

# 某高速桥梁抗倾覆验算与加固设计方案

易华森

湖南省高速公路集团有限公司 湖南 长沙 410023

**摘要**为探究高速桥梁抗倾覆验算与加固施工的过程与控制要点,将以湖南省高速公路集团有限公司益阳分公司建设的常安高速公路中的桥梁抗倾覆验算及处治工程为例进行分析。借助实际工程案例的方式对高速桥梁抗倾覆验算过程进行梳理,明确计算方法与特定条件下的整治措施,以期对相关工程或施工单位提供参考帮助。

**关键词**高速桥梁; 抗倾覆验算; 加固设计

**DOI** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.349

## 引言

高速桥梁在长期使用过程中其结构强度将出现一定程度的下降,在受到外界因素的影响下,桥梁结构将会出现侧倾情况,因此需要对长期服役的高速桥梁进行抗倾覆验算。为深入探究高速桥梁抗倾覆验算的整体设计与施工规范,将以益阳分公司建设的常安高速公路中的桥梁抗倾覆验算及处治工程为例进行分析,以期得到更加贴合实际的分析结果。

## 1 案例概况

为加深本文分析的结果科学性,将以常安高速公路中的桥梁抗倾覆验算及处治工程为例进行实例分析。案例工程主体可分为武潭互通式立交 K1982+443 匝道桥和马迹塘互通 K1993+134 匝道桥两大部分:

### (1) 武潭互通式立交 K1982+443 匝道桥

该工程段位于湖南省常安高速公路上,区域下桥梁中心桩的桩号为 K1982+443,建设之初设计的荷载等级为公路-I 级。该部分桥梁全长约为 275.7m,区域内共存在 11 孔,跨径组合大小为 5×25+6×25m,区域下桥梁全宽设计为 8.5m。桥梁存在的主要结构构件的形式为:上部构造为等高的连续箱梁加盆式橡胶支座;桥台构造为柱式台双支座形式;桥墩构造以交接墩双支座(5号)、墩梁固结(2、3、8号)和独柱墩单支座(6、7、9、10号)为主,工程段图片如图 1 所示。



图 1 武潭互通式立交 K1982+443 匝道桥

### (2) 马迹塘互通 K1993+134 匝道桥

该验算桥段位于湖南省常安高速公路上,区域下桥梁中心桩的桩号为 K1993+134,设计之初的荷载等级为公路-I 级。该桥段桥梁全长约为 85.08m,桥段内共有 4 孔,跨径组合

尺寸为 4×20m,区域下桥梁全宽为 8.5m。该区域桥梁的主要结构构件的形式为:上部构造由等高连续箱梁和盆式橡胶支座组成;桥台构造以肋板台双支座为形式主;桥墩构造皆以独柱墩单支座形式为主,两处工程台柱的详细信息如表 1 所示。

## 2 抗倾覆验算

对高速桥梁的抗倾覆计算应当结合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ3362—2018)和《城市桥梁设计规范》(CJJ11—2019)中相关标准,(统称为《规范》)[1]。结合《规范》中的相关规定可知,在持久状态下高速桥梁不应发生较大的结构体系改变,同时还应当满足以下规定:

第一,抗倾覆验算活动中应当保障在作用基本组合状态下,确保单向受压支座能够始终处于受压状态[2]。

第二,抗倾覆验算活动在按照作用标准值组合时,对高速桥梁的整体式截面简连续梁与支梁的作用效应需要满足下式要求:

$$\frac{\sum S_{bk,i}}{\sum S_{sk,i}} \geq K_{qf} \quad (1)$$

稳定效应:  $\sum S_{bk,i} = \sum R_{Gi} \times l_i$

失稳效应:  $\sum S_{sk,i} = \sum R_{Qi} \times l_i$

上式中:  $S_{bk}$  表示横桥侧的抗倾覆验算稳定性系数;  $K_{qf}$  表示标准值,本文取  $K_{qf} = 2.5$ ;  $\sum S_{bk,i}$  表示上部结构稳定状态的效应设计值;  $\sum S_{sk,i}$  表示上部结构出现失稳状态的效应设计值。

对高速桥梁的车道荷载验算应当按照《规范》中相关标准进行取值,若上部车道设计在桥梁支柱承力点结构中心线一侧,则应当将桥面分为左倾验算与右倾验算两种验算,并且需要对基础变位作用、均匀温度以及梯度温度作用进行判断[3]。

## 3 加固方案施工设计要点

### 3.1 设计原则

对独柱墩单支座高速桥梁的抗倾覆加固施工,可在独柱墩单支座的两侧新建一个支座,以此方式提高桥梁整体的结构稳定性,既可以使加固达到桥梁抗倾覆的稳定性要求,同时也可以解决桥梁支座脱空的问题。但是该加固方法受独柱

表 1 独柱墩信息一览表

路线名称	序号	桥梁名称(运营桩号)	桥型	桥梁全长(m)	跨径组成(m)	桥宽(m)	梁高(m)	稳定系数 $K_{qf}$	独柱桥墩形式
常安高速	1	武潭互通式立交 K1982+443 匝道桥	等高连续箱梁	275.7	5×25+6×25	0.5+7.5+0.5	1.5	第一联 Min: 2.5 第二联 Min: 0.8	柱式墩
	2	马迹塘互通 K1993+134 匝道桥	等高连续箱梁	85.08	4×20	0.5+7.5+0.5	1.4	Min: 5.8 Min: 1.0	柱式墩

墩顶面空间的限制,多数加固工程无法达到施工标准,因此可使用新设混凝土立柱、钢牛腿以及钢立柱等支承方式进行加工。以案例工程为例,对高速桥梁支承加固方案的设计原则应当秉持以下几点要求:第一,加工方案设计应当能够显著提高独柱墩桥梁的抗倾覆能力,同时可以使加工后的桥梁满足使用规范要求;第二,加固方案应当对原桥梁结构受力影响情况进行考虑,以保证加固后的桥梁具有安全运行的能力;第三,加固方案设计应当避免对周边交通以及空间规划造成影响;第四,加固方案应当充分考虑后续对该桥梁段的养护与支座更换的便捷性<sup>[4]</sup>。

3.2 加固计算

以案例工程为例,案例地区的抗倾覆高速桥梁临近居民区,周边存有山体、输电线路、农田以及林木,需要结合抗倾覆预算结果进行加固设计。经过对加固方案的比选,明确案例工程的加固方法为植筋墩柱外包加固法<sup>[5]</sup>。

3.3 加固设计方案施工

3.3.1 材料控制

对不符合结构强度的高速桥梁应当对其进行加固,其中植筋用胶的黏剂性能应当能够满足《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22—2008)中第4章的相关标准,并且在施工过程中注意材料与配胶方式的结合,提高加固施工的结构结构强度。

3.3.2 植筋定位、钻孔

为保障植筋施工效果,需要在施工钻孔之前使用钢筋探测仪对桥梁构件的植筋区域钢筋位置进行探测,若缺少专业设备可凿去钢筋外部的保护层,使钢筋裸露在空气中,若植筋处存在钢筋,则可以适当调整植筋钻孔的位置。同时,在钻孔施工过程中若遇到预埋件或钢筋时则需求立即停钻,并结合钻孔路线规划适当调整钻孔孔位<sup>[6]</sup>。

植筋的钻孔施工需要保障孔壁的清洁,在案例工程中孔壁的清洁使用以下方法:第一,将喷嘴伸入钻孔底部并同时向孔内吹入洁净的压缩空气,然后向外缓慢拉出喷嘴,每个孔洞反复3次;第二,使用硬毛刷在孔洞内往返旋转清刷3次;第三,重复步骤一操作;第四,对植入钢筋表面进行清理,重点取出钢筋表面的油污和除锈;第五,使用工业酒精对孔壁、孔底以及植入钢筋表面进行擦拭。

3.3.3 植筋

在植筋过程中需要使用专用灌注器或注射器将胶黏剂灌注孔洞,胶黏剂的灌注量通常为孔深的2/3,并且韧性植入钢筋后存在少量胶黏剂的溢出。当注入胶黏剂全部注入完成之后应立即通过单向旋转方法插入钢筋,全部植入钢筋能够与四周孔壁之间的间隙保持均匀,允许插入后校正钢筋的位置和垂直度。

3.3.4 静置固化

在静止固化阶段,即孔洞内胶黏剂完全固化之前,应当

做好孔内钢筋的保护工作,不得受到外界触动或振动,同时保证后续施工不会对植入钢筋产生影响,以期保障植入钢筋与胶黏剂的黏结性能。

3.3.5 质量检验与验收

(1) 钻孔要求

加固方案植入钢筋施工的钻孔直径、钻孔深度、垂直度以及位置的允许偏差等因素应当能够满足下表2和表3参数标准的要求,其中直径的允许偏差应当不超过+2mm。

表2 案例桥梁植筋参数

钢筋公称直径	钻孔直径	钢筋公称直径	钻孔直径
8	12	20	25
10	14	22	28
12	15	25	32
14	18	28	35
16	20	32	40
18	22	40	48

(2) 植筋要求

植筋检测应当保证锚孔内的胶黏剂处于饱满状态,同时不得出现未固结的现象。对于植入钢筋应当保证其表面完整,且不能存在污渍或破损等情况,凝固后不得出现松动,钢筋的最大弯曲不应当超过90°。

4 结语

综上所述,本文借助常安高速中桥梁抗倾覆验算及处治工程对高速桥梁抗倾覆验算与加固方案设计进行分析,明确高速桥梁抗倾覆验算的使用方法与注意事项,并结合案例对验算不合格的高速桥梁段加固施工进行分析,以此提出相应的加固施工设计方案。本文虽结合实际案例对高速桥梁抗倾覆验算与加固设计方案进行分析,但是并未结合实际数据实现对验算的验证,因此在后续的研究中可带入实际数据对验算方法的可行性与实用性进行验证。

参考文献

[1]李振彬.浅谈深汕高速公路西段独柱墩桥梁抗倾覆验算与加固设计[J].公路交通科技(应用技术版),2016,12(05):258-259.  
 [2]牛洪刚.城市公路桥梁抗倾覆验算与加固改造的设计方案研究[J].公路工程,2018,43(02):129-133+269.  
 [3]胡继业,余敏,张鹏飞,罗松涛.港区超软吹填土层快速加固方案设计与优化[J].水运工程,2019(01):163-166+202.  
 [4]许超,王常峰,窦国昆,李颖.桥梁转体施工临时支座的设计与抗倾覆稳定性分析[J].铁道建筑,2018,58(11):50-52+62.  
 [5]刘海龙.阳茂高速公路独柱墩连续箱梁桥横向抗倾覆安全性评估及加固方案设计[J].交通世界,2018(31):128-130.

表3 案例工程植筋参数

植筋位置	钻孔深度允许偏差(mm)	钻孔垂直度允许偏差	位置允许偏差(mm)
上下部结构	+10.0	3°	5
承台与基础	+20.0	5°	10
链接节点	+5.0	2°	5