

桥门架及横联对上承式钢桁梁桥 刚度影响的研究^{*}

郭向荣

梅文勇

陈 淮

(长沙铁道学院, 410075) (石长铁路总公司, 长沙, 410075) (郑州工业大学土木建筑工程学院)

摘 要 对上承式钢桁梁桥进行三维空间结构分析, 从静力及动力特性两方面对桥门架及中间横向联结系的设置状况对上承式钢桁梁桥刚度的影响作了较详细的研究。

关键词 桥门架; 横向联结系; 上承式钢桁梁桥; 刚度

中图分类号 U 441

对于桥门架及横向联结系在上承式铁路钢桁梁桥中设置的疏密及强弱, 至今无明确的限定, 目前设计中多按构造要求及经验来决定^[1], 为偏于安全, 往往设置得很密。过去由于计算设备和手段的限制, 没有针对该问题进行专门的研究, 《桥规》对此亦无明确的规定^[2]。本文针对此问题, 以目前正在运营的 $2\times 64\text{ m}$ 铁路连续上承式双线钢桁梁桥为研究对象, 采用空间梁元模型对钢桁梁桥进行空间结构分析, 从静力和动力特性两方面对桥门架及横向联结系设置的疏密及强弱对该上承式钢桁梁桥刚度的影响作了较详细的研究, 得出了具有实用价值的结论。

1 计算模型及分析方法

1.1 计算模型

本文采用较符合实际情况的空间梁元模型对钢桁梁桥进行空间结构分析。在此不考虑轨道刚度的影响, 不考虑各构件偏心联结的影响。

1.2 分析方法

本文选取一目前正在运营的 $2\times 64\text{ m}$ 铁路连续上承式双线钢桁梁桥(如图 1 所示)作为分析对象, 以它作为原结构, 修改原结构桥门架及横向联结系设置的疏密、强弱以产生各种比较结构, 计算原结构和各种比较结构的自振频率以及结构在横向荷载(如标准有车风压 1.25 kPa)、竖向偏心荷载(如列车均布载荷 80 kN/m)作用下的静力位移。因为结构的自振频率表征了该结构的动力特性, 结构的静力位移表征了该结构的静力特性, 故可通过原结构与比较结构之间自振频率及静力位移的比较, 可分析出桥门架、横向联结系设置的疏密及强弱对桥梁结构静力及动力特性的影响。为了分析横向联结系设置的疏密对上承式钢桁梁桥刚度的影响, 考虑以下 4 种疏密状况:

原结构:(设置了桥门架及在每个节间均设置了中间横联)

疏密 1: 保留桥门架, 中间横向联结系每 2 节间设置 1 个(保留 50%)

^{*} 河南省自然科学基金资助项目(954041800)

收稿日期: 1998—05—20

第一作者 男 1968 年 12 月生 硕士学位 讲师

疏密 2:保留桥门架,取消所有中间横向联结系

疏密 3:取消桥门架,保留所有中间横向联结系

为了分析桥门架及横向联结系设置的强弱对上承式钢桁梁桥刚度的影响,考虑以下 4 种强弱状况:

原结构:(下叙加强百分比都是针对原结构而言的)

强弱 1:桥门架强弱不变,中间横向联结系加强 100%

强弱 2:桥门架加强 50%,中间横向联结系不变

强弱 3:桥门架加强 100%,中间横向联结系不变

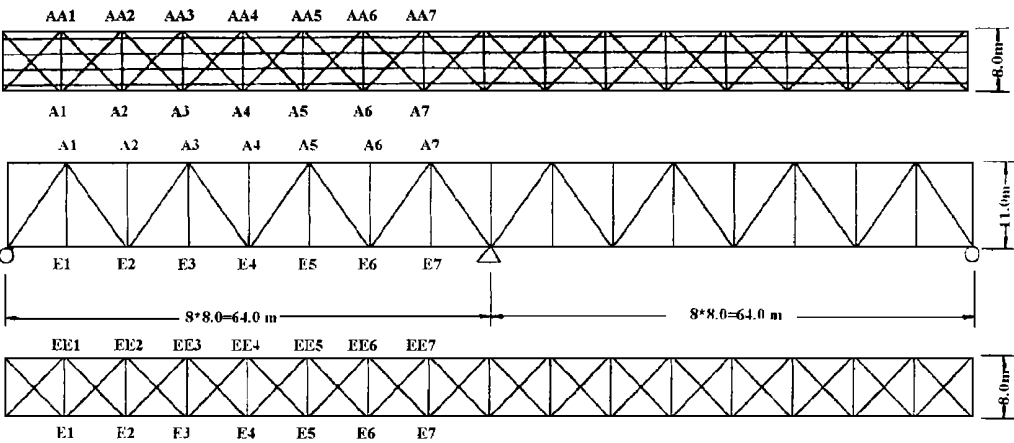


图 1 2×64 m 铁路连续上承式双线钢桁梁桥

2 桥门架及中间横联的设置状况对上承式钢桁梁桥静力特性的影响

2.1 桥门架及中间横联的设置疏密对结构静力特性的影响

2.1.1 横向荷载作用下的影响

为了考察桥门架及中间横联设置的疏密在横向荷载作用下对上承式钢桁梁桥结构静力特性的影响,计算了上述 4 种疏密状况下结构在横向荷载(标准有车风压 1.25 kPa)作用下的静力位移,计算中把疏密 1、疏密 2、疏密 3 分别与原结构在横向风荷载作用下节点横向位移作了相对比较(偏差),即(比较结构位移值-原结构位移值)÷原结构位移值×100%,给出了跨中上下弦节点位移平均值(A4|E4)的相对比较,其值的变化可表征该结构横向刚度的改变,及跨中上下弦节点位移比值(A4/E4)的相对比较,其值的变化可表征该结构整体工作性能的改变。

从计算结果可以看出,疏密 1 与原结构的最大相对偏差是:上弦节点横向位移 10.83%,下弦节点横向位移 4.10%,A4|E4 为 4.43%,A4/E4 为 1.97%;疏密 2 与原结构的最大相对偏差是:上弦节点横向位移 38.21%,下弦节点横向位移-9.36%,A4|E4 为 10.15%,A4/E4 为 23.31%;疏密 3 与原结构的最大相对偏差是:上弦节点横向位移 81.27%,下弦节点横向位移 31.12%,A4|E4 为 33.56%,A4/E4 为 25.71%。从以上相对偏差值来看,保留桥门架,中间横向联结系每 2 节间设置 1 个这种方案与原结构相比除上弦节点横向位移变化稍大外,其余变化均很小,而取消桥门架或中间横向联结系均引起了结构

不可忽视的改变。

2.1.2 竖向荷载作用下的影响

为了考察桥门架及中间横联设置的疏密在竖向荷载作用下对上承式钢桁梁桥结构静力特性的影响,计算了上述 4 种疏密状况下结构在竖向荷载(列车均布荷载 80 kN/m , 单线、偏心、布满单跨)作用下的静力位移,计算中把疏密 1、疏密 2、疏密 3 分别与原结构在竖向荷载作用下的下弦平面左右节点竖向位移作了相对比较,还给出了跨中下弦平面左右节点位移平均值($EE4|E4$)的相对比较,其值的变化可表征该结构竖向刚度的改变,及跨中左右节点位移比值($EE4/E4$)的相对比较,其值的变化可表征该结构两片桁架共同工作性能的改变。

从计算结果可以看出,疏密 1 与原结构的最大相对偏差是:左节点竖向位移 -2.01% , 右节点竖向位移 3.06% , $EE4|E4$ 为 -0.05% , $EE4/E4$ 为 -1.26% ;疏密 2 与原结构的最大相对偏差是:左节点竖向位移 -17.30% , 右节点竖向位移 14.36% , $EE4|E4$ 为 -0.04% , $EE4/E4$ 为 -26.55% ;疏密 3 与原结构的最大相对偏差是:左节点竖向位移 -8.56% , 右节点竖向位移 6.68% , $EE4|E4$ 为 0.00% , $EE4/E4$ 为 -8.30% 。从以上相对偏差值来看,保留桥门架,中间横向联结系每 2 节间设置 1 个这种方案与原结构相比引起的变化均很小,而取消桥门架或中间横向联结系虽然对结构整体竖向刚度的改变很小,但对两片主桁架共同工作性能均引起了不可忽视的改变。

2.2 桥门架及中间横联的设置强弱对结构静力特性的影响

2.2.1 横向荷载作用下的影响

为了考察桥门架及中间横联的设置强弱在横向荷载作用下对上承式钢桁梁桥结构静力特性的影响,计算了上述 4 种强弱状况下结构在横向荷载作用下的静力位移,计算中把强弱 1、强弱 2、强弱 3 分别与原结构在横向风荷载作用下节点横向位移和跨中上下弦节点位移平均值($A4|E4$)以及比值($A4/E4$)作了相对比较。

从计算结果可以看出,强弱 1 与原结构的最大相对偏差是:上弦节点横向位移 -2.89% , 下弦节点横向位移 -0.91% , $A4|E4$ 为 -1.07% , $A4/E4$ 为 -0.62% ;强弱 2 与原结构的最大相对偏差是:上弦节点横向位移 -5.11% , 下弦节点横向位移 -2.06% , $A4|E4$ 为 -2.62% , $A4/E4$ 为 -2.21% ;强弱 3 与原结构的最大相对偏差是:上弦节点横向位移 -7.95% , 下弦节点横向位移 -3.23% , $A4|E4$ 为 -4.13% , $A4/E4$ 为 -3.51% 。从以上相对偏差值来看,3 种强弱方案与原结构相比引起的变化均不大,而改变桥门架的强弱比改变中间横向联结系的强弱对结构引起的变化要大得多。

2.2.2 竖向荷载作用下的影响

为了考察桥门架及中间横联的设置强弱在竖向荷载作用下对上承式钢桁梁桥结构静力特性的影响,计算了上述 4 种强弱状况下结构在竖向荷载作用下的静力位移,计算中把强弱 1、强弱 2、强弱 3 分别与原结构在竖向荷载作用下的下弦平面左右节点竖向位移和跨中左右节点位移平均值($EE4|E4$)以及比值($EE4/E4$)作了相对比较。从计算结果可以看出,3 种强弱方案与原结构相比引起的变化均小于 1% 而可以忽略不计。

3? 桥门架及中间横联的设置状况对上承式钢桁梁桥动力特性的影响

3.1 桥门架及中间横联的设置疏密对结构动力特性的影响

为了考察桥门架的设置疏密对上承式钢桁梁桥结构动力特性的影响,计算了上述 4 种

疏密状况下结构前 5 阶自振频率和振型,从计算结果可以看出,疏密 1、疏密 2 的自振特性与原结构相比,其振型没有改变,竖向自振频率变化均小于 5%,而对于横向自振频率变化而言,疏密 1 较小(-5.56%),疏密 2 较大(-15.12%)。疏密 3 的竖向自振频率变化很小(0.26%),但横向自振频率变化很大(-30.72%)且第 4 阶振型由竖向变成了扭转振型。

3.2 桥门架及中间横联的设置强弱对结构动力特性的影响

为了考察桥门架的设置强弱对上承式钢桁梁桥结构动力特性的影响,计算了上述 4 种强弱状况下结构前 5 阶自振频率和振型,从计算结果可以看出,3 种强弱状况下结构的自振特性与原结构相比,其振型没有改变,竖向自振频率变化均小于 2%,而对于横向自振频率变化而言,强弱 1 非常小(-0.33%),强弱 2,强弱 3 稍大(第 1 阶变化分别为 3.92%, 6.21%)。亦即加强桥门架要比加强中间横联对结构刚度的改善要大得多。

4 结论

对上承式钢桁梁桥而言,从上述分析可知:

(1)桥门架对结构的横向静力特性和动力特性的影响都非常显著,故在设计中应对桥门架的设计引起足够的重视,最好对其予以适当加强。

(2)保留桥门架、隔一节间设置一横向联结系,对结构的静力及动力特性的影响与保留桥门架、每一节间均设置一横向联结系的情况不会有很大的差别,也就是说在每两节间设置一横向联结系是可行的。

(3)只保留桥门架,取消所有中间横联或设置间距太大,对结构的静力及动力特性都会造成不可忽视的影响,尤其在竖向偏载作用下将影响两片主桁的共同工作,故不宜采纳。

(4)加强中间横向联结系对结构的静力及动力特性都不会造成很大的变化,故如要改善结构的刚度性能,宜通过适当加强桥门架,或减少中间横联的设置间距等措施来实现。

参考文献

- 1 王承礼,徐名枢.铁路桥梁.北京:中国铁道出版社,1990.228~243
- 2 李富文,伏魁先.铁路钢桥.北京:中国铁道出版社,1986.165~187

Research on the Influence of Installation Case of Portal Frame and Sway Bracing on the Stiffness of Steel-truss Deck Bridges

Guo Xiangrong

Mei Wenyong

(Changsha Railway Institute) (Shichang Railway General Company)

Chen Huai

(Zhengzhou University of Technology)

Abstract In this paper, the influence of installation case of portal frame and sway bracing on the stiffness of steel-truss deck bridges is analysed fully both from static and dynamic characteristics respectively by three dimensional analysis of the structure, and the results achieved may provide reference for the relevant designs.

Keywords: portal frame; sway bracing; steel-truss deck bridge; stiffness