

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.02.020

深中通道泄洪区下部结构宽墩对大悬臂盖梁受力的影响分析

施江涛

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 独柱墩盖梁由于占地小、净空大、景观效果好,在市政桥梁工程甚至跨海桥梁工程中得到广泛应用。但由于采用独柱墩,墩柱横向尺寸较大,在盖梁受力分析时需考虑墩柱对盖梁受力的影响。以深中通道工程为背景,采用各种计算模型对其泄洪区引桥下部结构宽墩独柱盖梁进行详细的受力计算分析,对比分析各种模型的设计安全性和宽墩对盖梁受力的影响,从而对盖梁的设计计算提出建议。

关键词: 独柱盖梁;宽墩;计算模型;深中通道

中图分类号: U443.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)02-0074-03

0 引言

独柱墩盖梁由于占地小、净空大、景观效果好,在市政桥梁工程甚至跨海桥梁工程中得到广泛应用^[1]。但由于采用独柱墩,墩柱横向尺寸较大,在盖梁受力分析时需考虑墩柱对盖梁受力的影响,不同的设计计算方法使结果有较大差异,如设计不当易造成盖梁开裂^[2]。本文以深中通道工程为依托,对其泄洪区 6 × 110 m 钢箱梁下部结构盖梁进行受力分析,分别建立杆系和实体计算模型,对各模型计算结果进行对比分析,评价宽墩对盖梁受力的影响。

1 工程概况

深中通道东接机荷高速,跨越珠江口,西至中山马鞍岛,与规划的中开、东部外环高速对接,主体工程全长约 23.879 km,包括 6.845 km 的沉管隧道、东西两座人工岛、约 17.034 km 的桥梁,是集“隧、岛、桥、地下互通”于一体的超级集群工程。

泄洪区引桥墩身采用变截面的六边形断面。整幅墩墩顶横桥向宽 8 m,盖梁以下桥墩横桥向按 1/28 斜率渐变打开,底宽根据墩高变化。顺桥向侧面为竖直,厚 4 m。如图 1 所示,整幅墩墩顶盖梁采用实心倒梯形断面,横桥向长 32 ~ 38.1 m,顶宽 4 m、底宽 3.33 m、高 5 m。预应力钢束采用 19Φ^s15.2。盖梁采用 C50 混凝土,按全预应力混凝土

土结构设计,钢束布置如图 2 所示。

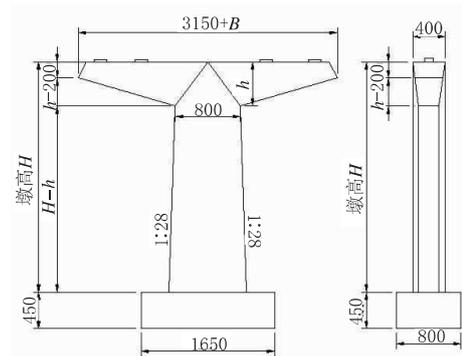


图 1 泄洪区非通航孔桥下部结构一般构造图(单位:cm)

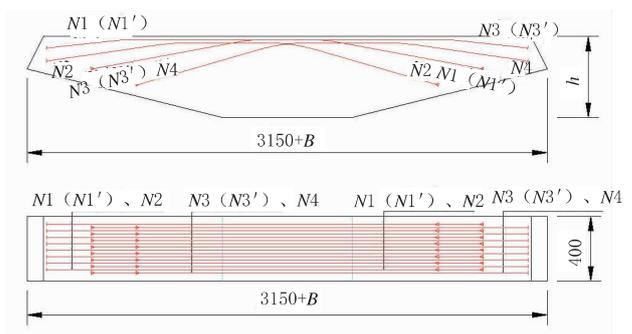


图 2 泄洪区非通航孔桥盖梁钢束图

为掌握不同计算模型对宽墩独柱盖梁的应力状态(尤其墩柱处盖梁的应力状态)的影响,用桥梁博士和 ANSYS 软件分别建立杆系和实体计算模型,对比分析其计算结果,评价宽墩对盖梁受力的影响,提出设计计算时需要注意的事项,为盖梁设计提供科学的依据。

2 计算模型

采用桥梁博士建立三个盖梁和立柱杆系模型,三

收稿日期: 2020-07-16

作者简介: 施江涛(1987—),男,硕士,工程师,从事桥梁设计工作。

个模型的盖梁边界条件不一样,导致墩柱区域盖梁的受力计算结果也有较大差异^[3,4]。模型一墩柱与盖梁连接处采用单节点刚接;模型二墩柱宽度范围内与盖梁采用多节点刚接;模型三墩柱宽度边缘与盖梁采用两节点刚接;模型四采用 ANSYS 建立盖梁和立柱的实体模型,其中预应力钢束采用杆单元。

边界条件均按桥墩底部全固结考虑。为便于结果比较,三个模型的荷载均采用基本组合下的最不利支座反力在相应的位置进行加载。

预应力钢束均采用 19Φ*15.2,扣除损失后按 1 210 MPa,恒载支反力 10 600 kN,活载支反力 3 260 kN。墩高 45 m,盖梁总长 34 m,盖梁根部高 5 m,立柱顶宽 8 m。桥梁博士计算模型和 ANSYS 计算模型如图 3 所示。

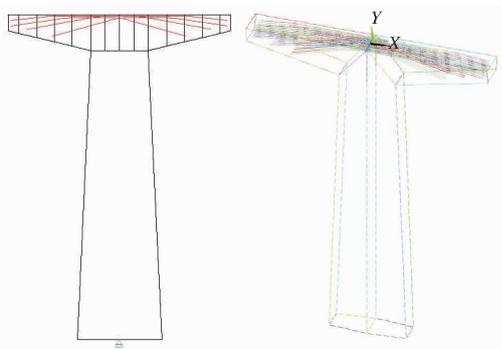


图 3 桥博盖梁计算模型和 ANSYS 盖梁计算模型

3 结果分析

宽墩主要影响盖梁上缘和下缘的正应力,因为剪应力在墩柱范围外不受墩柱影响,在墩柱范围内不控制设计。故以下仅对盖梁上缘和下缘的正应力进行对比分析。

3.1 盖梁计算结果对比

以盖梁顶缘中心为坐标原点,横桥向为 X 轴,则各个断面上、下缘的应力如图 4(受压为负、受拉为正)所示,相关数据见表 1(受压为正、受拉为负)。计算得到的各模型盖梁上缘和下缘正应力结果如图 5 和图 6 所示(受压为正、受拉为负)。

模型一、模型二和模型三都采用的是桥博杆系计算模型,在墩柱范围外三者应力完全重合,但在墩柱范围内,三者差别较大。模型一由于采用墩柱中心与盖梁单节点刚接,立柱处盖梁上缘拉应力较大,为 3.16 MPa,下缘压应力也较大,为 15.8 MPa;模型二采用墩柱宽度范围内与盖梁多节点刚接,结果与模型一差别较大,立柱处盖梁上缘受压,压应力为 5.29 MPa,下缘压应力为 6.39 MPa,且墩柱范围内应力存在波折,这是由于刚接的多节点受力不均导致

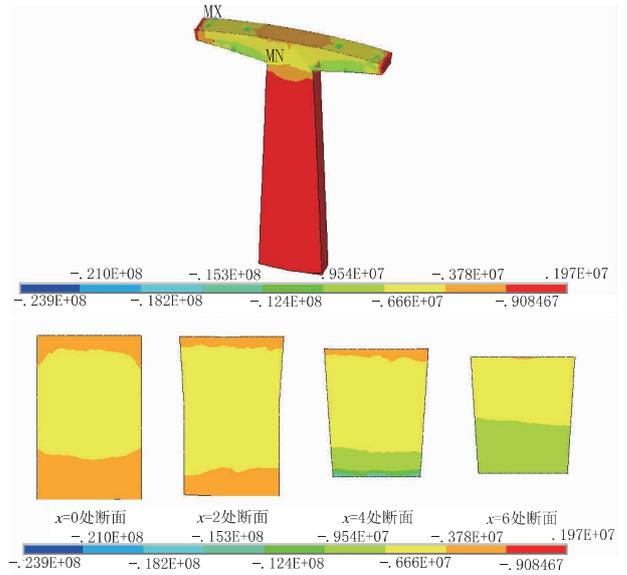


图 4 ANSYS 计算得到的盖梁总体应力图和
各断面应力图(单位:Pa)

表 1 各模型盖梁正应力计算结果表 单位:MPa

位置	X 坐标 /m	模型一	模型二	模型三	模型四
盖梁上缘 应力	0	-3.16	5.29	4.80	3.49
	2	0.23	6.50	4.20	3.64
	4	2.94	2.94	2.94	3.48
	6	4.01	4.01	4.01	3.63
	10	4.76	4.77	4.77	4.97
盖梁下缘 应力	0	15.80	6.39	6.90	3.53
	2	12.00	5.07	7.60	3.93
	4	9.05	9.05	9.05	9.35
	6	9.03	9.01	9.01	8.08
	10	9.00	9.00	9.00	9.74

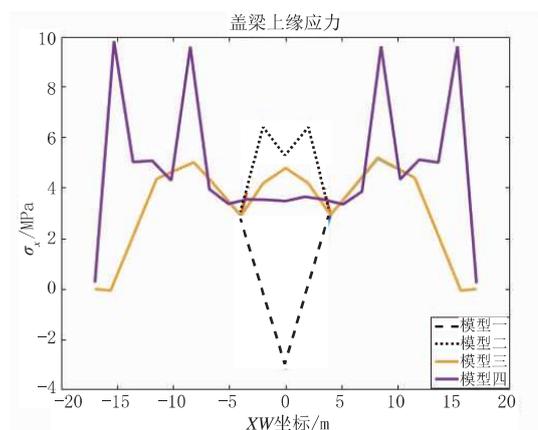


图 5 各个模型盖梁上缘应力图(单位:MPa)

的;模型三采用墩柱宽度边缘与盖梁两节点刚接,立柱处盖梁上缘压应力为 4.80 MPa,下缘压应力为 6.90 MPa,且墩柱范围内应力较为平滑。

模型四采用实体有限元计算,可较为真实地反映盖梁的实际受力情况(如图 4~ 图 6 所示),在盖梁

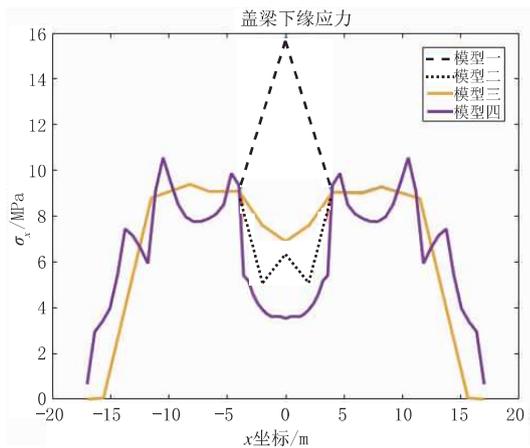


图6 各个模型盖梁下缘应力图(单位:MPa)

范围外,除了在支座垫石位置处应力存在突变,其余位置上、下缘应力与杆系模型计算结果较为一致。从图中看出,在墩柱范围内盖梁上缘压应力是基本恒定的,而下缘压应力在墩柱范围内快速下降,形成一个凹坑,这是由于盖梁下缘的压应力在墩柱处向墩柱下部扩散,使该处压应力减小。该模型立柱处盖梁上缘压应力为 3.49 MPa,较模型一大,较模型二和三小,下缘压应力为 3.53 MPa,较前三个模型都小。

3.2 小结

模型一计算误差较大,对独柱盖梁上缘应力较实际小很多,过于保守,下缘应力较实际大很多,过于不安全,若采用此模型,盖梁上缘需配置较多钢束,造成材料浪费,并可能使下缘受拉,使结构处于不安全状态。模型二和模型三在墩柱中心的盖梁上缘和下缘应力均较实际大,偏于不安全,但墩柱边缘

处的盖梁应力较实际稍小,偏于安全,故若采用此类模型,盖梁墩柱范围内的应力可均采用墩柱边缘处的盖梁应力,这样做是偏于安全的。

4 结论与建议

根据对深中通道泄洪区引桥下部结构宽墩独柱盖梁进行有限元分析,得出如下结论:

(1)宽墩对盖梁上缘的应力有平滑作用,使墩柱范围内盖梁上缘应力基本恒定。宽墩对盖梁下缘的应力有减载和扩散作用,使墩柱范围内盖梁下缘应力快速下降,形成应力凹坑。

(2)单节点固结刚接模型使盖梁上缘应力较实际小很多,过于保守,下缘应力较实际大很多,过于不安全。

(3)多节点刚接模型和两节点刚接模型在墩柱中心的盖梁上缘和下缘应力均较实际大,偏于不安全,但墩柱边缘处的盖梁应力较实际稍小,偏于安全。若采用此类模型,盖梁墩柱范围内的应力均采用墩柱边缘处的盖梁应力,这样做是偏于安全的。

参考文献:

[1] 刘彬,万淑敏,张守龙,等.大悬臂倒T型盖梁设计.城市道桥与防洪,2019(9):120-123.
 [2] 李邦映.钢筋混凝土独柱墩盖梁开裂成因分析.工程与建设[J],2017,31(3):23-26.
 [3] 叶军,陆爱民.独柱墩大悬臂预应力盖梁施工阶段受力分析[J].中国水运,2017,17(4):45-49.
 [4] 俞露.大悬臂预应力混凝土盖梁设计分析[J].中国市政工程,2010(2):25-27.

《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