

某城市桥梁抗倾覆验算与加固设计方案

刘龙源

(无锡市政设计研究院有限公司, 江苏 无锡 214072)

摘要: 以某城市桥梁抗倾覆验算与加固设计为工程背景, 通过对该桥梁抗倾覆验算的总结梳理, 分析该桥抗倾覆验算满足不了现行规范的原因, 提出了针对性的设计原则和设计方案, 为抗倾覆验算与设计提供参考。

关键词: 独柱墩桥梁; 抗倾覆验算; 加固设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)03-0091-03

1 概述

随着近年交通运输行业的蓬勃发展, 超载甚至严重超载情况时有发生。由于对独柱墩桥梁的受力性能缺乏足够的认识, 全国各地相继出现了多起独柱墩桥整体的侧翻倾覆事故。比如 2009 年津晋高速连续独柱墩匝道桥倾覆事故、2011 年浙江上虞立交桥倾覆坍塌、2012 年哈尔滨群力路高架桥整体侧翻坍塌等。在 2019 年无锡 312 国道锡港路上跨桥桥面侧翻事故发生后, 江苏省交通运输厅要求: “组织加强桥梁、隧道安全性设计和验算, 尤其是重载交通量较大路段的桥梁横向稳定性验算和抗倾覆设计, 严格限制圆形断面独柱墩单支承设计方案。”

综合上述事故可见, 发生上部结构整体倾覆的桥梁具有以下共同特征: (1) 上部结构为连续箱梁, 中间墩位独柱墩单支座; (2) 过渡段或者桥台位置为双支座, 但支座间距较小; (3) 超过设计荷载的车辆偏载行驶; (4) 事故发生前无明显预兆、猝然发生; (5) 落梁伴随二次事故, 经济损失较大, 社会影响恶劣。

在此背景下, 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)^[1]对桥梁抗倾覆验算提出了明确的设计方案和具体要求。对已建成的城市桥梁, 应按规范进行复验算, 对不满足要求的独柱墩进行加固设计, 以提升城市桥梁抗倾覆能力。

2 抗倾覆验算

2.1 设计原则

抗倾覆计算根据《公路钢筋混凝土及预应力混

凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)^[1]和《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)(2019 年版)^[2]进行。按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)第 4.1.8 条规定, 持久状况下, 梁桥不应发生结构体系改变, 并应同时满足下列规定:

(1) 在作用基本组合下, 单向受压支座始终保持受压状态。

(2) 按作用标准值进行组合时(按本规范第 7.1.1 条取用), 整体式截面简支梁和连续梁的作用效应应符合下式要求:

$$\frac{\sum S_{bk,i}}{\sum S_{sk,i}} \geq k_{qf}$$

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

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

式中: k_{qf} 为横桥向抗倾覆稳定性系数, 取 $k_{qf}=2.5$; $\sum S_{bk,i}$ 为使上部结构稳定的效应设计值; $\sum S_{sk,i}$ 为使上部结构失稳的效应设计值。

车道荷载按《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)(2019 年版)取值, 车道布置在桥梁结构中心线一侧, 分为左倾验算和右倾验算。同时考虑基础变位作用和温度(均匀温度和梯度温度)作用。

2.2 设计流程

设计流程, 见图 1。

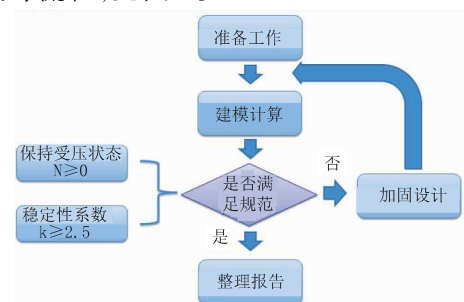


图 1 设计流程图

收稿日期: 2020-07-02

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

2.3 工程背景

空港立交位于无锡锡兴路邻近硕放国际机场处,P线桥和Q线桥在跨越G312处为4跨预应力混凝土连续梁,跨径为20+2×30+20 m,交接墩为花瓶墩、双支座,支座间距1.6 m,中间墩位独柱墩、单支座(见图2)。

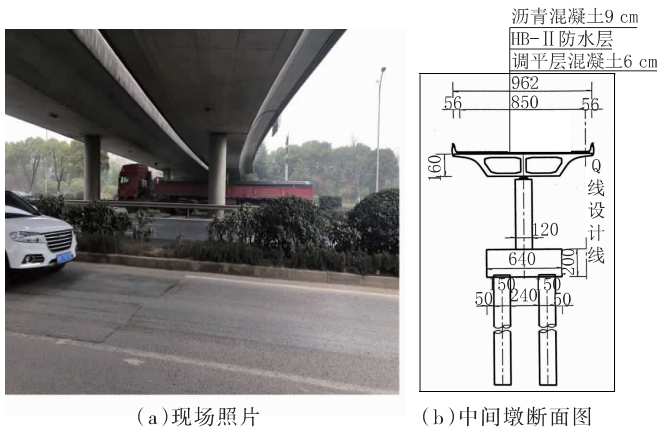


图2 中间墩现场照片和断面图

2.4 抗倾覆验算结果

从表1可见,部分支座脱空验算和抗倾覆稳定性验算不满足规范要求。出现这种计算结果的原因主要为以下3点:

表1 空港立交P线桥第2联抗倾覆性计算分析结果汇总表

联号	墩号	支座	基本组合支反力/kN	支座脱空验算是否通过	抗倾覆稳定性系数是否通过
空港立交P线桥第2联	5号桥墩	左侧支座	-424.7	否	否
		右侧支座	-216.5	否	否
	6号桥墩	单支座	4 145.5	是	—
	7号桥墩	单支座	6 750.9	是	—
	8号桥墩	单支座	3 860.1	是	—
	9号桥墩	左侧支座	-534.3	否	否
		右侧支座	-356.1	否	否

(1)本次桥梁抗倾覆验算所采用的荷载为现行《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)(2019年版)城—A级车道荷载,而原设计荷载为《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)^[3]公路—I级车道荷载,新规范车道荷载增大。

(2)根据现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)4.1.8条,本次采用作用基本组合对支座脱空进行验算,汽车荷载和其他可变作用的分项系数为1.4。而原支座设计依据为《公路钢筋砼及预应力砼桥涵设计规范》(JTG D62—2004)8.4条,采用作用标准组合进行支座验算,分项系数为1.0。因此效应组合设计值更大。

(3)原设计规范未要求进行抗倾覆稳定性验算,而现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)4.1.8条,要求横桥向抗倾覆稳定性系数不低于2.5。

因此,这两幅桥均存在支座脱空和抗倾覆稳定性系数不满足要求的情况。为提升城市桥梁抗倾覆能力,需对桥梁进行改造加固,使其满足规范要求。

3 加固设计

3.1 设计原则

对于独柱墩单支座桥梁的加固,通常采用的方案是在独柱墩单支座两侧新设支座,这样既可以满足抗倾覆稳定性系数要求,也可解决支座脱空的问题。由于独柱墩顶面空间有限,基本没有新设支座的空位,因此可采用新设钢牛腿、钢立柱和混凝土立柱等支承方式布置新设支座。

对于新设支承加固的设计原则有:(1)应提升独柱墩桥梁抗倾覆能力,使其满足规范要求;(2)应考虑对原桥梁结构受力影响分析,确保桥梁安全运行;(3)应避免对城市交通、通行净空等产生不利影响;(4)满足城市景观设计要求,新建结构与周边环境协调;(5)充分考虑后期养护和支座更换的必要条件。

3.2 加固计算

空港立交邻近硕放国际机场,本次加固设计对桥梁景观要求较高。经过综合比选,确定本次设计采用增加墩身截面尺寸,同时在现状支座横向两侧各增加1个支座的改造方案。具体内容为:把现状墩身横桥向进行两侧加宽,每侧加宽100 cm,厚度100 cm。然后在两侧加宽部分墩身上个设置1个支座。加固完成后,墩身顶面共有3个支座。根据计算,当新设支座距离独柱墩支座110cm时,空港立交P线桥第2联抗倾覆计算可满足规范要求。加固前后抗倾覆性稳定性系数见表2。

表2 空港立交P线桥第2联增加支座加固前后抗倾覆性稳定性系数汇总表

联号	墩号	支座	加固前抗倾覆稳定性系数	加固后抗倾覆稳定性系数	加固后抗倾覆验算是否满足
5号桥墩		左侧支座	1.07	6.24	是
		右侧支座	1.20	5.53	是
空港立交P线桥第2联	6号桥墩	单支座	—	11.53	是
	7号桥墩	单支座	—	7.00	是
	8号桥墩	单支座	—	11.49	是
9号桥墩		左侧支座	1.06	6.23	是
		右侧支座	1.20	5.52	是

3.3 设计方案

空港立交 P 线桥第 2 联加固方案,见图 3。

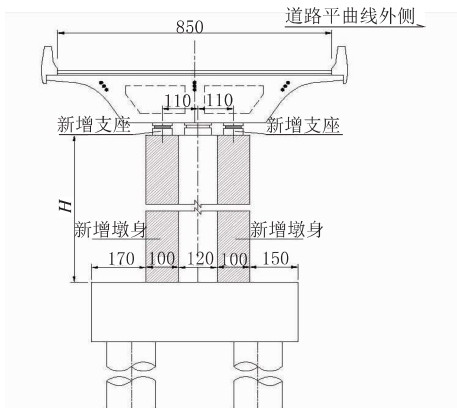


图 3 空港立交 P 线桥改造后横断面图
加固完成后,见图 4。



图 4 空港立交 P 线桥改造后实景图

起倾覆事故,原因是超载导致桥梁超负荷的使用。为此,现行规范对桥梁抗倾覆计算提出了更严格的要求,对于已建成的桥梁,应尽快开展抗倾覆验算与加固设计,提升桥梁的稳定性。本文给出了已建成城市桥梁的倾覆验算与加固设计方案,对后期桥梁抗倾覆安全性验算和加固存在一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] JTG 3362—2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
 [2] CJJ 11—2011, 城市桥梁设计规范(2019 版)[S].
 [3] JTG D60—2015, 公路桥涵设计通用规范[S].

4 结语

独柱墩单支座桥梁具有占地少、空间大、视野开阔和外形优美等优点,在我国城市应用较为广泛。然而,在实际运行阶段,独柱墩单支座桥梁却出现了多

(上接第 90 页)

考虑到临时钢横梁造价较高,选取两个盖梁,设计为钢盖梁结构。在施工过程中,这两个钢盖梁作为施工临时横梁。分节盖梁施工完成后,再安装这两个钢盖梁。分析验算表明,钢盖梁在运营阶段受力远大于作为横梁施工阶段的受力,因此不需要针对施工阶段进行额外加固。

5 结语

从力学分析的角度上看,分节盖梁的结构是可行的。通过共用模板,以及将永久结构作为施工临时横梁等措施,从设计的角度节约了总工程造价,提升

了装配式结构推广的可行性。装配式结构的工程质量与现场施工措施密切相关,在实际工程施工过程中,施工单位尚应针对预制构件的运输、吊装做好专项施工方案,确保工程的顺利开展。

参考文献:

[1] 闫兴非,葛继平,王志强,高飞,韩树国,张灿,张涛.装配式大悬臂分段预应力混凝土盖梁抗弯性能研究[J].中国市政工程,2019(4):72-76.
 [2] 查义强,上海 S7 公路盖梁预制拼装施工工艺[J].城市道桥与防洪,2018(6):152-154.
 [3] DG/JT 08-2255—2018, 节段预制拼装预应力混凝土桥梁设计标准[S].