

● 路桥建设

138 m 高双薄壁空心桥墩翻模施工技术

The Turnover Mould Construction Techniques of 138m High Cavity Pier of Double Thin Layer

□ 张 铮

(中铁十六局集团第一工程有限公司 北京 101300)

摘 要 结合葫芦河特大桥 138 m 高双薄壁空心桥墩施工, 阐述了内外模结构及稳定性验算, 介绍了翻模施工工艺, 质量控制及安全措施。

关键词 双薄壁空心高墩 翻模 施工工艺

中图分类号 TU471.8

/文献标识码 A

文章编号 1004-1001 2005 01-0045-03

1 工程概况

由我单位承建的黄延高速公路葫芦河特大桥位于陕北黄土高原南部黄陵县境内, 山高沟深, 地形崎岖。主桥上部为 $(90+3) \times (160+90)$ m 预应力钢筋混凝土连续刚构箱梁桥, 由上、下行的两个单箱单室断面组成, 主桥桥墩采用双薄壁矩形空心桥墩, 8#、9# 号墩墩高均在 130m 以上, 其中主桥 9# 墩为全桥最高墩, 设计高度为 138m, 主跨悬臂梁 150m, 梁根部高 9m, 主桥墩分左右两幅, 每幅由两个 $4.0\text{m} \times 6.5\text{m}$ 的单薄壁结构组成, 顺桥向单薄壁宽度 4.0m, 9# 墩壁厚度横桥向为 0.7m, 顺桥向为 1.2m, 单幅从基顶起每 30~35m 高设置道高度为 2m 的横向系梁, 将两个薄壁空心墩联接成一体 (图 1)。

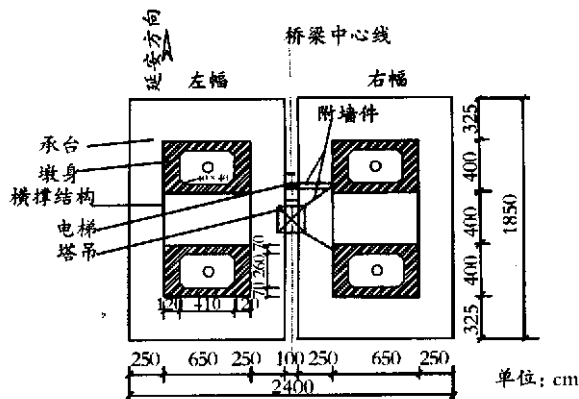


图 1 8#、9# 墩身结构尺寸平面图

2 翻模的设计参数及稳定性计算

2.1 外模的结构

节段外模 8 块为 1 组, 由四块定型平板模和四块角模组成。模板横、竖缝均采用企口方式拼接, 外模板面板采用 $\delta=6\text{mm}$ 国标钢板, 纵向用 8# 槽钢, 间距 35cm, 横向拉杆位置设 $[14$ 双槽钢 (横纵拉杆上下错位)。

分块模板接口采用 $L80\text{mm} \times 80\text{mm} \times 8\text{mm}$ 钢板式法兰连接。每节段水平桁架两道, 上下 50cm 各 1 道; 每块定型平板模各设 3 道竖向桁架; 角模做成角隅结构。

2.2 内模的结构

内模与外模同步架立, 考虑到内模作业空间小, 且拆除时无落点存放, 只能随着墩身混凝土不断的提升, 经精确计算各项荷载, 制作时弱化其结构, 与内井字架构成可拆分的整体结构。考虑到新混凝土的结合, 内模整体控制高度为 6.6m, 分节以能脱模为原则。底节段 1m 固定在终凝混凝土。内模钢板厚 $\delta=4\text{mm}$, 根据拉杆位置及内模角模外设脱模装置, 内模板用葫芦挂在内井架上, 整体脱模, 整体提升。

2.3 模板的固定

拉杆的层距选择 1m, 拉杆孔垂直位置设在每节段 2m 高模板的上 50cm 和下 50cm 处; 平面每层设顺桥向 3 道, 设计通气孔们全部为拉杆位置, 不再另行留设, 非通气孔位置的拉杆洞在拆模时及时堵好, 横桥向两道, 考虑到拆装和重复利用, 拉杆采用 $\phi 20\text{mm}$ 圆钢, 外加 PVC 套管, 内模内部设活接头, 活接头采用花篮扣结构形式, 方便拆装, 有效缩短工序循环时间 (模板拉杆布置如图 2)。每一节段纵向定型模、角模及层间均在桁架

[收稿日期] 2004-09-10

上用螺栓联接成一个整体。

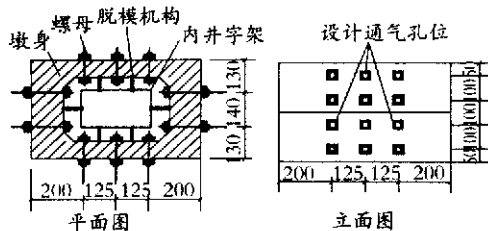


图2 模板拉杆布置图

2.4 双薄壁空心高墩的稳定性计算

长细比较大的超高双薄壁混凝土空心墩, 在轴向压力的作用下, 会由于应力产生纵向弯曲使构件强度未发生破坏前丧失稳定而导致破坏, 所以必须对施工过程中高墩的稳定性进行复核验算:

$$\sigma_h = \frac{N}{\phi(A_1 + mA_g)} \leq [\sigma_a]$$

$$\sigma_h = \frac{5 \ 200 \times 10^3}{0.28 \times (18.7 \times 10^4 + 34.3 \times 113.04)} = 97.295 \text{ kg/cm}^2$$

$$\leq [\sigma_a] = 110 \text{ kg/cm}^2$$

式中 σ_h —构件的承载能力;

N —计算轴向压力;

ϕ —长构件的纵向弯曲系数; 本工程中 $\phi=0.28$;

A_h —构件横截面的混凝土面积;

A_g —受压纵筋截面积;

m —纵筋屈服强度与双薄壁空心墩柱强度之比;

$[\sigma_a]$ —双薄壁空心高墩保持稳定的允许应力。

由此强度检算可知, 双薄壁空心高墩在翻模施工时所受轴向应力的作用下, 稳定性是可靠的。

3 翻模的施工方法

3.1 设备配置

墩旁设置塔式吊机1台, 墩身施工时, 每20m预埋金属杆件, 用于塔吊附着杆与墩身连接, 塔吊用于材料和机具的垂直运输。墩身左右之间设外部电梯设备用于施工人员上下。塔吊与承台基础一体, 同时施工, 尺寸11.5m×18.5m×4m。在满足基础的强度必须抵抗塔机的倾覆力矩及对地基产生的压强不能超过地基允许承载力 $[\delta]$ 的前提下, 尽量节约成本。墩身混凝土灌注采用高压输送泵垂直提升泵送。

3.2 翻模施工

翻转模由4节大块组合模板及支架、内外工作平

台、塔式起重机、手动葫芦组合而成的成套模具, 每节模板高度2m。第一节段翻转模主要由内外模板、围带、拉杆、内外模板固定架、作业平台组成。

内外模板分为标准板、边模板、角模板3种, 每节段高度为2m, 宽度按墩身截面尺寸和施工因素综合考虑划分; 模板之间用M12×30mm螺栓连接。用12~14#槽钢做围带, 围带间距按设计确定, 内外围带用 $\phi 14$ mm圆钢拉杆连成整体。拉杆在内外模板之间套硬塑料管, 便于拉杆抽拔使用。每节段模板在混凝土灌注前在靠顶面10cm处按间距1.5m设临时圆木支撑。施工时第一节段模板支立于墩身基顶上, 依次向上支立四节段模板。当第四节段混凝土强度达到3MPa, 第1节段混凝土强度达到10MPa时, 拆除第1节段模板, 凿毛清理第4节段混凝土表面, 准备第五节段墩身施工。此时荷载由已硬化的墩身混凝土传至基顶。待第1节段模板作少量调整后利用模板内外固定架和塔式起重机、手动葫芦将其翻升至第5层, 依此循环向上形成拆模、翻升立模、模板组拼、搭设内外工作平台、钢筋焊接绑扎、接长泵送管道灌注混凝土、养生和测量定位、标高测量的循环不间断作业, 直至达到设计高度(图3)。

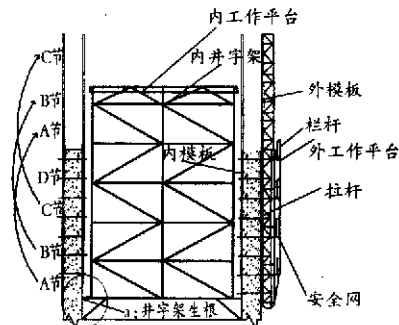


图3 翻模结构图

每层内外模板均设模板固定架, 上下层固定架连接成整体。模板固定架根据传递荷载大小和作业空间需求尺寸加工, 用钢拉杆分别安装在内外模板的围带上。内外施工平台用内外模板固定架搭设。内侧施工平台是在内模板固定架上搭设方木, 方木上铺木板, 木板上铺2mm钢板, 临时存放泵送混凝土。外侧施工平台在顶面沿周边设立防护栏杆, 栏杆外侧至模板固定架底部设封闭安全网。施工平台上面铺设5cm厚木板或竹脚手板, 供操作人员作业、行走, 存放小型机具。

3.3 工作平台的提升

工作平台的提升是模板翻升安装的需要, 空提过高会影响平台稳定, 一般不得超过模板高度的20cm。同时提升过程中应严格掌握好提升的时间与次数, 防止套

管与混凝土发生粘接。

4 施工质量控制

4.1 立模及灌注后的检查

根据基顶中心放出立模边线，立模边线外用砂浆找平，找平层用水平尺分段抄平，待砂浆硬化后由线路中心向两侧立模。第 1 节段模板安装后，用水准仪和全站仪检查模板顶面标高和墩身中心及平面尺寸，符合标准后进行下道工序。每节段立模前和混凝土灌注后在无太阳强光照、无大风、无振动干扰的条件下测定墩身三向中心线(纵向、法线方向、45° 方向)偏差不大于 3mm。

4.2 模板组装

先选择墩身一个面拼装外模，然后逐次将整个墩身第 1 节段外模板组拼完毕。外模板安装后吊装内模板，用 M12×30mm 螺栓将模板连成整体，然后吊装围带和拉杆。模板成型后检查各部安装尺寸，符合安装标准后吊装模板固定架，为保持已安装模板的整体性，模板固定架采用间隔安装法安装。(模板组拼质量标准见表 1)。之后安装防护栏杆和安全网，搭设内外作业平台。

表 1 模板组拼质量标准

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查方法	量具
1	模板间拼接缝宽	< 1.5mm	1.5 塞尺不能通过	塞尺
2	相邻模板面错台	< 2.0mm	检查拼接缝	平尺、塞尺
3	相邻模板上口高差	< 1.5mm	检查拼接缝	平尺、塞尺

4.3 钢筋和混凝土作业

混凝土采用水平分层灌注，每层厚度一般为 50cm，用插入式震动器振捣，注意不要漏捣、重捣和捣固过量。灌注完的混凝土要及时养生。作好混凝土试块，强度达到 3MPa 以上时，清除浮浆，凿毛混凝土表面，进行第 2 至第 4 节段施工。接头错台小于 5mm。每节段混凝土灌注完后及时抄平，墩身总高度误差不得大于 20mm。

为保证桥梁双薄壁空心高墩的质量，混凝土的配制、输送及灌注的速度不得小于：

$$v \geq sh/(\tau - T_0) \approx 12.7m^3/h$$

式中 v—混凝土配制、输送、及灌注的容许最小速度，以 m³/h 计；

s—灌注的面积，以 m² 计；

h—灌注层的厚度，以 m 计；

τ—所用水泥的初凝时间，以小时计。

T₀—混凝土配制、输送(运送及分布)及灌注所消费的时间，以小时计。

在灌注过程中用测量仪器随时观测：预埋件的位置是否移动，若发现位移要及时校正。模板、支架等支撑情况，如有变形或沉陷要立即校正并加固。

4.4 误纠偏

每节模板安装时可在两节模板间的缝隙用 0.5~1 mm 薄钢板塞填以便纠偏。

4.5 墩顶封闭

引桥桥墩当模板翻升至墩顶封闭段底模设计起点标高时，暂停施工。在内外侧模板上安装

封闭段底模板。其支架采用焊接的钢桁架，模板用刨光的厚 5cm 的木板，拼缝要严密，刷脱模剂后绑扎钢筋，钢筋隐检后，安装外模板、围带、模板固定架、搭设外侧施工平台和安装防护栏杆，挂好安全网，灌注墩顶封闭段混凝土，养生达到规定强度。

5 安全措施

(1) 才由于墩身高，收坡率缓，到墩身上部时工作平台横悬梁外悬部分太长，因此设计采用活动栏杆，栏杆随吊架内移，以减小平台的工作面积。为增强平台的稳定性，栏杆外严禁堆放料具。

(2) 模结构各部件应连接牢固；螺栓、螺帽应涂油；纵横梁顶面应保持清洁。

(3) 模结构拆除应严格按拆除顺序和注意事项进行，确保人员和设备安全。

(4) 平台的中线、水平应勤观测，勤纠偏。

(5) 加强试验和施工控制，确保混凝土的质量。

(6) 起重设备的绳索及滑轮等零件应经常检查并涂油。划定危险区，起重设备顶部要设置信号灯。

(7) 严禁从高空向下抛掷杂物。

6 施工效果

葫芦河特大桥的双薄壁空心高墩施工过程中，施工速度平均每天 2.0m，墩柱表面混凝土光洁，墩身线型控制满足设计要求，取得了良好的社会效益和经济效益。本工程中的翻模施工技术对于同类工程项目的施工具有很好的借鉴价值。

【参 考 文 献】

1 公路施工手册. 桥涵. 人民交通出版社, 1995
2 中华人民共和国行业标准. 高层建筑混凝土结构技术规程. TGF 3-2002
3 公路桥涵施工技术规范. JTG 041-2000
4 液压滑动模板施工安全技术规程. JGJ65-89