

钢筋混凝土简支整体板的内力浅析

刘红卫,冯海江,郝俊瑞

(石家庄冀星路桥工程设计有限公司,河北石家庄 050091)

摘要:钢筋混凝土的整体现浇板桥(涵)与装配式板的受力机理不同,其受力模式与其宽度、角度有很大的关系,针对8m跨径的简支结构,采用Midas Civil按不同宽度、不同角度进行内力分析,得出结论,以指导设计。

关键词:钢筋混凝土;整体板;内力分析

中图分类号:U448.212 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)01-0034-04

0 前言

早期的公路及城市道路的小跨径桥涵,上部结构多采用装配式的预制构件,由于其铰缝的存在,一般在运营期间均造成了铰缝部分或完全失效,成为单板受力状态,从而引起挠度过大,危及安全。而现浇的整体板却有效地避免了这样的病害,同时还方便了曲线桥涵、变宽桥涵的设计和施工。但整体板在受力分析上与装配式结构是完全不同的,后者是基于“梁”理论的分析,而前者则完全是“板”理论的分析,尤其是当宽度较大时,板的趋势更加明显。下面以跨径8m的简支结构为例,作简要分析。

相关参数:标准跨径为8m;板实际长度为 $8-0.02/\cos\alpha$ (m);计算跨径为 $8-0.48/\cos\alpha$ (m)。

桥梁宽度:8.5m、12m、13.5m、16.75m。

桥梁斜度 α :0、15、30、45度。

计算分析软件采用Midas Civil 2006钢筋混凝土板桥模块:平面厚板单元,纵横向均按1m左右划分,横桥向1m左右设置一个支座。

1 桥梁宽度与其内力的影响关系

表1所列出的当斜度为 0° 时,各种宽度下的横桥向单位宽(1m)最大 M_{xx} (V_{xx}),及其与按简支梁公式计算结果的比较(仅为移动荷载单独作用时)。

表1 移动荷载作用下两种计算方法纵向内力比

桥梁宽度	设计车道数	单位宽度的 M_{xx} (Knm)		单位宽度的 V_{xx} (Kn)		备注
		Midas	公式	Midas	公式	
8.5m	2	153.7	101.5	101.1	63.0	
12.0m	3	141.2	84.2	93.1	52.2	
13.5m	3	133.4	74.8	94.3	46.4	
16.75m	4	138.5	69.1	97.8	42.8	

从表1可见:

收稿日期:2006-10-30

作者简介:刘红卫(1968-),男,河北定县人,总经理,工程师,从事桥梁设计研究工作。

(1)对于板桥,如果按梁计算出内力后,平均到单位宽度上内力,不足以满足最大板单元的内力的,原因是 M_{xx} 及 V_{xx} 在横桥向是不均匀的,因此,对板桥是不能用简支梁的计算公式算出内力后,按单位宽度配筋的。

(2)随着桥梁宽度的增加,单元纵向内力趋于减少,单元横向内力趋于增大,表2所列出的当斜度为 0° 时,各种宽度下的顺桥向单位宽(1m) M_{yy} (仅为移动荷载单独作用时)。

表2 移动荷载作用下横桥向弯矩比较表

桥梁宽度	设计车道数	单位宽度的 M_{yy} (Knm)		备注
		最大	最小	
8.5m	2	49.8	0.44	
12.0m	3	54.0	0.35	
13.5m	3	56.6	0.35	
16.75m	4	58.2	0.25	

2 桥梁角度与其内力的影响关系

随着桥梁角度或斜度的增大,整体板内力呈现出如下特点:

最大弯矩数值逐渐减少,最大剪力数值逐渐增大。表3是承载能力极限状态下的桥梁宽度为8.5m时,不同斜度情况下的内力比较表。

从表3看出: M_{xx} 随角度的增大而减小, M_{yy}

表3 承载能力极限状态作用下不同斜度时的内力比较表

斜度	M_{xx} (Knm)		M_{yy} (Knm)		V_{xx} (Kn)		V_{yy} (Kn)		备注
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	
0°	331.3	-5.1	86.5	-20.0	222.7	-83.5	73.6	-38.9	
15°	307.7	-13.1	93.5	-31.2	281.1	-140.3	158.2	-105.0	
30°	257.1	-29.7	109.3	-35.6	316.8	-147.1	259.7	-178.8	
45°	168.4	-46.4	116.9	-35.1	257.7	-112.2	343.1	-210.6	

随角度的增大而增大; V_{xx} 、 V_{yy} 随角度的增大,基本是增大的趋势。

3 综合影响分析及其配筋思路

以上比较仅仅是单纯从一个条件出发的,实

际上，板桥尤其是斜板桥的受力机理是极其复杂的，内力大小、内力方向与桥梁宽度、斜度相关。尤其当斜度较大时，其内力紊流呈现多样性。图 1~图 4 是承载能力极限状态下、桥梁宽度为 8.5 m 时，不同斜度情况下的最大主弯矩向量方向图。

从图 1~图 4 可见，顺桥向弯矩方向基本垂直于支承边，横桥向弯矩基本平行于支承边；在板的边缘（自由边）其弯矩方向基本与自由边平行。

由此得到以下配筋思路：底板应配置垂直于支承边的受力钢筋，同时在板的自由边一定范围内应配置平行于自由边的拉筋带并配置箍筋套子；横向钢筋应平行于支承边配置。这样的配筋

思路最大限度满足了整体板的抗弯需要。对于抗剪，一般采用混凝土截面和架立钢筋共同抵御，架立筋的间距应随角度增大而变小（见图 5）。

对于斜板钝角位置的受力，图 6 是桥梁宽度 8.5 m，不同斜度情况下，承载能力极限状态下的弯矩向量图。从图中看到，随着角度的增加，其钝角部位的弯矩数值逐渐在增加。

图 7 是桥梁斜度 45°，不同宽度情况下，承载能力极限状态下的弯矩向量图。从图 7 看到，其钝角部位的弯矩数值与宽度变化影响不大，可以认为其数值仅与桥梁斜度有联系。

有关支撑反力的结果，表 4 列出各种宽度、各种斜度下，各个支撑位置处的支点反力汇总

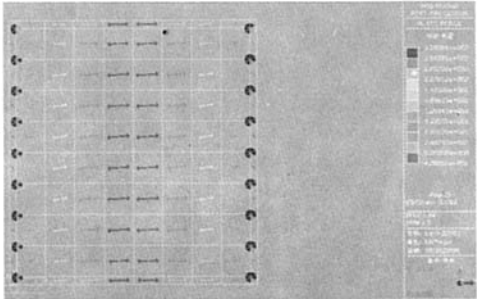


图 1 宽度 8.5m、斜度 0° 最大主弯矩向量方向图

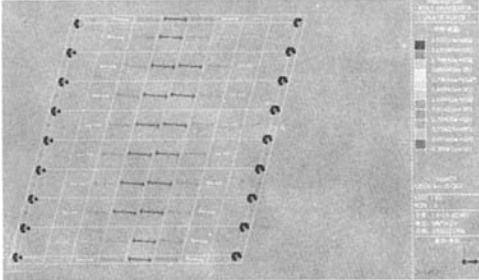


图 2 宽度 8.5m、斜度 15° 最大主弯矩向量方向图

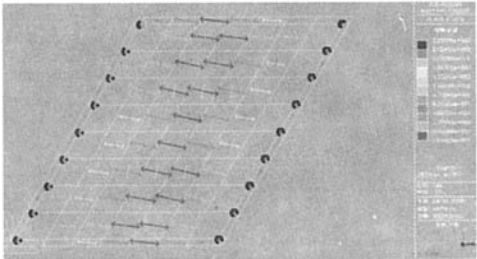


图 3 宽度 8.5m、斜度 30° 最大主弯矩向量方向图

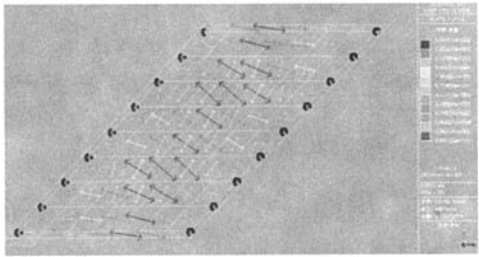


图 4 宽度 8.5m、斜度 45° 最大主弯矩向量方向图

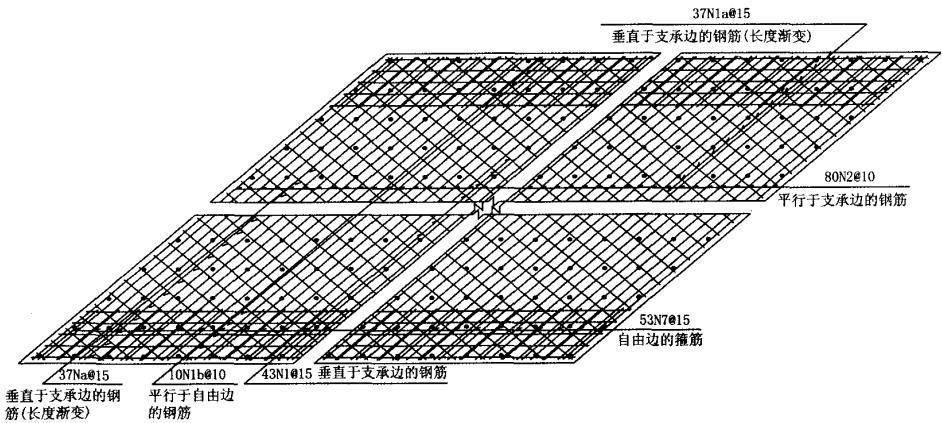


图 5 斜度 45° 整体板底配筋示意图

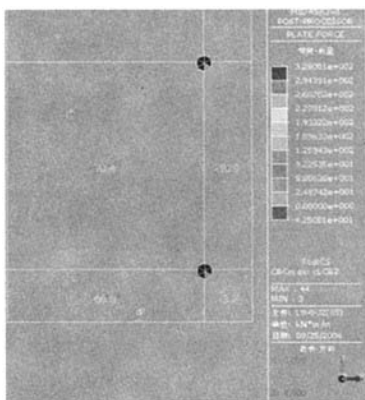
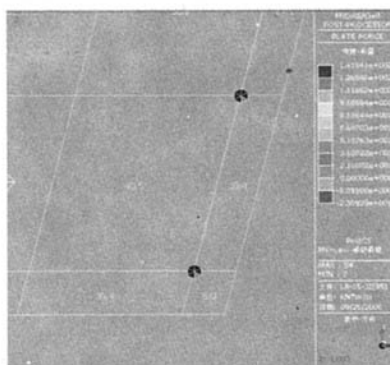
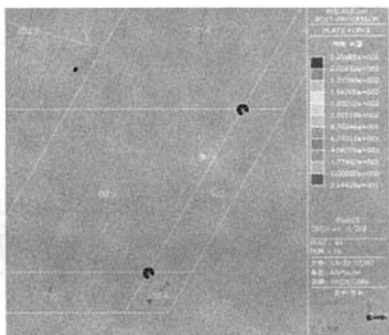
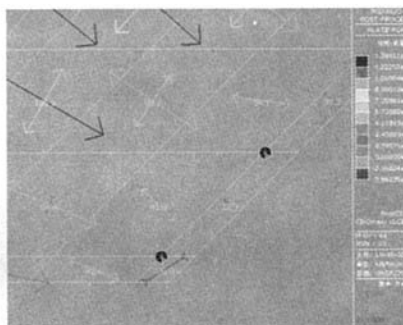
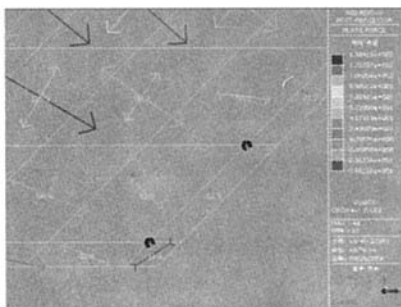
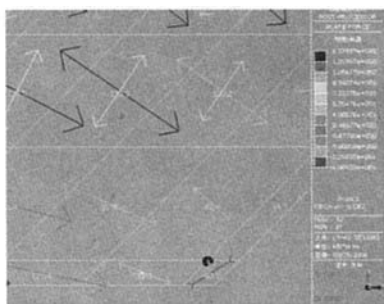
a) 斜度 0° 时, 钝角部位弯矩向量图b) 斜度 15° 时, 钝角部位弯矩向量图c) 斜度 30° 时, 钝角部位弯矩向量图d) 斜度 45° 时, 钝角部位弯矩向量图

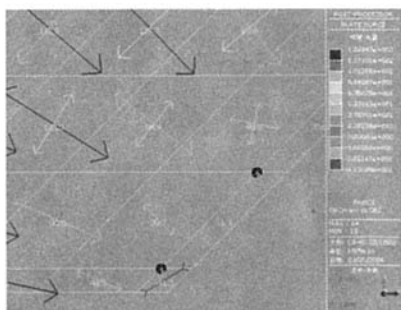
图6 钝角部位弯矩向量图



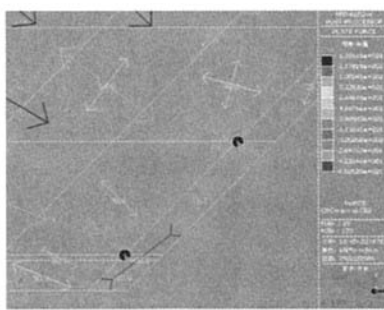
a) 宽度 8.5m 时, 钝角部位弯矩向量图



b) 宽度 12.0m 时, 钝角部位弯矩向量图



c) 宽度 13.5m 时, 钝角部位弯矩向量图



d) 宽度 16.75m 时, 钝角部位弯矩向量图

图7 桥梁斜度 45° 钝角部份弯矩向量图

表 4 承载力极限状态作用下不同宽度、不同斜度时的支反力比较表

宽度及斜度		支反力(支座位置按由边向中排列) 单位(Kn)																	
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18
宽度 8.5m	0°	149	142	398	229	155	229	398	142	149									
	15°	260	149	398	238	157	221	395	114	75									
	30°	361	151	405	255	162	244	388	87	40									
	45°	366	179	424	272	171	247	385	96	30									
宽度 12m	0°	156	172	505	198	200	521	200	198	505	172	156							
	15°	265	186	512	184	218	529	185	214	492	139	81							
	30°	360	198	519	189	252	533	188	235	478	121	45							
	45°	362	235	536	221	287	548	215	259	488	131	34							
宽度 13.5m	0°	152	137	394	221	137	147	304	304	147	137	221	394	137	152				
	15°	261	143	392	227	134	159	305	315	138	149	217	392	112	76				
	30°	357	145	396	242	136	178	314	328	133	154	222	387	87	40				
	45°	363	173	411	256	140	196	324	334	143	170	247	385	96	30				
宽度 16.75m	0°	165	135	407	204	137	155	364	248	141	151	316	287	145	144	275	321	128	139
	15°	282	138	404	215	136	170	358	256	138	163	317	298	138	152	269	323	104	66
	30°	386	199	404	231	141	196	366	275	140	182	325	314	135	164	267	321	79	34
	45°	278	157	385	282	147	205	342	321	153	188	302	354	152	170	250	359	91	31

表（按承载力极限状态组合）。从表 4 中看出，横桥向支撑反力极不均匀的，甚至有的支座反力竟相差了 92%，而且是斜度越大，其差别也越大。

4 结论

钢筋混凝土整体现浇筒支板不能采用简支结构内力计算程序按平均板宽分担，其原因主要有两点：一是板在横桥向单位宽度内的纵向内力是不均匀的；二是板在横向同样需要相当的钢筋来承担其横向内力，尤其是在宽度较大时。

钢筋混凝土整体现浇筒支板，其内力的大小和方向是随其宽度、角度的变化而变化的，不易找出其定量的联系。具体设计时，应针对不同宽度、不同角度的板进行整体计算分析，从而得到具体指导配筋的内力控制数据。

整体板还有一个显著的特性就是：其支撑反力在横桥向是极不均匀的。如果是单独桥梁的设计，为方便施工建议支座按最大数值控制；如果用于大批量的设计，为减少成本建议按不同型号支座选用。

天津科大发明小城镇生活污水处理新技术

天津科技大学化工学院庞金钊教授经过多年潜心研究，筛选出微生物高效菌种，并发明一体化地下厌氧耗氧处理装置，应用于小城镇分散型污水处理。

小城镇生活污水低成本处理及回用是困扰新农村建设的难题之一，此前一直没有适合小城镇处理污水的合适技术。庞金钊教授的这一设计，在工艺和设备方面有多项创新，占地面积小，整个设施为一体化的地下构筑物，既克服了冬季运行中气温偏低造成的影响，又可在覆土后绿化或建设相应的管理用房。

据介绍，该项目还有耗能小、低投入、低运行费用、不产生二次污染、不使用任何化学药物、简易可行的自动操作等突出优点，平均消耗 1 度电可以处理约 30 t 的生活污水，直接运行费用仅 0.05 元/吨，适宜在广大小城镇和农村地区推广。

近日，这一系统在天津市大港区中塘镇投入运行。该项目建在居民区排污河源头，利用生物投菌法净化生活污水，投入高效专用菌，将混浊泛着恶臭的污水变为无色无味的清水，处理后水中固体悬浮物、cod 等指标大大优于农田灌溉用水指标。