

文章编号:1671-2579(2007)05-0173-03

剪力 - 柔性梁格法在 Midas 中的具体应用

马勇毅¹, 张威振²

(1. 长沙市公路工程管理处, 湖南 长沙 410005; 2. 湖南中大勘测设计研究院)

摘 要:结合剪力 - 柔性梁格法的基本原理,利用有限元软件 Midas Civil 对曲线箱梁桥采用空间单梁模型及剪力 - 柔性梁格两种方法进行了分析比较,结果表明剪力 - 柔性梁格法简单易行,分析的精度可满足一般工程设计的要求。

关键词:剪力 - 柔性梁格法; 曲线箱梁; 空间单梁模型

1 前言

箱形结构由于具有抗扭刚度大、整体性能好、外形流畅美观等优点,在桥梁工程特别是城市立交中的各种弯桥、异型结构中得到了广泛的应用。在实际设计中,结构力学分析直接影响结构材料指标及结构的安全,在弯桥中尤其是扭转分析,其分析的精度直接关系到桥梁的各项力学性能指标。

目前曲线桥梁的计算方法主要有以下几种:

空间梁元模型法; 空间薄壁箱梁元模型法;
空间梁格模型法; 实体、板壳元模型法。

方法¹没有考虑桥梁的横向效应,使用时要求桥梁的宽跨比不能太大。

方法²是方法¹的改进,主要区别是采用了不同的单元模型,考虑了横向作用,如翘曲和畸变。

方法³是目前设计及科研中常用的方法,其特点是容易掌握,且对工程设计能保证足够的精度,其中采用较多的方法是剪力 - 柔性梁格法,能充分考虑弯桥横向的受力特性。

方法⁴是解决问题最有效的方法,能够考虑各种结构受力问题,但分析模型复杂,实际工程设计中较少应用。

弯桥由于弯扭耦合现象的存在,使得外梁弯曲应

实测的横向分布系数与按刚接法计算的横向分布系数规律符合较好,说明该桥横向联系较好,不设置横隔板时整桥横向刚度满足刚接法计算的要求;同时,计算时考虑现浇层受力是符合桥梁实际工作状态的。

5 结论

(1) 通过在桥面铺装双层钢筋网与主梁伸出梁顶的钢筋梅花形点焊成钢筋骨架,浇注 10 cm 厚 C40 防水混凝土及箱梁翼板间加强钢筋和二道焊接钢板联结,达到了保证桥梁横向刚度的要求。

(2) 由于闭口箱梁和盖梁的共同作用,支座处箱

梁的抗剪能力大大增强。

(3) 该项目首次将跨径 35 m 的箱形梁采用先张法施工,可批量生产以加快施工进度,不设置横隔板的箱形梁会使施工难度降低并减少工程造价,在中小跨径的桥梁上有推广应用价值。

参考文献:

- [1] 交通部. 公路旧桥承载力鉴定方法(试行)[Z], 1988.
- [2] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
- [3] 谌润水, 胡钊芳. 公路桥梁荷载试验[M]. 北京:人民交通出版社, 2003.

收稿日期:2007-07-26

作者简介:马勇毅,男,大学本科,工程师.

力大于内梁的弯曲应力,外梁的挠度大于内梁的挠度。

剪力 - 柔性梁格法的分析原理是充分考虑弯桥的受力特性使梁格节点与实际结构重合的点承受相同挠度和转角,由此梁格产生的内力局部静力等效于结构的内力,其实质是将传统的一维杆单元计算模式推进到二维计算模型,用一个二维的空间网格来模拟结构的受力特性。

2 剪力 - 柔性梁格划分需要考虑的主要因素

(1) 梁格的纵向杆件形心高度位置应尽量与箱梁截面的形心高度一致,纵横杆件的中心与原结构梁肋的中心线相重合,使腹板剪力直接由所在位置的梁格构件承受。

(2) 为保证荷载的正确传递,横向杆件的间距不宜超过纵向梁肋的间距。

(3) 纵梁抗扭刚度的计算按整体箱形断面考虑,自由扭转刚度按照一定的分配原则分配到各纵梁上。

3 梁格法在 Midas 中的具体实现

本文以位于曲线半径 $R=45\text{ m}$ 上的 3 跨 20 m 钢筋混凝土连续梁为例,采用空间单梁模型及剪力 - 柔性梁格两种方法进行弯桥对比分析。示例中箱梁为单箱双室截面(图 1);柔性梁格法离散后的纵梁截面见图 2。

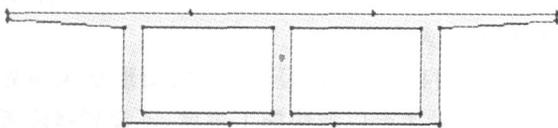


图 1 箱梁横截面形式

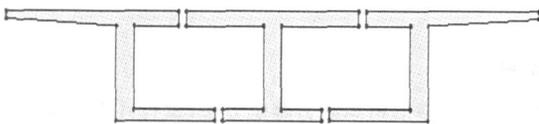


图 2 纵向梁格截面形式

纵梁、横梁以及虚拟悬臂纵梁、横梁等各项截面参数详见参考文献[4],本文采用 Midas Civil 2006 中的 psc 数值型截面进行分析,对截面的抗弯、抗扭、抗剪等参数按照实际的特性进行修正,建立梁格模型(图 3)。

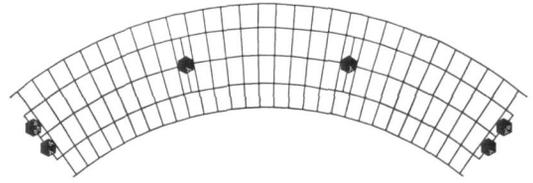


图 3 梁格模型

以空间单梁模型作整体分析,建立模型(图 4)。



图 4 单梁模型

荷载工况计算时主要考虑了自重以及施加在中轴线的梁单元均布荷载。由于曲线梁内外弧长不一致会产生一个偏载扭矩,在单梁分析时通过施加偏载均布扭矩来模拟。

4 结果比较

为了方便比较梁格与单梁在整体结果上的等效性,将 Midas 计算结果导出到 Excel 中进行数据处理与分析。特别要注意梁格纵梁的剪力与弯矩可以直接叠加与单梁比较,但是扭矩需要考虑纵梁的竖向剪力流对于抗扭的影响,整体截面的扭矩应该等于各个单梁的扭矩之和加上腹板竖向剪力对于中心轴的扭矩。其结果见表 1、2(考虑到结构的对称性,只列出一半的单元结果)。

比较结果显示,梁格与单梁的整体力学性能指标非常接近,最大误差仅有 6.18%,说明采用梁格法能够准确地模拟结构的整体力学行为,而且对于结构后续的配筋计算等工作做了良好的铺垫。对于横梁以及腹板各部位的内力也能够比较准确地给出结果,从而指导配筋。与单梁模拟相比,梁格法能更准确地模拟梁的各种力学性能,达到较高的计算精度。

5 结论

通过采用 Midas Civil 2006 进行单梁与剪力 - 柔性梁格的比较可以看出,剪力 - 柔性梁格法在保证各项截面特性的参数准确输入的前提下,能够比较真实地模拟结构的抗弯、抗扭、抗剪等力学性能指标,可以直接输出各主梁的内力从而指导配筋、估索等结构的

表 1 自重作用下内力比较一览表

单元号	梁格结果			单梁结果			误差比较/ %		
	剪力 / kN	扭矩 / kN · m	弯矩 / kN · m	剪力 / kN	扭矩 / kN · m	弯矩 / kN · m	剪力	扭矩	弯矩
236	- 920.12	- 992.86	6.46	- 921.27	- 997.76	6.30	0.12	0.49	2.54
237	- 801.76	- 935.85	862.85	- 804.30	- 950.02	896.42	0.32	1.49	3.74
238	- 568.09	- 797.39	2 240.98	- 570.37	- 811.42	2 309.31	0.40	1.73	2.96
239	- 334.75	- 619.09	3 155.93	- 336.44	- 630.97	3 247.29	0.50	1.88	2.81
240	- 101.44	- 420.83	3 608.38	- 102.51	- 429.81	3 708.96	1.04	2.09	2.71
241	131.89	- 223.26	3 598.22	131.42	- 229.12	3 693.88	0.36	2.56	2.59
242	365.28	- 47.11	3 125.09	365.35	- 50.08	3 202.54	0.02	5.92	2.42
243	598.79	86.74	2 188.41	599.28	86.16	2 236.36	0.08	0.68	2.14
244	832.59	157.60	786.81	833.21	158.56	797.73	0.07	0.60	1.37
245	1 066.96	145.07	- 1 082.88	1067.14	146.18	- 1 110.07	0.02	0.76	2.45
246	1 301.85	68.10	- 3 431.10	1301.08	66.96	- 3 482.26	0.06	1.71	1.47

表 2 均布荷载作用下内力比较一览表

单元号	梁格结果			单梁结果			误差比较/ %		
	剪力 / kN	扭矩 / kN · m	弯矩 / kN · m	剪力 / kN	扭矩 / kN · m	弯矩 / kN · m	剪力	扭矩	弯矩
236	- 84.47	- 44.91	0.11	- 84.58	- 45.71	0.11	0.13	1.74	4.76
237	- 73.79	- 41.63	77.77	- 74.01	- 43.05	80.42	0.30	3.31	3.30
238	- 52.68	- 32.46	203.38	- 52.87	- 33.80	208.99	0.36	3.98	2.68
239	- 31.58	- 19.58	287.17	- 31.73	- 20.72	294.79	0.47	5.51	2.58
240	- 10.48	- 4.84	329.19	- 10.59	- 4.72	337.69	1.04	2.51	2.52
241	10.61	9.86	329.47	10.55	9.29	337.66	0.57	6.18	2.43
242	31.71	22.73	287.97	31.69	22.40	294.72	0.06	1.48	2.29
243	52.82	31.80	204.59	52.82	31.72	209.02	0	0.26	2.12
244	73.96	35.33	79.16	73.96	35.34	80.75	0	0.01	1.97
245	95.12	31.41	- 88.65	95.10	31.39	- 89.78	0.02	0.05	1.26
246	116.32	21.54	- 299.29	116.24	21.33	- 301.98	0.07	0.96	0.89

计算,整体精度能满足设计要求。与单梁模拟相比,梁格法能更准确地模拟梁的各种力学性能,达到较高的计算精度,是一种能够方便地进行结构设计、验算的有效方法。

以上提到的剪力 - 柔性梁格法简单易行,分析的精度可以达到一般工程设计的的要求,对于广大桥梁工程师借助一般的计算软件即能快速简单地分析斜、弯、宽等异型箱梁桥。

参考文献:

- [1] 王光林. 箱型梁的梁格分析法[J]. 山西建筑, 2005(4).
 [2] 湛发益, 邹银生, 狄 谨. 弯桥梁格分析影响面加载[J].

公路交通科技, 2004(10).

- [3] 卢彭真, 等. 基于梁格理论的人字形桥梁动力特性分析[J]. 西北地震学报, 2006(1).
 [4] E. C. 汉勃利. 桥梁上部构造性能[M]. 北京: 人民交通出版社, 1982.
 [5] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
 [6] 邢志成. 曲线梁桥径向水平荷载的横向分布[J]. 华东公路, 1984(1).
 [7] 郑振飞, 叶 凌. 多梁式平面弯梁桥的横梁分析法(结构位移法)[J]. 福州大学学报(自然科学版), 1998(1).
 [8] 郑振飞, 吴庆雄. 斜弯桥跨分析的广义梁格法[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.