

GL改进型三角形挂篮结构设计探析

周 敏

(中铁十六局集团 第三工程有限公司, 浙江 湖州 313000)

摘要:针对嘉绍跨江公路通道中心河大桥主桥单箱双室变截面连续箱梁结构特点,对原GL型三角形挂篮进行改进,使之适用于本桥悬臂浇注的GL改进型三角形。介绍了GL改进型三角形计算模式,并对挂篮结构内力及各体系进行了计算和检算,进一步优化了三角形挂篮设计,提出了GL改进型三角挂篮设计理论依据和注意事项,可为类似工程提供技术和理论支持。

关键词:改进型;三角形挂篮;结构设计;探析

中图分类号:U445.466 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0373(2012)03-0052-05

三角形挂篮是悬臂法施工的主要设备,采用挂篮悬臂施工,可以避免使用大量的支架和大型的垂直及水平运送机具。施工中受航道、公路交通和特殊地理位置等因素影响小,通常可以充分利用有限的空间跨河、跨路,而且稍作改装可多次重复使用。结合嘉绍跨江公路通道南岸接线二标中心河大桥主桥变截面连续箱梁施工实例,根据工程特点和连续箱梁变截面结构要求,着重分析了结构受力情况,优化三角挂篮设计,提出了GL改进型三角挂篮设计理论依据,既保证了悬臂施工质量和进度,同时也为同类工程提供了技术支持。

1 概述

嘉绍跨江公路通道南岸接线二标中心河大桥主桥采用42 m+72 m+42 m单箱双室变截面预应力连续箱梁,跨中梁中心高2.0 m,支点梁中心高4.3 m,梁高采用二次抛物线规律变化,箱梁采用三向预应力体系,分为纵向预应力束、横向预应力束和竖向力筋。单幅箱梁宽20.25 m,其中悬臂长3.5 m,箱梁底宽13.25 m;箱梁跨中截面腹板厚0.50 m,根部截面箱梁腹板厚0.70 m,在第5(5')号节段线性过渡;箱梁跨中截面底板厚0.28 m,根部截面箱梁底板厚0.85 m,底板采用二次抛物线规律变化;箱梁跨中截面至根部截面顶板厚均为0.28 m。桥面横坡绕箱梁中心线形成,箱梁顶板设置成2%单向横坡。截面见图1所示。

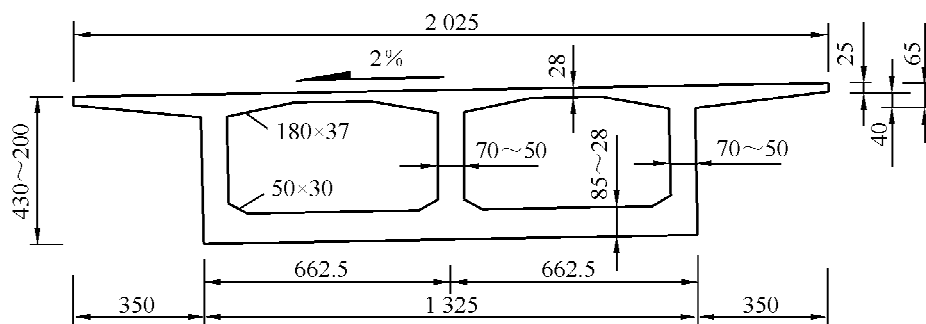


图1 箱梁根部至跨中截面示意图(单位:cm)

除了变截面箱梁0号节段(长9 m)及边跨10(10')号节段采用支架现浇法施工和中、边跨9(9')合龙段(长2 m)采用在吊架上现浇法施工外,1(1')~8(8')号节段均采用挂篮悬臂浇注施工,其中1(1')~3(3')号节段长均为3.5 m,4(4')~8(8')号节段长均为4.0 m。

收稿日期:2012-05-08

作者简介:周敏 男 1978年出生 工程师

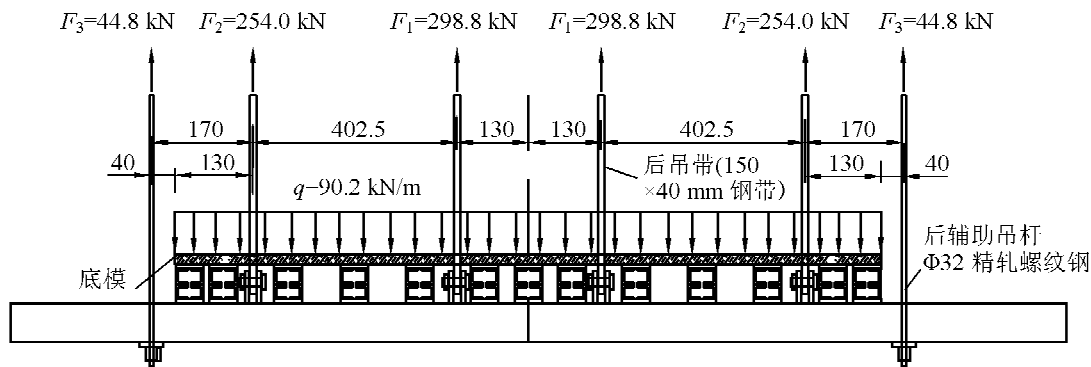


图5 GL改进型三角形挂篮后吊带、后辅助吊杆受力分析图(单位:cm)

(JTJ025—86)规定 Q235 钢的弯曲容许应力为 145 MPa。

根据前述结构内力和受力计算结果,然后利用强度、刚度及稳定性等计算公式进行结构检算,挂篮结构检算结果如下:前吊杆: $F_{\max} = 83.4 \text{ MPa} < 140 \text{ MPa}$ 。销轴:

$\tau_{\max} = 113.3 \text{ MPa} < 125 \text{ MPa}$; $\sigma_{\max} = 166.9 \text{ MPa} < 210 \text{ MPa}$ 。前辅助吊杆: $F = 21.1 \text{ kN} < 473.7 \text{ kN}$ 。前下横梁:

$\tau_{\max} = 23.9 \text{ MPa} < 85 \text{ MPa}$; $\sigma_{\max} = 117.4 \text{ MPa} < 145 \text{ MPa}$ 。前上横梁: $\tau_{\max} =$

$26.8 \text{ MPa} < 85 \text{ MPa}$; $\sigma_{\max} = 106.9 \text{ MPa} < 145 \text{ MPa}$;

$F_{\max} = 0.0057 \text{ m} < 0.0159 \text{ m}$ 。后吊杆及销轴: $F =$

$298.9 \text{ kN} < 473.7 \text{ kN}$ 。后辅助吊杆: $F = 44.8 \text{ kN} < 473.7 \text{ kN}$ 。后横梁: $\tau_{\max} < 21.9 \text{ MPa} < 85 \text{ MPa}$; $\sigma_{\max} <$

$97.9 \text{ MPa} < 145 \text{ MPa}$; $F_{\max} < 0.004 \text{ m} < 0.010 \text{ m}$ 。纵梁: $\tau_{\max} < 9.5 \text{ MPa} < 85 \text{ MPa}$; $\sigma_{\max} < 109 \text{ MPa} < 145$

MPa ; $F_{\max} < 0.0024 \text{ m} < 0.0125 \text{ m}$ 。底模加固槽钢: $\sigma_{\max} < 19.4 \text{ MPa} < 145 \text{ MPa}$; $F_{\max} < 0.024 \text{ m} < 0.525$

m 。滑梁: $\tau_{\max} < 73.8 \text{ MPa} < 145 \text{ MPa}$; $\sigma_{\max} < 9.1 \text{ MPa} < 85 \text{ MPa}$; $F_{\max} < 0.0023 \text{ m} < 0.0125 \text{ m}$ 。侧模吊

杆: $F = 100.1 \text{ kN} < 947.1 \text{ kN}$ 。计算值均小于容许值,符合各项规范要求。

对于主桁架及后锚梁结构检算分析如下:

(1)主桁架受力最大,作为受力检算的依据。主桁架杆件只要检算 BzCz 杆件的强度和 CzDz 杆件的刚度即可,其中 BzCz 压杆的强度 $114.3 \text{ MPa} < 140 \text{ MPa}$,强度满足要求;CzDz 压杆的刚度长细比 $\lambda_x = 47.2 < [\lambda] = 100$, $\lambda_y = 35.2 < [\lambda] = 100$,刚度满足要求;BzCz 压杆的稳定性 $\sigma_{\text{压}} = 114.3 \text{ MPa} < 131.6 \text{ MPa}$,满足稳定性要求。

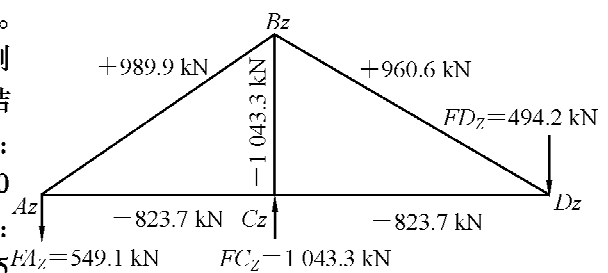
(2)每组后锚梁由 2[16a 槽钢背对背组成,共三组。材料采用普通的 A3 钢,每组后锚梁的最大剪力为: $\tau_{\max} = 41.6 \text{ MPa} < [\tau] = 85 \text{ MPa}$,剪应力满足要求。抗倾安全系数: $K = 85/41.6 = 2.04 > [K] = 2$,满足要求。从而得出,抗倾安全系数由后锚梁控制,即 $K = 2.04$ 。

2.6 挂篮最大变形量计算

挂篮最大变形量发生在左右箱室中部处,主要由中主桁架梁挠度、前上横梁挠度、前内吊带弹性变形量、前下横梁挠度以及底模纵梁挠度等组成。

经计算得出挂篮试压状态时,前端最大总变形值为: 0.0227 m 。由于后吊带很短,伸长量很小,可忽略不计,故挂篮后端变形只考虑后横梁,后横梁最大挠度为 0.004 m ,即挂篮后端最大总变形量为 0.004 m ;由于挂篮前端最大总变形值 - 挂篮后端最大总变形值 = $0.0227 \text{ m} - 0.004 \text{ m} = 0.0187 \text{ m} > 2$ 倍的底模纵梁最大挠度 = $2 \times 0.0024 \text{ m} = 0.0048 \text{ m}$,故挂篮总最大变形量也即前端最大总变形量,为 0.0227 m 。

相应得出:挂篮悬浇梁段时的最大变形量为 $0.0227 \text{ m}/1.3 = 0.017 \text{ m} = 17 \text{ mm}$,此值小于《公路桥涵施工技术规范》规定的挂篮允许最大变形(包括吊带变形的总和) 20 mm 的要求。



(“-”代表压应力,“+”代表拉应力)

图6 主桁架杆件内力计算图

3 三角形挂篮主要技术参数及注意事项

3.1 主要技术参数

经过理论计算和挂篮施工过程经验获取,提出了适用该三角形挂篮主要技术参数:①适用梁段最大质量:200 t(试压荷载 280 t);②适用梁段最大长度:4.5 m;③适用梁高变化范围:5.5~2.0 m;④适用梁体宽度范围:13.0~20.5 m;⑤挂篮自重:75 t 左右;⑥工作状态时抗倾安全系数: $K=2.04$;⑦挂篮最大变形量:试压状态时,最大变形量为 0.023 m;悬浇梁段时,最大变形量为 0.017 m。

3.2 注意事项

改进型三角挂篮各项理论计算数据均满足要求,按照制作工艺和施工要求,提出如下注意事项:

(1)走行方式。挂篮滑行时,采用正、反两方向的慢速卷扬机拖拉力(或倒链滑车,或使用千斤顶顶推),并通过后支点的反扣系统使桁架沿纵移钢滑道(钢滑道利用箱梁上的精轧螺纹钢锚固)行走,不需要设平衡重。

(2)施工中注意前上横梁的上、下面各通长焊接截面规格为 400 mm×10 mm 的 A3 钢板。

(3)底模纵梁采用 4[22 组合槽钢,设 13 根(平均布置间距为 1.1 m)。

(4)现有的前上横梁、前下横梁及后横梁的长度均存在不足,需接长,但要保证接长时其拼接或焊接质量。

(5)为确保挂篮的结构安全(也即减少挂篮补强费用),前、后吊带需按照计算要求的尺寸进行布置。

(6)由于本桥箱梁翼板的悬臂长度较长(3.5 m),为确保翼板模板(侧模)的稳定,而选用双滑梁。

4 结论

变截面连续箱梁改进型三角挂篮设计在嘉绍跨江公路通道南岸接线二标中心河大桥主桥的应用得到了圆满成功,其结构受力明确,自重轻,刚度较大,滑行移动方便,受力状态良好等诸多优越性得到了认可,给了三角挂篮设计充分的理论依据,并为同类工程提供了一定的参考价值。但各种类型的挂篮有其自身特点,要根据工程本身特征和技术经济比选,作出合理选择。

参 考 文 献

- [1]何兆益,周水,邹毅松.路桥施工计算手册[M].北京:人民交通出版社,2001:172-178.
- [2]交通部公路规划设计院.JTJ025—86 公路桥涵钢结构及木结构设计规范[S].北京:人民交通出版社,2008.
- [3]中华人民共和国建设部.GB50017—2003 钢结构设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [4]中交第一公路工程局有限公司.JTG/TF50—2011 公路桥涵施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2011.

Structural design Analysis of GL Improved Triangle Hanging Basket

Zhou Min

(China Railway 16th Bureau Group Co., Ltd., Huzhou 313000, China)

Abstract: In view of Jiashao river channel center cross river highway bridge single box double chamber of variable cross-section continuous box girder structure, the original GL type triangle hanging basket is improved, which applies to the bridge cantilever pouring GL improved triangle. This paper introduces the GL improved triangle calculation mode, and the hanging basket structure internal force and the system are calculated. The triangle hanging basket design is further optimized, and the GL improved triangle hanging basket design theory and the matters needing attention are proposed, which provides technical and theoretical support for similar projects.

Key words: improved; triangle hanging basket; design the structure; analysis

(责任编辑 刘宪福)