

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.11.033

双柱式大悬臂倒 T 形隐式盖梁设计

刘伟长

(山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250031)

摘 要: 以东莞市狮子洋通道工程下层白沙南路段为例, 阐述双柱式大悬臂倒 T 形隐式盖梁总体设计要点, 并建立仿真模型, 详细分析了倒 T 形隐式盖梁的受力特点, 为同类型桥梁设计提供借鉴和参考。

关键词: 倒 T 形隐式盖梁; 大悬臂; 设计

中图分类号: U443.22

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)11-0140-03

0 引 言

近年来, 随着我国经济水平不断提高, 城市规模不断扩大。为了缓解日益增长的交通压力, 同时减少征地拆迁, 更多地利用城市高架桥的桥下空间, 很多城市高架桥桥墩都采用大悬臂盖梁桥墩^[1]。对于大悬臂盖梁桥墩, 当其悬臂较大时, 盖梁根部梁高较高, 会引起上、下部结构不协调, 景观性差, 同时桥面标高也将相应提高, 从而使得工程建设规模增大。为了解决盖梁根部高度问题, 大悬臂倒 T 形隐式盖梁应运而生^[2-3]。

大悬臂倒 T 形隐式盖梁具有桥下空间大、结构高度低、景观性好等优点, 已逐渐成为城市桥梁大悬臂桥墩优选方案。本文以东莞市狮子洋通道工程下层白沙南路段高架桥为例, 阐述了双柱式大悬臂倒 T 形隐式盖梁总体设计要点, 并通过建立有限元模型, 计算分析了倒 T 形隐式盖梁的受力特点, 以为同类型桥梁设计提供借鉴和参考。

1 工程概况

东莞市白沙南路作为狮子洋通道下层与东莞市快速路网的重要连接通道, 将实现狮子洋过江通道服务延伸至东莞市全市域。项目路线全长 4.914 km, 采用一级公路标准。全线设置 2 座总长为 3 742.28 m 的特大桥, 1 座长度为 504.5 m 的隧道, 互通立交 3 处。其中东引运河特大桥总长 1 613.2 m, 桥梁共 15 联, 第 7~10 联的桥跨布置为 $3 \times (3 \times 30) \text{ m} + 4 \times 30 \text{ m}$;

桥宽 43.5 m。大桥上部结构采用预应力混凝土小箱梁, 下部结构采用双柱式大悬臂桥墩, 基础采用钻孔灌注桩基础。东引运河特大桥横断面图见图 1。

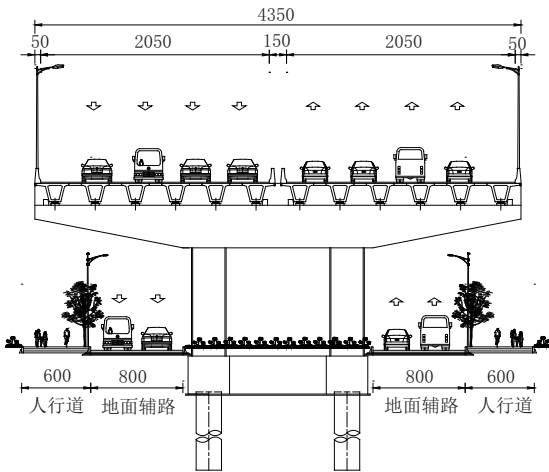


图 1 东引运河特大桥横断面图(单位: cm)

2 桥墩盖梁设计要点

2.1 构造尺寸

为了满足桥下辅路净空需求, 桥墩通过多方比选, 最终确定采用双柱式大悬臂倒 T 形隐式盖梁。盖梁总长 43.5 m, 两侧盖梁悬臂长度 15.75 m, 两墩柱中心间距 12 m, 盖梁顶宽 1.5 m, 底部宽 3.5 m, 根部梁高 5.4 m, 端部梁高 2.9 m, 桥墩采用边长 3 m 的方柱。承台采用工字型, 长 15.6 m, 宽 9.1 m, 厚度 3.3 m。基础采用 4 根直径 2.2 m 的钻孔灌注桩。桥墩构造图见图 2。

2.2 预应力体系

盖梁采用 C50 混凝土, 按 A 类预应力混凝土构件设计。盖梁共布设 14 束 $\phi 15.2-17$ 型钢束。预应力钢束立面布置图见图 3。

收稿日期: 2023-12-12

作者简介: 刘伟长(1981—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

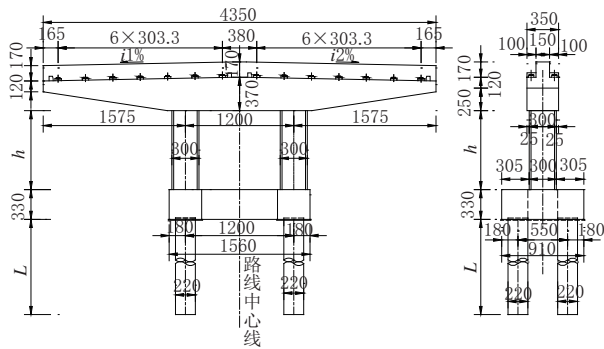


图 2 桥墩构造图(单位:cm)

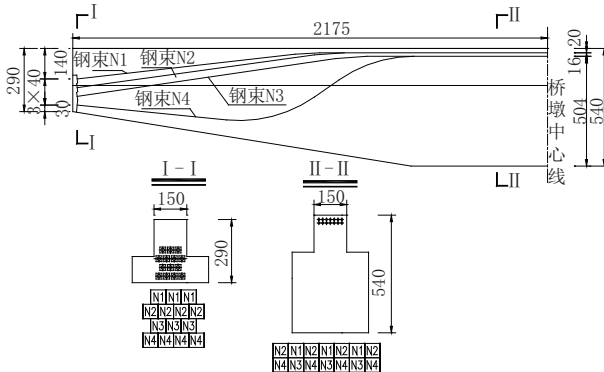


图 3 预应力钢束立面布置图(单位:cm)

3 结构计算分析

3.1 计算模型

计算采用通用有限元计算软件 MIDAS Civil 2022,采用空间梁单元模拟,全桥划分成 87 个空间梁单元,95 个节点。结构三维模型视图见图 4。

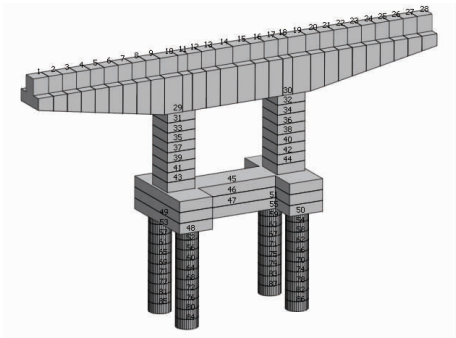


图 4 结构三维模型视图

3.2 计算主要参数

(1)恒载。盖梁自重由程序自动计算。上部结构恒载包括 30 m 小箱梁自重,现浇层、铺装层和防撞墙重量,通过集中力形式加载到盖梁对应的支座位置。单片小箱梁自重取值 1 000 kN,二期恒载包括现浇层、铺装层和防撞墙重量,取值 800 kN。

(2)汽车荷载。汽车荷载采用公路 - I 级,利用程序横向移动荷载进行加载,横向按 10 车道加载,并按车道数予以折减。

(3)温度荷载。梯度温度按《公路桥涵设计通用

规范》(JTG D60—2015)取值,整体升降温取 20 ℃,相对湿度 0.8。

(4)基础沉降。由于设置了承台,故不考虑基础沉降影响。

(5)施工阶段划分。施工主要步骤为:浇筑桩基、承台、墩柱和盖梁→盖梁混凝土强度达到 90% 以上时,对称张拉 N1、N4 钢束→架设小箱梁→对称张拉 N2、N3 钢束→现浇小箱梁湿接缝、整体化层、铺装和防撞墙→成桥 10 a。

3.3 结果分析

3.3.1 持久状况承载能力极限状态验算

基本组合下,盖梁弯矩和剪力承载力包络图见图 5、6。图中 M_{ru} 为弯矩设计值; M_n 为结构抗弯承载力; V_{rd} 为剪力设计值; V_n 为结构抗剪承载力。

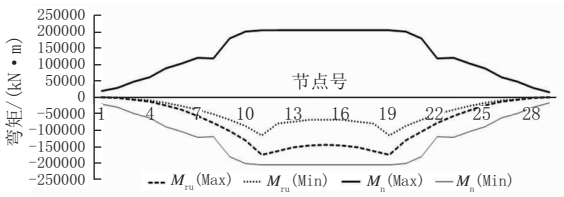


图 5 盖梁弯矩承载力包络图

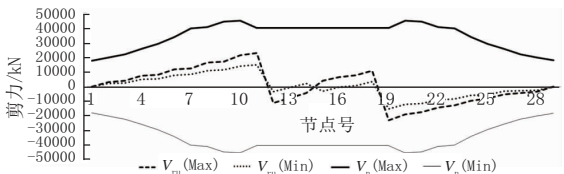


图 6 盖梁剪力承载力包络图

由图 5 可知,基本组合下,盖梁在墩柱顶的最大弯矩为 -172 209 kN·m,抗力为 -203 713 kN·m;由图 6 可知,基本组合下,盖梁在墩柱顶的最大剪力为 22 838 kN,抗力为 42 117 kN。盖梁弯矩和剪力的效应设计值均小于构件抗力,故均满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求。

3.3.2 持久状况应力验算

在频遇组合、准永久组合和标准组合作用下,盖梁上下缘应力验算结果见表 1,其中压应力为正,拉应力为负。

由表 1 可知,盖梁在频遇组合、准永久组合和标准组合作用下,上下缘应力均满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求。

3.3.3 施工阶段应力验算

施工过程中,为确保盖梁上下缘应力不超规范限值,盖梁预应力应采用分批张拉。盖梁在各施工阶

表 1 持久状况应力验算结果 单位:MPa

工况	频遇组合		准永久组合		标准组合	
	计算值	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值
上缘最大正应力					5.89	16.2
上缘最小正应力	-0.49	-1.855	1.8	0		
下缘最大正应力					7.18	16.2
下缘最小正应力	-0.09	-1.855	0.8	0		
最大主拉应力	-0.66	-1.325				
最大主压应力					7.18	19.44

段中上下缘应力计算结果见表 2, 其中压应力为正, 拉应力为负。由表 2 可知, 盖梁在各施工阶段最大压应力为 $7.6 \text{ MPa} \leq 0.7 f'_{\text{ck}} (f'_{\text{ck}} \text{ 为施工阶段混凝土轴心抗压强度标准值}) = 0.7 \times 29.6 = 20.72 \text{ MPa}$; 最大拉应力为 $1.4 \leq 0.7 f'_{\text{tk}} (f'_{\text{tk}} \text{ 为施工阶段混凝土抗拉强度标准值}) = 0.7 \times 2.51 = 1.757 \text{ MPa}$, 故均满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求。

表 2 各施工阶段盖梁上下缘应力 单位:MPa

施工阶段	上缘应力	下缘应力
张拉 N1、N4 钢束	3.2	-0.5
架设小箱梁	-1.4	4.2
张拉 N2、N3 钢束	7.6	-1.4
上二期恒载	6.1	0.7

3.3.4 挠度验算

根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设

计规范》(JTG 3362—2018)要求, 盖梁端部在汽车荷载(不计冲击系数)作用下的挠度(见表 3)不应超过悬臂长度的 1/300。由表 3 可知, 盖梁端部竖向挠度为 3.89 mm, 而上述规范的允许值为 52.5 mm, 因此盖梁挠度满足要求。

表 3 盖梁挠度结果

位置	跨径 /m	节点号	竖向挠度 /mm	允许值 /mm
悬臂端部	15.75	1、29	3.89	52.5

4 结 语

(1)双柱式大悬臂倒 T 形隐式盖梁的承载力、应力和挠度均满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求, 可为同类型桥梁设计提供借鉴和参考。

(2)为了确保盖梁在施工过程中应力不超《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求, 盖梁钢束应采用分批张拉方式。

(3)双柱式大悬臂倒 T 形隐式盖梁能充分利用桥下空间, 并降低盖梁高度, 使上、下部结构相协调, 景观性较好; 同时能有效降低桥面高程, 减少工程建设规模, 节约投资, 因此在城市桥梁建设中应用越来越广泛。

参考文献:

[1] 贺超.单柱式大悬臂 T 型桥墩预应力混凝土盖梁设计与计算[J].广东土木与建筑, 2017(5):29-31.
[2] 伊绪胜, 冯兵, 王凤鸣.大悬臂 T 型盖梁设计要点分析[J].山东交通科技, 2022(2):80-82.
[3] 李建强, 孙立山.大悬臂预应力混凝土倒 T 盖梁设计与施工过程分析研究[J].城市道桥与防洪, 2018(8):141-144.

(上接第 131 页)

连接。为提高接缝处截面的抗扭承载力, 可在节段端部沿箱梁腹板和底板外侧设置一层抗扭钢板, 并可兼做湿接缝浇筑的模板。

(2)在腹板局部受力较大, 且腹板厚度难以满足雨棚杆件锚固需求的位置, 可此处设置一道横隔板以改善腹板受力, 为减少混凝土用量, 并方便模板的拆除, 横隔板设置为开孔板。

(3)对于超宽运输宽度的天桥梯道牛腿位置, 为减小运输难度, 梯道牛腿及横隔板可采用后浇, 且为减少工程造价, 减少 UHPC 工程量, 后浇构件可采用 C50 混凝土。

参考文献:

[1] 邵旭东, 邱明红, 晏班夫, 等.超高性能混凝土在国内外桥梁工程中的研究与应用进展[J].材料导报, 2017, 31(23):33-43.
[2] 张培君, 刘大山.采用 UHPC 对钢结构人行桥加固分析与应用[J].城市道桥与防洪, 2020(12):84-86, 115.
[3] 刘安兴.某 UHPC 箱梁人行天桥设计研究[J].广东交通职业技术学院学报, 2019, 18(2):39-43.
[4] 陈宝春, 季韬, 黄卿维, 等.超高性能混凝土研究综述[J].建筑科学与工程学报, 2014, 31(3):1-24.
[5] JTG/T 3360-01—2018, 公路桥梁抗风设计规范[S].
[6] GB 50009—2012, 建筑结构荷载规范[S].
[7] JTG 3362—2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
[8] DBJ/T 15-244—2022, 装配式超高性能混凝土市政桥梁结构技术规程[S].