

抗震设计在钢结构桥梁中的应用探索

Application of Seismic Design in Steel Structure Bridge

龙龙

Long Long

辽宁省交通规划设计院有限责任公司 中国·辽宁 沈阳 110166

Liaoning Provincial Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110166, China

摘要: 为了更好地探究钢结构桥梁抗震能力, 罕遇地震与多遇地震对钢结构桥梁的影响, 论文通过案例分析的方式, 以某一新建大跨度钢结构桥梁为例, 分析了钢结构桥梁的基本参数以及抗震设计参数等, 进而通过 Midas Gen 与 YJK1.8.2 软件分析了钢结构桥梁在面对罕遇地震与多遇地震时, 表现出来的具体数据情况, 供相关人员参考。

Abstract: In order to better explore the seismic capacity of steel structure bridges and the impact of rare and frequent earthquakes on steel structure bridges, through case analysis, taking a new long-span steel structure bridge as an example, this paper analyzes the basic parameters and seismic design parameters of steel structure bridges. Then, the specific data of steel structure bridges in the face of rare and frequent earthquakes are analyzed by Midas Gen and YJK1.8.2 software for reference.

关键词: 抗震设计; 钢结构桥梁; 抗震设防烈度

Keywords: seismic design; steel structure bridge; seismic fortification intensity

DOI: 10.12346/etr.v3i9.4157

1 引言

钢结构桥梁是当前路桥建筑工程中最常见的一种结构类型, 因具备承载力高、建设周期短、外观美观等优势被广泛应用于大跨度桥梁工程施工中。然而, 因钢结构桥梁结构复杂, 受地震影响较大, 需加强抗震设计, 以保障结构安全, 满足钢结构桥梁的使用年限要求。王兆旦^[1]等指出同时为了保证钢结构桥梁的抗震性能, 分析钢结构桥梁的基本抗震性能, 抗震设防烈度等非常必要, 郭赵元^[2]等采用 Midas Gen 软件分析了钢结构桥梁的总质量、刚重比、周期、竖向振动频率、剪重比、有效质量系数等, 从而分析钢结构桥梁在多余地震以及罕遇地震对钢结构桥梁的影响。

2 设计基本参数

2.1 工程案例

本研究以某新建桥梁工程为例, 该桥因具备跨度大, 主跨全长 263.7m, 配跨为 $3 \times 25 + 19.669 + 68 + 4 \times 25$ m, 故主桥桥型采用 2×19 m 宽下承式钢结构系杆拱桥, 分幅设置、四

榀拱肋两幅桥主墩承台分离。

主桥钢结构主要由两部分组成: ①桥面系, 包括钢系梁、横梁、纵梁; ②钢拱肋。

结合现场条件, 决定面系钢梁和上部钢拱由工厂分段制作, 现场设置临时支架进行分段吊装, 在桥面系梁完成安装后搭设钢拱支架。全桥拱肋焊接完成后拆除拱肋临时支架, 最后吊索张拉后, 桥面系梁与下部支架脱空后, 拆除桥面下支架。

2.2 基本参数

设防水准: E1 地震对应的概率水平为 50 年 10% 超越概率, 其重现期为 475 年; E2 地震对应的概率水平为 50 年 2% 超越概率, 其重现期为 2500 年。

2.3 抗震设计参数

根据地震危险性的概率分析结果, 结合 GB18306—2015《中国地震动参数区划图》, 本桥抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度 $0.1g$, 场地特征周期为 $0.4s$, 场地类别取 II 类^[3]。

【作者简介】龙龙 (1981-), 男, 中国安徽淮南人, 高级工程师, 从事桥梁结构研究。

3 钢结构桥梁抗震参数设计

3.1 地震作用系数

本桥为大桥,根据 JTG/T2231-01—2020《公路桥梁抗震设计规划》中的相关规范,本桥主桥抗震设防分类为 B 类。本桥主桥的抗震设防目标为在 E1 地震作用下,桥梁结构不受损坏或不需修复可继续使用;在 E2 地震作用下,不致倒塌或产生严重结构损伤,经临时加固后可供维持应急交通使用^[1-2]。

3.2 结构体系

桁架固定焊接完成后,又形成了整体桁架受力体系,因此混凝土的荷载不应计算。箱梁恒载标准值仅需计算被提升桁架结构的自重,活载标准值仅需计算小型焊接设备的荷载。如果荷载取值过大,将导致塔楼相关范围内的梁出现较大的附加应力,为节约成本,在安全、可靠情况下,恒载标准值、活载标准值取值按实际情况进行分析、判断确定,并在施工过程中严格按确定值控制。

3.3 抗震性能目标

关于地震荷载,其包括许多内容,要确定所处地区地震峰值加速度,也需要设计抗震设计程度。在设计当中桥梁抗震程度比较高,通常需要高出 1 度^[3]。在具体的设计当中需要增加挡块,此方向为横向、竖向,并且需要加装橡胶垫片,在确保桥梁结构延展性得以提升的基础上适当增加集中部位钢筋。例如,论文的钢结构桥梁是 7 度区,桥梁规格为 B 类,这个时候可以设置地震基本烈度、地震动峰值加速度、场地地震动反应谱特征周期,它们分别为 7 度、0.10g、0.45s,若是桥墩高度比 30m 高,就已不是较为常规的桥梁,因此分析桥梁抗震性能具有非常重要的意义,能通过 MM/TH 法进行抗震设计^[4]。

3.4 地震验算

3.4.1 多遇地震作用

一方面,结构抗震计算分析采用 2 个基于三维力学模型的有限元计算程序复核验算图 1 为 MidasGen 模型,图 2 为 YJK1.8.2 模型,表 1 给出了两种软件计算的主要结果对比;另一方面,结构抗震计算时选取足够多的振型,满足振型参与的有效质量大于总质量 90% 的要求;验算桥身支座竖向最不利组合情况下是否会出现拉力。

本项目水平地震作用采用振型分解反应谱法进行计算,对桥身桁架部分的竖向地震采用振型分解反应谱法进行计算,设计内力考虑双向地震作用的包络。

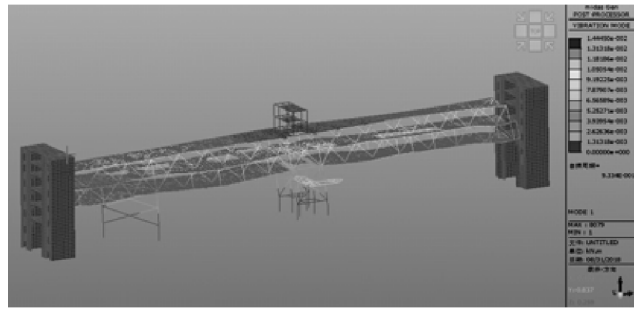


图 1 Midas Gen 模型



图 2 YJK1.8.2 模型

表 1 软件对比结果

		Midas Gen	YJK1.8.2
总质量	(t)	25458	26993
刚重比	X 向	—	116
	Y 向	—	31.23
周期	T1	0.925	0.968
	T2	0.569	0.659
竖向振动频率	Hz	3.2	3.25
剪重比	X 向	4.3%	5.12%
	Y 向	3.2%	3.36%
有效质量系数	X 向	99.36%	92.36%
	Y 向	99.21%	91.69%

3.4.2 罕遇地震作用

结构在大震下的等效弹性分析采用 YJK 软件,地震影响系数最大值为 0.5,设计特征周期 $T_g=0.59s$,周期折减系数取 1,阻尼比 0.02(钢),0.06(混凝土),连梁刚度折减系数取 0.5。桥身支座处由于盆式橡胶支座固定,水平承载力为竖向承载力 N_{max} 的 10%,考虑水平力过大,支座破坏后下弦钢板与混凝土之间的摩擦系数 0.15,核心筒所受的最大水平力为 $0.15N_{max}$,通过调整模型支座刚度来模拟实际产生的水平力情况进行分析。

罕遇地震作用下,桥身支座发生滑移,核心筒振动需满足不与桥身碰撞的要求,对结构整体及两个混凝土核心筒进行独立的静力弹塑性分析计算,以评价结构在罕遇地震下的弹塑性行为,分析关键节点在罕遇地震下的最大位移以及最大基底剪力,保证大震作用下结构不损坏,一般维修后可继续使用^[5]。单独计算时在桥台支座节点上施加桥身桁架传递的重力值以考虑桁架对桥台的不利影响,对大震下对结构整

(下转第 15 页)

立完善的责任制度是责任人落实职责的重要基础,能够保证所有工作人员严格按照规定要求落实各项工作,深化责任意识。

4.2 严格控制材料和设备的质量及性能

材料对道路的稳定性具有显著影响,工程建设前需仔细检查工程材料,按照材料检验的标准,确保材料的质量和性能。同时,合理使用机械设施,机械在工程建设控制中发挥着重要作用,合理利用专业的机械设备,方可更好地展现工程建设的作用。所以在道路工程作业阶段,务必高度重视设备前后检测,完善设备性能,且加强机械设备日常检查,第一时间发现设备运行中的故障,及时补充油品,以延长设备的使用寿命。

4.3 加强成品保护,规范交通放行

路面碾压合格且温度满足规定时间后即可开放交通。成品保护中需要在完成改性沥青路面碾压后,由专人维护,封闭交通,待摊铺层完全冷却且表面温度不超过 60℃后,便可开放限制性交通。施工期间,保护路缘石和护栏等重要的附属工程,如有必要,可以塑料薄膜覆盖。设置明确的标志,防止漏油车辆在路面行驶,进而出现路面污染问题。施工结

束后,机械设备不可停放于新铺沥青混凝土路面,规避面层永久变形。

5 结语

市政道路施工中,透水沥青混凝土得以普遍应用,该技术可以全方位保障工程施工的质量与安全。如出现较为明显的雨水沉积问题,则透水沥青可以在路面上形成水膜,增加防滑系数。再者,透水路面也关系到地下水的储备,有利于增加土地水分含量,改善空气质量,降低地表温度。从上可以看出,透水混凝土施工技术在市政道路施工中有理想的应用前景,值得专业人员加以重视。

参考文献

- [1] 张苗,陈新民,薛德坤,等.市政道路沥青混凝土路面工程施工全过程管理[J].中国标准化,2019(24):168-169.
- [2] 贾劲松.市政道路中修工程沥青混凝土路面施工中的注意事项[J].公路交通科技(应用技术版),2019(12):167-168+171
- [3] 窦战孟,文亚洲.市政道路沥青混凝土路面工程施工全过程管理[J].居舍,2019(33):125.

(上接第 12 页)

体及两个混凝土核心筒桥墩进行静力推覆分析。

结构整体计算时在两个推覆方向性能点的层间最大位移角最大值为 1/440,两个混凝土桥台分别计算时在两个推覆方向性能点的层间最大位移角最大值为 1/555,该值小于规范规定的最大层间位移角 1/50,并且离限值较远,说明结构具有较大的安全储备。

4 结语

综上所述,钢结构桥梁因其结构稳定性高、施工安全性高及经济效益强等优势被广泛应用。钢结构桥梁具备很强的抗震能力,用于结构抗震措施的费用相对较少。钢结构在各个方面的优势能够使得整座桥梁具备很强的整体刚度和构件强度,在发生地震等自然灾害时,拥有较好的抗震性能,在很大程度上能够提高桥梁结构的安全性和可靠性。

为实现钢结构桥梁稳定性及安全性目标,必须严格按照技术流程精准操作,同时对结构件进行准确计算,再结合现

场实际情况,合理选择钢结构桥梁体系,根据下承式钢结构系杆拱桥抗震薄弱构件的情况,加强抗震措施,保障钢结构桥梁稳定性及抗震性符合桥梁抗震设计标准,进而有效提升钢结构桥梁项目社会影响力。

参考文献

- [1] 王兆旦,王华,逢鹏程.桥梁抗震设计要点及减隔震技术的应用[J].工程建设与设计,2020(21):131-132+135.
- [2] 郭赵元,陈仲扬,江臣,等.长联大跨复杂桥梁抗震设计及其方案优化[J].南京工业大学学报(自然科学版),2020,42(3):333-341.
- [3] 汪罗英.桥梁抗震设计与加固技术探讨[J].中国公路,2020(15):78-79.
- [4] 交通运输部关于《公路桥梁抗震设计规范》(JTG/T 2231-01—2020)的解读[J].城市道桥与防洪,2020(10):222-223.
- [5] 李旭明.某桥梁抗震设计思路及措施分析[J].广东建材,2020,36(7):36-37.