

异型箱梁桥的梁格分析法

邢铁雷

(中铁第五勘察设计院集团有限公司 北京 102600)

中图分类号: U448.213

文献标识码: A

文章编号: 1672-7894(2009)21-272-01

摘要 梁格法是城市立交桥梁复杂上部异型结构分析的一种便利、有效的方法。本文以某立交工程上部异型结构为例,介绍了梁格法,指出分析时应注意的问题。

关键词 连续箱梁桥 异型结构 梁格法

近年来,随着城市交通规模的扩大,高速公路互通立交及城市大型互通立交得以大量修建。在城市立交主线桥和匝道桥的交接部分,其上部结构平面几何形状的不规则形成了结构和受力都很复杂的异型梁桥,在异型梁桥的设计中,常常采用梁格法。梁格法是一种空间分析方法,由于其基本概念清晰,易于理解和适用的特点,在各种曲线和异型桥梁中应用越来越广泛。

1 空间梁格法的基本原理及分析

梁格理论主要思想是将桥梁的上部结构用一个等效的梁格来模拟。其主要内涵是将分散在板式或箱梁每一区段内的弯曲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。梁格法基于理想的刚度等效原则,当原型实际结构和对应的等效梁格承受相同荷载时,两者的挠曲将是相等的,并且每一梁格内力等于实际结构的内力。由于实际结构和梁格体系在结构自身特性上的差异,决定了这种等效只能是近似的,因此,运用梁格理论计算的关键在于如何较好地模拟原型结构,使模拟的梁格尽可能接近原型。只要梁格模拟得足够精确,梁格法的计算精度对于设计而言是足够的。

梁格等效模拟主要包括三方面:结构网格的划分、梁格截面特性的模拟及施加荷载。

1.1 网格的划分

梁格法计算的准确首先要保证模型网格的准确划分,所以在建立梁格时,要力求概念明确,弄清楚结构的传力方式,使模型的建立尽量和结构的实际传力路径一致。

(1)纵向网格的模拟。将多室箱梁分割为梁格时,应注意各纵梁的中和轴位置与原截面中和轴位置一致。纵向构件的位置与纵向腹板相重合,这种布置可使腹板剪力直接由横截面上同一点的梁格剪力来表示。

(2)横向梁格设置应视结构的实际情况确定。若横隔板较多,这时横向构件应与横隔板重心重合。

若横隔板的间距较大,则必须增加横向虚拟梁格,每跨内的虚拟的横向联系梁数量不应过少,在连续梁结构中纵向的一个反弯点范围内要设置4~5个单元,一跨内划分4~8个单元即可很好地反映出内力沿梁长的变化情况。虚拟的横向联系梁的重量应设为零。

(3)当虚拟的横向联系梁悬挑出边梁外时,应设置虚拟的边梁(为了准确计算自振周期和分配荷载)。

(4)弯桥时要注意支座的约束方向。

1.2 梁格截面特性的计算

在梁格计算中,荷载是根据加载的位置以及各个单元的相对刚度在各单元之间进行分配。单元刚度是由单元截面几何尺寸决定的。梁格计算的准确性同样依赖于单元刚度的准确计算。

1.2.1 纵向梁格构件截面特性

(1)弯曲刚度:

$EI_x = E \cdot ($ 梁格构件所代表的截面对箱梁整体截面的 y 中性轴的惯性矩)

(2)扭转刚度:

$CJ_y = G \cdot ($ 梁格构件所代表顶板、底板翼缘对箱梁整体截面的 x 中性轴的惯性矩)

(3)剪切刚度:

纵向梁格的剪切面积应等于腹板的横截面积。

1.2.2 横向梁格构件截面特性

(1)弯曲刚度:

$EI_z = E \cdot ($ 横向梁格所代表的截面对箱梁整体截面的 x 中性轴的惯性矩)

(2)扭转刚度:

$CJ_y = G \cdot ($ 横向梁格构件所代表顶板、底板翼缘对 y 中性轴的惯性矩)

(3)等效剪切刚度:

横向梁格的等效剪切刚度可用下式表示:

$$GA_s = \left(\frac{d^{t3} + d^{m3}}{l} \right) \frac{d^3 l}{[d^3 l + (d^{t3} + d^{m3}) h] E}$$

式中: A_s ——等效剪切面积; d^t 、 d^m ——顶板和底板厚度; d_w ——腹板厚度; h ——顶底板中心高度。

1.3 加载

(1)一期恒载计算单元自重,二期恒载可作为均布荷载或者集中线荷载施加到梁格模型;

(2)活荷载以行车道形式加载,考虑不同荷载组合时考虑的各种不利情况;

(3)温度荷载分位季节温度效应和日照温差效应;

(4)对于干缩徐变荷载,可以参照季节性温差做类似考虑。

2 实例分析

现在以某异型箱梁桥为例,该桥位是主线和匝道的相接位置,为两跨连续箱梁,按照A匝道中心线展开的跨径布置为24.98+21.81m,按照B匝道中心线展开的跨径布置为24.81+27.22m,桥面宽度由12m渐变至17m,再分开8m宽的两条匝道。结构横断面由单箱两室渐变至单箱三室再分开两个单箱单室。桥面分叉前设置双向横坡,坡度为2%,分叉后设置单向横坡,坡度为2%。箱梁外侧腹板外缘梁高为1.6m,梁高以2%的横坡向内侧递增。内侧腹板的外边缘梁高为1.68m。顶板、底板均厚25cm,边缘腹板厚度为60cm,单箱2室的中间腹板厚度120cm,单箱3室的中间腹板厚度均为60cm,分叉后单箱单室的腹板厚为60cm。

本桥的以桥梁博士3.2为分析软件,依据交通部公路桥规JTG

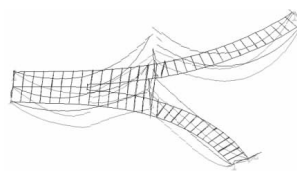


图1 承载能力极限状态组合 弯矩包络图

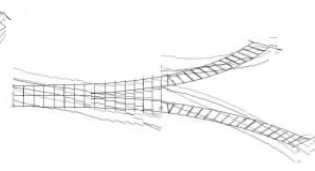


图2 承载能力极限状态组合 剪力包络图

D60-2004和JTG D62-2004对该异型梁进行了计算分析。共划分269个单元,199个节点。承载能力极限状态组合下的弯矩、剪力包络图分别见图1、图2。由图可见,采用梁格法对异型结构分析受力结果较为合理,满足实际工程的需要。

3 结语

梁格法是计算桥梁上部异型结构一种实用有效的分析方法,只要梁格的网格划分合理,截面特性能够准确模拟,各项荷载的施加正确,其计算结果的精度是能够满足各种曲线和异型桥梁的设计要求的。因此,掌握梁格法对于解决工程实际问题有一定的帮助。

参考文献

- [1] 向中富. 桥梁施工控制技术[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [2] 杨志华. 梁格法在混凝土连续箱梁桥计算中的应用[J]. 中国水运(理论版), 2006.

责任编辑 黄修军