

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2021.12.018

铁路刚架桥受力特性研究分析

曹华杰

(中国铁路设计集团有限公司, 天津市 300000)

摘要: 刚架桥以其独特的结构特点在跨越既有道路时有广泛的应用。以某新建铁路为工程背景, 根据现场的工程概况, 设计采用了不同跨度、净高、斜交角度的刚架桥。基于 Midas 板单元建立模型, 分析刚架桥的受力特性, 然后配筋计算, 得出较为合理的配筋计算结果, 可为类似工程提供参考。

关键词: 刚架桥; 跨度; 净高; 斜交角度; 有限元模型; 受力特性; 配筋计算

中图分类号: U441

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0058-03

0 引言

近年来, 随着我国铁路建设事业的飞速发展, 铁路网逐渐加密, 铁路与既有道路之间的交叉跨越不可避免。同时, 由于跨越道路的复杂性, 不同跨径、斜交角度的刚架桥应运而生^[1]。

刚架桥由基础、竖墙、顶板三部分组成^[2]。该种结构为竖墙与顶板整体刚性连接超静定结构, 在竖向荷载作用下, 竖墙处顶板产生负弯矩, 可有效减小跨中正弯矩, 从而使该类型结构的跨中尺寸得以减小, 具有结构轻便、桥下净空大的优点。此外, 刚架桥以其独特的结构特点, 在不中断交通情况下跨越既有线路等方面具有广泛的应用前景^[3-4]。

本文以某新建铁路为工程背景, 基于 Midas 有限元软件和 Asc 配筋程序, 对不同孔径、跨度和斜交角度的刚架桥受力和配筋情况进行了分析探讨^[5-9]。

1 工程概况

某新建铁路为双线有砟轨道, 设计时速 250 km/h, 线间距为 4.6 m。其中部分工点因跨越沟渠和既有道路设计采用刚架桥结构, 基础为摩擦桩。依据现场条件, 基于跨度、斜交角度、净空要求, 对工点进行分类汇总(见表 1)。

2 结构尺寸拟定

参考相同跨径、斜交角度框构桥的结构尺寸拟定刚架桥各细部尺寸, 见图 1、图 2、表 2。

收稿日期: 2021-03-10

作者简介: 曹华杰(1991—), 男, 硕士, 助理工程师, 从事桥梁设计工作。

表 1 刚架桥汇总

孔径 /m	斜交角度	结构全高 /m	直、曲线	曲线半径 /m	有无声屏障
1~8	0°00'	7.9	直线	—	无
1~8	0°00'	6.05	直线	—	无
1~12	0°00'	7.7	直线	—	无
1~12	0°00'	6.65	直线	—	无
1~12	0°00'	6.65	直线	—	有
1~16	0°00'	7.4	直线	—	无
1~16	0°00'	7.4	直线	—	无
1~16	0°00'	6.7	直线	—	无
1~16	0°00'	8.7	直线	—	无
1~16	27.55°	6.2	曲线	7 000	无
2~12	29.12°	7.4	曲线	8 000	无
2~14	0°	7.9	直线	—	有

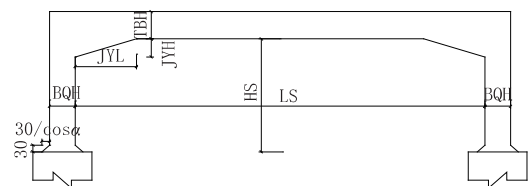


图 1 单孔刚架桥结构示意图

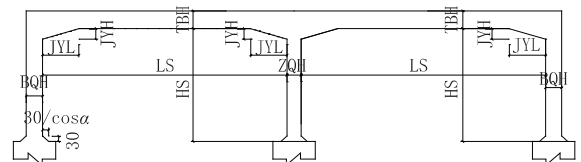


图 2 双孔刚架桥结构示意图

3 结构受力分析

3.1 荷载取值

3.1.1 恒载

(1)自重: 混凝土容重采用 25 kN/m³。

(2)二期恒载: 包含有砟轨道结构及附属, 直线无声屏障采用 205 kN/m, 直线有声屏障采用 225 kN/m。

表2 刚架桥结构尺寸

孔径 /m	斜交法向角 / (°)	跨度 /cm	顶板厚 /cm	边墙厚 /cm	中墙厚 /cm	顶板加腋 /cm	
	α	LS	TBH	BQH	ZQH	JYL	JYH
1~8	0	800	70	80	—	150	50
1~12	0	1 200	115	100	—	180	60
1~16	0	1 600	120	100	—	240	80
1~16	27.55	1 805	120	113	—	271	80
2~12	29.12	1 374	100	91	80	180	60
2~14	0	1 400	110	100	90	210	70

- (3)不均匀沉降:采用 5 mm。
- (4)混凝土收缩徐变:采用 -15℃。
- (5)恒载土压力。

3.1.2 活载

(1)活载:根据《铁路桥涵设计规范》(TB 10002—2017)采用 ZK 列车荷载图式,相应的动力参数按下式取值:

$$1+\mu=1+\left(\frac{1.44}{\sqrt{l_{\varphi}}}-0.18\right)$$

式中: l_{φ} 为梁的加载长度。

- (2)横向摇摆力:取值为 100 kN,作用于轨顶。
- (3)活载土压力和离心力:《铁路桥涵设计规范》(TB 10002—2017)计算取值。

3.1.3 附加力

- (1)风力: w 取值为 700 Pa。
- (2)制动力、牵引力:直线桥采用竖向静活载的 10%,曲线梁采用所竖向静活载的 7%。
- (3)温度荷载:整体升温 25℃,整体降温 -25℃,非线性升温 10℃。

3.1.4 特殊荷载

- (1)地震力:根据《铁路工程抗震设计规范》(2009版)(GB 50111—2006)规定计算。
- (2)长钢轨纵向作用力:按《铁路无缝线路设计规范》(TB 10015—2012)计算取值。

3.1.5 荷载组合

恒载:自重 + 二期恒载 + 混凝土收缩力 + 恒载土压力 + 支座不均匀沉降。

活载:ZK 活载 + 摇摆力 + 离心力 + 活载土压力。
主力 1:恒载 + 活载。

主力 2:自重 + 长钢轨伸缩力 + 混凝土收缩 + 不均匀沉降。

主力 + 纵向附加力:恒载 + 制动力 + 温度力 + 风力。

主力 + 特殊荷载:恒载 + 列车静活载 + 地震力。

3.2 建立模型

利用 Midas Civil 有限元软件建立刚架桥板单元模型,采用弹性支承模拟基础约束,将基础刚度按单元长度分配到基底各节点上。仅列出双孔模型,如图 3 所示。该模型有节点 1178 个,单元 1 098 个。

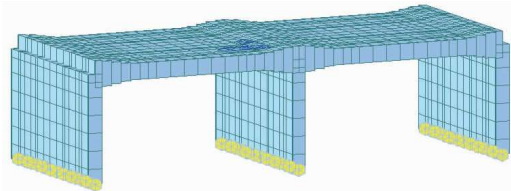


图3 有限元模型

3.3 计算分析

建立相应的模型,采用 3.1 节的荷载取值和荷载组合,提取较为控制的荷载组合内力。从内力图(见图 4、图 5)得出:运营荷载作用下,刚架桥顶板跨中下缘受拉,竖墙处顶板上缘受拉,竖墙为压弯构件,竖墙上缘外侧受拉。竖墙处顶板产生的负弯矩可有效减小跨中的正弯矩,从而使得该类型的结构跨中尺寸得以减小,具有结构轻便、桥下净空大的特点。

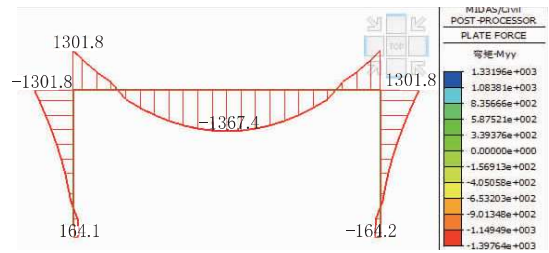


图4 主力 1 工况 1~16 m 刚架纵桥向弯矩图(单位:kN·m/m)

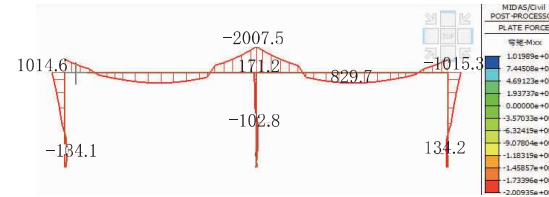


图5 主力 1 工况 2~14 m 刚架纵桥向弯矩图(单位:kN·m/m)

通过受力分析,根据各截面的内力进行配筋计算,将不同类型的刚架桥的配筋计算结果进行汇总,见表 3。主力组合钢筋应力最大值为 165.75 MPa,裂缝最大值为 0.169 mm,主力 + 附加力最大值为 174.618 MPa,裂缝最大值为 0.192 mm。计算指标均满足规范要求,且结构设计较为经济合理。

表3 配筋计算结果

位置	横桥向 1 m 范围 HRB400 钢筋计算结果	
	上缘	下缘
顶板跨中	8 根直径 25 mm	16 根直径 25 mm
顶板支点	16 根直径 25 mm	8 根直径 25 mm
边墙	16 根直径 25 mm	8 根直径 25 mm

4 结 语

本文基于铁路刚架桥的实际应用,拟定相应的结构尺寸,通过建模分析结构的受力特性和配筋计算,主要得出以下结论:

(1)刚架桥因其独特的结构特点在不中断交通的情况下跨越既有道路等方面有广泛的应用。

(2)单孔、双孔刚架桥在运营荷载作用下表现出类似的受力特点。当跨径较大采用单孔刚架桥不能满足设计要求时,可考虑采用双孔刚架桥以减小跨中的弯矩。

(3)对于不同孔径、净高、斜交角度的刚架桥,采用本文的结构尺寸均可满足配筋计算的要求,且结构设计较为经济合理,可为类似项目提供参考。

参考文献:

- [1] 孙树礼.高速铁路桥梁设计与实践[M].北京:中国铁道出版社,2010.
- [2] 杨严华.刚架桥的构造特点及类型[J].黑龙江交通科技,2012(3):83-83.
- [3] 吴海波.钢筋混凝土整体现浇连续板桥、连续刚架桥、箱形框架桥桥型方案比较分析[J].交通世界,2008(23):159-162.
- [4] 林清,刘自楷,刘则宇,等.无桥台斜腿刚架桥的特性研究[C]//全国城市公路学会学术年会,2005.
- [5] 吴萍.无桥台斜腿刚架桥在高速公路跨天桥上的应用[J].交通标准化,2004(6):68-71.
- [6] 赵海粟.基于MIDAS的下穿铁路斜交框架桥的有限元分析[J].四川建筑,2017(2):89-90,93.
- [7] 曹志刚.跨管廊刚架桥施工研究[J].四川水泥,2019,270(2):86.
- [8] 杨利卫.小夹角空间刚架桥设计研究[J].交通科技,2008(S1):6-8.
- [9] 康俊涛.无桥台斜腿刚架桥的研究与应用[D].武汉:华中科技大学,2005.

(上接第37页)

控性,帮助设计人员在调索的同时,快速掌握结构的关联特性,而非仅依赖分析程序。

参考文献:

- [1] 辛明奇.某拱形独塔不等跨斜拉桥力学性能分析[D].大连:大连理工大学,2019.
- [2] STRAUPE V, PAEGLITIS A. Analysis of interaction between the elements in cable-stayed bridge [J]. The Baltic Journal of Road and

Bridge Engineering, 2012,7(2): 84-91.

- [3] 李大勇.独塔斜拉桥的合理成桥索力研究[D].西安:长安大学,2014.
- [4] 韩威.独斜塔斜拉桥合理成桥索力及参数敏感性研究[D].成都:西南交通大学,2013.
- [5] 肖汝诚,项海帆.斜拉桥索力优化的影响矩阵法[J].同济大学学报(自然科学版),1998,26(2):235-240.
- [6] JTG T 3365-01—2020:公路斜拉桥设计规范[S].