

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.09.043

某独柱墩箱梁桥抗倾覆加固设计

辜友平, 刘伟, 宋松科

(四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017)

摘要:连续箱梁桥下部结构为连续独柱墩的形式可能存在倾覆问题。对此结构形式桥梁进行抗倾覆加固设计值得研究。现结合某匝道桥抗倾覆加固案例,介绍一种在独柱墩处增设钢盖梁单支承变多支承的加固方案。计算显示增加支承可有效提高抗倾覆稳定性系数。最后对桥墩及钢盖梁进行了验算,证明此种加固方式安全可靠,可为类似加固工程作参考。

关键词:独柱墩; 偏载; 桥梁倾覆; 钢盖梁; 加固

中图分类号: U441+.4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)09-0183-03

0 引言

箱梁结构是一种常见的结构形式,广泛应用于公路匝道、市政高架、立交枢纽中。在早期的设计中,下部桥墩采用独柱墩较为常见,部分桥梁在跨中连续设置独柱墩。自2007年以来,国内相继发生独柱墩桥梁倾覆倒塌事故,影响十分严重且带来广泛的社会舆论。鉴于此,相关学者对独柱墩桥梁进行了事故调研并进行了系统分析,庄冬利^[1]对比了国内外桥梁设计规范,对偏载下箱梁桥的抗倾覆计算提出了讨论;曹景等^[2]对箱型截面梁桥基于力学原理推导出计算抗倾覆稳定系数的简化公式,并研究了不同曲线半径桥梁的抗倾覆能力;彭卫兵等^[3-5]研究了独柱墩桥梁的倾覆破坏模式并提出了抗倾覆承载力计算方法;王文龙等^[6]对支座布置形式对曲线桥梁抗倾覆能力进行了探讨。随着研究的深入,独柱墩箱梁桥倾覆原理一步步被揭示,18版《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》^[7](下称《桥规》)在这些研究的基础上对抗倾覆验算提出了新的要求。现依托某公路匝道桥,依据新版《桥规》对其进行抗倾覆验算并进行抗倾覆加固设计。

1 工程背景

某匝道桥平面布置如图1所示,该桥上部结构为(3×20)m+(4×20)m普通钢筋混凝土连续箱梁,

桥面宽度为9m,箱梁底宽5m,平面位于R=53.5m、Ls=80m的圆曲线及缓和曲线上。设计荷载为公路—I级,其中第一联1#、2#桥墩为连续独柱墩,1#、2#桥墩处支座预偏心20cm,1#墩墩高7.5m,2#墩墩高14.5m,原设计在1#墩处设置固定支座,2#墩处设置单向活动支座。按照《桥规》计算,第一联抗倾覆安全系数为1.7,不满足规范要求,需要对其进行抗倾覆加固设计。

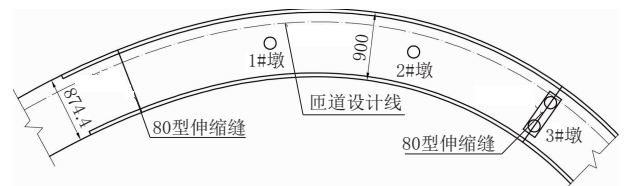


图1 匝道桥平面布置图(单位:cm)

2 加固设计方案

独柱墩抗倾覆加固可采用多种方法^[8],例如:增设抗拔销,独柱墩处增设盖梁,增设墩柱或外包墩柱以增设支座等形式。这些方法的原理均是将原独柱墩处单支承改为双支承或多支承,同一桥墩上的横向双支座即可以形成“抗扭支撑”,使抗扭跨径也得到减小,进而增大结构的抗倾覆性能。上述方案中增设抗拔销对提高结构抗倾覆能力有限;增设墩柱或增大墩柱尺寸可靠性好,适合桥宽较大的桥梁,但此类方案需要新增承台或桩基,成本较高。匝道桥一般桥宽较小且桥下净空有限,因此结合桥位处地形条件及造价的因素,匝道桥采用增设盖梁改为多支承的加固方法更为合适。新增盖梁可采用钢筋混凝土和钢结构两种形式,钢筋混凝土盖梁与桥墩的结合需要采用植筋的方

收稿日期: 2022-03-01

作者简介: 辜友平(1993—),男,工程硕士,工程师,研究方向:大跨度桥梁抗震与桥梁结构稳定分析。

式。为了满足受力性能,通常钢筋混凝土盖梁需要采用较大的尺寸,植筋并浇筑混凝土过程复杂且工期较长,而钢结构盖梁相比之下则可采用较小的尺寸,钢结构可在工厂预制,运输到现场进行吊装安装。钢结构与混凝土立柱之间通常采用锚栓进行连接,锚栓与钢结构受力都较为清晰,能够保证二者之间的可靠连接,因此钢结构盖梁是推荐的连接形式。该桥加固方案选用的钢结构盖梁构造如图2所示,钢盖梁横桥向长度与箱梁底同宽,高度为1.5 m,顶板、腹板及钢套筒板厚24 mm,腹板加劲肋板厚16 mm,钢盖梁下抱箍厚30 mm。

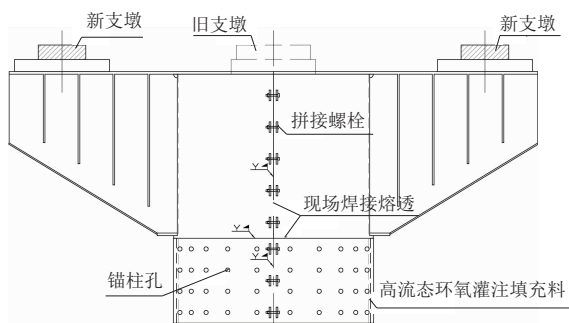


图2 钢盖梁构造图

钢盖梁加固的施工顺序为:

(1)在工厂分成两个半结构进行加工制作并进行涂装,根据墩柱与箱梁的相对位置确定垫石厚度并浇筑支座垫石。

(2)在墩柱上探明主筋位置后进行锚栓孔定位、钻孔、清孔,在钢盖梁下抱箍相应位置进行开孔。

(3)钢混结合面除锈后,安装钢盖梁下抱箍(可先安装好支座),紧固钢套筒两侧拼接螺栓。

(4)现场将钢盖梁下抱箍半结构焊接成整体。

(5)安装锚栓,并安装螺帽;螺帽拧紧后,罩上半球型装饰盖。

(6)钢盖梁下抱箍完成安装后,类比(3)、(4)工序完成钢盖梁安装。

(7)现场将钢盖梁与下抱箍焊接成一体。

(8)对焊接成整体的钢盖梁钢混结合面进行压力注浆。

(9)安装梁底调平块,在新增支座与梁底之间压注高流态环氧灌注填充料,保证支座与调平钢板之间密贴。

该加固方案不进行支座顶升,不改变原支座的受力状态,恒载仍由原支座承受,当上部偏载时,新增支座开始受力,提供抗倾覆力矩。该方法施工简便且对原结构影响较小。

3 计算结果与分析

3.1 抗倾覆加固计算

根据上述加固方案及原理,建立加固计算有限元模型。新增支座为圆形滑板式橡胶支座,只考虑承受竖向力。汽车偏载时,新增支座只有一侧受力,另一侧支座不起支承作用。有限元模型建立时只考虑受力侧支座,车辆外偏时忽略新增内侧支座,车辆内偏时忽略新增外侧支座。加固桥墩可选择中间单墩加固和中间双墩加固。加固计算中,车辆偏载按实际车道布载。计算倾覆系数时,规范中明确需按照标准组合进行计算。因此,涉及到桥梁倾覆的荷载工况均需考虑,该桥考虑整体升降温、梯度温度、离心力、冲击力、风荷载作用,支座间距结合梁底宽度与原支座位置尽可能拉大。双墩加固外侧倾覆工况有限元模型如图3所示。

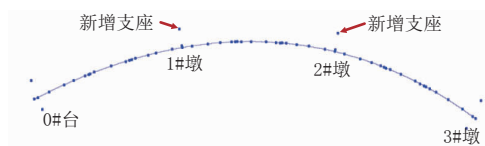


图3 典型工况有限元模型

按照《桥规》对上述加固工况进行特征状态1和特征状态2验算,验算结果如表1所列。

表1 加固方案验算结果表

工况	特征状态1描述	稳定效应 / (kN·m)	失稳效应 / (kN·m)	稳定性系数	
仅加固1#墩	外侧倾覆	未出现负反力	14 270.40	5 602.90	2.55
	内侧倾覆	外侧支座负反力	11 828.70	4 900.35	2.41
仅加固2#墩	外侧倾覆	未出现负反力	14 089.10	5 682.10	2.48
	内侧倾覆	外侧支座负反力	12 088.96	4 928.80	2.45
双墩加固	外侧倾覆	未出现负反力	23 699.08	4 687.47	5.06
	内侧倾覆	未出现负反力	20 366.82	3 256.24	6.25

由表1可知,对于该桥,加固单墩时,对于内侧倾覆工况,曲线外侧支座容易出现负反力,且特征状态2下抗倾覆稳定性系数不能满足规范要求。对双墩同时加固时,抗倾覆稳定系数相比单墩加固能提高1倍左右,因此,针对该案例,双墩加固更加安全可靠。对于不同曲线半径的桥梁,可能仅加固1处桥墩即可达到规范要求,需要结合实际情况具体分析。

3.2 桥墩及钢盖梁验算

新增支座后,上部偏载会对桥墩产生偏心作用,

需对桥墩进行承载力验算,有限元模型如图 4 所示,计算结果如表 2 所列。

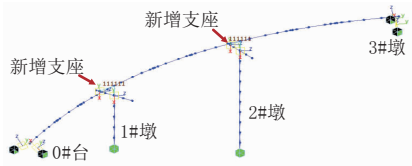


图 4 桥墩验算有限元模型

表 2 墩柱验算结果表

位置	荷载工况	设计 轴力 /kN	抗力 / kN	裂缝宽度 /mm	是否 满足
1#墩	恒载 +	7 642	8 793	0.14	是
2#墩	公路 - I 级	9 287	20 926	—	是

偏载作用下,需对钢盖梁进行验算,采用 ansys 对钢盖梁进行实体建模,约束钢盖梁套筒,提取偏载下新增支座处支反力作用于钢盖梁上,计算模型如图 5 所示。

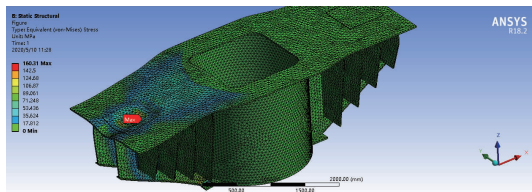


图 5 钢盖梁有限元模型

由上述计算结果可知,新增支座后针对偏载情况,桥墩承载力仍满足要求,钢盖梁局部最大 von-mises 应力点位于新增支座位置,数值为 160.31 MPa,其余位置应力均处于较低水平,同时锚栓的抗拉、抗剪、钢板的稳定性均能达到要求。

4 结论

(1)结合工程实际,对某连续箱梁进行了抗倾覆加固设计,介绍了一种增设钢盖梁改多支承的加固方式。该方法施工简便,不改变恒载作用下原结构受力状态,可靠性较好。

(2)通过计算不同墩处进行增设盖梁加固并同时考虑外侧和内侧两种倾覆工况,显示该案例仅在中间单墩增设盖梁不能满足抗倾覆要求,在中间双墩增设盖梁变多支承以后,抗倾覆性能得到显著提高。

(3)加固后验算了偏载作用下桥墩和钢盖梁的承载力,均能满足要求,证明了此方案的安全性。

参考文献:

- [1] 庄冬利. 偏载作用下箱梁桥抗倾覆稳定问题的探讨[J]. 桥梁建设, 2014, 44(2):27-31.
- [2] 曹景, 刘志才, 冯希训. 箱形截面直线桥及曲线桥抗倾覆稳定性分析[J]. 桥梁建设, 2014, 44(3):69-74.
- [3] 彭卫兵, 潘若丹, 马俊, 等. 独柱墩梁桥倾覆破坏模式与计算方法研究[J]. 桥梁建设, 2016, 46(2):25-30.
- [4] 彭卫兵, 程波, 史贤豪, 谢波. 独柱墩梁桥倾覆破坏机理研究[J]. 自然灾害学报, 2014, 23(5):98-106.
- [5] 彭卫兵, 徐文涛, 陈光军, 等. 独柱墩梁桥抗倾覆承载力计算方法[J]. 中国公路学报, 2015, 28(3):66-72.
- [6] 王文龙, 吴海军, 董壮壮. 支座布置形式对曲线梁桥抗倾覆能力的影响[J]. 中外公路, 2015, 35(5):197-200.
- [7] JTG 3362—2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [8] 陈新, 赖增成, 王标才. 独柱墩连续箱梁桥横向抗倾覆加固技术[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2016, 12(6):207-208.

《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

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com