预应力,完成盖梁拼装。

图 4 为施工步骤图。

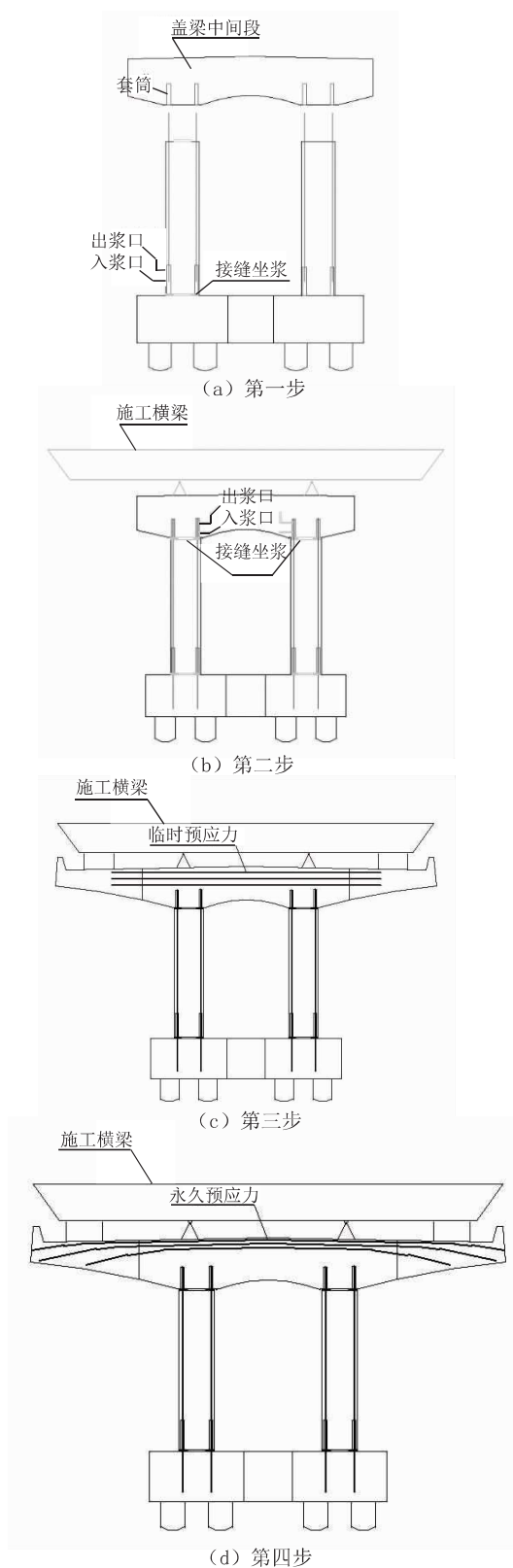


图 4 施工步骤图

(下转第 93 页)

3.3 设计方案

空港立交 P 线桥第 2 联加固方案,见图 3。

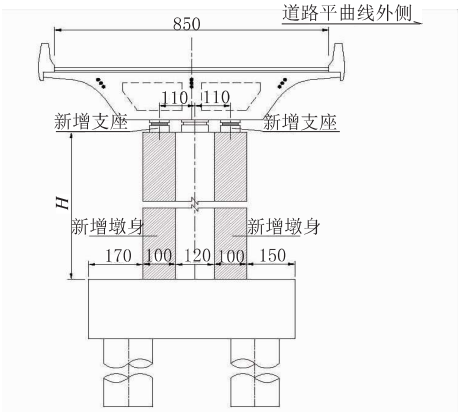


图 3 空港立交 P 线桥改造后横断面图
加固完成后,见图 4。

4 结 语

独柱墩单支座桥梁具有占地少、空间大、视野开阔和外形优美等优点,在我国城市应用较为广泛。然而,在实际运行阶段,独柱墩单支座桥梁却出现了多



图 4 空港立交 P 线桥改造后实景图

起倾覆事故,原因是超载导致桥梁超负荷的使用。为此,现行规范对桥梁抗倾覆计算提出了更严格的要求,对于已建成的桥梁,应尽快开展抗倾覆验算与加固设计,提升桥梁的稳定性。本文给出了已建成城市桥梁的倾覆验算与加固设计方案,对后期桥梁抗倾覆安全性验算和加固存在一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
[2] CJJ 11—2011,城市桥梁设计规范(2019 版)[S].
[3] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].

(上接第 90 页)

考虑到临时钢横梁造价较高,选取两个盖梁,设计为钢盖梁结构。在施工过程中,这两个钢盖梁作为施工临时横梁。分节盖梁施工完成后,再安装这两个钢盖梁。分析验算表明,钢盖梁在运营阶段受力远大于作为横梁施工阶段的受力,因此不需要针对施工阶段进行额外加固。

5 结 语

从力学分析的角度上看,分节盖梁的结构是可行的。通过共用模板,以及将永久结构作为施工临时横梁等措施,从设计的角度节约了总工程造价,提升

了装配式结构推广的可行性。装配式结构的工程质量与现场施工措施密切相关,在实际工程施工过程中,施工单位尚应针对预制构件的运输、吊装做好专项施工方案,确保工程的顺利开展。

参考文献:

[1] 闫兴非,葛继平,王志强,高飞,韩树国,张灿,张涛.装配式大悬臂分段预应力混凝土盖梁抗弯性能研究[J].中国市政工程,2019(4): 72-76.
[2] 查义强,上海 S7 公路盖梁预制拼装施工工艺[J].城市道桥与防洪, 2018(6):152-154.
[3] DG/JT 08-2255—2018,节段预制拼装预应力混凝土桥梁设计标准[S].