

学校周边人行天桥舒适度分析

张书维 唐雄 汤宇

西南大学工程技术学院

DOI:10.32629/btr.v2i5.2190

[摘要] 近年来我国城市人行天桥向轻质、大跨方向发展,使得振动问题引起越来越多的关注。某大学周边共有三座人行天桥,研究三座桥梁的舒适度。该文参考众多的桥梁规范与研究中人行天桥振动舒适度的相关规定,利用 MIDAS 软件对该大学周边的三座天桥进行了舒适度测量和评估,以及一些相关建议。

[关键词] 人行天桥; 振动; 舒适度; MIDAS

人行天桥是一种立体交通设施,城市内建造的人行天桥专供行人通行,避免了行人和机动车的冲突,是繁忙路口和城市快速路的重要交通设施。人行天桥不仅要保证其安全性,舒适性也是其主要的设计准则。人流量、车流量、周边环境等,都会引起桥梁振动,进而影响行人的舒适度。因此利用 MIDAS 结合某大学周边的三座人行天桥进行桥梁的振动舒适度问题进行分析。

1 工程概况

某大学学校周边一共有三座人行天桥,分布位于学校五号门外和六号门外。其中,有两座简支桥,一座中承式拱桥一号天桥为钢箱梁桥,经测量该桥高 5m,长 29m,宽 4m。采用单箱单室箱梁,通长梁高 1.2m,梁宽 3.5m。二号天桥为中承式拱桥,经测量该中承式拱桥总高 12m,桥面板之下通行高度 4.5m,上部拱高 5.5m,下部拱距两侧墩台分别为 2.8m 和 2.5m;上部拱肋长 27.5m,桥面宽 3.8m。3 号天桥也为刚箱梁桥,经测量该桥高 4.5m,长 26.5m,宽 3.4m。采用单箱单室箱梁,梁高 1.5m,加腋处高 1.8m,梁宽 3m。3 号天桥与 1 号天桥结构类似,均为单箱单室箱梁,力学特性相同^[1-2]。

2 结构设计分析

2.1 桥梁测量数据

经过观察统计,三座天桥的人流量见表 2.1:

表 2.1 天桥人流量

Tab.2.1 traffic of the flyover

天桥编号	1	2	3
人流量/人/mins	12	10	2~3

表 2.2 天桥竖向自振频率

Tab.2.2 Vertical peak acceleration of the bridge

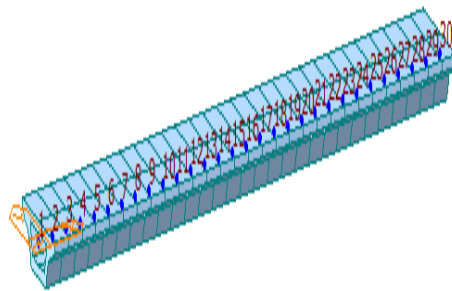
天桥编号	1	2	3
竖向峰值加速度/	3.055	5.469	4.053

2.2 结构建模

依据量取的天桥截面尺寸,在 MIDAS 进行建模分析其周期与频率。采用自重系数为-1.04,二期恒载 39.6kN/m,人群荷载 3.5kN/m²。依据这些条件可用 MIDAS 进行建模分析。建模结果发现与之前测试结果相差不大,证明分析方法正确。其中有一号桥相差稍大,因此单独分析^[3]。

图 2.1 结构建模图

Figure 2.1 structure modeling diagram



2.3 计算及分析

通过理论分析,调整固有频率的方法共有三种,增大跨中截面的惯性矩,减小桥梁的跨径以及减轻桥梁的自重。因此本次我们也从这三方面进行分析比较来得出相关结论。首先分析增大跨中截面惯性矩的方法,我们采用依次增大 5%、10%、15%、20%、25%的惯性矩;再通过改变桥梁自重也影响桥梁的自振频率,采用增大 15%、45%、-15%、-30%、-45%、-75%的人群荷载集度来进行分析,最后采用减小 3%、6%、9%、12%、15%跨径进行分析,可以得出各自的自振频率和周期来分析。

图 2.2 自振频率

Figure 2.2 natural frequency

特征值分析				
模态号	频率		周期	容许误差
	(rad/sec)	(cycle/sec)		
1	16.830715	2.678692	0.373317	4.0133e-016
2	39.798868	6.334187	0.157873	7.1774e-016
3	66.944323	10.654520	0.093857	2.0294e-016
4	149.225274	23.749940	0.042105	0.0000e+000
5	261.878909	41.679323	0.023993	0.0000e+000
6	402.520806	64.063176	0.015610	1.7963e-016
7	568.288223	90.445880	0.011056	7.2095e-016
8	755.962982	120.315245	0.008311	6.8650e-014
9	962.095436	153.122244	0.006531	1.2775e-011

图.2.3 自振一阶频率与惯性矩的关系

Fig.2.3 The relationship between the first-order frequency of self-vibration and the moment of inertia

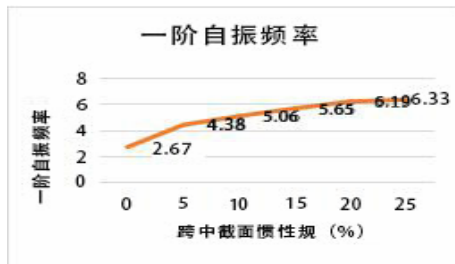


图 2.4 人群荷载与桥梁振动频率和周期的关系

Fig.2.4 Relationship between crowd load and vibration frequency and period of bridge

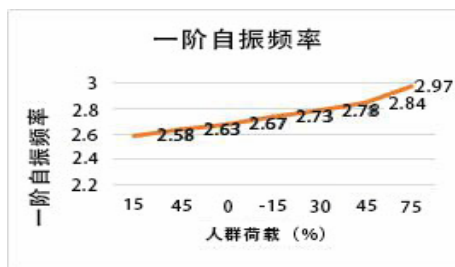


图 2.5 跨径与一阶自振频率的关系

Fig.2.5 Relationship between span and first-order natural vibration frequency



根据分析之后发现,增大截面惯性矩、减小人群荷载、减小桥梁跨径都可以增大桥梁的自振频率。但其中增大截面

惯性矩的效果最明显,但同时也会增加梁体自重,并不是一个一劳永逸的方法;其次是减小桥梁的跨径,效果其次,且变化稳定,但只能用于施工前或整体重建时;最后减小人群荷载的效果收益颇小,由于本次分析只采用了人群荷载,因此改变其它荷载的效果还需要待分析。

但分析本工程实际情况,天桥跨度受下方道路使用条件的限制而无法改变,而提高断面惯性矩 I_c 通常需通过增加天桥断面高度来实现,虽然提高了断面惯性矩 I_c ,但也引起桥梁单位质量 m_c 等比例增大,对改变 f_v 值收效甚微,且用钢量也有所增加,使得设计方案并不经济。为保持天桥美观、轻巧的建筑效果,天桥断面高度也不能无限制加大,因此,调整结构固有频率法对大跨人行天桥的效果并不理想。

3 结束语

经过试验测试,西南大学周边的三座天桥的自振频率和竖向加速度均满足规范要求,符合人行天桥舒适设计要求;在实际情况下,行人在天桥上停留时,如果天桥下方车流量较大,仍会感觉不适。本次研究还有地方不够完善,还需要进一步的研究;三座天桥使用时间较长,并且天桥所处的外部环境较为恶劣,老化严重,这对天桥的舒适度也有一定的影响;本次分析自振频率的荷载因素时,只分析了人群荷载,效果不是很好,可能改变其他荷载对自振频率的影响要大一些^[4]。

[参考文献]

- [1] JTG D60-2015[S].公路桥梁设计通用规范[S].北京:人民交通出版社,2018,(01):55-56.
- [2] CJJ69-95 城市人行天桥与人行地道技术规范[S].北京:人民交通出版社,2017,(02):17-18.
- [3] 邵旭东.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,2016,(2):98.
- [4] 程翔云.桥梁理论与计算[M].北京:人民交通出版社,2018,(01):123-124.

作者简介:

张书维(1996--),男,四川德昌人,汉族,大学本科,学生,土木工程专业。