

JQ900A 型架桥机通过万宁 2 号拱桥方案研究

刘林生

(中铁十九局集团 第五工程有限公司, 辽宁 大连 116000)

摘要: 介绍了万宁 2 号特大桥上 JQ900A 架桥机和 KSC900 运梁车过桥施工方案, 采用结构分析程序对主梁的结构受力进行分析, 计算了不同工况下主梁顶板、底板的应力, 计算分析结果表明: 抗裂安全系数均大于 1.1, 最大弯矩处的截面强度安全系数大于 2.2, 过桥方案是合理可行的。

关键词: 系杆拱桥; 架桥机; 施工方案; 结构分析

中图分类号: TU 745.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-0373(2010)04-0095-06

0 工程概况

新建海南东环铁路 DK 177+920 万宁 2 号桥为 61.5 m 跨度的双线下承式系杆拱桥, 矢跨比 f/l 为 1/5, 拱轴线为二次抛物线, 如图 1 所示。梁部划分为 10 个节间, 除端节间长 6.75 m 外, 其余节间 6.0 m, 拱肋中心距为 11.1 m, 净宽为 10.1 m。拱肋为钢筋混凝土构件, 工字形截面, 高 2.0 m, 拱趾处加高至 3.0 m, 拱肋宽 1.0 m。两拱肋间除第一、第二个节点为满足桥上净空要求不设横撑外, 其余节点均设钢筋混凝土横撑与拱肋连接。吊杆采用柔性吊杆, 吊杆间距 6 m, 为圆形截面, 外径 12.2 cm, 其构成为 GJ15-27 新型环氧喷涂整体挤压成束钢绞线, 由 27 根 $\Phi 15.2$ 环氧喷涂钢绞线组成。梁横向为单箱三室, 跨中梁高 3.0 m, 梁底宽 11.7 m, 梁顶宽 14.8 m; 梁端部加高至 3.5 m。梁部结构混凝土标号均为 C55。

本桥预应力混凝土系杆拱的箱梁梁体、拱肋和横撑均采用满堂支架法灌注。与一般系杆拱桥施工不同的是, 因为本桥的系杆拱是在第十孔, 它的后面还有 41 孔 24 m 和 32 m 双线整体式预应力混凝土箱梁需要架设, 所以, 架桥机及运梁车需要通过系杆拱的梁体并架设其后的预应力混凝土筒支箱梁, 而本桥系杆拱的两个拱肋内侧面之间的净距离只有 10.1 m, 架桥机和运梁车都过不去, 因此, 系杆拱桥上部结构的拱肋、横撑要等到运梁、架梁工作完成以后才能施工。为此, 该桥不能按一般系杆拱桥的施工方法进行施工, 需采取相应的措施才能安全、保质及按期完成任务。施工方案采取在主梁跨中设置临时支墩, 为了保证 JQ900A 型架桥机顺利通过主梁, 必须对主梁和临时支墩的结构承载能力进行检算。介绍了 JQ900A 通过该桥梁的施工措施, 并采用结构分析程序研究了设置临时支墩和未设置临时支墩时主梁的结构动力学特性, 分别对主梁和临时支墩的结构承载能力进行了检算。

1 架桥机过桥方案

1.1 跨中临时支墩的设置

本桥使用 JQ900A 型架桥机, KSC900 型运梁车, 如图 2 所示。为保证架桥机和运梁车安全顺利通过系杆拱桥, 根据设计要求可在梁体施工完后, 在梁跨内设置临时支墩。临时支墩拟设置于跨中、与箱梁正交。临时墩应具有足够的强度和刚度, 在架、运梁期间其沉降与变形总量不超过 10 mm (设计要求), 且确保临时支墩盖梁顶面与箱梁跨中横隔板处的底面紧密贴合, 均匀受力。

(1) 临时支墩结构构造。跨中临时支墩设计为 4 根 $\Phi 1.4$ m 的钢筋混凝土圆柱墩 (高 6 m), 墩顶安装 9 000 kN 多向活动支座, 基础为 4 根 $\Phi 1.5$ m 的钻孔桩, 钻孔桩顶用厚 2 m 的钢筋混凝土矩形承台连

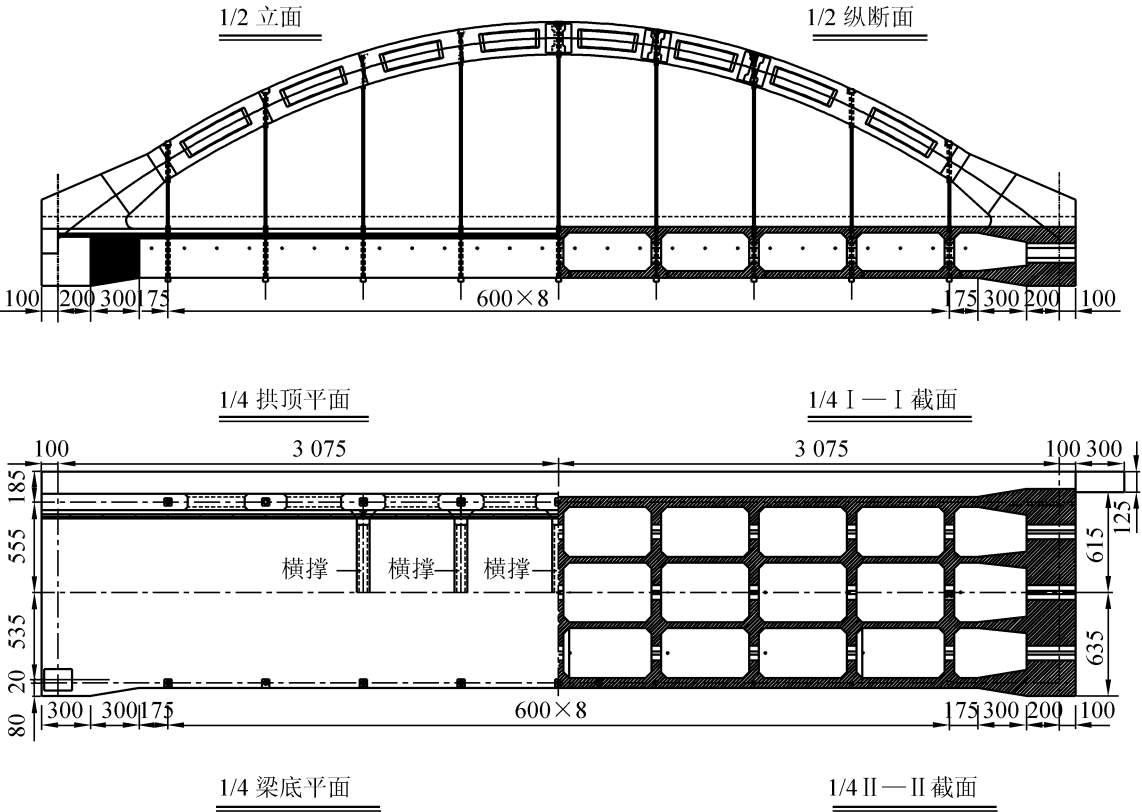


图 1 双线下承式系杆拱桥 (单位: cm)

接。

(2) 临时支墩的检算。跨中临时支墩是为架梁、运梁时所设, 其控制荷载可能出现在以下三种工况之中: 工况 1 架桥机过梁, 2 号柱正好行走在跨中临时支墩墩顶; 工况 2 架桥机就位准备架第 11 孔梁, 架桥机 3 号柱架设在跨中临时支墩墩顶 (实际在距跨中 4 m 处, 这样偏安全), 运梁车运梁到架桥机下准备喂梁, 正好行走在跨中临时支墩墩顶; 工况 3 架桥机 1、2 号天车吊起箱梁准备架梁, 运梁车空车返回, 正好行走在跨中临时支墩墩顶。经分析比较, 工况 2 时的荷载为控制荷载。按工况 2 时的控制荷载对跨中临时支墩进行了强度、刚度 (压杆稳定)、沉降检算。按检算需 2 83 根 $\Phi 1.40\text{ m}$ 的圆柱墩就能满足各项要求。为安全计, 且为了在箱梁每个腹板下有一个支座, 设置了 $\Phi 1.40\text{ m}$ 的 4 根钢筋混凝土圆柱墩, 如图 3 和图 4 所示。



图 2 JQ900A 型架桥机、KSC900 型运梁车

设置临时墩及未设置临时墩的主梁前 4 阶振动模态如图 5 图 6 所示。从图 5 图 6 可以看出: 设置临时墩的主梁竖向刚度得到提高, 其 1 阶模态为反对称竖弯, 恰好为未设置临时墩的第 2 阶模态。

1.2 架桥时架桥机和运梁车荷载在箱梁上的位置限制

本桥使用 JQ900A 型架桥机, KSC900 型运梁车。在跨中设置了临时支墩后, 架桥机和运梁车重载过梁时箱梁受力是安全的, 但架桥机架梁时, 对架桥机的轮载位置应作限制, 以确保安全。要求架梁时架桥机 2 号柱必须支撑在箱梁的端横隔板上, 运梁车 4 荷载必须作用在箱梁端横隔板上或尽量靠近端横隔板, 运梁车 1 荷载必须作用在箱梁中横隔板的范围内, 荷载布置图见图 7。

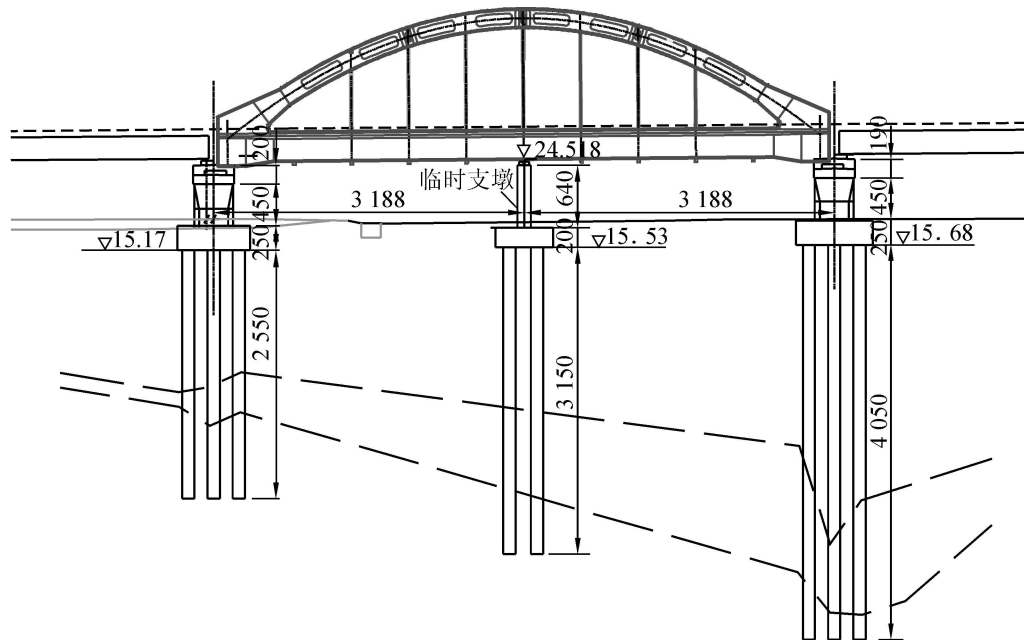


图 3 预应力混凝土系杆拱增加临时支墩图 (单位: cm)

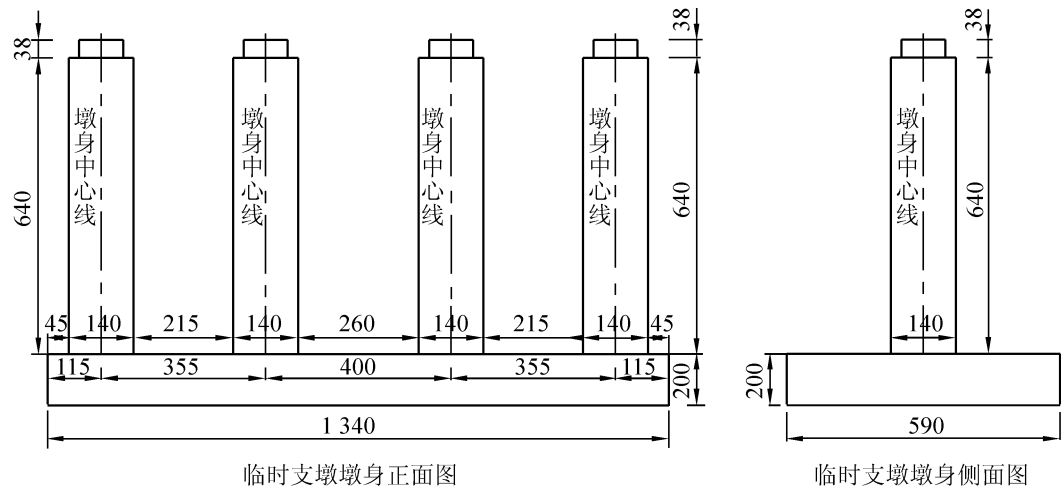


图 4 临时支墩设计图 (单位: cm)

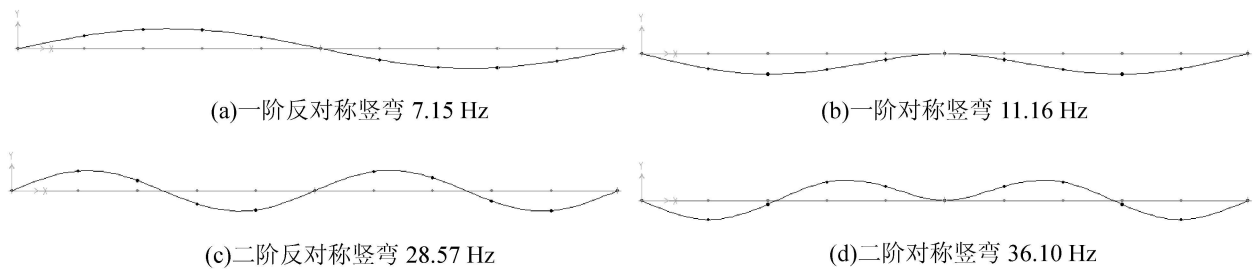


图 5 设置临时墩的主梁前 4 阶振动模式

2 架桥机过桥结构分析

采用 Sap2000^[11]建立了架桥机过桥时的结构分析模型,进行了静力分析,分析结果如图 8 所示。从图 8 可以看出,架桥机过桥时,在临时墩位置出现了最大负弯矩,最大正弯矩出现在荷载集度较大跨的中部位置。架桥机过桥时在临时支墩位置处产生的竖向反力 N 为 14 730 kN,而临时支墩由四个

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

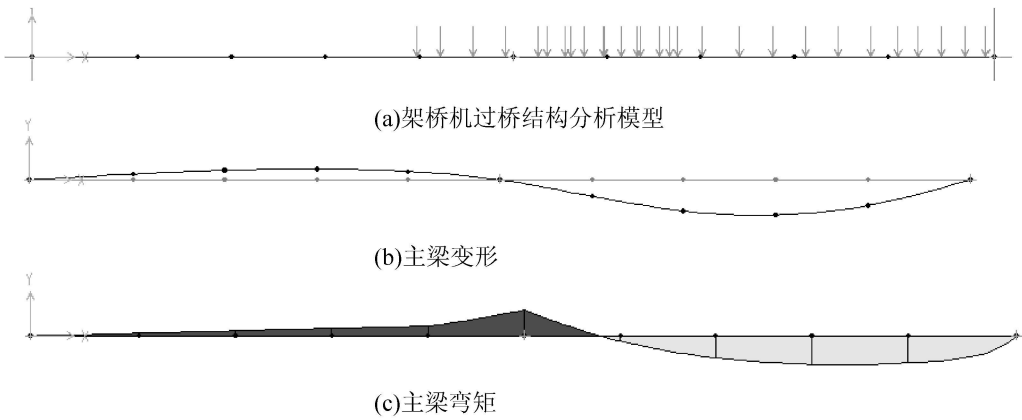


图 8 设置临时墩的主梁变形、弯矩

mm, f_y 为间接钢筋的抗拉设计强度, 本文为 270 MPa, α 为间接钢筋对混凝土约束的折减系数, 本文取 1.0。

将上述数值带入式 (1), 得四个临时墩最大承载力为 19 500 kN, 对于墩顶总压力 14 730 kN, 故临时支墩的正截面受压承载能力完全满足要求。

进一步地采用 Midas/Civil 梁单元细部结构分析, 对主梁横截面的应力进行了验算, 采用的计算模型如图 9 所示, 采用梁单元对主梁进行模拟, 采用预应力钢绞线对预应力钢束进行模拟, 分别进行了主梁在三种工况作用下的结构分析: 工况 1, 钢束张拉工况; 工况 2 恒载工况; 工况 3, 架桥机过桥工况。

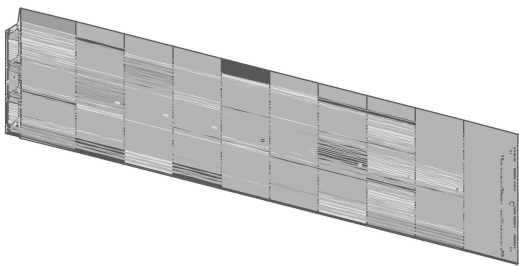


图 9 主梁计算模型

计算结果表明: 钢束张拉完成工况顶板最大压应力为 9.53 MPa, 底板最大压应力为 18.4 MPa, 恒载工况下顶板最大拉应力为 2.78 MPa, 底板最大压应力为 2.61 MPa, 架桥机过桥工况下顶板最大拉应力为 5.46 MPa, 底板最大压应力为 3.02 MPa。计算结果显示各种工况下顶板、底板处于全压应力状态, 抗裂安全系数均大于 1.1, 满足要求; 强度验算结果表明, 最大弯矩处的截面强度安全系数大于 2.2。因此, 上述过桥方案是合理可行的。

3 结论

万宁 2 号特大桥在施工期间需要通过 JQ900A 架桥机和 KSC900 运梁车, 为保证架桥机和运梁车安全顺利通过系杆拱桥, 根据设计要求可在梁体施工完后, 在梁跨内设置临时支墩。采用结构分析程序对主梁的结构受力进行分析, 计算了不同工况下主梁顶板、底板的应力, 计算分析结果表明: 抗裂安全系数均大于 1.1, 最大弯矩处的截面强度安全系数大于 2.2, 临时支墩的正截面受压承载力完全满足要求, 过桥方案是合理可行的, 施工方案及结构检算方法可供类似工程参考。

参 考 文 献

[1]张洪俊. SAP2000桥梁结构分析应用方法与实例[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.
[2]中华人民共和国铁道部. 铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
[3]中国建筑科学研究院. 混凝土结构设计规范[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010.

(下转第 103 页)

4 结论

(1) 根据以上分析可知, 马歇尔稳定度、VMA 和油石比对于沥青混合料的影响显著, VFA 和 VV 次之, 毛体积密度最小。通过找出马歇尔特征值对沥青混合料高温性能影响的主次关系, 可以为有高温性能要求的沥青混凝土的提供优化设计和合理的科学依据, 也为沥青路面由于高温性能不好而产生的各种病害找出了有针对性的解决办法。

(2) 运用灰熵法分析沥青混合料的高温稳定性, 不但可以深入的研究各项指标对其影响的程度, 还可以客服在实际生产过程中由于经验而引起的错误判断, 同时灰熵法推导较为严密, 计算方便。

参 考 文 献

[1] 卢铁瑞. 道路沥青混合料高温性能评价指标的研究 [J]. 市政技术, 1998(1): 25-31.

[2] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[3] 张岐山, 郭喜江, 邓聚龙. 灰关联熵分析法 [J]. 系统工程与实践, 1996, 6(8): 7-11.

[4] 郝培文, 吴徽, 张登良. 不同沥青用量与级配组成对沥青混合料抗车辙性能的影响 [J]. 西安公路交通大学学报, 1998, 18(3(B)): 199-202.

Gray Entropy Method Analysis of Marshall Eigenvalue Effects on High Temperature Stability of Asphalt Mixture

Liu Zhiqian, Liu Xingyu

(Highway and Transportation Vocational College Shandong Institute of Architecture Weifang 261206 China)

Abstract The high temperature stability of asphalt mixture is a major factor to affect the performance of asphalt pavement. In practical engineering, varying degrees of surface defects often happen because of poor high temperature stability. Based on gray entropy analysis method, the influence of Marshall eigenvalue on the asphalt mixture is studied to provide a scientific basis for the design of asphalt mixture.

Key words high temperature stability; gray entropy law; Marshall eigenvalue

(上接第 99 页)

Study on JQ900A Bridge Construction Machine Passing Tied Arch in Wanning 2nd Bridge

Liu Linsheng

(Fifth Engineering Company, 19th China Railway Bureau Group, Dalian 116000 China)

Abstract The bridge machine JQ900A and the transporting guider vehicle KSC900 passing the Wanning 2nd super large bridge is introduced. The structural behavior is analyzed with Sap2000 and Midas/Civil, and the stress of the top and bottom flange of main beam is calculated. The calculation results show that under every load condition, the anti-cracking safety factors are all larger than 1.1, and the strength safety factors at the maximum bending moment are all larger than 2.2, which indicates that the project is reasonable and feasible.

Key words tied arch bridge; bridge machine; construction project; structural analysis