

# 有无横隔板桥梁结构性能对比分析

姜增国,王敏,鲁冲

(武汉理工大学土木工程与建筑学院,湖北 武汉 430070)

**摘要:**为了验证横隔梁在桥梁结构当中的有效性,通过对有无横隔板两种类型的桥梁结构静动荷载试验的对比,结合有限元分析软件 MIDAS 进行的验证,分析在同种荷载工况作用下两种类型桥梁产生的不同应力应变和位移挠度值,结果显示有横隔梁的桥梁结构在动静荷载试验及分析中应力应变与位移挠度值都相对较小,数据更稳定,荷载传递更均匀,横隔梁在桥梁结构中有有效性较为明显。

**关键词:**桥梁检测;应力位移;横隔板;横向分布

**中图分类号:**U446.1

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2012.06.007

## 0 引言

静动荷载试验作为桥梁结构中的整体检测手段,各种桥梁参数对桥梁的受力情况都起到一定的作用,本文借助某实际工程进行检测,对其参数进行分析,所选桥梁结构一种为上部结构为三跨 I 型梁桥,跨径 13 m,梁与梁之间无横隔板,另一种为同类型桥梁,但梁与梁之间联接设有横隔板,两种类型桥梁均为简支体系。通过对桥梁静动载试验,分析桥梁结构在试验荷载主要控制截面上的应力应变、变形挠度等情况,获取桥梁结构的动力反应(如冲击系数等)并与设计计算值进行比较,对桥梁的设计、施工质量、承载力作出明确的评估,为桥梁竣工验收提供技术依据,并对比了在受力存在有明显区别的地方,从而进行评价。

静动荷载试验主要检测内容<sup>[1]</sup>:①桥梁结构截面跨中最大挠度;②桥梁结构截面跨中最大应力变化;③桥梁结构在动荷载下的最大动力响应分析。针对不同的桥型,根据要求以确定桥梁结构状态。

## 1 相关计算原理

### 1.1 横向分布系数计算方法

针对桥梁结构的特性,本文采用偏心压力法<sup>[2]</sup>,偏心压力法也称为“刚性横梁法”,适用于桥上具有可靠的横向联结,且桥的宽跨比小于或者接近 0.5 的情况,假定在荷载作用下,中间横隔梁为一根刚度无穷大的刚性梁,仅发生刚体位移,不考虑主梁的抗扭刚度。

当荷载  $P=1$  作用在第  $k$  片梁轴上时,对  $i$  号

梁的总作用为:

$$\eta_{ik} = \frac{1}{n} \pm \frac{a_i a_k}{\sum_{i=1}^n a_i^2} \quad (1)$$

式(1)中, $\eta_{ik}$ 为  $i$  号主梁的荷载横向影响线在  $k$  号主梁处的竖标值; $a_i$  为第  $i$  号主梁梁轴到截面形心的距离; $a_k$  为第  $k$  号主梁梁轴到截面形心的距离; $n$  为主梁片数。

### 1.2 冲击系数计算方法

在振动荷载作用下测试不同工况下在跨中截面所产生的最大动挠度,利用动挠度峰值与同量级静载挠度峰值之比确定冲击系数大小<sup>[3-4]</sup>,计算原理如图 1 所示。

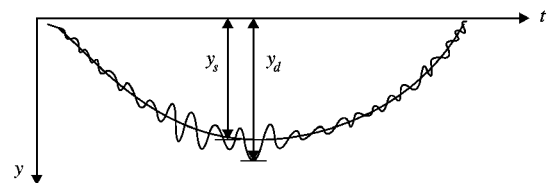


图 1 动挠度法计算冲击系数示意图

Fig. 1 Schemes for calculation of impact coefficient by dynamic deflection method

$$(1 + \mu) = \frac{y_d}{y_s} \quad (2)$$

式(2)中: $y_d$  为动挠度峰值; $y_s$  为静挠度峰值; $1 + \mu$  为冲击系数。

## 2 工程实例及试验分析

### 2.1 工程实例

在工程检测当中对上述两种桥梁结构在相同的静力和动力工况下进行试验对比,在试验过程当中对应变与位移的数据测试点分布如图 2

所示。

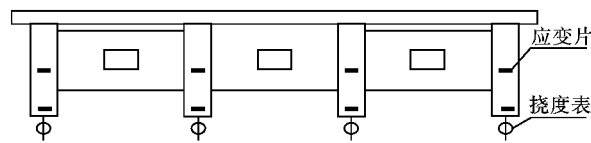


图 2 应变与位移测点布置图

Fig. 2 Figure of strain and displacement point arrangement

为达到两种桥梁结构对比性的目的,每个工况采用相同的分级加载、卸载测试,所选取的对比工况具体如下。**a. 静载工况:**①跨中最不利截面产生的最大位移,中载;②支座最不利截面产生的最大位移,中载;③最不利截面产生的最大位移,偏载。**b. 动载工况划分:**动载试验分匀速 5、10、20、30 km/h 的无障碍跑车试验、有障碍的跨中跳车试验,分别记录两种工况下对桥梁结构所产生的动力响应值。

## 2.2 试验数据分析

**2.2.1 桥梁静力荷载试验** **a. 主梁挠度值对比.**在静力荷载作用下,通过对中载和偏载的试验结果,选用在有无横隔梁结构跨中截面具有针对性的三种不同的工况所产生的挠度测试数据,并结合运用有限元软件建模计算的结果,其对比如表 1、表 2 所示。

表 1 有横隔梁跨中截面挠度值表

Table 1 Deflection of midspan cross-section with diaphragm mm

工况	项目	1#	2#	3#	4#
一	实测值	1.22	1.26	1.28	1.23
	计算值	1.67	1.83	1.83	1.67
二	实测值	1.33	1.42	1.44	1.39
	计算值	1.79	1.97	1.79	1.97
三	实测值	2.44	2.48	2.41	2.42
	计算值	3.21	3.54	3.54	3.21

注:挠度以向下为正,以向上为负。

表 2 无横隔梁跨中截面挠度值表

Table 2 Deflection of midspan cross-section without diaphragm mm

工况	项目	1#	2#	3#	4#
一	实测值	1.02	1.46	1.48	1.03
	计算值	1.54	1.92	1.92	1.54
二	实测值	1.53	1.79	1.77	1.51
	计算值	1.64	2.36	2.36	1.64
三	实测值	2.14	2.98	2.91	2.23
	计算值	2.87	4.13	4.13	2.87

注:挠度以向下为正,以向上为负。

分别将在不同工况下各主梁之间产生的最大位移沉降值曲线对比绘制如图 3。

**b. 横向分布系数的对比分析**<sup>[5-7]</sup>。采用前面

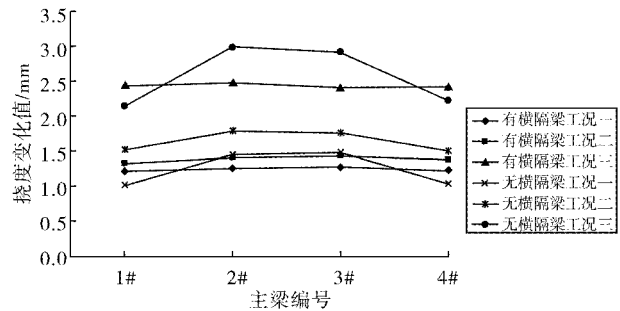


图 3 有无横隔梁主梁挠度对比图

Fig. 3 Contrast of girder deflection with/without diaphragm 介绍的桥梁横向分布系数计算方法,对有无横隔梁桥梁这两种的桥梁结构在中载作用下所产生的横向分布系数进行解析法计算,其计算结果如表 3 所示。

表 3 有无横隔梁横向分布系数对比

Table 3 Contrast table of distribution coefficient with/without diaphragm

类型	中载下横向分布系数			
	1#	2#	3#	4#
有横隔梁	0.238	0.262	0.262	0.238
无横隔梁	0.205	0.295	0.295	0.205

由挠度和横向分布系数表可以看出:①有横隔梁的桥梁结构所产生的最大位移沉降要比无横隔梁的要小;②有横隔梁的桥梁横向分布比较均匀,横向联系相对无横隔梁要稳定,所产生的数值较好。

**2.2.2 动力试验分析** 利用试验车通过桥梁结构产生的振动和冲击的作用,使桥梁在作用下产生一定的位移变化值,通过有效计算分析得到的汽车相关冲击系数分析  $\mu$  值,如表 4 所示。

表 4 汽车冲击系数 ( $1+\mu$ )

Table 4 Impact coefficient of car ( $1+\mu$ )

车速/(km/h)	5	10	20	30
有横隔梁	1.13	1.21	1.11	1.06
无横隔梁	1.32	1.43	1.23	1.21

从检测结果可以看出,运行车辆对有横隔梁桥梁结构的冲击数值比无横隔梁桥梁结构数值明显小,整体沉降均匀性较好。这从一个方面说明桥梁横隔梁对振动起到一定的受力传递作用,对桥梁整体性起到一定的作用,图 4 图 5 为动挠度对比图。

## 3 结论与建议

本文结合具体的工程实例,通过对有无横隔梁的两种桥梁结构的检测数据对比以及理论计算分析验证,发现有横隔梁的桥梁结构无论在动力分析还是静力荷载分析过程当中都比无横隔梁数据稳

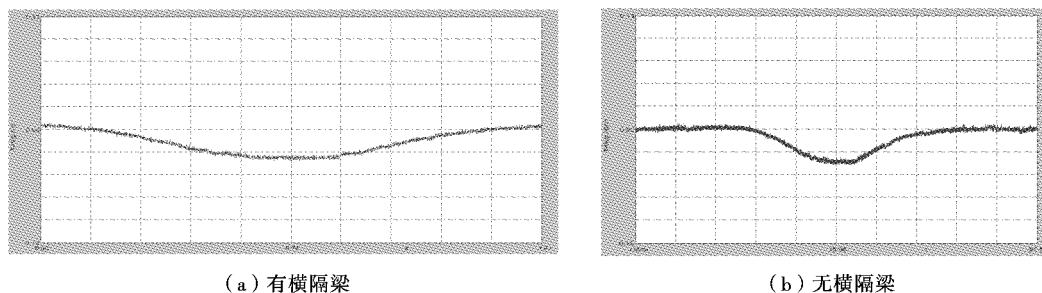


图4 跑车 20 km/h 跨中截面动挠度对比图

Fig. 4 Dynamic deflection contrast figure of midspan cross-section under sports car with 20 km/h

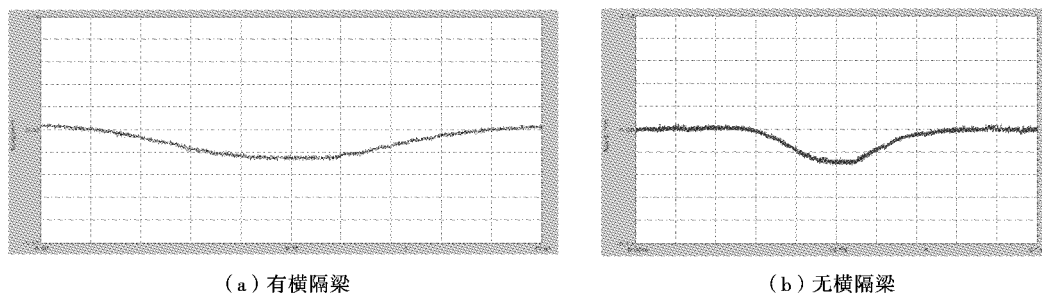


图5 跳车试验跨中截面动挠度对比图

Fig. 5 Dynamic deflection contrast figure of midspan cross-section under jumping test

定,所产生的应力应变与位移数挠度值都相对较小,现场试验数据推导计算出的横向分析系数,有横隔梁要比无横隔梁的桥梁结构要均匀,能够较好地传递荷载数值,这与理论计算分析是一致的,进一步验证了横隔梁在桥梁结构当中的有效性。

此次试验对比分析了桥梁结构在静动载试验中,在不同工况下有无横隔梁受力时提供的现场数据,不过对荷载在桥梁结构当中如何传递还得进一步研究分析。但此次试验所得到的数据对以后相关桥梁结构的检测工作以及桥梁设计起到一定的指导和借鉴的作用。

#### 参考文献:

[1] 湛润水,胡钊芳.公路桥梁荷载试验[M].北京:人民交通出版社,2003.

- [2] 范立础.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,1987.
- [3] 申明文,周海俊.桥梁静动载试验检测方法[J].城市道桥与防洪,2007(7):158-160.
- [4] 克拉夫 R,彭津 J.结构动力学[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [5] 孙建国.桥梁横向分布系数计算方法的对比分析[J].内蒙古公路与运输,2011(6):45-46.
- [6] 刘华,叶见曙.桥梁荷载横向分布系数计算方法[J].交通运输工程学报,2009,9(1):62-66.
- [7] Naiyu Wang, Curtis O' Malley, Bruce R Ellingwood, et al. Bridge Rating Using System Reliability Assessment. I: Assessment and Verification by Load Testing[J]. J BridgeEng, 2011(16): 854.

## Performance assessment of bridge with and without diaphragm based on loading tests

JIANG Zeng-guo, WANG Min, LU Chong

(School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** In order to verify the validity of diaphragm in the bridge structure, we analyzed different values of stress-strain and displacement deflection through comparing static and dynamic load tests under the two cases of considering the bridge with and without diaphragm. Combined the simulation by finite element method, the results show that stress-strain and displacement are smaller when the diaphragm exists both in the static and dynamic load tests, bridge with diaphragm has more steady data and more well-proportioned transfer in loads, the validity of diaphragm is verified apparently.

**Key words:** detection of bridge; stress and displacement; diaphragm; distribution

本文编辑:龚晓宁