

中美公路桥梁规范设计汽车荷载对比

闫保民, 李松辉

(山东科技大学 山东省土木工程防灾减灾重点实验室, 山东 青岛 266590)

摘要:为对我国汽车荷载标准值在目前所处世界水平有较为客观的定位,同时,为我国将来公路桥梁新规范的修订建立基础。首先阐述中国新旧规范以及美国 HL-93 规范对设计汽车荷载的规定;其次以 6、8、10、13、16、20、25、30 m 不同跨径 T 型截面简支梁桥为基准,系统推算不同跨径 T 型简支梁桥在中美规范规定汽车荷载作用下的跨中弯矩和支点剪力;最后,系统对比分析荷载效应的绝对值与相对值。研究表明:与美国规范相比,中国规范相对来说较为保守,且不够直观,我国现行汽车荷载标准规范在国际上大致处于中等位置,在考虑与原规范联系性的基础上适当借鉴美国规范。

关键词:汽车荷载标准;跨中弯矩;支点剪力;荷载效应对比;中美
中图分类号:U447 **文献标识码:**A

Study of vehicle load between China and America in bridge design specification

YAN Bao-min, LI Song-hui

(Key Laboratory of Civil Engineering Disaster Prevention and Mitigation, Shandong University of Science and Technology, Shandong Qingdao 266590, China)

Abstract: In order to have a more objective position on the world level of the standard value of vehicle load in China and make a foundation for the revision of the resent standard of Highway Bridge. This paper has explained the China's new and old code and the United States HL-93 specification for the design of vehicle loads, then take 6, 8, 10, 13, 16, 20, 30 meters long span bridge with T shaped beam for example, to make a systematic calculates of mid-span moment and shear force at supporting point of T-shaped beam, which is under the action of vehicle load in the Chinese and American Codes. In the end, the absolute value and the relative value of the load effect are analyzed systematically. The results show that: compared with the United States, the Chinese standard is relatively conservative and not intuitive, China's current vehicle load standard specification in the international is roughly in the middle position, considering the contact with the original specification, the appropriate reference to the United States.

Key words: characteristic value of vehicle load; mid-span moment; shear force at supporting point; comparison of load effect;

汽车荷载标准是公路桥梁设计重要依据之一,是设定安全可靠的鉴定荷载标准的首要前提。桥梁的安全性、经济性、耐久性与汽车荷载标准的合理性有着密不可分的关系,通过与国外汽车荷载标准的对比,找出自身的不足,从而予以改善。专家在研究不同国家之间荷载规范的基础上,得

知我国现行规范的汽车荷载代表值中的标准值相当于美国规范中的汽车荷载值,均是依靠不同的分项系数来满足不同极限状态要求^[1],且美国桥梁设计规范内容全面,在总体上运用了结构可靠度理论^[2],故比较我国与美国 AASHTO FRD 中的汽车荷载代表值之间的区别,比较具有实在意

收稿日期:2015-11-20

基金项目:山东省交通科技创新计划项目(2010Y01-2);旧桥检测与加固技术交通行业重点实验室(北京)开放课题(Jqk2011-14)

作者简介:闫保民(1989-),女,山东菏泽人,硕士,主要从事桥梁检测与安全性评估方面的研究。

荷载,横向则假定为在 3 m 范围内的均匀分布。

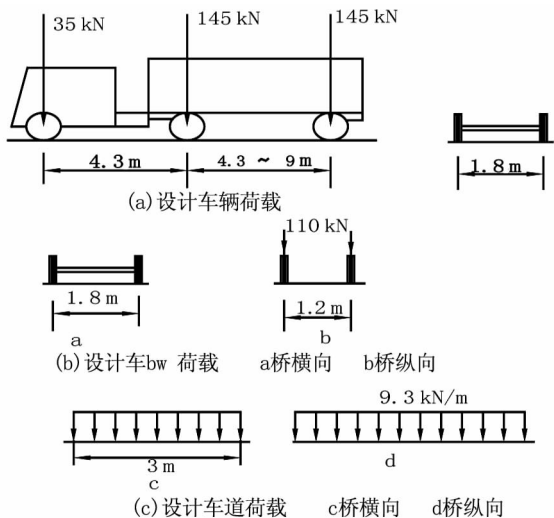


图3 美国汽车HL-93标准荷载

Fig. 3 Standard HL-93 Trucks Vehicle load

AASHTO 规定,产生极限荷载效应的组合包括:设计车队与设计车道荷载的组合效应;设计车辆荷载与设计车道荷载的组合效应;两辆设计车辆(两车间距至少 15 m)效应的 90% 与设计车道荷载效应的 90% 组合,每辆汽车 145 kN 轴的距离取用 4.3 m,用于计算处于均布荷载作用下反弯曲线之间的负弯矩和内部桥墩的反力作用。

3 中美汽车荷载冲击系数

冲击作用,即由于汽车荷载的动力因素,对桥梁内力或变形增大的影响。冲击作用影响复杂,对于钢筋混凝土桥,各国规范采用汽车荷载静力作用效应乘以系数($H\mu$)的方式来表达。

中国 1985 规范规定:冲击系数 μ 作为跨径的函数,当跨径 $L \leq 5$ m 时, $\mu = 0.3$; 当 $L \geq 45$ m 时, $\mu = 0$ 。中国 2004 规范规定:冲击系数作为桥梁基频的函数,当 $f < 1.5$ Hz 时, $\mu = 0.05$; 当 $1.5 \text{ Hz} \leq f \leq 14$ Hz 时, $\mu = 0.1767 \ln f - 0.0157$; 当 $f > 14$ Hz 时, $\mu = 0.45$ 。

美国 AASHTO(HL-93)规范规定: $\mu = \frac{15.24}{L + 38.1}$ 。

结合内插法计算得出不同规范汽车荷载对不同跨径简支梁桥的冲击系数,如表 2 所示。事实上,造成冲击的原因主要在于三点:车轮不圆,路面不平,车辆发动机的抖动^[8]。结果表明,对于中小跨径桥梁,随着跨径的增大,冲击系数呈减小趋势,且中国比美国规范减小的速度要快,可见我国公路桥梁在路面平整度上有待于提高。关于我国规范规定的冲击系数取值有待进一步研究与探讨。

表 2 中美规范不同跨径简支梁桥汽车荷载冲击系数取值

Tab. 2 The value of impact factor in China and American codes for supported beam bridge with different span

国家/ 规范	冲击系数								
	跨径 /m	6	8	10	13	16	20	25	30
中国	1985 规范	0.29	0.28	0.27	0.24	0.22	0.19	0.16	0.12
	2004 规范	0.45	0.42	0.36	0.33	0.28	0.24	0.23	0.22
美国	HL								
	-93 规范	0.35	0.33	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22

4 中美汽车荷载标准值效应对比

4.1 汽车荷载效应计算

根据对各跨径简支梁跨中弯矩及支点剪力影响线进行最不利荷载布置计算分析,并考虑冲击系数的影响,得到荷载效应值,详见图 4。

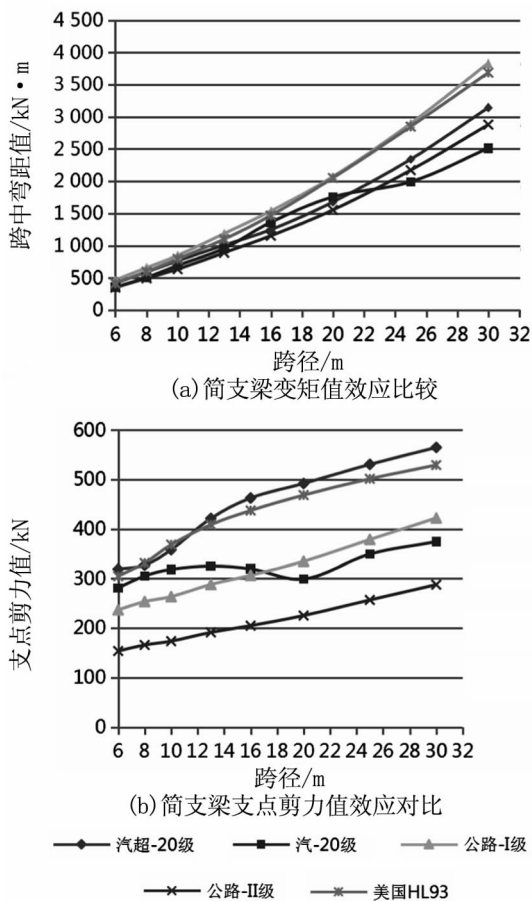


图4 汽车荷载效应对比

Fig. 4 The compare of Vehicle load effect

4.2 中美规范汽车荷载效应比值

为了更加清楚直观的对比中美规范汽车荷载效应,现将跨中弯矩效应比值、支点剪力效应比值分别以散点图的形式表现出来,从而观察 1985 规范与 2004 规范在美国规范(纵轴为 100%)处的波动范围,见图 5。

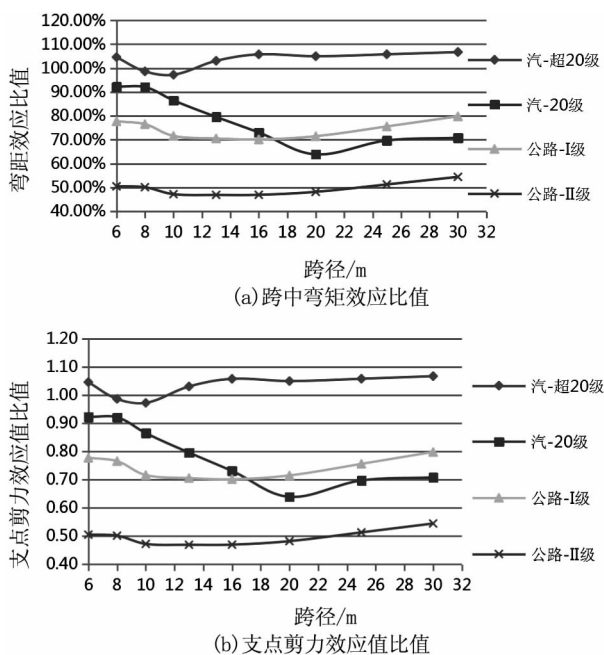


图5 汽车荷载效应比值

Fig.5 The ratio of Vehicle load effect

4.3 中美两国荷载效应对比分析

通过最不利布载方式,初步计算出中美规范汽车荷载标准值效应,分析结果表明:

(1)从图 4 中可以看出,随着跨径的增加,中国与美国桥梁汽车荷载在简支梁上产生的效应值总体趋势相同,但是荷载效应值的大小差异较为明显,美国规范较我国 1985 规范的公路-I 级产生的弯矩效应值较为接近,随着桥梁跨径的增大,跨径为 30 m 时,中国比美国大约 14.7%,且随着跨径的增大,差距逐渐增大。其中,汽-20 级产生的内力最小^[9]。

(2)美国规范产生的剪力荷载效应值与汽-超 20 级较为接近,简支梁跨径为 8~12 m 之间,美国小于后者,随着跨径增大,前者小于后者约 4%~6%,且差距逐渐趋于稳定。我国现行 2004 规范中的公路-I、公路-II 级相比美国,简支梁支点剪力效应值则差距较大,前者比后者小约 15%

~20%,这与我国治超水平可能有较大关系^[10]。

(3)从弯矩组合效应值来看,相比美国规范,中国规范相对比较安全,与公路-I 级相差不大,也证明我国现行规范相对比较合理,但是从剪力组合效应值来看,美国规范与汽-超 20 级较为接近,但是公路-I 级比美国规范小约 20%~30%,可见,在汽车荷载设计值上,美国规范优于中国现行规范。

(4)已知中国公路-I 级相比 1985 规范的汽车荷载模型来说,比较简单,计算起来比较方便,但是相对不如 1985 规范、美国规范来的直观。因为后者与汽车轴距、轴重都有关系。

5 结论

中国桥梁规范中的设计汽车荷载相比美国规范来说,比较保守。从弯矩效应值对比可知,我国公路-I 级与美国规范比较接近,我国现行规范在国际上处于中等行列。从剪力效应值对比中发现,我国的汽车-超 20 级与 HL-93 规范较为接近,可知我国的 1985 规范以轴力形式展现的汽车荷载模型具有一定的代表性,这是我国 2004 规范所不具备的。

参考文献:

- [1]张喜刚.公路桥梁汽车荷载标准研究[M].北京:人民交通出版社,2014.
- [2]张磊,金菊,宋娃丽.中美规范公路混凝土桥梁设计的分析与比较[J].河北工业大学学报,2011,40(6):99-102.
- [3]JTJ 021-85.公路桥涵设计通用规范[S].
- [4]JTG D60-2004.公路桥涵设计通用规范[S].
- [5]JTG H10-2009.公路养护技术规范[S].
- [6]AASHTO LRFD. The Manual for Bridge Evaluation, Second Edition[S].
- [7]AASHTO LRFD. Bridge Design Specifications, SI Units Third Edition[S].
- [8]张士铎.中美两国公路桥梁标准荷载内力计算的分析与对比[J].重庆交通学院学报,1984,10(3):1-12.
- [9]党栋.公路桥梁设计荷载及其组合研究[D].西安:长安大学,2012.
- [10]赵飞.中美超重车辆认定标准对比[J].河北工程大学学报:自然科学版,2015,32(4):58-62.

(责任编辑 王利君)