

卵石河床上钢栈桥施工方法研究

王先乾 邵波 胡鹏 黄飞
中国十九冶集团有限公司 四川 成都 610031

摘要: 钢栈桥施工工艺相对成熟, 针对不同的地址条件本文结合G59呼北高速张家界至官庄段第1标段澧水大桥钢栈桥施工为例, 阐述了卵石河床上钢栈桥基础施工、贝雷梁安装的关键技术, 为今后类似工程施工提供参考。

关键词: 钢栈桥; 卵石河床; 钢管桩; 贝雷梁

引言

钢栈桥主要是为实施桥梁工程, 满足施工现场大型施工机械设备通行, 钢筋、混凝土、模板等材料运输需求, 所建立的临时性构筑物。钢栈桥主要由钢管柱、贝雷梁作为支撑结构。钢管柱常规施工方法有振动沉桩法、静压沉桩法、扩大基础法等。本项目钢栈桥位于湖南省张家界市澧水河段主桥上游, 桥梁总长度183.4米, 宽度6米, 桥梁上部结构采用上承式321型贝雷梁, 下部结构采用 $\Phi 630$ 钢管桩桥墩、重力式桥台。钢栈桥桩位处于厚度大、较松散的卵石层, 采用常规沉桩方法难以入岩形成锚固桩柱, 因此选取冲击钻引孔形成锚固灌注桩的施工工艺。

1 工程概况

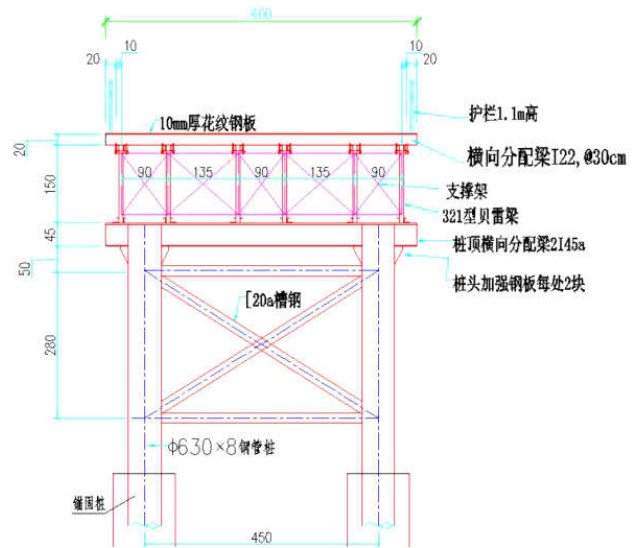
1.1 栈桥设计

钢栈桥桥位地处张家界市永定区禾家村, 桥位区属河流阶地地貌及侵蚀剥蚀丘陵地貌, 桥位跨越澧水河, 左侧位于澧水河左岸, 地势较为平坦, 右侧桥台位于河岸漫滩区, 斜坡坡度约 30° , 阶地覆盖层较厚, 局部基岩裸露。区域地势均较平坦, 地势起伏较小, 桥位区内多为耕地及民房, 地面高程约135.28~150.43m。

钢栈桥对应主线起止里程约为K0+833~K1+028, 靠近主线桥上游侧, 小桩号侧(西侧)接新建施工便道, 大桩号侧(东侧)与既有水泥路平交接入。桥梁全长183.4米, 桥梁跨径按12米布置, 设置3排制动墩, 制动墩跨距为3米, 钢栈桥孔径布置为: $3 \times 12 + 3 + 4 \times 12 + 3 + 4 \times 12 + 3 + 4 \times 12$ m。桥面纵坡坡率为-0.380%, 桥面横坡设置为0%。

钢栈桥桥面选取10mm厚花纹钢板, 采用I22工字钢分配梁, 纵向受力梁采用7排321型贝雷架, 间距90cm, 横向承重梁选用2145a工字钢, 钢管柱采用 $\Phi 630 \times 10$ mm钢管桩, 单排桩一排2根, 制动墩一组4根。

作者简介: 王先乾(1987年), 男, 汉族, 四川泸州, 全日制大学本科, 高级工程师, 中国十九冶集团有限公司, 研究方向: 土木工程、道路与桥梁工程。



1.2 水文地质

桥区两岸阶地地下水约5-9m深, 桥位澧水河常水位5米深, 汛期水位8-15米深。澧水河河床3-5米深卵石覆盖层, 下层为中风化泥质砂岩, 单轴饱和强度RC为45Mpa。

2 施工工艺对比

2.1 振动沉桩法

振动沉桩法主要是通过振动锤进行沉桩的方法。利用桩基上产生的竖向震动, 促使桩周边混凝土体产生震动, 周围土体强度减小, 桩侧摩擦力和桩端阻力降低, 桩身在自重条件下, 逐渐克服周围土体阻力并逐步下沉。适用于砂土、砂质黏土、亚黏土层。

2.2 静压沉桩法

静压沉桩主要是利用液压螺旋千斤顶静荷载压力对土体结构形成冲剪破坏, 孔隙水在冲剪作用下, 形成强大的孔隙水压力, 从而破坏土体结构, 使桩侧摩擦力减小, 将桩端送入土体深度。该方法对地质条件要求严格, 适用于软土地区。

2.3 引孔灌注桩

通过冲击型钻头进行引孔, 孔径达到钢管桩的管径

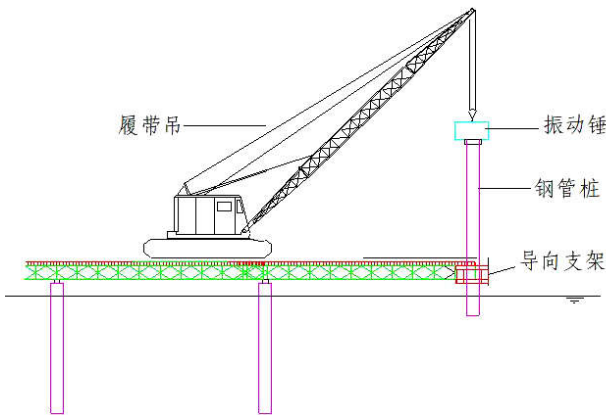
厚度，再采用大孔径钢护筒进行护壁，然后在孔内浇筑混凝土，再利用吊车将钢管桩柱置入孔内，待孔底砼初凝时，再取出大孔内的钢护筒，形成成钢管桩柱锚固基础，本钢栈桥采用此施工工艺。

3 施工工艺

钢栈桥施工主体由重力式桥台、 $\phi 630 \times 10$ 螺旋钢管桩锚固桩、贝雷架纵向主梁、分配梁、桥面板等构成。栈桥扩大基础采用明挖条形基础，砼灌注锚固桩采用冲击钻引孔，钢管桩施工使用55t型履带式吊车并配套DZ90震动锤沉桩，便桥主梁采取在后方场地拼装321贝雷片组成贝雷梁，用履带式起重机吊装组拼成纵向受力主梁，桥面板采取I22工字钢与1cm厚花钢板组装焊接成3×1.5米标准模块单元，由车辆运送，采取履带式起重机按序逐跨进行吊装铺设桥面板单元。

3.1 钢管桩施工

采用冲击钻引孔，在需要引孔的位置前搭设临时钢管桩，架设临时贝雷架，形成临时施工平台，在桩位上用 $\Phi 720$ 护筒作为引孔护壁，引孔结束后浇筑C20砼，在混凝土初凝前用55t履带式吊车配套DZ90震动锤将 $\Phi 630$ 钢管桩插入孔位形成锚固桩柱（如下图），拆除临时钢管及施工平台。



3.2 联结系及主梁施工

每个墩位处钢管桩柱施工完毕后，随即进行各钢管桩柱间横向连接系、桩柱顶横向主梁施工以及纵向贝雷梁安装。将钢管桩柱顶氧割切 $30.5 \times 45 \times 63 \text{cm}$ 卡槽，然后将2根I45a工字钢横梁对称置于卡槽内，每根钢管桩与横梁连接部位采用4块 $22 \times 41 \text{cm}$ 圆弧钢板（15mm厚）进行焊接形成整体，焊于工字钢腰部和钢管桩管壁，每根I45a工字钢横梁底部内外侧均采用1块加强钢板进行焊接加固，使之与钢管桩连接成整体。贝雷梁主梁利用履带吊采用“钓鱼法”逐跨向前推进施工，即履带吊车在已经施工完成的前一跨栈桥上施工下一跨栈桥，以此类推。贝雷梁安装时可结合钢管桩偏位情况及起重能力，在后场拼装成12m一段，用平板车运到墩位处进行拼装。采用整体安装或者分节安装好后用电焊联结成整体。

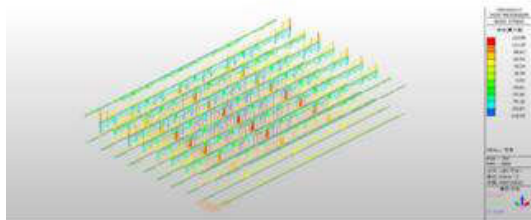
3.3 分配梁及桥面板安装

钢栈桥桥面采用I22工字钢10mm的花纹钢板组合成模块化专用桥面板单元，分配梁间距30cm，组合的整体装配式桥面板尺寸为 $1.5 \times 3 \text{米}$ ，由汽车吊吊至材料运输车上运输至钢栈桥前场安装，在每一接头外贴焊 $\delta 8 \text{mm}$ 加强钢板。桥面栏杆采用槽钢立柱，钢管护栏，栏杆每6米长为1个施工节段。槽钢、钢管按设计尺寸加工，平板车运输至现场，采用焊机焊接固定。

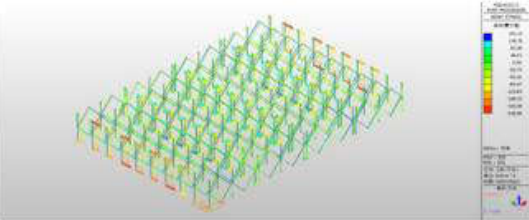
4 有限元分析

贝雷梁采用连续梁体系，最大跨径为12m，横桥向四根桩，间距为 $3 \times 2.5 \text{m}$ ，钢管桩采用 $\Phi 630$ ， $t = 10 \text{mm}$ 钢管桩，钢桩上用双拼工字钢，截面采用2-I45b，贝雷梁上设I22工字钢横向分配梁。计算模型采用单跨12m简支贝雷梁栈桥，midas civil2021建立空间杆系，桥面系模块化单元主要作用为传递分配荷载，受力满足要求，可忽略计算，因此可简化计算，即计算最不利工况下纵向主梁贝雷梁及竖向钢管桩柱受力情况，验算结果如下：

4.1 贝雷梁验算



标准组合弦杆最不利组合应力 (Mpa)

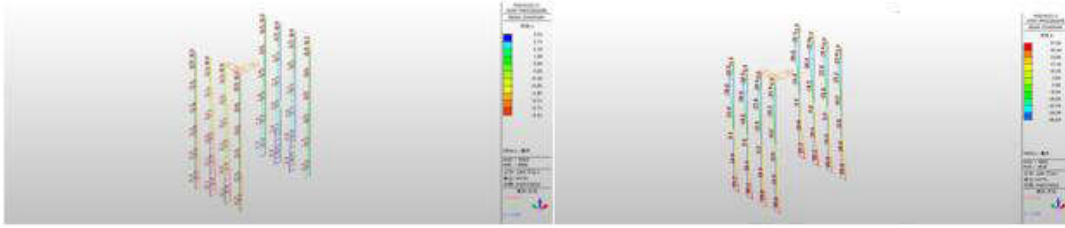


标准组合腹杆最不利组合应力 (Mpa)

从有限元数据的分析结果显示，当贝雷梁最不利组合上弦柱最大轴向力为264.48kN，应力为133.98Mpa，而最不利组合上下腹层最大轴向动力为175.54kN，应力为

226.96Mpa。通过《装配式高速公路钢桥多功能使用手册》可知，贝雷梁满足设计规范要求。

4.2 钢管桩验算



基本组合Φ630钢管桩最不利组合弯矩-y (单位: kN*m)

计算中Φ630钢管桩最不利组合下的 $N = 481.96\text{kN}$,
 $M_y = 3.31\text{kN}\cdot\text{m}$, $M_z = 36.04\text{kN}\cdot\text{m}$, 计算长度 $l = 19\text{m}$,
 面积: $194.78\text{ (cm}^2\text{)}$ 。惯性矩 $I_x: 93615.50\text{ (cm}^4\text{)}$, 抵
 抗矩 $W_x: 2971.92\text{ (cm}^3\text{)}$, 回转半径 $i_x: 21.92\text{ (cm)}$,
 惯性矩 $I_y: 93615.50\text{ (cm}^4\text{)}$, 抵抗矩 $W_y: 2971.92$
 $\text{(cm}^3\text{)}$, 回转半径 $i_y: 21.92\text{ (cm)}$ 。

$$\begin{aligned} & \frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{r_x W_x \left(1 - 0.8 \frac{N}{N' E_x}\right)} + \eta \frac{\beta_{by} M_y}{\varphi_{by} W_y} \\ &= \frac{481960}{0.218 \times 19478} + \frac{1 \times 36050609}{1.15 \times 2971921 \left(1 - 0.8 \times \frac{481960}{990306}\right)} + 0.7 \times \frac{1 \times 3325524}{1.000 \times 2971921} \\ &= 131.45\text{MPa} < 215\text{ Mpa} \end{aligned}$$

绕Y轴弯曲:

长细比: $\lambda_y = 190.67$

轴心受压构件截面分类(按受压特性): a类

$$\begin{aligned} & \frac{N}{\varphi_y A} + \frac{\beta_{my} M_y}{r_y W_y \left(1 - 0.8 \frac{N}{N' E_y}\right)} + \eta \frac{\beta_{lx} M_x}{\varphi_{lx} W_x} \\ &= \frac{481960}{0.218 \times 19478} + \frac{1 \times 3325524}{1.15 \times 2971921 \left(1 - 0.8 \times \frac{481960}{990306}\right)} + 0.7 \frac{1 \times 36050609}{1.000 \times 2971921} \\ &= 123.48\text{MPa} < 215\text{ Mpa} \end{aligned}$$

强度验算:

$$\begin{aligned} & \frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{r_x W_{nx}} + \frac{M_y}{r_y W_{ny}} \\ &= \frac{481960}{19478} + \frac{36051}{1.15 \times 2971921} + \frac{3326}{1.15 \times 2971921} \\ &= 36.27\text{MPa} < 215\text{ Mpa} \end{aligned}$$

故Φ630钢管桩稳定性和强度均满足规范要求。

5 施工要求

5.1 开工前,与地方水务、环保等相关部门充分沟通,施工方案、环保、水保措施等得到批复和认可。

5.2 吊装设备安装调试正常,对相关人员进行技术、安全、环保、水保等交底、培训。安全防护用具、设备

绕X轴弯曲:

长细比: $\lambda_x = 190.67$

轴心受压构件截面分类(按受压特性): a类

轴心受压整体稳定系数: $\varphi_x = 0.218$

均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数: $\varphi_{by} = 1.000$

轴心受压整体稳定系数: $\varphi_y = 0.218$

均匀弯曲的受弯构件整体稳定系数: $\varphi_{bx} = 1.000$

准备到位,起重工、焊工、电工等特种作业人员持证上岗。设立危险源公示牌,组织业主、监理、施工、设计等单位有关人员进行危大工程验收。

参考文献

- [1]周水兴,何兆益.路桥施工计算手册.人民交通出版社.
- [2]JTG/TF50-2011,公路桥涵施工技术规范.
- [3]马千池、吴迎花.卵石层河床的钢栈桥基础施工方法探讨.北京:公路交通科技.2016
- [4]新编钢结构设计手册,中国电力出版社.
- [5]路磊.浅析钓鱼法施工在栈桥中的应用.陕西:建筑与发展.2011