

高墩连续刚构桥 0# 块托架设计与施工

张永娇

中铁二十局集团市政工程有限公司

摘要：在预应力砼连续刚构桥悬臂施工中，托架是0#块施工的重要受力结构，其施工关键主要在于需要设计出既经济安全又施工方便的支架方案。本文结合重庆市石黔（石柱-黔江）高速公路里头河大桥工程实际，介绍托架的设计方案和施工技术，并根据监测结果对理论计算结果进行验证。

关键词：连续刚构桥；0#块；托架；预压

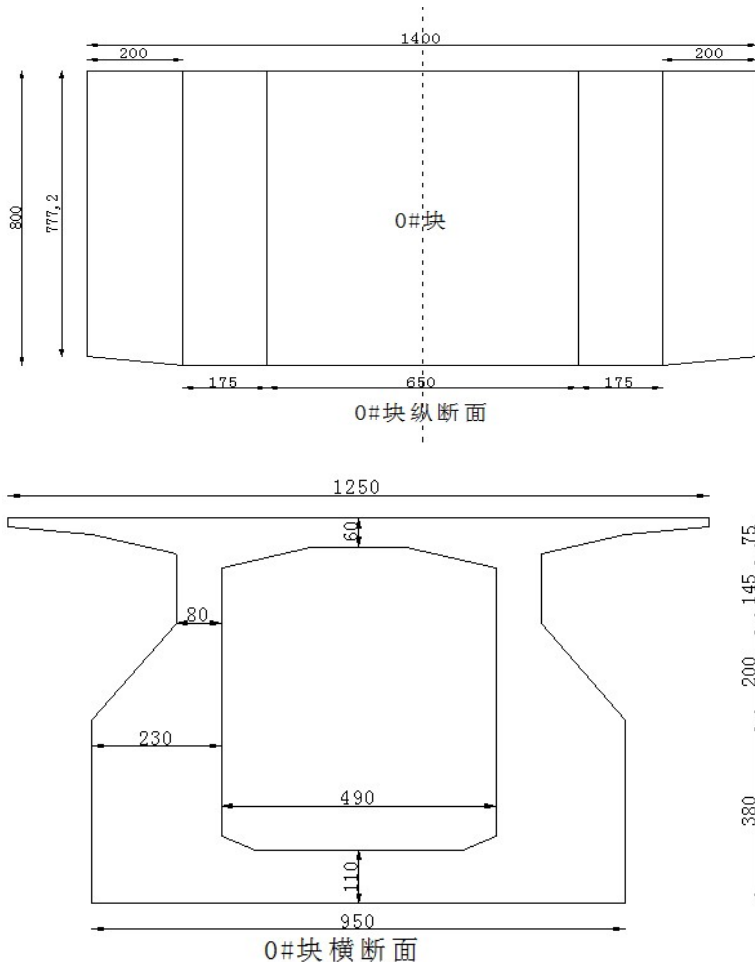
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.106

高墩连续刚构桥施工难度较大，不仅仅涉及了大量施工技术手段，往往还需要确保各项工艺规范有序执行，避免出现任何偏差问题。0#块砼施工作为其中比较重要的环节，技术人员应该予以高度关注，因为该施工任务的难度较大，不仅仅施工任务量较大，目标规模较大，同时还面临着较为繁杂的内部结构以及施工条件，容易出现较多的施工病害以及安全风险。为了切实优化0#块施工处理效果，托架是比较关键的结构和处理方式，技术人员应该密切结合项目实际施工需

求，合理设置托架结构体系，促使其能够在项目中得以优化运用。本文将0#块施工作为重庆市石黔（石柱-黔江）高速公路里头河大桥施工关键技术之一进行研究，介绍本桥0#块托架预压施工的形式，为类似桥梁施工提供参考。

一、工程概况

重庆市石黔（石柱-黔江）高速公路里头河大桥主桥结构为（70m+130m+70m）三跨预应力混凝土变截面连续箱梁，2#主墩高86m，3#主墩高76m，属于高墩连续刚构。箱梁为单幅单箱单室截面，箱梁顶宽12.5m，底板宽6.5m。箱梁高度跨中为3.0m，支点处箱梁中心梁高8.0m，梁高由距主墩中心5.5处往跨中方向58.5m段按1.8次抛物线变化。主墩结构为双薄壁+箱型的桥墩形式，其中双薄壁墩高为30m（0#块底面到桥墩隔板中心线），余为箱型部分。薄壁双肢截面尺寸为9.5m*1.75m，薄壁双肢之间间距为6.0m。0#块长为14m，墩顶两边悬臂端各为2.0m。0#块混凝土方量共计为564m³，结构尺寸见下图。



二、托架设计

(一) 托架方案设计

托架作为0#块结构中比较关键的构成部分，在承载受力方面发挥着重要作用，对于0#块中的支架、混凝土结构以及施工荷载等，均应该进行有力支撑，确保其可以有效固定在墩身上，采用自支撑体系构件设计。考虑到里头河大桥的结构特点和现场的施工技术条件，通过方案比选，确定0#块施工采用销接牛腿式托架作承重结构，进行混凝土施工。

里头河大桥0#块支架借助于销接牛腿式托架，设置2组，间距为6m。托架的水平杆长度4.0m，销孔间距 $d_1=3.06\text{m}$ ，重量约5.2kN。斜杆长度4.7m，销孔间距 $d_2=4.328\text{m}$ ，重量约6.1kN。在薄壁墩上预埋托架连接钢板及支撑横梁所用的钢板为 $900\times 360\times 30\text{mm}$ ，材质为Q235钢。

托架前横梁为2I36b组焊件，长度12m，重量15kN。托架后横梁为2I40b组焊件，长度13m，重量约23kN。底模纵梁采用I36b工字钢，长度2.7m。主墩间横梁为2I40b组焊件，长度12m，重量约22kN。纵梁也采用I36b工字钢，长度6.45m。翼缘板纵梁采用I36b工字钢。

(二) 荷载的确定

托架计算荷载主要包括梁段重量、托架自重、施工荷载等。

(1) 梁段重量

钢筋混凝土容重 $\gamma=25\text{kN/m}^3$ ，考虑恒载增大系数1.06，故计算结构自重荷载，容重取 $\gamma_1=25\times 1.06=26.5\text{kN/m}^3$ 。

(2) 托架自重

电算时材料自重附加在计算中，不做单独计算。

(3) 施工荷载

施工荷载主要指人群和机具重量，人群荷载已考虑到恒载系数1.06中。

(三) 主桁强度验算

1. 钢材参数：

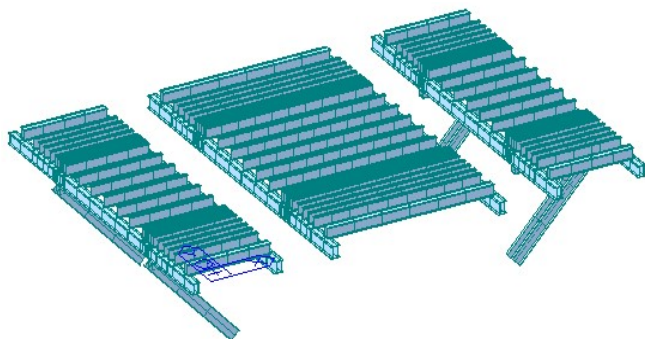
(1) 钢材弹性模量： $E_s=2.1\times 10^5\text{MPa}$ ；

(2) 材料强度设计值：

Q235钢：厚度 $\leq 16\text{mm}$ ， $f=215\text{N/mm}^2$ ， $f_v=125\text{N/mm}^2$ ， $f_w=145\text{N/mm}^2$ 。

厚度 $>16\sim 40\text{mm}$ ， $f=205\text{N/mm}^2$ ， $f_v=120\text{N/mm}^2$ ， $f_w=140\text{N/mm}^2$ 。

2. 建立模型



(四) 结构分析

1. 纵梁验算

底腹板纵向工字钢采用I36b工字钢，设计参数： $h=360\text{mm}$ ， $I_x=16530\text{cm}^4$ ， $W_x=919\text{cm}^3$ ，截面面积线密度： $q=65.6\text{kg/m}$ 。纵梁梁断面图如下

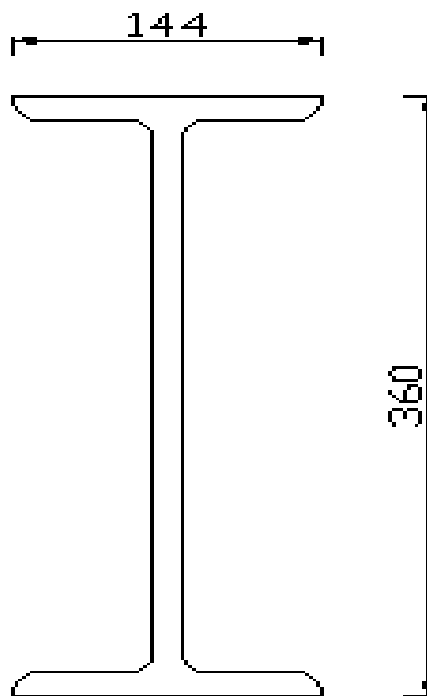


图5 纵梁断面图

2. 横梁验算

横梁采用Q235钢材，钢材弹性模量 $E=2.1\times 10^5\text{MPa}$ ，轴向应力 $[\sigma]=140\text{MPa}$ ，弯曲应力 $[\sigma]=145\text{MPa}$ ，剪应力 $[\tau]=85\text{MPa}$ 。托架前横梁为2I36b组焊件，后横梁为2I40b组焊件，柱间中横梁为2I40b组焊件横梁断面图如下

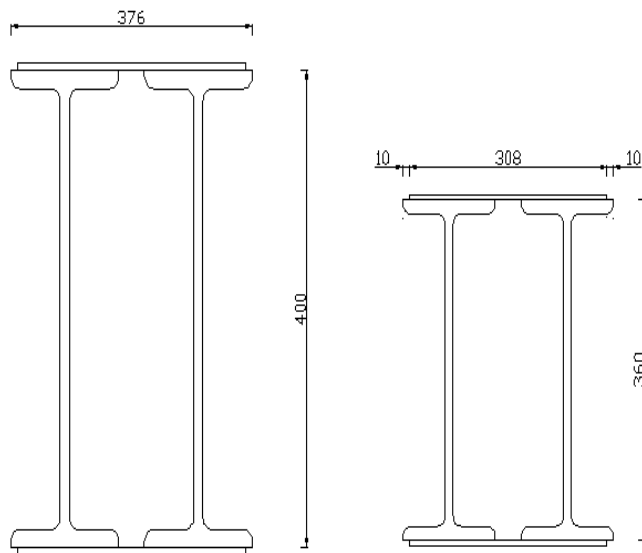


图6 横梁断面图

3. 托架

牛腿托架断面图如下

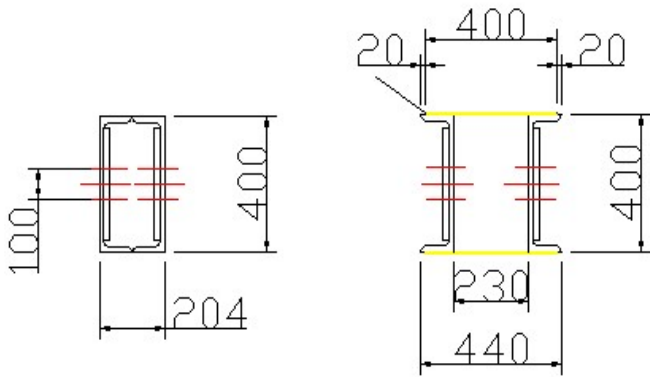


图 7 牛腿托架断面

表 1 墩柱预埋件反力 (kN)

悬臂端预埋件	反力 kN	柱间预埋件	反力 kN
1 号	-275.2	1' 号	-338.8
2 号	-450.5	2' 号	-622.1
3 号	-450.4	3' 号	-315.1
4 号	-275.3	4' 号	-622.0
斜杆处 5	-250.6	5' 号	-339
斜杆处 6	-250.7		

由表可知：预埋件受力横梁传递最大反力为柱间2#预埋件 $F_{max}=622.1kN$

计算预埋件应力

预埋钢板采用 Q235 钢材，钢材弹性模量 $E=2.1 \times 10^5 MPa$ ，轴向应力 $[\sigma]=140 MPa$ ，弯曲应力 $[\sigma]=145 MPa$ ，剪应力 $[\tau]=85 MPa$ 。

钢板所承受的最大剪力： $Q=622.1kN$

抗剪最大应力：

$$\tau_{max} = \frac{Q}{n_j A} = \frac{622.1 \times 10^3 \times 10^{-6}}{2 \times 0.03 \times 0.2} = 51.84 MPa < 85 MPa$$

三、0# 块施工控制

基于上述完成的设计方案，技术人员应该予以规范化施工作业，以便促使0#块可以得到有序处理，尤其是对于三角式托架施工处理，更是需要引起技术人员高度重视，避免出现承载能力不足问题。在该方面施工处理中，技术人员除了要确保相关作业较为标准可靠，还应该借助于现场荷载预压进行检验，由此及时发现施工作

业中出现的异常问题，采取恰当手段予以防治，避免出现严重安全事故，同时还可以消除托架的非弹性变形，及实际的弹性变形，为0#块立模标高提供数据。

里头河大桥托架采用沙袋作为预压荷载，托架主要承担重量为：0#块现浇混凝土、模板、施工人员及机械荷载等荷载，分箱室处、悬臂端处按区域荷载之和的1.2倍超载系数进行预压。按60%、80%、100%（为1.2倍荷载之和百分比）荷载分三级预压，每级加载完成后，先停止下一级加载，每隔12小时对托架变形量进行观测，观测测点标高变化并做好记录，一般在托架顶部沉降量在12h内不大于2mm，就可以开展后续作业。在全部加载完后，应该实时观测沉降量状况，一般在1天内不大于1mm，可判定托架预压合格。

堆载试验的应用可以实现对于销接牛腿式托架的详细检测把关，在确保其承载能力及刚度符合要求后，就可以进行混凝土浇筑，避免因浇筑时机选择不当，影响到整体施工作业效果，有效规避各类病害问题，主要为非弹性变形。为确保砼浇筑安全顺利完成，在0#块砼浇筑过程需进行变形监测，不能麻痹大意。

四、结语

由于0#块施工难度较大，不仅仅墩柱、梁的规模较大，还存在着植筋密度较高以及预埋预留复杂的特点，施工过程中同样也并不存在较为理想的作业空间，如此也就必然会形成较高的施工压力，技术人员应该注重从施工方案入手予以优化把控。0#块托架设计方案成为关键所在，技术人员应该注重予以精细化把关，以便促使0#块得以有序施工处理，可以在表现较强施工可行性以及高效性的基础上，兼顾施工成本以及便捷性等要求，降低出现偏差问题的概率。里头河大桥施工采用的销接牛腿式托架很好的适应了现场的施工技术条件，所采取的安全控制措施确保了该桥0#块施工的安全有序进行。

参考文献

- [1] JTG/T F50-2011, 公路桥梁施工技术规范. [S].
- [2] JGJ/T 194-2009, 钢管满堂支架预压技术规程. [S].
- [3] 朱传娣. 大跨高墩连续刚构桥0号块托架法施工技术[J]. 混凝土与水泥制品, 2009(4).
- [4] 卢映锬. 黄延高速桥达沟大桥1#、5#墩0#段施工托架设计[J]. 铁道工程学报, 2005(4).