

文章编号: 0451-0712(2006)04-0086-04

中图分类号: U443.323

文献标识码: B

无桥台斜腿刚架桥横系梁的设置分析

康俊涛¹, 王国鼎²

(1. 武汉理工大学土木工程与建筑学院 武汉市 430070; 2. 华中科技大学土木工程与力学学院 武汉市 430074)

摘 要: 横系梁的设置对加强桥梁的整体受力很有好处, 横系梁的合理数量和合理位置就显得尤为重要。基于三维实体模型从应力水平和结构位移两个方面对无桥台斜腿刚架桥横系梁的设置进行了分析, 研究结果表明: 主孔和副孔跨中横系梁、主梁梁端横系梁、斜腿与主梁相交处横系梁必须设置, 且横系梁的数量并非越多越好。

关键词: 无桥台斜腿刚架桥; 横系梁; 设置

横系梁在 T 形梁桥中起着保证各片主梁相互连接成整体的作用, 它的刚度越大, 桥梁的整体性越好, 在荷载作用下各主梁就能更好地共同工作。然而, 设置横系梁给施工带来了很大不便。因此, 20 世纪 60 年代中后期为了简化 T 梁桥的施工, 不少单位试建过一些无横系梁的 T 梁桥。但实践表明, 这种桥梁容易在翼缘板接缝处出现纵向裂缝, 而且主梁梁肋的裂缝也比有横系梁的 T 梁多。因此, 通过调查分析, 目前比较一致的看法是: T 梁的端横梁是必须设置的, 它不但有利于制造、运输和安装阶段构件的稳定性, 而且能显著加强全桥的整体性; 有中横梁的桥梁, 荷载横向分布比较均匀, 可以减轻翼缘板接缝处的纵向开裂现象。因此, 在有些教科书上建议横系梁的设置间距以 4~6 m 为宜。但这是对纯弯构件的建议值, 对于偏心受压(拉)构件, 其横系梁又是如何设置呢? 无桥台斜腿刚架桥副孔主梁为偏心受拉构件, 主孔主梁为偏心受压构件, 主梁肋间距一般较大(2.5 m 以上), 横系梁的数量设置少了, 会出现横向联系不好, 受力不均的情况, 各片主梁所分配到的荷载相差悬殊, 材料不能充分发挥其作用, 会造成浪费; 横系梁设置多了, 不仅费时费料、增加自重, 使桥梁的跨越能力降低, 而且施工麻烦。因此横系梁的合理数量及位置较为重要, 本文基于三维实体模型对无桥台斜腿刚架桥横系梁的设置问题进行了探讨。

1 研究对象及基本假定

图 1 所示的无桥台斜腿刚架桥, 主孔跨径为

28 m, 计算时采用空间分析程序 ANSYS, 单元类型为: Solid92 实体单元。为了取得同等的比较条件, 作如下基本假定。

(1) 由于斜腿与主梁相交, 所以此处 C 型横系梁必须设置; 考虑到桥头搭板搁置在主梁梁端牛腿上, 因此 E 型横系梁也是必须设置的。其余横系梁的设置及加载情况分为 5 种工况, 见表 1。

表 1 横系梁的设置及加载情况

加载位置	设置 C、E 型 横系梁	设置 A、C、 E 型横系梁	设置 A、B、C、 E 型横系梁	设置 A、C、D、 E 型横系梁
主孔加载	工况一	工况二	工况三	—
副孔加载	—	工况四	—	工况五

(2) 不同加载情况及横系梁的位置发生变化时, 各结构体系均取相同的结构尺寸和材料。

(3) 结构分析在线弹性范围内, 弹性模量 $E = 3 \times 10^7 \text{ kPa}$, $\rho = 2.5 \times 10^4 \text{ kN/m}^3$, 泊松比为 0.166 7, 汽车荷载集度: 10.5 kN/m。

(4) 计算内容包括桥梁恒载 + 汽车荷载作用下的应力和位移, 结构应力以拉为正, 压为负。

(5) 三维离散模型及加载模型分别见图 2、图 3、图 4 所示。

2 主孔横系梁的布置分析

工况一~工况三主孔跨中应力图见图 5。

(1) 工况一: 两片梁肋跨中最大拉应力相差较

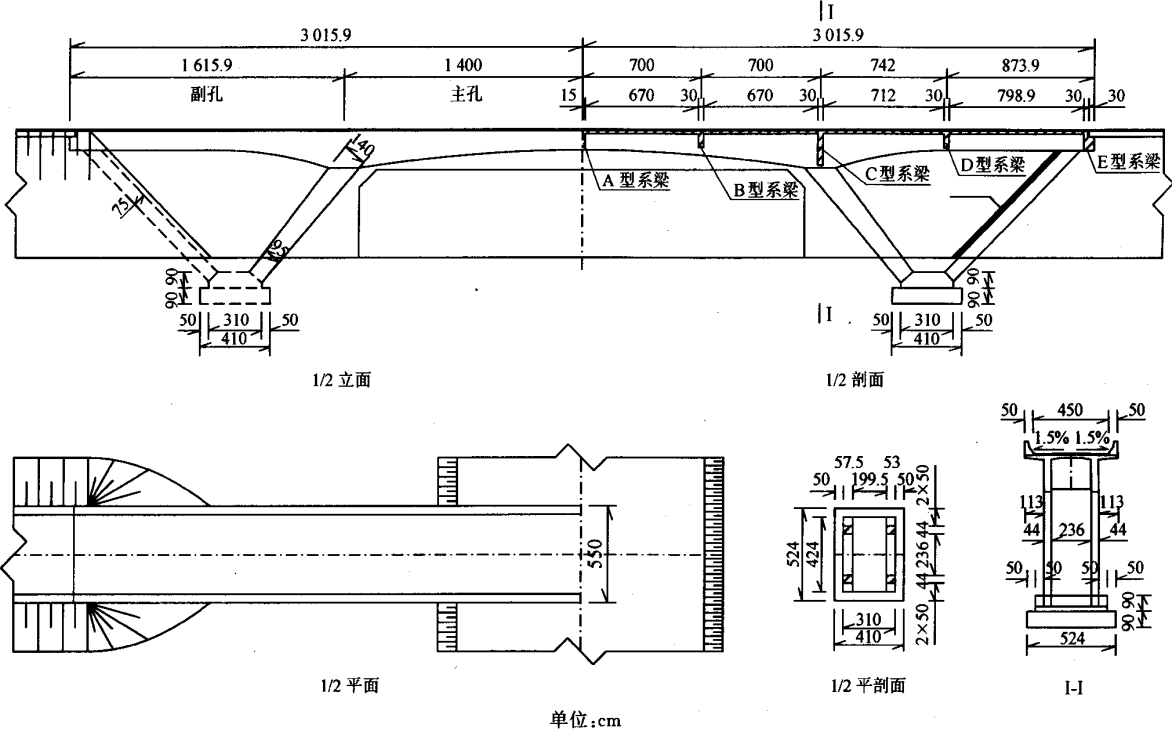


图 1 无桥台斜腿刚架桥桥型布置

大,说明两片梁的横向分布极为不均。

(2)工况二、工况三:两片梁肋跨中最大拉应力相差不大,且两种工况下最大拉应力也相差不大,工况三略大一点,说明设置C型横系梁对桥梁的横向联系很有好处,但B型横系梁对结构的横向受力没有改善,相反,由于B型横系梁自重的影响,使得跨中最大拉应力略有增加。

(3)工况二、工况三:由于跨中设有横系梁,横系梁与主梁的连接处有应力集中的现象,因此,在构造上应予以重视,如设置倒角等。

工况一~工况三主孔跨中位移图见图6所示。

(1)工况一:两片梁肋跨中最大竖向位移相差较大,分别为11.86 mm和6.58 mm,两片梁的位移之比为1.80,说明两片梁的横向联系较弱。

(2)工况二:两片梁肋跨中最大竖向位移分别为11.99 mm和9.32 mm,两片梁的位移之比为1.29。

(3)工况三:两片梁肋跨中最大竖向位移分别为11.93 mm和9.27 mm,两片梁的位移之比为1.29。

(4)从图6(2)、图6(3)可知,设置C型横系梁对桥梁的横向联系很有好处,B型横系梁的设置对位移影响不大,同时也注意到:两片梁肋的位移也有一定的差距,所以在进行桥梁结构设计时应考虑一定的偏载系数,根据已往的工程实践经验,可以取1.3。



图 2 三维离散模型



图 3 中孔加载模型

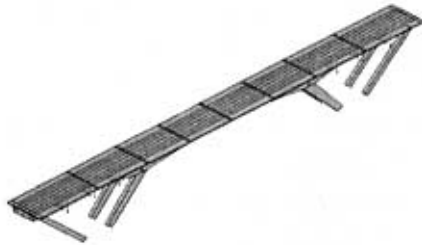
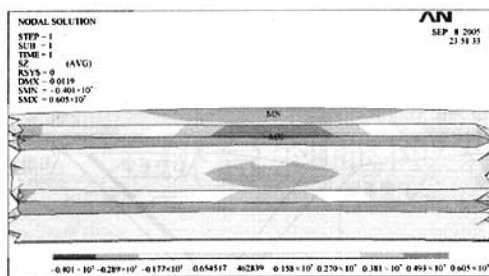
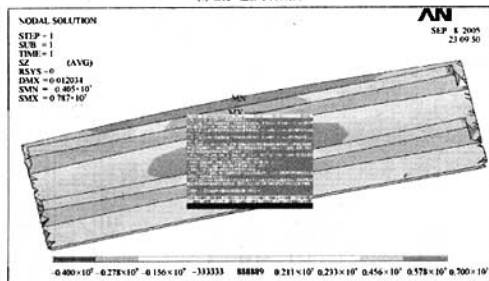


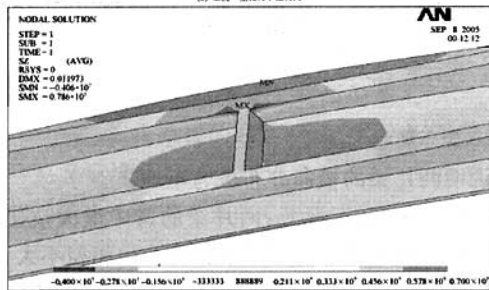
图 4 边孔加载模型



(1) 工况一上主跨中应力图



(2) 工况二上主跨中应力图



(3) 工况三上主跨中应力图

图 5 主孔跨中应力图

3 副孔横系梁的布置分析

工况四、工况五副孔跨中附近应力图见图 7 所示。

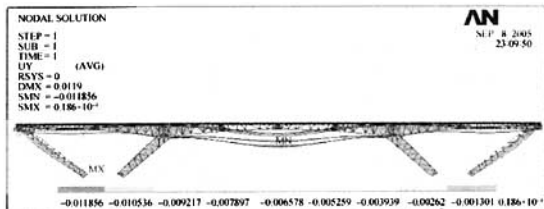
(1) 工况四: 两片梁肋跨中最大拉应力相差较大, 说明两片梁的横向分布极不均匀, 对结构极为不利。

(2) 工况五: 两片梁肋跨中最大拉应力相差不大, 且最大拉应力也相差不大, 说明设置 D 型横系梁对桥梁的横向联系很有好处。同时, 也应注意主梁与横系梁连接处的应力集中现象。

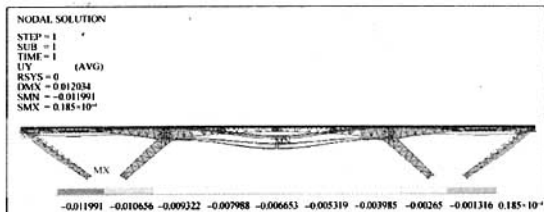
工况四、工况五副孔跨中附近位移图见图 8 所示。

(1) 工况四: 两片梁肋跨中最大竖向位移相差较大, 分别为 7.7 mm 和 5.1 mm, 两片梁的位移之比为 1.51, 说明两片梁的横向联系较弱。

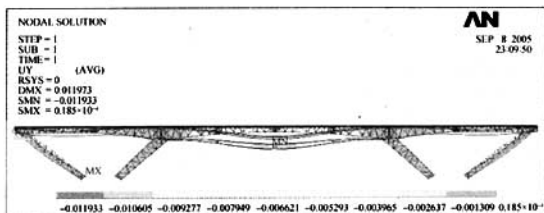
(2) 工况五: 两片梁肋跨中最大竖向位移分别为 6.6 mm 和 5.0 mm, 两片梁的位移之比为 1.32, 说明设置 D 型横系梁对桥梁的横向联系有利。



(1) 工况一主孔跨中位移图



(2) 工况二主孔跨中位移图



(3) 工况三主孔跨中位移图

图 6 主孔跨中位移图

5 结论

无桥台斜腿刚架桥是一种优秀的新桥型, 对该桥型的细部构造的研究也很重要。本文基于三维实体模型对主孔、副孔横系梁的设置做了分析, 结论如下:

(1) 由于构造上的需要, C 型、E 型横系梁必须设置。

(2) 主孔跨中 A 型横系梁的设置对结构的横向联系极为有利, 但主孔中 B 型横系梁的设置对结构受力影响不大, 因此, 跨中横系梁必须设置, B 型横系梁不需设置。

(3) 副孔跨中附近 D 型横系梁的设置对结构的横向联系极为有利, 因此, D 型横系梁的设置也是必须的。

(4) 横系板的设置, 对于加强桥梁的横向联系, 保证桥梁的整体性有很大的作用, 所以桥梁设计时应设横系板, 但并不是越多越好, 设置过多, 不仅对荷载横向分配贡献减小, 对主梁受力增加负担, 而且还给施工造成困难。

(5) 本文对无桥台斜腿刚架桥横系梁的设置分析具有普遍意义, 对完善该桥型的细部构造有着重要的依据。

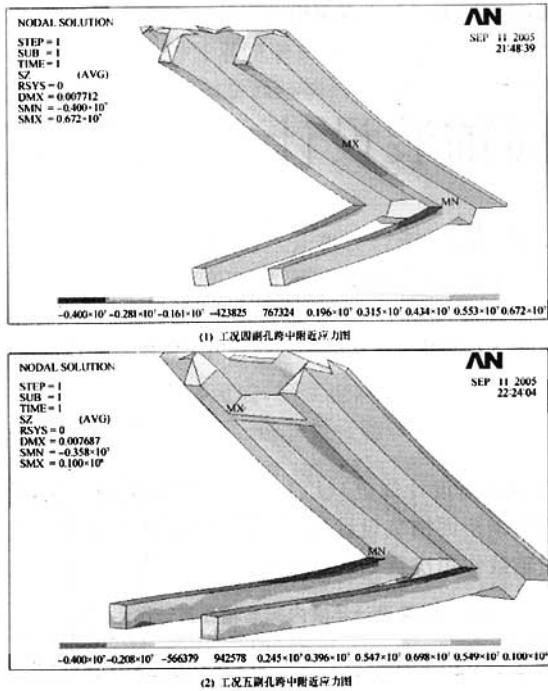


图 7 副孔跨中附近应力图

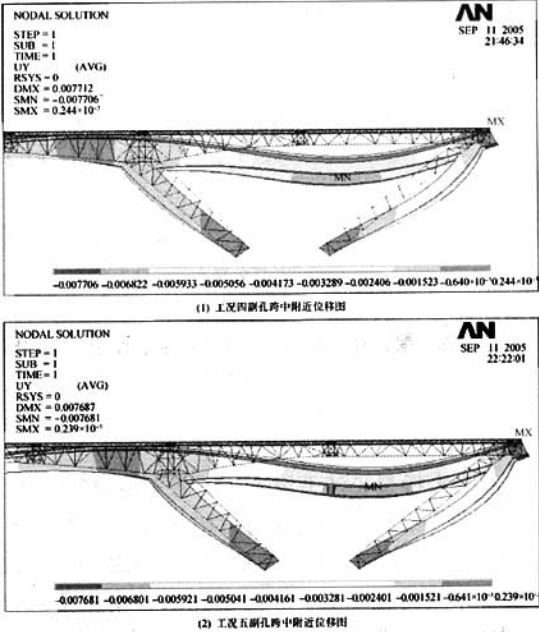


图 8 副孔跨中附近位移图

参考文献:

[1] Spindel J E. A Study of bridge Slabs having no transverse flexural stiffness. Ph. D Thesis, Kings College, London, 1961.

[2] 姚玲森. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社,1993.

[3] Bishara A. Interaction between cross frames and girders[J]. Structural Engineering, 1990, 116(5).

[4] 彭霞,王行耐. 横隔梁道数变化对桥上荷载横向分配

的影响浅析[J]. 桥梁建设,1997,(4).

[5] 张耀辉,张华新. 桥梁的横隔板效应[J]. 山西交通科技,1998,119(4).

[6] Tarhini K M, Frederick G R. Lateral load distribution in I-girder bridges[J]. Computers and Structures, 1995, 54 (2).

[7] 吕玉匣,刘炎海. 横隔板对多主梁结构受力行为的影响分析[J]. 兰州交通大学学报(自然科学版),2004,23(1).

[8] 王国鼎. 无桥台斜腿刚架桥—适用、经济、美观的新桥型[J]. 公路,2000,(3).

Analysis of Diaphragm Locating of Non-abutment Slant Legged Rigid Frame Bridges

KANG Jun-tao¹, WANG Guo-ding²

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China;
2. School of Civil Engineering and Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Diaphragm locating are very benefit for the whole strengthen of bridge, the number and location of diaphragm are very important. On the basis of 3D solid model analysis, for non-abutment slant legged rigid frame bridge, the diaphragm locating from two aspects of stress level and structure displacement is analyzed. The results indicate that the diaphragm of main span and side span, the diaphragm of girder ends and the diaphragm at the intersection between slant leg and girder must be located, and the more diaphragm number is not better.

Key words: non-abutment slant legged rigid frame bridges; diaphragm; locating