

龙门架大模板在邵伯三线船闸闸室墙施工应用

文 / 杨波

摘要: 本文通过邵伯三线船闸闸室墙施工为例, 分析龙门架整体拼装大模板在船闸工程中应用的可能性, 通过实践验证了使用效果, 为整体拼装大模板在船闸工程中的应用提供了有益实践。

关键词: 龙门架 整体拼装 对称浇筑

工程概况

邵伯三线船闸闸室总长 260m, 为分离式闸室结构, 扶壁式闸墙透水底板, 闸室墙体共 14 段, 首尾两段为钢筋砼空箱结构, 每段长 10m, 其余 12 段均为钢筋砼扶壁结构, 每段长 20m。各段之间设紫铜止水带和橡胶止水带, 伸缩缝采用聚乙烯泡沫塑料板 (PEB3 板) 填充。闸室墙分东西两侧, 钢筋砼扶壁结构共 24 块, 钢筋砼空箱结构上下游各 2 块。

闸室墙内附属设施有垂直紫铜止水片及预制块、橡胶止水带 (2cm×3cm)、钢护木、浮式系船柱及水位计、甲种铁爬梯、系船钩、沉降-伸缩缝及角钢护角、排水检查井、纵横软式排水管和电缆沟等。在挡浪板墙顶上, 每隔 20m 分段, 每段两端中心位置各设置一个位移沉降观测钉 (距闸室墙前沿线为 15cm, 距两端 15cm), 以便观测闸室墙的位移和沉降量。

施工流程

1、施工次序

为形成闸室墙施工流水作业缩短工期, 并减少不同结构砼应力变化引起的裂缝, 将闸室墙体分为四部分浇筑。

第一部分: -1.67m ~+0.33m, 高 2.0m, 闸室墙倒角及 300mm 高闸墙体。

第二部分: +0.33m~+10.23m, 高 9.9m, 为第二层闸室墙体及肋板加强角。

第三部分: 闸室墙后五块肋板。

第四部分: 浮式系船柱槽后浇带。

2、工艺流程

施工准备→闸室墙体钢筋绑扎→伸缩缝填充和止水带安装→闸室墙体模板支立→闸室墙体砼浇注→养护→肋板模板支立→肋板砼浇注→养护→沉降观测。

其中钢筋砼扶壁结构第二层闸室墙体数量众多结构统一, 决定迎水面采用大型钢模板支立, 本文重点介绍大型整体钢模施工方案。

墙体施工

1、龙门制作

制作前, 先将闸室底板清理干净, 利用全站仪放出龙门轨道中心线, 轨道中心线距离底板倒角线 1.2m, 然后安装轨道, 安装时用水准仪找平, 轨道垫实并锚固在底板上。

闸室墙前模板拼装为整块大模板后, 利用整体龙门吊移, 整体龙门由龙门桁架、平车和轨道组成, 用卷扬机牵引前行。龙门桁架由 6 排贝雷片拼接而成。横梁长 30m, 净跨 18m, 采用 10 节贝雷桁架拼制, 上下部用加强弦杆进行加强, 为加强横梁的抗剪能力, 在横梁支点附近加设斜撑; 立柱采用 5 节贝雷片拼制, 高 15m, 立柱间采用槽钢联结, 斜撑加强。平车采用 36# 工字钢拼制而成, 行走轮采用 $\phi 600$ 钢轮, 轨距 1.04m。

2、模板设计

迎水面模板分为 2 片大模板, 以浮式系船柱槽为界, 两侧模板由 38 块整体钢模拼接而成, 模板在加工场地制作, 模板表面应平整、光滑、无锈蚀, 外表面应涂刷防锈漆, 验收合格后运至现场拼装。

3、模板安装

模板底部用预埋于倒角砼上的 $\Phi 28$ 精轧螺纹做支撑, 每根精轧螺纹的抗剪强度为 10.6 吨, 考虑两点支撑, 墙体前片模板重量 18 吨, 因此, 支撑没有问题。由于此层模板高度将近 10m, 中间设置对拉螺栓, 两端设 PVC 圆台螺母, 对拉螺栓水平间距 1.10m, 竖向间距约 2 m, 模板水平向用龙门架作支撑, 增强模板的稳定性。为防止闸室墙体前倾, 模板顶端预留后倾量不大于 15mm。

模板底部缝隙要粘贴海绵止浆条, 若缝隙较大, 应在模板内侧抹 M30 的砂浆封缝。紫铜片止水通过模板夹紧, 橡胶止水带的水平丁字头和垂直丁字头用专用胶水粘接。验收合格后, 进行浇筑。

4、模板拆除

在砼强度达到 5MPa 时, 安排同一班人拆除模板。先拆后

片、再拆前片、后拆堵头。将支撑大面模板的螺旋顶托松开，收紧手拉葫芦，拆除拉条螺栓，用手拉葫芦将临水面模板向移动龙门，并紧靠竖向贝雷架，使模板与砼面有20cm的距离，防止模板移动时摆动而撞击砼表面。

5、砼浇筑

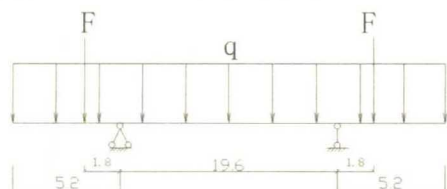
为防止模板浇筑过程中偏心受力产生位移，浇筑时应左右闸室墙对称浇筑，同一片闸室墙上下游两侧也对称浇筑，浇筑采用泵车进行，浇筑前检查所有预埋件尺寸型号，浇筑过程中安排专人值班，每块闸室墙迎水面吊4个锤球，堵头位置各吊1个锤球，以观测模板垂直度和变形，出现异常应停止浇筑，以便采取措施。砼浇筑过程按砼施工规范严格执行。

受力计算

1、龙门架结构验算

龙门架受力考虑集中荷载和匀布荷载两块，集中荷载来自悬挂在龙门架上的迎水面钢模板和围檩，匀布荷载来自于龙门架横梁自重。

龙门架横梁验算：应计算抗弯强度和抗剪强度，计算简图如下：



其中 F 为钢模板围檩产生的集中荷载

q 为龙门架横梁产生的匀布荷载

抗弯强度计算： $\sigma = M_{\max} / W < [\sigma]$

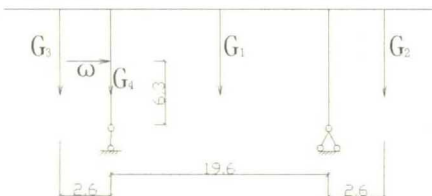
抗剪强度计算： $\tau = Q_{\max} / A < [\tau]$

龙门架立柱验算：立柱属于偏心受压，因此除验算偏心受压强度外，还应进行稳定性验算。

偏心受压计算： $\sigma = M_{\max} / W < [\sigma]$

稳定性验算： $\tau = Q_{\max} / A < [\tau]$

龙门架抗倾覆验算：由于本工程紧邻邵伯湖，闸室墙施工中可能遭遇大风天气，因此按风正面吹在大模板上进行抗倾覆验算，风荷载取扬州地区50年一遇狂风作用。计算简图如下：



其中：G1、G2、G3、G4 分别为中部横梁自重、端部横梁自重、端部横梁自重、立柱自重。

ω 为风载，风荷载 $\omega k \times$ 模板面积， ωk 按《建筑结构荷载规范》计算。

2、模板结构验算

闸室墙模板最大荷载是在浇筑闸室墙顶部时产生，按此

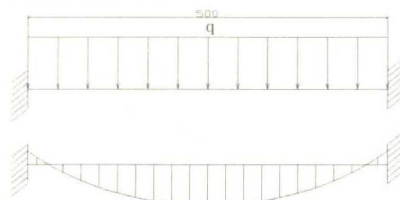
工况对模板进行受力验算。模板验算主要考虑强度和刚度两方面，强度验算时荷载组合取倾倒砼产生的荷载+新浇砼侧压力，刚度验算时荷载组合取新浇砼侧压力。

倾倒砼产生的荷载按《建筑施工计算手册》选用 2 kN/m^2 。新浇砼侧压力按和计算，取较小值。

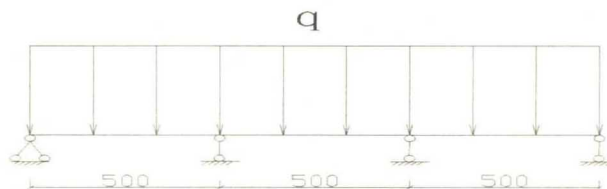
以下计算方法均取自《建筑施工计算手册》8.8 章节相关内容，不列出公式。

面板计算：面板以扁铁构成的横肋和竖肋固定，并以 10# 槽钢加强，因此按四面固结的双向板计算强度和刚度。

肋板计算：取最大横肋间距为计算长度，两端固结计算强度和刚度，计算简图如下：



加劲肋计算：为 10# 槽钢，按三跨连续梁计算强度和刚度，计算长度为横向围檩最大间距，计算简图如下：



横向围檩及竖向围檩：分别按《建筑施工计算手册》8.8 章节横肋及竖向大肋进行计算，不详细描述。

经过计算，龙门架大模板的方案满足受力要求，能够确保安全实施。

结束语

经实际使用，龙门架大模板整体拼装方案完全达到预想效果。拆模后的闸室墙表面光洁平整，无明显质量缺陷，工程质量达优。同时整体吊运方便，节省了模板拼装时间，加快了闸室墙施工进度。为整体拼装大模板在船闸工程中的应用提供了有益实践。

参考文献：

- [1] GB50017-2003 钢结构设计规范 [S]
- [2] GB50009-2001 建筑结构荷载规范 [S]
- [3] GB50666-2011 混凝土结构工程施工规范 [S]
- [4] 江正荣. 建筑施工计算手册 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2001.7
- [5] JTS257-2008 水运工程质量检验标准 [S]

(作者单位：苏北航务管理处)