

文章编号:1006-2106(2008)04-0052-04

曲线斜交钢筋混凝土连续刚构受力分析*

柴桂红** 白鸿国

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300142)

摘要:研究目的:曲线桥梁由于具有独特的弯扭耦合力学特性,使得结构受力相当复杂。本文以北京南站凉水河刚构连续梁中桥为工程背景,探讨曲线斜交钢筋混凝土连续刚构桥的受力特点。

研究结论:弯扭耦合和刚壁墩斜交使得曲线斜交刚构连续梁桥的变形、纵向弯矩值比同样跨径的直线梁桥要大,且外边缘的挠度大于内边缘的挠度,曲线梁桥的支反力与同等跨度直线梁桥相比,有曲线外侧变大、内侧变小的倾向。

关键词:曲线桥梁;斜交;钢筋混凝土;连续刚构;内力;变形;支反力

中图分类号:U441 **文献标识码:**A

Internal Force Analysis of the Curve Obliquity Reinforced Concrete Rigid Frame Continuous Beam Bridge

CHAI Gui-hong, BAI Hong-guo

(The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation, Tianjin 300142, China)

Abstract; Research purposes: For the peculiar crankle coupling mechanics peculiarity of the curve bridge that the structure internal force is quite intricacy. In the paper the internal force of the curve obliquity reinforced concrete rigid frame continuous beam bridge is discussed as the Beijing South Station Liangshuihe rigid frame continuous beam medium span bridge as the engineering background.

Research conclusions: The crankle coupling and obliquity of the rigid pier made the distortion, the vertical moment are greater than the straight bridge's of the same spans. And the outboard deflection is greater than the inboard one. The support reactions of the curve bridge have a trend that the outboard support reactions are greater than the inboard ones, contrasted with the straight bridge of the same spans.

Key words: curve bridge; obliquity; reinforced concrete; rigid frame continuous bridge; internal force; distortion; support reactions

1 工程简介

凉水河中桥位于北京南站西南端咽喉区,连接北京南站与京山线、京沪线以及京津城际线。由于受河流走向及南站站场布置控制,凉水河中桥设计为16座 $4 \times (15 \sim 18)$ m变桥宽直曲线斜交钢筋混凝土刚构连

续梁。全桥位于平坡,采用有砟轨道,其中D桥为直线桥,其他桥均为曲线桥,曲线半径为400~600 m,斜交角度为 $60.14^\circ \sim 88.26^\circ$ 。梁高0.95 m,人行道板外翼缘厚0.2 m,内侧厚0.4 m,主梁宽度根据线路实际情况而定。总体平面布置如图1所示。全桥布置形式如图2所示。

* 收稿日期:2008-02-14

** 作者简介:柴桂红,1979年出生,女,助理工程师;白鸿国,1971年出生,男,高级工程师。

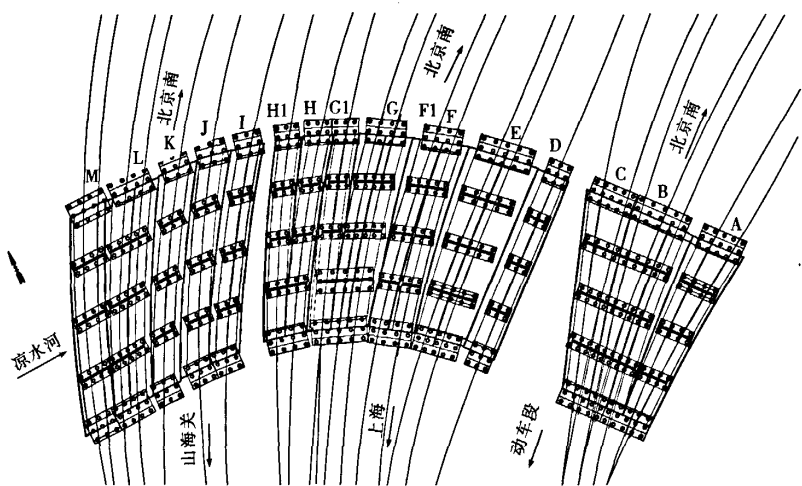


图1 平面布置图

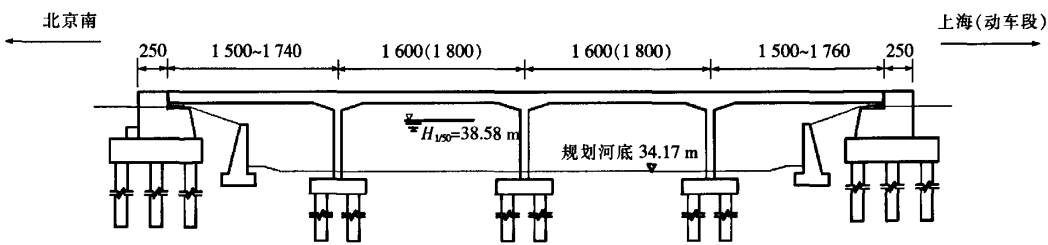


图2 全桥布置图(单位:cm)

2 建模及计算

2.1 计算模型

因全桥桥面板直曲线的不规则性、刚壁墩斜交角度的变化性,在设计过程中,采用 MIDAS 软件,建立了 16 座桥的三维计算模型进行受力分析。建立模型时,梁部、桥墩及承台均采用实体板单元,桩基采用弹簧连接模式,弹簧刚度按基础实际等效刚度采用,其中计算模型如图 3 所示。

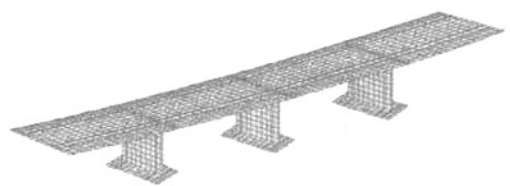


图3 计算模型

2.2 计算荷载工况

计算过程中,考虑恒载、ZK 活载、中活载、离心力、列车横向摇摆力、人行道人行荷载、列车制动力、列车牵引力、列车风力、桥墩风力、温升、温降、温差、基础沉

降、混凝土收缩徐变、地震荷载等 32 种荷载工况,及实际可能出现的各种荷载组合工况,经过对计算结果数值进行比较分析,在内力及变形分析时选择对内力及变形控制的主力(恒载+中活载)+附加力 1(制动力+桥墩风力+列车风力)+温降荷载工况进行探讨,在支反力分析时选择对支反力控制的恒载工况进行探讨。

3 计算结果及分析

3.1 内力及变形分析

曲线斜交刚构连续梁相对直线正交刚构连续梁 D 桥而言,由于主梁的平面弯曲使得下部结构桥墩的支承点不在同一直线上,从而使两者受力模式有很大不同。曲线桥截面在发生竖向弯曲时,由于曲率的影响,截面产生扭转,而这种扭转作用又将导致梁的挠曲变形,这就是“弯-扭”耦合作用。弯扭耦合和刚壁墩斜交,使得曲线梁桥的变形比同样跨径的直线梁桥要大,且外边缘的挠度大于内边缘的挠度。斜交角度越小,这一趋势越明显,如表 1 所示。

表 1 内外侧挠度表

桥名	D 桥	H1 桥	I 桥
直曲线及半径/m	直	400	400
梁宽/m	10.7	8.5	9.9
斜交角度/度	90	77.64	64.55
内侧挠度($\times 10^{-2}$ m)	1.812	1.61	1.851
外侧挠度($\times 10^{-2}$ m)	1.863	1.879	2.122
内外挠度差	0.051	0.269	0.271

连续刚构斜交受曲率和斜交角度影响,使得内外梁应力存在差别,斜交角度越小差异越明显,由图 4 ~ 图 6 可以看出,直线正交刚构内外侧应力基本为对称分布,且斜交连续刚构截面应力横向分布的不均匀性大于直线正交刚构梁。

提取 MIDAS 计算各桥的梁单元纵向弯矩及扭矩结果,如表 2 所示。

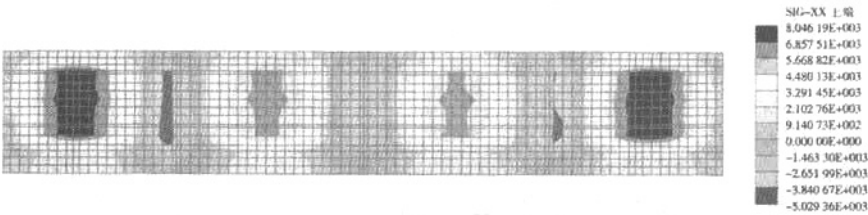


图 4 D 桥纵向应力云图(单位:kPa)



图 5 G 右幅桥纵向应力云图(单位:kPa)

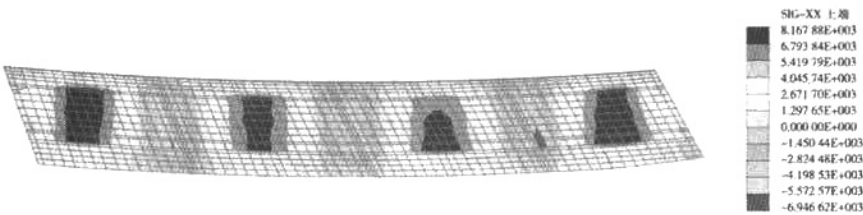


图 6 I 桥纵向应力云图(单位:kPa)

表 2 各桥计算弯矩、扭矩 (单位:kN·m)

桥名	D 桥	E 桥	F、F1 桥	G、G1 桥	H、H1 桥	I 桥	J 桥	K 桥	L 桥	M 桥
正弯矩	2 101.166	1 690.712	2 115.715	2 482.204	2 430.39	3 258.509	3 276.851	3 695.101	3 395.256	2 866.667
负弯矩	-1 216.629	-1 216.369	-1 401.372	-1 241.411	-1 270.201	-1 563.636	-1 402.668	-1 517.278	-1 334.33	-1 270.357
正扭矩	171.032	326.909	187.848	331.129	223.929	341.389	348.599	581.302	325.258	318.117
负扭矩	-170.265	-212.962	-387.561	-231.196	-544.146	-326.137	-420.598	-494.925	-266.394	-351.282

对表 2 中数据和图 7、图 8、图 9 中弯矩分布云图进行比较可知,曲线斜交刚构桥连续梁桥较同跨度的

曲线正交刚构连续梁桥的弯矩值要大,曲线正交刚构连续梁桥与直线正交刚构连续梁桥比较,其弯矩的分

布与大小的规律基本一致,但是曲线刚构较直线刚构,其扭矩相差很大,严重影响了曲线梁桥的稳定性。



图7 D桥纵桥弯矩云图

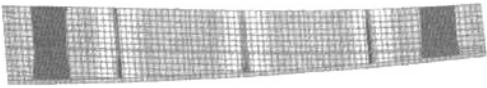


图8 E桥右幅弯矩云图



图9 I桥弯矩云图

3.2 支反力分析

由于桥梁悬臂板尺寸的差异,提取部分悬臂板较对称的桥梁恒载工况,计算支座反力,如表3所示。

表3 支座反力表 (单位:kN)

桥名	G1桥	G桥右幅	G桥左幅	H桥	I桥	J桥	K桥
内侧支反力	691.5	624.6	685.5	532.1	1 097.8	991.4	739.3
外侧支反力	890.7	736.3	697.7	710.4	796.4	1 037.5	969.4
内侧支反力	959.6	1 117.4	1 036.5	1 009.1	1 166.5	1 177.2	1 623.0
外侧支反力	903.0	609.7	918.1	1 149.2	1 468.9	1 152.2	1 687.8

对表3中的数据进行分析,可以得出:
在弯扭作用下,与等跨度同截面直线梁桥相比,曲

线梁除会产生较大的弯曲和自由扭转变形外,还会发生较大的约束扭转和截面畸变,产生的应力、应变对结构产生更为不利的影响。曲线梁桥即使在对称荷载的作用下也会产生较大的扭矩,通常会使外梁超载,内梁卸载。曲线梁桥的支反力与直线梁桥相比,有曲线外侧变大、内侧变小的倾向。

4 结论

- 通过此次受力分析,总结得出以下结论:
- (1) 弯扭耦合和刚壁墩斜交,使得曲线梁桥的变形比同样跨径的直线梁桥要大,且外边缘的挠度大于内边缘的挠度。斜交角度越小,这一趋势越明显。
 - (2) 曲线斜交刚构截面应力横向分布的不均匀性大于直线正交或直线斜交梁。
 - (3) 曲线斜交刚构桥较同跨度的曲线正交刚构桥的弯矩值要大,曲线正交刚构桥与直线正交刚构桥比较,其弯矩的分布与大小的规律基本一致,但是曲线刚构较直线刚构其扭矩相差很大。
 - (4) 曲线梁桥的支反力与直线梁桥相比,有曲线外侧变大、内侧变小的倾向。

参考文献:

[1] 项海帆. 高等桥梁结构理论[M]. 北京:人民交通出版社,2001.

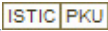
[2] TB 10002. 1—2005,铁路桥涵设计基本规范[S].

[3] 苏伟,王俊杰. 秦沈客运专线刚构连续梁桥设计[J]. 铁道标准设计,2001(11):12-14.

[4] 李凤芹,马胜双,王俊杰. 客运专线斜交刚构连续梁桥研究[J]. 铁道标准设计,2007(2):29-32.

(编辑 张 滨)

曲线斜交钢筋混凝土连续刚构受力分析

作者: 柴桂红, 白鸿国, CHAI Gui-hong, BAI Hong-guo
作者单位: 铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津, 300142
刊名: 铁道工程学报 
英文刊名: JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY
年, 卷(期): 2008 (4)
被引用次数: 2次

参考文献(4条)

1. 项海帆 高等桥梁结构理论 2001
2. TB 10002.1-2005. 铁路桥涵设计基本规范
3. 苏伟; 王俊杰 秦沈客运专线刚构连续梁桥设计[期刊论文]-铁道标准设计 2001 (11)
4. 李凤芹; 马胜双; 王俊杰 客运专线斜交刚构连续梁桥研究[期刊论文]-铁道标准设计 2007 (02)

本文读者也读过(10条)

1. 时蕊 高墩大跨曲线连续刚构剪力滞效应分析[学位论文]2007
2. 秦亮 曲线梁桥纵向弯曲应力的研究[学位论文]2010
3. 严德礼 公路曲线梁桥的荷载效应分析[期刊论文]-广西质量监督导报2008 (8)
4. 代攀, 杨涛, 胡大琳, DAI Pan, YANG Tao, HU Dalin 高墩大跨曲线连续刚构地震响应分析[期刊论文]-世界地震工程2009, 25 (4)
5. 李松报, Li Songbao 曲线桥梁分段悬臂挂篮施工控制关键技术[期刊论文]-城市道桥与防洪2009 (3)
6. 崔颖波, 龚德华, 贾山, 赵人达, 杨永清, 向天宇, CUI Yingbo, GONG Dehua, JIA Shan, ZHAO Renda, YANG Yongqing, XIANG Tianyu 预应力混凝土曲线连续刚构桥结构行为分析[期刊论文]-四川建筑科学研究2007, 33 (2)
7. 潘黎明, PAN Li-ming 浅谈曲线桥梁设计计算[期刊论文]-山西建筑2010, 36 (2)
8. 欧阳文聪, OUYANG Wen-cong 曲线连续桥梁设计要点浅议[期刊论文]-山西建筑2009, 35 (26)
9. 钱立 曲线箱梁桥等参有限元分析及施工过程受力性能研究[学位论文]2005
10. 汤建荣 小半径曲线梁桥设计要点[期刊论文]-中华民居2010 (10)

引证文献(2条)

1. 徐贤德, 李杨 铁路正交连续梁桥斜交墩的设计与应用[期刊论文]-铁道工程学报 2010 (8)
2. 全伟, 孙大斌 铁路斜弯刚构连续梁桥抗震设计主方向研究[期刊论文]-铁道标准设计 2010 (11)

引用本文格式: 柴桂红, 白鸿国, CHAI Gui-hong, BAI Hong-guo 曲线斜交钢筋混凝土连续刚构受力分析[期刊论文]-铁道工程学报 2008 (4)