

高墩大跨连续刚构桥下挠成因分析

袁存, 杜斌

(贵州大学土木工程学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 随着刚构桥的应用发展, 在目前刚构桥的施工中仍不可避免地存在跨中下挠的问题, 本文以贵州拐网河大桥为例, 建立了有限元模型, 对此桥的跨中下挠成因进行了分析, 主要探讨了混凝土收缩徐变以及施工合龙顺序对桥梁跨中下挠的影响, 分别用考虑收缩徐变和不考虑收缩徐变两种条件来对比分析刚构桥的跨中下挠情况, 以及不同的合龙顺序对桥梁后期变形的影响, 为同类型桥梁以后的施工和监控提供参考。

关键词: 连续刚构桥; 跨中下挠; 混凝土收缩徐变; 合龙顺序

中图分类号: U448.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 09—0158—03

由于其自身在受力性能上的优越性, 预应力混凝土刚构桥在我国的已建桥梁中占有很大比重, 随着近几十年的发展, 我国的预应力混凝土刚构桥无论在结构形式还是在跨度方面都在不断地创新和突破, 建造的预应力混凝土刚构桥的数量也是越来越多, 大跨度预应力混凝土刚构桥的建造水平也有了巨大的飞跃。然而在预应力混凝土刚构桥的发展中, 有一些问题却是不容忽视的, 经过大量调查后我们发现, 在大跨度预应力混凝土刚构桥的施工和成桥运营的过程中有些病害会频繁地出现, 随着病害程度的不断加深, 很有可能会导致桥梁结构过早地失效和破坏, 对于行车舒适度以及人们的生命财产安全都会产生很大的威胁。在这些病害中, 大跨度预应力混凝土刚构桥的跨中下挠问题显得尤为突出, 虽然桥梁的设计在不断地进行完善, 预拱度的设置问题也已被充分地进行了考虑。但在桥梁在进行一段时间的成桥运营后, 刚构桥的跨中仍会出现不同程度的下挠, 随着桥梁运营时间的持续, 跨中下挠也在持续进行, 这大大超出了设计的预测变形值。所以对大跨度预应力混凝土刚构桥跨中下挠问题的分析研究显得极为迫切且具有很强的现实意义, 这对于社会的经济发展也有着很大裨益。本文以贵州拐网河大桥为例, 针对几个对该桥跨中下挠的问题进行了深入研究, 以期得到一些高墩大跨刚构桥跨中下挠产生的原因, 提高人们对这种桥型的认识, 给设计以及施工研究人员以启示。

1 工程概况

拐网河大桥的桥型方案采用的是 $2 \times 40\text{m}$ 预应力混

凝土简支 T 梁 $+66\text{m}+2 \times 120\text{m}+66\text{m}$ 预应力混凝土连续刚构 $+(4 \times 40\text{m}+5 \times 40\text{m})$ 预应力混凝土简支 T 梁, 桥梁全长 822.32m , 设计纵坡为 1% , 主桥的总体布置见图 1。主桥的主梁采用变高度预应力混凝土连续箱梁, 单幅桥箱梁结构设计如下: 箱梁采用直腹板单箱单室截面, 顶板自带 1.5% 的横坡, 梁底曲线按 1.8 次抛物线变化。箱梁在主墩顶处设置了双横梁。预应力混凝土主梁采用的是 C55 混凝土, 主梁的节段施工分为 0 号现浇段、 $1 \sim 15$ 号悬浇段、边跨现浇段及合龙段。

桥梁下部结构, 拐网河大桥桥墩高差比较大, 4 号墩高度为 83m , 主桥桥墩包含三个主墩和两个过渡墩, 其中中间的两个墩采用双肢矩形薄壁墩, 中间主墩在墩的中部设置有联系梁, 基础采用的是整体式承台。两侧过渡墩采用的是矩形薄壁截面, 基础采用的是整体式承台。墩身采用的是 C40 混凝土。桥墩承台、系梁、桩基采用的是 C30 混凝土。

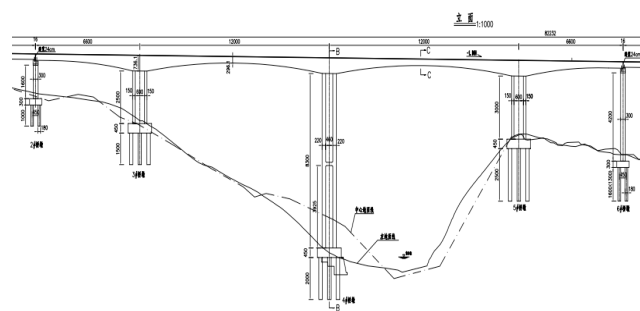


图 1 拐网河大桥立面图

2 跨中下挠成因分析

2.1 建立有限元模型

采用 Midas/Civil 2019 分析软件建立了实桥的空间

有限元模型,主梁和桥墩均采用三维梁单元。全桥共分为215个单元,其中主梁分为154个单元,桥墩分为61个单元。结构的约束条件为:桥墩与主梁固结;桥墩与墩底固结。坐标系取顺桥方向为X轴,横桥方向为Y轴,竖向为Z轴。全桥单元划分如图2所示。

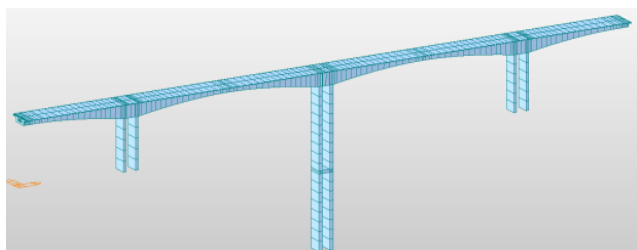


图2 拐网河大桥有限元计算模型

2.2 考虑徐变与不考虑徐变的影响

为了研究混凝土收缩徐变对刚构桥跨中下挠的影响,分别给出了拐网河大桥模型在成桥时、成桥1年、成桥5年、成桥10年时,根据荷载组合一(恒载+钢束预应力荷载+活载)和荷载组合二(恒载+钢束预应力荷载+活载+收缩徐变)这两个荷载组合来模拟考虑徐变因素和不考虑徐变这两种情况下的桥梁挠度变化。桥梁模拟分析的结果如下图所示。

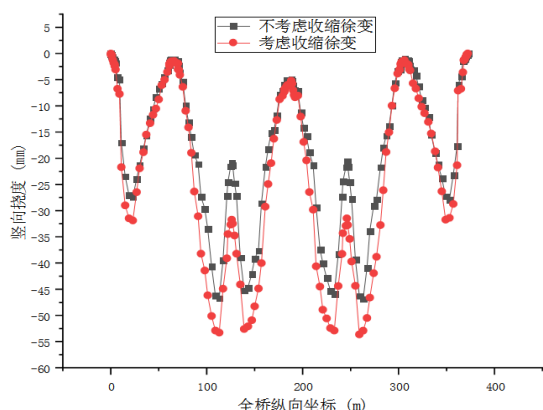


图3 成桥时挠度变化对比图

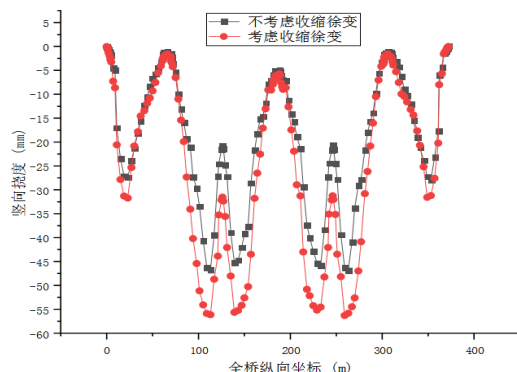


图4 成桥一年时挠度变化对比图

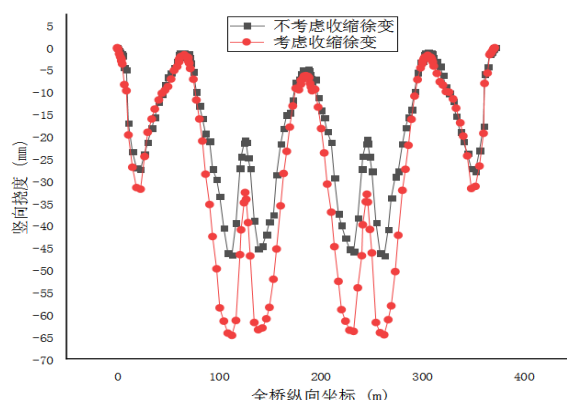


图5 成桥五年时挠度变化对比图

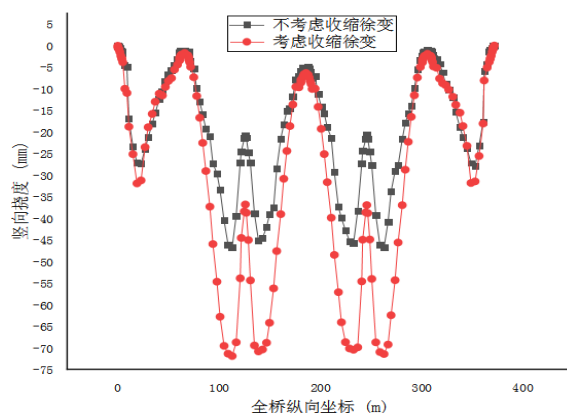


图6 成桥十年时挠度变化对比图

通过对图3到图6对比可知,相对于不考虑混凝土徐变而言,考虑收缩徐变时跨中的挠度会有明显地增加,尤其是在桥梁的中跨跨中。另外还可以观察到,在成桥后的五年内混凝土徐变对于主梁的跨中下挠有比较强的影响,而且这个影响会随着混凝土徐变的进行而不会停止。

2.3 考虑合龙顺序的影响

对于采用悬臂浇筑法施工的高墩大跨连续刚构桥,有几个合龙顺序可以去选择,比如先去合龙两个边跨再去合龙两个中跨,也可以先去合龙两个中跨再去合龙两个边跨,又或者边跨和中跨一起合龙等。当采用不同的合同顺序的时候,会导致结构也会进行不同的体系转换,桥梁也将因此产生不同的内力重分布与相关的次内力,这也必然会对成桥后的线形和受力造成影响。

拐网河大桥拟定了三个合龙方案,方案一:先合龙边跨再合龙中跨;方案二:边跨和中跨一起合龙;方案三:先合龙中跨再合龙边跨。

为了研究各合龙方案对桥梁线形的影响,本文对拐网河大桥各合龙方案在成桥阶段和成桥十年后对桥梁变

形的影响做了分析。

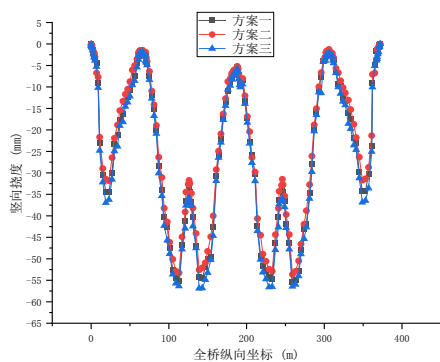


图7 各合龙方案成桥阶段挠度变化对比图

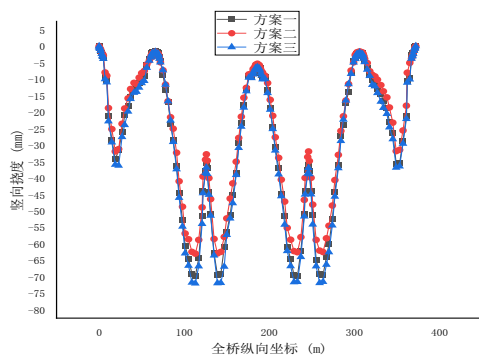


图8 各合龙方案成桥十年挠度变化对比图

根据对比图7和图8可以看出,方案一、二、三主梁的整体线形都相对比较平缓,方案二的主梁整体线形最好,整体线形变化幅度较小。从图上还可以看出不同的合龙顺序对桥梁的挠度变形影响较大,从线形的对比结果看,方案二是最优选,拐网河大桥最终采用的是方案二进行的合龙。

3 结论

考虑徐变因素比不考虑这一因素时主梁跨中的挠度值在对于桥梁变形的影响比较大。所在桥梁设计中对于混凝土徐变的影响作用应该给予充分的考虑,对于桥梁的徐变变形做出精确的估算和预测,从而提高桥梁的施工质量,有效地预防和减弱桥梁后期下挠带来的影响。

合龙顺序的方案选择会直接影响到高墩大跨连续刚构桥的最终成桥状态。因而当现场地形条件和施工条件允许的情况下,应当对合龙方案给予合理的优化,这样不仅能缩短桥梁的施工工期,还可以有效降低施工成本,很好地提高了社会经济效益,当然最关键的一点是可以有效优化成桥后线形,从而延长桥梁的使用寿命。

参考文献:

- [1] 范立础. 桥梁工程(上、下册)[M]. 北京:人民交通出版社,2012.
- [2] 马少飞. 大跨度预应力混凝土连续刚构桥挠度成因分析[D]. 北京:北京交通大学,2009.
- [3] 刘胜锋. 大跨度连续刚构桥徐变下挠分析[D]. 重庆:重庆交通大学,2010.
- [4] 鄢玉胜. 预应力混凝土梁桥的徐变下挠研究[D]. 成都:西南交通大学,2008.
- [5] 邹立群. 混凝土收缩徐变引起大跨度连续刚构桥长期下挠分析[D]. 北京:北京交通大学,2010.
- [6] 汪维安. 高墩大跨连续刚构桥的收缩徐变效应分析[D]. 长沙:长沙理工大学,2005.
- [7] 迟德有. 连续刚构桥合龙工序对结构受力性能分析[D]. 西安:长安大学,2012.
- [8] 梁杰. 高墩大跨径连续刚构桥跨中下挠研究[D]. 西安:长安大学,2009.
- [9] 薛兴伟. 大跨PC梁桥跨中下挠及裂缝控制研究[D]. 广州:暨南大学,2013.
- [10] 丁欣海. 大跨度连续刚构桥主梁施工仿真分析及可靠度研究[D]. 长沙:长沙理工大学,2012.
- [11] 李传喜. 高墩大跨连续刚构桥悬臂施工过程控制及关键技术研究[D]. 甘肃:兰州交通大学,2019.
- [12] 肖啸. 基于不同施工进度下多跨连续梁桥合龙顺序的研究[D]. 湖南:中南大学,2014.
- [13] 管钟. 超长联预应力混凝土连续梁桥合龙顺序对结构效应的影响[D]. 湖北:华中科技大学,2019.
- [14] 吴伟弘. 常德篙子港澧水特大桥合龙关键技术研究[D]. 湖南:长沙理工大学,2013.
- [15] JTG 3362-2018. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].