

文章编号:1009-6825(2008)13-0343-02

梁格法在混凝土斜桥上部结构分析中的应用

郭钰瑜

摘要:介绍了各种桥梁结构弹性空间内力分析方法,重点论述了梁格法的基本原理,并以某连续箱梁桥为例,采用 Midas 大型通用有限元软件进行模型的梁格法分析,计算结果表明,梁格法是桥梁结构空间分析的一种有效方法,适用于各种斜、弯箱梁桥的计算。

关键词:梁格法,结构分析,斜梁桥,弹性空间,桥梁结构

中图分类号:U441

文献标识码:A

随着交通运输事业的蓬勃发展,尤其是高速公路高架道路的日益增多,为了满足交通运输快速顺畅的要求,斜桥得到了越来越广泛的应用。但斜桥的受力特性比直线桥梁复杂得多,对其选择合适的方法进行分析是保证工程质量和控制造价的关键。

1 桥梁结构弹性空间内力分析方法简介

目前桥梁结构弹性空间内力分析通用的方法主要有梁单元法、板壳元法、三维实体元法以及梁格法。

其中,梁单元法的特点是能直接给出计算截面的内力和变形。但在进行宽箱梁桥分析时有很大的局限性。首先,宽梁桥不满足其基本假定;其次,该方法不能得到内力的横向分布。

板壳元法在分析混凝土箱梁桥时,一般用板壳元法模拟结构顶、底板误差较大,而横梁尺寸一般比顶、底板大得多,用板壳元法模拟其受力,误差较大。由于桥梁结构施工过程复杂,又承受汽车或列车活载作用,用此法求各种工况下的最不利情况,计算工作量巨大,在应用上受到很大的限制。

三维实体元法优点是与实际模型最接近,不需要计算横截面的形心、剪力中心、翼板有效宽度,截面的畸变、翘曲自动考虑;缺点是输出的是梁横截面上若干点的应力,不能直接用于强度计算,且模型复杂,计算费用高,数据处理繁琐。

梁格法是分析桥梁上部结构比较实用有效的空间分析方法。它的特点是用等效梁格来代替桥梁上部结构,分析梁格的受力状态就可得实桥受力状态。它不仅适用于板式、梁板式及箱梁截面的上部结构,而且对分析弯、斜梁桥特别有效。梁格法计算费用经济,结果提取方便并能与现行桥规匹配,在工程分析中得到了一定应用。

2 梁格法的基本原理

梁格法的主要思路就是将上部结构用一个等效的平面梁格或空间构架来模拟。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最邻近的等效梁格内,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。分析此平面梁格或空间构架就可得到实际桥梁上部结构纵横向内力和变形。对于箱形截面而言,若以腹板为单位划分梁格,就可以获得腹板的受力特征,直接用于腹板的配筋计算,这样就避免了利用空间梁元和空间箱形梁元分析时必须对各腹板进行内力横向分配的环节,使设计简单易行。梁格法最关键之处在于其与上部结构的等效性,即在相同荷载作用下,做到二者间内力和变形相同,因等效与否将严重影响结构分析的精度,所以梁格的划分就很重要。建立空间梁格模型时,要视上部结构断面形式的不同进行不同形式的梁格单元划分和截面特性计算,划分过程均

需遵循等效性原则。

梁格模型梁格的划分应综合考虑以下因素:

1) 为了得到每条腹板各个截面的设计弯矩和设计剪力,在每条腹板处设置纵向单元。为了加载的方便,在悬臂端部设置虚拟的纵向单元。

2) 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相一致,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。

3) 横向单元应与纵向单元垂直,一般在跨中,1/4跨,1/8跨,支座处,横格梁处设置横向单元。横向单元的间距直接决定了荷载在纵向单元之间的传递,间距过大会使相邻纵向单元间的力产生很大跳跃;间距太密又会大大增加工作量,也毫无必要。为保证荷载的正确传递,最大间距不能超过相邻两个反弯点间距的1/4,在支点的附近应适当加密。

4) 纵梁抗扭刚度的计算按整体箱形断面自由扭转刚度分摊到各纵梁上。

5) 预应力钢筋在梁肋中的布置应特别引起注意。对于整个箱梁截面而言,预应力钢筋是对称配置的。由于梁格划分后边肋几何形状的非对称性,此时按设计位置布置预应力钢束,在边肋中将产生较大的平面外弯矩,这显然与实际受力情况不符,在计算结果的分析中应扣除平面外弯矩产生的效应。

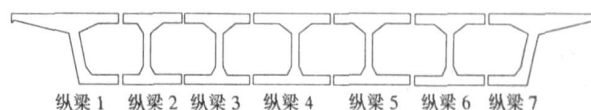


图1 各纵梁断面图

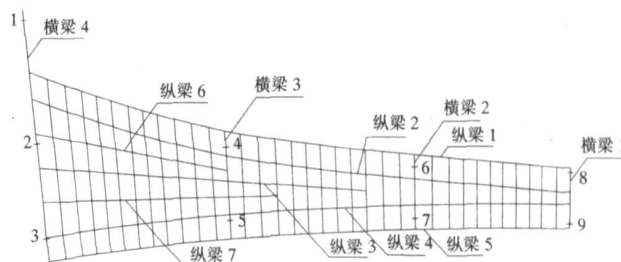


图2 计算模型

3 算例分析

结合上述理论分析基础,现以某2×27m+23m跨连续箱梁桥为例,采用 Midas 大型通用有限元软件进行模型的梁格法分析。此连续箱梁桥宽为15.1m~35.4m,采用单箱三室向单箱六室过渡。在进行梁格法分析之前先对模型断面作(下转347页)

收稿日期:2008-01-03

作者简介:郭钰瑜(1979-),女,助理工程师,广州市市政工程设计研究院,广东 广州 510060

用完,并严防石块、杂物混入。

7) 锚杆插入孔内距孔底 20 cm,锚杆安装后,不得随意敲击,3 d 内不得悬挂重物。

8) 混配基材混合物。喷混植生混合料由土壤、有机质、缓释型长效复合肥、保水剂、无机粘合剂、杀虫剂、杀菌剂、土壤调节剂、核心料、固氮菌、磷细菌、钾细菌组成,采用规定配比拌制。

9) 喷射基材混合物。采用喷锚机或湿喷机,将基材混合物喷到坡面。喷射尽可能从正面进行,从上到下、从左到右顺序操作,避免仰喷,凸凹部要注意不能漏喷,不留死角。采用分层喷播,第一次 7 cm~8 cm,第二次 2 cm~3 cm,第二次喷混料含有植物种子。

6 效益分析

6.1 经济效益

TBS 岩石边坡植被护坡技术与传统的浆砌片石护坡技术相比,具有一定的价格优势,可节省投资 20%~30%。对于石质边坡 TBS 植被护坡,当护坡高度小于 8 m 时,其工程造价比浆砌片石护坡造价高,工程造价约为浆砌片石护坡的 100.28%~124.36%;随着护坡高度的增加,TBS 技术护坡的价格优势逐渐体现出来,护坡高度从 10 m 增加到 20 m 时,其工程造价比浆砌片石护坡造价低,约为浆砌片石的 67.22%~88.44%;对于土质边坡 TBS 技术护坡,其工程造价约为浆砌片石护坡的 58.04%~99.47%;护坡高度 4 m~20 m 按综合平均计算,与采用浆砌片石

护坡相比,降低工程造价 13.84%。

6.2 进度效益

采用 TBS 技术施工加快了项目施工总体进度。采用 TBS 技术和浆砌片石护坡相比工期可缩短 1/4 左右,且边坡越高此种效果越显著。

6.3 环境效益

1) 使用 TBS 技术护坡绿化可以降低坡体孔隙水压力,截留降雨,减弱溅蚀,控制土粒流失。2) 使用 TBS 技术可以恢复被破坏的生态环境。边坡植被的存在为各种小动物、微生物的生存繁殖提供了有利的环境,完整的生物链逐渐形成,被破坏的环境也慢慢地恢复到原始的自然环境。3) 使用 TBS 技术可以降低噪声、光污染,保证行车安全。边坡植被能吸收刺耳的声音,漫反射太阳光线及车辆光线,从而降低噪声,强光对行人及司机的辐射干扰,减轻和消除大脑及眼睛的疲劳,提高路标、警示牌的可见度,让驾驶者轻松愉快的驾车,保证行车安全。4) 促进有机污染物的降解、净化空气、调节小气候。

参考文献:

- [1] GB 50330-2002,建筑边坡工程技术规范[S].
- [2] JTJ F10-2006,公路路基施工技术规范[S].
- [3] 李国强.植被护坡技术在路基工程中的应用[J].山西建筑,2007,33(24):279-280.

Application and discussion of pant cover protection greening technology on the TBS rock side slope

DU Baochen

Abstract: The basic principle, used machines, material, breeding and construction technology of TBS were illustrated through TBS technology application on the Shi-Man highway. The economy, process and environmental efficiency of TBS technology were analyzed so as to popularize its application and promote the development of side slope protection.

Key words: TBS rock side slope pant cover protection, basic principle, greening backing, breeding, technology, efficiency

(上接第 343 页) 处理,各纵梁断面见图 1,计算模型见图 2。

通过计算,得出 4 号纵梁上 5 号支点处内力值最大。此处弯矩值为 10 619 kN·m,剪力值为 2 132 kN。各支点处反力值见表 1。

表 1 各支点处反力值

kN

支座编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
恒载引起的支座反力	1 075	5 966	3 169	8 516	7 786	5 152	4 886	1 762	1 695
活载引起的支座反力	72	477	298	2 013	2 137	896	848	264	255
承载极限状态下的支座反力	1 358	7 608	4 076	12 111	11 399	7 024	6 661	2 363	2 274

由梁格法计算分析得出的结果比较合理,而且符合实际情况。

4 结语

梁格法是桥梁结构空间分析的一种有效方法,由于其具有基本概念清晰,易于理解和使用的特点,被广泛地应用于各种斜、

弯、宽等异型箱梁桥计算中。虽然梁格的等效性只能是近似的,但它能够把握住结构的总体性能,在桥梁宽跨比较大时,是一种精度较高的分析方法。

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] Edmund C. Hambly. Bridge Deck Behaviour [M]. London: E & FN Spon, 1976.
- [3] 辛有忠,孙小武.梁格法简化斜箱梁桥计算[J].山西建筑,2006,32(17):71-73.
- [4] 黄平明.混凝土斜梁桥[M].北京:人民交通出版社,1999.
- [5] 范立础.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,2001.

The application of grillage analytical method in the analysis of the upper structure of concrete skew bridge

GUO Yuyu

Abstract: It introduces kinds of bridge structure elastic space internal force analysis method, mainly discusses the basic principle of grillage analytical method, and gets the grillage analytical method analysis to the model by using the large common finite element software of Midas, and the calculation effects indicate that grillage analytical method is a kind of effective method of bridge structure space analysis and applicable for kinds of skew and bend boxed beam bridge calculation.

Key words: grillage analytical method, structure analysis, skew bridge, elastic space, bridge structure