

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2021.09.025

钢束对空心板桥梁横向分布系数的影响

魏保平

(中国中元国际工程有限公司, 北京市 100089)

摘要: 空心板梁桥的横向分布系数对其结构设计至关重要, 常规计算中不计入钢束对其影响。鉴于钢束会提高板梁的竖向刚度, 研究了钢束对空心板梁桥横向分布系数的影响。以一跨有19片空心板梁为例, 基于迈达斯(Midas Civil)建立桥梁上部结构的梁格模型; 对空心板钢束的数量进行适当调整, 通过跨中挠度求解移动荷载的横向分布系数, 并与桥博计算结果进行对比, 得出相关结论。

关键词: 空心板; 钢束; 横向分布系数; 梁格

中图分类号: U441

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2021)09-0086-03

0 引言

目前计算空心板的横向分布系数常用的方法包括:(1)利用桥博横向分布计算模块计算;(2)基于通用有限元软件建立梁格模型, 通过每片梁的挠度反算各片主梁的横向分布系数。方法(2)的通用性强于方法(1), 但建模工作量较大。方法(2)中, 在计算每片主梁的挠度过程中, 可以考虑板梁预应力束等因素对其竖向刚度的影响, 得出更细分的挠度值和分布系数值。常规的结构设计过程中, 一般不考虑板梁预应力束对其横向分布系数的影响。鉴于预应力束会提高板梁的竖向刚度, 文中以一座简支空心板梁桥为例, 对空心板的不同配束情况, 通过梁格法得到的跨中位移计算出横向分布系数, 并与桥博中铰接板梁法计算的结果进行校核, 以研究预应力束对其横向分布系数的影响。

1 工程概况

某桥简支空心板梁预制梁长为15.96 m, 计算跨径为15.46 m, 梁高0.8 m, 边梁梁宽1.95 m, 中梁梁宽1.24 m, 梁间现浇湿接缝宽0.1 m, 桥面宽25.25 m, 桥面布置为1.25 m(给水管) + 4.5 m(人行道) + 7.5 m(机动车道) + 7.5 m(机动车道) + 4.5 m(人行道)。由2片边梁、17片中梁和18道现浇纵向湿接缝组成。预制和现浇结构均采用C50混凝土, 预应力钢束采用标准强度为 $f_{pk}=1\ 860\text{ MPa}$ 的钢绞线。空心板梁截面构造如图1、图2所示(仅示意跨中截面)。

收稿日期: 2021-01-22

作者简介: 魏保平(1977—), 男, 硕士, 工程师, 从事工程总承包相关工作。

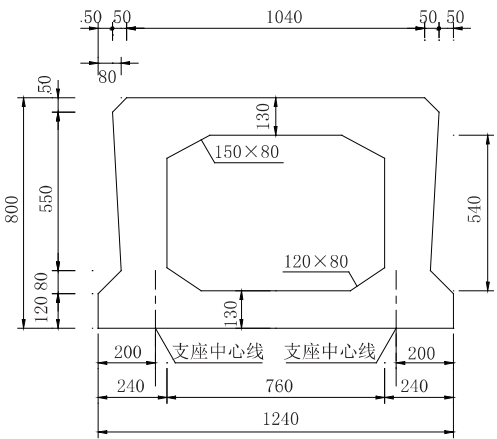


图1 中板跨中截面(单位:mm)

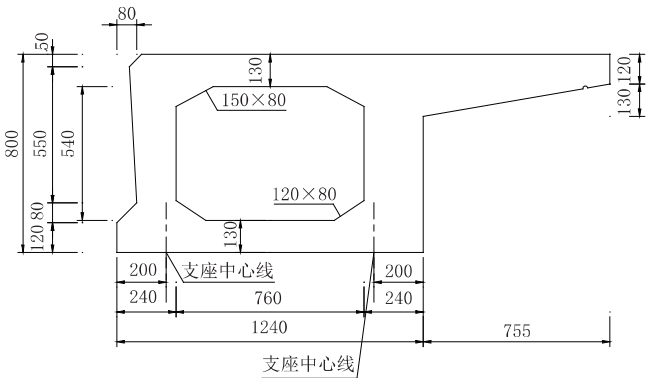


图2 边板跨中截面(单位:mm)

2 使用桥博进行横向分布系数的求解

首先采用桥博软件中的“横向分析”计算功能对本桥按“铰接板梁法”进行横向分布系数的求解。采用Midas Civil中自带的“截面特性计算器”计算各截面的抗弯刚度和抗扭刚度。

考虑车道折减会影响各主梁的横向分布情况, 故分别求得多车道汽车横向分布系数, 见表1(考虑车道折减系数)。可以看到, 在考虑车道折减系数的情况

下,车道数越多,其横向分布不一定越大。这在设计中值得注意。另外,1 号边板的横向分布系数值小于 19 号边板,是由 1 号边板其上布置有管架,车道荷载离其较远所致。

表 1 桥博计算横向分布系数					
梁号	1	9	10	11	19
主梁横向分布(4 车道)	0.106	0.205	0.207	0.208	0.140
主梁横向分布(3 车道)	0.115	0.201	0.200	0.202	0.152
主梁横向分布(2 车道)	0.126	0.199	0.203	0.203	0.166

3 建立梁格分析模型

基于 Midas Civil 建立该简支空心板梁的空间梁格等效分析模型,19 片纵梁模拟成纵向梁单元,18 道纵向湿接缝通过虚拟横梁连接,并释放横梁梁端约束。本文考虑以下 3 种空心板钢束布置情况(钢束形状参照公路桥涵通用 16 m 空心板):

(1)边板 2 根 $3*\Phi 15.2$ 和 2 根 $4*\Phi 15.2$,中板 4 根 $3*\Phi 15.2$ (以下简称“钢束 1”)。

(2)边板 4 根 $4*\Phi 15.2$,中板 2 根 $3*\Phi 15.2$ 和 2 根 $4*\Phi 15.2$ (以下简称“钢束 2”)。

(3)边板 2 根 $4*\Phi 15.2$ 和 2 根 $5*\Phi 15.2$,中板 4 根 $4*\Phi 15.2$ (以下简称“钢束 3”)。

全桥工划分 991 个节点和 1 222 个单元,等效分析空间梁格模型如图 3 所示。

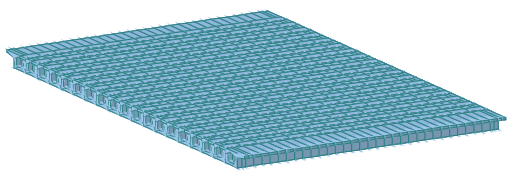


图 3 空心板梁模型

4 梁格模型横向分布系数求解

为方便与桥博计算结果进行比较,本模型仅考虑 4 车道作用下各板的荷载效应情况,同时也考虑车道荷载折减的影响,对于边板来说,得出的结果不是其最不利的工况。运行 Midas Civil 结构模型,得到各主梁在车道荷载作用下的挠度,并计算相应的横向分布系数。考虑本桥的梁板数较多,本文仅对 1 号边板(管架侧),9 号、10 号、11 号中板,19 号边板作为主要研究对象。在左边载作用下,为 1 号边板、9 号中板的最不利布载位置,主梁的挠度见表 2。在中载作用下,得到 10 号中梁的最大挠度,主梁的挠度见表 3。在右边载作用下,为 11 号中板、19 号边板的最不利加载位置,主梁的挠度见表 4。

表 2 左边载作用下的主梁跨中挠度			
梁号	主梁跨中挠度		
	钢束 1	钢束 2	钢束 3
1	2.338	2.330	2.326
9	4.324	4.314	4.310
10	4.526	4.516	4.513
11	4.385	4.376	4.372
19	1.803	1.796	1.793

表 3 中载作用下的主梁跨中挠度			
梁号	主梁跨中挠度		
	钢束 1	钢束 2	钢束 3
1	1.815	1.808	1.805
9	4.035	4.025	4.021
10	4.793	4.783	4.779
11	5.045	5.035	5.031
19	2.254	2.246	2.242

表 4 右边载作用下的主梁跨中挠度			
梁号	主梁跨中挠度		
	钢束 1	钢束 2	钢束 3
1	1.391	1.385	1.382
9	3.598	3.589	3.586
10	4.963	4.954	4.950
11	5.776	5.766	5.762
19	2.801	2.792	2.787

通过对各主梁的最不利位置进行加载,得到它们的挠度值。然后依据挠度与横向分布系数的比值关系,求出不同钢束数量情况下,主梁的横向分布系数值(考虑车道折减系数),见表 5。

表 5 梁格法计算横向分布系数			
梁号	主梁横向分布		
	钢束 1	钢束 2	钢束 3
1	0.101 5	0.101 4	0.101 3
9	0.187 6	0.187 7	0.187 8
10	0.207 9	0.208 0	0.208 1
11	0.205 6	0.205 9	0.205 9
19	0.121 5	0.121 5	0.121 4

由表 5 计算出的横向分布结果可以推断,梁格法模型中钢束数量的变化对空心板梁的横向分布有影响,但是很小,在实际设计过程中可以忽略。同时对较宽的桥梁结构,边板有随钢束增加,其横向分布减小的趋势;而中板随钢束增加,其横向分布增加。主要原因是钢束增加,其自身刚度加强,能承担更多的车道荷载。与边板相比,对作用其上的中板挠度值减少幅度小于边板。也就是说,钢束的增加对车道荷载作用下的中板的横向分布效应影响更为明显。

由表 6、图 4 可知。与 Midas Civil 梁格法计算的

结果相比,桥博计算的结果表现出各板的横向分布更为均匀。这可能主要是因为 Midas Civil 中模拟的横向连系梁的刚度取值和桥博不同,或者本模型的横向连系梁的截面特性还有进一步优化的空间。如果考虑桥梁上部结构的二期铺装,将使计算的结果更偏向于桥博的取值。

表 6 桥博法与梁格法计算横向分布系数结果比较

梁号	桥博法			梁格法(4 车道)		
	4 车道	3 车道	2 车道	钢束 1	钢束 2	钢束 3
1	0.106	0.115	0.126	0.101 5	0.101 4	0.101 3
9	0.205	0.201	0.199	0.187 6	0.187 7	0.187 8
10	0.207	0.200	0.203	0.207 9	0.208 0	0.208 1
11	0.208	0.202	0.203	0.205 6	0.205 8	0.205 9
19	0.140	0.152	0.166	0.121 5	0.121 5	0.121 4

5 结 语

对比不同钢束下空心板横向分布的数值可以看出,适当钢束数量的改变对板梁自身略有影响,但是很小,实际设计过程中可以忽略。从桥博法计算和梁

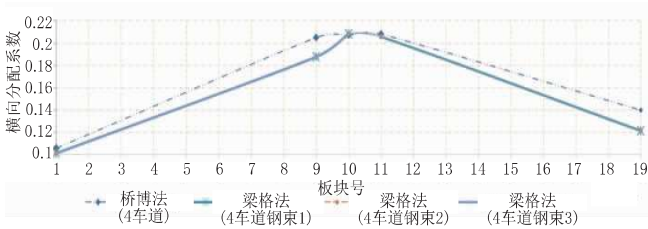


图 4 横向分布系数分布图

格法计算的结果对比可以得到,桥博中计算空心板的横向分布的均匀性更好,边板大于 Midas Civil 计算的数值,中板小于 Midas Civil 中计算的数值,实际设计中,采用桥博法计算的中板横向分布是偏于不利的,对中板横向分布的取值可以适当增加。

参考文献:

[1] JTG D60—2004,公路桥涵设计通用规范[S].
[2] 刘美兰. Midas Civil 在桥梁结构分析中的应用(一)[M]. 北京: 人民交通出版社,2012.
[3] 张军辉. 梁格法求得横向分布系数与桥博计算结果的比较分析[J]. 黑龙江科技信息, 2014(13): 200.
[4] 周义强,唐康Ⅲ,罗长维. 空心板桥横向分布系数计算方法精度分析[J]. 科技信息,2014(6): 185.

(上接第 82 页)

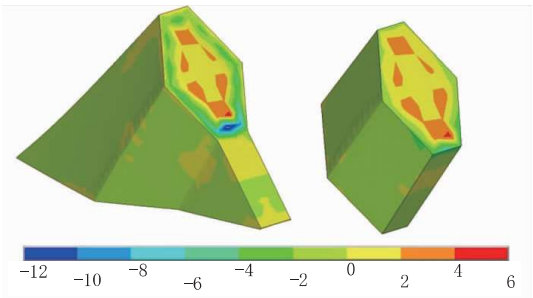


图 10 混凝土主应力分布图(单位:MPa)

梁上,得出整体稳定系数为 9.9,安全系数均大于 4.0。失稳模态为拱肋面外失稳,如图 11 所示。

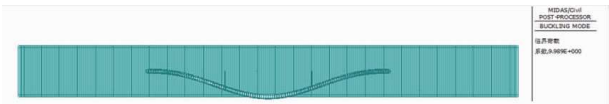


图 11 主桥失稳模态图(单位:MPa)

5 结 语

本文介绍了一座主跨为 110 m 下承式单索面拱

梁组合结构设计。得出以下结论:

- (1)通过对桥梁结构的有限元计算,表明在全桥悬臂浇筑阶段及运营阶段,该桥主梁、拱肋及吊杆的受力均满足规范要求;
- (2)建立拱座局部分析模型,结果表明拱肋及拱座受力满足规范要求。其中,拱座内拱肋传力长度为 2 m,为保证拱肋传递路径有效,拱肋深入拱座内长度设计取 4 m,不小于 2 倍传力长度。拱座内预埋拱肋长度设计取值可为同类型桥梁提供参考。

参考文献:

[1] 吴用贤,仲健,陆宏伟.承德市闫营子主桥结构设计及计算分析[J]. 城市道桥与防洪,2020(8):144-146+17.
[2] CJJ 11—2011,城市桥梁设计规范[S].
[3] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
[4] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土设计规范[S].