

大角度混凝土斜坡屋面施工技术

陈志新 赵保华

防城港中一重工有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i9.9036

[摘要] 本文以防城市工人文化宫项目为依托,介绍了大角度斜坡现浇混凝土屋面的施工难点及应对措施,制定了支架搭设、模板、钢筋、混凝土浇筑振捣及养护等施工工艺并严格执行,顺利完成斜坡屋面施工,效果良好。

[关键词] 工程施工;混凝土;施工技术

Construction Technology for Large-Angle Concrete Sloped Roofs

Chen Zhixin Zhao Baohua

Fangchenggang No.1 Heavy Industry Co., Ltd.

[Abstract] Using the urban workers' cultural palace project as a case study, this paper outlines the construction challenges and corresponding countermeasures for large-angle sloped cast-in-place concrete roofing. It details the implementation of construction processes—including support system erection, formwork installation, reinforcement placement, concrete pouring and vibration compaction, and curing—of which strict adherence was ensured. Consequently, the sloped roofing construction was successfully completed with satisfactory results.

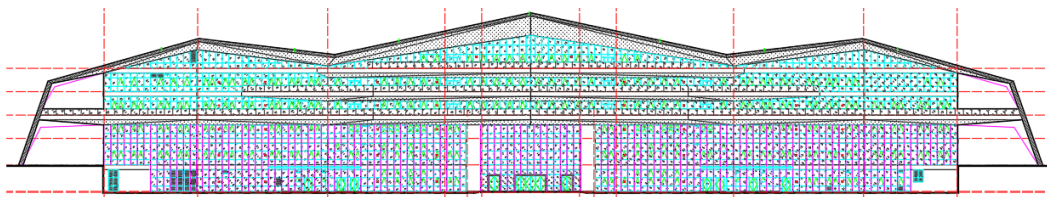
[Key words] construction engineering; concrete; construction techniques

1、工程概况

防城防城港市工人文化宫拟新建5层工人文化宫1栋,总建筑面积18631.15平方米,钢屋盖最大跨度40米;另含成品岗亭、全民健身中心等配套设施;道路、停车场8858.16平方

米,绿地10818.29平方米。

防城港市属亚热带季风性气候地区,主导风向为NNE,强风向为E,最大风速36m/s,常伴有暴雨或大暴雨。因此屋面设计为双坡面结构,以便排水。



混凝土斜坡屋面图

2、工程施工的难点及应对措施

2.1 工程施工难点

大角度斜坡混凝土屋面坡度可达 45° ,施工受重力、作业空间、混凝土成型控制等因素制约,难点集中在模板支护、浇筑振捣、养护及质量管控等方面。

模板体系稳定性差,易滑移坍塌。混凝土自重及施工荷载沿斜坡向下产生巨大侧推力,易导致模板下滑变形;支撑立杆难以垂直受力,地基承载力不足易失稳;模板接缝易漏浆。

混凝土浇筑振捣困难,易离析、空洞。坍落度偏大易浆体

流失、骨料分离,偏小则流动性差、无法摊铺;斜坡面狭窄,振捣棒难以垂直插入,易出现蜂窝、麻面、空洞;混凝土易沿坡下滑,导致厚度不均、坡度偏差。

施工安全风险高。作业人员易滑倒,设备、运输工具难以稳定停放,存在坠落风险;材料运至屋面后难以水平转运、均匀布料,需搭设运输通道。

养护难度大,易出现裂缝。养护水易沿坡面流失,难以保持湿润,易引发干缩裂缝;硬化过程中内外温差大、散热不均,易产生温度裂缝。

2.2 应对措施

模板体系稳定性：采用刚度大、变形小的模板，拼接处粘贴双面胶条密封防漏浆；陡坡屋面模板表面铺设防滑卷材或焊接防滑筋；模板横向设通长龙骨，间距 $\leq 300\text{mm}$ ；斜坡底部设地锚梁或抗滑桩固定模板，顶部预埋拉结螺栓与主体结构拉紧，抵消下滑推力。

混凝土浇筑振捣：采用低坍落度、高黏聚性混凝土，坍落度控制在 $80\sim 120\text{mm}$ ，掺入粉煤灰、矿粉等掺合料或高效减水剂分离析；沿坡度方向设横向分隔缝，将屋面划分为若干 $\leq 3\text{m}$ 的浇筑区段，“由下至上、分层推进”浇筑；采用小型插入式振捣棒（ $\phi 30\sim \phi 50$ ），插入下层混凝土 50mm ，快插慢拔，振至表面泛浆、无气泡溢出，间距 $\leq 300\text{mm}$ ；初凝前平板振捣器找平，抹光机收光。

施工安全：沿斜坡方向搭设满堂红脚手架，架宽 $\geq 1.2\text{m}$ ，脚手板铺防滑钢板，设 1.2m 高防护栏杆和挡脚板；作业人员佩戴防滑鞋、安全带并固定于牢固结构；大风、雨天严禁施工。

养护：初凝后立即覆盖土工布+塑料薄膜，边缘沙袋压实；陡坡屋面可喷涂养护剂替代洒水养护；养护期不少于 14d ，确保表面始终湿润

3、施工工艺

3.1 施工工艺流程

支架搭设前放线→钢管支撑架搭设→支撑架验收→屋面梁、板模板铺设固定→模板清扫及验收→钢筋绑扎→钢筋验收合格→梁侧模板封闭→混凝土浇筑、振捣、表面压光→混凝土养护→检验合格。

3.2 施工准备

3.2.1 技术准备

审查结构图纸，明确屋面坡度、截面尺寸、标高、起止点、钢筋配置、预埋件位置等；根据屋面自重、施工荷载、混凝土侧压力及坡度、高度、跨度进行结构计算，设计安全可靠的模板支撑系统，计算需考虑水平分力和垂直分力；确定面板、背楞、对拉螺栓的规格和布置方式；编制专项施工方案并技术交底；精确测设屋面平面位置和标高控制点并复核。

3.2.2 材料准备

水泥、砂、石、外加剂、钢筋符合设计要求；模板及支撑材料验收合格；下部结构强度达到设计要求；场地平整，水电到位；安全防护设施通过验收。

3.3 脚手架搭设

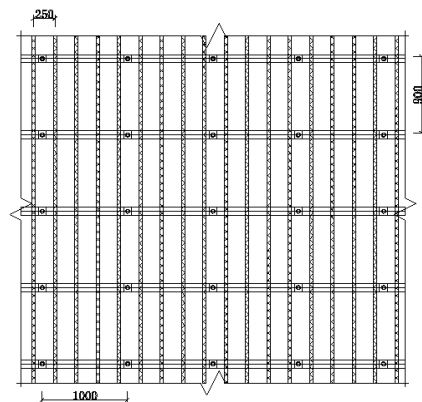
3.3.1 屋面板支撑架搭设

一般要求：立杆间距、步距、剪刀撑按专项方案施工；立杆底部设垫板或可调底座，基础坚实平整；设足够的斜撑、顶撑或连墙件抵抗浇筑时的水平分力，防止架体倾覆滑移；满布纵横双向连续剪刀撑；用可调顶托精确控制顶部标高。

3.3.2 东侧斜坡屋面钢管支撑架搭设

支撑架高度 14.5m ，属高支模，钢管 $\Phi 48\text{mm}$ ，经品茗软件计算：立杆间距横向 900mm 、竖向 1000mm ，步距 1500mm ，扫地杆离地 200mm ；次楞 40×80 方木，间距 25cm ；面板 14mm 厚覆

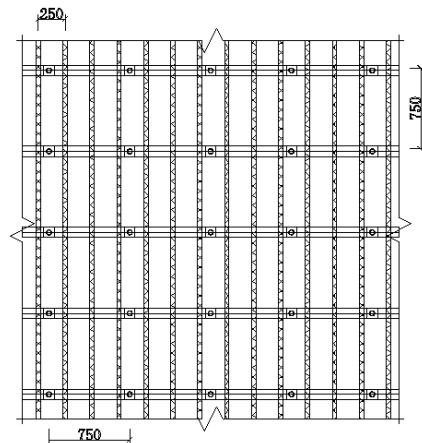
面木胶合板；可调托座内主梁2根钢管。



东侧斜坡钢管平面布置图

3.3.3 西侧斜坡屋面钢管支撑架搭设

搭设高度 5.1m ，立杆间距横、竖向均 750mm ，步距 1500mm ；次楞 40×80 方木，间距 25cm ；面板 14mm 厚覆面木胶合板；斜坡位置采用 $200\times 3000\times 50\text{mm}$ 垫板；可调托座内主梁2根钢管。



西侧斜坡屋面钢管平面布置图

3.3.4 屋面梁支撑架搭设

梁截面 350×1800 、 400×2100 、 450×1800 、 600×1800 等，经品茗软件计算：步距 1500mm ，立杆间距横向 1000mm 、竖向 450mm ；梁底立柱2根，托座内主梁2根钢管；梁底小梁平行梁跨方向，最大悬挑 300mm ，共4根均匀布置。铺方木后铺梁底模，枋木条作立档支撑， 14mm 厚模板压脚压紧侧模底部，吊直侧模后加2道 $\Phi 14$ 穿墙螺杆。梁跨度大于 4m 时跨中梁底按设计起拱（无要求时为梁跨度的 $1/1000\sim 3/1000$ ）： 350×1800 梁起拱 45mm ， 400×2100 起拱 30mm ， 400×1800 起拱 35mm 。

3.3.5 屋面边梁

边梁截面 700×2000 ，步距 1500mm ，立杆间距横向 400mm 、竖向 1000mm ，梁底立柱3根，梁底小梁5根；梁截面 600×1350 ：立杆间距横向 400mm 、竖向 900mm ，梁底小梁4根，做法同上。

3.4 底模板安装与固定

根据放线位置安装梁底模板，确保标高、坡度、轴线准确；按模板图拼装成整体，梁底模与顶托或木方顶紧，铁丝或钉子固定，坡度大处增设防滑木楔；跨度较大的斜梁按设计或规范（通常为跨度的 $1/1000\sim 3/1000$ ）起拱。墨线弹出模板内线、

边线及控制线,水准仪引测标高;破损面板不得使用;支模前对前道工序按图复核。跨度 $\geq 4\text{m}$ 的梁起拱 0.2% ,梁模板上口设锁口杆拉紧; $\geq 2\text{mm}$ 板缝用胶带纸封贴;梁模板从两端往中间铺排,嵌木在梁中,清扫口在梁端;梁高 ≥ 300 的侧模底部压条用方木加钢管顶夹牢。

3.5 钢筋绑扎

绑扎流程:清理模板→画钢筋分档线→绑扎板下受力筋→设置马凳筋→绑负弯矩钢筋→设置保护层垫块→局部调整→验收交接。钢筋绑扎牢固,防止浇捣时绑扣松散、移位露筋;马凳筋与上下层钢筋接触点及周边 $2\sim 3$ 道范围内钢筋网点焊加强整体性;用水泥砂浆垫块留足保护层并预埋扎丝绑扎,严禁以钢筋垫钢筋;双层钢筋网间设马凳筋,不小于 $\phi 10$,间距不大于 $600\text{mm}\times 600\text{mm}$ 。主筋位置、间距、锚固及搭接长度符合设计要求;斜梁钢筋增加架立筋、垫块、定位卡具防移位下滑。板受力筋从距墙或梁边 $a/2$ 开始配置;下部纵筋锚固伸至墙或梁中心线且不小于 $5d$,上部纵筋支座处锚固长度不小于 L_{aE} ;板筋上层弯钩朝下、下层朝上。用垫块控制保护层,预埋件、止水钢板安装牢固。

3.6 侧模板安装与固定

侧模应具有足够的强度和刚度,背楞间距和对拉螺栓间距经计算确定,以抵抗新浇混凝土侧压力(考虑坡度影响);对拉螺栓配合背楞按方案加固,梁高较大或坡度较陡时加密;拼缝用双面胶条或腻子嵌缝;侧模外侧增设斜撑防倾覆变形。

3.7 混凝土浇筑

3.7.1 浇筑前的准备

模板洒水润湿防止改变水灰比;安全防护设施验收并作技术、安全交底;浇筑过程派 $2\sim 3$ 人看模,发现移位及时调整加固;变形损坏的模板配件及时修理。

3.7.2 混凝土浇筑施工

3.7.2.1 混凝土防下滑措施

本工程坡屋面坡度较陡(最大 30° 、最小 15°),振捣中混凝土易滑落、离析,只能在斜坡上无约束自然成型,密实性难控制,易留渗漏隐患。采用如下方法:

1)沿坡屋面自檐口向屋脊每隔 600mm 设一道水平钢丝网,与上下铁绑扎牢固,浇注时自下而上,边浇边拍实,逐级向上,成型后易于密实。

2)先浇筑离起坡线向上约 2 米位置,待其稍凝固后再浇上部,控制下滑速度;先浇梁内混凝土,梁浇到一定高度后浇斜板,依次施工。

3)人工配合布料杆布料(垂直于浇筑面),手提式轻型插入振动棒振捣;振捣中大量混凝土下滑至底部平台,板厚不均,用铁锹刮铲并将下部混凝土运至所需位置拍打,形成小面后再振捣;初凝前用手提式平板振动器由下而上振捣收面抹平,循环施工至一个面完成。

4)混凝土坍落度要求 $160\pm 20\text{mm}$,可用汽车泵泵送,但需防止堵管。

3.7.2.2 混凝土屋面板厚度及平整度控制

钢筋验收合格后测出屋脊、阴阳角和水沟内边处混凝土标高,用钢筋头标识在梁板钢筋上,间距不大于 5 米,拉线控制标高;屋脊端部和阴阳角处拉通线,保证脊线与谷线顺直

3.7.2.3 屋面板混凝土浇注

从屋檐开始由下往屋脊施工,以屋脊线为对称轴两边对称浇筑,间隔小于初凝时间(约 3 小时);均匀布料;控制振捣作用半径(插点间距不大于 200);专职人员指挥,经常观察模板、支撑、钢筋情况,发现变形及时处理;多点拉线或钢筋插入法检查板厚和标高; 4 米刮尺控制标高,振捣后抹平。

3.7.2.4 混凝土收面

按清水楼板面要求施工,收面密实、平整、压光,不得起皮、起砂、龟裂;局部蜂窝麻面用细石混凝土或水泥砂浆(1:2)修补,确保结构安全性。

3.8 混凝土养护

浇筑完毕后 12 小时以内覆盖麻袋(棉毡)并浇水,养护期不少于 7 昼夜,掺缓凝剂或有抗渗要求的不少于 14 天。斜面养护注意覆盖严密、洒水均匀,防止过快蒸发开裂;养护期间避免踩踏、施加荷载。

3.9 模板拆除

按“先支后拆、后支先拆,先非承重后承重”的顺序拆除。侧模在混凝土强度能保证表面及棱角不受损伤时拆除(通常 $\geq 1.2\text{MPa}$);底模及支撑待强度达到设计要求(以同条件养护试块强度为依据)后拆除,斜梁底模须严格遵守强度要求。拆除时严禁抛掷,材料及时清运。

3.10 质量控制

测量定位精度:梁轴线、标高、屋面坡度;支撑系统稳定性:立杆垂直度、间距、步距、剪刀撑设置;模板安装遵照GB50204及其他有关规范;钢筋工程控制规格、数量、位置、间距、锚固、搭接、保护层、节点构造;混凝土工程控制原材料、配合比、坍落度、浇筑顺序、振捣密实度、养护措施。屋面平整度、观感达到一般抹灰质量要求;坡度与标高满足设计和规范规定;混凝土面不得起皮、起砂、龟裂;拆模时间以同条件养护试块强度为依据。

4、结论

本工程严格按设计图纸和国家现行规范施工,坚持过程质量管控,从支撑架搭设、原材料、配合比、施工工艺、环境条件等多因素进行质量检查和检测;精准控制屋面混凝土拌合、浇筑、振捣及养护,保证了斜坡现浇混凝土的施工质量。实践证明该工艺科学合理、可行有效,可为类似工程提供借鉴。

[参考文献]

- [1]GB50007-2011《建筑地基基础设计规范》
- [2]GB50666-2011《混凝土结构工程施工规范》
- [3]GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》
- [4]GB50207-2012《屋面工程施工质量验收规范》
- [5]GB50345-2012《屋面工程技术规范》
- [6]GB50300-2013《建筑工程施工质量验收统一标准》