

大件运输通行桥梁荷载横向分布特性分析

李明¹ 应旭永² 李昊³

苏交科集团股份有限公司 江苏 南京 211112

摘要: 为了解决装配式梁桥在大件运输车辆通行条件下荷载横向分布系数计算问题,以一座跨径为16m的简支空心板梁桥为工程背景,采用铰接板法和空间梁格法分别计算了大件运输通行桥梁荷载横向分布系数,分析了桥梁结构的横向受力规律及荷载横向分布系数计算方法的适用性,并与该桥现场实测值进行了对比,结果表明:铰接板法和空间梁格法能较好地模拟大件运输车作用下的荷载横向分布;空间梁格法能考虑桥面铺装层和防撞护栏参与受力,各项指标更加符合实测结果,更能反映出空心板桥实际受力状况。

关键词: 桥梁荷载横向分布 大件运输 梁格法 空心板梁

Analysis of lateral distribution characteristics of large transport passage bridge load

Li Ming¹, Ying, Xuyong², Li Hao³

Sujiaoke Group Co., LTD. Jiangsu Nanjing 211112

Abstract: In order to solve the problem of calculating the lateral distribution coefficient of the load of the prefabricated beam bridge under the traffic conditions of large transport vehicles, With a simple supported hollow slab beam bridge with a span of 16m as the engineering background, The lateral distribution coefficient of the load of the large transport bridge is calculated respectively, Analyzing the transverse force law of bridge structure and the applicability of calculating the transverse distribution coefficient of load, And compared with the field measured value of the bridge, The results show that the hinge plate method and the space beam lattice method can better simulate the load transverse distribution under the action of large transport vehicles; Space girder lattice method can consider the bridge deck pavement layer and anti-collision barrier to participate in the force, The indicators are more in line with the measured results, It can reflect the actual stress of hollow slab bridge.

Key words: bridge load transverse distribution, large transportation, beam lattice method, hollow plate beam

我们所见的大多数桥梁,都是由多片主梁通过刚接或者铰接等各种横向联系组成的空间结构,当桥梁作用荷载时,主梁的受力会随着荷载沿横向作用位置不同而不同,即荷载沿横向传递的程度不同。在大件运输通行桥梁安全评估中,一个重要环节就是荷载横向分布的计算。铰接板法是最简便有效的荷载横向分布特性计算方法,但是该方法无法考虑桥面铺装、防撞护栏等对板桥荷载横向分布特性的影响。当车辆荷载作用在桥梁结构上时,而实际上是桥面铺装、防撞护栏与主梁(板)组成了一个共同受力的结构体系,桥面铺装和防撞护栏将会影响到主梁(板)承受车辆荷载的比重。

为了对上述问题进行研究,本文基于梁格法的基本原理,采用有限元方法建立了两种简支空心板桥全桥有限元仿真计算模型,其中一种为不考虑桥面铺装的有限元仿真模型,一种为不考虑防撞护栏的有限元仿真模型。基于这两种有限元仿真模型,对比分析荷载横向分布影响线计算结果,

对桥面铺装和防撞护栏对简支空心板桥荷载横向分布特性的影响进行考察。

1 工程背景

本项目为某±800kV换流站大件超限运输工程,本次工程共计35台变压器,变压器从码头通过龙门吊卸船装车运输至换流站内指定位置。本次对其中460t(不含牵引车、24轴线)大件运输车通行桥梁时开展现场监测和数值模拟分析。选择某16m跨简支空心板梁桥为监测对象。本次大件运输车辆通行过程监测,主要对板梁的动应变和动挠度开展实测。

2 有限元建模

梁格法的基本思想是将实际的上部结构用一个梁格来等效,每一区域内的刚度集中在邻近的等效梁格内,实际结构的纵向刚度与纵向构件刚度等效,而横向刚度则与横向构件刚度等效。理论上梁格需遵循的等效原则是:在同一荷载的作用下,等效梁格和实际结构的挠曲要恒等,任一梁格内

的内力与实际结构部分的内力也要恒等。针对装配式多主梁桥,采用梁格法进行模拟建模时,按照以下原则建立:

2.1 在每片空心板梁处建立一条纵梁,纵梁截面根据设计图纸建立实际的截面形式;采用虚拟横梁模拟铰缝连接,虚拟横梁的间距取0.5m,其以一矩形截面并根据刚度等效的原则进行模拟,纵梁和虚拟横梁组成了一个梁格系。

2.2 桥面铺装建模:本桥桥面铺装包含8cm现浇钢筋混凝土铺装层和5cm沥青混凝土铺装层。假设空心板梁与现浇混凝土铺装层之间良好联结,该层通过增大空心板梁截面的方式来考虑铺装层与板梁的叠合效应,同时通过增大横向联系结构(虚拟横梁)截面的方式来考虑其对横向传力的影响;沥青混凝土铺装层对结构整体刚度贡献较小,通过添加板单元的形式来考虑其对结构受力的影响^[1]。

2.3 防撞护栏建模:以结构形式计入防撞护栏作用,分别建立空心板与防撞护栏模型,两者通过刚臂连接,如下图所示。

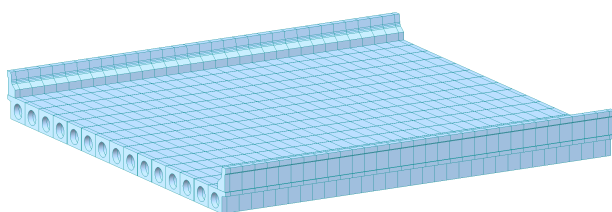


图1 空间有限元模型

3 荷载横向分布计算结果的比较

图2给出了计算得到的考虑桥面铺装和防撞护栏、不考虑桥面铺装和防撞护栏三种情况下板梁荷载横向分布影响线。可见,桥面铺装和防撞护栏对空心板梁荷载横向分布影响整体上较小;吴讯^[2]通过建立实体模型分析了桥面铺装对空心板梁横向分布的影响,其研究结果也表明桥面铺装对荷载横向分布几乎没有影响。

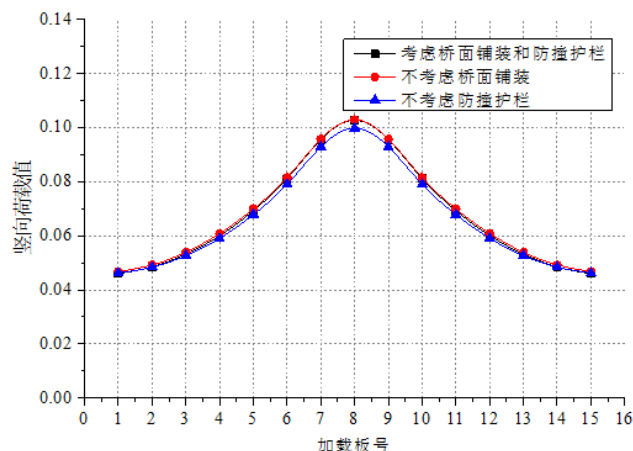


图2 荷载横向分布影响线比较 (8号板)

4 实际工程应用

预制拼装的预应力混凝土空心板桥属于多梁式结构,它的受力特性属于空间结构的范畴。通过现场实测、理论计算

和有限元分析可得到不同情况(是否考虑桥梁铺装和防撞护栏)下大件运输车辆通行过程中各板梁的受力结果。

4.1 内力分布分析

各板梁实际应力由现场监测得,考虑桥面铺装和防撞护栏、不考虑桥面铺装和防撞护栏的主梁应力由有限元空间模型模拟得出,此外还可通过铰接板法计算得到各板梁的应力分布,结果汇总见图3。可见:

4.1.1 3种工况下,有限元空间模型模拟得到的主梁应力均大于现场实测值;考虑桥面铺装参与受力时主梁的应力大于不考虑铺装时的值,二者差值为16%~20%左右;

4.1.2 考虑防撞护栏参与受力时主梁的应力大于不考虑防撞护栏时的值,二者差值为3%~13%;其中防撞护栏对边梁应力幅值的影响最大,该影响沿着桥横向从两侧向中轴线逐渐减小^[2]。

4.1.3 铰接板法不考虑桥面铺装和防撞护栏的影响,因此通过该方法计算得到的主梁应力幅值最大,这说明通过该方法计算的结果偏安全。

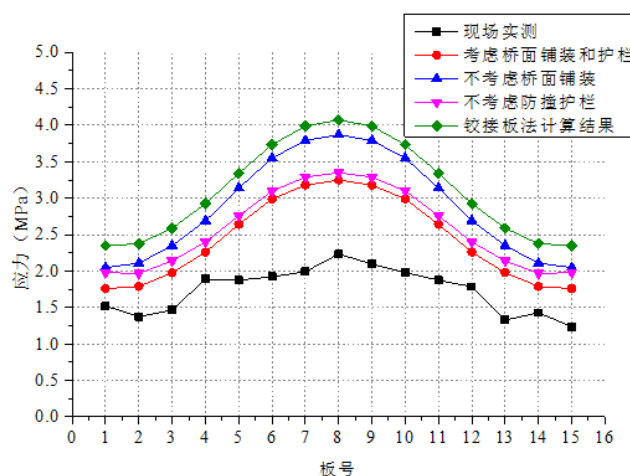


图3 大件运输车辆通行桥梁跨中应力幅值

4.2 动载参数分析

结构自振频率是重要的动载参数,通过数值模拟分析计算可得考虑桥面铺装和防撞护栏的桥梁结构基频为6.275Hz,不考虑桥面铺装和防撞护栏的桥梁结构基频为5.878Hz。因此考虑桥面铺装和防撞护栏时,桥梁结构刚度明显增加,整体结构自振频率减小。

4.3 荷载横向分布系数

图4给出了通过现场实测、有限元模拟和铰接板法计算得到的大件运输车辆作用下各片板的荷载分配系数。可见,有限元模拟和铰接板法计算得到的横向分布系数与实测结果分布基本一致,这说明了铰接板法能较好地计算空心板梁的荷载横向分布;但是由于铰接板法不能考虑桥面铺装和防撞护栏等设施对结构受力的影响,其所计算的内力和变形将偏于安全。此外,基于梁格法建立的空心板梁空间模型能够较好的模拟结构在车辆荷载作用下的横向分布;桥面铺装和防

撞护栏对车辆荷载作用下的横向分布影响较小。空心板梁格空间模型能够考虑桥面铺装和防撞护栏对结构受力的影响,其计算结果更能反映出空心板桥实际受力状况。

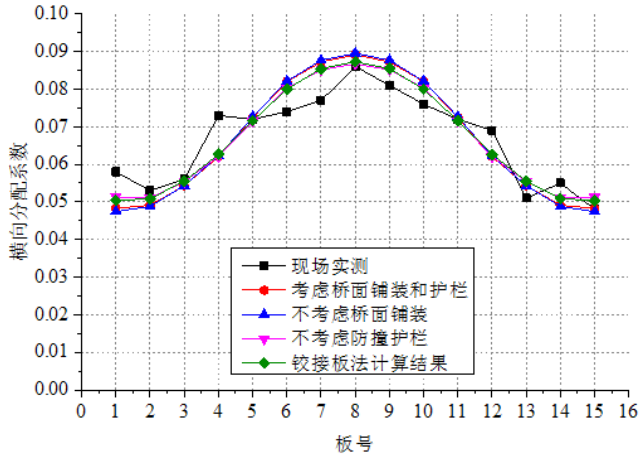


图4 横向分布系数

结束语: 本文基于现场监测、数值模拟和理论分析研究了大件运输通行条件下桥梁横向分布特性, 得出如下结论:

① 铰接板法能较好地模拟大件运输车作用下的荷载横向分布; 但是由于铰接板法不能考虑桥面铺装和防撞护栏等设施对结构受力的影响, 其所计算的内力和变形将偏于更安全。

② 空心板梁格空间模型能够考虑桥面铺装和防撞护栏对结构受力的影响, 计算结果表明桥面铺装和防撞护栏对空心板梁荷载横向分布影响较小; 但考虑桥面铺装层和防撞护栏参与受力时, 各项指标更加符合实测结果, 更加能反映出空心板桥实际受力状况。

参考文献:

[1]刘波,王有志,王涛等.大件运输中简支梁桥的动力响应分析及监测[J].哈尔滨工程大学学报,2014,35(3):313-319.
[2]吴迅,李徽.桥面铺装及铰缝对空心板梁横向分布的影响[J].结构工程师,2013(1):22-26.