

文章编号: 0451-0712(2006)05-0078-03

中图分类号: U442

文献标识码: B

新型牛腿设计及配筋计算

李 冬, 张 哲

(大连理工大学土木水利学院 大连市 116024)

摘 要: 通过对挂梁结构中传统牛腿力学性能研究, 提出一种更合理的新型斜牛腿方案, 利用 ANSYS 软件对新型牛腿破坏进行了分析, 阐述了新型牛腿的结构设计思路。

关键词: 挂梁结构; 斜牛腿; 结构设计; 配筋计算

1 新型牛腿概况

近年来随着我国经济建设的不断发展, 道路和桥梁建设发展迅速, 尤其在公路建设中百米以下跨径的悬臂挂梁式结构的桥梁应用比较广泛。在这种结构的桥梁中普遍采用一种称为挂梁的结构。挂梁设在两个相邻的桥墩之间, 通过挂梁两端的牛腿结构与桥墩两侧伸出的悬臂相连接, 组成一个完整的桥梁结构, 见图1所示。

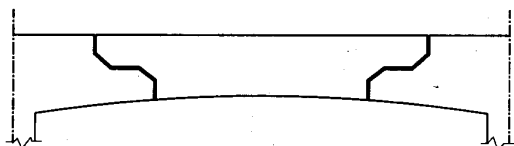


图1 桥梁挂梁结构

牛腿是一些桥梁结构的重要组成部分, 它用来衔接悬臂梁和挂孔, 传递来自挂梁的荷载。在挂梁结构的牛腿处梁的高度突然减小, 截面凹折转角比较多, 而又要传递的集中力数值非常大, 所以牛腿是一个受力非常复杂的部位。而且在牛腿的转角处往往由于受拉产生裂缝, 虽然可以通过配置的钢筋来加强抗拉性能, 但效果不尽理想, 这必然为桥梁工程结构埋下事故隐患。为了解决这个问题, 提出如图2所示的新型牛腿。这是一种沿桥面悬臂端水平方向呈齿状分布的斜牛腿, 用以支承挂梁, 斜牛腿是将悬臂和挂梁分别做成凹凸相间的楔形, 彼此搭接。经过这样改进后, 斜牛腿有以下主要特点:

(1) 截面在高度上没有削弱(尽管截面在横向削弱了), 受力情况得以改善, 配筋量大大减小;

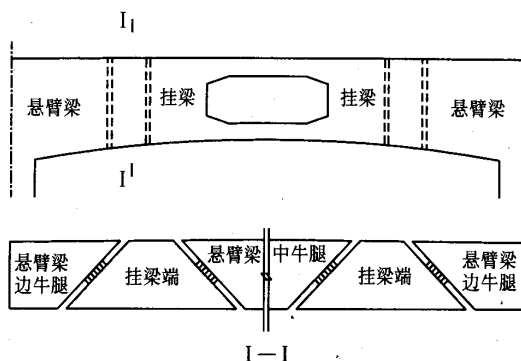


图2 桥梁新式挂梁结构立面

(2) 对低高度预应力混凝土梁, 解决了锚具与牛腿钢筋布置上的困难;

(3) 具有较大的横向刚度;

(4) 采用了一种“弹性桥梁无缝伸缩缝”, 从外观上给人一种整体感, 这种新型牛腿具有隐蔽性。图3为图2中I-I断面的立体图。

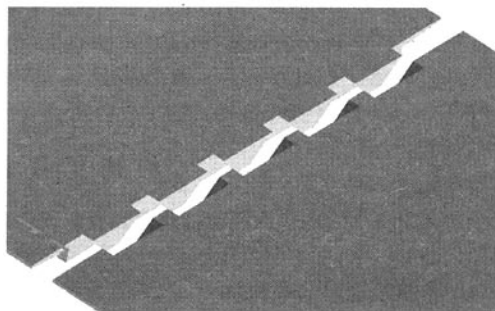


图3 牛腿立体图

2 设计思路

2.1 设计牛腿时的注意事项

(1)悬臂梁与挂梁的腹板宜一一对应,使受力明确,缩短传力路线,且接近牛腿部位的腹板应适当加厚,加厚区的长度不应小于梁高。

(2)端横梁的宽度应将牛腿包括在内,形成整体。端横梁的长度最好比主梁的总宽度(如箱梁底宽)大一些,这不但便于架梁,而且便于设置抗震挡块,同时还可以避免在横梁中横向预应力钢束的锚头对边梁支座下受压部位混凝土截面的削弱。

(3)牛腿的凹角线形应该和缓,避免尖锐转角,以减缓主拉应力的过分集中。

(4)牛腿处的支座高度应尽量减小(如采用橡胶支座),宜采用摩阻力较小的支座,以改善牛腿的受力状态。

(5)牛腿的构造还应能承受更换支座时的顶升荷载。

(6)牛腿中的普通钢筋或预应力束布置应与其主拉应力的方向协调一致,以防止混凝土开裂。

2.2 新型牛腿设计原则

挂梁(悬臂)处的牛腿宽度主要由支座的规格决定。也就是说在满足支座一般构造要求的情况下,确定牛腿的具体宽度。具体步骤如下。

(1)对如图4所示的挂梁纵向模型进行恒载、汽车、人群加载后,获得各分项所引起的支反力 R_g 、 R_q 、 R_r 。

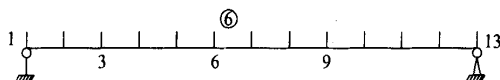


图4 挂梁纵向模型

(2)对横梁(含牛腿)进行横向建模,如图5所示。



图5 横梁(含牛腿)横向模型

(3)利用纵向建模所得的支反力 R_g 、 R_q 、 R_r ,在横向模型上加,1.2×恒载+1.4活载,并计入偏载效应,建立几种工况,求出最大的支反力 F ,由于新型牛腿为锯齿状成45°,故 $\sqrt{2}F$ 为选择支座时支座承载力的参考值。另外对于支座的正应力、剪切变形、抗滑都要进行相应的验算。

(4)在恰当地选择好支座后,根据支座摆放的构造要求就可以确定牛腿的宽度了。

3 新型牛腿破坏分析

本文以大连星海湾2号桥的新型箱梁牛腿为计算模型,采用ANSYS计算软件,计算模型将小横梁(含牛腿)从实桥中取出,简化为固端的悬臂梁,使结构区段与实际梁体应力等效,利用空间有限元分析方法,将其离散为实体单元,为了提高计算精度,将支座反力按支座尺寸大小折算成均布的面荷载作用于牛腿上,如图6所示。

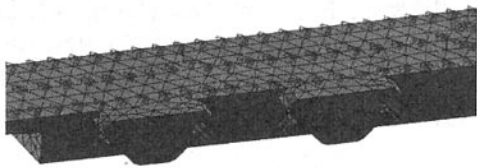


图6 新型牛腿空间分析模型

采用ANSYS计算软件,对牛腿可能出现的破坏形式进行分析,图7、图8分别为第一、第三主应力图。

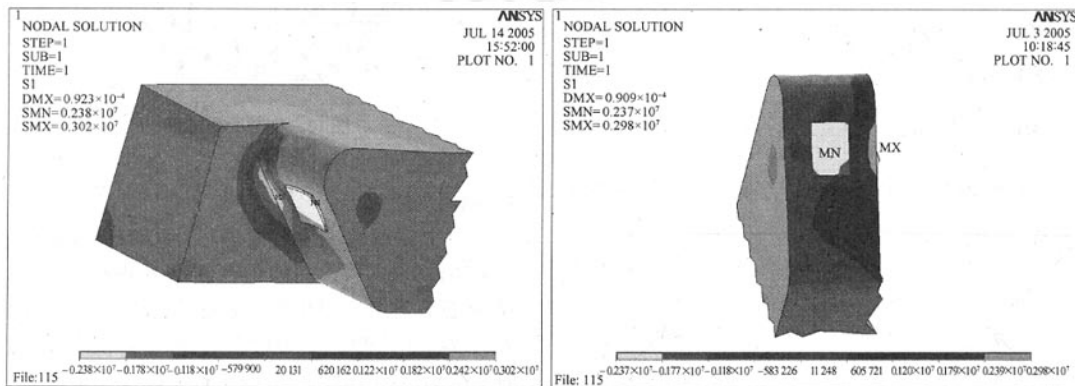


图7 牛腿第一主应力

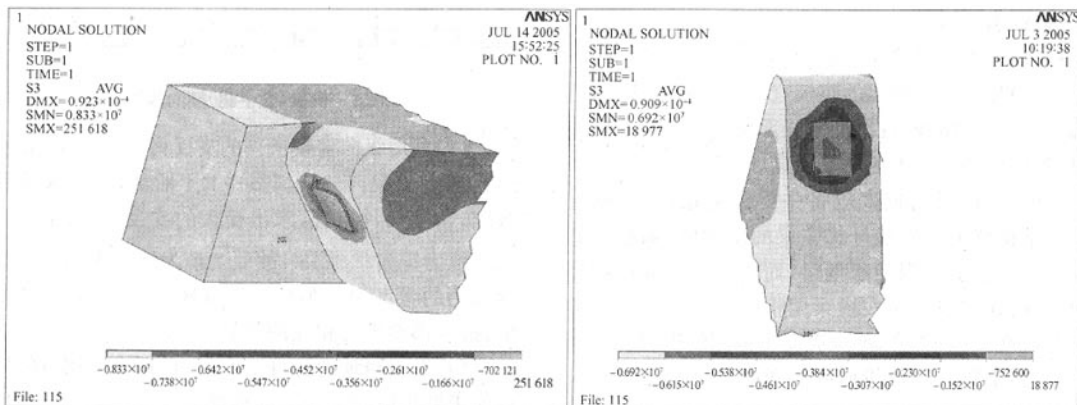


图8 牛腿第三主应力

从应力图中可以看出悬臂根部是最容易出现破坏的地方,故该处在配筋上应给予重视。片状劈裂发生这类破坏的应力状态是主压应力 σ_1 和 σ_3 值较大的双轴(c/c)、三轴受压和拉/压(c/c/c, T/c/c)等,从混凝土受力破坏的机理和本质出发,可以将混凝土的破坏归结为两种基本的形态,即主拉应力和主压应力作用。然而,这两种作用在不同的路径、时间条件下,将产生完全不同的结果。混凝土破坏是其内部微裂缝发展、开裂以至结构破坏的结果,混凝土的宏观变形伴随着内部微裂缝发展;在混凝土应力达到一定水平时,不可恢复的内部微裂缝使混凝土宏观力学性能反映出明显的非线性。

4 配筋计算

星海2号桥全长77 m,中间挂梁6 m,桥宽27 m。

牛腿计算模型如图2所示,抗弯、抗剪强度按现行规范验算:

$$\gamma_0 M_d \leq f_{cd} b x (h_0 - \frac{x}{2}) \quad (1)$$

$$\gamma_0 V_d \leq V_{cs} \quad (2)$$

$$M_D = \frac{f_{cd}}{\gamma_0} b x (h_0 - \frac{x}{2}) \quad (3)$$

$$A_s = \frac{f_{cd} b x}{f_{sd}} \quad (4)$$

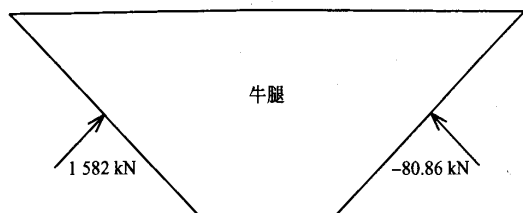


图9 牛腿计算模型

经计算得:

$$V_{D1} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 1582 + \frac{\sqrt{2}}{2} \times 80.86 \\ = 1175.8 \text{ kN (水平方向受剪)}$$

$$V_{D2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 1582 - \frac{\sqrt{2}}{2} \times 80.86 \\ = 1061.5 \text{ kN (竖直方向受剪)}$$

$$M_D = [\frac{\sqrt{2}}{2} \times 1582 - \frac{\sqrt{2}}{2} \times 80.86] \times 0.6 \\ = 636.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

斜牛腿拉弯强度计算,根据式(1)、式(3)、式(4)得,抗弯钢筋面积 20.06 cm^2 ,取 $7\phi 25$ 。斜牛腿抗剪强度计算由式(2)得,箍筋为 $18\phi 16$,间距为10 cm。图10为牛腿配筋图。

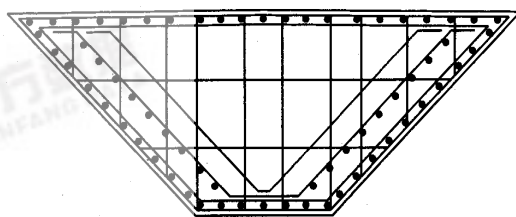


图10 牛腿断面配筋

5 结论与建议

本文对新型牛腿的结构,利用ANSYS软件进行了实体分析,得出其破坏形态,最后进行了配筋计算,根据计算分析得出若干有意义的成果,新式牛腿形式改善了牛腿的受力状态,解决了传统牛腿存在的复杂构造和施工问题,对工程实际应用有参考价值,值得在工程中推广应用。

文章编号: 0451-0712(2006)05-0081-05

中图分类号: U445.72

文献标识码: B

宜宾马鸣溪金沙江大桥加固

黄 勇, 张佐安, 李远达, 张 军

(四川路桥建设股份有限公司大桥分公司 成都市 610071)

摘 要: 介绍宜宾马鸣溪金沙江大桥维修加固的设计、施工方法及效果。

关键词: 箱形拱桥; 维修加固; 设计; 施工

1 马鸣溪金沙江大桥概况

四川省宜宾市马鸣溪金沙江大桥为钢筋混凝土箱形拱桥。主孔净跨径 $L_0=150\text{ m}$, 净矢跨比 $f_0/L_0=1/7$, 拱圈截面高度为 2 m ; 引孔净跨径 $L_0=65\text{ m}$, 净矢跨比 $f_0/L_0=1/8$, 拱圈截面高 1.3 m ; 拱圈截面横桥向均由 5 片预制拱箱构成, 拱圈截面宽 7.6 m ; 桥梁全长 244.97 m 。该桥位于宜宾市柏溪县城边, 是连接宜宾市至圉坝以及川云中路上的咽喉工程, 于 1979 年竣工通车, 在我国建桥史上有重要的影响, 其总体布置见图 1 所示。

该桥经过 24 年的运营后, 在 2003 年有关部门组织下对该桥进行了全面检测, 存在以下主要病害。

(1) 主拱拱背纵向开裂。在宜宾岸下游侧, 8 号和 9 号横墙(靠拱脚的为 1 号横墙, 向拱顶方向编号

增大)之间的边箱与中箱的接缝位置出现纵向开裂, 裂缝表面宽度在 0.5 mm 以上; 在靠近实腹段至 $L/4$ (L 为跨径)的拱背中部出现纵向裂缝, 裂缝宽度在 0.2 mm 以内。

(2) 主拱拱腹横向连接钢板锈蚀已基本脱落, 降低了主拱圈的整体性。

(3) 拱脚排架立柱根部环向和竖向开裂。环向裂缝主要是由于桥面肋板纵梁支撑条件较差, 导致立柱受水平力过大造成的。立柱垫梁混凝土出现大量的网状收缩裂缝。

(4) 主跨两侧 8 号、9 号拱上横墙, 引桥 1~4 号横墙横向中部竖向开裂, 裂缝延伸至拱背, 裂缝宽度在 0.2 mm 以上。

(5) 桥面肋板纵梁和人行道挑梁及拱上立柱混

收稿日期: 2005-09-14

参考文献:

- [1] 邵旭东. 桥梁设计百问[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [2] 范立础. 桥梁工程(第二版)[M]. 北京: 人民交通出版社, 1996.

[3] 姚玲森, 程翔云. 钢筋混凝土梁桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 1982.

[4] JTJ D62-2004, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].

Design and Reinforcement Calculation of New Type Bracket

LI Dong, ZHANG Zhe

(School of Civil and Hydraulic Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: According to the study on the mechanical behavior of traditional bracket for suspended girder structure, a more rational new type bracket is presented. Using the ANSYS software to analyze the tensile failure of the new type bracket, an idear of design of the new type bracket is expounded.

Key words: suspended girder structure; skew bracket; structural design; reinforcement calculation