



公路工程的 实践与认识

GONGLU GONGCHENG DE
SHIJIAN YU RENSHI

周一勤 著

中国矿业大学出版社

公路工程的实践与认识

周一勤 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是作者在多年实践和科研基础上撰写而成的关于公路工程规划、设计、施工、质监和建设管理方面的专著,主要包括以下内容:路基路面、桥梁、隧道和公路环保等,是作者从事理论和工程实践的总结,从一个侧面反映了公路工程建设中疑难问题的处理和技术发展水平。

本书可供从事公路工程、市政工程的设计和施工、管理人员参考,也可以作为高等院校路桥土建工程类研究生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程的实践与认识/周一勤著. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.9

ISBN 7-81107-380-3

I.公… II.周… III.道路工程 IV.U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079078 号

书 名 公路工程的实践与认识

著 者 周一勤

责任编辑 张怡菲 姜 华

责任校对 吴学兵

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编:221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 南京理工大学印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 440 千字

版次印次 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印 数 1~2 000 册

定 价 70.00 元

(图书出现印刷质量问题,本社负责调换)

序一

王振民

《公路工程的实践与认识》一书是作者长期以来从事交通建设与管理方面的实践经验和理论研究的总结,其论文和研究内容比较广泛,成果比较突出,并已在应用中取得了明显的经济效益和社会效益。本书中作者撰写的科技论文可分为两类:一类是有关公路、桥梁、隧道等工程的理论性研究,另一类是把实际工程中遇到的问题提升到理论层面上进行分析,为今后推广应用提供依据。其中《预应力混凝土等效荷载的计算》一文根据预应力等效荷载理论,导出了各种预应力筋线型相应的预应力等效荷载普遍计算公式等;《半圆石拱桥承载能力的讨论》一文提出的半圆石拱桥承载能力的计算方法,将为今后该类拱桥的鉴定和荷载试验提供了合理的分析计算方法。此外,作者撰写的《公路隧道二次衬砌顶部脱空的分析及处理》、《公路隧道二次衬砌混凝土温差收缩裂缝的分析与防治》以及《地基不均匀沉降对箱涵内力影响的探讨》等论文,均结合温州高速公路建设的实际工程案例进行了认真的总结,从中得出的结论性意见可供同类型工程参考和借鉴。作者发表的《缺陷钻孔灌注桩的桩身强度分析》一文,采用理论方法对存在缺陷的桩身强度进行分析,并给出评判标准,为合理认定是否需要加固处理提供了重要依据。

本书所收集的科研成果和论文,曾多项获得省(部)、市(厅)级科技进步奖和省、市科协优秀论文奖,反映了作者扎实的理论基础、丰富的实践经验和严谨的治学作风。建议读者在参考应用其成果时,如遇到尚待商榷的问题,多沟通、多联系,使本书有关内容不断得以充实完善。我衷心祝愿本书出版并期望其对公路工程相关专业内容的设计、施工、监理及管理起到积极的指导作用。

2006年9月于杭州

序二

温州市人民政府副市长 陈宏峰

温州山川秀丽,人杰地灵,经济繁荣,交通发达。温州是中国民营经济的发祥地,我国首批对外开放的沿海城市。改革开放以来,交通事业得到了飞速的发展。甬台温高速公路和金丽温高速公路全面建成通车,实现了全省“四小时公路交通圈”。瓯江口深水港、温福铁路和甬台温温州段铁路已开工建设,温州永强机场也在扩建之中,立体交通网络正在逐步形成。在温州现代化交通建设中,工程技术人才发挥了重要的作用。广大科技人员在交通建设的丰富实践中发挥聪明才智,攻坚克难,解决了一个个工程建设的难题,取得了一项项科研成果。科研成果需要深化推广,实践经验需要总结提高。周一勤同志的《公路工程的实践与认识》一书的出版,就是从这个方向迈出的可喜一步。在此,我表示热烈的祝贺!

我与周一勤同志是浙江交通学校(现为浙江交通职业技术学院)的校友。我们曾在永嘉县交通局、温州市交通系统共事多年,他理论联系实际、勤奋好学、锐意进取的精神给我留下了深刻的印象。

《公路工程的实践与认识》是作者对20多年参加公路交通建设实践经验的总结。作者为解决工作中遇到的问题,努力学习,刻苦钻研,总结经验教训,撰写科技论文,在国家、省、市级科技刊物上发表科技论文60多篇。书中论文内容丰富,涵盖了路基路面、桥梁隧道和建设管理等内容,并且作者理论联系实际,解决问题思路清晰,方法科学,数据翔实可靠。

周一勤同志是温州市交通系统的一名技术骨干,长期在公路建设第一线工作,取得了较大的成绩。希望周一勤同志再接再厉,继续投身到热火朝天的公路交通建设中去,进一步提高自己发现问题、处理问题的能力,有更多更好的作品问世,为公路建设作出更大的贡献!

2006年9月

目 录

装配式钢筋混凝土矩形桥板的设计计算	(1)
装配式钢筋混凝土空心桥板的设计计算	(6)
查表计算橡胶支座板桥的支点和支座反力影响线	(10)
叠层梁的内力计算及其应用	(12)
钢筋混凝土圆环形截面偏心受压计算	(17)
均质砂(砾)类土高路堤边坡稳定性验算的简易算法	(23)
具有小边板的铰接板荷载横向分布计算	(26)
16 m 钢筋混凝土空心桥板设计及其合理性分析	(28)
夹层叠层梁的内力计算及其应用	(30)
半圆石拱桥承载能力的讨论	(37)
曲线梁桥的平面线型及其内力分析	(42)
永嘉九丈至三角岩公路应及早开通	(47)
预应力混凝土等效荷载的计算	(49)
简支斜梁桥桥面连续板的内力分析	(55)
关于桥面设计标高和竣工标高的探讨	(62)
桥梁流水压力的计算	(64)
连续梁中间支承处和桩柱墩台盖梁负弯矩折减值的计算	(68)
一种新的公路缓和曲线	(73)
曲线挡土墙主动土压力作为空间问题的一种计算方法	(78)
百年大计 质量第一	
——温州市将军桥高架桥施工监理简介	(86)
钢筋混凝土矩形板的优化设计	(89)
浅谈山区民间桥梁的设计	(92)
缺陷钻孔灌注桩的桩身强度分析	(95)
桥梁工程质量检验评定标准若干问题的探讨	(104)
加快温州市交通建设步伐的设想	(109)
钻孔灌注桩冒水塌孔处理一例	(113)
进一步提高交通建设工程质量的若干设想	(114)
水泥混凝土抗压强度评定有关问题的探讨	(118)

刚构(四桩)组合桥台设计实例·····	(123)
注重科学研究 搞好公路交通·····	(131)
钻孔灌注桩桩身缺陷原因与预防探讨·····	(135)
温州市高速公路建设若干问题的探讨·····	(139)
公路工程费用监理浅谈·····	(143)
温州市交通建设工程施工招投标情况的统计和分析·····	(146)
推行工程监理制度 全面提高工程质量·····	(150)
桥面混凝土铺装层早期裂缝成因及其预防措施·····	(155)
多孔桥梁边孔刚构桥台在软土地基中的应用·····	(158)
设置橡胶支座的不同板宽铰结板支点横向分配系数和支座反力的计算·····	(165)
宁缺勿滥 减少水分 严把工程质量鉴定关·····	(171)
公路隧道二次衬砌顶部脱空的分析及处理·····	(174)
特殊场址软土地基上工程事故及处理的探讨·····	(181)
非均匀沉降连续箱涵的受力分析·····	(186)
钻孔灌注桩施工质量控制若干问题的探讨·····	(193)
公路隧道横断面形式优化设计的讨论·····	(197)
加强企业自检 进一步提高交通建设工程质量·····	(202)
车辆超限运输对公路沥青路面的影响及对策·····	(206)
公路隧道二次衬砌混凝土温差收缩裂缝的分析与防治·····	(211)
地基不均匀沉降对箱涵内力影响的探讨·····	(218)
粉喷桩软基处理设计施工若干问题的探讨·····	(222)
软基路堤超载预压路段工后沉降预测·····	(226)
浅议进一步发挥交通运输协会在交通科技进步中的作用·····	(232)
甬台温高速公路温州乐清段改性沥青路面实施及使用效果分析·····	(235)
甬台温高速公路瑞安段真空预压软基处理效果分析·····	(240)
甬台温高速公路乐清段环保措施及效果评价·····	(245)
甬台温高速公路乐清段水土保持生态恢复措施及效果评价·····	(250)
高速公路沿线地质灾害危险性后评估方法探讨 ——以甬台温高速公路温州段为例·····	(255)
傍山和软基结合高路堤稳定性与沉降控制研究·····	(262)
后记·····	(269)

装配式钢筋混凝土矩形桥板的设计计算

交通部公路规划设计院编制的装配式钢筋混凝土矩形板标准图^[1],在桥涵工程中得到广泛的应用。该标准图是按桥面净空净—4.5 m 和净—7 m 两种形式进行设计的。但在实际工作中,特别是在农村机耕路的修建中,桥面净空往往难以按标准净空来设计。另一方面,新的桥涵设计规范自 1985 年 8 月 1 日起实行以后,标准图能否满足新规范的要求,也是一个值得研究的问题。近年来,笔者作了尽可能节省工程材料、增大桥面净空的初步探索,将边块矩形板改为悬臂安全带结构。本文将对非标准净空和边块采用悬臂安全带结构的钢筋混凝土矩形桥板进行设计计算,不当之处请读者给予指正。

1 矩形桥板截面强度验算

按标准图,标准跨径为 5、6、8 m 时采用高栏杆结构,其横断面如图 1 所示。

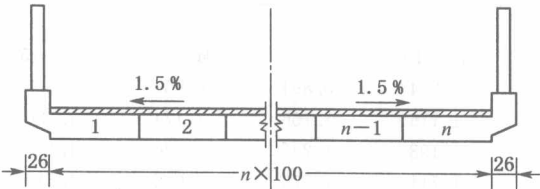


图 1 矩形板桥断面(单位:cm)

由文献[2]可知,桥面板荷载横向分布系数按铰接板法进行计算。表 1 为不同板数的跨中荷载横向分布系数^[3]。

表 1 跨中荷载横向分布系数

车道数	行车道板数	跨径(m)	汽车 m_{c0}	履带车 m_{cl}	挂车 m_{cg}
单 车 道	三块板 $n=3$	5	0.346	/	/
		6	0.343	/	/
		8	0.340	/	/
	五块板 $n=5$	5	0.287	0.217	0.199
		6	0.269	0.213	0.200
		8	0.347	0.209	0.201
双 车 道	六块板 $n=6$	5	0.348	0.242	0.192
		6	0.345	0.230	0.190
		8	0.341	0.212	0.184
	七块板 $n=7$	5	0.337	0.211	0.202
		6	0.329	0.201	0.193
		8	0.319	0.187	0.180

注:支点荷载横向分布系数为:汽车 $m_{c0}=0.5$,履带车 $m_{cl}=0.5$,挂车 $m_{cg}=0.3$ 。

由表 1 可知,跨中荷载横向分布系数随矩形板数的增多而减小,也就是说,在车道数一定和桥面净空满足车辆标准横向排列的前提下,最少板数时,横向分布系数最大。另一方面,在计算恒载内力时,将栏杆和安全带的重量按板数平均分摊,故板数最少时,恒载内力最大。因此,按标准桥面净空设计的矩形桥板,当采用小于标准净空时,矩形板截面强度就有进行验算的必要。笔者计算了不同板数、不同跨径的矩形板,恒载和活载内力按文献[4~6]进行组合,其控制设计内力如表 2 所示。

表 2 计算内力汇总

项 目	容许应力法						极限状态法					
	L=5 m		L=6 m		L=8 m		L=5 m		L=6 m		L=8 m	
	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q	M	Q
汽—10 级	7.886	7.529	11.028	10.058	18.614	11.570	11.053	12.202	16.022	14.529	27.295	15.872
汽—15 级	9.665	9.294	12.688	10.528	20.722	13.006	12.984	12.545	16.879	14.111	27.295	17.883

注:在窄桥上很少用汽—20 级设计,故没有进行计算。单位: $M(t \cdot m)$; $Q(t)$

下面分别用容许应力法和极限状态法对跨中、支点截面进行验算(本文仅验算文献[1]中使用Ⅱ级钢筋时的设计),计算结果见表 3。

表 3 矩形桥板截面强度验算

计算 方法	项 目	汽—10 履—50			汽—15 履—80		
		L=5 m	L=6 m	L=8 m	L=5 m	L=6 m	L=8 m
容 许 应 力 法	控制设计板数 n	3	6	5	3	3	5
	控制设计荷载	汽—10	履—50	履—50	汽—15	汽—15	履—50
	$[\sigma_g]/\sigma_g$	0.834	0.894	0.957	0.835	0.908	0.957
	$[\sigma_h]/\sigma_h$	1.116	1.166	1.174	1.086	1.131	1.174
	$[\sigma'_h]/\sigma'_h$	1.198	1.235	1.320	1.184	1.111	1.320
	$[\tau]/\tau$	1.711	1.575	2.005	1.519	1.544	2.005
极 限 状 态 法	控制设计板数 n	6	6	5	3	3	5
	控制设计荷载组合	恒载+履带—50			恒载+汽—15		恒载+履—50
	M/M_1	0.927	0.934	1.025	0.945	1.052	1.025
	Q/Q_1	1.194	1.207	1.271	1.008	1.033	1.271

注: $[\sigma_g]$ 为受拉钢筋容许应力与跨中截面中钢筋计算应力之比; $[\sigma_h]$ 为铺装层混凝土容许应力与跨中截面计算板顶(预制板加 4 cm 铺装层)混凝土计算应力之比; $[\sigma'_h]$ 为预制板混凝土容许应力与跨中截面预制板顶混凝土计算应力之比; $[\tau]$ 为预制板混凝土容许剪应力与支点截面混凝土计算剪应力之比; M/M_1 为跨中截面抗弯强度与计算弯矩之比; Q/Q_1 为支点截面抗剪强度与计算剪力之比。

由表 3 可以看出:

(1) 按容许应力法计算时,跨中截面钢筋应力除跨径为 8 m 时在容许范围之内($< 5\%$),其余跨径的跨中截面钢筋应力均已超过容许应力。支点截面剪应力均满足要求。

(2) 按极限状态法计算时,除跨径为 8 m 和 6 m(在汽—15 作用下)跨中截面强度满足外,其余均不满足。支点剪力能满足要求,不需进行斜截面抗剪强度验算,而按构造配置箍筋。

2 矩形桥板截面配筋计算

当采用非标准净空的矩形板时,据表 2 的计算内力,按极限状态法进行截面配筋,其结果见表 4。

表 4 矩形桥板截面配筋

跨径(m)	汽—10 级					汽—15 级				
	板厚 (cm)	钢筋 用量	混凝土 标号	跨中 M/M_1	支点 Q/Q_1	板厚 (cm)	钢筋 用量	混凝土 标号	跨中 M/M_1	支点 Q/Q_1
5	23	10 ϕ 16	20	1.012	1.194	25	9 ϕ 18	20	1.056	1.008
6	28	8 ϕ 20	20	1.050	1.207	28	10 ϕ 18	20	1.052	1.033
8	36	10 ϕ 29	25	1.025	1.271	36	10 ϕ 20	25	1.025	1.271

由表 4 可以看出,在汽—10 级荷载作用下,当跨径为 5 m 和 6 m 时,只要按标准图增加一根受拉钢筋即可;在汽—15 级荷载作用下,当跨径为 5 m 时,将标准图中 10 ϕ 16 换成 9 ϕ 18 即可。因此,在实际施工中,除主筋按表 4 配置外,其余均采用标准图的配筋设计。

3 悬臂安全带强度计算

矩形板边块采用悬臂安全带结构时,其构造见图 2,具体尺寸列为表 5。

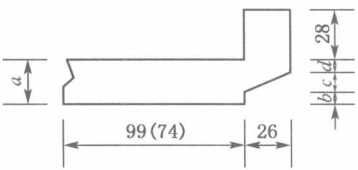


图 2 悬臂安全带构造(单位:cm)

表 5 边部矩形悬臂安全带尺寸

跨径 (m)	单位	汽—10 级				汽—15 级			
		a	b	c	d	a	b	c	d
5	cm	3	8	8	7	25	8	10	7
6		28	8	10	10	28	8	10	10
8		36	10	12	14	36	10	12	14

取 1 m 悬臂安全带长进行强度计算。恒载计算时将栏杆沿桥长平均分摊,活载分别按文献[5]、[7]计算,然后进行荷载组合,计算其强度。截面配筋可将标准图边块 4 号钢筋换成 ϕ 12,其余按构造配筋。下面举例说明悬臂安全带的强度计算方法。

图 3 为跨径 5 m 矩形板在汽—10 作用下的悬臂安全带及栏杆的构造图。

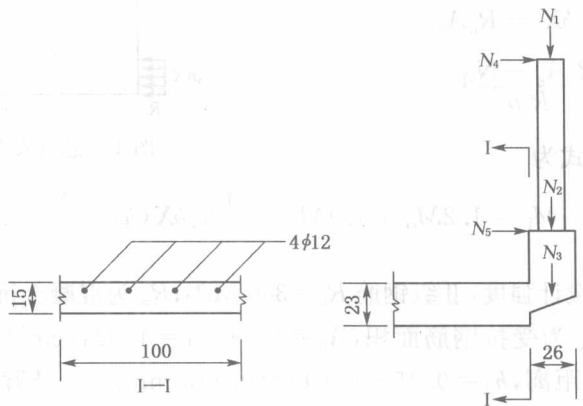


图 3 悬臂安全带受力(单位:cm)

N_1 为按文献[5]规定作用在栏杆扶手上的竖向力, $N_1=1.0 \text{ kN/m}$;

N_2 为每米栏杆柱和扶手的重量, $N_2=1.707 \text{ kN/m}$;

N_3 为每米安全带的重量, $N_3=5.070 \text{ kN/m}$;

N_4 为按文献[5]规定作用在栏杆柱上每米的水平推力, $N_4=0.75 \text{ kN/m}$;

N_5 为按[7]规定汽车的撞击力, 曲线段时每米 $N_5=20 \text{ kN/m}$ 。

3.1 按文献[5]规定计算 I—I 截面强度

恒载弯矩

$$\begin{aligned} M_G &= \frac{1}{2} \times 0.26 \times N_2 + \frac{0.43 + 2 \times 0.35}{3 \times (0.43 + 0.35)} \times 0.26 \times N_3 \\ &= 0.13 \times 1.707 + 0.126 \times 5.070 \\ &= 0.861 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

活载弯矩

$$\begin{aligned} M_Q &= \frac{1}{2} \times 0.26 \times N_1 + e N_4 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.26 \times 1.0 + (1.0 + 0.28 + 0.014) \times 0.75 \\ &= 1.101 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

活载拉力

$$N_Q = N_4 = 0.75 \text{ kN}$$

式中 e ——活载拉力到受拉钢筋重心的距离。

为安全起见, 按组合 I 进行荷载组合

$$\begin{aligned} M_j &= 1.2 M_G + 1.4 M_Q \\ &= 1.2 \times 0.861 + 1.4 \times 1.101 \\ &= 2.575 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

如图 4 所示, 悬臂安全带为弯拉构件, 其中性轴位置由下式确定

$$\begin{aligned} N_Q + R_a b X &= R_g A_g \\ X &= \frac{R_g A_g - N_Q}{R_a b} \end{aligned}$$

截面强度计算公式为

$$M_j = 1.2 M_G + 1.4 M_Q \leq \frac{1}{r_c} R_a b X \left(h_0 - \frac{X}{2} \right)$$

式中, R_g 为钢筋抗拉设计强度, II 级钢筋 $R_g=340 \text{ MPa}$; R_a 为混凝土抗压设计强度, 20 号混凝土 $R_a=11 \text{ MPa}$; A_g 为受拉钢筋面积, $A_g=4 \times 1.31=4.524 (\text{cm}^2)$; h_0 为受拉钢筋重心到受压混凝土边缘的距离, $h_0=0.15-0.014=0.136 (\text{m})$; b 为悬臂安全带截面宽度, 取 $b=1.0 (\text{m})$ 。代入上述数据, 得

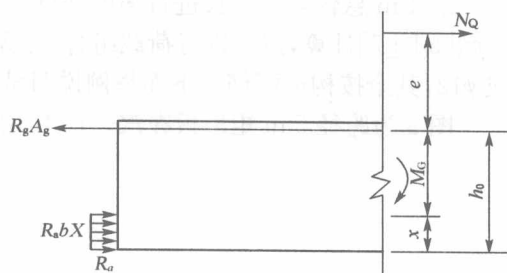


图 4 悬臂安全带结构验算

$$X = \frac{340 \times 10^3 \times 4.524 \times 10^{-4} - 0.75}{11 \times 10^3 \times 1.0} = 1.392 \times 10^{-2} (\text{m})$$

$$M = \frac{1}{1.25} \times 11 \times 10^3 \times 1.0 \times 1.392 \times 10^{-2} \times \left(0.136 - \frac{1.392 \times 10^{-2}}{2} \right) \\ = 15.807 (\text{kN} \cdot \text{m}) > M_j = 2.575 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

截面强度满足。

3.2 按文献[7]规定计算 I—I 截面强度

同理 $M_G = 0.861 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$M_Q = eN_5 = (0.28 + 0.014) \times 20 = 5.88 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$N_Q = N_5 = 20 (\text{kN})$$

$$M_j = 1.2 \times 0.861 + 1.4 \times 5.88 = 9.265 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$X = \frac{340 \times 10^3 \times 4.524 \times 10^{-4} - 20}{11 \times 10^3 \times 1.0} = 1.217 \times 10^{-2} (\text{m})$$

$$M = \frac{1}{1.25} \times 11 \times 10^3 \times 1.0 \times 1.217 \times 10^{-2} \times \left(0.136 - \frac{1.217 \times 10^{-2}}{2} \right) \\ = 13.913 (\text{kN} \cdot \text{m}) > M_j = 9.265 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

截面强度满足。

最后顺便提及,近年来,笔者设计了十几座采用悬臂安全带结构的矩形板桥,使用情况良好。这种结构用于多孔矩形板桥时,除节省上部结构材料外,还大量减少桥墩的圬工材料,经济效益十分显著。

参考文献

- [1] 交通部公路规划设计院. 公路桥涵标准图. 北京: 人民交通出版社, 1978.
- [2] 《公路梁桥设计手册》编写组. 公路梁桥设计手册. 北京: 人民交通出版社, 1979.
- [3] 李国豪等. 公路桥梁荷载横向分布计算. 第2版. 北京: 人民交通出版社, 1987.
- [4] 公路桥涵设计规范. 北京: 人民交通出版社, 1975.
- [5] 公路桥涵设计通用规范. 北京: 人民交通出版社, 1985.
- [6] 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范. 1985.
- [7] 佐藤秀一等. 道路施工法(日). 北京: 人民交通出版社, 1984.

(原载《华东公路》1989年第2期)

装配式钢筋混凝土空心桥板的设计计算

在公路桥梁中,装配式钢筋混凝土空心板梁桥是目前广泛应用的一种桥型。1978年,浙江省交通设计院按桥面净宽 7 m 的标准净宽,用极限状态法计算了装配式钢筋混凝土空心板,并编制了装配式钢筋混凝土空心板设计图集(以下简称《设计图》)。该《设计图》截面和配筋设计简单,施工方便,是广大桥梁工作者乐于采用的一本设计图集。但由于《设计图》是按 1963 年北京版《桥梁按极限状态计算》译本计算的,其计算依据与现行的新规范不同。此外,随着商品经济的发展,农村修建了大量的机耕路,大多数的桥面净宽小于标准净宽。如果简单地套用《设计图》,显然是不安全的。据此,笔者分标准净宽和非标准净宽两种情况,按新规范对《设计图》进行了计算,并考虑到设置橡胶支座对桥端(支点)剪力的影响,调整了空心板截面的配筋,其结果可在实际工作中应用。

1 内力计算

按《设计图》,选用净宽 $n \text{ m} + 2 \times 0.25 \text{ m}$ 无人行道横断面计算内力,如图 1 所示(为简单起见,未画出板的空心部分)。

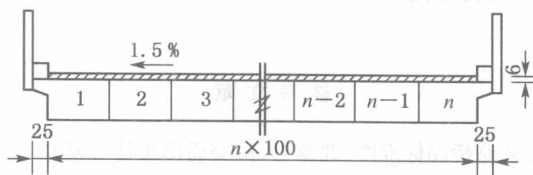


图 1 桥梁断面(单位:cm)

计算恒载内力时,将桥面铺装层、缘面、栏杆和边块悬臂部分按桥面净宽平均分摊。计算活载内力时,车辆荷载均采用等代荷载。跨中荷载横向分布系数按铰接板法计算。支点荷载横向分布系数,除 $L=8 \text{ m}$ (不设橡胶支座)外,其余均考虑了橡胶支座的影响。由文献[1],橡胶支座对跨中荷载横向分布系数影响很小,而对支点影响则较大,故采用文献[2]中的方法计算支点荷载横向分布系数。分析文献[2]中的式(16)($\gamma=0$)和文献[1]中的式(8-5),当式(8-5)中 $\beta=0$ (空心板的 $\beta=0$) 时,两式是完全相同的。因此,不需解繁杂的正则方程,而可利用文献[1]中的 $J_{m\kappa}$ 表直接查得 η_{sk} 值,计算支点荷载横向分布系数 m_0 值。由于板数的多少对 m_0 值影响不大,计算时近似地取 $n=5$ 时的 m_0 值(同文献[2],这里取 $\gamma = \frac{b^2}{b_1^2} =$

$\frac{100^2}{80^2} = 1.563$)。跨中和支点荷载横向分布系数计算结果见表 1。

表 1 荷载横向分布系数汇总

车道	板 数	跨 径 (m)	汽 车 荷 载		挂 车 荷 载		履 带 车 荷 载	
			跨中 m_0	支点 m_0	跨中 m_0	支点 m_0	跨中 m_0	支点 m_0
单 车 道	3 块板 $n=3$	8	0.342	0.500	—	—	—	—
		10	0.340	0.412	—	—	—	—
		13	0.337	0.412	—	—	—	—
	5 块板 $n=5$	8	0.265	0.500	0.210	0.300	0.212	0.500
		10	0.249	0.412	0.207	0.282	0.210	0.271
		13	0.237	0.412	0.205	0.282	0.207	0.271
双 车 道	6 块板 $n=6$	8	0.344	0.500	0.194	0.300	0.200	0.500
		10	0.342	0.412	0.185	0.282	0.194	0.271
		13	0.339	0.412	0.180	0.282	0.187	0.271
	7 块板 $n=7$	8	0.327	0.500	0.191	0.300	0.199	0.500
		10	0.321	0.412	0.183	0.282	0.189	0.271
		13	0.313	0.412	0.173	0.282	0.178	0.271

恒载和活载内力按 1985 年交通部标准《公路桥涵设计通用规范》及《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》进行组合,控制设计计算内力见表 2。

表 2 计算内力组合汇总

桥面 净宽	荷 载	内 力	L=8 m		L=10 m		L=13 m	
			控制设计 荷 载 及 板 数	内 力 值 (kN·m) (kN)	控制设计 荷 载 及 板 数	内 力 值 (kN·m) (kN)	控制设计 荷 载 及 板 数	内 力 值 (kN·m) (kN)
标 准 净 宽	汽—15 级	$M_{L/2}$	履—50 $n=7$	251.16	履—50 $n=7$	364.44	汽—15 $n=7$	599.41
		Q_0	挂—80 $n=7$	164.25	挂—80 $n=7$	204.29	挂—80 $n=7$	231.29
	汽—20 级	$M_{L/2}$	汽—20 $n=7$	319.74	汽—20 $n=7$	463.07	汽—20 $n=7$	701.73
		Q_0	汽—20 $n=7$	205.85	挂—100 $n=7$	223.61	挂—100 $n=7$	264.78
非 标 准 净 宽	汽—15 级	$M_{L/2}$	履—50 $n=5$	261.84	汽—15 $n=3$	398.79	挂—80 $n=5$	649.12
		Q_0	挂—80 $n=5$	172.92	挂—80 $n=5$	207.74	挂—80 $n=5$	249.71
	汽—20 级	$M_{L/2}$	汽—20 $n=3$	338.38	汽—20 $n=3$	494.82	汽—20 $n=3$	756.29
		Q_0	汽—20 $n=3$	215.37	挂—100 $n=5$	238.79	挂—100 $n=5$	287.37

2 强度验算

因中性轴以下受拉区的混凝土不考虑受力,空心板截面的计算与 T 形截面的计算方法相同。按《设计图》的配筋,据规范分别验算非标准净宽和标准净宽两种情况下的空心板跨

在表 4 中,百分数是指截面调整配筋后的主筋质量与《设计图》中主筋质量之比。可见,按新规范设计的截面配筋,比《设计图》增加幅度较大,这是应当引起注意的。

参 考 文 献

- [1] 李国豪等. 公路桥梁荷载横向分布计算. 第 2 版. 北京:人民交通出版社,1987.
- [2] 李永珠. 橡胶支座的板桥支点荷载横向和支座反力影响线的讨论,华东公路,1988(1).

(原载《浙江交通科技》1989 年第 3 期)

查表计算橡胶支座板桥的支点和支座反力影响线

装配式钢筋混凝土空心板桥使用橡胶支座是比较普遍的。目前一般认为,橡胶支座对于跨中荷载横向分布影响很小,可以略去不计。而对于支点荷载横向分布的影响则颇大^[1],文献[2]考虑了橡胶支座对于装配式板桥横向分布的影响,提出了支点荷载横向分布影响线和支座反力影响线的计算方法。但该文需求解高阶矩阵,计算比较繁杂。笔者在学习了文献[2]之后,认为可利用文献[1]中的表格直接计算以上两种影响线,简化计算过程,便于实际应用。

图1横向为五块空心板,每块板设置两块橡胶支座。将橡胶支座视为弹性支承,铰接力和支承反力如图2所示。

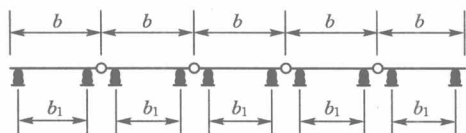


图1 支座横向布置

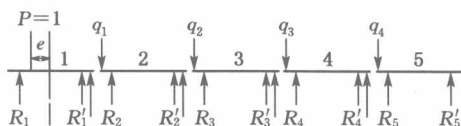


图2 支座受力

据文献[2],板间铰接力的正则方程最后形式为

$$\left. \begin{aligned} 2(1+\gamma)q_1 - (1-\gamma)q_2 &= 1-\gamma' \\ -(1-\gamma)q_1 + 2(1+\gamma)q_2 - (1-\gamma)q_3 &= 0 \\ -(1-\gamma)q_2 + 2(1+\gamma)q_3 - (1-\gamma)q_4 &= 0 \\ -(1-\gamma)q_3 + 2(1+\gamma)q_4 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中: $\gamma = b^2/b_1^2$, $\gamma' = 2be/b_1^2$ 。

在式(1)中,若 $1-\gamma' \neq 0$,令

$$q'_i = q_i / (1-\gamma') \quad (i = 1, 2, 3, 4) \quad (2)$$

则式(1)变为

$$\left. \begin{aligned} 2(1+\gamma)q'_1 - (1-\gamma)q'_2 &= 1 \\ -(1-\gamma)q'_1 + 2(1+\gamma)q'_2 - (1-\gamma)q'_3 &= 0 \\ -(1-\gamma)q'_2 + 2(1+\gamma)q'_3 - (1-\gamma)q'_4 &= 0 \\ -(1-\gamma)q'_3 + 2(1+\gamma)q'_4 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

对照文献[1]中的式(8-5)(该例为四块板),当 $\beta=0$ (板的 $\beta=0$)时,式(8-5)与式(3)在