

文章编号: 1005-0523-(2007)02-0013-03

谷拉河大桥墩液压自爬模施工受力分析

崔凌岳

(中铁十八局集团一公司, 天津 072250)

摘要:桥梁的高桥墩施工属于特种结构施工范畴, 现场施工方案的选择一直以来偏重于经验而忽视施工受力分析. 本文基于工程实例, 给出了桥梁高墩身施工选用液压自爬模完整的施工受力计算过程, 且已成功地应用于工程实践, 可供类似特种结构施工参考.

关键词:关键词: 液压自爬模; 施工; 受力分析

中图分类号: TU3

文献标识码: B

1 工程背景

谷拉河大桥为百罗高速公路工程中墩身最高、施工难度最大的桥, 它横跨常年流水的谷拉河, 联系着广西与云南. 由于处于沟谷中, 场地狭窄, 运输不便, 材料进场困难, 并且春季时有洪水发生, 给施工带来相当大的难度. 为避免雨季洪水对墩身施工的影响, 决定对处于河道中间的6#、7#、8#桥墩(墩高均在70 m以上)施工采用液压自爬模技术.

2 液压自爬模技术原理

液压自爬模施工技术是现浇竖向钢筋混凝土结构的一项先进的施工工艺. 它是在建筑物或构筑物基础上, 沿结构周边一次装设一定高度的模板系统, 之后在模板内绑扎钢筋和浇筑混凝土, 当混凝土养护达到一定强度值, 利用千斤顶提升模板系统. 如此循环, 来完成整个建(构)筑物施工. 它的主要特点是: 整个结构仅用一套液压滑动模板, 一次组装, 爬升过程中不再重复拼模, 施工速度快, 节省模板、脚手架材料和劳力, 减轻劳动强度, 降低施工成本, 施工安全.

整个液压爬模是由模板结构系统和液压提升设

备系统两大部分组成. 模板系统主要由模板、围护栏、内平台、外爬架、支撑杆件等组成; 液压装置由液压缸和控制台组成. 其中内平台、外爬架、预埋件、导轨和高强螺栓为主要施工受力的计算对象.

其主要施工工艺流程为: 结构砼浇筑→移模板→安装导轨支座→提升导轨→提升支架平台→预埋件固定在模板上→绑扎钢筋→合模板→浇筑结构砼.

主要施工过程如图1所示:

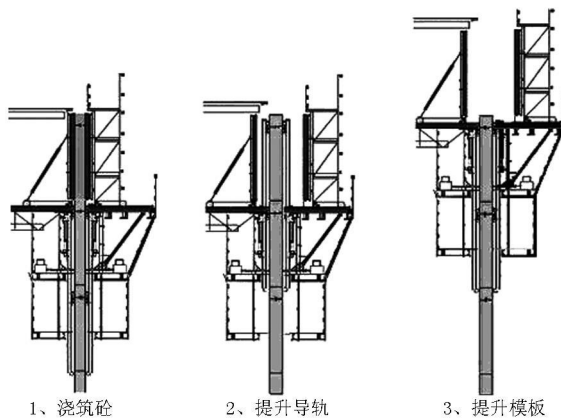


图1 液压自爬模板爬升流程图

3 液压自爬模板施工受力分析

收稿日期: 2006-12-28

3.1 相关参数^{[1][3]}

单榀爬模设计承载 50 kN(施工荷载);单榀爬模自重 25 kN(含模板);自爬模提升时砼轴心抗压强度: $f_c=10$ MPa, 砼局部挤压强度 $f_{cc}=9.5$ MPa, 抗剪强度 $[\tau]=0.66$ MPa.

风荷载 $W_K=0.7\beta_z\mu_z\mu_sW_0=0.7\times 1.46\times 2.61\times 1.3\times 0.5=1.74$ kN/m². 公式中各参数的取值为: 基本风压为 $W_0=0.5$ kN/m²; 体形系数为 $\mu_s=1.3$; 风压高度变化系数 $\mu_z=2.61$; 风振系数 $\beta_z=1+(\xi_0\varphi_z/\mu_z)=1.46$. 其中脉动增大系数 $\xi=1.36$, 脉动影响系数 $\nu=0.88$, 振型系数 $\varphi_z=1$.

3.2 液压自爬模板受力计算简图

自爬模模板应设穿墙螺栓, 自爬模不受砼墙体的侧压力, 故自爬模的荷载主要为施工荷载、风荷载和自重, 如图 2 所示; 单榀爬模迎风面宽为 2 m, 根据力矩平衡, 容易求得:

$$拉力 F=2\times [1.74\times 6.8\times (3.9+2.37)+(25+25)\times 1.41]/2.37=122.10(\text{kN})$$

剪力 $Q=25+25=50(\text{kN})$; 反力 $R=98.45(\text{kN})$

其主要杆件的轴力如图 3 示, 最大轴向应力 $\sigma=F/S=122.10/1246=97.99(\text{N}/\text{mm}^2)<[\sigma]=215(\text{N}/\text{mm}^2)$, 满足要求. 其中: S 为支撑的横截面积.

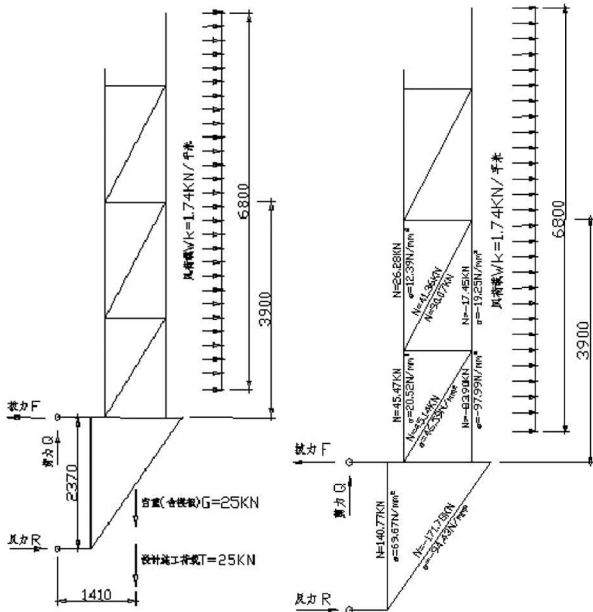


图 2 受力简图

图 3 轴力分析

3.3 施工受力分析过程

3.3.1 预埋件的砼抗拔力计算^[5]

螺栓承受的轴向拔出力完全由预埋件板周边对砼的冲切而产生的内力来平衡.

锚板处砼的局部受压抗压压力计算:

$$F_{砼} = uh[\tau] = 2\pi Rh[\tau] = 2\times 3.14\times 50\times 300\times$$

$0.66=62(\text{kN})$. 式中: u 为埋件板周长; h 为埋件板距结构面宽度; $[\tau]$: 为砼容许剪切力;

单榀爬模为两个埋件, 侧砼抗拔力 $=2\times F_{砼}=124$ kN > 拉力 $F=122.10$ kN. 满足要求.

3.3.2 预埋件螺栓抗拔力计算^[5]

$F_{螺栓} = Af = \pi R^2 f = 3.14\times 10^2\times 215 = 67.5$ kN. 式中: A : 为螺栓有效截面面积; f : 为螺栓设计强度;

单榀爬模为两个螺栓, 侧螺栓抗拔力 $=2\times F_{螺栓}=135$ kN > 拉力 $F=122.10$ kN. 满足要求.

3.3.3 预埋件受力螺栓受拉承载力设计值^[5]

$N_t^b = Af_t^b = \pi R^2 f_t^b = 3.14\times 18.5^2\times 215 = 231.05$ kN. A : 受力螺栓有效截面面积; f_t^b : 受力螺栓抗拉设计强度;

单榀爬模为两个受力螺栓, 侧受力螺栓受拉承载力设计值 $=2\times N_t^b = 462.1$ kN.

3.3.4 预埋件受力螺栓受剪承载力设计值^[5]

$N_v^b = Af_v^b = \pi R^2 f_v^b = 3.14\times 18.5^2\times 125 = 134.3$ kN. A : 受力螺栓有效截面面积; f_v^b : 受力螺栓抗剪设计强度;

单榀爬模为两个受力螺栓, 侧受力螺栓受剪承载力设计值 $=2\times N_v^b = 268.6$ kN.

3.3.5 受力螺栓稳定验算^[5]

受力螺栓承受拉力: $N_t = 122.10$ kN; 受力螺栓承受剪力: $N_v = 50$ kN;

$$[(N_v/N_v^b)^2 + (N_t/N_t^b)^2]^{1/2} = [(50/134.3)^2 + (122.10/231.05)^2]^{1/2} = 0.65 < 1$$
 满足要求.

3.3.6 受力螺栓预紧扭矩计算

高强螺栓须分两次(即初拧和终拧)进行拧紧, 对于大型节点应分初拧、复拧和终拧三次进行. 复拧扭矩应等于初拧扭矩. 对于高强度大六角头螺栓尚应在终拧后进行扭矩值检查.

1) 初拧扭矩值计算

$$T_0 = 0.065 P_c d^{[5]} = 0.065\times 33\times 42 = 90.09$$
 kN·mm. 其中 $P_c = P + \Delta P$

式中:

T_0 : 高强螺栓的初拧扭矩(N·mm); P_c : 高强螺栓施工预拉力(kN); $P_c = P + \Delta P = 33$ kN

d : 高强螺栓公称直径(mm), $d=42$ mm; P : 高强螺栓预拉力设计值(kN), $P=30$ kN

ΔP : 预拉力损失值, 一般取预拉力设计值的 10%, $\Delta P=3$ kN.

2) 终拧扭矩值计算

$$T_c = K P_c d = 0.13\times 33\times 42 = 180.18$$
 kN·mm.

式中:

K :高强螺栓连接处的扭矩系数平均值,一般取0.13; T_C :高强螺栓的终拧扭矩(N·mm)。

3) 检查扭矩值计算

高强度大六角头螺栓扭矩检查应在终拧1 h后,24 h以内完成。扭矩检查时,应将螺母退回 $30^\circ\sim 50^\circ$,再拧到原位测定扭矩^[6],该扭矩与检查扭矩的偏差应在检查扭矩的 $\pm 10\%$ 以内,检查扭矩 $T_{ch} = KPd = 0.13 \times 30 \times 42 = 163.8 \text{ kN} \cdot \text{mm}$

式中: T_{ch} :高强螺栓的检查扭矩(N·mm);

3.3.7 爬锥处砼的局部受压抗剪力计算

局部受压承载力计算: $F_L \leq 1.35 \beta_C \beta_L f_c A_{Ln}$ ^[3] = $1.35 \times 0.94 \times 2 \times 10 \times 4852 = 123.14 \text{ kN}$, $\beta_L = \sqrt{A_b/A_L}$

单槓爬模为两个爬锥,故砼受压抗剪力 $= 2 \times F_L = 2 \times 123.14 = 246.28 \text{ kN} > 50 \text{ kN}$,满足要求。

式中: F_L :局部受压面上的作用的局部荷载或局部压力设计值; f_c :混凝土轴心抗压强度设计值;(10); β_C :混凝土强度影响系数;(查值为0.94); β_L :混凝土局部受压时的强度提高系数;(查 $\beta_L = 2$); A_L :混凝土局部受压面积;(mm²); A_{Ln} :混凝土局部受压净面

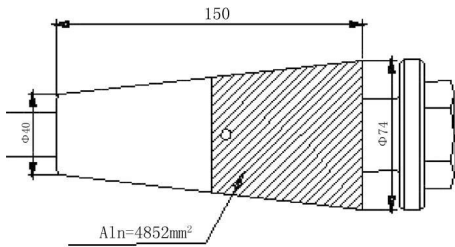


图4 锥销示意图

积;(4852 mm²); A_b :局部受压计算底面积;(mm²)

3.3.8 导轨梯档的抗剪力计算

单个梯档的焊缝长度为130 mm,焊高为8 mm,故焊缝的断面面积为: $A = 130 \times 8 = 1040 \text{ mm}^2$,材料Q235钢的焊缝抗剪强度为 125 N/mm^2 ^[2]。

梯档承载力为: $F_V = 125 \times 1040 = 130 \text{ kN} > 50 \text{ kN}$,满足要求。

3.3.10 承重销的抗剪力计算:

承重销的断面尺寸为: $A = 1390 \text{ mm}^2$,抗剪强度为: $f_v = 125 \text{ N/mm}^2$ 。因为抗剪面为两个,所以承重楔的抗剪承载力 $F_V = 2 \times 1390 \times 125 = 347.5 \text{ kN} > 122.10 \text{ kN}$,承重销满足要求。

4 结论

通过建立液压自升模板结构计算简图,计算了外载(施工荷载)作用下的模板系统的内力。通过验算,结果显示施工组织设计中采用的液压自升模板是安全的,这一点在实际施工过程中也得到了验证。

参考文献:

- [1] 中国建筑科学研究院. 建筑结构荷载规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [2] 中华人民共和国建设部. 钢结构设计规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 2003.
- [3] 中华人民共和国建设部. 混凝土结构设计规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [4] 杜荣军. 建筑施工脚手架实用手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [5] 江正荣. 建筑施工计算手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [6] 侯兆新. 钢结构工程施工质量验收规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.

The Construction Stress Analysis of Hydraulic Creep Form in the Bridge Pier of River Gula

CUI Ling-yue

(1st Company of China Rail 18th Bureau; Tianjin 072250, China)

Abstract: High bridge pier construction belongs to the special structure construction category, the choice of site construction plan has stressed continuously in the experience and neglected the construction stress analysis. Based on project example. The article presents the construction stress computation process of hydraulic creep form in the construction of high bridge pier. the construction stress analysis has applied successfully in the project practice and can be referred in the similar special structure construction.

Key words: hydraulic creep form; construction; stress analysis