

高速公路现浇混凝土箱梁桥横坡改造关键技术研究

胡晓斌

(甘肃省交通规划勘察设计院股份有限公司,甘肃 兰州 730010)

摘要:针对某高速公路现浇混凝土梁桥桥宽及横坡不符合当前实际通行需求的现状,提出限速、桥面直接加铺、切梁顶升和旋转加铺、桥面参与受力的增大截面法这4种改造方案,并分析相应方案下结构的受力状态。结果表明:结构受力最合理的改造方案为切梁顶升和旋转加铺(适用于第一联)、桥面参与受力的增大截面法(适用于第二联)这2种。研究结果可为以后同类项目的改造提供参考。

关键词:现浇箱梁;横坡;桥梁改造

中图分类号:U443.3

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)06-0120-03

0 引言

近年来随着我国交通事业的不断发展,部分早期建造的桥梁出现了承载能力弱、技术等级低、通行能力差等问题,需要对其进行改造。桥梁改造所针对的具体问题较为庞杂,所采用的技术种类也较多,例如整体顶升、桥梁切割、加铺桥面铺装等。鲁俊峰^[1]对国内桥梁顶升技术作了系统的梳理,并总结了桥梁顶升技术理论。钱朗^[2]对连续刚构桥的切割顶升再构过程进行了研究,探讨了桥梁切割过程中结构内力的变化。有关加铺桥面铺装的研究较多,如唐艺等^[3]对简支梁桥加载铺装下的结构安全性进行了分析。但是,针对桥梁横坡改造的研究较少。本文依托某高速公路桥梁宽度和横坡不符合实际通行需求的现状,结合国内外现有改造技术,系统性地提出了桥梁横坡改造技术,并分析比较各类技术的优缺点,为以后同类项目的改造提供参考。

1 工程概况

甘肃省某高速公路收费站大桥位于平面半径900 m的左偏圆曲线上,横坡为反向2%(内侧高、外侧低)。桥梁结构为6~20 m现浇混凝土箱梁(3孔1联),桥面宽度40.35~12.31 m,多箱室结构,桥面原横坡第一联由-2%变化至0.1%,第二联由0.1%变化至3.7%。该桥技术状况等级为1类桥。项目大桥

改造方案图见图1。

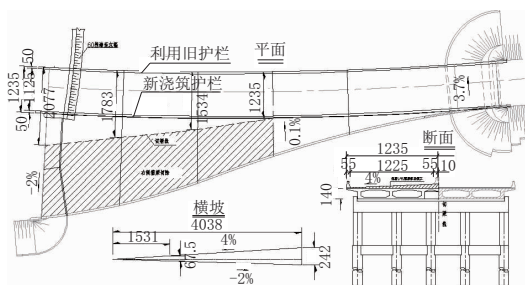


图1 项目大桥改造方案图(单位:cm)

现需取消该收费站,并保证该段路线设计速度为80 km/h。若维持桥面横坡现状,取消收费站后,则该处行车速度较快,曲线上的反超高将使离心力与车辆重力的水平分力叠加,增加转向需求,使车辆方向难以控制,从而引起侧翻等交通事故。为保证行车安全,依据现行规范需在该路段设置4%横坡(内侧低、外侧高),桥宽12.25 m。因此需改造该段落路面横坡,改造桥面内调整最大高度达67.5 cm。

2 改造方案概述

为保证行车安全性,尽快恢复交通,尽可能地缩短施工工期,对该桥提出以下改造方案。

2.1 方案一:限速方案

超高设置主要基于行车舒适性及安全性。根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2014),当路拱横坡为-2%时,限速可定为50 km/h,此时横向分配系数为0.078;而圆曲线半径900 m所对应的分配系数为“一般值”,即0.05~0.06。因此,限速后的横向分配系数已大于一般值,存在安全风险(见图2)。

收稿日期:2023-05-10

作者简介:胡晓斌(1991—),男,硕士,工程师,从事桥梁新建、加固、改扩建设计工作。

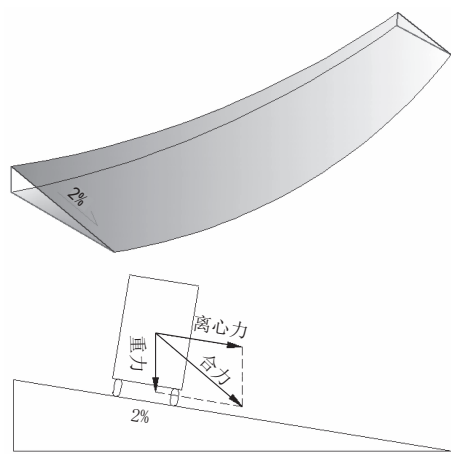


图2 反向横坡示意图

2.2 方案二:直接加铺混凝土方案

通过加铺桥面铺装^[2]来调整横坡的方案实施起来最简单,且影响范围小,拟作为备选方案。该方案实施后,第一联最大横坡差将达6%,第二联最大横坡差达4%,桥面横坡差较大,需要增加的恒载较多,因此该方案的可实施性需经过计算论证。

2.3 方案三:切梁顶升和旋转加铺方案(适用于第一联)

若全断面横坡调整为超高4%,则桥梁第一孔右侧需抬高2.42 m(见图1)。由于现桥面横坡为变值,无法一次旋转到位,还需加铺桥面铺装,工程量较大。因此将上部结构根据箱梁构造(在箱间顶板处)切开^[3-4],切除后同步顶升并旋转梁体横坡至4%,这样第一联最大横坡差为2%,可通过加铺桥面解决超高问题。切除后仅需对支座、支座垫石、抗震挡块进行处理。

方案三施工流程图见图3。

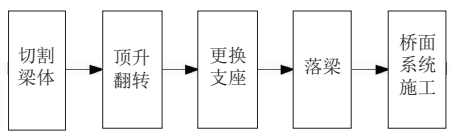


图3 方案三施工流程图

2.4 方案四:桥面参与受力的增大截面法(适用于第二联)

第二联桥梁原横坡方向与改造需要的横坡方向相同,可通过加铺混凝土来调整横坡。为使新铺混凝土与箱梁连成整体共同受力,先对原桥面植筋^[4],然后跨中顶升,最后浇筑混凝土铺装。本方案的关键在于桥面植筋的质量。

方案四施工流程图见图4。

3 改造方案分析

从结构安全、施工速度、造价这几个方面来比较上述4种方案,比较结果见表1。

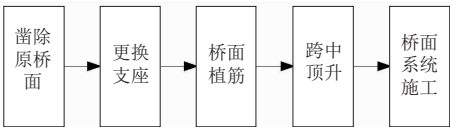


图4 方案四施工流程图

表1 方案对比表

方案	优点	缺点	备注
方案一:限速	桥梁仅需增设护栏,施工速度最快,造价最低	横坡超过规范限值,存在安全隐患	不可行
方案二:桥面直接加铺	直接加铺桥面,施工便捷	上、下部均需加固处理,工期长、造价最高	比选方案
方案三:切梁顶升和旋转加铺	增加恒载较少,下部无需处理	需切割梁体,顶升旋转要求精度高、仅适用于第一联	第一联推荐采用
方案四:桥面参与受力的增大截面法	仅需在桥面上施工,实施便捷,且造价较低	增加一定恒荷载,但对下部影响较小,仅适用于第二联	第二联推荐采用

3.1 第一联改造方案分析

第一联拟采用方案二、方案三进行改造。依据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)进行结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的承载力验算。连续梁结构的最大正弯矩位于边跨,最大剪力位于中支点附近,经计算分析,加铺后第一联桥梁最不利受力构件均为第一孔左侧边梁(见表2)。

表2 第一联结构最不利荷载汇总表

方案	荷载	跨中弯矩 / (kN·m)	支点负弯矩 / (kN·m)	支点剪力 / kN
方案二	承载能力极限状态	16 376	16 631	5 220
	正常使用极限状态 频遇组合	11 077	11 335	3 440
方案三	承载能力极限状态	14 812	14 490	4 577
	正常使用极限状态 频遇组合	10 897	8 897	3 062
截面抗力		18 700	21 011	7 723

由表2可知,2种方案结构承载能力极限状态内力值均小于结构抗力,承载能力极限状态承载力满足要求。

第一联箱梁截面裂缝宽度汇总表见表3。

表3 第一联箱梁截面裂缝宽度汇总表 单位:mm

计算工况		跨中截面	支点附近截面
方案二:桥面直接加铺	考虑铺装层受力	0.17	0.16
	不考虑铺装层受力	0.22	0.18
方案三:切梁顶升和旋转加铺	考虑铺装层受力	0.17	0.14
	不考虑铺装层受力	0.18	0.15

由表3可知,若采用方案二,但不考虑调整桥面横坡加铺混凝土参与结构受力,只将加铺混凝土按

荷载考虑,则计算截面裂缝宽度均大于《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》所定限值 0.2 mm,不满足规范要求;若考虑加铺混凝土参与受力,则主梁梁高增高、截面增大,计算所得裂缝宽度均小于上述规范所定限值 0.2 mm,裂缝宽度满足规范要求,但因此时增加恒载较多,对支座及下部结构影响较大^[5],而本桥处于高地震烈度地区(Ⅷ度),桥梁下部采用的又是单排柱式墩,下部结构横向刚度远大于顺桥向刚度,若遇地震则直接加铺增加的荷载将极大地影响结构横向受力,甚至使桩基发生破坏(E2 地震作用下),因此本方案不适用。若采用切梁、顶升、旋转^[1]后再加铺的方案三,则由于增加的混凝土厚度较小,不论是否考虑加铺混凝土参与结构受力,裂缝宽度均小于上述规范所定限值 0.2 mm,裂缝宽度满足规范要求。

因此,第一联采用方案三进行改造。

3.2 第二联改造方案分析

3.2.1 第二联改造结构受力分析

第二联拟采用方案二和方案四改造,加铺后第二联桥梁最不利受力构件仍为第一孔左侧边梁。

第二联结构承载能力验算表见表 4;箱梁截面裂缝宽度汇总表见表 5。

表 4 第二联结构承载能力验算表			
计算工况	跨中弯矩 / (kN·m)	支点负弯矩 / (kN·m)	支点剪力 /kN
承载能力极限状态基本组合效应	17 091	14 313	3 664
截面极限承载能力	方案四	19 100	21 700
	方案二	17 100	20 100
			8 455
			7 635

表 5 第二联箱梁截面裂缝宽度汇总表			单位:mm
计算工况	跨中截面	支点附近截面	
方案四:考虑铺装层受力	0.17	0.16	
方案二:不考虑铺装层受力	0.22	0.17	

由表 4 可知:采用方案二时,结构正截面抗弯承载能力极限状态内力值接近结构抗力,虽未超限但安全富裕度有所降低;采用方案四时,结构各项承载能力极限状态内力值均小于结构抗力,承载能力极限状态承载力满足要求。

由表 5 可知:采用方案二且只将加铺混凝土按荷载考虑时,则计算截面裂缝宽度大于《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》所定限值 0.2 mm,不满足规范要求;若采用方案四,则主梁梁高增高、截面增大,计算所得裂缝宽度均小于上述规范所定限值 0.2 mm,裂缝宽度满足规范要求。

因此,第二联采用方案四进行改造。

3.2.2 第二联改造跨中顶升分析

第二联箱梁顶升位置示意图见图 5。

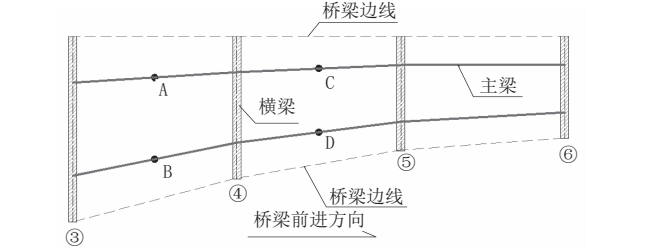


图 5 第二联箱梁顶升位置示意图

在结构自重、护栏及加铺混凝土荷载作用下,主梁将产生下挠(见表 6)。若在结构自然状态下进行加铺作业,则新铺混凝土会在养护阶段发生收缩变形,而旧梁体会发生下挠变形,两者变形不协调,不能保证新旧混凝土的有效连接,实际并未增大截面。

表 6 第二联箱梁恒载挠度汇总表	
位置	挠度/mm
A	6.64
B	5.79
C	1.55
D	1.97

为使新铺混凝土参与受力,先将梁体跨中(图 5 中 A~D 共 4 处)顶升,再进行加铺作业;待新铺混凝土达到设计强度后,将千斤顶卸载,使加铺混凝土与旧梁体协调变形。千斤顶顶升力的大小应使主梁在自重、加铺混凝土及护栏荷载作用下跨中挠度为 0。

4 结 语

本文针对现浇混凝土箱梁桥桥面横坡的改造问题,提出 4 种方案。分析表明:采用切梁顶升和翻转的改造措施(方案三),可使结构的受力状态满足规范要求;采用跨中顶升、桥面植筋的方案(方案四)可以保证新旧混凝土共同受力,达到增大截面的目的。本文为后续同类桥梁的改造提供了 2 种方案可行、受力可靠的参考措施。

参考文献:

[1] 鲁俊峰.装配式简支板梁桥顶升工程控制技术研究[D].成都:西南交通大学,2011.
[2] 钱郎.既有 V 型连续刚构桥梁切割顶升再构过程分析[D].成都:西南交通大学,2017.
[3] 唐艺,谢强,何小波,等.简支箱梁桥桥面加载铺装结构安全分析[J].土木工程学报,2015(增刊 1):104-108.
[4] 袁诗佳.梁式桥结构顶升关键技术研究[D].重庆:重庆交通大学,2014.
[5] 朱洪峰.水泥混凝土桥面铺装薄层加铺技术探析[J].公路交通科技(应用技术版),2016(6):251.