

两跨 24 m 连续多室异型箱梁桥梁格法分析

钟国东

(深圳市西伦土木结构有限公司 广东深圳 518034)

摘要 :该文通过对异型箱梁桥有限元模型的建立、输出数据的整理及分析,说明异型箱梁桥的空间分析方法,为类似桥梁的结构分析及设计提供了参考。

关键词 :异型箱梁桥;梁格法;数据;整理

中图分类号:U441 文献标识码:A 文章编号:1009-7716(2009)07-0102-03

0 前言

随着城市建设的发展,道路交通越来越繁忙,道路桥梁建设的要求就越高,城市用地的局限性使得道路立体交叉工程应用更加广泛。在立体交叉工程中,为实现多方向交通及结构的美观性,异型箱梁桥使用越来越广泛。异型箱梁桥形状非规则,受力复杂,因此其计算及设计复杂,若没有合理而实用的计算方法,异型箱梁桥将存在着不可预测的安全隐患。

剪力-柔性梁格法给异型箱梁桥分析提供了有效的方法。梁格法的特点是用等效的梁格来代替桥梁上部结构,纵向梁格代表上部结构的纵向结构,纵向刚度集中在纵向梁格中,横向梁格代表上部结构的横向结构,横向刚度集中在横向梁格中,纵横梁格的截面特征根据其所代表的结构和实际受力变形情况进行计算。当结构原形和等效梁格承受相同的荷载时,它们的挠曲变形相等,因此梁格的受力状态接近于实际结构的受力状态。对于薄壁封闭箱形结构,采用剪力-柔性梁格法

可得出满意的结果。下面通过实际项目计算来说明梁格法在异型箱梁桥分析中的应用。

1 有限元模型

1.1 简介

该桥为混凝土多室连续异型箱梁桥,跨径为 24 m+24 m,箱梁截面由 4 个室组成,顶板宽度由 16.764 m 渐变至 21.985 m,腹板宽度由 12.264 m 渐变至 17.485 m,悬臂长度为 2.25 m,顶、底板厚度均为 0.25 m,腹板厚度为 0.5 m,详见图 1、图 2。该桥共设 3 个横梁,2 个横隔板,跨中设横隔板,端横梁厚度 1.7 m,中横梁厚度 2.5 m,横隔板厚度为 0.5 m。

1.2 计算模型的划分

将箱梁结构按纵向离散为 7 道纵向梁格,梁格 2 至梁格 6 均与纵向腹板重合,这样布置可使腹板的剪力直接由横截面上同一点梁格剪力来代表,梁格 1 和梁格 7 为虚拟边梁,主要为了模拟位于悬臂范围内的荷载。横向梁格模拟纵梁间的联系,注意横梁间距不宜过大,尽量接近纵梁间距或反弯点之间距离的 1/4,在内支点处间距加密,较密的横梁间距使结构具有较连续的性能,同时对力提供较详细的细节。图 3 为网格划分图。

收稿日期:2009-03-17

作者简介:钟国东(1980-),男,广东紫金人,助理工程师,从事桥梁工程设计工作。

(11)开放交通:等到接缝冷却后(2~4 h),即可通车。

3 使用效果

通过近三年 24 座桥梁伸缩缝的使用情况看,能满足梁体伸缩,桥缝处平滑整洁,坚固稳定,夏季不流淌,冬季不开裂,防水性好,与路面接茬平顺,行车产生的噪音小,施工成本低、工期短,后期维修费用低。

4 结语

桥梁伸缩缝需要及时养护、维修,发挥其应

有的功能,才能确保桥梁正常运营。BJ200 作为一种新型材料,造价低,施工简单,具有实用性、耐久性和经济性的特点,在中小桥梁养护维修中有广泛的使用前景,但在施工技术、规范要求、实验检测等方面缺乏依据,需要建立相关的标准规范体系,不断研究新型材料的技术性能,提高国产化水平,才能被广泛的应用到桥梁建设、养护中。

参考文献

- [1] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].人民交通出版社,2000.
- [2] JTG/T J23-2008,公路桥涵加固施工技术规范[S].人民交通出版社,2008.

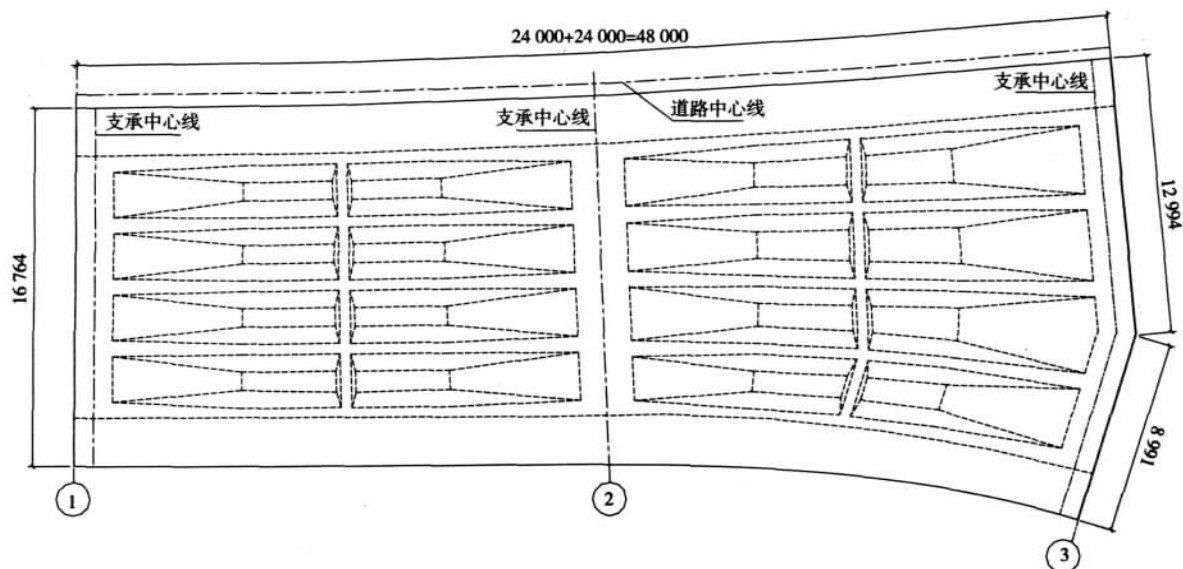


图 1 异形箱梁构造平面图(单位:mm)

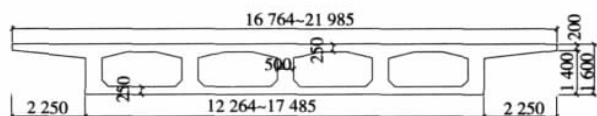


图 2 箱梁横截面(单位:mm)

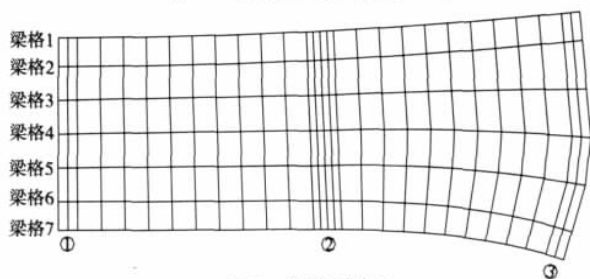


图 3 网格划分图

1.3 截面特征计算

将箱梁划分为梁格尽量使每个梁格的重心轴高度与整体结构的中性轴一致,这样对梁格的截面特征计算及整理预应力效应方便些。根据截面惯性矩的定理,多于两室的箱梁无法做到每个纵梁的中性轴与整体箱梁一致,故将上部结构在各梁格之间对中切开,构件的惯性矩仍取绕整体上部结构的中性轴来计算。由于剪力流使腹板受有剪切变形,因此必须使纵向梁格的剪切面积等于腹板的横截面的面积。

横向弯曲是顶、底板一致绕它们共同重心的水平中性轴而弯曲(见图4),如同有一刚性腹板将它们连接一样。这种横向弯曲是不计顶、底板单独弯曲所导致的扭转变形,故横向梁格的惯性矩系统绕板共同的重心来计算,构件单位宽度内的惯性矩:

$$I = (h'^2 d' + h''^2 d'') = \frac{h^2 d' d''}{d' + d''}$$

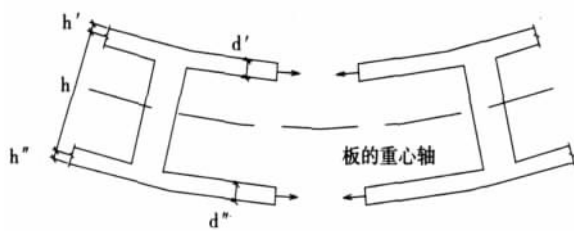


图 4 板的横向弯曲

式中 d' 、 d'' 、 h' 、 h'' 分别为板的厚度和各板至它们的形心的距离。若横向梁格包含横梁或横隔板,则惯性矩计算要计入横梁或横隔板。

横向梁格的单位宽度内的等效剪切面积:

$$a_s = \frac{(d'^3 + d''^3)}{l^2} \left[\frac{d_w^3 l}{d_w^3 l + (d'^3 + d''^3) h} \right] \frac{E}{G}$$

式中 d_w 为腹板厚度 l 为腹板中心距离 E 、 G 分别为混凝土的弹性模量和剪变模量。若横向梁格包含实际横梁或横隔板,则剪切面积按其矩形截面计算。

一个纵向或横向梁格构件的抗扭刚度等于构件所代表的顶板和底板刚度,它们的抗扭刚度与两层厚度的实体板一样,单位宽度内的扭转刚度:

$$J = 2(h'^2 d' + h''^2 d'') = \frac{2h^2 d' d''}{d' + d''}$$

在应用计算机进行空间分析中,若不是专业空间梁格分析软件,一般不会按照上述公式计算梁格的截面特征,比如本例采用 Midas Civil 2006 有限元程序进行分析,应按照上述公式计算梁格的截面特征取代程序中自动计算的数据。

2 计算结果的整理与分析

为限制篇幅,本例子仅对恒载和活载作用效

应进行分析。计算结果数据必须十分仔细整理,将有价值的详细数据分析其受力特征及指导结构设计。在梁格空间分析中,各梁格弯矩、剪力代数和即为纵梁的总弯矩、总剪力,而扭矩和不等总扭矩,这是因为在梁格分析中,梁格扭矩仅代表顶底板内剪力流组成的扭矩,总扭矩为梁格扭矩与两侧相反剪力对梁轴线扭矩代数和构成。在构件设计中,弯矩、剪力取分梁格内力进行抗弯、抗剪设计,而扭矩取全截面扭矩进行抗扭设计。详见图5~图9。

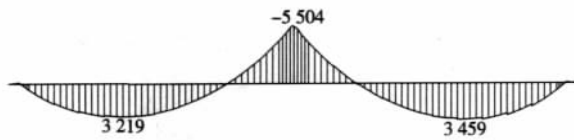


图5 梁格2恒载弯矩图

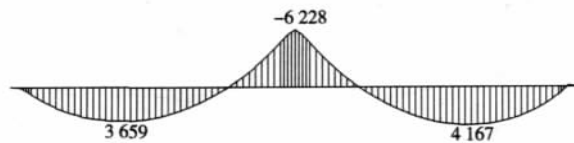


图6 梁格3恒载弯矩图

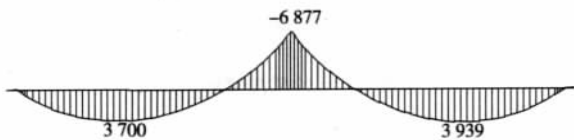


图7 梁格4恒载弯矩图

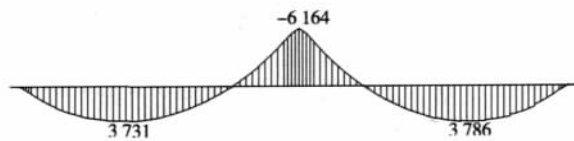


图8 梁格5恒载弯矩图



图9 梁格6恒载弯矩图

由计算结果可知,在恒载作用下,各梁格弯矩大小不同,箱梁各梁肋受力不均匀,内纵肋(梁格3~5)受力比边纵肋(梁格2、6)大,在支点处靠近支座纵肋(梁格4)受力较大,由于横梁的变形降低了远离支座的纵梁内力,故在结构设计中,为使箱梁各纵肋受力均匀应适当加强横梁的刚度。

由活载弯矩图(图10~图14)中可见,在节点

处弯矩图不连续,出现跳跃现象,此时可取两者的平均值作为该节点的真实弯矩。采用梁格空间分析中,可以得到各梁格的内力横向分布系数,采用梁格的最不利内力与纵梁全截面最不利内力代数和之比作为梁格的内力横向分布系数。该桥中支点处梁格1~6的汽车荷载横向分布系数分别为0.161、0.180、0.214、0.202、0.242。

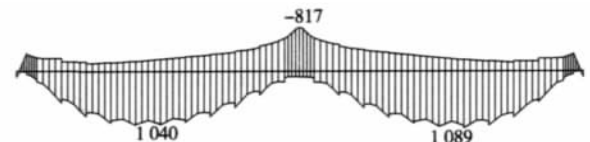


图10 梁格2活载弯矩图

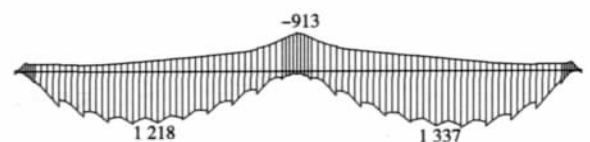


图11 梁格3活载弯矩图

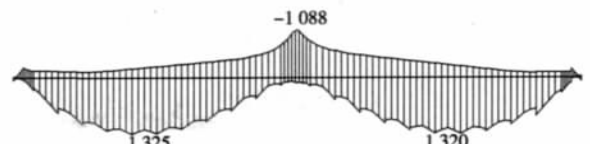


图12 梁格4活载弯矩图

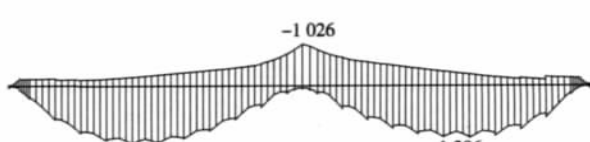


图13 梁格5活载弯矩图



图14 梁格6活载弯矩图

3 结语

本文针对异型箱梁桥的空间分析提供参考与讨论。实际上,梁格法在斜、弯、宽桥中广泛应用,能够得出在各种工况作用下主梁的最不利效应,特别是扭矩效应。在利用有限元程序进行结构分析时,应充分了解空间分析理论及程序的分析功能,方能有效整理和分析输入、输出数据。

Analysis and Construction Technology of Lower Cross Beam Pre-stressing of Main Pylon of Minpu Bridge II Chen Di, Wu Yong(90)

Abstract: Shanghai Minpu Bridge II Project is a rail-cum-road integrated double-floor super-large bridge. The main bridge is the single-pylon double-plane continuous steel plate truss compound beam double-floor cable-stayed bridge. The article analyzes the pre-stressing in the construction of the lower cross beam of the main pylon by the theoretically simulated analysis and calculation, and introduces the construction technology.

Keywords: cable-stayed bridge, pylon column, lower cross beam, pre-stressing, analysis, construction

Anti-corrosive Technology of Coastal Large-span Steel-concrete Compound Beam Bridge Liu Zhisong, Liang Hui, Chen Liping(93)

Abstract: Shanghai Changjiang River Tunnel Bridge is located at the mouth of Changjiang River, where is the maritime environment. The 105-m steel-concrete compound beam is the largest span of compound structural continuous box beam in China now. Its structural section is composed of concrete deck slab and channel steel beam. The article briefly introduces the anti-corrosive technology of the channel steel beam under the maritime environment.

Keywords: large span, steel-concrete compound beam, steel beam, anti-corrosion, construction technology

Design and Analysis on Space Steel Pipe Truss Elevated Pedestrian Crossing Huang Zhihua, Liu Shengyou, Zhang Fangtu(96)

Abstract: The article introduces the overall design of the elevated pedestrian crossing in Yunliang Road of Pudong Shanghai. The crossing is a 27 m + 27 m 2-span steel-pipe truss continuous beam bridge. The space finite element program is used to set up the beam unit model for analyzing its bearing. The article understands the stress conditions of every pole according to the bearing result, and optimizes the design of the larger stressed positions. The new constructional measures are used to improve its stress level.

Keywords: space steel pipe truss, elevated pedestrian crossing, bridge design

Application of Fill-up Expansion Joint in Bridge Maintenance Luo Jidong(100)

Abstract: The article introduces the application of composite modified asphalt BJ200 fill-up expansion joint in the bridge maintenance, and analyzes and discusses the construction technology, the application condition, the implementation effect and the application foreground of composite modified asphalt BJ200 fill-up expansion joint, which can provide the reference for the similar projects.

Keywords: BJ200, expansion joint of bridge, maintenance, application

Analysis of Grillage Method for Two-span 24-m Continuous Multi-chamber Irregular Box Girder Bridge Zhong Guodong(102)

Abstract: Through the establishment of finite element model for the irregular box girder bridge, and the sorting and analysis of the output data, the article explains the space analysis method of the irregular box girder bridge to provide the reference for the structural analysis and design of the similar bridges.

Keywords: irregular box girder bridge, grillage method, data, sorting

Structural Analysis on 250-m Large-span Continuous Rigid Frame Bridge Zeng Zhigang, Shu Chunsheng(105)