

关于连续箱梁桥独柱墩单双支座方案设计对比分析

张 义, 唐发明

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610031)

摘 要: 城市桥梁下部结构的布置形式经常受到城市空间及市政路网、管网的影响。有时, 为了适应桥梁周围环境, 需采用独柱墩的结构形式, 而独柱墩桥梁支座的布置方式对桥梁的使用安全起到了决定性的作用。介绍了采用 midas civil 软件建模对此类桥梁进行有限元计算分析的过程, 旨在为今后同类工程设计提供参考。

关键词: 曲线梁桥; 独柱墩; 支座布置; 抗倾覆稳定性

中图分类号: U443.2; U441; U442; U443

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)05-0100-04

1 概 述

独柱墩桥梁结构形式轻巧, 桥下通透性好, 可以使驾驶人员获得开阔的视野。然而, 近年来采用独柱墩桥梁出现事故的几率却很高, 如哈尔滨群力路高架桥独柱墩桥整体侧翻, 浙江上虞立交桥独柱墩引桥侧翻等。通过对这些事故进行分析, 我们不难发现并不是梁体或者是桥墩亦或是其余构件的承载力不足而引发的事故, 究其原因还是独柱墩上布置了不合理的单支撑而使梁体抗倾覆稳定性不满足要求从而引发了梁体侧翻。

其实, 通过调整梁底支座的布置方式完全可以防止以上事故的发生。笔者通过一个工程实例分析了曲线连续桥梁在单双支座时的受力情况, 运用分析结果指导工程实践, 能够确保桥梁结构运营安全。

2 实例分析

2.1 工程概述

笔者论述的是某市政立交桥匝道桥, 该桥平面位于半径为 150 m 的圆曲线上, 孔跨布置为 3 × 25 m, 结构形式为预应力混凝土连续箱梁(单箱单室)。1#和 2#桥墩采用独柱墩, 0#和 3#为桥台, 桥台处采用双支座并将桥台端横梁横向加宽以将支座间距尽可能地拉大。

笔者分别计算、分析了 1#和 2#桥墩在设置盖梁和未设置盖梁时不同的支座布置方式对梁体的抗倾覆稳定性、抗弯承载力、抗剪承载力、抗扭承载力、各项应力值以及最小支座反力的影响。

该桥宽 8 m, 梁高 1.6 m, 悬臂长 2 m, 在桥墩

处无论设置双支座、还是单支座, 都统一将支座中心线较梁体中心线向曲线外侧偏移 15 cm。

2.2 计算模型的建立

运用空间杆系理论, 采用 midas civil 2013 软件对上述结构进行模拟。为比较 1#墩、2#墩单支座和双支座对桥梁结构的影响, 笔者对两种情况分别进行了建模计算, 计算模型见图 1。

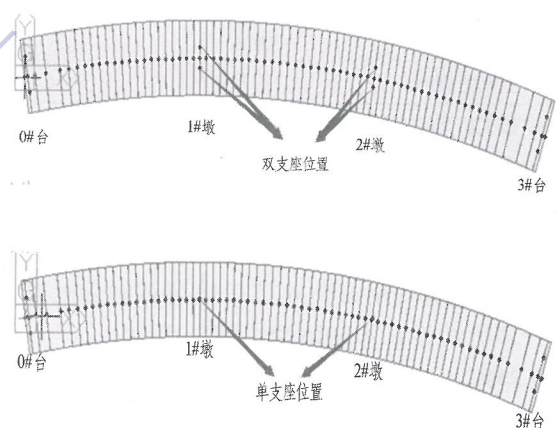


图 1 计算模型图

2.3 支座竖向反力计算结果

2.3.1 仅恒载作用下的竖向支撑反力

仅恒载作用下的竖向支撑反力见图 2 和图 3。

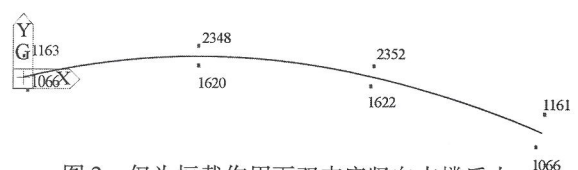


图 2 仅为恒载作用下双支座竖向支撑反力示意图(单位:kN)

收稿日期: 2016-06-06



图3 仅为恒载作用下单支座竖向支撑反力示意图(单位:kN)

2.3.2 标准组合下最小竖向支撑反力
标准组合下最小竖向支撑反力见图4、5。

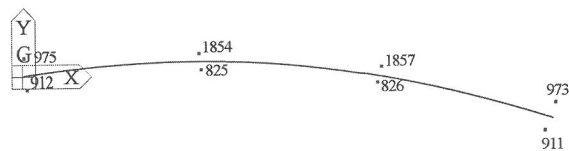


图4 标准组合下双支座最小竖向支撑反力示意图(单位:kN)

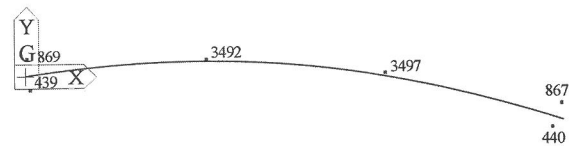


图5 标准组合下单支座最小竖向支撑反力示意图(单位:kN)

由图2~5可以看出:该桥在以上两种支座布置方式下支座均未出现负反力,即支座未脱空;而且可以很明显地看出:在双支座布置方式下,支座反力的分布相对更均匀,从而更有利于上部梁体的受力。

2.4 梁体在使用阶段应力和承载能力计算分析结果

通过对以上两种模型、两种支座布置方式的计算,得到梁体在使用阶段各项计算结果(表1~3)。梁体是按A类预应力结构设计的。

表1 桥墩布置双支座时的梁体应力表

梁体最不利位置处的应力值	长期组合		短期组合		标准组合	
	作用值	允许值	作用值	允许值	作用值	允许值
正应力	1.27	0	-0.36	-1.855	11.87	16.2
主拉应力			-0.95	-1.325		
主压应力					12.14	19.44

表2 桥墩布置单支座时的梁体应力表

梁体最不利位置处的应力值	长期组合		短期组合		标准组合	
	作用值	允许值	作用值	允许值	作用值	允许值
正应力	1.28	0	-0.35	-1.855	11.73	16.2
主拉应力			-1.42	-1.325		
主压应力					11.92	19.44

表3 桥墩布置双支座时的梁体承载能力表

支座布置方式	抗弯承载能力 /kN·m		抗剪承载能力 /kN	抗扭承载能力 /kN·m
	最大弯矩	最小弯矩		
桥墩单支座	30 204/25 990 = 1.162	18 610/-6 685 = 2.78	5 450/4 380 = 1.24	3 045/3 863 = 0.79
桥墩双支座	30 204/26 090 = 1.157	18 595/-8 120 = 2.29	4 860/4 240 = 1.15	4 372/3 888 = 1.12

注:表中数字为抗力/内力。

从以上计算结果可以看出:对于独柱墩,采用双支座与采用单支座的方式对梁体的受力影响为:(1)在抗弯、抗剪承载能力相差不大的情况下,采用单支座的梁体抗扭承载能力不足;(2)在应力方面,采用单支座的梁体主拉应力不满足规范要求。

2.5 梁体抗倾覆计算结果

笔者在文中的梁体抗倾覆稳定系数计算依据

为2012年发布的《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范—征求意见稿》中第4.1.9条的规定。根据《征求意见稿》的规定,梁体布置双支座和单支座的倾覆轴线分别见图6和图7;该桥抗倾覆安全系数 γ_{qf} 计算公式为:

$$\gamma_{qf} = \frac{\sum R_{Gi} x_i}{(1 + \mu)(q_k \Omega + P_k e)}$$

式中 γ_{qf} 为抗倾覆安全系数; q_k 为车道荷载中的

均布荷载; P_k 为车道荷载中的集中荷载; Ω 为倾覆轴线与横向加载车道围成的面积; e 为横向最不利车道位置到倾覆轴线的垂直距离; μ 为冲击系数; R_{Gi} 为成桥状态时各个支座的支反力; x_i 为各个支座到倾覆轴线的垂直距离。

2.5.1 桥墩布置双支座时抗倾覆系数的计算

桥墩布置双支座时抗倾覆结果见表 4。

2.5.2 桥墩布置单支座时抗倾覆系数的计算

桥墩布置单支座时抗倾覆计算结果见表 5。

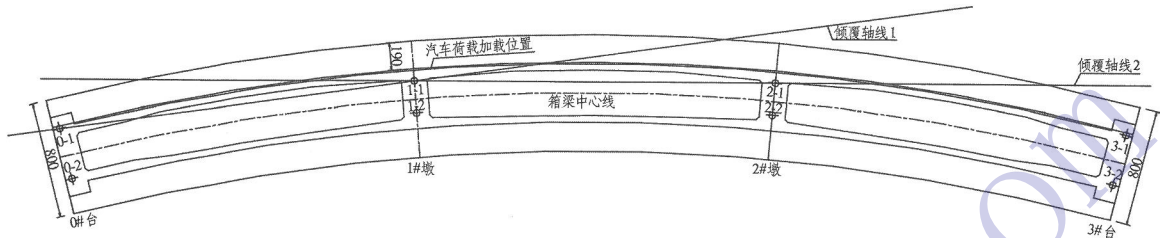


图 6 桥墩布置双支座时倾覆轴线的位置示意图(单位:cm)

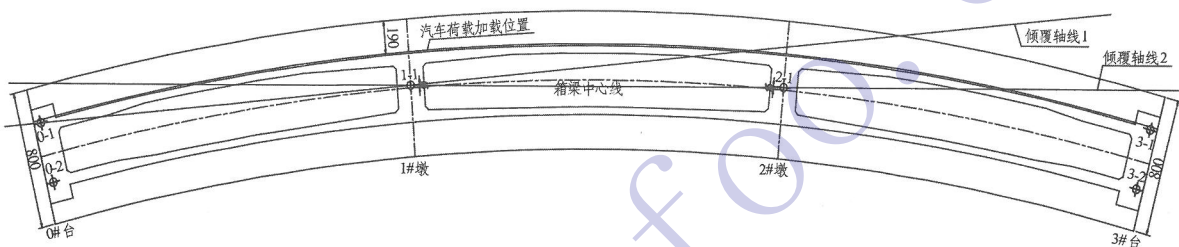


图 7 桥墩布置单支座时倾覆轴线的位置示意图(单位:cm)

表 4 按倾覆轴线 1 和轴线 2 作用下梁体抗倾覆系数计算表

轴线类型	$\sum R_{Gi}x_i$ /kN · m	μ	q_k /kN · m ⁻¹	P_k /kN	Ω /m ²	e /m	$(1 + \mu) \times (q_k \Omega + P_k e)$	γ_{of}
轴线 1	50 531	0.328	10.5	310	25.7	1.07	798.9	63.3
轴线 2	29 495	0.328	10.5	310	37.2	1.37	1 082.7	27.2

表 5 按倾覆轴线 1 和轴线 2 作用下梁体抗倾覆系数计算表

轴线类型	$\sum R_{Gi}x_i$ /kN · m	μ	q_k /kN · m ⁻¹	P_k /kN	Ω /m ²	e /m	$(1 + \mu) \times (q_k \Omega + P_k e)$	γ_{of}
轴线 1	30 287	0.328	10.5	310	63.4	1.96	1 690.9	17.9
轴线 2	15 999	0.328	10.5	310	89.7	2.47	2 267.6	7.1

从以上计算结果可以明显地看出:梁体在桥墩布置双支座情况下的抗倾覆安全系数大于在桥墩布置单支座的情况;如果考虑实际情况中汽车普遍超载,此时若仍然在桥墩上布置单支座,则其抗倾覆系数可能会小于 2.5,从而有可能引起梁体侧翻。

3 对文中涉及到的一些曲线桥其余问题的探讨

曲线桥的支座偏心对于整个桥梁结构受力有着非常重要的影响,在设计中找到一个合适的偏心就需要对支座的布置位置不断地进行试算,并对试算过程中的支座反力、梁体受到的扭矩等多

方面因素进行综合分析,从而从试算结果中找到一个合适的支座布置位置。

对于该工程来说,桥台支座的布置对整个桥的安全性同样起到了不可忽视的影响。将桥台支座尽可能地拉开,不但可以使横向上内外侧支座的支反力尽可能地均匀,同时亦增强了梁体抗扭的作用,使扭转变形相对减小。

4 结论与建议

从该实例可以看出,由于曲线桥对扭转更敏感,即弯桥存在明显的弯-扭耦合作用,在桥墩布置单支座时亦增大了扭矩力的作用,于是在桥墩

布置单支座时使曲线桥的梁体抗扭承载力不足并使得梁体主拉应力储备不足。在抗倾覆方面,桥墩布置双支座比桥墩布置单支座的抗倾覆稳定系数富裕量大很多,从而更安全。

综上所述:在满足净空和结构尺寸要求的前提下,桥梁的支座布置应尽量采用双支座或多支座型式并尽量将支座的间距拉开。在受到环境或其他方面的限制且必须在独柱墩上设置单支撑的情况下,首先需要通过合理的计算、设置合理的支座偏心,从而使结构的受力更合理,然后再采用其他方面的措施,使结构处于安全运行中,如合理

配置钢束、配置足够的钢筋、设置可靠的限制梁体横向位移的限位装置等。

参考文献:

- [1] JTG D60-2015,公路桥涵通用设计规范[S].
- [2] JTG D62-2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

作者简介:

张 义(1975-),男,黑龙江哈尔滨人,高级工程师,学士,从事交通工程设计技术与管理工;

唐发明(1985-),男,四川巴中人,工程师,学士,从事桥梁设计工作。

(责任编辑:李燕辉)

中国水电五局公司长河坝施工局 QC 小组获 中国建筑业协会 QC 成果一等奖

日前,从中国建筑业学会 2016 年 QC 成果发布会上传出消息,中国水电五局公司长河坝施工局参赛的“陡坡混凝土基面泥浆”及“搭接帷幕布孔装置研发”QC 小组分别荣获全国工程建设优秀 QC 小组活动成果一等奖和三等奖。

长河坝施工局高度重视质量管理小组 QC 创新成果研发工作并取得了喜人成绩。尤其在 2016 年,是长河坝施工局开展 QC 小组活动以来获得成果最为丰硕的一年,总结形成的 5 项成果分别荣获省部级一等奖 6 项,二等奖 2 项,三等奖 1 项。小组成员充分发挥主观能动性,广泛带动现场操作人员参与,遵循“小、实、活、新”的活动理念,开展了系列服务于生产的小组活动,真正做到了提高思想认识、落实责任要求,强化沟通协调,确保了 QC 成果达到高标准、高质量的要求,为提升施工质量、改进创新能力和工程建设质量起到了推进作用。

由中国水电五局公司承建的川藏铁路成雅段工程近况

新建川藏铁路位于我国四川省和西藏自治区境内,全线运营长度约 1 900 千米,建筑长度约 1 800 千米。其中川藏铁路成雅段始于成都朝阳湖站,终至雅安车站,全长 42 千米,属于芦山地震灾后重建重点项目,具有有利于四川省加速构建现代综合交通运输体系,进一步发挥川西重镇雅安“东联成都、西进康藏、南下攀西”的重要枢纽作用,有助于发挥成都平原经济区的辐射带动作用,对推动地震灾区振兴、辐射藏区、带动民族地区经济发展、维护民族安定团结等具有十分重要的战略意义。中国水电五局公司在与二十几家专业铁路施工单位的竞争中脱颖而出,单独中标川藏铁路成雅段站前二标,中标金额达 11.76 亿元,合同工期为 2014 年 12 月 1 日至 2018 年 5 月 31 日,共计 42 个月。本标段全长 25.907 千米,主要建筑物包含路基工程、桥梁工程、隧道工程、框架涵工程、站场工程。施工难点主要体现在自然环境因素和工程本身特点两个方面。首先,由于所中标段地处四川盆地边缘,地形起伏大,多有悬崖分布,滑坡、岩堆发育,地质以卵石土地层为主,边坡极不稳定。加之雅安四季多雨的气候条件,给线性工程施工造成很大干扰,沿线人口密集,征拆工作难度大;其次,本标段桥梁多属大跨度、高墩身类型,部分承台墩身位于陡坡位置,与地面高差最高达 41 米,便道无法通往,部分桥梁跨越河沟,雨季河水随时暴涨,现浇连续梁支架施工需密切关注水位变化,从而加大了施工难度。该标段隧道地质条件复杂,埋深较浅,全部为 IV、V 类围岩,根据该段地质情况,项目部决定现场依据“管超前、严注浆、短进尺、弱(不)爆破、快封闭、强支护、勤量测、紧衬砌”的原则进行施工,确保了隧道的施工安全和质量。中国水电五局公司极为重视川藏铁路建设,选派精兵良将,组建了川藏铁路成雅段工程项目经理部。项目部自 2014 年 11 月进场后,始终秉承“谦虚、严谨、精益、创新、超越”的理念,实现了“管理制度标准化、人员配备标准化、现场管理标准化、过程控制标准化”。其中蒙顶山拌合站、金鸡关 2 号隧道出口标准化、信息化建设得到多方赞誉,多次被建设单位作为迎检点接受大型检查团的检阅。项目部履约情况良好,总体工期受控,得到了建设单位、监理单位、地方政府等各方的充分肯定。截止目前,川藏铁路成雅段工程项目经理部主体工程路基、站场已全部开工,完成设计总量的 60.3%,全线桥梁工程共 17 座,开工 15 座,累计完成 7 423.9 延米,为设计总量 11 471 成桥米的 64.7%。全线隧道 4 座,开工 4 座,累计完成 2 422.3 成洞米,为设计总量 3 726 成洞米的 65%。全线涵洞 36 座,开工 28 座,完成 15 座,折合 907.58 横延米,占设计总量的 63.7%,工程进展良好。