

# 梁格法在简支小箱梁桥内力分析中的应用

葛占钊 李宏安 王伟峰

(吉林省公路勘测设计院, 吉林 长春 130021)

**摘要:**采用梁格法,应用 Midas 建立空间模型,对某小箱梁桥进行了内力分析,并与考虑横向分配系数的单梁模型进行了对比,从而验证这一方法的实用性。

**关键词:**箱梁桥;内力分析;梁格法;空间模型

**中图分类号:**U448.213 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-9889(2009)04-0031-03

## Application of Grillage Method in Internal Force Analysis for Small Box-girder Bridge

Ge Zhanzhao, Li Hong'an, Wang Weifeng

(Jilin Provincial Highway Survey and Design Institute, Changchun 130021, China)

**Abstract:** This paper analyses the internal force of small box-girder bridge using grillage method, and sets up the space model by Midas. A model considering transversal distribution coefficients for single beam is also used to contrast, and the grillage method is verified more practical.

**Key words:** box-girder bridge; internal force analysis; grillage method; space model

桥梁上部结构是重要的受力构件之一,其内力计算十分重要。传统计算方法比较繁锁,在进行大量的数据整理时容易出错,并且效率低。有限元方法的出现,解决了这一难题。通过建立全桥空间模型,可以达到更真实的模拟效果,并且能保证其计算精度。本文引入梁格法,采用 Midas 建立小箱梁桥模型,对小箱梁内力进行计算,并与考虑横向分配系数的单梁模型计算结果进行对比和理论分析。

### 1 梁格法的基本原理<sup>[1-2]</sup>

梁格法的主要思路是将上部结构用一个等效梁格来模拟,如图1所示。将分散在板式或梁的每一区段内的抗弯刚度和抗扭刚度集中于邻近的等效梁格内,实际结构的纵向刚度集中于纵向梁格构件内,而横向刚度则集中于横向梁格构件内。从理论上讲,梁格必须满足以下等效原则:当原型实际结构和对应的等效梁格承受相同荷载时,两者的挠曲应是恒等的,而且在任一梁格内的弯矩、剪力和扭矩应等于该梁格所代表的实际结构部分的内力。由于实际结构和梁格体系有着不同的结构特性,上

述“等效”的理想状况是难以达到的,模拟只能是近似的。这种特性表现在以下方面:

(1)梁格法中任意梁内的弯矩严格与其曲率成正比,而原结构如板结构中,任一方向上的弯矩和该方向和正交方向上的曲率有关。对钢筋混凝土或预应力混凝土构件而言,一般按纵向、横向双向配筋,同时混凝土泊松比较小,所以用梁格法导出的纵向弯矩和横向弯矩对结构设计是足够准确的。

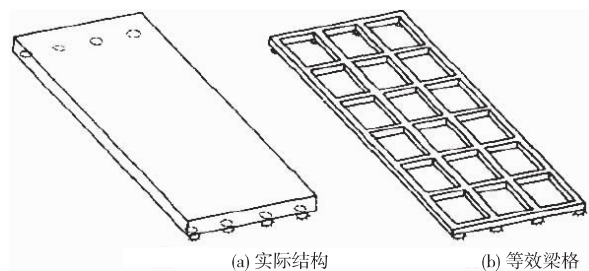


图1 梁格分析法

(2)实际板结构中,任一单元的平衡要求扭矩在正交方向上是相等的,而且扭率在正交方向上也是相同的。在等效梁格中,由于两类结构特性不同,无法使扭矩、扭率在正交方向的节点上各自相等,然而梁格网格相当细密时,梁格随着挠曲而成一曲

作者简介:葛占钊(1979-),男,吉林人,工程师,主要从事桥梁工程的设计工作。

面,在正交方向上可近似相等。

应用梁格法模拟小箱梁桥时,把每个小箱梁看成一个纵梁,横向刚度通过横梁模拟,从而应用梁格建立小箱梁桥模型,达到符合实际结构的受力特点。最后实现梁格法对小箱梁桥的模拟,得到较合理的计算结果。

## 2 小箱梁桥模型的建立

Midas作为现在较广泛应用的通用有限元软件之一,可以更好地实现应用梁格法建立小箱梁桥模型。首先把小箱梁模拟成纵向的梁单元,梁截面要根据小箱梁及相应顶板的抗弯刚度和抗扭刚度换算而确定。并且根据不同的桥型,确定模拟纵梁个数,再根据计算精度要求,把纵梁分成若干计算单

元;横向以桥面板(包括横隔梁)横向抗弯刚度和抗扭刚度换算的横向梁单元进行模拟。横向梁单元数量取决于精度要求,以保证符合原结构受力状态<sup>[3-4]</sup>,模拟结构如图2所示。

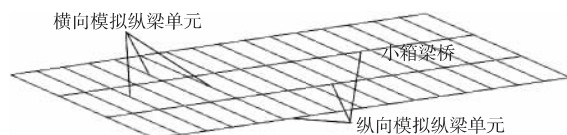


图2 应用梁格法模拟小箱梁模型

## 3 计算实例

本文采用的工程实例形式如下:上部结构由4片跨径为16m预应力混凝土简支箱梁组成,计算跨径为15.24m,桥宽为12.5m,设计荷载为公路级,截面形式如图3所示。

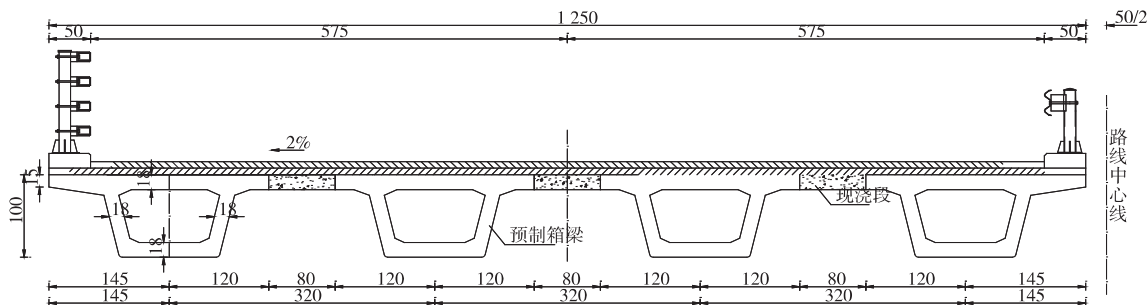


图3 小箱梁桥横断面图

### 3.1 计算模型的建立

按照交通部标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004),采用通用有限元软件Midas2006建立有限元模型。在有限元建模时,采用空间梁格法模拟小箱梁。每根小箱梁梁可分为20个单元,21个节点,全桥4片箱梁共划分80个单元,84个节点,单元编号见图4。根据以上叙述应用通用有限元软件“Midas2006”建立计算模型见图5。



图4 小箱梁单元划离散图

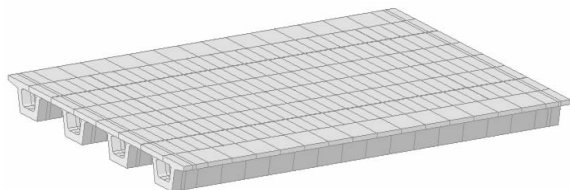


图5 全桥计算模型

### 3.2 计算结果

#### (1)内力计算

通过有限元计算得出承载能力极限组合下(承载能力极限组合即恒载+活载+温度基本组合的最大值,以下相同)全桥单元内力值,边梁跨中弯矩最大,为3355.23 kN·m,中梁支点剪力最大,为1024.64 kN,并绘出小箱梁单元内力包络图,见图6和图7。图8给出了承载能力极限组合下的应力分布状态;同时应用Midas建立单梁模型,引入横向分配系数,求得箱梁最大弯矩为3144.60 kN·m,最大剪力为1200.57 kN,其内力包络图如图9和图10所示。

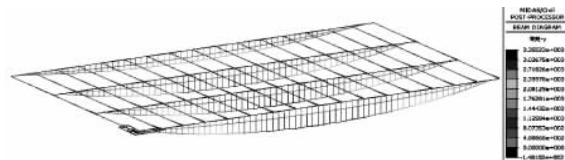


图6 承载能力极限组合下弯矩包络图(梁格模型)



图7 承载能力极限组合下剪力包络图(梁格模型)

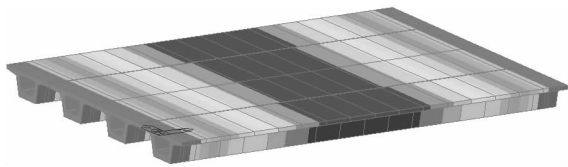


图 8 承载力极限组合下全桥单元应力分布图

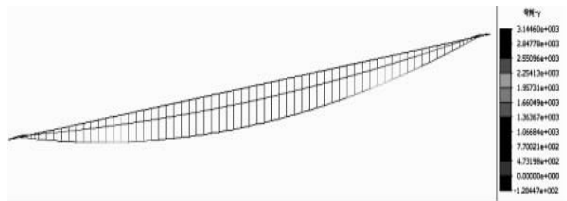


图 9 承载力极限组合下弯矩包络图(单梁模型)



图 10 承载力极限组合下剪力包络图(单梁模型)

## (2) 梁格模型与考虑横向分布系数的单梁模型对比

2 种计算方法得到的内力数据见表 1, 从中可以看出, 梁格模型所求跨中弯距大于单梁所求弯矩相差 210.63 kN·m, 而支点剪力反而小 175.93 kN, 造成此现象的原因与横向分配系数选取有一定关系, 即跨中分配系数偏小, 而支点分配系数偏大, 这种情况在各种假设的条件下是难以避免的。另外, 空间模型能更加精确地确定力的实际作用位置, 更加接近实际结构的受力状态。所以在实际设计中要适当选取建模方法, 尽量使模型符合实际结构的受力状态。

表 1 2 种计算方法内力计算值汇总

项目	跨中 $M_{\max}/(\text{kN}\cdot\text{m})$	支点 $Q_{\max}/\text{kN}$
梁格模型	3 355.23	1 024.64
单梁模型	3 144.60	1 200.57
相对差值	210.63	-175.93

## 4 结论

(1) 小箱梁内力手算方法是最原始的计算方法, 也是计算的基础, 须正确理解其计算原理; 全桥空间建模求解小箱梁内力是最好的方法, 能较真实地反映桥梁的实际受力状态。

(2) 梁格空间模型充分考虑了桥梁结构的受力状态, 单梁模型需引入横向分配系数, 计算中要注意分配系数计算方法的选取, 以便得到较理想的结果, 梁格模型与单梁模型相比能更好地反映结构的实际受力状态。

(3) 上述建模方法充分考虑了小箱梁的空间作用, 使计算结果更接近结构的实际受力状态, 与传统方法的设计结果相比, 更接近结构的实际情况, 可供类似桥梁计算分析时参考。

## 参考文献

- [1] 戴公连, 李德建. 桥梁结构空间分析设计方法与应用 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [2] E.C. 汉勃利. 桥梁上部结构性能 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1982.
- [3] 姚令森. 桥梁工程 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [4] 叶见曙. 结构设计原理 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1997.
- [5] 易建国. 混凝土简支梁(板)桥 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [6] 赵经文, 王宏钰. 结构有限元分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

(收稿日期: 2008-10-20)

# “大跨度斜连续梁桥顶推新技术及施工控制研究”通过鉴定

日前, 西部项目“大跨度斜连续梁桥顶推新技术及施工控制研究”通过鉴定。该项目系统研究了大跨度斜连续梁桥顶推仿真计算与分析方法, 编制的 ILMAP 程序在依托工程中应用, 计算结果准确可靠且操作方便。提出了钢导梁的优化设计方法, 解决了导梁的长度、刚度和重量与主梁的最优匹配问题; 提出了斜、弯桥预应力束的设计方法及减少预应力摩阻损失的措施, 提高了主梁的抗裂性; 对斜连续梁桥及桥墩在顶推过程中的关键参数进行了敏感性分析, 得到了优化设计值, 为优化设计、精细化施工及施工控制提供了理论依据; 研究了不同高度的桥墩及不同材料的临时墩在体系温度下的变形差异对主梁附加内力的影响程度, 为大跨高墩斜连续梁桥顶推过程中采取临时防裂措施提供了技术依据; 提出了斜连续梁桥落梁的最优方案, 编制了斜连续梁桥顶推施工工艺指南, 对于保证施工质量、提高功效和安全性具有指导意义。

摘编自《中国交通报》