

文章编号:1009-6825(2007)27-0335-02

# 箱梁设计体会

程晓华

**摘要:**结合工程概况,介绍了弯梁桥的特点,从圆心角、桥梁宽度和曲率半径、弯扭刚度比三方面分析了影响弯梁桥受力的主要因素,阐述了曲线梁桥的一般规定和设计要点,并对箱梁的设计及计算进行了论述,以供类似桥梁箱梁的设计参考。

**关键词:**钢筋混凝土,箱梁,梁格法,弯梁桥

**中图分类号:**U442.5

**文献标识码:**A

万洲集装箱码头的接线配套工程,设计时速20 km,由于地形的限制,需跨越一条大的冲沟,设计考虑采用两联5×20混凝土连续箱梁进行跨越。

## 1 技术指标及地质水文条件

1)设计荷载:公路级;2)桥面宽度为20 m,分左右两幅,每幅宽为10 m,在缓和曲线部分逐步加宽到12.419 m;3)桥梁第一联位于缓和曲线和直线上,第二联位于直线段上。桥梁纵坡为

4%,左幅左幅为2%~4%,右幅为-2%~4%,圆曲线的半径为55 m。4)地形:沌口货运港区场地处于长江右岸,地貌单元属于构造剥蚀地貌单元,地处低山丘陵地带,地形起伏较大,下伏山体基岩风化程度不均,地形显得破碎,港区后缘有一冲沟汇入长江,沟底基岩出露为黄色砂岩。岸坡前缘为原港区挡土墙或砂岩陡坎,进港公路内侧因岩体崩塌,形成直立岩壁。5)气象:a.气温:极端最高气温42.1℃;极端最低气温-3.7℃;年平均气温18.1℃;

水流不大的石拱桥,采用在桥跨内加钢筋混凝土框架进行加固。

## 3.4 旧桥基础加固

桥梁基础特别是天然地基上的浅基础,由于埋置深度较浅,易受河水冲刷而淘空。受河水改道冲刷桥梁引道,导致桥台基础冲空,引道被毁。桥梁地基局部软弱,致使桥台发生不均匀沉降,引起桥台开裂等。针对以上病害,采取对河床用浆砌片石进行铺砌,上游河床设置丁坝,打木桩扩大桥台基础等方法进行加固。

对于跨径较小的桥梁,由于河水改道,洪水直接冲刷桥台基础,导致基础冲空甚至掉脚,可采取在桥跨范围内满铺15号片石混凝土的方法进行加固,铺砌厚度为30 cm,铺砌两端设置截水墙,截水墙的深度为1 m,宽度为0.6 m,采用该法共加固桥涵8座。对于桥梁上游河床变迁、水流改道,洪水直接冲刷桥台基础和桥台引道,导致桥台基础冲空、引道被毁的桥梁,采取在桥梁上游适当位置设置丁坝等调治构造物,将河水导入主河道。

## 3.5 桥面铺装层的加固

桥面铺装层开裂或剥离等病害,对于钢筋混凝土梁板桥容易使钢筋锈蚀,减弱桥梁的横向整体性;对于石拱桥,由于桥面雨水下渗,加大了拱上填料的含水量,使拱圈出现渗水现象等;同时由于桥面铺装层的破损,引起桥面平整度差,车辆通行时,使桥梁产生振动,对桥梁产生不利影响,同时又加重了桥面铺装层的病害。根据桥梁的具体情况,采用不同的加固方法。对于使用年限长、破损严重的采用拆除、修复的加固方案。而对于病害较轻、使用年限短,且混凝土强度仍符合设计要求的则先处治病害,在不降低设计荷载标准的前提下可采用加铺沥青碎石层的方案。

## 4 结语

公路旧桥的加固比新建桥梁还难,因为旧桥的维修加固,没有现成的规范,更没有可供使用的标准图,桥梁的病害又错综复杂,病害原因难以确定,因此,应充分重视公路旧桥的管理工作,加大资金投入,使其保持良好的工作状态,确保公路运输的安全。

目前制约旧桥加固工作的主要因素是资金问题,在养路资金紧缺的情况下,投入到旧桥加固上的资金更加有限,为此建议采用以下办法逐步解决:1)公路局应加大对大中型桥梁加固资金的投入,并将属于危桥的小桥纳入这个范围,集中资金重点解决危桥的加固;2)对于桥梁的小修保养,应纳入公路小修保养议标中,特别是实行养路工程费制后,可将各段管养的桥梁编入小修保养工程量清单内,对站(所)不能承担的项目可安排段工程队施工,总段加强检查和考核。

**参考文献:**

- [1]杨文渊.桥梁维修与加固[M].北京:人民交通出版社,1997.6.
- [2]肖敏,雷昌龙.混凝土桥梁的病害防治[J].桥梁建设,2002(2):36-39.
- [3]叶见曙.桥梁技术改造[M].北京:人民交通出版社,1991.
- [4]谌润水,胡钊芳,帅长斌.公路旧桥加固技术与实例[M].北京:人民交通出版社,2002.1.
- [5]惠云玲.混凝土结构中裂缝的分类、特征、原因及处理办法[J].工业建筑,1995(8):9-12.

## Discussion on repairing and reinforcement of bridge

CAI Hua WANG Da-peng LIU Xiong

**Abstract:** The article through elaborates our country existing bridge condition, discovered the highway bridge common plant disease, the analysis bridge plant disease cause, introduced several kind of bridges examinations and the reinforcement method, to effectively and reasonably solves already has the highway bridge the plant disease question to have the vital significance.

**Key words:** bridge, plant disease, examination, service and reinforcement

收稿日期:2007-04-17

作者简介:程晓华(1975-),男,工程师,交通部第二航务设计院有限公司,湖北武汉 430075

最冷月平均气温(1月)6.70℃。b. 风况:全年主导风向:N, NNW;历年最大风速33.3 m/s;6)水文:设计高水位173.46 m,设计低水位133.56 m。7)工程地质:沱口货运港区地处新华夏系川东褶皱束万县向斜南东翼近轴部处,地层为泥岩和砂岩互层,岩层平缓,产状为倾向310°,倾角3°~6°,风化裂隙发育于强风化岩层中,在部分中风化砂岩中也有少量裂隙分布,中风化泥岩中较少,裂隙产状不稳,未贯通,港区范围内未发现断层。8)地震烈度:6度。

## 2 弯梁桥的特点

1) 由于曲率的关系,垂直荷载作用在曲线梁桥上时,会同时产生弯矩和扭矩,并彼此相互影响,因此,在曲线梁桥上的竖向挠度位弯曲和扭转的迭加,其变形一般比直线桥大。2) 弯梁桥的外梁荷载加重,内梁减载,内外梁的应力会产生差别。3) 弯梁桥的横梁的作用主要是防止扭转,其刚度一般要求比较大。4) 弯梁桥的反力具有外梁大,内梁小的特点,有产生负弯矩的可能。尤其在曲率半径比较小,静荷载比较小时,更容易产生负反力。5) 外边缘挠度大于内边缘的挠度,而且曲率半径愈小,情况愈严重。

## 3 影响弯梁桥受力的主要因素

### 3.1 圆心角

圆心角越大,曲率半径就减小,所显示的弯桥受力特点就越明显。

### 3.2 桥梁宽度和曲率半径

当桥宽较大,曲率半径较小时,应注意到曲梁内外弧长相差较大,因此外侧恒载比内侧大得多,即使是对称截面,恒载也会产生向曲线外侧反转的均布力矩。

### 3.3 弯扭刚度比

随着弯扭刚度比的增加,由于曲率因素而导致的扭转变形显著增大。因此弯桥在抗弯刚度满足要求的前提下,宜尽量增大截面抗扭刚度,以减小扭转引起的变形,所以在曲线梁桥中宜采用抗扭惯性矩较大的箱形断面。

## 4 曲线梁桥的一般规定和设计要点

1) 在选择曲线梁桥的结构形式及截面形状时,必须考虑主梁具有足够的抗扭刚度以适应所设计桥梁扭转效应的影响。2) 曲线梁桥分联处的公用墩,桥梁宽度较大的中墩宜设置为横向双柱,以提高桥梁的稳定性和抗扭性能。3) 曲线梁桥的中墩及基础必须具有一定的纵向抗弯刚度和尽可能大的横向抗弯刚度。4) 曲线梁桥梁端支座宜设置橡胶支座,在满足承载力的前提下,横向支座不宜多于两个,以免形成支座脱空,减小了支座抵抗扭矩的能力。5) 曲线梁桥的盖梁设计,必须考虑主梁产生最大扭矩时主梁扭转约束支点反力处反力的不平衡性,按弯剪扭结构设计。6) 曲线梁桥对温度力十分敏感,温度作用效应分析时应分别计算整体升温、降温、主梁上缘及下缘的日照温差,并应进行组合。7) 箱梁内侧半径小于240 m的曲线桥梁应设跨间横隔板,其间距对于钢筋混凝土箱形截面梁不应小于10 m。8) 箱形截面梁承受扭矩时,箱壁厚度不应小于所在一侧箱壁的净高和净宽的1/10。9) 纵向钢筋配筋率不应小于受弯构件纵向受力钢筋的最

小配筋率与受扭构件纵向受力钢筋的最小配筋率之和。10) 箱形截面的曲线梁桥在支点附近必须加厚顶板、底板、梁肋,以适应曲线梁扭转的需要。

## 5 箱梁的设计及计算

### 5.1 截面选择

由于箱梁具有挖空率高、材料用量少、结构自重小、抗扭刚度大、截面应力分配合理等优点,比较适合于弯梁桥。采用单箱单室和单箱双室比较,用框架分析的方法表明,双室式顶板的正负弯矩一般比单室分别减少70%和50%,于是采用单箱双室截面。箱梁的顶板厚度采用25 cm,底板采用20 cm,腹板跨中采用40 cm,支点附近渐变为60 cm。箱梁的梁高为1.4 m,横坡通过垫层进行调整。

### 5.2 材料

箱梁采用C40混凝土,钢筋采用HRB335和R235,钢板采用A3钢板。

### 5.3 结构计算

钢筋混凝土箱梁的使用状态和极限状态的计算采用桥梁博士程序进行计算。根据弯梁桥的特点,采用梁格法进行空间分析比较合理。

#### 5.3.1 梁格法建模注意事项

- 1) 将多室的箱梁划分为梁格,中梁中性轴的位置要一致。
- 2) 每跨内虚拟横系梁的联系数目不应过少。
- 3) 虚拟的横系梁可按一字形和二字形矩形截面进行计算。
- 4) 虚拟横系梁的重量应设置为0,弯桥应注意支座的约束方向。
- 5) 横向和纵向构件的间距必须接近,以使荷载分布较敏感。
- 6) 连续弯梁的中间支承附近因内力变化较剧烈,故一般应加加密网格。
- 7) 每跨至少应分成4段~6段,一般应分成8段以上,以保证足够的精度。

#### 5.3.2 梁格单元划分

单元的划分应考虑力在原箱梁的变形特征,同时考虑加载的方便,还应明确结构分析的目的。单元划分纵梁的中性轴在同一水平面,按简单划分的办法,具体到本项目,采用顶板和底板分别分成三等分。幅板的变高通过自重系数进行调整,对计算结果偏安全。横梁不宜过大也不宜过小,过大会使相邻的纵向单元间产生很大的跳跃,过小会加大计算工作量,一般遵循的原则是:最大间距不超过相邻两个反弯点间距的1/4,在支点附近适当加密。

## 6 结语

1) 曲线箱梁的设计必须考虑箱梁的弯、剪、扭联合作用对箱梁的影响。2) 采用梁格能相对准确地计算箱梁的弯矩和剪力,对扭矩的计算还有一定的误差。3) 在设计中,要在构造上充分考虑曲线梁桥的特点。

### 参考文献:

- [1] 范力础. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社,2001.7.
- [2] 屈世民. 京杭运河(北)桥悬灌箱梁线形控制[J]. 山西建筑, 2005,31(1):93-94.

## Design experiences of box beam

CHENG Xiao-hua

**Abstract:** Combined with practical work the characteristics of curved bridge are introduced. From three aspects: central angle, width and radius of curvature of bridge and ratio of bending and torsion major factors influencing the mechanical behaviors of bridge are analyzed. General specifications and key points for design are elaborated as well as design and calculation methods in order to provide references for similar works.

**Key words:** reinforced concrete, box beam, grillage analytical method, curved bridge