

一种解决弯桥内外侧支座反力不均的方法

潘迪, 潘可明, 陈翼军

(北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京市 100082)

摘 要: 很多城市立交桥的匝道桥处于曲线半径较小的路段上, 由于外荷载对曲线内外侧的作用不同——反力是不均匀的, 位于曲线半径上的梁桥需要解决施工和运营过程中的反力不均问题。以某市某立交 S1 匝道桥为背景, 对该桥设计计算中包括强迫位移调整反力的方法及效果进行阐述。通过对是否施加强迫位移及施加不同数值强迫位移的比较, 对曲线段墩顶反力进行分析得出其规律, 从而选择合理的强迫位移值并确定施工过程中的施加方法及采取相应措施。经施工现场测试, S100#~S102# 匝道桥内外侧反力趋势符合规律, 受力有所改善。

关键词: 连续箱梁; 不均匀反力; 强迫位移

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)11-0079-03

0 引言

很多城市立交桥的匝道桥承担着把车流从支路汇入主线或从主线流入支路的作用, 匝道桥往往处于曲线半径较小的路段上, 这种曲线梁桥由于自重和预应力钢束平弯的径向力作用, 内外梁会产生向上或向下的不均匀变形, 这种变形有时候是不容忽视的, 有时能使梁端部支座脱空, 如不进行处理, 会造成重大桥梁事故。

常规的处理内外侧支座反力不均的思路是设置抗拉支座、向外侧拉伸支座等方式, 但是设置抗拉支座会增加造价, 而向外侧设置抗拉支座会增加端横梁的配筋。本文提出一种新的解决思路, 通过在梁端处顶升内侧支座的方式来改善内外侧支座反力不均的情况, 通过施加不同的强迫位移值——在不同荷载组合工况下计算以取得一个合理的数值——使桥梁的边墩支反力尽量均匀, 并提出合理的施工处理方案。

1 工程概况

1.1 某市某立交匝道介绍

某市某立交的 S1 匝道为一个重要节点, S1 匝道的跨径布置为 $2 \times 25 \text{ m} + 2 \times 25 \text{ m} = 100 \text{ m}$, 其中第一联为钢结构连续箱梁, 第二联为预应力混凝土连续箱梁, 第一联处于小半径曲线段上(曲线半径 $R=25 \text{ m}$) 直线段上, 第二联处于直线段上。本文重点研究第一联钢梁, 桥型布置如图 1 所示。

S100#~S102# 墩钢梁为一弯桥, 跨径为

(25+25)m。

1.2 计算原理

$[K] \times [\delta] = [P]$ 为原桥的梁端结构位移 - 力平衡

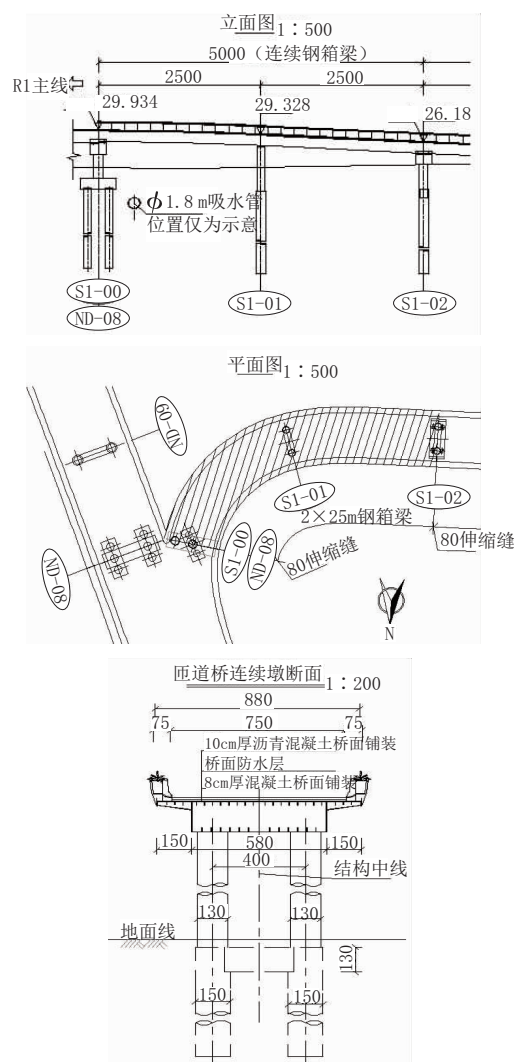


图 1 S100#~S102# 墩的桥型布置图

收稿日期: 2020-04-27

作者简介: 潘迪(1984—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁设计工作。

方程,认为梁端及支座为一弹性平衡刚体(不考虑几何非线性及材料非线性),直观理解为 [刚度矩阵]×[位移矩阵]=[外力矩阵],基本的平衡变化为:当调整[δ]为[δ'],[P]则对应变化为[P'];当调整[δ']为[δ''],恰使得梁端的[P'']为内外侧支座大致平衡的外力。公式展开后为式(1):

$$\begin{bmatrix} K_1 \\ & K_i \\ & & K_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \delta_1 \\ & \delta_i \\ & & \delta_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_i \\ F_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

1.3 计算过程及结论

计算模型采用 Midas Civil 建立模型 (见图 2),上部结构主梁宽 8.8 m,底板宽 5.8 m,悬臂宽 1.5 m,梁高 1.6 m,采用钢梁预制。边墩为顶升盆式橡胶支座,S100# 墩、S102# 墩支座间距均为 4.8 m;中墩为墩梁固结,两墩柱间距 4 m。S100# 内侧支座施加强迫位移,上部结构恒载及活载均按实际情况施加。各墩支座反力如图 3~ 图 8 所示,见表 1。

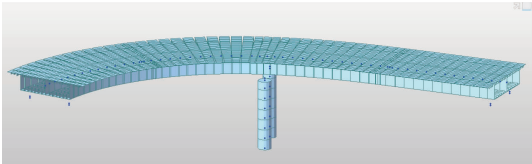


图 2 主梁结构计算模型

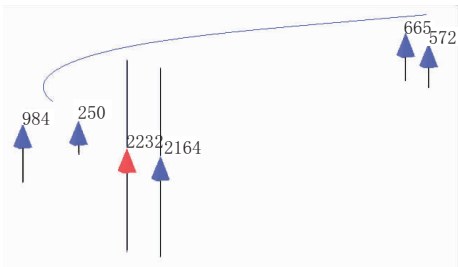


图 3 恒载反力(单位:kN)

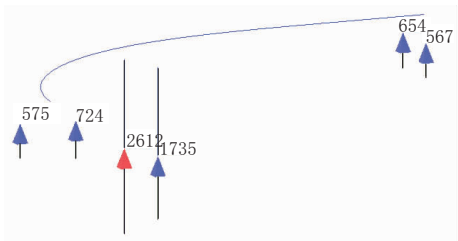


图 4 恒载 + 强迫位移(6 mm)(单位:kN)

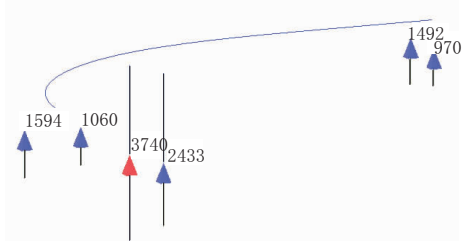


图 5 恒载 + 活载 + 强迫位移(6 mm)最大反力(单位:kN)

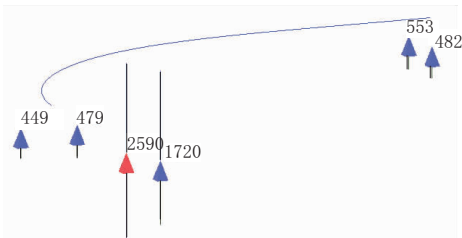


图 6 恒载 + 活载 + 强迫位移(6 mm)最小反力(单位:kN)

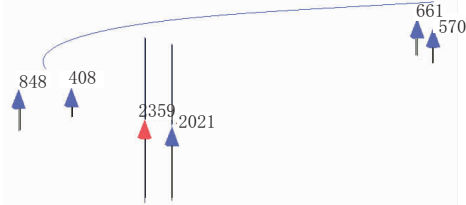


图 7 恒载 + 强迫位移(2 mm)反力(单位:kN)

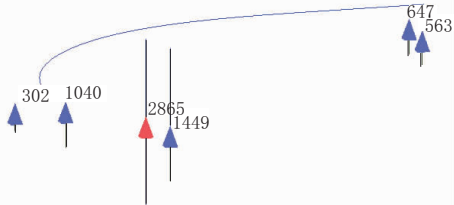


图 8 恒载 + 强迫位移(10 mm)反力(单位:kN)

表 1 S100#~S102# 墩反力特点

序号	工况	S100#		S102#		S100# S102#	
		内侧支 座反力 /kN	外侧边 墩反力 /kN	内侧支 座反力 /kN	外侧边 墩反力 /kN	内侧支 /外侧 支座反 力	内侧支 /外侧 支座反 力
1	恒载	250	984	572	665	0.25	1.72
2	恒载 + 6 mm 位移	724	575	567	654	1.26	1.01
3	恒载 + 活载 + 6 mm 位移 (max)	1 060	1 594	970	1 492	0.66	1.64
4	恒载 + 活载 + 6 mm 位移 (min)	479	449	482	553	1.07	0.93
5	恒载 + 2 mm 位 移	408	848	570	661	0.48	1.49
6	恒载 + 10 mm 位移	1 040	302	563	647	3.44	0.54

从表中可见,6 mm 强迫位移比较合适;2 mm 强迫位移效果不明显,S100# 内侧支座反力比外侧支座反力仅为 48%,改善力度较小;而 10 mm 强迫位移内侧支座反力比外侧支座反力为 344%,超过

了预期。

2 施工工艺

2.1 结构立面图

结构立面图如图 9 所示,顶升支座位置示意如图 10 所示。

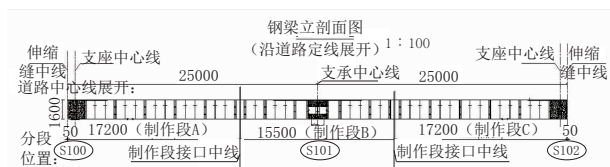


图 9 结构立面图

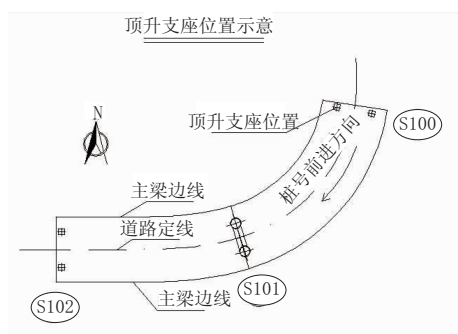


图 10 顶升支座位置示意图

2.2 施工措施介绍

主要的施工步骤如下(见图 11、图 12):

(1)施工下部结构,完成节段连接处临时支架及其基础的安装施工。

(2)现场进行横向分块焊接后,按顺序吊装各制作段钢箱梁(A、C、B),进行纵向节段现场焊接。

(3)焊接完毕后,拆除临时支架。

(4)上二期荷载之前,在 S100# 墩的主梁内侧支座位置临时架设千斤顶,将内侧支座顶起 8 mm 后插入调高钢板,撤千斤顶,落梁。调高钢板的性能要求:调高钢板厚 6 mm,调高钢板尺寸同支座上板,板上钻孔,钻孔尺寸同地脚螺栓孔,地脚螺栓需要根据情况适当加长。

(5)施工伸缩缝、桥面铺装、防撞护栏等附属设施。浇筑二期混凝土铺装时,先铺设跨中正弯矩区段,最后铺设中间墩顶附近区段混凝土。

(6)运营阶段。



图 11 S100# 墩成桥照片



图 12 S101#~S100# 墩主桥跨中位置成桥照片

3 结语

(1)经过计算对比可知,6 mm 强迫位移比较合适,2 mm 强迫位移效果不明显,而 10 mm 强迫位移导致曲线内侧与外侧反力不均。对于其他曲线桥梁,也应经过计算确定合适的强迫位移值。

(2)桥梁运营后,已经通车一年多,经检测及管养单位确认运营情况良好。此方法实施简单,养护方便。

参考文献:

- [1] 吴冲,强士中.现代钢桥[M].北京:人民交通出版社,2006.
- [2] 张树仁,郑绍珪,黄侨,等.钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [3] 苏彦江,杨子江.钢桥构造与设计[M].成都:西南交通大学出版社,2006.
- [4] 上海市市政工程设计研究总院.桥梁设计工程师手册[M].北京:人民交通出版社,2007.
- [5] 北京市市政工程设计研究总院.独柱支承桥梁结构内力及稳定性分析研究报告[R].北京,2012:32-33.
- [6] 阴存欣,秦大航,包琦玮.基于抗扭失效的桥梁抗倾覆研究[C]//中国公路学会,国际道路联盟,美国交通研究委员会.第六届中国公路科技创新高层论坛论文集(下册).北京:人民交通出版社,2013:489-495.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

电话:021-55008118 传真:021-55008850 投稿及联系邮箱:cdq@smedi.com