

预制混凝土小箱梁结构中横隔板的作用分析

黄洁

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:随着预制装配技术在国内的蓬勃发展,预制混凝土小箱梁得以大范围应用。预制混凝土小箱梁中横隔板大大增加了现场施工难度、施工时间及工程造价。中横隔板的必要性有待进一步探讨。以30 m+30 m简支变连续预应力混凝土小箱梁工程实例为研究基础,采用虚拟横梁单元法,建立三维Midas Civil有限元模型,对中横隔板对结构内力影响进行分析,结果显示设置中横隔板对小箱梁边梁活载挠度、弯矩影响不大,使小箱梁边梁腹板变厚处产生更不利剪力及对应扭矩,从而对小箱梁最小截面抗剪扭承载力验算更为不利。

关键词:中横隔板;预制装配式混凝土小箱梁;边梁;最小截面抗剪扭承载力验算

中图分类号: U448.21+3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)03-0077-03

0 引言

预制装配式混凝土小箱梁结构经济指标低、结构刚度较大、梁高适中、对地面交通影响较小、便于快速施工。预制拼装小箱梁结构得以广泛使用。设置中横隔板会增加结构自重、增加自重作用下跨中挠度、增加施工难度以及增加工程造价。国内外学者也对中横隔板的设置进行了一定的研究。文献[1]建议在小于等于30 m的小箱梁中增设一道横隔板,无须增设3道横隔板。文献[2]研究显示设置中横隔板,能提高箱梁整体性能。本文在30 m+30 m简支变连续预应力混凝土小箱梁工程实例的基础上,采用虚拟横梁单元法^[3]建立三维Midas Civil有限元模型,对在有无设置中横隔板的情况下,小箱梁边梁在活载作用下的跨中挠度、各个工况下的小箱梁边梁的内力进行对比,进一步根据规范要求^[4,5]对小箱梁承载力验算进行分析。

1 模型建立

本工程项目桥梁横断面总宽12.5 m,由三片小箱梁组成,梁间距4.029 m。桥孔两端均设置一道横隔板,横隔板厚度0.4 m;跨中横隔板厚度采用0.3 m。桥梁横断面可以布置三车道。小箱梁截面见图1,支点处腹板厚度320,底板厚度300;跨中腹板厚度190 mm,底板厚度220 mm。小箱梁纵向腹板加厚段长4 m。小箱梁结构计算模型采用有限元软件

Midas/civil,采用虚拟横梁单元法分别建立有跨中横隔板和无跨中横隔板的三维模型(见图2)。三片小箱梁采用纵向空间梁单元模拟,湿接缝及边梁外侧挑臂也采用横向梁单元模拟。

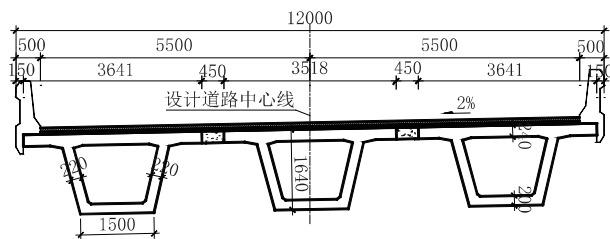


图1 箱梁截面图(单位:mm)

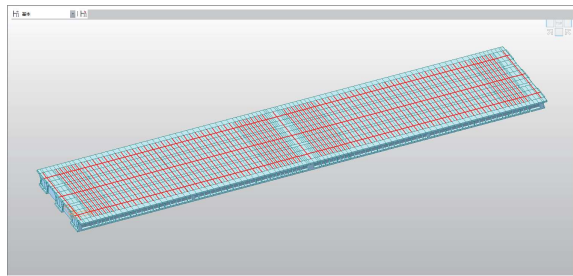


图2 有中横隔板小箱梁有限元模型

2 计算分析

2.1 中横隔板对跨中挠度的影响

根据规范^[5]持久状况正常使用极限状态计算要求,本节重点对比分析了混凝土小箱梁在活载作用下中梁和边梁最大挠度。

活载取的是最不利车道偏心荷载。在偏心车道荷载作用下(见表1),由于横隔板加强了结构整体性,有横隔板的三片小箱梁跨中挠度差比较小;无横隔板的三片小箱梁跨中挠度差较大;无横隔板的小箱梁边梁最大挠度比有横隔板的小箱梁边梁最大挠度稍大4.64%。

收稿日期: 2021-05-20

作者简介: 黄洁(1989—),女,硕士,工程师,从事桥梁设计研究工作。

表 1 活载作用下跨中挠度

跨中位移 /m	偏心活载		
	1#	2#	3#
有横隔板	-0.010 99	-0.008 94	-0.006 7
无横隔板	-0.011 5	-0.009 02	-0.006 11
差值	-0.000 51	-8E-05	0.000 59
百分比	4.64%	0.89%	-8.81%

2.2 中横隔板对小箱梁内力的影响

在工程设计中,我们需要提取混凝土小箱梁构件的内力,并进行承载能力极限状态验算。本工程中中梁与边梁基本尺寸一致,但边梁的横向分布系数比中梁大,受力更为不利,故本文重点对比分析边梁在活载及承载能力基本组合作用下的内力。

对于混凝土小箱梁,承载能力极限状态验算主要包括抗弯承载力验算、抗剪扭承载力验算。抗弯承载力验算最不利点为小箱梁跨中及支座处;抗剪扭承载力验算最不利点一般为支点附近或小箱梁腹板变厚处。所以本文重点对比分析支点附近及腹板变厚处在有无设置横隔板的情况下结构内力。内力主要包括最大弯矩(见表 2)、最大剪力及对应扭矩(见表 3)、最大扭矩及对应剪力(见表 4)。

表 2 各荷载作用下边梁最大跨中弯矩

边梁	跨中弯矩 /(kN·m)		
	恒载	活载	承载力极限基本组合
有横隔板	5 070	2 923	10 948
无横隔板	4 794	3 044	10 796
绝对值差值	-276	121	-152
百分比	-5.44%	4.14%	-1.39%

表 3 各荷载作用下边梁最大支座弯矩

边梁	支座弯矩 /(kN·m)		
	恒载	活载	承载力极限基本组合
有横隔板	-7 916	-2 535	-14 175
无横隔板	-7 505	-2 611	-13 788
绝对值差值	-411	76	-387
百分比	-5.19%	3.00%	-2.73%

表 4 活载作用下边梁最大剪力及对应扭矩

边梁活载	支点附近		腹板变厚处	
	最大剪力 /kN	对应扭矩 /(kN·m)	最大剪力 /kN	对应扭矩 /(kN·m)
有横隔板	774	65	625	136
无横隔板	778	28.5	632	48.4
差值	4	-36.5	7	-87.6
百分比	0.52%	-56.15%	1.12%	-64.41%

由表 2 可见:由于横隔板的自重作用,所以无横隔板的小箱梁边梁比有横隔板的小箱梁边梁承担的恒载更小;但由于横隔板能加强小箱梁的整体性,所

以无横隔板的小箱梁边梁比有横隔板的小箱梁边梁承担的活载更大。综合计算,无横隔板的小箱梁边梁比有横隔板的小箱梁边梁在承载力极限基本组合下的跨中弯矩效应稍偏小 1.39%;支座弯矩效应稍微偏小 2.73%。

由表 4 及表 5 可见,有无设置横隔板对支点及腹板变厚处的最大剪力影响不大,但对最大剪力对应的扭矩影响较大。无横隔板的小箱梁边梁比有横隔板的小箱梁边梁在支点附近最大剪力效应下对应的扭矩小 56.15%;在腹板变厚处最大剪力效应对应的扭矩小 64.41%。这是由于横隔板加强了横向联系,横隔板向边梁传递了部分中梁承受的荷载,从而边梁承受了更大的扭矩。

表 5 活载作用下边梁最大扭矩及对应剪力

安全系数	支点附近		腹板变厚处	
	最大剪力及对应扭矩	最大扭矩及对应剪力	最大剪力及对应扭矩	最大扭矩及对应剪力
有横隔板	1.187 8	1.368 6	0.859 6	1.005 0
无横隔板	1.228 2	1.354 8	0.909 5	1.033 2
差值	0.040 4	-0.013 8	0.049 9	0.028 2
百分比	3.40%	-1.01%	5.81%	2.81%

工程经验表明:抗弯承载力验算及配筋的抗剪扭承载力一般可以通过提高钢筋或预应力钢筋的配置来满足验算,但最小截面抗剪扭承载力的验算取决于结构尺寸,控制结构验算。所以本文重点对比研究有无横隔板在承载能力基本组合作用下边梁的最小截面抗剪扭承载力验算,并计算安全系数(见表 6)。

表 6 承载能力基本组合作用下边梁最小截面抗剪扭安全系数

安全系数	支点附近		腹板变厚处	
	最大剪力及对应扭矩	最大扭矩及对应剪力	最大剪力及对应扭矩	最大扭矩及对应剪力
有横隔板	1.187 8	1.368 6	0.859 6	1.005 0
无横隔板	1.228 2	1.354 8	0.909 5	1.033 2
差值	0.040 4	-0.013 8	0.049 9	0.028 2
百分比	3.40%	-1.01%	5.81%	2.81%

由表 6 可见:最小截面的抗剪扭承载力验算最不利的工况为在最大剪力及对应扭矩作用下腹板变厚处的验算。由于腹板变厚处,无横隔板的小箱梁边梁与有横隔板的小箱梁边梁承载力极限基本组合下最大剪力相差不大,但最大扭矩明显偏小。所以无横隔板的小箱梁边梁比有横隔板的小箱梁边梁最小截面抗剪扭安全系数较大 5.81%。无横隔板的小箱梁边梁受力更有利。

3 结 论

本文主要研究预制混凝土小箱梁中横隔板对结构受力性能的影响。通过建立有中横隔板及无中横隔板的预制混凝土小箱梁 Midas Civil 三维有限元对比模型,对小箱梁边梁活载作用下的跨中挠度、各个工况下的小箱梁边梁的内力进行对比,得出如下结论:

(1)在偏心车道荷载作用下,由于中横隔板加强了结构整体性,无中横隔板的三片小箱梁跨中挠度差比较大、边梁最大挠度稍大 4.64%。有无设置中横隔板对跨中挠度影响不大。

(2)由于中横隔板的自重作用,无中横隔板的小箱梁边梁比有中横隔板的小箱梁边梁承担的恒载更小、活载更大、在承载力极限基本组合下的跨中弯矩偏小 1.39%及支座弯矩效应稍微偏小 2.73%。有无设置中横隔板对弯矩影响不大。

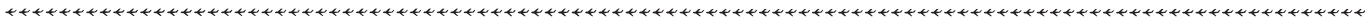
(3)无中横隔板的小箱梁边梁比有中横隔板的小箱梁边梁承担的最大剪力相近,但最大剪力效应下对应的扭矩要明显较小。这是由于中横隔板加强了横向联系,中横隔板向边梁传递了部分中梁承受的荷载,从而边梁承受了更大的扭矩。

(4)根据工程经验表明,抗弯承载力验算及配筋的抗剪扭承载力一般可以通过提高钢筋或预应力钢筋的配置来满足验算,但最小截面抗剪扭承载力的验算取决于结构尺寸,控制结构验算。无中横隔板的小箱梁边梁最小截面的抗剪扭承载力验算具有更高的安全系数。

综上所述,设置中横隔板对小箱梁可以略微减小结构在偏心车道荷载下的挠度,但影响幅度不大。设置中横隔板对小箱梁抗弯承载力验算影响不大、对小箱梁抗剪扭承载力验算更为不利。预制混凝土小箱梁可以考虑取消设置横隔板,但应进行必要的计算分析。

参考文献:

[1] 赵巧燕.预制拼装小箱梁结构横隔板设置的影响分析[J].公路交通科技(应用技术版),2016(6):230-232.
[2] 于金琪.横隔板设置对小箱梁的作用[J].四川建筑,2009(1):135-136.
[3] 葛素娟,李静斌.虚拟横梁单元法在小箱梁桥建模中的应用[J].河南城建学院学报,2009(4):1-3.
[4] JTG/T D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
[5] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].



《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