

Improvement of Formwork Support Frame for Post-pouring Strip of Plate

Diyin Fu Haiyan Tian Zhang Yan Xiang Xie Zhongkang Sun

YCIH No. 3 Construction Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

The design idea of the support frame and provides the detailed design parameters through the situation of the plate cast-in-place formwork support frame used in the No. 5 Building of the first affiliated Hospital of Kunming Medical University, combined with the concrete situation of the project, this paper summarizes the design idea of the support frame, and provides the detailed design parameters. The construction is carried out successfully, which improves the quality of post-pouring belt position and provides construction reference experience for similar projects.

Keywords

post-pouring belt; concrete; support system; formwork; engineering construction

关于板后浇带模板支撑架的改进

傅帝尹 田海燕 岩张 谢祥 孙忠康

云南建投第三建设有限公司, 中国·云南昆明 650000

摘要

本文通过研究昆明医科大学第一附属医院5号楼项目中使用的板后浇带模板支撑架情况,结合工程具体情况,总结了支撑架的设计思路,提供了详细的设计参数,并成功进行施工,提高了后浇带位置的质量,为相关类似工程提供施工借鉴经验。

关键词

后浇带; 混凝土; 支撑体系; 模板; 工程施工

1 引言

后浇带是在建筑施工中为防止现浇钢筋混凝土结构由于自身收缩不均或沉降不均可能产生的有害裂缝^[1],按照功能与作用,可以将后浇带划分为三种形式:①为了避免高层建筑主体和低层建筑裙房之间差异沉降,设置后浇沉降带;②为了避免钢筋混凝土的收缩变形,设置后浇收缩带^[2];③为了避免由于混凝土温度应力而产生裂缝,设置后浇温度带^[3]。目前,后浇带作为超长建筑不留温度伸缩缝及高层建筑高层部分与裙房之间不留沉降缝的技术措施,已经普遍使用。

本文以昆明医科大学第一附属医院5号楼项目为背景,其总建筑面积117267.62m²,建筑高度98.05m(室外地坪至大屋面),地下建筑面积23554m²,地下4层,地下室深度17.2m。本工程筏板分别厚为1400mm和2600mm,混凝土

为C40,抗渗等级P10,面积约为6430m²,混凝土总方量16576.07m³。

后浇带位置时常存在结构质量隐患,模板支架存在安全隐患,混凝土观感质量差,故需对后浇带的支撑架进行规范管理,避免上述质量问题、安全问题的发生。

2 施工材料质量要求

本工程支撑架采用48×3.0钢管,胶合板采用18mm厚竹胶合板,主龙骨、次龙骨采用50×100mm木枋,板底支撑采用可调托撑。

2.1 钢管

不得使用有严重锈蚀、弯曲、压扁及裂纹的钢管。新钢管的尺寸和表面质量应符合下列规定:

①应有产品质量合格证;②应有质量检验报告,钢管材

质检方法应符合现行国家标准《金属拉伸试验方法》GB/T 228的有关规定；③钢管表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、错位、硬弯、毛刺、压痕和深的划道；④钢管外径、壁厚、断面等的偏差，应符合现行规范《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011的规定。

2.2 扣件

应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831的规定，新扣件应有生产许可证、法定检测单位的测试报告和产品合格证^[1]：①旧扣件使用前应进行质量检查，有裂缝、变形的严禁使用，出现滑丝的螺栓必须更换；②新、旧扣件均应进行防锈处理；③支架采用的扣件，在螺栓拧紧扭力矩达 65N·m 时，不得发生破坏。

连接用的普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780 和《六角头螺栓》GB/T 5782。

2.3 可调托撑

立杆上端采用可调托撑，托撑螺杆外径不得小于 36mm，直径与螺距应符合现行国家标准《梯型螺纹》GB/T 5796.2、GB/T 5796.3 的规定，可调托撑抗压承载力设计值不应小于 40kN，支托板厚不应小于 5mm；满堂支撑架的可调底座、可调托撑螺杆伸出长度不宜超过 200mm，插入立杆内的长度不得小于 150mm^[4]。

2.4 木胶合模板

胶合模板板材表面应平整光滑，具有防水、耐磨、耐酸碱的保护膜，并应有保温性良好、易脱模和可两面使用等特点。板材厚度为 18mm，并应符合现行国家标准《混凝土模板用胶合板》ZBB70006 的规定。各层板的原材含水率不应大于 15%，且同一胶合模板各层原材间的含水率差别不应大于 5%。胶合模板应采用耐水胶，其胶合强度不应低于木材或竹材顺纹抗剪和横纹抗拉的强度，并应符合环境保护的要求。进场的胶合模板除应具有出厂质量合格证外，还应保证外观尺寸合格^[4]。

2.5 木材

模板结构或构件的树种应根据各地区实际情况选择质量好的材料，不得使用有腐朽、霉变、虫蛀、折裂、枯节的木材。模板结构应根据受力种类或用途选用相应的木材材质等级。木材材质标准应符合现行国家标准《木结构设计规范》

GB 50005 的规定。

3 后浇带搭设方案及施工工艺

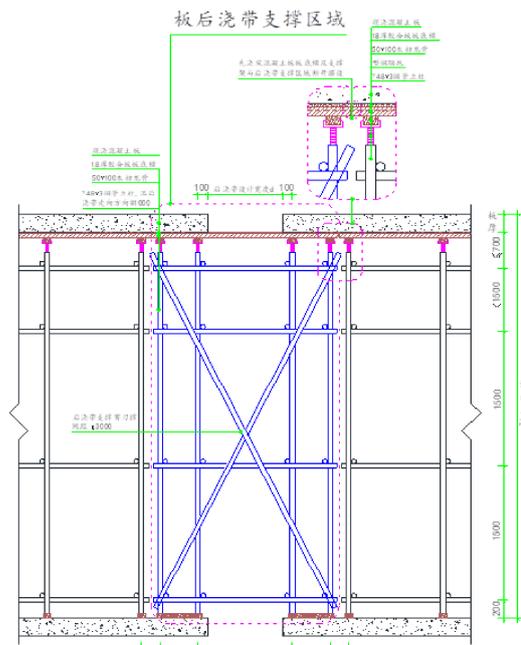
3.1 搭设方案

①后浇带部位模板支撑应采取分段搭设共同承载的方式，模板支架与后浇带模板一同搭设，但模板及支撑应断开，先浇筑完成的板施工完后后浇带支撑区域模板及支撑架不许拆除，先浇筑混凝土板支撑架与后浇带支撑架间距 200mm。

②后浇带两侧架体宽度按设计后浇带宽度 +200mm 搭设，后浇带两侧支撑为两排支撑立柱，排距不大于 400mm，立柱间距 1.0m，水平杆步距 1.5m，扫地杆离地高度 200mm；为加强后浇带支撑体系的整体性，支撑架体搭设竖方向剪刀撑，间距间隔 2 根立柱设置（即 3.0m）。

③立杆顶部采用可调支托规范支设，可调顶托使用长度不得大于 200mm，板底支撑立柱自由端长度不得大于 700mm。

④后浇带支撑体系所使用的材料必须满足国家相关规范的要求，所使用的钢管应统一涂刷标识，以防止该部位支撑架被误拆；后浇带支撑体系必须待后浇带位置混凝土浇筑完成并达到规范及设计要求的强度后方可拆除。具体搭设方案见图 1。



说明：1. 后浇带部位模板支撑应采取分段搭设共同承载的方式，模板支架与后浇带模板一同搭设，但模板及支撑应断开，先浇筑完成的板施工完后后浇带支撑区域模板及支撑架不许拆除，先浇筑混凝土板支撑架与后浇带支撑架间距 200mm。
2. 后浇带两侧架体宽度按设计后浇带宽度 +200mm 搭设，后浇带两侧支撑为两排支撑立柱，排距不大于 400mm，立柱间距 1.0m，水平杆步距 1.5m，扫地杆离地高度 200mm；为加强后浇带支撑体系的整体性，支撑架体搭设竖方向剪刀撑，间距间隔 2 根立柱设置（即 3.0m）。
3. 立杆顶部采用可调支托规范支设，可调顶托使用长度不得大于 200mm，板底支撑立柱自由端长度不得大于 700mm。
4. 后浇带支撑体系所使用的材料必须满足国家相关规范的要求，所使用的钢管应统一涂刷标识，以防止该部位支撑架被误拆；后浇带支撑体系必须待后浇带位置混凝土浇筑完成并达到规范及设计要求的强度后方可拆除。

图 1 后浇带具体搭设方案

3.2 施工工艺

3.2.1 工艺流程

搭设支架→抄标高→安装可调顶托→安装板底主龙骨→安装板面次龙骨→调整平整度→铺设胶合板(厚8mm)→固定胶合板→加固→检查。

3.2.2 施工要点

(1) 绘制后浇带模板配板图, 严格按配板图制作模板, 并做好交底工作。

(2) 支撑采用钢管加顶托。在后浇带外搭设两排钢管, 作为后浇带支撑系统的断点。立杆布置要规整, 做到纵横对齐通顺, 使其能均匀受荷。

(3) 梁板模板安装时, 在双排钢管处(断点处)利用顶托将两侧模板断开(含底模和侧模)。

(4) 梁板后浇带两侧模板采用双层钢板网加钢筋网片支设, 梁板上口用15mm厚胶合板支设, 胶合板锯成“U”形模板条, 固定于后浇带侧面, 用50×100mm木方通长加固。

(5) 后浇带混凝土浇筑前, 后浇带两侧采用手锤及凿子及时进行清理、凿平、并利用清扫孔冲洗干净。

(6) 后浇带两侧混凝土达到拆模条件后即可拆除断点外模板及支撑, 后浇带支撑系统保留, 对于截面较大的梁在水平方向适当设置拉结, 防止后浇带支撑系统失稳。

(7) 后浇带砼用比两侧砼高一个级别的微膨胀砼浇灌, 浇灌前两侧砼上刷同等强度的水泥浆, 砼要振捣密实, 并按要求养护。

(8) 待后浇带混凝土强度达到规范要求后, 拆除后浇带模板及两边支撑系统。

4 模板支架受力计算

楼板现浇厚度为0.2米, 模板支架搭设高度为4.5米, 搭设尺寸为: 立杆的纵距 $b=1.00$ 米, 立杆的横距 $l=1.00$ 米, 立杆的步距 $h=1.50$ 米。模板面板采用胶合面板, 厚度为18mm, 板底木楞截面宽度:50mm; 高度: 100mm; 间距: 200mm; 梁顶托采用5号槽钢水平。采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$, 采用扣件连接方式。立杆上端伸出至模板支撑点长度: 0.20米。详见图2、图3。

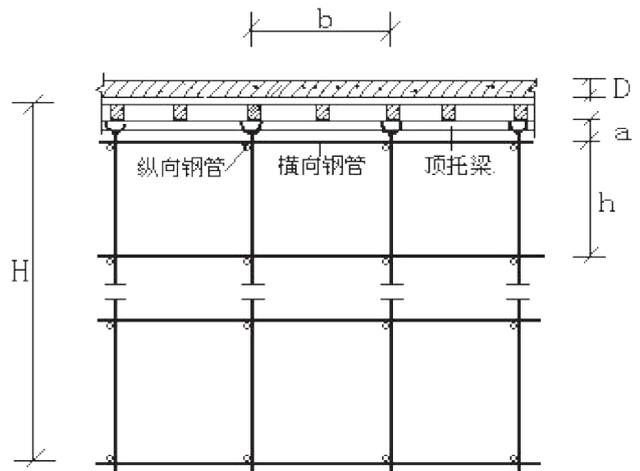


图2 楼板支架立面简图

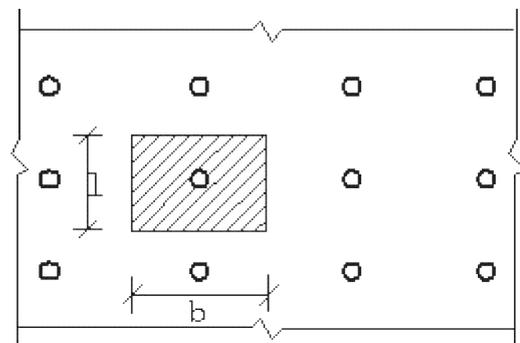


图3 楼板支架荷载计算单元

4.1 模板面板计算

面板为受弯结构, 需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板按照三跨连续梁计算。

使用模板类型为: 胶合板。

① 钢筋混凝土板自重(kN/m): $q_{11} = 25.100 \times 0.200 \times 1.000 = 5.020 \text{ kN/m}$;

② 模板的自重线荷载(kN/m): $q_{12} = 0.350 \times 1.000 = 0.350 \text{ kN/m}$

③ 活荷载为施工荷载标准值(kN/m): $q_{13} = 2.500 \times 1.000 = 2.500 \text{ kN/m}$

均布线荷载标准值为:

$$q = 25.100 \times 0.200 \times 1.000 + 0.350 \times 1.000 = 5.370 \text{ kN/m}$$

均布线荷载设计值为:

$$q_1 = 1.2 \times (5.020 + 0.350) + 1.4 \times 2.500 = 9.944 \text{ kN/m}$$

本算例中, 截面抵抗矩 W 和截面惯性矩 I 分别为:

$$W = 100.00 \times 1.80 \times 1.80 / 6 = 54.00 \text{cm}^3;$$

$$I = 100.00 \times 1.80 \times 1.80 \times 1.80 / 12 = 48.60 \text{cm}^4$$

4.1.1 抗弯强度计算

施工荷载为均布线荷载:

最大弯矩

$$M = 0.1q_1l_1^2 = 0.1 \times 9.944 \times 0.200^2 = 0.040 \text{kN.m}$$

$$\sigma = M / W < [f]$$

其中 σ ——面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M ——面板的最大弯矩 (N.m);

W ——面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ ——面板的抗弯强度设计值, 取 $13.00 \text{N}/\text{mm}^2$;

经计算得到面板抗弯强度计算值

$$\sigma = 0.040 \times 1000 \times 1000 / 54000 = 0.737 \text{N}/\text{mm}^2$$

面板的抗弯强度验算 $\sigma < [f]$, 满足要求。

4.1.2 挠度计算

验算挠度时不考虑可变荷载值, 仅考虑永久荷载标准值,

故采用均布线荷载标准值为设计值。

$$v = 0.677q_1l^4 / 100EI < [v] = l / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 5.370 \times 2004 / (100 \times 8000 \times 486000) = 0.015 \text{mm}$, 面板的最大挠度小于 $200.0/250$, 满足要求。

4.2 支撑方木的计算

方木按照均布荷载下三跨连续梁计算。

荷载的计算:

①钢筋混凝土板自重 (kN/m):

$$q_{11} = 25.100 \times 0.200 \times 0.200 = 1.004 \text{kN}/\text{m}$$

②模板的自重线荷载 (kN/m):

$$q_{12} = 0.350 \times 0.200 = 0.070 \text{kN}/\text{m}$$

③活荷载为施工荷载标准值 (kN/m):

$$q_{13} = 2.500 \times 0.200 = 0.500 \text{kN}/\text{m}$$

均布线荷载标准值为:

$$q = 25.100 \times 0.200 \times 0.200 + 0.350 \times 0.200 = 1.074 \text{kN}/\text{m}$$

均布线荷载设计值为:

$$q = 1.2 \times (1.004 + 0.070) + 1.4 \times 0.500 = 1.989 \text{kN}/\text{m}$$

按照三跨连续梁计算, 计算过程如下: 本算例中, 截面抵抗矩 W 和截面惯性矩 I 分别为:

$$W = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 / 6 = 83.33 \text{cm}^3;$$

$$I = 5.00 \times 10.00 \times 10.00 \times 10.00 / 12 = 416.67 \text{cm}^4$$

4.2.1 强度验算

施工荷载为均布线荷载: 最大弯矩

$$M = 0.1q_1l_1^2 = 0.1 \times 1.989 \times 1.000^2 = 0.199 \text{kN.m}$$

$$\sigma = M / W < [f]$$

其中 σ ——方木的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M ——方木的最大弯矩 (N.m);

W ——方木的净截面抵抗矩;

$[f]$ ——方木的抗弯强度设计值, 取 $16.50 \text{N}/\text{mm}^2$;

经计算得到方木抗弯强度计算值 $\sigma = 0.199 \times 1000 \times 1000 / 83333 = 2.387 \text{N}/\text{mm}^2$

方木的抗弯强度验算 $\sigma < [f]$, 满足要求。

4.2.2 抗剪验算

最大剪力

$$Q = 0.6q_1l = 0.6 \times 1.989 \times 1.000 = 1.193 \text{kN}$$

截面抗剪强度必须满足:

$$\tau = 3Q/2bh < [T]$$

截面抗剪强度计算值

$$\tau = 3 \times 1193 / (2 \times 50 \times 100) = 0.358 \text{N}/\text{mm}^2$$

截面抗剪强度设计值

$$[\tau] = 1.60 \text{N}/\text{mm}^2$$

方木的抗剪计算强度小于 $1.6\text{N}/\text{mm}^2$ ，满足要求。

4.2.3 挠度验算

验算挠度时不考虑可变荷载值，仅考虑永久荷载标准值，故采用均布线荷载标准值为设计值。

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = l / 250$$

方木最大挠度计算值

$$v = 0.677 \times 1.074 \times 10004 / (100 \times 9000 \times 4166667) = 0.194\text{mm}$$

方木的最大挠度小于 $1000.0/250$ ，满足要求。

4.2.4 最大支座力

最大支座力

$$N = 1.1ql = 1.1 \times 1.989 \times 1.000 = 2.188\text{kN}$$

5 结语

通过对在建的施工项目进行检查，发现在建工程后浇带模板支撑架搭设是存在下列问题：

①梁板后浇带模板支撑架未能与结构支撑架断开搭设，模板支架拆除时同时拆除后浇带模板支撑架，使梁板变成悬臂构件，改变了梁板的受力方式，致使梁板根部出现裂缝，

存在结构质量隐患^[1]；

②后浇带支撑拆除后重新加固，加固措施不到位，同时在后浇带支撑拆除的瞬间梁板的受力方式已发生改变，变形已经产生，重新加固只起到对后浇带稳固支撑的作用；

③后浇带位置采用二次支模，这种情况由于模板与混凝土面接触不紧密，后浇带浇筑混凝土时，混凝土浆沿缝隙挤出，极易造成新老混凝土交接处新混凝土外凸及漏浆^[1]。

本工程经过重新设计的后浇带支撑体系较好的解决了后浇带位置存在的结构质量隐患，模板支架安全隐患，以及混凝土观感质量差等问题，取得较好的效果，提高了本工程的整体质量，减少了相关安全事故的发生。

参考文献

- [1] 陈平. 后浇带施工技术在建筑工程中的应用[J]. 中外建筑, 2008(4): 148-150.
- [2] 林荣军, 李铭. 后浇带施工技术在房建施工中的应用分析[J]. 中国建筑金属结构, 2013(22): 67-67.
- [3] 李效航. 地下室顶板后浇带支撑体系探讨[J]. 福建建设科技, 2016(1): 66-68.
- [4] 赵纯. 后浇带独立支撑施工技术浅析[J]. 郑铁科技通讯, 2015(5): 34-37.