

×××××项目

高大模板施工专项方案

编制人：_____

审核人：_____

批准人：_____



目 录

| | |
|---------------------------|----|
| 第一章 编制说明及依据..... | 4 |
| 第一节 编制说明..... | 4 |
| 第二节 编制依据..... | 4 |
| 第二章 工程概况..... | 6 |
| 第一节 基本概况..... | 6 |
| 1. 工程总体概况..... | 6 |
| 2. 结构设计概况..... | 7 |
| 3. 混凝土强度等级概况..... | 7 |
| 第二节 高支模概况..... | 7 |
| 1. 3-4#楼概况表..... | 8 |
| 2. 3-4#楼墙、柱、梁截面尺寸概况表..... | 8 |
| 3. 转换层支撑体系施工平面布置..... | 8 |
| 4. 施工要求和技术保证条件..... | 8 |
| 第三章 施工计划..... | 10 |
| 第一节 施工准本..... | 10 |
| 1. 模板安装前的技术准备..... | 10 |
| 第二节 材料设备配置计划..... | 10 |
| 1. 材料的选择..... | 10 |
| 2. 材料的配置计划..... | 11 |
| 3. 测量仪器的配置计划..... | 11 |
| 第三节 施工进度计划..... | 12 |
| 第四章 施工工艺技术..... | 13 |
| 第一节 支撑体系的地基处理措施..... | 13 |
| 第二节 模板支撑系统的设计..... | 13 |
| 1. 各种梁截面梁底支撑体系的设计..... | 13 |
| 2. 梁侧模加固的设计..... | 26 |
| 3. 板模板支撑体系的设计..... | 28 |
| 4. 墙模板的设计..... | 28 |
| 5. 柱截面的设计..... | 28 |
| 第三节 模板的制作和安装..... | 29 |
| 1. 模板制作..... | 29 |
| 2. 顶板施工..... | 29 |
| 3. 梁模板施工..... | 29 |
| 4. 剪力墙、柱模板施工..... | 30 |
| 第四节 支撑体系搭设的构造要求..... | 30 |
| 1. 立杆底座..... | 30 |
| 2. 可调顶托..... | 30 |
| 3. 扫地杆..... | 30 |
| 4. 剪刀撑..... | 30 |

| | |
|------------------------|----|
| 第五节 混凝土的浇筑工艺..... | 31 |
| 1. 混凝土浇筑的安全控制 | 31 |
| 2. 混凝土浇筑的施工措施 | 32 |
| 第六节 模板的拆除..... | 32 |
| 1. 强度要求 | 32 |
| 2. 拆模申请 | 33 |
| 3. 安全防护 | 33 |
| 4. 技术要求 | 33 |
| 第五章 施工安全保证措施..... | 35 |
| 第一节 安全管理体系..... | 35 |
| 1. 安全管理组织机构 | 35 |
| 2. 安全责任制度和安全管理职责 | 35 |
| 第二节 施工安全技术措施..... | 37 |
| 1. 高大模板安全施工管理要求 | 37 |
| 2. 施工过程中动态检查的内容 | 38 |
| 3. 模板安装和拆除的安全技术措施..... | 38 |
| 第三节 高支模的质量管理措施..... | 40 |
| 1. 模板允许偏差 | 40 |
| 2. 质量通病的防治 | 41 |
| 第四节 施工监测措施..... | 42 |
| 1. 监测目的 | 42 |
| 2. 监测内容 | 42 |
| 3. 监测预警值 | 43 |
| 4. 监测仪器及精度 | 43 |
| 5. 监测频率 | 43 |
| 6. 监测方法 | 44 |
| 7. 数据处理与信息反馈 | 44 |
| 8. 人员及组织 | 45 |
| 9. 监测计划及措施 | 45 |
| 10. 其他安全监控内容 | 45 |
| 第五节 高大模板的检查验收..... | 46 |
| 1. 验收总要求 | 46 |
| 2. 验收程序 | 46 |
| 3. 支架检查过程中的要点 | 47 |
| 第六节 应急救援预案..... | 51 |
| 1. 概况 | 51 |
| 2. 生产安全事故应急救援组织机构..... | 51 |
| 3. 应急救援组织架构图 | 51 |
| 4. 应急响应 | 52 |
| 5. 针对性措施和应急措施 | 53 |
| 第六章 劳动力计划..... | 57 |
| 第七章 计算书..... | 58 |
| 第一节 柱模板的验算..... | 58 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第二节 450MM 厚楼板计算 | 79 |
| 第三节 梁底支撑计算 | 87 |
| 1. 梁跨立杆间距 1000mm 的梁截面 | 87 |
| 2. 梁跨立杆间距 500mm 的梁截面 | 162 |
| 第四节 梁侧模计算 | 275 |
| 附件一：施工平面图 | 297 |
| 附件二：高支模满堂支撑架立杆布置图 | 298 |
| 附件三：高支模剖立面图 | 299 |
| 附件四：高支模剪刀撑布置图 | 300 |
| 附件五：混凝土浇筑顺序图 | 301 |
| 附件六：监测点布置平面图 | 302 |

第一章 编制说明及依据

第一节 编制说明

根据《关于印发〈危险性较大的分部分项工程安全管理办法〉的通知》（建安办函【2012】8号）第五条规定。施工单位应当在危险性较大的分部分项工程施工前编制专项方案；对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织专家对专项方进行论证。

在该管理办法《附录二》中明确：模板工程及支撑体系中规定，混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上，搭设跨度 18m 及以上，施工总荷载 15KN/m^2 及以上，集中线荷载 20KN/m 及以上模板支撑系统，属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围。

针对高支模的特点，经我们分析，高支模的主要承重部分是支撑，而模板支撑的设计计算出自于脚手架设计计算，但它与脚手架有一定的差别，主要是：一是承受垂直荷载大；二是在施工中砼输送、倾倒、振捣混凝土作业会增加垂直、水平荷载，使它产生较大的振摆；三是它无刚性连墙杆牵拉约束摆动，因此，这对模板支撑稳定，尤其是对高支模的稳定很不利。

高支模坍塌事故都是失稳破坏造成的，而且都是先从局部坍塌，使钢筋混凝土牵动模板支撑往坍塌处倾倒，造成大面积坍塌。因此，针对高支模承受荷载和结构特点，增大荷载分项系数，设置水平拉杆，设置剪刀撑、设置斜撑加固，以提高高支模的整体稳定强度，根据本工程不同部位高支模特点，以及代表性不同，我们对较大断面的梁进行构造设计及验算。

第二节 编制依据

- 1、地方性的规定规范要求；
- 2、工程招标文件、施工图纸、图纸会审及设计变更的等；
- 3、建筑工程施工质量验收统一标准 GB50300-2001；
- 4、混凝土结构工程施工质量验收规范 GB50204-2002；
- 5、混凝土结构设计规范 GB50010-2002；
- 6、建筑施工模板安全技术规范 JGJ162-2008；
- 7、建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范 JGJ130-2011；

- 8、建筑施工安全检查标准 JGJ59-2011；
- 9、建筑结构荷载规范 GB50009；
- 10、木结构设计规范 GB50005-2003；
- 11、建筑工程施工工艺标准（中国建筑工程总公司编制）；
- 12、建质【2009】 87 号文；
- 13、建质【2009】 254 号文；
- 14、建质【2011】 111 号文；
- 15、XXXX 项目施工组织设计；

第二章 工程概况

第一节 基本情况

（注：项目部应补充工程的基本情况）

例：建筑一生有限公司花果园 B 南区 3-4#楼工程概况：

B 南区 3-4#楼工程位于某某市南明区花果园路地段。本工程东靠沙坡路，北临花果园大街，南靠看牛坡山。



1. 工程总体概况

| | |
|------|----------------------|
| 工程名称 | 花果园项目 B 南区 3-4#楼工程 |
| 建设单位 | |
| 监理单位 | |
| 地勘单位 | |
| 设计单位 | |
| 施工单位 | |
| 监督单位 | |
| 结构类型 | 框支—剪力墙结构 |
| 建筑面积 | 58455 m ² |

| | |
|------|---------------------|
| 建筑层数 | 3-4#楼地下 2 层，地上 33 层 |
|------|---------------------|

2. 结构设计概况

| 项目名称 | 具体内容 | |
|--------|---------------------------------------|--------------------|
| 结构设计 | 设计使用年限 | 50 年 |
| | 结构安全等级 | 二级 |
| | 结构抗震等级 | 6 度设防 |
| 结构形式 | 结 构 | 框支—剪力墙 |
| 工程地基基础 | 基 础 | 钢筋砼人工挖孔桩，独立基础，条形基础 |
| 抗震等级 | 底部加强部位及框支框架抗震等级为一级，非底部加强部位剪力墙抗震等级为三级。 | |
| 场地类别 | II 类 | |
| 环境类别 | 室内正常环境为一类，室内潮湿、露天及与水土直接接触部分为二类 A。 | |
| 板厚 | 120mm、180mm 厚 | |

3. 混凝土强度等级概况

| 结构部位 | 构件位置 | 混凝土强度等级 |
|-------|--------------|-------------|
| 基础 | 桩基 | C30 |
| | 底板、地梁 | C30（P6） |
| | 独基、条基（1-7#楼） | C35（P6） |
| | 基础垫层 | C15 |
| 地下室结构 | 梁板 | C30（P6） |
| | 墙柱 | C50（外墙柱 P6） |
| 主体结构 | 剪力墙、柱 | C50 |
| | 梁、板 | C30 |
| | 转换层梁板 | C55 |

第二节 高支模概况

（注：项目部应补充高大模板分布的区域、工程特点、施工平面及立面布置、施工要求和技术保证条件，具体明确支模区域、支模标高、高度、支模范围内的梁截面尺寸、跨度、板厚、支撑的地基情况等。）

例：建筑一生有限公司花果园 B 南区 3-4#楼高支模概况：

1. 3-4#楼概况表

| 楼层号 | 板厚 (mm) | 楼板砼等级 | 标高 | 层高 (m) | 备注 |
|-----|---------|-------|--------------|--------|-----|
| 四层 | 180 | C50 | 9.970~16.270 | 6.3 | 转换层 |
| 三层 | 120 | C30 | 4.970~9.970 | 5 | 支撑层 |
| 二层 | 120 | C30 | -0.030~4.970 | 5 | 支撑层 |

2. 3-4#楼墙、柱、梁截面尺寸概况表

| 部位 | 主要截面尺寸 (mm) | 层高 (m) | 板厚(mm) |
|-------|--|--------|--------|
| 墙厚 | 200、400、450、500、600、650 | 6.3 | 180 |
| 柱截面尺寸 | 1000×1000、1050×1050、1000×1100、1100×1100、1200×1200、1250×1250、1350×1350 | | |
| 梁截面尺寸 | 100×200、150×250、200×400、200×450、200×500、250×700、300×400、300×700、400×700、400×1200、600×700、600×1000、600×1100、600×1200、600×1400、600×1900、700×900、700×1200、700×1400、700×1600、700×1700、700×1800、800×1200、800×1400、800×1600、800×1700、800×1800、800×1900、800×2200、900×1400、900×1700、900×1800、900×1900、900×2000、950×1800、950×2000、950×2050、950×2200、1000×2400、1100×1600、1100×1700、1100×2400、1400×1200 | | |

3. 转换层支撑体系施工平面布置

本工程设置一台 TC5613 型塔吊，半径 50 米；并设置有一个钢筋加工场地、一个木方加工场地和一个钢管加工场地，可满足转换层施工要求。（施工平面布置图详见后附图一）

4. 施工要求和技术保证条件

4.1. 施工要求

（1）施工目标：

确保高支模搭设、使用、拆除过程中施工安全，保质保量完成转换层图纸设计的全部内容。

（2）施工技术要求

必须严格按照安全技术规范和本方案要求进行搭设，如果局部与方案不符的地方，应由技术部负责人按方案要求及相关国家规范规定进行处理，不得擅自更改。

（3）施工质量要求

必须严格控制材料质量，使用合格材料，支撑系统构造要求严格按规范要求设置。

4.2. 技术保证条件

（1）项目部成立安全生产小组，严格执行安全专项施工方案，加强对高大模板支撑体系搭设、混凝土浇筑以及模板拆除过程中的监督、管理，确保施工安全。

（2）本工程所采用的材料、半成品均应满足规范和安全施工要求。

（3）对施工方案之中所采用各种规范、规程、标准、图纸和政府文件等必须为现行及最新的指导性文件。

（4）本工程选用建筑扣件式钢管脚手架作为支撑体系。

（5）加强技术交底和施工过程控制，严格执行由专家审核通过的施工方案。

（6）特种作业人员必须持证上岗，进入施工现场必须正确佩戴安全防护用品。

（7）在高大模板支撑体系搭设、拆除及混凝土浇筑过程中，安排专业技术人员现场指导，并设专人负责进行安全检查，加强监控监测工作，发现隐情，立即停止施工并应采取应急措施。排除险情后，方可继续施工。

（8）转换层高大模板以下保留两层支撑，且在大梁下立杆加密，上下层对位。

第三章 施工计划

第一节 施工准本

1. 模板安装前的技术准备

1.1. 图纸的审核

项目部技术部门及施工部门首先针对设计图纸的要求进行核对，确保结构设计和建筑设计无冲突，尺寸标注无误，技术人员、施工员和施工班组能充分领会设计意图。

1.2. 方案的制定和安全技术交底

项目部技术部门应编制高大模板工程施工专项方案，在方案的编制前，组织项目部安全部门、生产部门、质量部门的技术人员认真学习《建筑模板施工安全技术规范》（JGJ162-2008）、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130-2011）、《混凝土结构工程施工规范》（GB50666-2011）和《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ80—91）。项目部的管理人员结合多年来积累的施工经验，提出合理化建议，对于所引用的规范中有要求不一致的方面，按更严格规范条文的执行，编制切实可行的施工专项方案。

高大模板施工专项方案应按照建质[2009]87号文的相关要求审批，并进行专家论证，现场施工严格按审批论证后的方案执行，项目工程技术负责人或方案编制人员应当根据专项施工方案和有关规范、标准的要求，对现场管理人员、操作班组、作业人员进行安全技术交底，并履行签字手续。安全技术交底的内容应包括模板支撑工程工艺、工序、作业要点和搭设安全技术要求等内容，并保留记录。

第二节 材料设备配置计划

1. 材料的选择

确保材料质量合格，货源充足，按材料进场计划分期分批进场，并按规定地点存放，做好遮盖保护。同时对各种进场材料进行抽检试验并附有新钢管应有产品质量合格证；其质量检验报告及其钢管材质检验方法应符合现行国家标准《金属拉伸试验方法》

（GB/T228）的有关规定，质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》（GB/T700）中 Q235-A 级钢的规定。

钢管型号选用选用 $\Phi 48 \times 3.5$ 的钢管，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；钢管外径、壁厚等的偏差应符合表 3.1；钢管必须涂有防锈漆；新扣件应有生产许可证、法定检测单位的测试报告 and 产品质量合格证；旧扣件使用前应进行质量检查，有裂缝、变形的严禁使用，出现滑丝大螺栓必须更换；新、旧扣件均应进行防锈处理，并对多次使用的受力材料作必要的强度测试。

表 3.1 钢管尺寸允许偏差表

| 序号 | 项目 | 允许偏差 (mm) | 检查工具 |
|----|------------|-----------|------|
| 1 | 外径 | -0.5 | 游标卡尺 |
| 2 | 壁厚 | -0.5 | 游标卡尺 |
| 3 | 立杆钢管弯曲立杆弯曲 | 3m<L≤4m | ≤12 |
| | | 4m<L≤6m | ≤20 |
| 4 | 水平杆、斜杆弯曲 | L≤6m | ≤30 |

模板选用 1830×915×18mm 九层胶合板。必须符合我国林业部规定的《混凝土模板用胶合板》专业标准 ZBB70006-88 中的规定。

木方选用经过刨制并且质量较好的 50×100mm 木枋，不得使用有腐朽、霉变、虫蛀、折裂、枯节的木材。木材的材质标准应符合现行国家标准《木结构设计规范》GB50005 的规定。

2. 材料的配置计划

表 3.2 材料配置计划

| 序号 | 材料名称 | 单位 | 型号 | 用量 |
|----|------|----------------|----|----|
| 1 | 钢管 | T | | |
| 2 | 模板 | m ² | | |
| 3 | 木方 | m ³ | | |
| 4 | 对拉螺杆 | m | | |
| 5 | 扣件 | 个 | | |

3. 测量仪器的配置计划

表 3.3 测量及通讯设备配置计划

| 序号 | 名称 | 精度 | 单位 | 数量 | 用途 |
|----|------|----|----|----|----|
| 1 | 经纬仪 | | | | |
| 2 | 水准仪 | | | | |
| 3 | 水准标尺 | | | | |
| 4 | 钢卷尺 | | | | |
| 5 | 吊锤 | | | | |
| 6 | 对讲机 | | | | |

第三节 施工进度计划

（注：以支撑架的搭设、浇筑墙柱、浇筑梁板为时间节点进行安排）

例：建筑一生有限公司合生颐廷项目地下车库高支模施工进度计划：



第四章 施工工艺技术

第一节 支撑体系的地基处理措施

竖向模板和支架立柱支承部分安装在基土上时，应加设垫板，垫板应有足够强度和支承面积，且应中心承载。回填土分层夯实，每层回填的厚度不超过 400mm，用机械碾压密实，再铺 1：1：5 水泥石粉中砂 100mm 厚，面层浇注 C15 素混凝土 150mm 厚。基土应坚实，浇筑 150mm 厚的 C15 素混凝土垫层，并采取防水、排水措施，地基承载力为 150Kpa。

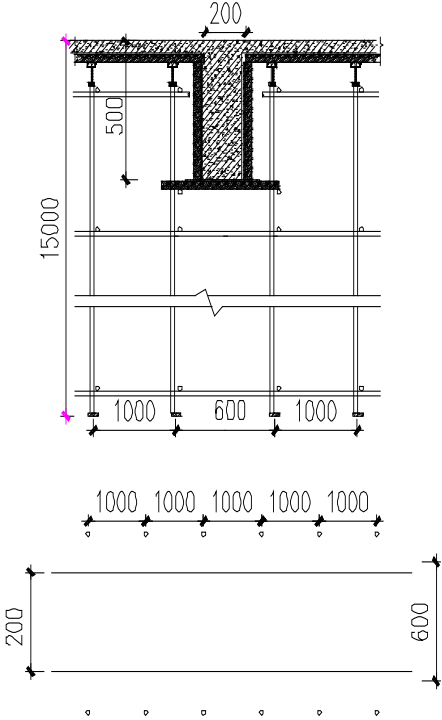
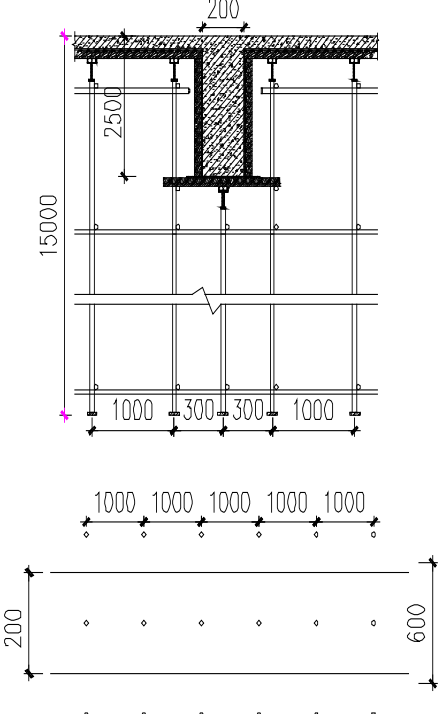
第二节 模板支撑系统的设计

1. 各种梁截面梁底支撑体系的设计

本方案主要将梁的支撑形式按照梁跨度方向的立杆间距分为两大类，一类是沿梁跨方向的间距为 1000mm，与板底的立杆间距相同，另一类是沿梁跨方向的间距为 500mm，为板底立杆间距的一半。各梁截面梁底的具体支撑形式如表 4.1 所示：

表 4.1 各梁截面梁底的支撑形式

沿梁跨方向立杆间距1000mm；梁底采用50×100mm的木方，平行梁截面，间距250mm；托梁采用48×3.5mm的双钢管。水平杆步距1500mm，最顶部一道水平杆距板底或梁底不大于400mm，立杆布置间距如图所示。

| 适用范围 | 支撑图 |
|--|--|
| <p>梁截面面积$S \leq 0.1 \text{ m}^2$ (以梁宽200mm, 梁高500mm 为例)</p> |  |
| <p>梁宽$\leq 200 \text{ mm}$ $500 < \text{梁高} \leq 2500 \text{ mm}$</p> |  |

| | |
|--|--|
| <p>200mm < 梁宽 ≤ 300mm 梁高 ≤ 2000mm</p> | |
| <p>300mm < 梁宽 ≤ 400mm 梁高 ≤ 1500mm</p> | |

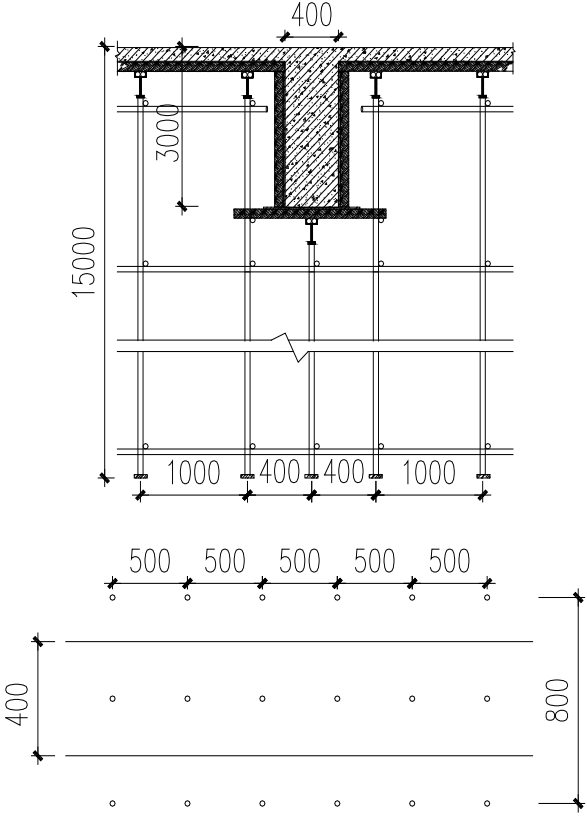
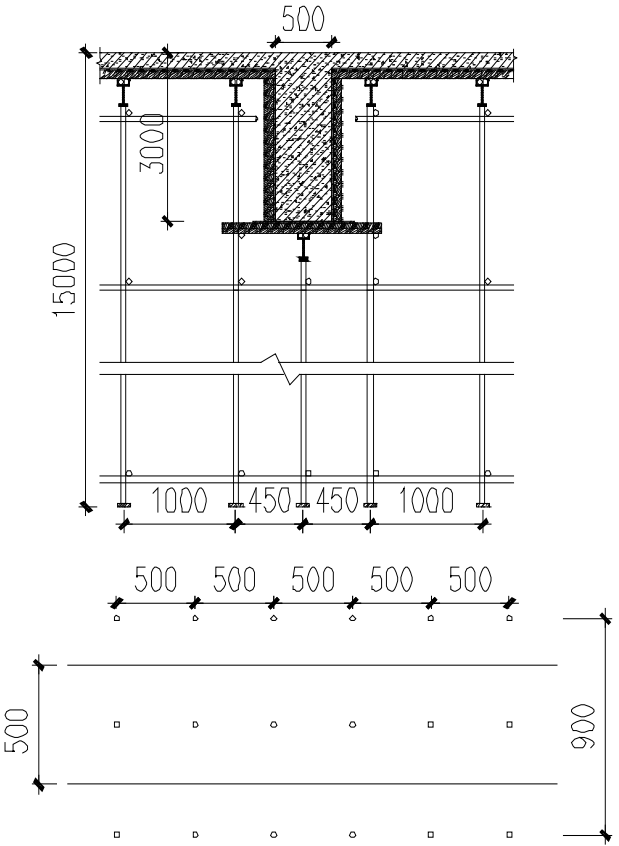
| | |
|--|--|
| <p>400mm < 梁宽 ≤ 500mm 梁高 ≤ 1200mm</p> | |
| <p>500mm < 梁宽 ≤ 600mm 梁高 ≤ 1900mm</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>600mm < 梁宽 ≤ 700mm 梁高 ≤ 1800mm</p> | |
| <p>200mm < 梁宽 ≤ 300mm 梁高 ≤ 2000mm</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>800mm < 梁宽 ≤ 900mm 梁高 ≤ 1400mm</p> | |
| <p>900mm < 梁宽 ≤ 1000mm 梁高 ≤ 1500mm</p> | |
| <p>沿梁跨方向立杆间距500mm；梁底采用50×100mm的木方，木方平行梁截面，间距250mm；托梁采用48</p> | |

×3.5mm的双钢管；水平杆步距1500mm，最顶部一道水平杆距板底或梁底不大于400mm，立杆布置间距如图所示。

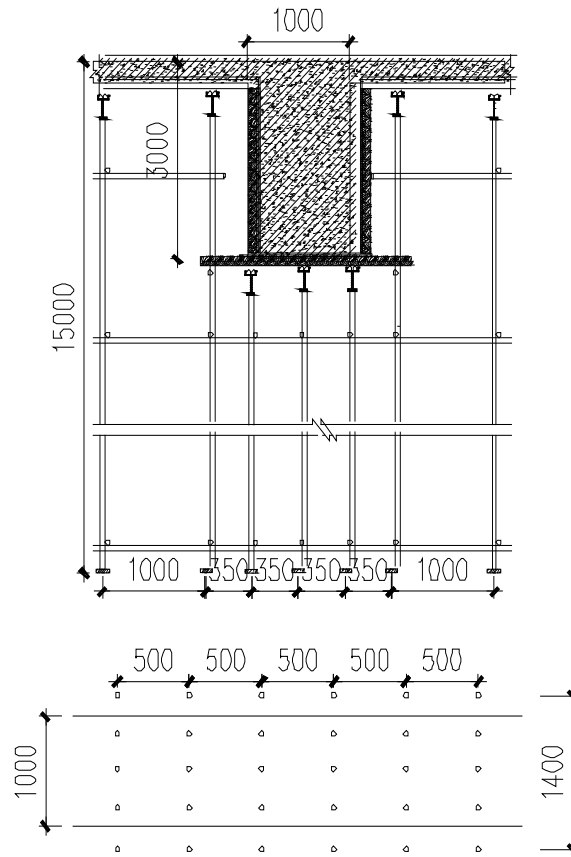
| 适用范围 | 支撑图 |
|---|-----|
| <p>梁宽$\leq 200\text{mm}$ 梁高$\leq 3000\text{mm}$</p> | |
| <p>$200\text{mm} < \text{梁宽} \leq 300\text{mm}$ 梁高$\leq 3000\text{mm}$</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>300mm < 梁宽 ≤ 400mm 梁高 ≤ 3000mm</p> |  |
| <p>400mm < 梁宽 ≤ 500mm 梁高 ≤ 3000mm</p> |  |

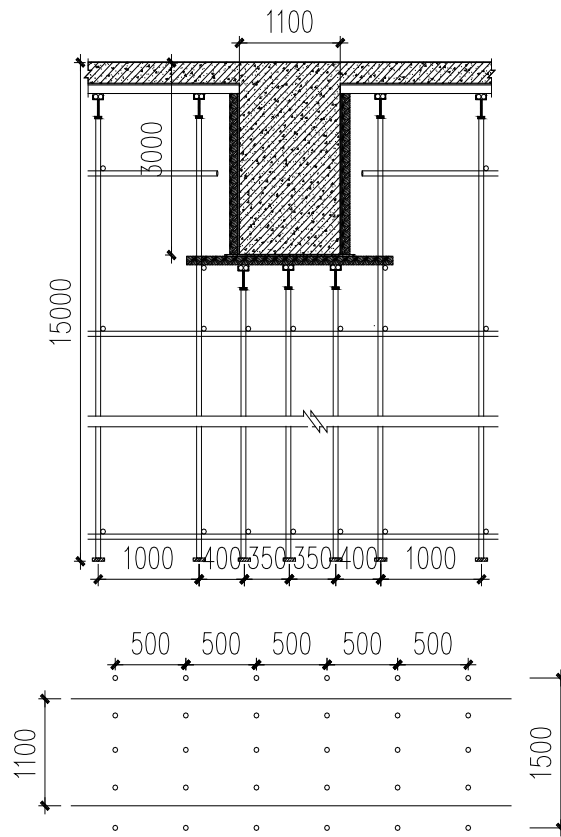
| | |
|--|--|
| <p>500mm < 梁宽 ≤ 600mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |
| <p>600mm < 梁宽 ≤ 700mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>700mm < 梁宽 ≤ 800mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |
| <p>800mm < 梁宽 ≤ 900mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |

900mm < 梁宽 ≤ 1000mm
梁高 ≤ 3000mm

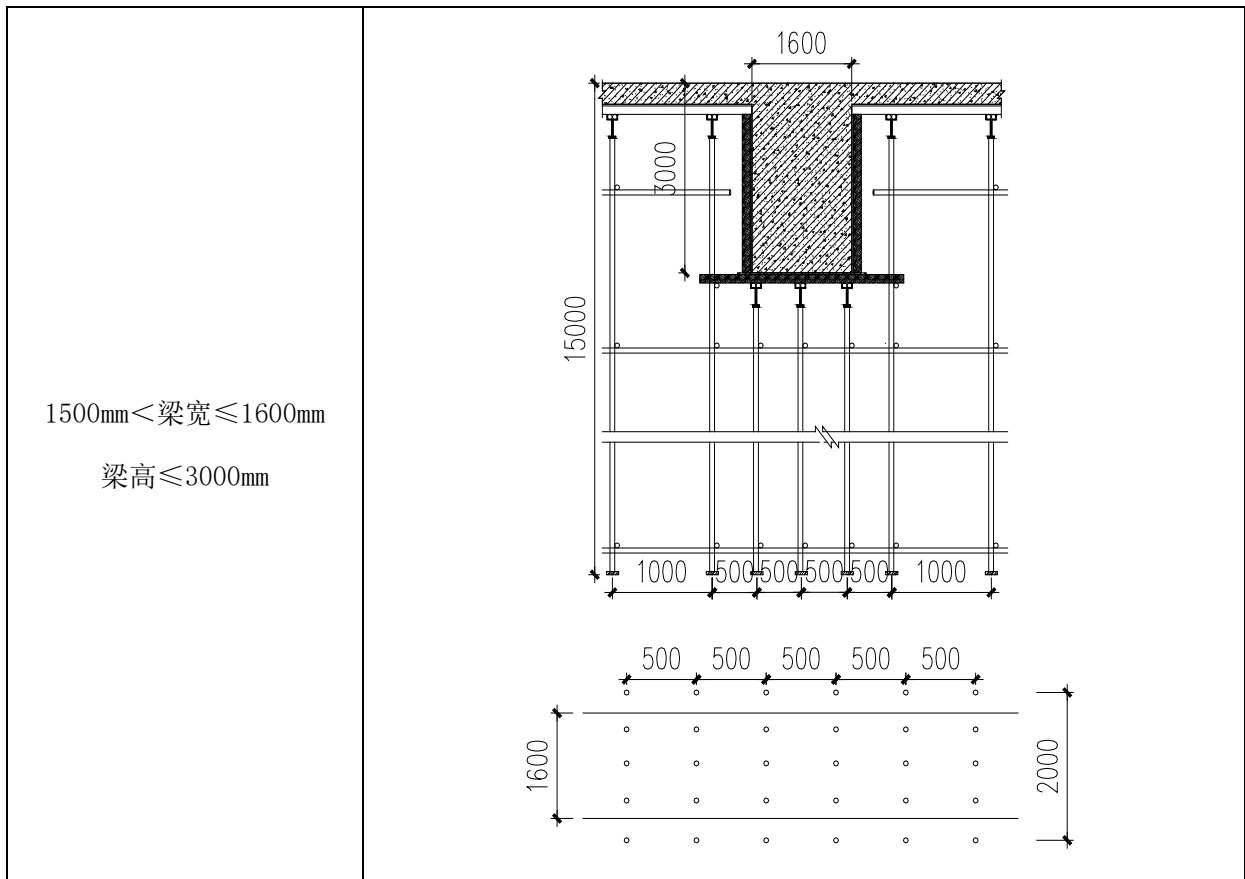


1000mm < 梁宽 ≤ 1100mm
梁高 ≤ 3000mm



| | |
|--|--|
| <p>1100mm < 梁宽 ≤ 1200mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |
| <p>1200mm < 梁宽 ≤ 1300mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>1300mm < 梁宽 ≤ 1400mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |
| <p>1400mm < 梁宽 ≤ 1500mm 梁高 ≤ 3000mm</p> | |



（注：本表以搭设高度 15m 为例）

2. 梁侧模加固的设计

2.1. 梁高 1000mm

梁高度 1000mm，模板面板采用普通胶合板。内龙骨间距 250mm，内龙骨采用 50×100mm 木方，外龙骨采用双钢管 48mm×3.5 mm。对拉螺栓布置 2 道，在断面内竖向间距 200+500mm，断面跨度方向间距 400mm，直径 12mm，如图 4.1 所示：

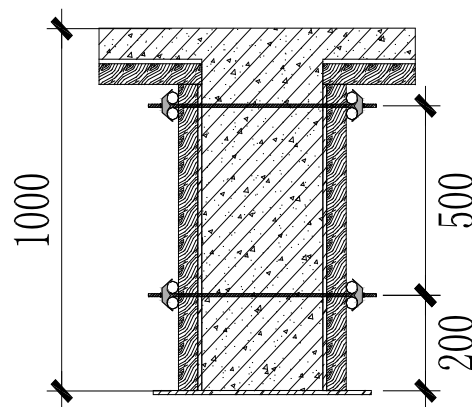


图4.1 梁高1000mm的加固示意图

2.2. 梁高 2000mm

梁高度 2000mm，模板面板采用普通胶合板。内龙骨间距 250mm，内龙骨采用 50×100 mm 木方，外龙骨采用双钢管 $48\text{mm} \times 3.5$ mm。对拉螺栓布置 4 道，在断面内竖向间距 $200+500+500+500$ mm，断面跨度方向间距 400mm，直径 12mm，如图 4.2 所示：

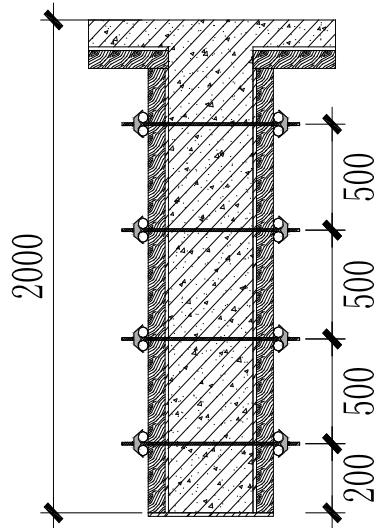


图 4.2 梁高 2000mm 的加固示意图

2.3. 梁高 3000mm

梁高度 3000mm，模板面板采用普通胶合板。内龙骨间距 250mm，内龙骨采用 50×100 mm 木方，外龙骨采用双钢管 $48\text{mm} \times 3.5$ mm。对拉螺栓布置 6 道，在断面内竖向间距 $200+500+500+500+500+500$ mm，断面跨度方向间距 400mm，直径 12mm，如图 4.3 所示：

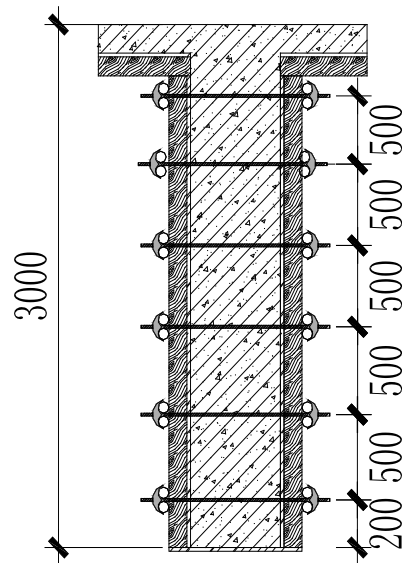


图 4.3 梁高 3000mm 的加固示意图

（注：梁侧模加固措施中，模板面板采用普通胶合板。内龙骨间距不大于250mm，内龙骨采用50×100mm木方，外龙骨采用双钢管48mm×3.5mm。对拉螺栓沿梁高布置中，第一道距梁底200mm，向上按每隔小于等于500mm的间距布设，断面跨度方向间距400mm，直径12mm。）

3. 板模板支撑体系的设计

板厚为450mm，板底第一层龙骨50×100mm单木枋@300mm，第二层龙骨采用Φ48×3.5mm双钢管，立杆间距1000×1000mm，水平杆间距1500mm，距支撑面向上200mm设置纵横向扫地杆，立杆下设置厚度不小于50mm的木垫块，如附件二、附件三所示：

（注：小于450mm厚度的板均应按照上述支撑方式搭设）

4. 墙模板的设计

剪力墙模板采用木胶板，竖向次楞采用50×100方木间距250mm，水平主楞采用48×3.5mm的双钢管，采用M12高强对拉螺栓拉接固定，纵横间距400mm，第一道水平主楞距地200mm，梅花型布置，如图4.4所示：

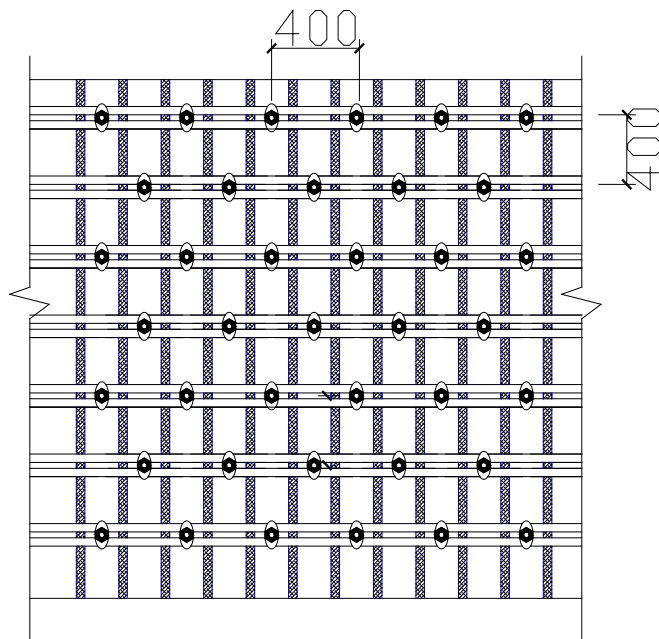


图 4.4 墙模板加固体系立面图

5. 柱截面的设计

采用本工程柱模板均采用胶合板，沿模板短边设置50×100方木，木方与胶合板之间用钉子钉牢，模板就位后用短钢管临时固定，柱子模板用柱箍加固、对拉螺栓加固。具体设计如下：

B、H方向对拉螺栓设置间距不大于450mm，沿柱高方向第一道距柱子底部200mm，

以上每隔 400mm 设置一道，对拉螺栓直径为 $\phi 12$ ，柱箍采用 $48 \times 3.5\text{mm}$ 的双钢管，竖向间距 400mm；柱模板竖楞截面宽度 50mm，高度 100mm，B、H 方向竖楞间距不大于 250mm，如图 4.5 所示：

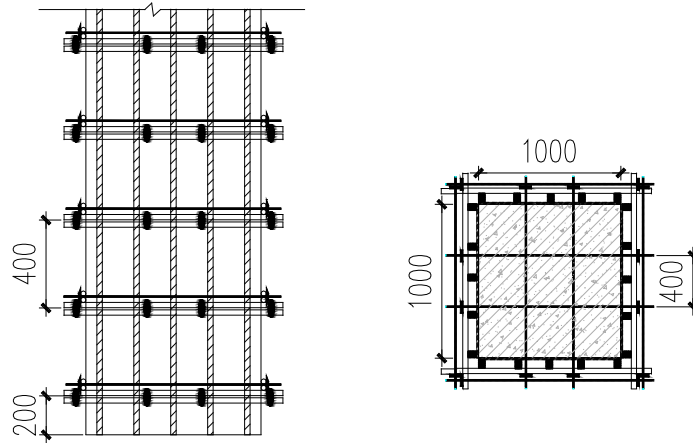


图 4.5 柱模板加固图

（注：计算部分以柱截面 1000×1000 、 2000×2000 和 3000×3000 为例进行验算）

第三节 模板的制作和安装

1. 模板制作

- 1、木枋选材应统一规格尺寸，木枋宽、窄面均应刨平直，且宽面与窄面成直角。
- 2、梁板模、墙模、柱模按图纸尺寸、并结合现场实际情况下料。

2. 顶板施工

- (1) 顶板施工中应严格按前述施工数据进行满堂架、小楞、模板的施工。
- (2) 施工中应注意楼板厚度及板面标高，特别是卫生间和阳台应注意板面降板高度。

3. 梁模板施工

- (1) 梁模安装先安装底模，底模安装时中心线准确，拉通线校正，底模应水平，然后安装侧模，侧模与底模成直角。
- (2) 按规定跨度 $\geq 4\text{m}$ 时，模板应起拱，起拱高度应为全跨长度的 $1/1000$ — $3/1000$ ，且不超过 3cm。
- (3) 梁的支撑架应与板、柱、墙的支承架相连接，形成一个整体稳定、刚性良好的支承系统。

4. 剪力墙、柱模板施工

(1) 为保证柱子的垂直度正确，柱子模板支撑必须与支撑承重架相连，防止砼浇筑时荷载影响造成位移。

(2) 剪力墙的上部板的局部位置采用铁丝和花蓝螺丝进行调节，使其上口平直，确保墙体模板在施工中达到横平竖直。

第四节 支撑体系搭设的构造要求

1. 立杆底座

每根立柱底部应加设木垫块，垫板厚度不得小于 50mm，立杆立在木垫块的中心。

2. 可调顶托

顶部应设可调支托，U 型支托与楞梁两侧间如有间隙，必须楔紧，其螺杆伸出钢管顶部不得大于 200mm，螺杆外径与立柱钢管内径的间隙不得大于 3mm，安装时应保证上下同心。

3. 扫地杆

在立柱底距地面 200mm 高处，沿纵横水平方向应按纵下横上的程序设扫地杆。

4. 剪刀撑

满堂模板和共享空间模板支架立柱，在外侧周圈应设由下至上的竖向连续式剪刀撑；中间在纵横向应每隔 10m 左右设由下至上的竖向连续式的剪刀撑，其宽度宜为 4~6m，纵横向相邻的两竖向连续式剪刀撑之间增加之字斜撑。在剪刀撑部位的顶部、扫地杆处设置水平剪刀撑，并在有水平剪刀撑的部位，应在每个剪刀撑中间处增加一道水平剪刀撑。梁底沿梁纵向至少有一排竖向剪刀撑，剪刀撑杆件的底端应与地面顶紧，夹角宜为 45° ~ 60° 。如图 4.6 所示：

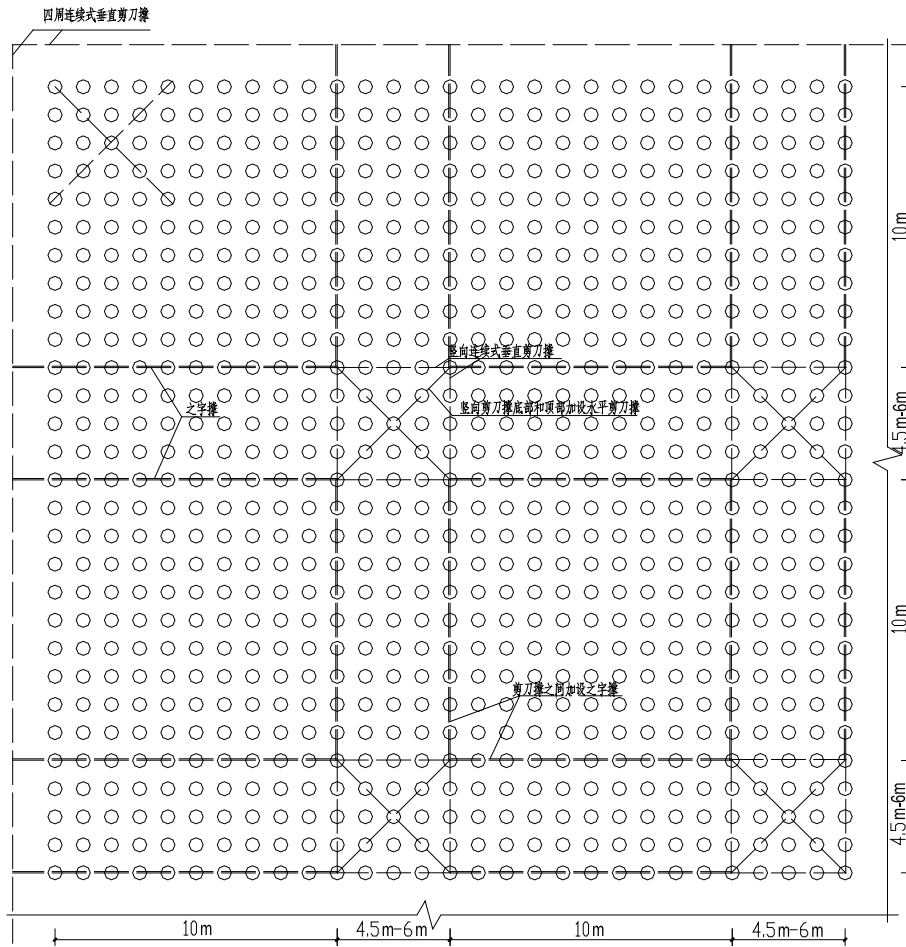


图 4.6 剪刀撑的平面布置图

例：建筑一生有限公司合生颐廷项目地下车库高支剪刀撑平面布置图（见附件四）

第五节 混凝土的浇筑工艺

1. 混凝土浇筑的安全控制

1) 混凝土浇筑前，施工单位项目技术负责人、项目总监确认模板支架符合安全和质量要求，钢筋安装工程达到隐蔽的条件，安装预留完毕，天气条件许可，能具备混凝土浇筑的安全生产条件后，签署混凝土浇筑令，方可浇筑混凝土；

2) 浇筑过程确保支撑系统受力均匀，避免引起高大模板支撑系统的失稳倾斜；

3) 先浇筑高支模部位两侧的柱，待柱混凝土过到具备拆模强度时，在本方案中要求先浇筑墙柱混凝土，再将支撑系统与柱连接、抱紧或顶紧，然后浇梁板混凝土；

4) 浇筑时，在控制施工荷载，混凝土不能集中浇筑在一处，堆高不得超过 20cm，面积不得大于 1m^2 ，随浇随铺。混凝土梁一次性浇筑高度不得大于 400mm；

5) 采用布料机浇筑时，布料机底部要有加强支撑。布料机应用不少于 3 根钢丝绳斜拉住布料机顶端，防止倾倒伤人。

2. 混凝土浇筑的施工措施

1) 框架结构中，柱和梁板的混凝土浇筑顺序，按先浇筑柱混凝土，后浇筑梁板混凝土的顺序进行。使梁板下的立杆与柱有刚性连结，两者间隔 72 小时或柱强度达到 70% 以上，施工缝留在梁底一下 50~100mm。浇筑过程应符合专项施工方案要求，并确保支撑系统受力均匀，避免引起高大模板支撑系统的失稳倾斜；

2) 梁板按框架顺序浇筑，每框架内先将梁根据高度水平分层浇筑，每次浇筑高度不大于 400mm，浇筑时对称浇筑，悬挑板部位应先浇筑室内后浇筑向室外，楼面砼浇筑堆进方向应从中间部分开始向两边推进。若采用砼泵输送，水平方向推进速度为每小时约 6~8m。大型梁砼应从跨中向两端对称分层进行浇筑，浇筑速度每小时 3~5m 混凝土浇筑顺序图如附件五所示：

（注：此处项目部应补充混凝土浇筑顺序图）

例：建筑一生有限公司合生颐廷项目地下车库高支模混凝土浇筑图（见附件五）

3) 主体混凝土采用平板振动器和插入式振捣器振捣，振捣时不得触动钢筋和预埋件。梁柱节点钢筋较密时要加强振捣；

4) 浇筑过程中要有木工、钢筋工值班，随时观察模板、钢筋、预埋件和插筋等有松动、变形等情况，必须立即停止浇筑，撤离作业人员，并采取相应的加固措施；

5) 泵送混凝土时必须连续进行，如果发生故障，停歇时间超过 45 分钟或混凝土出现离析现场，应立即用压力水或其他方法冲洗管内残留的混凝土；

6) 混凝土养护以湿保为主，可覆盖塑料薄膜。

第六节 模板的拆除

1. 强度要求

模板的拆除必须在混凝土的达到一定的强度后方可拆除，各种结构类型的拆模强度如表 4.2 所示：

表 4.2 各种结构类型的拆模强度

| 序号 | 模板名称 | 现浇结构拆模时所需混凝土强度 |
|----|------|----------------|
|----|------|----------------|

| | | 结构类型 | 结构跨度 (M) | 混凝土设计强度标准值% |
|------|------------------------|------|--------------|-------------|
| 1 | 底模 | 板 | 2 | 50 |
| | | | $>2, \leq 8$ | 75 |
| | | | >8 | 100 |
| | | 梁 | ≤ 8 | 75 |
| | | | >8 | 100 |
| | | 悬臂构件 | ≤ 2 | 100 |
| >2 | 100 | | | |
| 2 | 侧模墙柱按混凝土强度表面及棱角能达到不受损坏 | | | |

2. 拆模申请

拆除模板前，应经施工技术人员按试块强度检查，确认砼已达到拆模强度时，填写拆模申请，方可拆模。

上层楼板浇砼时，下一层楼板的模板支撑不得拆除，并对砼的强度发展情况分层进行核算，确保下层楼板能够安全承载。

3. 安全防护

高处、复杂结构模板的拆除，应有专人指挥和切实可靠的安全措施，并在下面标出作业区，严禁非操作人员进入作业区。操作人员应配挂好安全带，禁止站在模板上的横拉杆上操作，拆下的模板应集中吊运，并多点捆牢，不准向下乱扔。

4. 技术要求

1) 工作前，应检查所使用的工具是否牢固，扳手等工具必须用绳链挂在身上，工作时思想要集中，防止钉子扎脚和从空中滑落。拆除模板一般应采用长撬杠，严禁操作人员站在正拆除的模板下；

2) 拆模应遵循先安装后拆除，后安装先拆除的原则；

3) 拆模间歇时，应将已活动的模板、拉杆、支撑等固定牢固，严防突然掉落、倒塌伤人。已拆除的模板、拉杆、支撑等及时运走或妥善堆放，严防操作人员因扶空、踏空坠落；

4) 在混凝土墙体、平板上留洞时，应在模板拆除后，随即在墙洞上做好安全护栏，或将洞盖严；

- 5) 拆除时不可用力过猛，模板及支撑拆除后要及时运走，保持施工现场的整洁、文明；
- 6) 模板拆除后，要派专人负责除去板上的铁钉、板面粘结的剩余砼及涂刷脱模剂，以延长模板使用寿命。

第五章 施工安全保证措施

第一节 安全管理体系

1. 安全管理组织机构

项目按需要建立以单位主要负责人为首的生产安全管理小组，救援领导小组成员必须保持手机 24 小时畅通。安全管理领导小组组成成员如表 5.1 所示：

表 5.1 安全管理领导小组成员

| 成员 | 职务 | 联系电话 | 备注 |
|----|----|------|-------|
| | | | 组 长 |
| | | | 副组长 |
| | | | 组 员 |
| | | | |
| | | | 组 员 |

（注：项目部可根据自身情况确定组员的人数）

2. 安全责任制度和安全管理职责

2.1. 安全生产责任制度

建立以安全生产责任制为核心的各项安全管理制度。主要包括各级各类人员的安全生产责任制、安全生产目标管理制度、安全检查制度、安全教育制度、安全技术措施计划制度、安全交底制度、特种作业人员管理制度、安全验收制度、班组安全活动制度、事故报告与调查处理制度、安全奖罚制度等。安全生产责任目标层层分解，落实到人。

2.2. 安全生产教育和培训制度

为了高大模板工程的安全顺利施工，新老职工和新岗位职工必须接受及时和全面的安全教育，提高职工的安全意识，特制定如下安全教育制度：

1) 凡新老职工进入本工程项目参加现场施工的人员，必须经过三级教育（公司、项目部和班组），未经过安全教育的工人一律禁止上岗作业；新工人进场必须接受不小于 50 小时的安全知识等教育，并经书面考试合格后方可施工。

2) 工人上岗前必须经过安全技术交底，了解和熟练掌握本工种的操作技能，未经过安全技术交底的工人禁止上岗作业；

3) 班组必须在每天早上开工前或晚上收工后组织本班工人进行安全作业注意事项，总结昨天或今天的安全情况，并征求工人意见和合理化建议，更完善地做好安全工作；

4) 专业施工员必须每周召集班组组织全班人员进行本周安全总结和下周提出要求，集思广益，征求工人的合理意见和方法，做到每周有总结，有要求，有记录，有表扬，有批评，有奖罚；

5) 项目部对班组定期和不定期的安全教育检查，发现有违反本规定，没有及时组织教育工作的行为，每次对班组长罚款 100 元；

6) 定期组织员工学习国家有关法规、规范和上级有关规定、文件；重点进行安全生产思想教育、安全知识教育、安全技术教育、事故教育和法制教育；

7) 经常进行安全生产教育，特别是加强高空、雨季、夜间和季节性施工及临时用电的安全教育，使职工正确认识生产与安全的关系。

2.3. 安全生产奖惩制度

1) 对在安全生产中作出显著成绩的班组和个人给予奖励和表彰；对落后的班组和个人应予处罚和教育，对事故责任者根据有关规定作出相应的处罚或追究相应的责任；

2) 由项目安全主管制定安全生产考核和策划办法，并由项目经理发布实施；

3) 对每次的安全检查进行评分，对于得分少于 75 分项目的责任者进行一定的经济处罚，对得分高于 85 分项目的责任者进行一定的经济奖励；

4) 定期开展安全知识竞赛，对成绩突出者进行一定的奖励；

5) 对检查中提出的问题没有按时整改或整改不彻底的责任者，进行相应的经济处罚。

2.4. 安全生产检查与验收制度

1) 安全检查：

定期检查：项目部每周检查一次，且各种节假日前均要进行一次检查，节后要复查，检查时要求由项目经理主持，安全主管主要负责，技术、工程、机械、后勤、保卫和班组长等各部门均要配合参加并落实整改责任。

临时性检查：包括施工高峰期、机构和人员有重大变动、节假日前后、工伤和事故之后、上级临时安排的检查。检查时生产经理主持，安全主管负责，各主管工长、班组长均要参加并落实相关整改责任。

验收性检查：包括外脚手架使用前的验收，检查时由技术总工和安全主管负责，各主管工长、安装单位、机械、电工均要参加并落实相关整改责任。

专业性检查：包括各专项施工方案等，在施工前由技术总工主持，木工工长、钢筋工长、模板班组长、钢筋班组长均要参加并严格按经批准后的专项方案要求施工。

对检查出的问题要开出整改通知单，限期整改，进行复检，对存在重大安全隐患的部位要责令停工整改，各相关责任人分别落实相应的责任，项目经理落实领导责任，项目副经理落实具体的实施领导责任，技术总工落实技术责任，安全员落实监督责任，主管工长和班组长落实各主管和承包范围内的整改责任。

2) 安全验收：

本工程坚持“验收合格才能使用”的原则进行施工安全验收，所有验收都必须进行记录并办理书面确认手续，否则无效。

2.5. 安全生产岗位认证制度

1) 安全员和特种作业人员必须持证上岗；

2) 特殊工种的操作人员要做到有安全操作证才能上岗工作，这主要指塔吊司机、司索、架子工、电焊工、电工等特殊工种。

2.6. 安全事故处理制度

现场发生的安全事故，都要本着“四不放过”的原则进行处理，查明原因，教育大家，并落实整改措施。大、重大事故必须及时向上级部门及有关部门汇报，积极配合和接受有关部门的调查和处理。

2.7. 坚持安全交底制度

技术部在编制施工方案、技术措施时，必须编制详细的、有针对性的安全措施，并向操作人员进行书面交底，双方签字认可。高大模板支撑系统搭设、拆除及混凝土浇筑过程中，应有专业技术人员进行现场指导，设专人负责安全检查，发现险情，立即停止施工并采取应急措施，排除险情后，方可继续施工。

第二节 施工安全技术措施

1. 高大模板安全施工管理要求

1) 从事模板作业的人员，应经常组织安全技术培训。从事高处作业人员，应定期体检，不符合要求的不得从事高处作业；

2) 排架的搭设必须由持证架子工搭设；

3) 安装和拆除模板时，操作人员应配戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋；

4) 安全帽和安全带应定期检查，不合格者严禁使用；

5) 模板及配件进场应有出厂合格证或当年的检验报告，安装前应对所用部件（立柱、扣件等）进行认真检查，不符合要求者不得使用；

6) 模板工程应严格按施工方案设计与安全技术措施规定施工。在安装、拆除作业前，工程技术人员应以书面形式向作业班组进行施工操作的安全技术交底，作业班组应对照书面交底进行上、下班的自检和互检。所有的交底必须落实签字手续。

2. 施工过程中动态检查的内容

1) 底座位置应正确，顶托螺杆伸出长度应符合方案中的要求；

2) 立杆的规格尺寸和垂直度应符合要求，不得出现偏心荷载；

3) 扫地杆、水平拉杆、剪刀撑等的设置应符合规定，固定应可靠；

4) 安全网和各种安全设施应符合要求；

5) 在高空安装和拆除模板时，周围应设安全网或搭脚手架，并应加设防护栏杆。

在临街面及交通要道地区，尚应设警示牌，派专人看管；

6) 作业时，模板和配件不得随意堆放，模板应放平放稳，严防滑落；

7) 脚手架或操作平台上临时堆放的模板不宜超过 3 层，连接件应放在箱盒或工具袋中，不得散放在脚手板上。脚手架或操作平台上的施工总荷载不得超过其设计值。

8) 对所用扣件应用扭矩扳手进行抽检，达到合格后方可承力使用；

9) 施工用的临时照明和行灯的电压不得超过 36V；满堂模板不得超过 12V。夜间施工时，应有足够的照明，并应制定夜间施工的安全措施。施工用临时照明和机电设备线严禁非电工乱拉乱接。同时还应经常检查线路的完好情况，严防绝缘破损漏电伤人；

10) 模板安装时，上下应有人接应，随装随运，严禁抛掷。不得将脚手板支搭在模板上；

11) 支模过程中如遇中途停歇，应将已就位模板或支架连接稳固，不得浮搁或悬空。拆模中途停歇时，应将已松扣或已拆松的模板、支架等拆下运走，防止构件坠落或作业人员扶空坠落伤人；

12) 严禁人员攀登模板、斜撑杆、拉条或绳索等；

13) 模板施工中应设专人负责安全检查，发现问题应报告有关人员处理。当遇险情时，应立即停工和采取应急措施；待修复或排除险情后，方可继续施工；

14) 五级及以上风力时，应停止高空吊运作业。

3. 模板安装和拆除的安全技术措施

3.1. 高大模板安装的安全技术措施

- 1) 应遵守高处作业安全技术规范有关规定；
- 2) 架子作业时，必须戴安全帽，系紧安全带，穿工作鞋，戴工作卡，铺脚手架不准马虎操作。搭设中应统一指挥，思想集中，相互配合，严禁在支架搭设过程中，嘻笑打闹，材料工具不能随意乱抛乱扔，吊运材料的下方不准站人；
- 3) 凡遇六级以上大风、雷雨时，均不得进行高空作业，特别是雨后施工，要注意防滑；
- 4) 在现场安装模板时，所有工具应装入工具袋内，防止高处作业时，工具掉下伤人；
- 5) 立柱接长严禁搭接，必须采用对接扣件连接，相邻两立杆的对接接头不得在一步内，且对接接头沿竖向错开的距离不得小于 500mm，各接头中心距主节点不得大于步距的 1/3；
- 6) 严禁将上段的钢管立柱与下段的钢管立柱错开固定在水平拉杆上；
- 7) 支架立柱高度大于 5m 时，必须在立柱周圈外侧和中间有结构柱的部位，按水平 8.4m（本工程跨度），竖向 2~3m 与建筑结构设置一个固结点；
- 8) 支架扣件的紧固是否符合要求，可使用力矩扳手实测，达到 40~65N·M，过小则扣件易滑移，过大则会引起扣件的铸铁断裂；
- 9) 所有钢管、扣件等材料必须经检验符合规格，无缺陷方可使用；
- 10) 模板及其支撑系统在安装过程中必须设置防倾覆的可靠临时措施；
- 11) 施工现场应搭设工作梯，作业人员不得爬支架上下；
- 12) 高大模板上空临边要有足够的操作平台和安全防护，特别是在平台外缘部分应加强防护；
- 13) 模板安装应避免材料、机具、工具过于集中堆放，而且荷载不得超过本工程方案计算的规定；
- 14) 模板支撑不得使用腐朽、扭裂、劈裂的材料；
- 15) 安装模板应按工序进行，当模板没有固定前，不得进行下一道工序作业。禁止利用拉杆、支撑攀登上下；
- 16) 支模时，支撑、拉杆不准连接在脚手架或其它不稳固的物件上。在混凝土浇筑前，要有专人检查，发现变形、松动等现象。要及时加固和修理，防止塌模伤人；
- 17) 安装模板所用的电动的工具必须有防触电保护，移动电箱要有接地装置，严格

实行“一机一闸一漏一保护”。电线不乱拉乱接；

18) 支架搭设过程中，由下向上逐步搭设，按方案进行扫地杆，纵横水拉杆搭设，且架体周圈剪刀撑随升高及时搭设，水平剪刀撑也同时跟进。确保架体稳定，不出现坍塌。

3.2. 高大模板拆除的安全技术措施

1) 拆除时应达到龄期要求、拿到混凝土强度报告以及项目总工签署的拆模令方可拆除；

2) 高大模板支撑系统搭设和拆除过程中，周围应设置围栏和警戒标志，并派专人看守，严禁非操作人员进入作业范围；

3) 高大模板支撑系统的拆除作业必须自上而下逐层进行，严禁上下层同时拆除作业，分段拆除的高度不应大于两层；

4) 拆模的顺序和方法采取先支的后拆、后支的先拆、先拆非承重模板、后拆承重模板，且从上面下进行拆除。拆下的模板不得抛扔，按指定地点堆放；

5) 高大模板支撑系统拆除时，严禁将拆卸的杆件向地面抛掷，应有专人传递至地面，并按规格分类均匀堆放。多人同时操作时，应分工明确、统一信号或行动，要具有足够的操作面，人员必须站在安全处；

6) 高处拆模时，要符合有关高处作业的规定。严禁使用大锤和撬棍，操作层上临时拆下的模板堆放不能超过3层；

7) 在提前拆除互相搭接并涉及其他的后拆模板时，要补设临时支撑。拆模时，应逐块拆卸，不得成片撬落或拉倒；

8) 拆除梁下立杆时，要从跨中开始，对称地分别向两端拆除。拆除时，严禁连同梁底板向旁侧一片拉倒的拆除方法。

第三节 高支模的质量管理措施

1. 模板允许偏差

模板搭设的允许偏差如表 5.2 所示：

表 5.2 模板安装的允许偏差及检验方法

| 项 目 | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|---------|-----------|-------------|
| 轴线位置 | 5 | 钢尺检查 |
| 底模上表面标高 | ±5 | 水准仪或拉线、钢尺检查 |

| | | | |
|-----------|-------|--------|-------------|
| 截面内部尺寸 | 柱、墙、梁 | +4, -5 | 钢尺检查 |
| 层高垂直度 | 大于 5m | 8 | 经纬仪或吊线、钢尺检查 |
| 相邻两板表面高低差 | | 2 | 钢尺检查 |
| 表面平整度 | | 5 | 2m 靠尺和塞尺检查 |

注：检查轴线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

2. 质量通病的防治

2.1. 柱模板

防止炸模，造成断面尺寸鼓出，漏浆，根部烂根，混凝土不密实或蜂窝麻面、偏斜、柱身扭曲的现象。

防治措施：

- 1) 柱模位置事先放线，按放线位置钉好压脚板后再安柱模板。
- 2) 对拉螺栓直径、间距竖楞的间距及围檩间距必须满足模板设计要求。
- 3) 四周斜撑要牢固。
- 4) 施工员要逐一检查，并用扭力扳手进行检查力矩。

2.2. 墙模板

防止炸模，倾斜变形，墙体厚薄不一，墙面高低不平，墙根跑浆、露筋。

防治措施：

- 1) 柱模位置事先放线，按放线位置钉好压脚板后再安柱模板，墙身放线应准确，误差控制在允许范围内，模板就位调整应认真，穿墙螺栓要全部穿齐、拧紧；
- 2) 对拉螺栓直径、间距、竖楞的间距及围檩间距必须满足模板设计要求；
- 3) 四周斜撑要牢固；
- 4) 两片模板之间，应根据墙的厚度用砂浆内撑作撑头，上口用卡具按设计要求尺寸卡紧，以保证墙体厚度一致，有防水要求时，应采用焊有止水片的螺栓；
- 5) 模板清理干净，隔离剂涂刷均匀，拆模不能过早；
- 6) 模板拼装时缝隙过大，连接固定措施不牢固，应加强检查，及时处理。

2.3. 梁模板

防止梁身不平直，梁底不平及下挠，梁侧模炸模，局部模板嵌入柱梁间，拆除困难

的现象。

防治措施：

- 1) 梁侧模必须拉线通直后固定。梁侧模必须有压脚板；
- 2) 梁底支撑间距应满足模板设计要求，能保证在砼重量和施工荷载作用下不变形，梁底模应按规定起拱；
- 3) 支梁模板时应遵守边模包底模的原则。梁模与柱模连接处，应考虑模板吸湿后长向膨胀的影响，下料尺寸一般应略为缩短，使混凝土浇筑后不致嵌入柱内；
- 4) 混凝土浇筑前，充分用水浇透。

2.4. 板模板

一、防止板中部下挠，板底混凝土面不平现象。

防治措施：

- 1) 楼面模板厚度要一致，搁栅面要平整，并有足够强度和刚度；
- 2) 板模按规定起拱；
- 3) 支撑系统符合规定保证项目要求；
- 4) 外墙、外柱在楼层标高处接槎处理。

二、防止接槎处不平、漏浆。

防治措施：

- 1) 严格控制定位轴线的精度，保证上下层不出现错台。
- 2) 严格控制外墙、外柱的垂直度。外墙柱预埋锁脚螺杆，主要作用要来加固模板下脚，防止错台的产生，控制好外墙垂直度。外模支设好后应覆盖下一层墙、柱砼面 10~20cm，模板与砼面挤压紧密，模板与砼空隙处应填塞海绵条，
- 3) 模板支设好后应覆盖下一层墙、柱砼面 10~20cm，模板与砼面挤压紧密，模板与砼空隙处应填塞海绵条。

第四节 施工监测措施

1. 监测目的

高大模板支撑系统在混凝土浇筑过程中和浇筑后一段时间内，由于受压可能发生一定的沉降和位移，如变化过大可能发生垮塌事故。为及时反映高支模支撑系统的变化情况，预防事故的发生，需要对支撑系统进行沉降和位移监测。

2. 监测内容

班组日常进行安全检查，项目部每周进行安全检查，分公司每月进行安全检查，所有安全检查记录必须形成书面材料。

支架在承受六级大风、大暴雨后以及停工超过 14 天必须进行全面的检查，高支模日常检查，巡查重点部位：

- 1) 杆件的设置和连接、支撑、剪刀撑等构件是否符合要求；
- 2) 地基是否积水，底座是否松动，立杆是否悬空；
- 3) 连接扣件是否松动；
- 4) 架体是否有不均匀的沉降、垂直度；
- 5) 施工过程中是否有超载现象；
- 6) 安全防护措施是否符合规范要求；
- 7) 支架与杆件是否有变形的现象。

3. 监测预警值

监测预警值如表 5.3 所示：

表 5.3 监测预警值

| 序号 | 项目 | 变形监测预警值 | 检查工具 |
|----|--------|------------------------------------|------|
| 1 | 立杆钢管弯曲 | $\leq 10\text{mm}$ 且 \leq 钢管直径/4 | 经纬仪 |
| 5 | 支架沉降 | 7mm | 水准仪 |
| 6 | 支架水平位移 | 5mm | 经纬仪 |

4. 监测仪器及精度

工作仪器设备的精度、稳定性直接关系到测量数据的准确性、可靠性，是测量项目能否成功的关键因素之一。本高支模监测使用仪器设备如表 5.4 所示：

表 5.4 监测仪器

| 序号 | 监测项目 | 仪器名称 | 仪器型号 | 监测精度 |
|----|------------|------|------------|-------|
| 1 | 高度、标高观测 | 全站仪 | 苏光 OTS612C | 1.0mm |
| 2 | 水平位移、垂直度观测 | 水准仪 | 苏光 DSZ3 | 1.0mm |

5. 监测频率

浇筑前观测二次；浇筑时采取连续监测措施；浇筑完成后前三天每天观测一次，第

四天开始每 3 天观测一次，第十天开始每周观测一次，预计总观测时间为一个月，混凝土浇筑四天后连续三次观测累计偏差 $<1.0\text{mm}$ 方可停止观测，最多总观测次数 50 次。

6. 监测方法

6.1. 监测点的布置

1) 支架垂直度监测点的布置

垂直度的监测利用架体立杆自身设置，一般设置在主次梁交界处以及大梁中部位位置。

2) 支架沉降监测点的布置

支架沉降监测点一般选在截面积较大的大梁中部，且为汇交梁受力较大的位置。在排架搭设过程中将坐标纸（ $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 见方）裁成长条状黏贴在钢管上，黏贴高度宜为 $1.2\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 。

监测点的布置如附件六所示：

（注：项目部应依据现场的实际情况补充监测点的平面布置图）

例：建筑一生有限公司合生颐廷项目地下车库高支模监测点平面布置图（见附件六）

6.2. 监测方法

1) 支架垂直度监测

首先水平安置经纬仪，使经纬仪十字丝对准立杆最左侧，将该位置利用竖向十字丝传递至地面并做好标记，调整经纬仪使十字丝对准立杆最右侧，按照上述方法在地面上做好标记，然后利用钢卷尺测量两点之间的直线距离即为该立杆的垂直度偏差。

2) 支架沉降监测

坐标纸固定好之后在视线开阔位置架设水准仪（待混凝土浇筑完毕后方可移走水准仪），在十字丝中点做好基准点标记，在混凝土浇筑过程中观测基准点沉降值 λ 经过换算即为架体的沉降位移。

换算后架体沉降 $\delta = \lambda \times H \div L$ （其中 H 为架体搭设高度， L 为观测基准点距地面距离）。

3) 监测点的布置

7. 数据处理与信息反馈

1) 当次完成的测量内容，及时对数据进行处理，正常情况下第二个工作日提交上一工作日的观测结果（监测简报）。

2) 观测结果异常时，立即口头向甲方单位汇报，随后提交书面报告，书面报告加盖公章，做好交接手续。监测简报提交业主共四份。

3) 全部监测工作完成后，提交监测工作报告，一式六份。

4) 在提交的资料中，文字部分一般使用 Word 软件，表格数据和曲线图使用 Excel 软件编制。

8. 人员及组织

由项目经理部人员组成监测项目组，共 4 人，专门负责本监测工程项目的实施。监测项目组人员根据工程进度和需要适时进场，人员如表 5.5 所示：

表 5.5 测量小组

| 序号 | 姓名 | 职称 | 职务 |
|----|----|-------|---------|
| 1 | | 工程师 | 项目技术负责人 |
| 2 | | 助理工程师 | 专职测量员 |
| 3 | | 技术员 | 测量员 |
| 4 | | | 小工 |

9. 监测计划及措施

1、监测要贯穿在模板支撑系统搭设、钢筋安装、混凝土浇筑过程中及混凝土终凝前后。

2、混凝土浇筑前，监测人员在架外设置观测点，架内在相应纵横立杆中部用钢筋焊上被观测点，涂上反光且有刻度的标志以利观测。

3、在浇筑混凝土时，用两台经纬仪，分别对纵横立杆和支撑体系的水平杆进行变形观测，发现实测挠度值接近，立即向监测组同时向现场施工人员示警。接警后，监测小组立即调动相关人员和设备进行加固处理。

4、在浇筑混凝土时，安全员、兼职安全员要跟班作业，加强对支撑体系变形的巡视，支撑系统内不得有人施工作业。

10. 其他安全监控内容

10.1. 搭设过程监控

满堂脚手架顶部施工操作层应满铺脚手板，并采取可靠连接方式与支撑架横梁固定。

搭设用的钢管规格、间距、扣件应符合设计要求，每根立杆底部应设置垫板或者垫

木，立杆底部的垫板应有足够的强度和支承面积，且应中心承载。

模板支架安装过程中，设置连墙件、抱墙等有效的防倾覆临时固定设施。

10.2. 使用时的监控

1) 现场操作人员不得赤脚、穿硬底鞋、拖鞋或高跟鞋，必须戴安全帽。

2) 浇筑时应控制混凝土出料时不成堆，泵管设置严禁与支撑架连接且不得与外架连接，泵管设置应另外进行加固以防碰到架体使架体变形失稳。

3) 支撑架上堆料限制：支撑架的操作层应保持畅通，不得堆放超载的材料。工作前应检查脚手架的牢固性和稳定性。

4) 模板和支撑承载安全：模板在支撑系统未钉稳牢前不得上人；在未安装好的梁底板或平台上不得放重物或行走。在安装好的模板上，不得堆放超载的材料和设备等。

5) 恶劣天气限制：凡遇到恶劣天气，如大雨、大雾及6级以上的大风时，应停止露天高空作业。风力达到5级时，不得进行高支模板的露天吊装和支撑作业。

10.3. 拆除时的监控

1) 在模板上架设的电线和使用的电动工具，应采用36v的低压电源，或采取其它有效的安全措施。在架空的高压输电线路下作业时，应停电作业或采取隔离防护措施。

2) 拆除的木模板，应将板上的朝天钉子向下，并及时运至堆放地点。然后应拔除钉子再分类堆放整齐。

3) 装拆组合模板时，上下应有人接应，模板及配件应随装拆随转运；严禁从高向下抛掷，已松动件必须拆卸完毕方可吊运。

第五节 高大模板的检查验收

1. 验收总要求

高大模板支撑系统应在搭设完成后，由公司负责人组织验收，验收人员应包括施工单位和项目两级技术人员、项目安全、质量、施工人员，监理单位的总监和专业监理工程师。验收合格，经施工单位项目技术负责人及项目总监理工程师签字后，方可进入后续工序的施工。

2. 验收程序

1、高大模板支撑系统搭设前后，应由项目技术负责人组织对需要处理或加固的地基、基础进行验收，并留存记录。

2、项目负责人组织自检，项目部质检员、安全员验收。公司工程部、安全部、技

术部复检后整改。

3、整改完成后项目部会同监理公司共同验收，验收通过后方可进行下道工序施工。

4、以《建筑施工模板安全技术规范》（JGJ162-2008）、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130-2011）、《XXX 工程高大模板专项方案》为依据进行检查与验收。

5、立杆验收：检查是否按规定每根立杆底部设置了底座，梁底立杆是否按规定设置，相邻立杆的接头是否按要求错开，立杆垂直度允许偏差。

6、纵横水平拉结杆检查与验收。

7、扣件拧紧检查与验收：进行扣件拧紧扭力矩抽样检查。

8、剪刀撑检查与验收：检查剪刀撑是否按支撑系统平面布置图设置。

9、采用扣件钢管支架立杆的搭设垂直度绝对偏差不宜大于 20mm。

3. 支架检查过程中的要点

模板高支撑架搭设完毕后应进行安全可靠性检查验收，合格后方准使用。对高模板支架的验收表格详见以下三张表格：

表5.6 高大模板支架安全要点检查表

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 工程名称 | | | | 支架材质 | 钢管 |
| 施工单位 | | | 监理单位 | | |
| 资料 检 查 | | | | | |
| 有专项施工方案 | <input type="checkbox"/> | 不少于 5 人的专家组论证专项施工方案并出具论证意见 | <input type="checkbox"/> | 论证后经修改的方案 | 经施工企业技术负责人批准 <input type="checkbox"/> |
| 有计算书（纵横两向立杆间距、步高取值，立杆稳定计算或可以不计算的说明） | <input type="checkbox"/> | | | 有技术交底记录 | 经总监理工程师批准 <input type="checkbox"/> |
| | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 现 场 检 查 | | | | | |
| 保证支架内容稳固的措施 | 设置纵横两向扫地杆，扫地杆位置有水平剪力撑 | <input type="checkbox"/> | 外连装置设置 | 梁底位置、每楼层（或沿柱高每≤4m）设抱柱装 | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | | | |
|------|---|--------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | 沿立杆每步均设置纵横水平杆且纵横两向均不缺杆 | <input type="checkbox"/> | 剪力撑倾角 45°~60°，跨越 5~7 条杆，宽度≥6m | 置，危险区域每步高设抱柱装置 | | | |
| | 设置纵横两向封顶杆，封顶杆位置有水平剪力撑 | <input type="checkbox"/> | | | | 每楼层设连板装置 | <input type="checkbox"/> |
| | 竖直方向沿纵向全高全长从两端开始每≤4m 设一 | <input type="checkbox"/> | | | | 连墙装置在水平剪力撑位置上设置（禁止在砌体上设置） | <input type="checkbox"/> |
| | 竖直方向沿横向全高全长从两端 | <input type="checkbox"/> | | | | 在无墙无板处设连梁装置 | <input type="checkbox"/> |
| | 水平方向沿全平面每≤4.5m 高设一道剪力撑，架顶 | <input type="checkbox"/> | | | | 在无法采用以上 4 种方法处设辅助装置 | <input type="checkbox"/> |
| 立杆支承 | 支于地面时，须在混凝土地面上支 | <input type="checkbox"/> | 建筑物悬挑部分的模板支架 | 立杆支在混凝土地面上，支承面的处理符合规定 | <input type="checkbox"/> | | |
| | 支于楼面时加支顶，需支顶层数由伸出长度：可调底座不大于 300mm；可调顶托不大于 | <input type="checkbox"/> | | 从楼面（悬臂结构除外）挑出型钢梁作上层作业平台的立杆支座，型钢梁搁置在楼板上的长度与挑出长度之比≥2，型钢梁与楼面接触部分的首尾两端均与结构有可靠锚固。保证立杆不滑移的限位装置。型钢梁平面外约束 | <input type="checkbox"/> | | |
| | | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| 禁止事项 | 支承梁的立杆应对接，禁止搭接 | <input type="checkbox"/> | 水平杆在禁止区域内，禁止对接 | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 禁止用钢管从楼层挑出作为立杆 | <input type="checkbox"/> | 禁止从外脚手架中伸出钢管斜支悬挑的模板 | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 禁止使用叠层搭设的木材支撑体 | <input type="checkbox"/> | 禁止用水平杆相互扣接代替水平杆与立杆扣接 | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 禁止用木杆接长作立杆 | <input type="checkbox"/> | 禁止输送混凝土的泵管与支架连结 | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 禁止不同形式的钢管支架、钢材木材支架混用 | | | <input type="checkbox"/> | | | |
| 其它 | 立杆间距、水平杆步高符合要求 | <input type="checkbox"/> | 截面高度 1m 及以上的梁的支承情况 | <input type="checkbox"/> | | | |
| | 扣件螺栓拧紧符合规定 | <input type="checkbox"/> | 格构框架体系设置 | <input type="checkbox"/> | | | |
| 检查结论 | □1 通过 □2 整改 □3 停止搭设 整改或停止范围如下： | 检查单位：施工□ 监理□ | | | | | |
| | | 检查人： | | | | | |

注：高大模板是指达到或超过以下指标的作业平台：高度 8m，或结构跨度 18m，或经荷载组合后的施工面荷载 15Kn/m²，或经荷载组合后的施工线荷载 20Kn/m。

表 5.7 高大模板支架、高大作业平台支架整架验收记录表

类别： 高大模板支架 高大作业平台支架

验收日期： 年 月 日

| 工程名称： | | 验收部位： | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|-------|-------|---|-----|--------------------|---|---|--------------|-------------|---|----|----|--|
| 验收内容 | 实测项 | 实测值 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| | 立杆间距 | 横距 | | | | | | | | | | | | |
| | | 纵距 | | | | | | | | | | | | |
| | 水平杆步高 | | | | | | | | | | | | | |
| | 每道纵向竖直剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | |
| | 每道横向竖直剪刀撑间距 | | | | | | | | | | | | | |
| | 每道水平剪力撑间距 | | | | | | | | | | | | | |
| | 危险区域加强措施 | | 加密抱柱： | | | 加密顶部水平剪力撑： | | | | 辅助装置： | | | | |
| | 外连装置设置情况 | | 抱柱： | | | 连板： | | | | 连墙： | | | | |
| | 支承面为地面的处理情况 | | | | | 支承面为楼面的支顶情况 | | | | | | | | |
| | 扫地杆缺失情况 | | | | | 扫地杆位置的水平剪力撑 | | | | 水平杆 缺失情况 | | | | |
| | 封顶杆缺失情况 | | | | | 封顶杆位置的水平剪力撑 | | | | | | | | |
| | 扣件螺栓拧紧情况 | | | | | 截面高度 1m 及以上的梁的支承情况 | | | | 格构框架体系设置情况 | | | | |
| | 禁止对接区内，水平杆搭接情况 | | | | | | | | | | | | | |
| 负责人 验收意见 | 架子班长 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 安全员 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 质检员 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 项目部技术负责人 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 公司技术部门人员 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 监理工程师 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| 方案编审 人员意见 | 方案编制人 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 方案审查人 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| 验收 结论 | 项目经理 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |
| | 项目总监理工程师 | | 签名： | | 意见： | | | | 合格（ ） 不合格（ ） | | | | | |

表 5.8 扣件拧紧抽样检查表

检查日期： 年 月 日

| 工程名称 | | | | | 支架所在部位 | | |
|---|----------------------------------|---------------|--------------------|---------------|------------|-------------|---|
| 抽样部位 | | 安装扣件数量 (个) | 规定抽检数量 (个) | 允许不合格数 (个) | 实抽数 (个) | 不合格数 (个) | 所检部位质量判定 |
| 封顶杆位置及封顶杆往下一步高 h 范围内 | | 不限 | 所抽部位的 5%，且不少于 10 个 | 0 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| 截面高度 $\geq 1\text{m}$ 并 $< 1.2\text{m}$ 的梁，承托梁底模的水平杆与立杆扣件的扣件（注 5） | | 不限 | 全数 | 0 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| 其余部位 | 在 H_0 范围内抽 80%， H_0 范围外抽 20% | 51~90 | 5 | 0 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| | | 91~150 | 8 | 1 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| | | 151~280 | 13 | 1 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| | | 281~500 | 20 | 2 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| | | 501~1200 | 32 | 3 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| | | 1201~3200 | 50 | 5 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| | | >3200 | n | n/10 | | | 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/> |
| 检查结论 | | | | | | | |
| 处理意见 | | | | | | | |
| 检查人 | | | | | | | |

注：1、使用力距扳手检查，拧紧力矩为 $40\text{N} \cdot \text{m} \sim 65\text{N} \cdot \text{m}$ 。

2、“其余部位”栏中，按所检支架实际安装扣件数的栏目填写。

3、扣件安装数量超过 3200 个，抽样数应增加。

4、对检查不合格的部位，应重新扣紧后再次抽样检查，直至合格。

5、截面高度 $\geq 1.2\text{m}$ 的梁，直接用立杆或立杆顶部的可调顶托承重。

第六节 应急救援预案

1. 概况

(1) 针对本工程高支模及模板工程的实际情况，项目经理部设应急救援领导小组，由项目经理部相关人员组成；

(2) 项目经理对应急救援工作全面负责。

2. 生产安全事故应急救援组织机构

(1) 项目按需要建立以单位主要负责人为首的生产安全事故应急救援领导小组，救援领导小组成员必须保持手机 24 小时畅通。当接到事故报告后，领导小组成员应以最快的速度集合，并迅速到达事故现场，应急救援领导小组组成如下：

组 长：（项目经理）

副组长：（安全总监）

组 员：（安全员）

(2) 项目经理部各班组建立各班组应急救援小组，并抽调人员参加项目应急救援小组的应急救援演习。

(3) 相关联系方式：

项目经理电话：

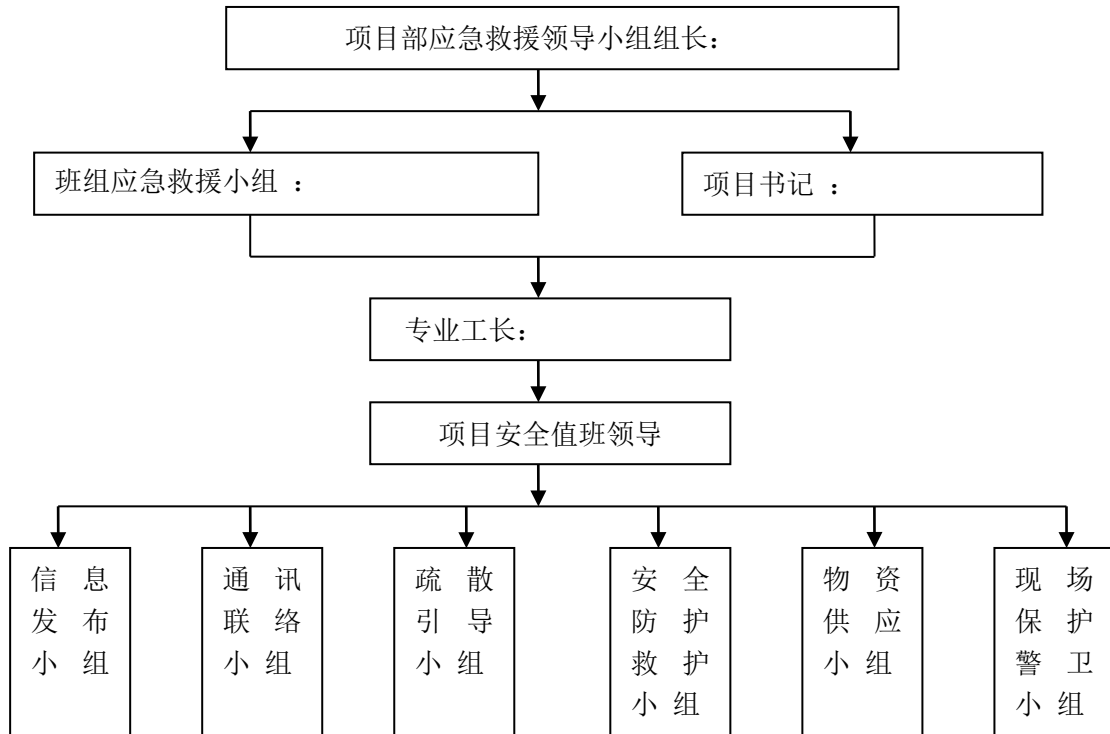
总 监 电 话：

就医医院电话：

就医医院地址：

（注：项目根据自身所在地列出项目部指定就医医院的地址及联系电话，并附项目部至医院的路线图）

3. 应急救援组织架构图



4. 应急响应

1、重大事故发生后，项目部应立即启动应急救援预案，事故现场主要负责人或现场人员应当积极采取有效的抢救措施，进行全方位的抢救和应急处理；项目部的主要负责人在抢险救援和事故调查处理期间不得擅自离职守；同时向公司领导报告，公司领导根据实际情况在法定时间内，向负有安全生产监督管理职责的政府部门报告；

2、采取有效措施，积极组织抢救，防止事故蔓延扩大；

3、保护事故现场，如需要移动物体的，应在现场作好记号；

4、通讯电话：如发生火灾，立即采取现场灭火器材进行扑灭，如火势不能控制，立即拨打（火警）119报警，如发生人员伤亡、中毒、传染性等疾病等事故，现场应积极采取必要的医疗救护措施，并立即拨打120急救请求电话救助。任何人不得隐瞒、缓报、谎报或者授意他人隐瞒、缓报、谎报安全事故；

5、项目部确定重大事故未能有效控制时，应当立即向公司提出启动上一级的重大事故应急救援预案的建议；启动公司的重大事故应急救援预案及申请启动上级预案，必须由公司经理批准，公司应急预案领导小组立即组织实施；

6、项目部应急预案启动后，项目经理部各部门各专业班组应当根据预案规定的职责要求，服从项目经理部安全生产应急救援领导小组统一指挥，立即到达规定岗位，采取有关控制措施；

7、应急救援领导小组及应急抢救人员分工如下：

1) 指挥组：组长、副组长负责组织指挥各方面力量处理重大事故，统一指挥对重大事故现场的应急救援，控制事故蔓延和扩大；

2) 现场抢救组：组长、副组长、组员及各班组长负责对重大事故应急抢险、抢救处理，协助地方有关部门对事故原因进行调查，并会同公司总工一起提出事故技术措施并分析事故原因，保护好事故现场，防止事故进一步扩大，负责事故现场整改措施的落实，对抢险工作人员安排、救援指导或督察。必要时，应对现场人员进行疏散或者隔离，并可以依法对事故区域实行封闭；

3) 技术措施保障组：组长、副组长、组员在接受项目部抢险救援指令后，应及时提供抢险救援技术措施、方案，确保措施及时、合理、有效；

4) 物资供应保障组：组长、副组长、组员有权紧急调集人员、储备的物资、交通工具以及相关设施、设备，全力配合救援小组的物资供应。做到信息准确，物资供应充足；

5) 资金保障组：组长、副组长为事故建立和准备应急救援专项资金，同时积极配合物资供应组的资金保障；

6) 信息组：组长、副组长、组员及班组长建立重大事故信息上报、通告制度，保持本项目应急救援体系的有效性，积极响应外部机构的应急救援；

7) 事故处理组：组长、副组长、组员根据重大事故应急处理的需要，依法妥善处理事故的后续人员安定或安抚工作，对事件的处理要公正合理、合法。

5. 针对性措施和应急措施

5.1. 坍塌事故的预防与应急

坍塌事故往往伤害人员多，后果严重，多为重大或特大人身伤亡事故，本工程必须做好支撑系统与竖向结构实体的连接处理，确保各个节点的连接必须牢固可靠。本工程绝不允许发生坍塌事故。

如果不幸发生坍塌事故后，应立即报告分公司和公司主管领导和生产安全科（部）。因塌方造成人身事故后，应同时采取两个方面的措施，一方面立即扒挖，抢救伤员并密切注意伤员情况，防止二次受伤；另一方面对伤员上部的坍塌部位采取临时支撑措施，防止因二次坍塌伤及抢救者或加重事故后果。排险和抢救应由有经验的人指挥进行。对危害大的复杂情况，应由生产安全部门及有关技术部门共同商定处理措施。

5.2. 高处坠落事故预防与应急

1、预防：

①以预防坠落事故为目标，对于可能发生坠落事故等特定危险施工的同时，在施工前，制订防范措施，并应在日常安全检查中加以确认。

②凡身体不适合从事高处作业的人员，不得从事高处作业。从事高处作业的人员按规定进行体检和定期体检。

③严禁穿硬塑料底等易滑鞋、高跟鞋进入施工现场。

④作业人员严禁互相打闹，以免失足发生坠落事故。

⑤不得攀爬脚手架。

⑥进行悬空作业时，应有牢靠的立足点并正确系挂安全带。

⑦建筑物临边、基坑周边等，必须设置 1.2m 高且能承受任何方向的 100N 外力的临时护栏，护栏围密目式（2000 目）的安全网。

⑧边长大于 250mm 的预留洞口，采用木板盖板加防滑移措施，边长大于 1500mm 的洞口，四周设置防护栏杆并围密目式（2000 目）安全网，洞口下挂安全平网。

⑨各种架子搭好后，项目经理必须组织架子工和使用的班组共同检查验收，验收合格后，方准上架操作。使用时，特别是台风暴雨后，要检查架子是否稳固，发现问题及时加固，确保使用安全。

⑩施工使用的临时梯子要牢固，踏步 300-400mm，与地面角度成 60-70 度，梯脚要有防滑措施，顶端捆扎牢固或设专人扶梯。

2、应急预案：

当发生高处坠落事故后，抢救的重点放在对休克、骨折和出血上进行处理。

1) 发生高处坠落事故，应马上组织抢救伤者，首先观察伤者的受伤情况、部位、伤害性质，如伤员发生休克，应先处理休克。遇呼吸、心跳停止者，应立即进行人工呼吸，胸外心脏挤压。处于休克状态的伤员要让其安静、保暖、平卧、少动，并将下肢抬高约 20 度左右，尽快送医院进行抢救治疗。

2) 出现颅脑外伤，必须维持呼吸道通畅。昏迷者应平卧，面部转向一侧，以防舌根下坠或分泌物、呕吐物吸入，发生喉阻塞。有骨折者，应初步固定后再搬运。遇有凹陷骨折、严重的颅底骨折及严重的脑损伤症状出现，创伤处用消毒的纱布或清洁布等覆盖伤口，用绷带或布条包扎后，及时送就近有条件的医院治疗。

3) 发现脊椎受伤者，创伤处用消毒的纱布或清洁布等覆盖伤口，用绷带或布条包

扎后。搬运时，将伤者平卧放在帆布担架或硬板上，以免受伤的脊椎移位、断裂造成截瘫，招致死亡。抢救脊椎受伤者，搬运过程，严禁只抬伤者的两肩与两腿或单肩背运。

4) 发现伤者手足骨折，不要盲目搬运伤者。应在骨折部位用夹板把受伤位置临时固定，使断端不再移位或刺伤肌肉，神经或血管。固定方法：以固定骨折处上下关节为原则，可就地取材，用木板、竹头等，在无材料的情况下，上肢可固定在身侧，下肢与另一侧下肢缚在一起。

5) 遇有创伤性出血的伤员，应迅速包扎止血，使伤员保持在头低脚高的卧位，并注意保暖。正确的现场止血处理措施：

A) 一般伤口小的止血法：先用生理盐水（0.9%NaCl 溶液）冲洗伤口，涂上红汞水，然后盖上消毒纱布，用绷带，较紧地包扎。

B) 加压包扎止血法：用纱布、棉花等作成软垫，放在伤口上再加包扎，来增强压力而达到止血。

C) 止血带止血法：选择弹性好的橡皮管、橡皮带或三角巾、毛巾、带状布条等，上肢出血结扎在上臂上 1/2 处（靠近心脏位置），下肢出血结扎在大腿上 1/3 处（靠近心脏位置）。结扎时，在止血带与皮肤之间垫上消毒纱布棉纱。每隔 25-40 分钟放松一次，每次放松 0.5-1 分钟。

6) 动用最快的交通工具或其它措施，及时把伤者送往邻近医院抢救，运送途中应尽量减少颠簸。同时，密切注意伤者的呼吸、脉搏、血压及伤口的情况。

5.3. 触电事故的预防与应急

预防工作，主要必须明确在脚手架上禁止拉电缆电源线，这是主要的预防措施。

1) 有人触电时，抢救者首先要立刻断开近处电源（拉闸、拔插头），如触电距开关太远，用电工绝缘钳或干燥木柄铁锹、斧子等切断电线断开电源，或用绝缘物如木板、木棍等不导电材料拉开触电者或者挑开电线，使之脱离电源，切忌直接用手或金属材料及潮湿物件直接去拉电线和触电的人，以防止解救的人再次触电。

触电人脱离电源后，如果触电人神志清醒，但有些心慌、四肢麻木、全身无力；或者触电人在触电过程中曾一度昏迷，但已清醒过来，应使触电人安静休息，不要走动，严密观察，必要时送医院诊治。

2) 触电人已失去知觉，但心脏还在跳动，还有呼吸，应使触电人在空气清新的地方舒适、安静地平躺，解开妨碍呼吸的衣扣、腰带，若天气寒冷要注意保持体温，并迅速请医生（或打 120）到现场诊治。如果触电人已失去知觉、呼吸停止，但心脏还在跳

动，尽快把他仰面放平进行人工呼吸。

3) 如果触电人呼吸和心脏跳动完全停止，应立即进行人工呼吸和心脏胸外按压急救。

5.4. 物体打击的预防与应急

1、防止物体打击的预防措施：

- 1) 加强对员工的安全知识教育，提高安全意识和技能。
- 2) 凡现场人员必须正确佩戴符合标准要求的安全帽。
- 3) 经常进行安全检查，对于凡有可能造成落物或对人员形成打击威胁的部位，必须进行日巡查，保证其安全可靠。
- 4) 施工现场严禁抛掷作业（其中包括脚手架拆除、施工临时设施拆除及垃圾废料清理）。
- 5) 作业前项目负责人必须根据现场情况进行安全技术交底，使作业人员明确安全生产状态及要点，避免事故发生。
- 6) 作业前安全管理人员及操作手必须对设备进行检查和空载运行，在确定无故障情况时方能进行作业。

2、物体打击事故应急救援措施：

- 1) 发生物体打击事故，要迅速启动项目求援小组，及时停止阻断事故源的工作和作业，防止事故的扩大，并根据伤害的性质和程度，利用现场的一切条件，实施相应的救护措施。
- 2) 及时速报上级预案指挥部，伤势严重的应及时拨打 120 求救。
- 3) 出血性外伤应及时采取应急止血措施，避免伤员因失血过多造成生命危险。
- 4) 骨折性伤员，在挪动伤员时冷静小心，采取正确的方法救护避免伤势扩大。
- 5) 脊椎骨折伤员要保证伤员平稳卧姿式，严禁采用抱、拉、抬、背、搭腿等方法处理，以防脊髓受伤导致伤情加重，以致造成瘫痪。
- 6) 对事故现场要注意保护，以便调查组调查。

第六章 劳动力计划

根据劳动力需要量计划，组织工人进场，做好施工人员进场的安全、质量、防火、文明施工等教育工作，进行岗前培训，对关键技术工种必须持证上岗，按规定进行三级安全技术交底，交底内容包括：施工进度计划；各项安全、技术、质量保证措施；质量标准 and 验收规范要求；设计变更和技术核定等。必要时进行现场示范，同时健全各项规章制度，加强遵纪守法教育。

项目部配置各类专业的管理人员，对高支模的整个过程进行技术、安全、质量的管理。

表 6.1 劳动力投入计划

| 工种 | 架子工 | 木工 | 钢筋工 | 塔吊工 | 材料运输工 | 电工 | 安全员 |
|----|-----|----|-----|-----|-------|----|-----|
| 人数 | | | | | | | |

表 6.2 管理人员配置计划

| 职务 | 技术员 | 安全员 | 质量员 | 测量员 | 专业施工员 |
|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 人数 | | | | | |

第七章 计算书

本计算中钢管按 48×3.0 进行验算

第一节 柱模板的验算

1.1. 柱截面 $1000 \times 1000\text{mm}$

一、柱模板基本参数

柱模板的截面宽度 $B=1000\text{mm}$ ，B方向对拉螺栓2道，

柱模板的截面高度 $H=1000\text{mm}$ ，H方向对拉螺栓2道，

柱模板的计算高度 $L = 15000\text{mm}$ ，

柱箍间距计算跨度 $d = 400\text{mm}$ 。

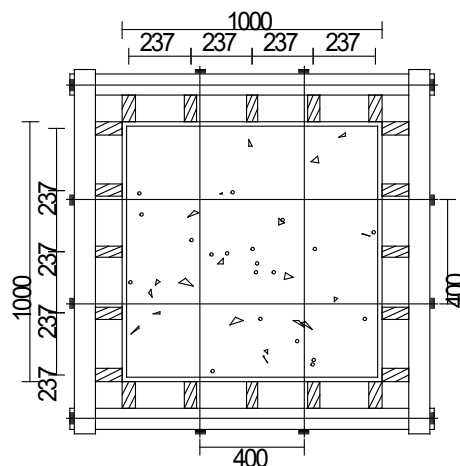
柱箍采用双钢管 $48\text{mm} \times 3.0\text{mm}$ 。

柱模板竖楞截面宽度 50mm ，高度 100mm 。

B方向竖楞5根，H方向竖楞5根。

面板厚度 18mm ，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方剪切强度 $1.6\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。



柱模板支撑计算简图

二、柱模板荷载标准值计算

强度验算要考虑新浇混凝土侧压力和倾倒混凝土时产生的荷载设计值；挠度验

算只考虑新浇混凝土侧压力产生荷载标准值。

新浇混凝土侧压力计算公式为下式中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \quad F = \gamma_c H$$

其中 γ_c ——混凝土的重力密度，取24.000kN/m³；

t——新浇混凝土的初凝时间，为0时（表示无资料）取200/(T+15)，取4.000h；

T——混凝土的入模温度，取20.000℃；

V——混凝土的浇筑速度，取2.500m/h；

H——混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取3.000m；

β_1 ——外加剂影响修正系数，取1.200；

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数，取1.150。

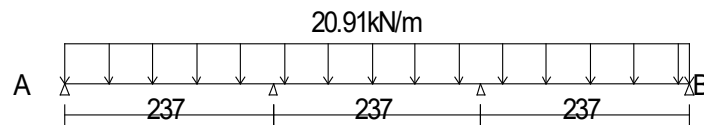
根据公式计算的新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=46.080\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，实际计算中采用新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=0.9 \times 46.080=41.472\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，倒混凝土时产生的荷载标准值 $F_2=0.9 \times 2.000=1.800\text{kN/m}^2$ 。

三、柱模板面板的计算

面板直接承受模板传递的荷载，应该按照均布荷载下的连续梁计算，计算如下



面板计算简图

面板的计算宽度取柱箍间距0.40m。

荷载计算值 $q = 1.2 \times 41.472 \times 0.400 + 1.40 \times 1.800 \times 0.400 = 20.915\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 21.60\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 19.44\text{cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$;

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.20 \times 16.589 + 1.40 \times 0.720) \times 0.237 \times$

$0.237 = 0.118\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.118 \times 1000 \times 1000 / 21600 = 5.462\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

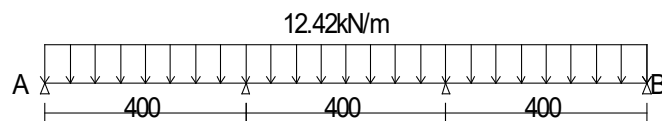
面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 16.589 \times 238^4 / (100 \times 6000 \times$

$194400) = 0.306\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $237.5/250$, 满足要求!

四、竖楞木方的计算

竖楞木方直接承受模板传递的荷载, 应该按照均布荷载下的三跨连续梁计算, 计算如下



竖楞木方计算简图

竖楞木方的计算宽度取 BH 两方向最大间距0.237m。

荷载计算值 $q = 1.2 \times 41.472 \times 0.237 + 1.40 \times 1.800 \times 0.237 = 12.418 \text{ kN/m}$

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 4.967 / 0.400 = 12.418 \text{ kN/m}$

最大弯矩 $M = 0.1ql^2 = 0.1 \times 12.418 \times 0.40 \times 0.40 = 0.199 \text{ kN.m}$

最大剪力 $Q = 0.6 \times 0.400 \times 12.418 = 2.980 \text{ kN}$

最大支座力 $N = 1.1 \times 0.400 \times 12.418 = 5.464 \text{ kN}$

截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.199 \times 10^6 / 83333.3 = 2.38 \text{ N/mm}^2$

抗弯计算强度小于13.0N/mm², 满足要求!

(2) 挠度计算

最大变形 $v = 0.677 \times 9.850 \times 400.0^4 / (100 \times 9000.00 \times 416666.8) = 0.046 \text{ mm}$

最大挠度小于400.0/250, 满足要求!

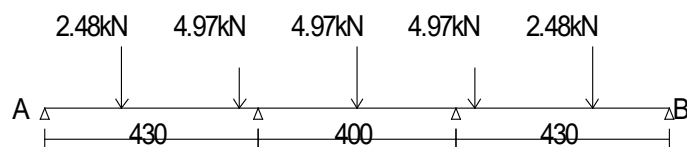
五、B方向柱箍的计算

竖楞木方传递到柱箍的集中荷载 P：

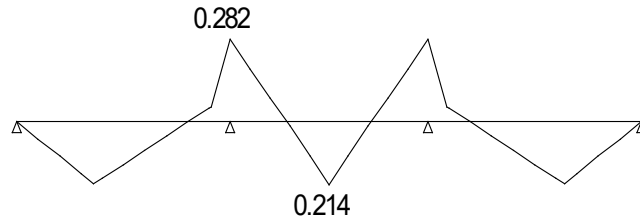
$$P = (1.2 \times 41.47 + 1.40 \times 1.80) \times 0.237 \times 0.400 = 4.97 \text{ kN}$$

柱箍按照集中荷载作用下的连续梁计算。

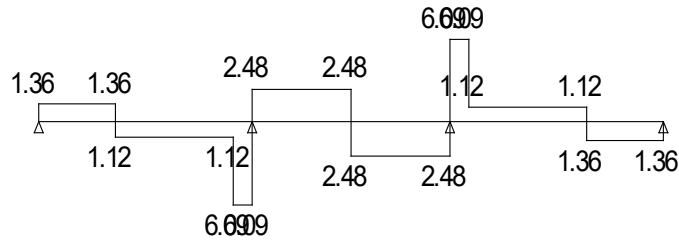
集中荷载P取木方传递力。



支撑钢管计算简图

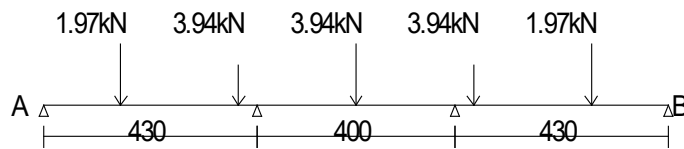


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

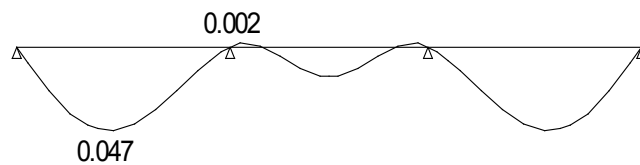


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.282\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $v_{max}=0.047\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=8.570\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.282\times 10^6/8982.0=31.40\text{N}/\text{mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $430.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

六、B方向对拉螺栓的计算

计算公式：

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力；

A —— 对拉螺栓有效面积（mm²）；

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值，取170N/mm²；

对拉螺栓的直径(mm)： 12

对拉螺栓有效直径(mm)： 10

对拉螺栓有效面积(mm²)： A = 76.000

对拉螺栓最大容许拉力值(kN)： [N] = 12.920

对拉螺栓所受的最大拉力(kN)： N = 8.570

对拉螺栓强度验算满足要求！

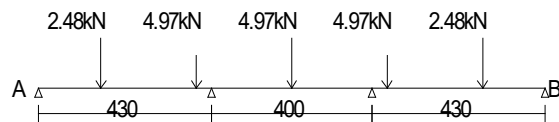
七、H方向柱箍的计算

竖楞木方传递到柱箍的集中荷载 P：

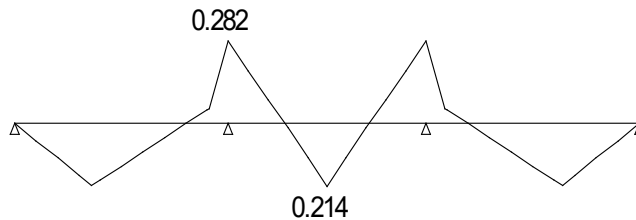
$$P = (1.2 \times 41.47 + 1.40 \times 1.80) \times 0.237 \times 0.400 = 4.97\text{kN}$$

柱箍按照集中荷载作用下的连续梁计算。

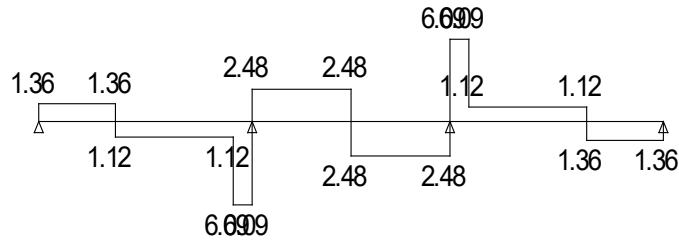
集中荷载P取木方传递力。



支撑钢管计算简图

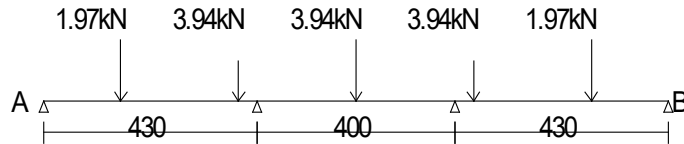


支撑钢管弯矩图(kN.m)

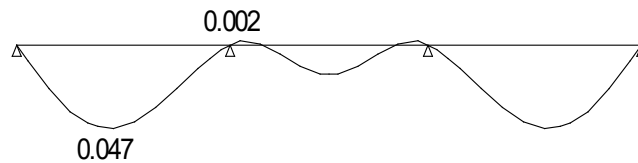


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.282\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $v_{max}=0.047\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=8.570\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.282 \times 10^6 / 8982.0 = 31.40\text{N}/\text{mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于430.0/150与10mm, 满足要求!

八、H方向对拉螺栓的计算

计算公式:

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力;

A —— 对拉螺栓有效面积 (mm^2);

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值, 取 $170\text{N}/\text{mm}^2$;

对拉螺栓的直径(mm)： 12

对拉螺栓有效直径(mm)： 10

对拉螺栓有效面积(mm²)： A = 76.000

对拉螺栓最大容许拉力值(kN)： [N] = 12.920

对拉螺栓所受的最大拉力(kN)： N = 8.570

对拉螺栓强度验算满足要求!

1.2. 柱截面 2000×2000mm

一、柱模板基本参数

柱模板的截面宽度 B=2000mm， B方向对拉螺栓4道，

柱模板的截面高度 H=2000mm， H方向对拉螺栓4道，

柱模板的计算高度 L = 15000mm，

柱箍间距计算跨度 d = 400mm。

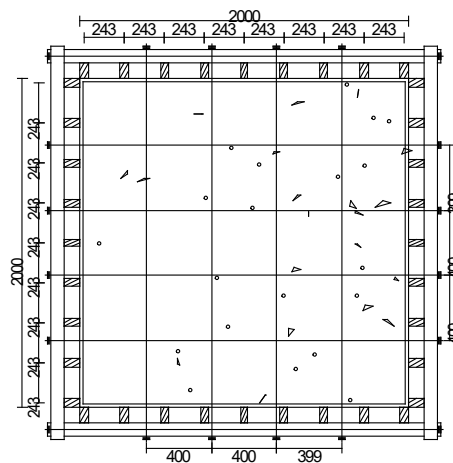
柱箍采用双钢管48mm×3.0mm。

柱模板竖楞截面宽度50mm， 高度100mm。

B方向竖楞9根， H方向竖楞9根。

面板厚度18mm， 剪切强度1.4N/mm²， 抗弯强度15.0N/mm²， 弹性模量6000.0N/mm²。

木方剪切强度1.3N/mm²， 抗弯强度13.0N/mm²， 弹性模量9000.0N/mm²。



柱模板支撑计算简图

二、柱模板荷载标准值计算

强度验算要考虑新浇混凝土侧压力和倾倒混凝土时产生的荷载设计值；挠度验算只考虑新浇混凝土侧压力产生荷载标准值。

新浇混凝土侧压力计算公式为下式中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \quad F = \gamma_c H$$

其中 γ_c ——混凝土的重力密度，取24.000kN/m³；

t——新浇混凝土的初凝时间，为0时（表示无资料）取200/(T+15)，取2.500h；

T——混凝土的入模温度，取20.000℃；

V——混凝土的浇筑速度，取2.500m/h；

H——混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取15.000m；

β_1 ——外加剂影响修正系数，取1.200；

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数，取1.150。

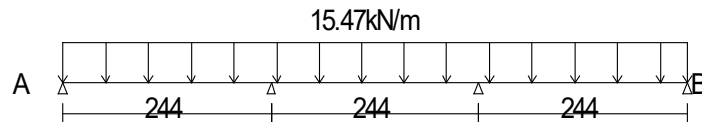
根据公式计算的新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=28.800\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，实际计算中采用新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=0.9 \times 28.800=25.920\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，倒混凝土时产生的荷载标准值 $F_2=0.9 \times 6.000=5.400\text{kN/m}^2$ 。

三、柱模板面板的计算

面板直接承受模板传递的荷载，应该按照均布荷载下的连续梁计算，计算如下



面板计算简图

面板的计算宽度取柱箍间距0.40m。

荷载计算值 $q = 1.2 \times 25.920 \times 0.400 + 1.40 \times 5.400 \times 0.400 = 15.466\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 21.60\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 19.44\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.20 \times 10.368 + 1.40 \times 2.160) \times 0.244 \times 0.244 = 0.092\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.092 \times 1000 \times 1000 / 21600 = 4.254\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

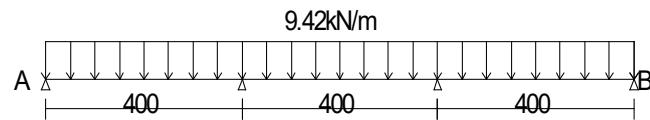
$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 10.368 \times 244^4 / (100 \times 6000 \times 194400) = 0.212\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $243.8/250$, 满足要求!

四、竖楞木方的计算

竖楞木方直接承受模板传递的荷载，应该按照均布荷载下的三跨连续梁计算，计算如下



竖楞木方计算简图

竖楞木方的计算宽度取 BH 两方向最大间距0.244m。

荷载计算值 $q = 1.2 \times 25.920 \times 0.244 + 1.40 \times 5.400 \times 0.244 = 9.424 \text{ kN/m}$

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 3.770 / 0.400 = 9.424 \text{ kN/m}$

最大弯矩 $M = 0.1q l^2 = 0.1 \times 9.424 \times 0.40 \times 0.40 = 0.151 \text{ kN.m}$

最大剪力 $Q = 0.6 \times 0.400 \times 9.424 = 2.262 \text{ kN}$

最大支座力 $N = 1.1 \times 0.400 \times 9.424 = 4.147 \text{ kN}$

截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.151 \times 10^6 / 83333.3 = 1.81 \text{ N/mm}^2$

抗弯计算强度小于13.0N/mm², 满足要求!

(2) 挠度计算

最大变形 $v = 0.677 \times 6.318 \times 400.0^4 / (100 \times 9000.00 \times 4166666.8) = 0.029 \text{ mm}$

最大挠度小于400.0/250, 满足要求!

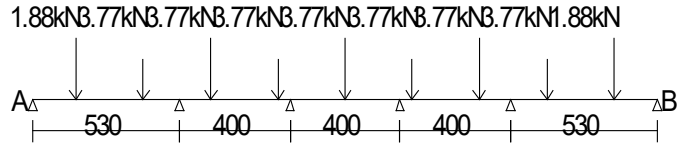
五、B方向柱箍的计算

竖楞木方传递到柱箍的集中荷载 P：

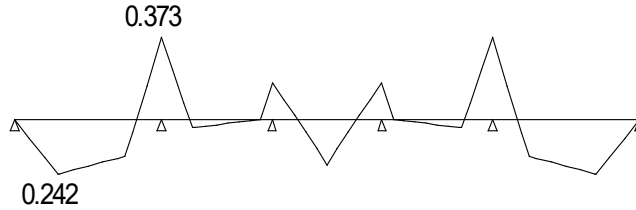
$$P = (1.2 \times 25.92 + 1.40 \times 5.40) \times 0.244 \times 0.400 = 3.77 \text{ kN}$$

柱箍按照集中荷载作用下的连续梁计算。

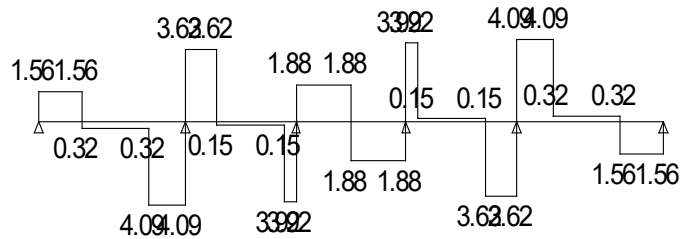
集中荷载P取木方传递力。



支撑钢管计算简图

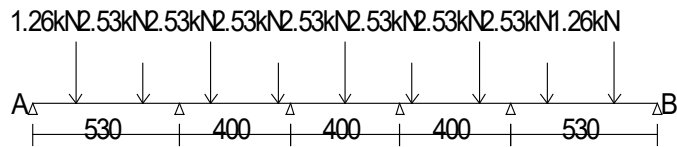


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

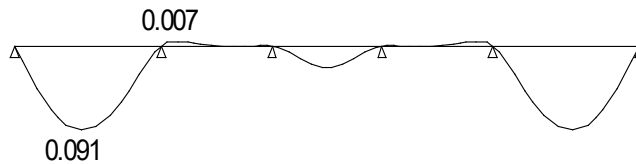


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.372\text{kN.m}$

最大变形 $v_{max}=0.091\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=7.714\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.372 \times 10^6 / 8982.0 = 41.42 \text{N/mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $530.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

六、B方向对拉螺栓的计算

计算公式:

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力;

A —— 对拉螺栓有效面积 (mm^2);

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值, 取 170N/mm^2 ;

对拉螺栓的直径 (mm): 12

对拉螺栓有效直径 (mm): 10

对拉螺栓有效面积 (mm^2): $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值 (kN): $[N] = 12.920$

对拉螺栓所受的最大拉力 (kN): $N = 7.714$

对拉螺栓强度验算满足要求!

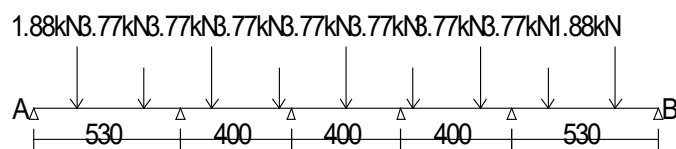
七、H方向柱箍的计算

竖楞木方传递到柱箍的集中荷载 P :

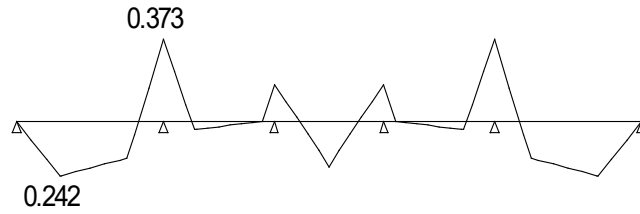
$$P = (1.2 \times 25.92 + 1.40 \times 5.40) \times 0.244 \times 0.400 = 3.77 \text{kN}$$

柱箍按照集中荷载作用下的连续梁计算。

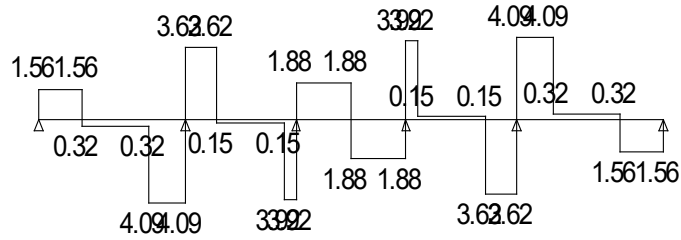
集中荷载 P 取木方传递力。



支撑钢管计算简图

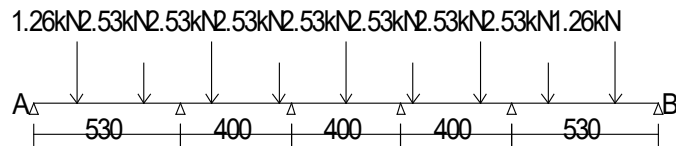


支撑钢管弯矩图 (kN. m)

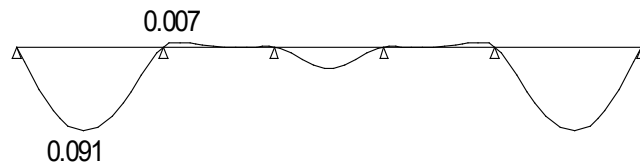


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.372\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $v_{max}=0.091\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=7.714\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.372\times 10^6/8982.0=41.42\text{N}/\text{mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于530.0/150与10mm, 满足要求!

八、H方向对拉螺栓的计算

计算公式：

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力；

A —— 对拉螺栓有效面积（ mm^2 ）；

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值，取 $170\text{N}/\text{mm}^2$ ；

对拉螺栓的直径（mm）： 12

对拉螺栓有效直径（mm）： 10

对拉螺栓有效面积（ mm^2 ）： $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值（kN）： $[N] = 12.920$

对拉螺栓所受的最大拉力（kN）： $N = 7.714$

对拉螺栓强度验算满足要求！

1.3. 柱截面 $3000 \times 3000\text{mm}$

一、柱模板基本参数

柱模板的截面宽度 $B=3000\text{mm}$ ，B方向对拉螺栓7道，

柱模板的截面高度 $H=3000\text{mm}$ ，H方向对拉螺栓7道，

柱模板的计算高度 $L = 15000\text{mm}$ ，

柱箍间距计算跨度 $d = 400\text{mm}$ 。

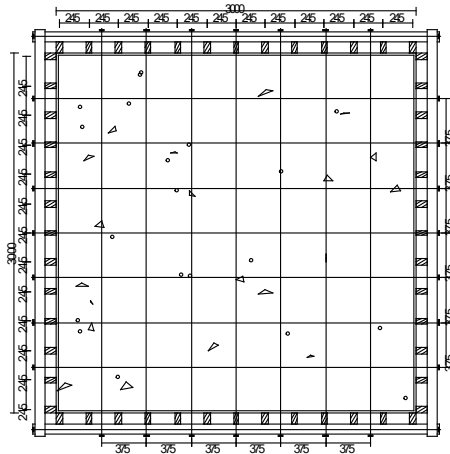
柱箍采用双钢管 $48\text{mm} \times 3.0\text{mm}$ 。

柱模板竖楞截面宽度 50mm ，高度 100mm 。

B方向竖楞13根，H方向竖楞13根。

面板厚度 18mm ，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量
 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。



柱模板支撑计算简图

二、柱模板荷载标准值计算

强度验算要考虑新浇混凝土侧压力和倾倒混凝土时产生的荷载设计值；挠度验算只考虑新浇混凝土侧压力产生荷载标准值。

新浇混凝土侧压力计算公式为下式中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \quad F = \gamma_c H$$

其中 γ_c ——混凝土的重力密度，取 24.000kN/m^3 ；

t —— 新浇混凝土的初凝时间，为0时（表示无资料）取 $200/(T+15)$ ，取 2.500h ；

T —— 混凝土的入模温度，取 20.000°C ；

V —— 混凝土的浇筑速度，取 2.500m/h ；

H —— 混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取 15.000m ；

β_1 —— 外加剂影响修正系数，取 1.200 ；

β_2 —— 混凝土坍落度影响修正系数，取 1.150 。

根据公式计算的新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=28.800\text{kN/m}^2$

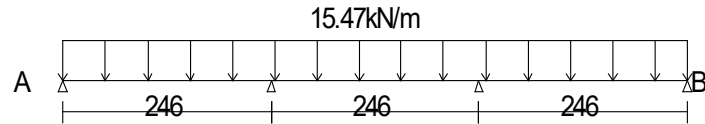
考虑结构的重要性系数 0.9 ，实际计算中采用新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=0.9 \times 28.800=25.920\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数 0.9 ，倒混凝土时产生的荷载标准值 $F_2=0.9 \times$

6.000=5.400kN/m²。

三、柱模板面板的计算

面板直接承受模板传递的荷载，应该按照均布荷载下的连续梁计算，计算如下



面板计算简图

面板的计算宽度取柱箍间距0.40m。

荷载计算值 $q = 1.2 \times 25.920 \times 0.400 + 1.40 \times 5.400 \times 0.400 = 15.466 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 21.60 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 19.44 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100q l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.20 \times 10.368 + 1.40 \times 2.160) \times 0.246 \times$

$0.246 = 0.093 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.093 \times 1000 \times 1000 / 21600 = 4.327 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$ ，满足要求！

(2) 挠度计算

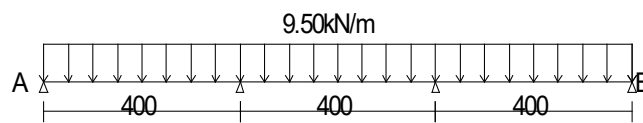
$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 10.368 \times 246^4 / (100 \times 6000 \times 194400) = 0.220\text{mm}$

面板的最大挠度小于245.8/250, 满足要求!

四、竖楞木方的计算

竖楞木方直接承受模板传递的荷载，应该按照均布荷载下的三跨连续梁计算，计算如下



竖楞木方计算简图

竖楞木方的计算宽度取 BH 两方向最大间距0.246m。

荷载计算值 $q = 1.2 \times 25.920 \times 0.246 + 1.40 \times 5.400 \times 0.246 = 9.505\text{kN/m}$

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 3.802 / 0.400 = 9.505\text{kN/m}$

最大弯矩 $M = 0.1ql^2 = 0.1 \times 9.505 \times 0.40 \times 0.40 = 0.152\text{kN}\cdot\text{m}$

最大剪力 $Q = 0.6 \times 0.400 \times 9.505 = 2.281\text{kN}$

最大支座力 $N = 1.1 \times 0.400 \times 9.505 = 4.182\text{kN}$

截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.152 \times 10^6 / 83333.3 = 1.83\text{N/mm}^2$

抗弯计算强度小于13.0N/mm², 满足要求!

(2) 挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.677 \times 6.372 \times 400.0^4 / (100 \times 9000.00 \times 4166666.8) = 0.029\text{mm}$$

最大挠度小于400.0/250, 满足要求!

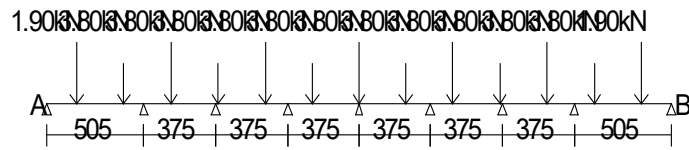
五、B方向柱箍的计算

竖楞木方传递到柱箍的集中荷载 P:

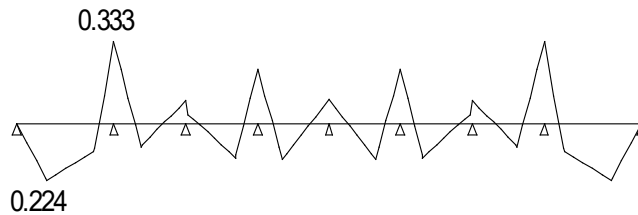
$$P = (1.2 \times 25.92 + 1.40 \times 5.40) \times 0.246 \times 0.400 = 3.80\text{kN}$$

柱箍按照集中荷载作用下的连续梁计算。

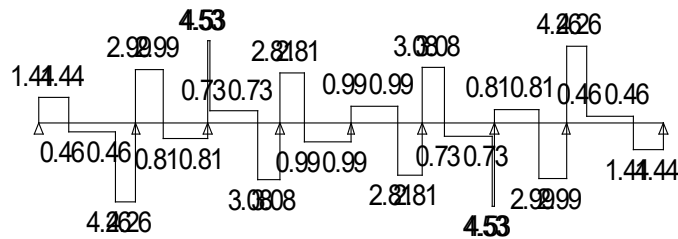
集中荷载P取木方传递力。



支撑钢管计算简图

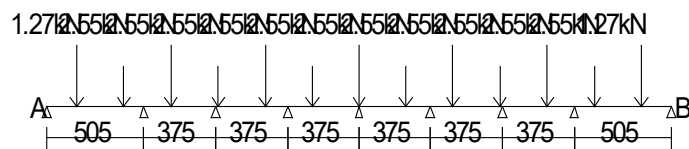


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

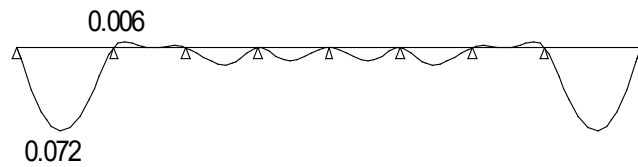


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{\max}=0.333\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $v_{\max}=0.072\text{mm}$

最大支座力 $Q_{\max}=7.250\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.333\times 10^6/8982.0=37.07\text{N}/\text{mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $505.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

六、B方向对拉螺栓的计算

计算公式:

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力;

A —— 对拉螺栓有效面积 (mm^2);

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值, 取 $170\text{N}/\text{mm}^2$;

对拉螺栓的直径 (mm): 12

对拉螺栓有效直径 (mm): 10

对拉螺栓有效面积 (mm^2): $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值 (kN): $[N] = 12.920$

对拉螺栓所受的最大拉力 (kN): $N = 7.250$

对拉螺栓强度验算满足要求!

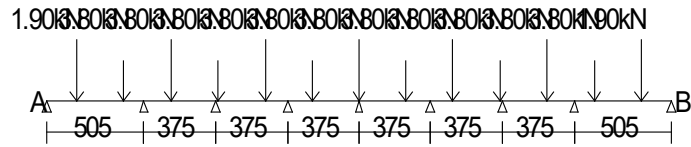
七、H方向柱箍的计算

竖楞木方传递到柱箍的集中荷载 P :

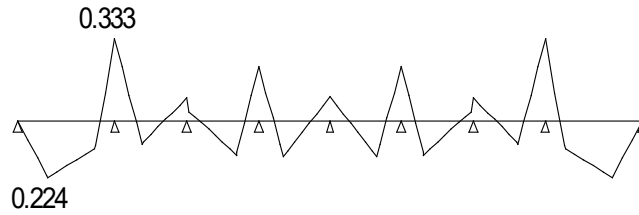
$$P = (1.2 \times 25.92 + 1.40 \times 5.40) \times 0.246 \times 0.400 = 3.80\text{kN}$$

柱箍按照集中荷载作用下的连续梁计算。

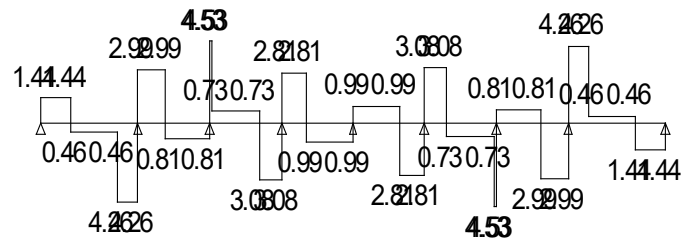
集中荷载P取木方传递力。



支撑钢管计算简图

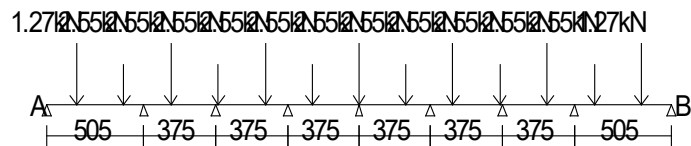


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

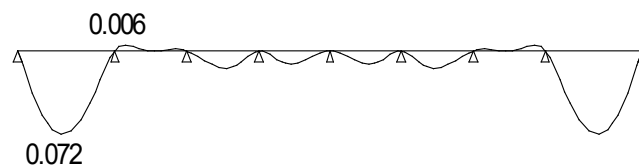


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.333\text{kN.m}$

最大变形 $v_{max}=0.072\text{mm}$

最大支座力 $Q_{\max}=7.250\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.333\times 10^6/8982.0=37.07\text{N/mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $505.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

八、H方向对拉螺栓的计算

计算公式:

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力;

A —— 对拉螺栓有效面积 (mm^2);

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值, 取 170N/mm^2 ;

对拉螺栓的直径(mm): 12

对拉螺栓有效直径(mm): 10

对拉螺栓有效面积(mm^2): $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值(kN): $[N] = 12.920$

对拉螺栓所受的最大拉力(kN): $N = 7.250$

对拉螺栓强度验算满足要求!

第二节 450mm 厚楼板计算

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为 15.0m ,

立杆的纵距 $b=1.00\text{m}$, 立杆的横距 $l=1.00\text{m}$, 立杆的步距 $h=1.50\text{m}$ 。

面板厚度 18mm , 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50\times 100\text{mm}$, 间距 300mm ,

木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9000.0N/mm^2 。

梁顶托采用双钢管 $48\times 3.0\text{mm}$ 。

模板自重 0.30kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.10kN/m^3 , 施工活荷载 2.50kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为205.0 N/mm²，钢管强度折减系数取1.00。

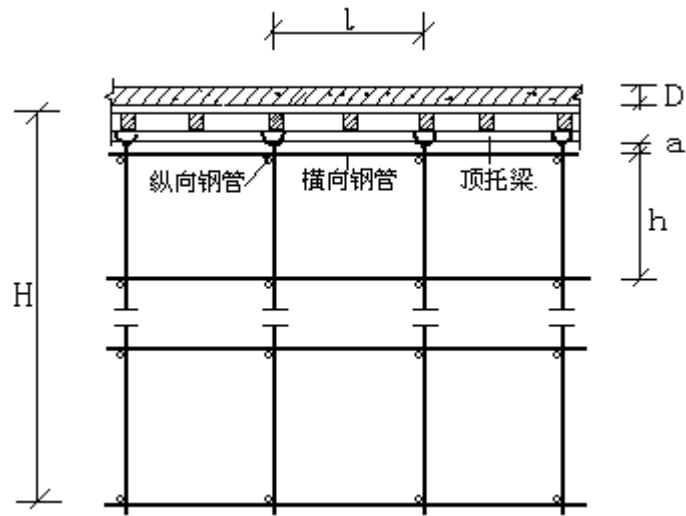


图 楼板支撑架立面简图

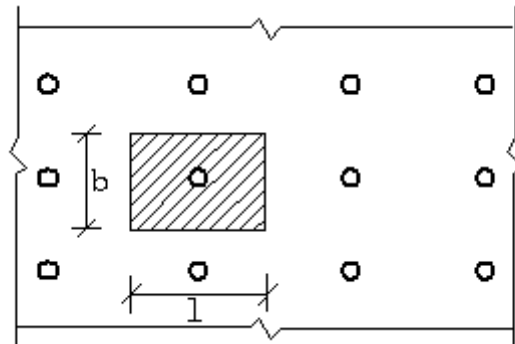


图 楼板支撑架立杆稳定性荷载计算单元

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.10 \times 0.45 + 0.30) + 1.40 \times$

$$2.50 = 17.414 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.10 \times 0.45 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.50 = 17.698 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数,静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.100 \times 0.450 \times 1.000 + 0.300 \times 1.000) = 10.435 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数,活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (0.000 + 2.500) \times 1.000 = 2.250 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

本算例中,截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

截面抵抗矩 $W = 54.00 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 48.60 \text{ cm}^4$;

(1)抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值,取 15.00 N/mm^2 ;

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 10.435 + 0.98 \times 2.250) \times 0.300 \times 0.300 = 0.147 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.147 \times 1000 \times 1000 / 54000 = 2.715 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2)挠度计算

$$v = 0.677q_1^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 10.435 \times 300^4 / (100 \times 6000 \times 486000) = 0.196 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $300.0 / 250$, 满足要求!

(4) 2.5kN集中荷载作用下抗弯强度计算

经过计算得到面板跨中最大弯矩计算公式为 $M = 0.2P_1 + 0.08q_1 l^2$

面板的计算宽度为1200.000mm

集中荷载 $P = 2.5\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q = 0.9 \times (25.100 \times 0.450 \times 1.200 + 0.300 \times 1.200) = 12.523\text{kN/m}$

面板的计算跨度 $l = 300.000\text{mm}$

经计算得到 $M = 0.200 \times 0.9 \times 0.98 \times 2.5 \times 0.300 + 0.080 \times 1.35 \times 12.523 \times 0.300 \times 0.300 = 0.254\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.254 \times 1000 \times 1000 / 54000 = 4.704\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

二、支撑木方的计算

木方按照均布荷载计算。

1. 荷载的计算

(1) 钢筋混凝土板自重 (kN/m):

$$q_{11} = 25.100 \times 0.450 \times 0.300 = 3.389\text{kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

$$q_{12} = 0.300 \times 0.300 = 0.090\text{kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN/m):

经计算得到，活荷载标准值 $q_2 = (2.500 + 0.000) \times 0.300 = 0.750\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，静荷载 $q_1 = 0.9 \times (1.35 \times 3.389 + 1.35 \times 0.090) = 4.226\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载 $q_2 = 0.9 \times 0.98 \times 0.750 = 0.661\text{kN/m}$

计算单元内的木方集中力为 $(0.661 + 4.226) \times 1.000 = 4.887\text{kN}$

2. 木方的计算

按照三跨连续梁计算，最大弯矩考虑为静荷载与活荷载的计算值最不利分配的弯矩和，计算公式如下：

均布荷载 $q = 4.888 / 1.000 = 4.888\text{kN/m}$

最大弯矩 $M = 0.1q_1 l^2 = 0.1 \times 4.89 \times 1.00 \times 1.00 = 0.489\text{kN}\cdot\text{m}$

最大剪力 $Q=0.6 \times 1.000 \times 4.888=2.933\text{kN}$

最大支座力 $N=1.1 \times 1.000 \times 4.888=5.377\text{kN}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.489 \times 10^6/83333.3=5.87\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

均布荷载通过上面变形受力图计算的最大支座力除以跨度得到 3.131kN/m

最大变形 $v = 0.677 \times 3.131 \times 1000.0^4 / (100 \times 9000.00 \times 4166666.8) = 0.565\text{mm}$

木方的最大挠度小于 $1000.0/250$ ，满足要求！

(4) 2.5kN集中荷载作用下抗弯强度计算

经过计算得到跨中最大弯矩计算公式为 $M = 0.2P_1 + 0.08q_1^2$

考虑荷载重要性系数0.9，集中荷载 $P = 0.9 \times 2.5\text{kN}$

经计算得到 $M = 0.200 \times 0.98 \times 0.9 \times 2.5 \times 1.000 + 0.080 \times 4.227 \times 1.000 \times 1.000 = 0.779\text{kN} \cdot \text{m}$

抗弯计算强度 $f=0.779 \times 10^6/83333.3=9.35\text{N/mm}^2$

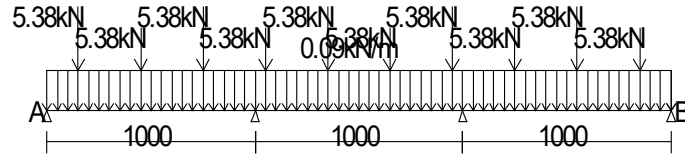
木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

三、托梁的计算

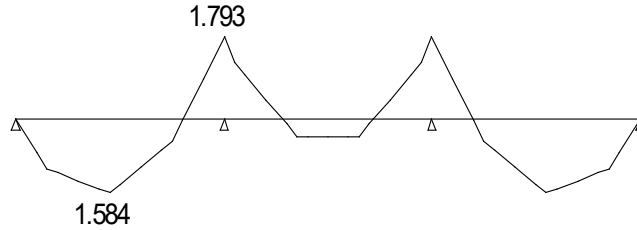
托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

集中荷载取木方的支座力 $P= 5.377\text{kN}$

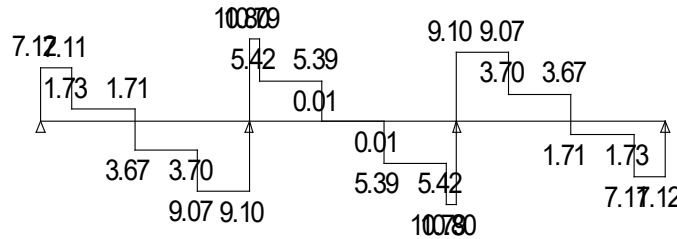
均布荷载取托梁的自重 $q= 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

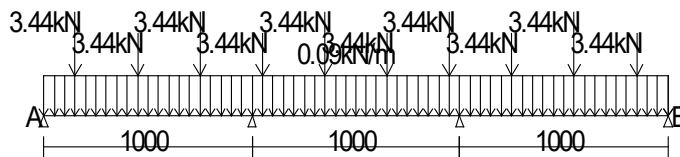


托梁弯矩图 (kN.m)

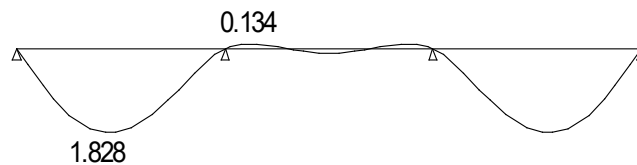


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.792 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $F = 19.894 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 1.828 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.792 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 190.01\text{N/mm}^2$

顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 1.828\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$, 满足要求!

四、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

上部荷载没有通过纵向或横向水平杆传给立杆，无需计算。

五、立杆的稳定性计算荷载标准值

作用于模板支架的荷载包括静荷载、活荷载和风荷载。

1. 静荷载标准值包括以下内容：

(1) 脚手架钢管的自重(kN)：

$$NG1 = 0.135 \times 15.000 = 2.025\text{kN}$$

钢管的自重计算参照《扣件式规范》附录A 双排架自重标准值，设计人员可根据情况修改。

(2) 模板的自重(kN)：

$$NG2 = 0.300 \times 1.000 \times 1.000 = 0.300\text{kN}$$

(3) 钢筋混凝土楼板自重(kN)：

$$NG3 = 25.100 \times 0.450 \times 1.000 \times 1.000 = 11.295\text{kN}$$

考虑0.9的结构重要系数，经计算得到静荷载标准值 $NG = 0.9 \times (NG1 + NG2 + NG3) = 12.258\text{kN}$ 。

2. 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载。

考虑0.9的结构重要系数，经计算得到活荷载标准值 $NQ = 0.9 \times (2.500 + 0.000) \times 1.000 \times 1.000 = 2.250\text{kN}$

3. 不考虑风荷载时，立杆的轴向压力设计值计算公式

$$N = 1.35NG + 0.98NQ$$

六、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力设计值， $N = 18.75\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i = 1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A = 4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W = 4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a = 0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h = 1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0 = 119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma = 18753 / (0.458 \times 424) = 96.593\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k=0.300 \times 1.200 \times 0.240=0.086\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.00m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.086 \times 1.000 \times 1.500 \times 1.500/10=0.022\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$$N_w=1.2 \times 12.258+0.9 \times 1.4 \times 2.250+0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.022/1.000=17.569\text{kN}$$

经计算得到 $\sigma=17569/(0.458 \times 424)+22000/4491=95.405\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

第三节 梁底支撑计算

1. 梁跨立杆间距 1000mm 的梁截面

1.1. 梁截面 200×500mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 B×D=200mm×500mm，立杆的纵距(跨度方向) l=1.00m，立杆的步距 h=1.50m，

梁底增加0道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度1.4N/mm²，抗弯强度15.0N/mm²，弹性模量 6000.0N/mm²。

木方50×100mm，木方剪切强度1.3N/mm²，抗弯强度13.0N/mm²，弹性模量 9000.0N/mm²。

梁两侧立杆间距 0.60m。

梁底按照均匀布置承重杆2根计算。

模板自重0.50kN/m²，混凝土钢筋自重25.50kN/m³，施工活荷载2.00kN/m²。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0 N/mm^2 ，钢管强度折减系数取1.00。

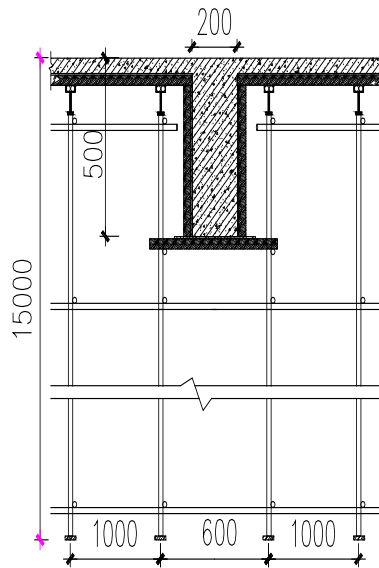


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 0.50 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 18.700 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 0.50 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 19.173 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 0.500 \times 0.200 + 0.500 \times 0.200) = 2.385 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.200 = 0.360 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 10.80\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 9.72\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 2.385 + 0.98 \times 0.360) \times 0.250 \times 0.250 = 0.022\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.022 \times 1000 \times 1000 / 10800 = 2.067\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 2.385 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 97200) = 0.108\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 0.500 \times 0.250 = 3.188\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

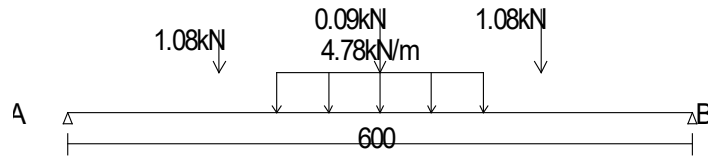
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 0.500 + 0.200) / 0.200 = 0.750\text{kN}/\text{m}$$

(3)活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

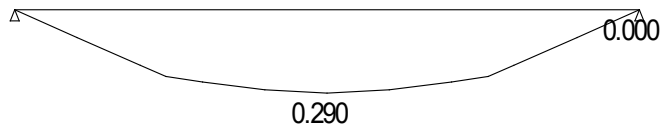
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000+2.000) \times 0.200 \times 0.250=0.100\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 3.188 + 1.35 \times 0.750) = 4.784\text{kN/m}$

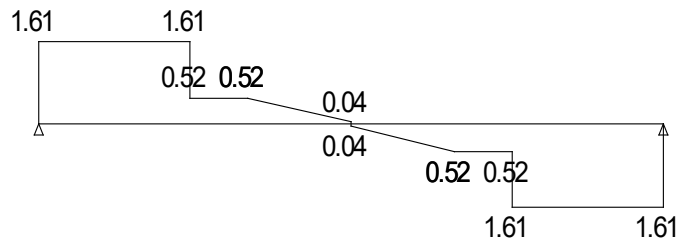
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.100 = 0.088\text{kN}$



木方计算简图

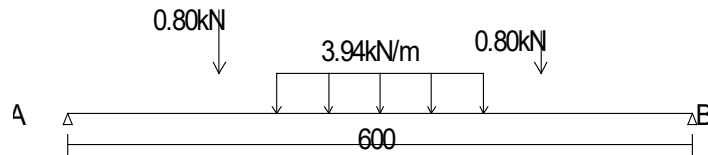


木方弯矩图(kN.m)

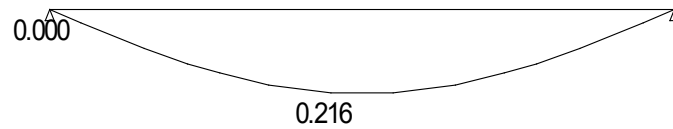


木方剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=1.607\text{kN}$$

$$N2=1.607\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.290\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=1.607\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.216\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.290 \times 10^6 / 83333.3 = 3.48\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.216\text{mm}$$

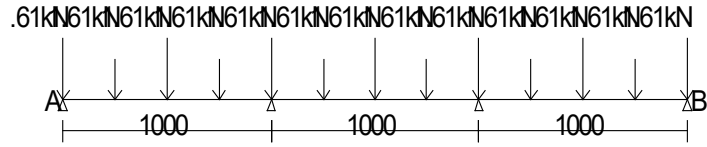
木方的最大挠度小于 $600.0/250$, 满足要求!

三、梁底支撑钢管计算

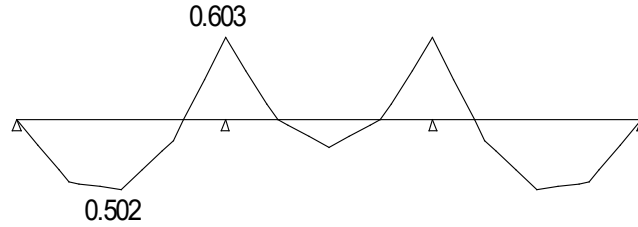
(一) 梁底横向钢管计算

纵向支撑钢管按照集中荷载作用下的连续梁计算。

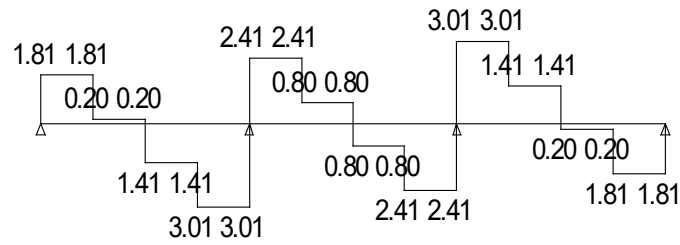
集中荷载 P 取横向支撑钢管传递力。



支撑钢管计算简图

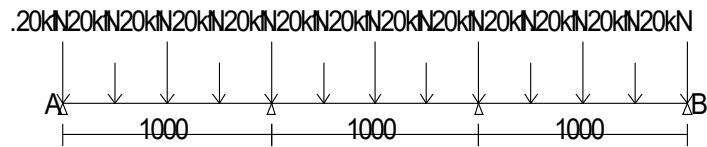


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

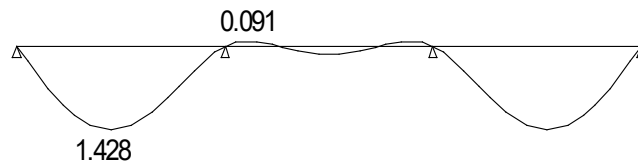


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.603\text{kN.m}$

最大变形 $v_{max}=1.428\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=7.030\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.603 \times 10^6 / 4491.0 = 134.18 \text{N/mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $1000.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管计算

纵向钢管只起构造作用, 通过扣件连接到立杆。

四、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时, 扣件的抗滑承载力按照下式计算:

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

计算中 R 取最大支座反力, $R=7.03\text{kN}$

单扣件抗滑承载力的设计计算满足要求!

五、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=7.030\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.119 \times 15.000 = 2.170\text{kN}$

$N = 7.030 + 2.170 = 9.201\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a=0.20\text{m}$;

h —— 最大步距, $h=1.50\text{m}$;

l_0 —— 计算长度, 取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$;

λ —— 由长细比, 为 $1900/16.0 = 119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数, 由长细比 $10/i$ 查表得到0.458;

经计算得到 $\sigma=9201/(0.458 \times 424)=47.390\text{N}/\text{mm}^2$;

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2);

$$W_k=0.450 \times 0.740 \times 0.115=0.038\text{kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距, 1.50m;

l_a —— 立杆迎风面的间距, 0.60m;

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距, 1.00m;

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.038 \times 0.600 \times 1.500 \times 1.500/10=0.006\text{kN} \cdot \text{m}$;

N_w —— 考虑风荷载时, 立杆的轴心压力最大值;

$$N_w=7.030+0.9 \times 1.2 \times 1.786+0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.006/1.000=9.207\text{kN}$$

经计算得到 $\sigma=9207/(0.458 \times 424)+6000/4491=48.729\text{N}/\text{mm}^2$;

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

1.2. 梁截面 $200 \times 2500\text{mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D=200\text{mm} \times 2500\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l=1.00\text{m}$, 立杆的步距 $h=1.50\text{m}$,

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$, 抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$, 弹性模量

6000.0N/mm²。

木方50×100mm, 木方剪切强度1.3N/mm², 抗弯强度13.0N/mm², 弹性模量9500.0N/mm²。

梁底支撑木方长度 0.60m。

梁顶托采用双钢管48×3.0mm。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重0.50kN/m², 混凝土钢筋自重25.50kN/m³, 施工活荷载2.00kN/m²。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为205.0 N/mm², 钢管强度折减系数取1.00。

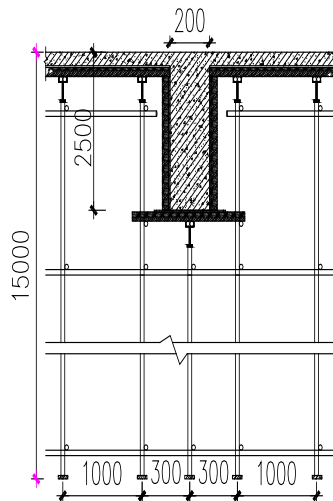


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 2.50 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 79.900 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 2.50 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 88.022 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数, 静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 2.500 \times 0.200 + 0.500 \times 0.200) = 11.565 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数, 活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.200 = 0.360 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

本算例中, 截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

截面抵抗矩 $W = 10.80 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 9.72 \text{ cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 15.00 N/mm^2 ;

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 11.565 + 0.98 \times 0.360) \times 0.250 \times 0.250 = 0.100 \text{ kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.100 \times 1000 \times 1000 / 10800 = 9.239 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677q_1^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 11.565 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 97200) = 0.524 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

（一）梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 2.500 \times 0.250 = 15.938 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

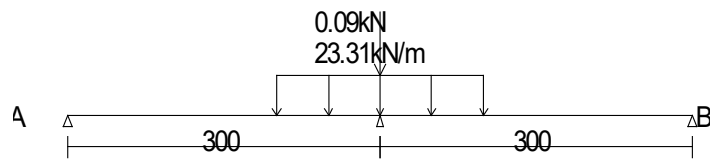
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 2.500 + 0.200) / 0.200 = 3.250 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

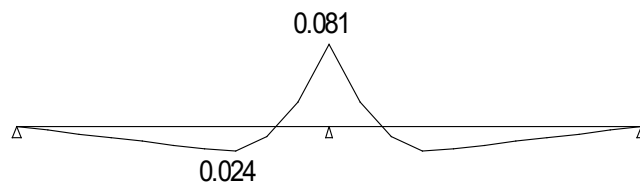
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.200 \times 0.250 = 0.100 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 15.938 + 1.35 \times 3.250) = 23.313 \text{ kN/m}$

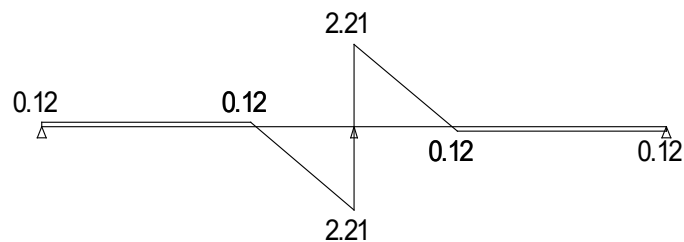
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.100 = 0.088 \text{ kN}$



木方计算简图

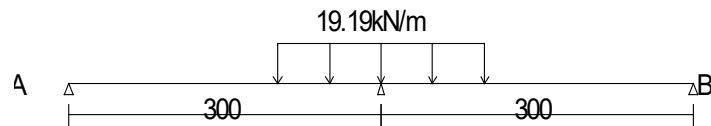


木方弯矩图 (kN.m)

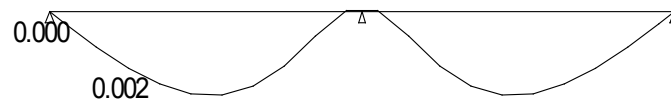


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.119\text{kN}$$

$$N2=4.513\text{kN}$$

$$N3=0.119\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.080\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.513\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.003\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.080 \times 10^6 / 83333.3 = 0.96\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.003\text{mm}$$

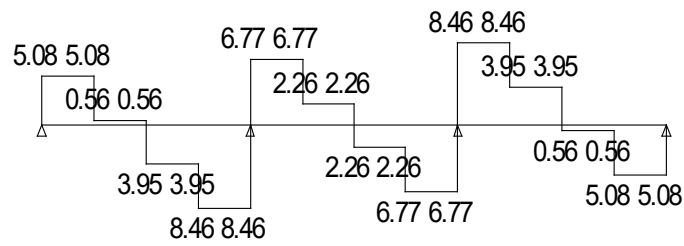
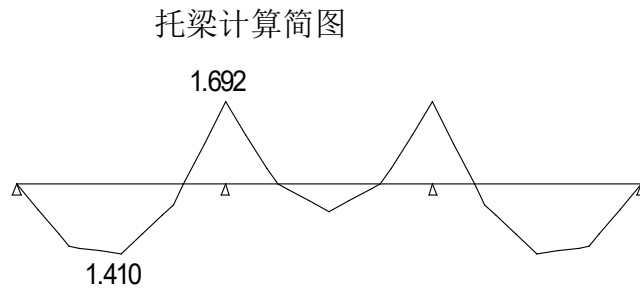
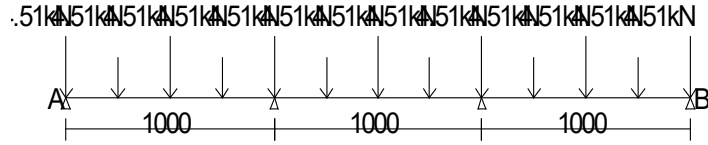
木方的最大挠度小于 $300.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

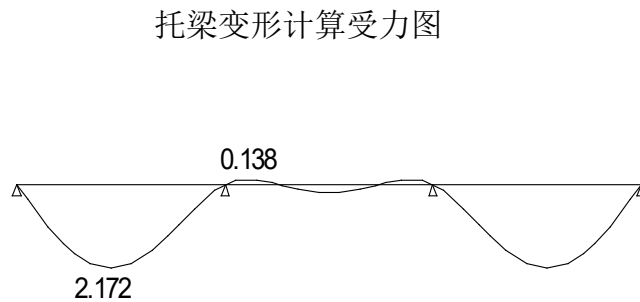
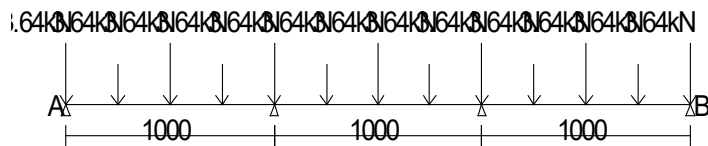
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090 \text{ kN/m}$ 。



变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



经过计算得到最大弯矩 $M = 1.692 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = 19.746\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 2.172\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.692 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 179.41\text{N/mm}^2$

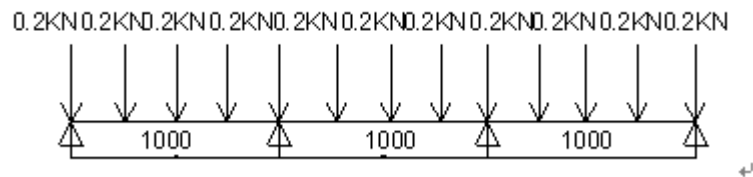
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.172\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$ ，满足要求！

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1 = R_3 = 0.52\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1 = R_3 = 0.52\text{kN} < R_c = 8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1 = 19.746\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.119 \times 15.000 = 2.170 \text{ kN}$

$N = 19.746 + 2.170 = 21.916 \text{ kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i = 1.60 \text{ cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A = 4.239 \text{ cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W = 4.491 \text{ cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00 \text{ N/mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a = 0.20 \text{ m}$;

h —— 最大步距, $h = 1.50 \text{ m}$;

l_0 —— 计算长度, 取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900 \text{ m}$;

λ —— 由长细比, 为 $1900/16.0 = 119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数, 由长细比 l_0/i 查表得到 0.458 ;

经计算得到 $\sigma = 21916 / (0.458 \times 424) = 112.885 \text{ N/mm}^2$;

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2);

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.115 = 0.059 \text{ kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距, 1.50 m ;

l_a —— 立杆迎风面的间距, 0.60 m ;

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距, 1.00 m ;

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.059 \times 0.600 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.009 \text{ kN.m}$;

N_w —— 考虑风荷载时, 立杆的轴心压力最大值;

$$N_w = 19.746 + 0.9 \times 1.2 \times 1.786 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times$$

$0.009/1.000=21.926\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=21926/(0.458\times 424)+9000/4491=114.949\text{N}/\text{mm}^2$;

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

1.3. 梁截面 $300\times 2000\text{mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B\times D=300\text{mm}\times 2000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l=1.00\text{m}$, 立杆的步距 $h=1.50\text{m}$,

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$, 抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$, 弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50\times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$, 抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$, 弹性模量 $9500.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 0.70m。

梁顶托采用双钢管 $48\times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$, 混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$, 施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 钢管强度折减系数取1.00。

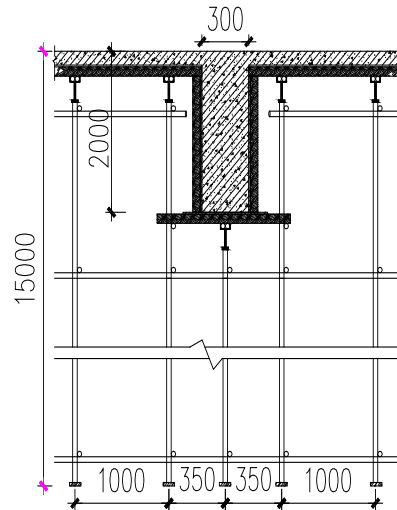


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 2.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 64.600 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 2.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 70.810 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 2.000 \times 0.300 + 0.500 \times 0.300) = 13.905 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.300 = 0.540 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 16.20 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 14.58\text{cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$;

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 13.905 + 0.98 \times 0.540) \times 0.250 \times 0.250 = 0.121\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.121 \times 1000 \times 1000 / 16200 = 7.446\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 13.905 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 145800) = 0.420\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载, 施工活荷载等。

1. 荷载的计算:

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m):

$$q_1 = 25.500 \times 2.000 \times 0.250 = 12.750\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

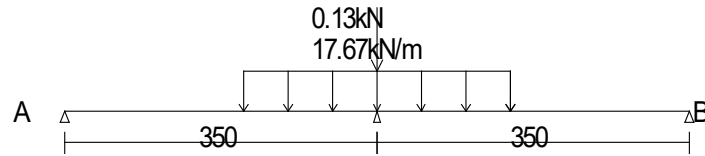
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 2.000 + 0.300) / 0.300 = 1.792\text{kN}/\text{m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

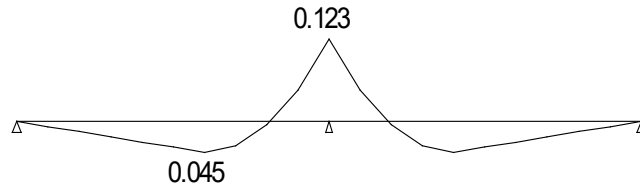
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000+2.000) \times 0.300 \times 0.250=0.150\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 12.750+1.35 \times 1.792)=17.668\text{kN/m}$

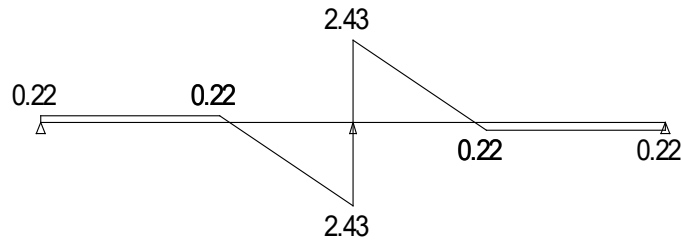
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.150=0.132\text{kN}$



木方计算简图

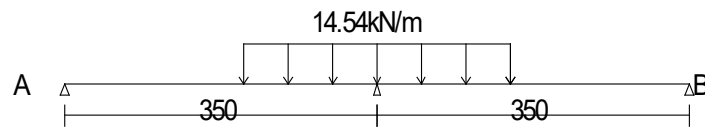


木方弯矩图 (kN.m)

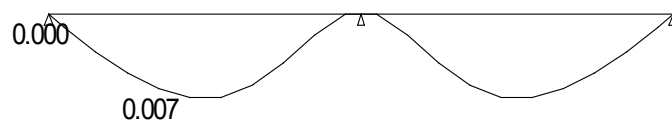


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=0.217\text{kN}$$

$$N_2=4.998\text{kN}$$

$$N_3=0.217\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.122\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.998\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.008\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.122 \times 10^6 / 83333.3 = 1.46\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.008\text{mm}$$

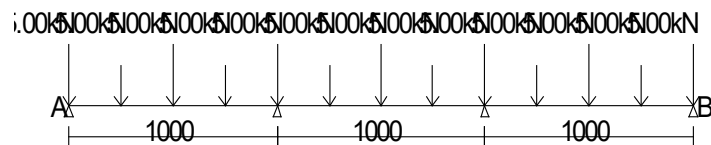
木方的最大挠度小于 $350.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管的计算

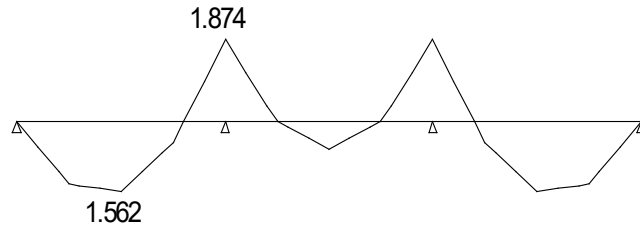
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

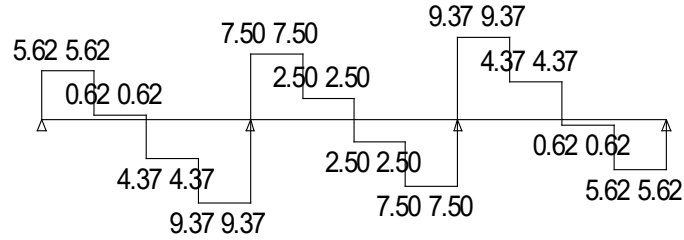
均布荷载取托梁的自重 $q=0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

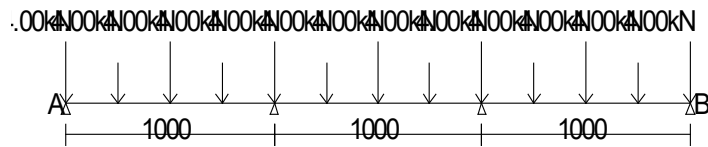


托梁弯矩图 (kN.m)

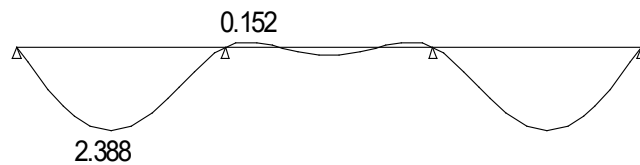


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.874 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = 21.867 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 2.388 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.874 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 198.70 \text{ N/mm}^2$

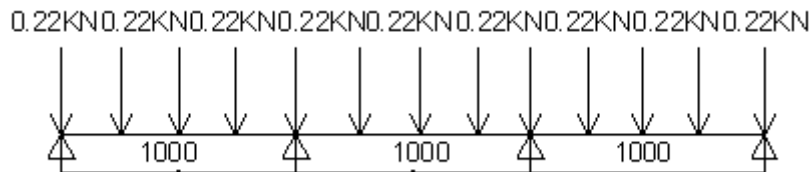
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.388\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管的计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=0.95\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_3=0.95\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ 满足要求!

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=21.867\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.125 \times 15.000 = 2.279\text{kN}$

$N = 21.867 + 2.279 = 24.146\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N}/\text{mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度，a=0.20m；

h —— 最大步距，h=1.50m；

l₀ —— 计算长度，取1.500+2×0.200=1.900m；

λ —— 由长细比，为1900/16.0=119 < 150 **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l₀/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=24146/(0.458 \times 424)=124.369\text{N}/\text{mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m²)；

$$W_k=0.450 \times 1.140 \times 0.115=0.059\text{kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，0.70m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 M_w=0.9×0.9×1.4×0.059×0.700×1.500×
1.500/10=0.011kN.m；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

N_w=21.867+0.9×1.2×1.876+0.9×0.9×1.4×
0.011/1.000=24.158kN

经计算得到 $\sigma=24158/(0.458 \times 424)+11000/4491=126.777\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

1.4. 梁截面 400×1500mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 400\text{mm} \times 1500\text{mm}$ ，立杆的纵距（跨度方向） $l = 1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$ ，

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9500.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 0.80m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$ ，混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$ ，施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢管强度折减系数取1.00。

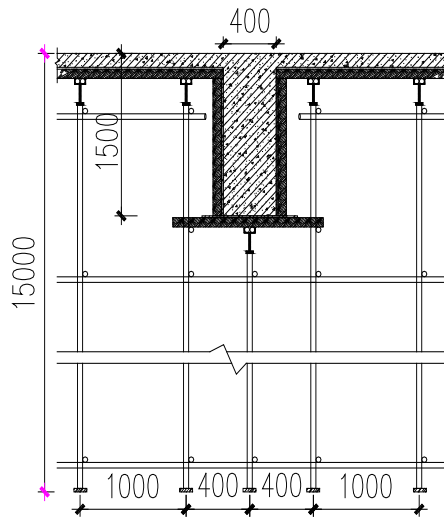


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S = 1.2 \times (25.50 \times 1.50 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 49.300\text{kN}/\text{m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S = 1.35 \times 25.50 \times 1.50 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00=53.597\text{kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合S最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40=0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.500 \times 0.400 + 0.500 \times 0.400) = 13.950\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.400 = 0.720\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 21.60\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 19.44\text{cm}^4$ ；

(1)抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值(N/mm²)；

M —— 面板的最大弯距(N·mm)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

[f] —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00N/mm^2 ；

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值(kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 13.950 + 0.98 \times 0.720) \times 0.250 \times$

$$0.250 = 0.122\text{kN}\cdot\text{m}$$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.122 \times 1000 \times 1000 / 21600 = 5.653\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 13.950 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 194400) = 0.316\text{mm}$

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 1.500 \times 0.250 = 9.563\text{kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

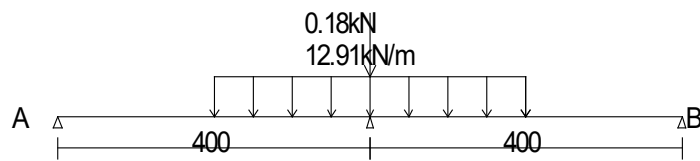
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.500 + 0.400) / 0.400 = 1.063\text{kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

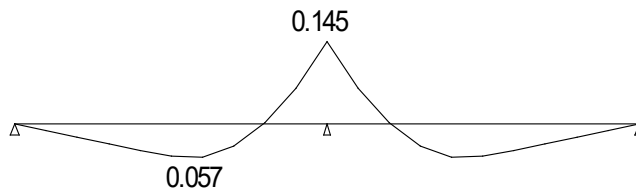
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.400 \times 0.250 = 0.200\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 9.563 + 1.35 \times 1.063) = 12.909\text{kN/m}$

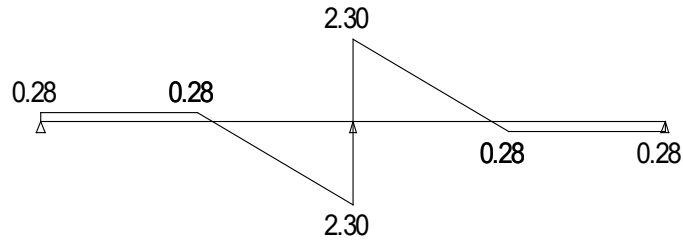
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.200 = 0.176\text{kN}$



木方计算简图

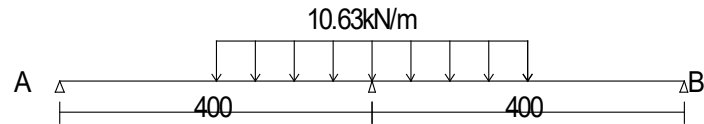


木方弯矩图(kN.m)

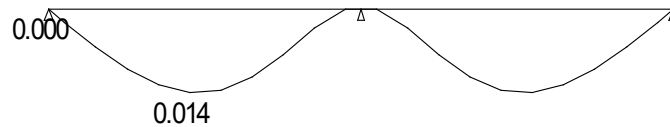


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.282 \text{ kN}$$

$$N_2 = 4.775 \text{ kN}$$

$$N_3 = 0.282 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.145 \text{ kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F = 4.775 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.014 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33 \text{ cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67 \text{ cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.145 \times 10^6 / 83333.3 = 1.74 \text{ N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.014\text{mm}$

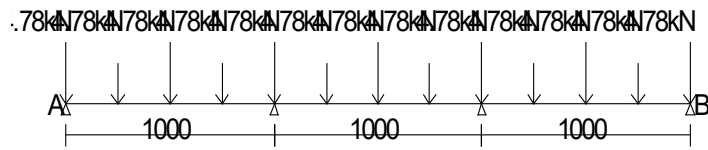
木方的最大挠度小于 $400.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

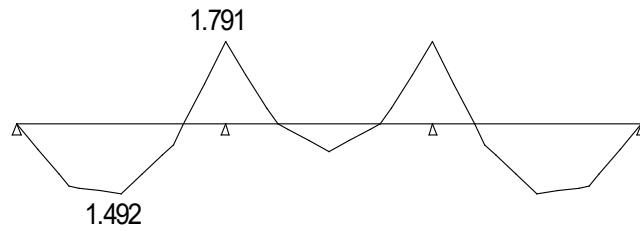
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

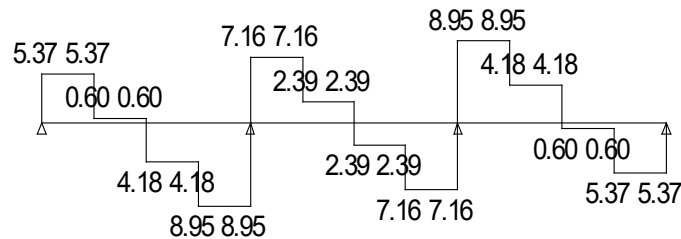
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

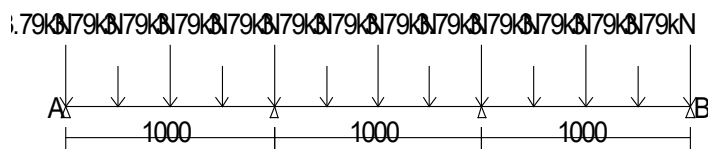


托梁弯矩图 (kN.m)

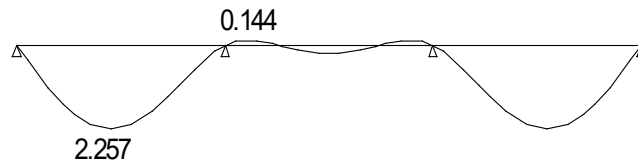


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 1.790\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2= 20.892\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 2.257\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=1.790 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 189.80\text{N}/\text{mm}^2$

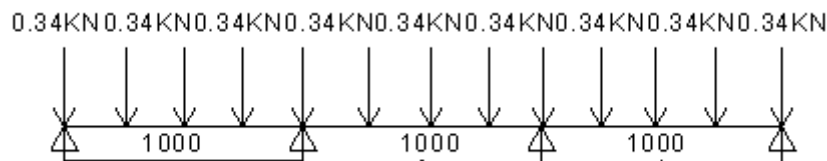
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.257\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=1.23\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_3=1.23\text{kN}<R_c=8\text{KN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=20.892\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.125 \times 15.000 = 2.279\text{kN}$

$N = 20.892 + 2.279 = 23.171\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量（抵抗矩）， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到 0.458 ；

经计算得到 $\sigma = 23171 / (0.458 \times 424) = 119.35\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.115 = 0.059\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

1a —— 立杆迎风面的间距，0.80m；

1b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.059 \times 0.800 \times 1.500 \times 1.500/10=0.012\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=20.892+0.9 \times 1.2 \times 1.876+0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.012/1.000=23.185\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=23185/(0.458 \times 424)+12000/4491=122.101\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

1.5. 梁截面 500×1200mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D=500\text{mm} \times 1200\text{mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l=1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h=1.50\text{m}$ ，

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9500.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 0.90m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$ ，混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$ ，施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢管强度折减系数取1.00。

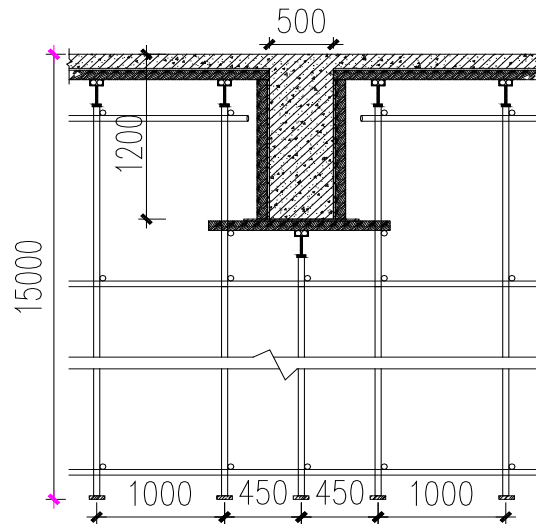


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 1.20 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 40.120 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 1.20 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 43.270 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.200 \times 0.500 + 0.500 \times 0.500) = 13.995 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.500 = 0.900 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 27.00 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 24.30\text{cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$;

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 13.995 + 0.98 \times 0.900) \times 0.250 \times 0.250 = 0.124\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.124 \times 1000 \times 1000 / 27000 = 4.578\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 13.995 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 243000) = 0.254\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载, 施工活荷载等。

1. 荷载的计算:

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m):

$$q_1 = 25.500 \times 1.200 \times 0.250 = 7.650\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

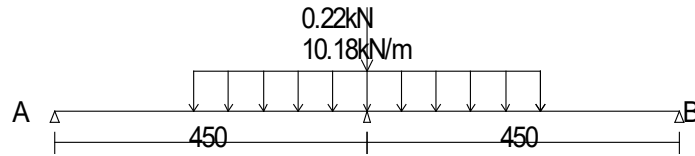
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.200 + 0.500) / 0.500 = 0.725\text{kN}/\text{m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

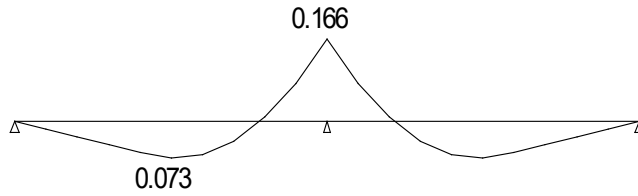
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000+2.000) \times 0.500 \times 0.250=0.250\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 7.650 + 1.35 \times 0.725)=10.176\text{kN/m}$

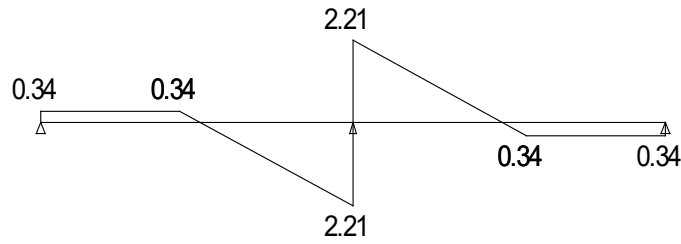
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.250=0.221\text{kN}$



木方计算简图

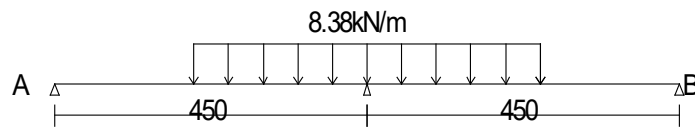


木方弯矩图 (kN.m)

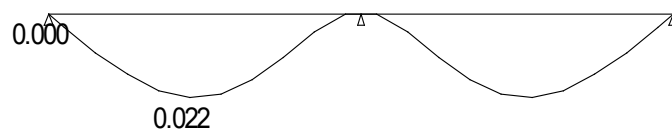


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=0.338\text{kN}$$

$$N_2=4.632\text{kN}$$

$$N_3=0.338\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.165\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.632\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.022\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.165 \times 10^6 / 83333.3 = 1.98\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.022\text{mm}$$

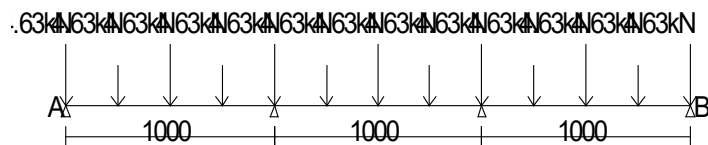
木方的最大挠度小于 $450.0/250$ ，满足要求！

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

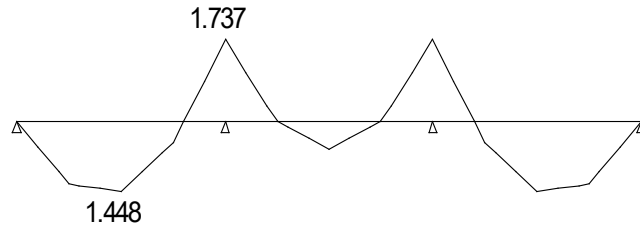
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

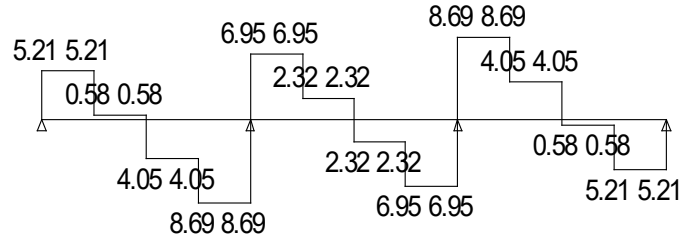
均布荷载取托梁的自重 $q=0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

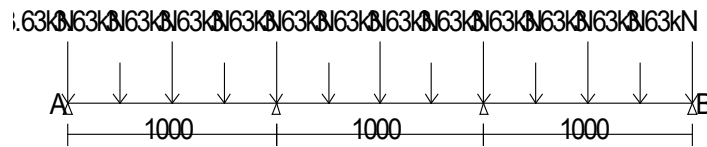


托梁弯矩图 (kN.m)

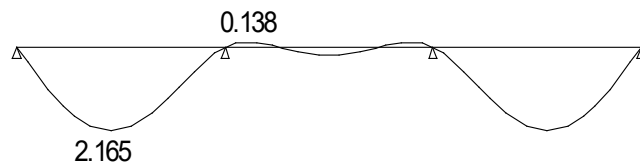


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.737 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = 20.266 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 2.165 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.737 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 184.18 \text{ N/mm}^2$

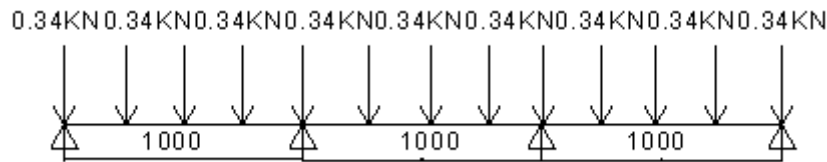
顶托梁的抗弯计算强度小于205.0N/mm², 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.165\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于1000.0/400, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=1.48\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取8.00kN;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_3=1.48\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=20.266\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.131 \times 15.000 = 2.388\text{kN}$

$N = 20.266 + 2.388 = 22.654\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a=0.20\text{m}$;

h —— 最大步距，h=1.50m；

l₀ —— 计算长度，取1.500+2×0.200=1.900m；

λ —— 由长细比，为1900/16.0=119 < 150 **满足要求!**

φ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l₀/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=22654/(0.458 \times 424)=116.683\text{N}/\text{mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m²)；

$$W_k=0.450 \times 1.140 \times 0.115=0.059\text{kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，0.90m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 M_w=0.9×0.9×1.4×0.059×0.900×1.500×
1.500/10=0.014kN.m；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

N_w=20.266+0.9×1.2×1.965+0.9×0.9×1.4×
0.014/1.000=22.669kN

经计算得到 $\sigma=22669/(0.458 \times 424)+14000/4491=119.779\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

1.6. 梁截面 600×1900mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 600\text{mm} \times 1900\text{mm}$ ，立杆的纵距（跨度方向） $l = 1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$ ，

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度 18mm ，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9500.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 1.00m 。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距 $0, 350, 300, 350\text{mm}$ 计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$ ，混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$ ，施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取 1.00 。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢管强度折减系数取 1.00 。

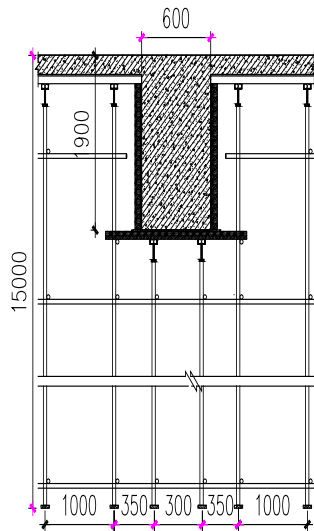


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S = 1.2 \times (25.50 \times 1.90 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 61.540\text{kN}/\text{m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S = 1.35 \times 25.50 \times 1.90 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00=67.368\text{kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合S最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40=0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.900 \times 0.600 + 0.500 \times 0.600) = 26.433\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.600 = 1.080\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 32.40\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 29.16\text{cm}^4$ ；

(1)抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值(N/mm²)；

M —— 面板的最大弯距(N·mm)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

[f] —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00N/mm^2 ；

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值(kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 26.433 + 0.98 \times 1.080) \times 0.250 \times$

$$0.250 = 0.230\text{kN}\cdot\text{m}$$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.230 \times 1000 \times 1000 / 32400 = 7.088\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 26.433 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 291600) = 0.400\text{mm}$

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 1.900 \times 0.250 = 12.113\text{kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

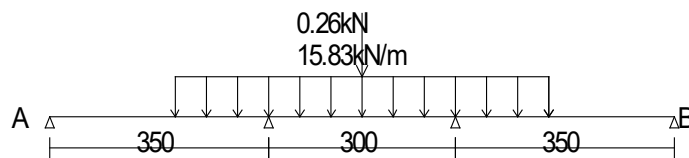
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.900 + 0.600) / 0.600 = 0.917\text{kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

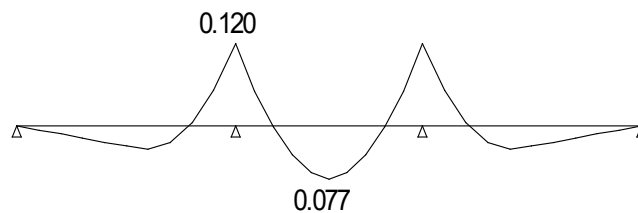
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.600 \times 0.250 = 0.300\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 12.113 + 1.35 \times 0.917) = 15.830\text{kN/m}$

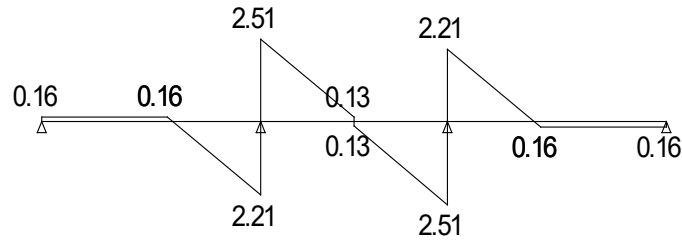
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.300 = 0.265\text{kN}$



木方计算简图

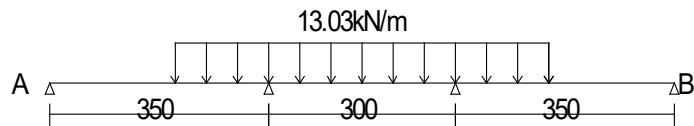


木方弯矩图 (kN.m)

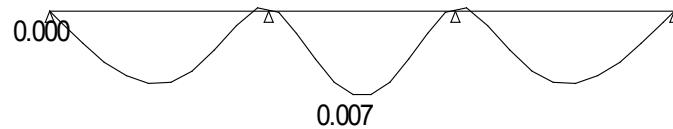


木方剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图(mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=0.165\text{kN}$$

$$N_2=4.717\text{kN}$$

$$N_3=4.717\text{kN}$$

$$N_4=0.165\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.120\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.717\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.007\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.120 \times 10^6 / 83333.3 = 1.44 \text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.007 \text{mm}$

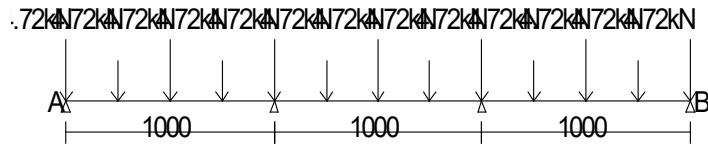
木方的最大挠度小于 $350.0/250$ ，满足要求！

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

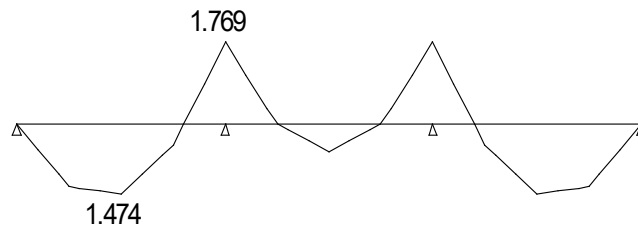
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

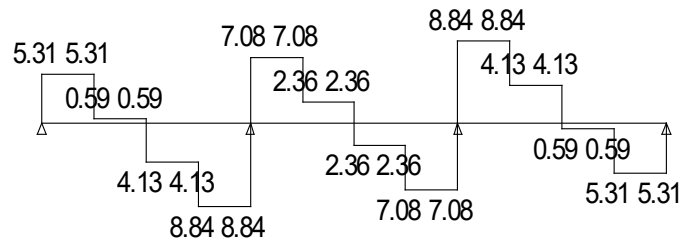
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090 \text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

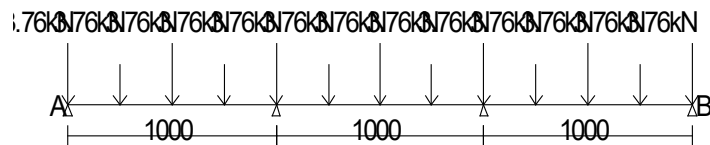


托梁弯矩图 (kN.m)

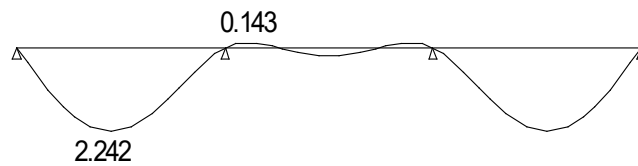


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.768 \text{ kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 20.636 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 2.242 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.768 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 187.47 \text{ N/mm}^2$

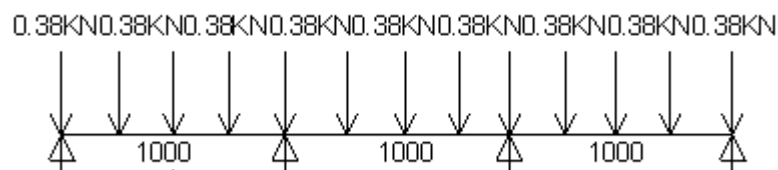
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0 N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.242 \text{ mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0 / 400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1 = R_4 = 0.72 \text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00 kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_4=0.72 \text{ kN} < R_c=8\text{KN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=20.636\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.135 \times 15.000 = 2.460\text{kN}$

$N = 20.636 + 2.460 = 23.096\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量（抵抗矩）， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到 0.458 ；

经计算得到 $\sigma = 23096 / (0.458 \times 424) = 118.963\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.115 = 0.059\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

1a —— 立杆迎风面的间距，1.00m；

1b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.059 \times 1.000 \times 1.500 \times$

$1.500/10=0.015\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=20.636+0.9 \times 1.2 \times 2.025+0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times$

$0.015/1.000=23.113\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=23113/(0.458 \times 424)+15000/4491=122.402\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

1.7. 梁截面 700×1800mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D=700\text{mm} \times 1800\text{mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l=1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h=1.50\text{m}$ ，

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9500.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 1.10m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0, 400, 300, 400mm计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$ ，混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$ ，施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢管强度折减系数取1.00。

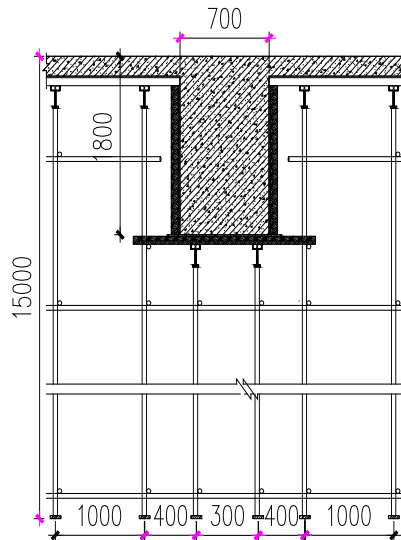


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 1.80 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 58.480 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 1.80 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 63.925 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.800 \times 0.700 + 0.500 \times 0.700) = 29.232 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.700 = 1.260 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 37.80 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 34.02\text{cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$;

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 29.232 + 0.98 \times 1.260) \times 0.250 \times 0.250 = 0.254\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.254 \times 1000 \times 1000 / 37800 = 6.729\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 29.232 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 340200) = 0.379\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载, 施工活荷载等。

1. 荷载的计算:

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m):

$$q_1 = 25.500 \times 1.800 \times 0.250 = 11.475\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

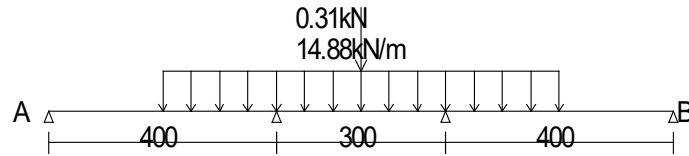
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.800 + 0.700) / 0.700 = 0.768\text{kN}/\text{m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

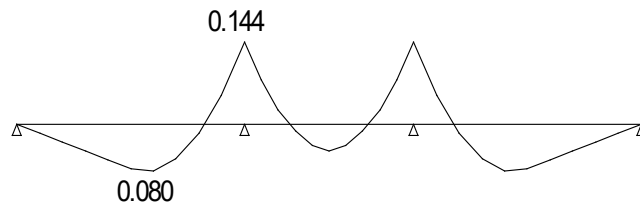
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000+2.000) \times 0.700 \times 0.250=0.350\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 11.475+1.35 \times 0.768)=14.875\text{kN/m}$

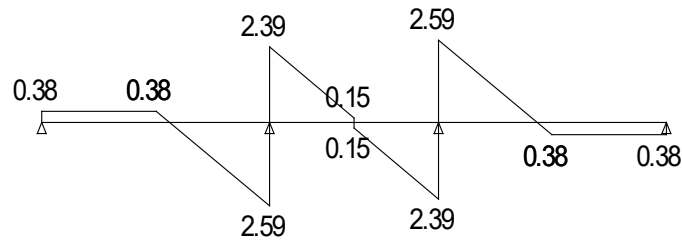
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.350=0.309\text{kN}$



木方计算简图

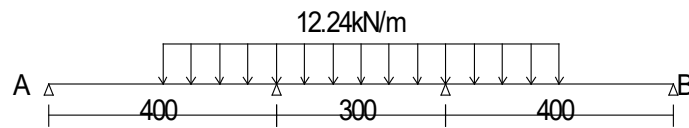


木方弯矩图 (kN.m)

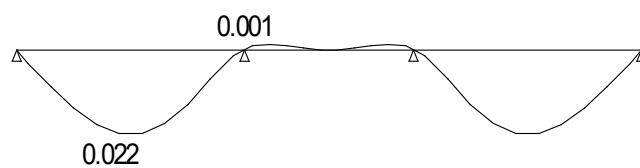


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.384\text{kN}$$

$$N2=4.977\text{kN}$$

$$N3=4.977\text{kN}$$

$$N4=0.384\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.143\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.977\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.022\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.143 \times 10^6 / 83333.3 = 1.72\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.022\text{mm}$$

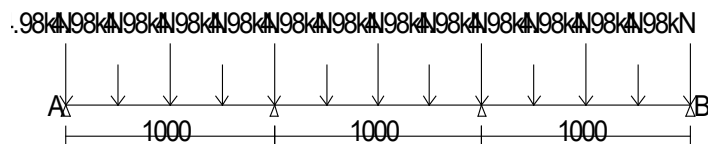
木方的最大挠度小于 $400.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

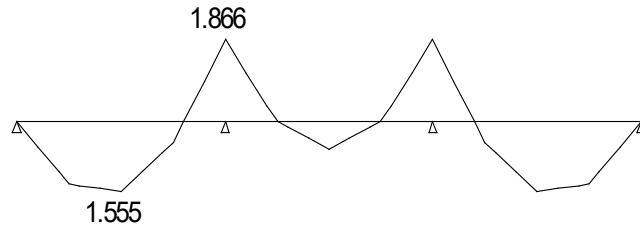
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

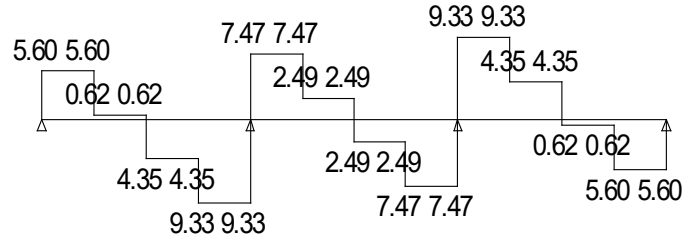
均布荷载取托梁的自重 $q=0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

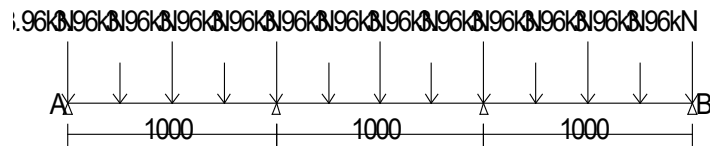


托梁弯矩图 (kN.m)

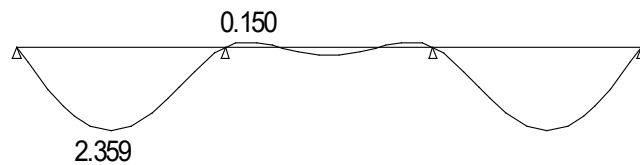


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.866 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 21.773 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 2.359 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.866 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 197.86 \text{ N/mm}^2$

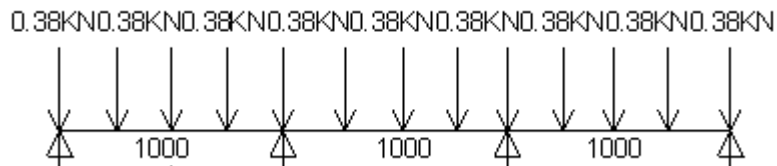
顶托梁的抗弯计算强度小于205.0N/mm², 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.359\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于1000.0/400, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_4=1.68\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取8.00kN;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_4=1.68\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=21.773\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.143 \times 15.000 = 2.604\text{kN}$

$N = 21.773 + 2.604 = 24.377\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a=0.20\text{m}$;

h —— 最大步距，h=1.50m；

l₀ —— 计算长度，取1.500+2×0.200=1.900m；

λ —— 由长细比，为1900/16.0=119 < 150 **满足要求!**

φ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l₀/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=24377/(0.458 \times 424)=125.559\text{N}/\text{mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m²)；

$$W_k=0.450 \times 1.140 \times 0.115=0.059\text{kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.10m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 M_w=0.9×0.9×1.4×0.059×1.100×1.500×
1.500/10=0.017kN.m；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

N_w=21.773+0.9×1.2×2.143+0.9×0.9×1.4×
0.017/1.000=24.396kN

经计算得到 $\sigma=24396/(0.458 \times 424)+17000/4491=129.342\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

1.8. 梁截面 800×1500mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 800\text{mm} \times 1500\text{mm}$ ，立杆的纵距（跨度方向） $l = 1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$ ，

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度 18mm ，剪切强度 1.4N/mm^2 ，抗弯强度 15.0N/mm^2 ，弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 1.3N/mm^2 ，抗弯强度 13.0N/mm^2 ，弹性模量 9500.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.20m 。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆4根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取 1.00 。

钢管强度为 205.0N/mm^2 ，钢管强度折减系数取 1.00 。

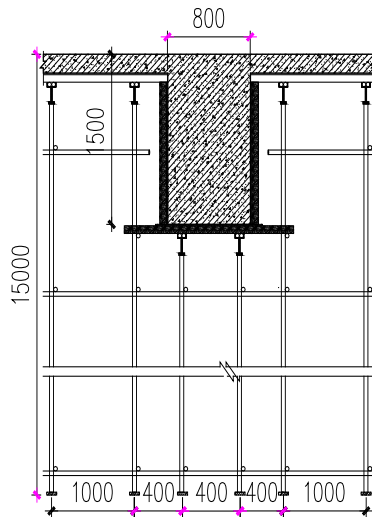


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S = 1.2 \times (25.50 \times 1.50 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 49.300\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S = 1.35 \times 25.50 \times 1.50 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00=53.597\text{kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合S最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40=0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.500 \times 0.800 + 0.500 \times 0.800) = 27.900\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.800 = 1.440\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 43.20\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 38.88\text{cm}^4$ ；

(1)抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值(N/mm²)；

M —— 面板的最大弯距(N·mm)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

[f] —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00N/mm^2 ；

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值(kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 27.900 + 0.98 \times 1.440) \times 0.250 \times$

$$0.250 = 0.244\text{kN}\cdot\text{m}$$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.244 \times 1000 \times 1000 / 43200 = 5.653\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 27.900 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 388800) = 0.316\text{mm}$

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 1.500 \times 0.250 = 9.563\text{kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

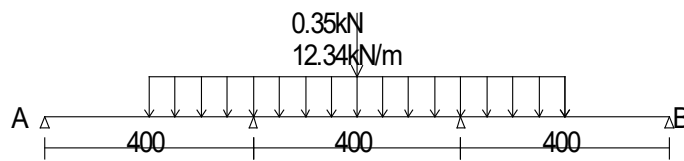
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.500 + 0.800) / 0.800 = 0.594\text{kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

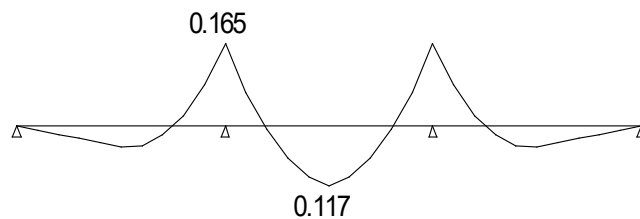
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.800 \times 0.250 = 0.400\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 9.563 + 1.35 \times 0.594) = 12.340\text{kN/m}$

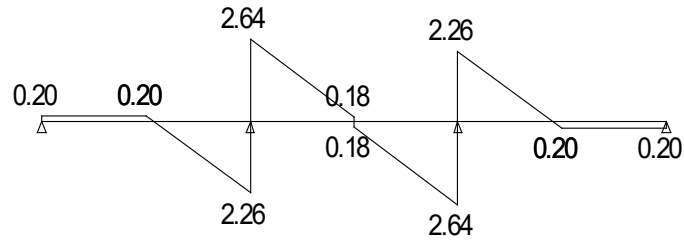
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.400 = 0.353\text{kN}$



木方计算简图

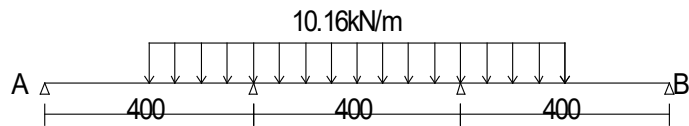


木方弯矩图(kN.m)

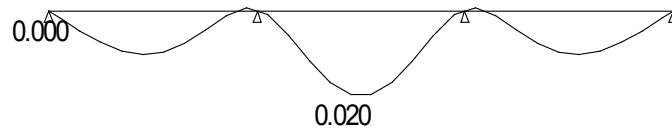


木方剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图(mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=0.205\text{kN}$$

$$N_2=4.907\text{kN}$$

$$N_3=4.907\text{kN}$$

$$N_4=0.205\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M= 0.164\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F= 4.907\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.020\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.164 \times 10^6 / 83333.3 = 1.97 \text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.020 \text{mm}$

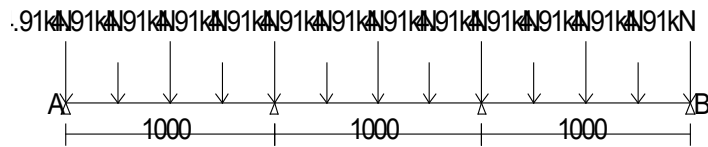
木方的最大挠度小于 $400.0/250$ ，满足要求！

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

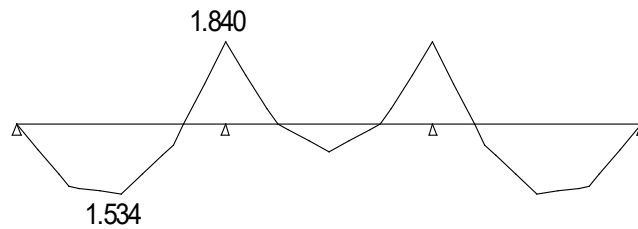
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

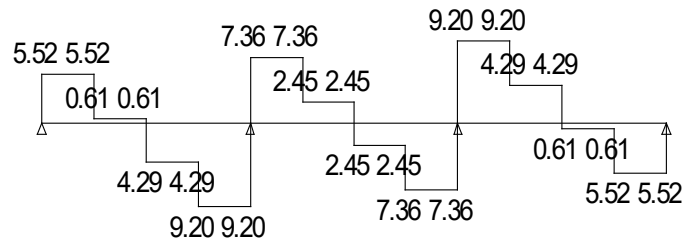
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090 \text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

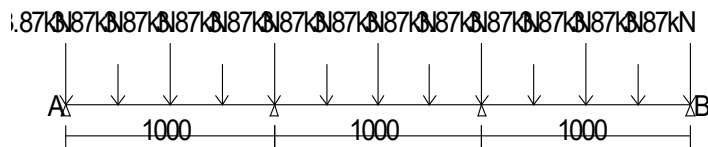


托梁弯矩图 (kN.m)

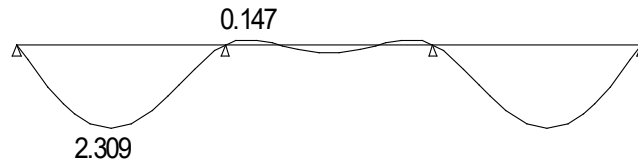


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 1.840\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2=R_3= 21.470\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 2.309\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=1.840 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 195.10\text{N}/\text{mm}^2$

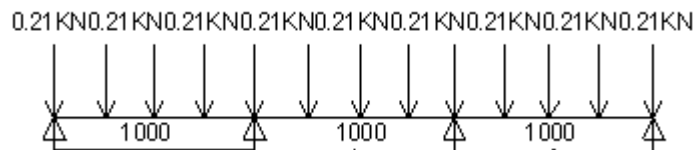
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.309\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_4=0.90\text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_4=0.52\text{kN}<R_c=8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=21.470\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.143 \times 15.000 = 2.604\text{kN}$

$N = 21.470 + 2.604 = 24.074\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量（抵抗矩）， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到 0.458 ；

经计算得到 $\sigma = 24074 / (0.458 \times 424) = 123.997\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.115 = 0.059\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

1a —— 立杆迎风面的间距，1.20m；

1b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.059 \times 1.200 \times 1.500 \times 1.500/10=0.018\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=21.470+0.9 \times 1.2 \times 2.143+0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.018/1.000=24.094\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=24094/(0.458 \times 424)+18000/4491=128.125\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

1.9. 梁截面 900×1400mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D=900\text{mm} \times 1400\text{mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l=1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h=1.50\text{m}$ ，

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9500.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 1.30m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0, 450, 400, 450mm计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$ ，混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$ ，施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢管强度折减系数取1.00。

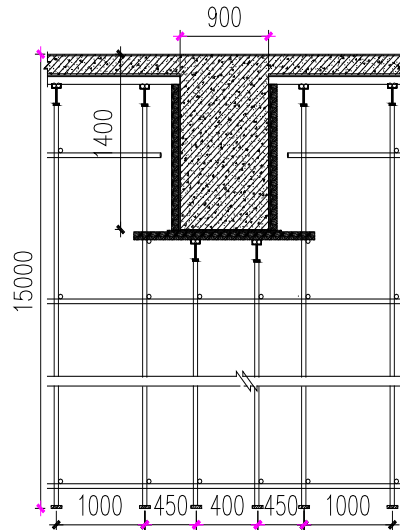


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 1.40 + 0.50) + 1.40 \times$

$$2.00 = 46.240 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 1.40 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00 = 50.155 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.400 \times 0.900 + 0.500 \times 0.900) = 29.322 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.900 = 1.620 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 48.60 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 43.74\text{cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$;

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 29.322 + 0.98 \times 1.620) \times 0.250 \times 0.250 = 0.257\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.257 \times 1000 \times 1000 / 48600 = 5.295\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 29.322 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 437400) = 0.295\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载, 施工活荷载等。

1. 荷载的计算:

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m):

$$q_1 = 25.500 \times 1.400 \times 0.250 = 8.925\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

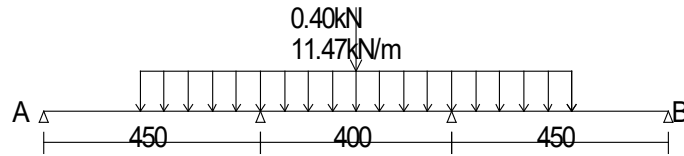
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.400 + 0.900) / 0.900 = 0.514\text{kN}/\text{m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

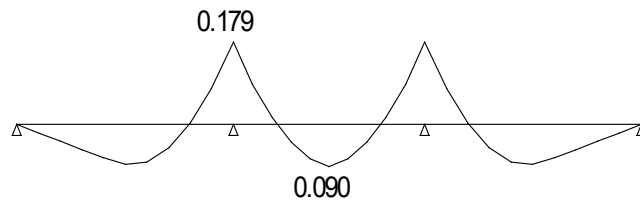
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000+2.000) \times 0.900 \times 0.250=0.450\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 8.925+1.35 \times 0.514)=11.468\text{kN/m}$

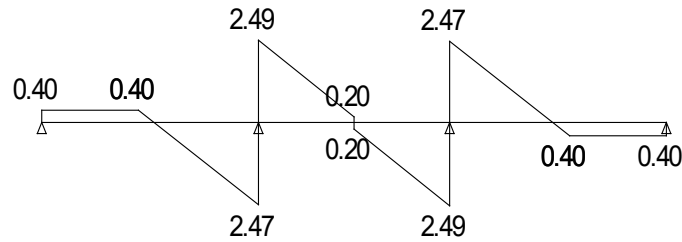
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.450=0.397\text{kN}$



木方计算简图

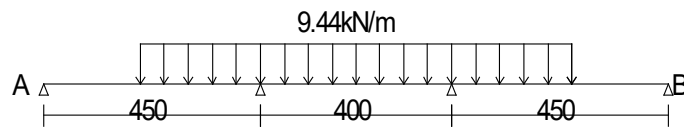


木方弯矩图 (kN.m)

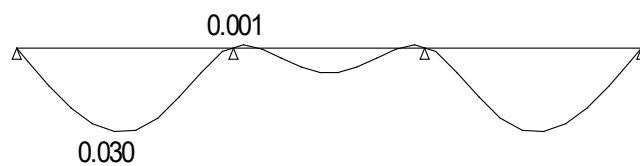


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.399\text{kN}$$

$$N2=4.960\text{kN}$$

$$N3=4.960\text{kN}$$

$$N4=0.399\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.178\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.960\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.030\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.178 \times 10^6 / 83333.3 = 2.14\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.030\text{mm}$$

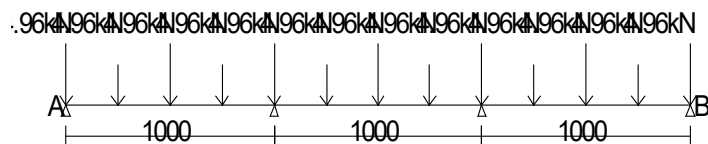
木方的最大挠度小于 $450.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

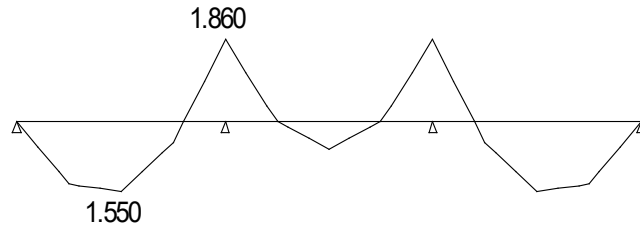
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

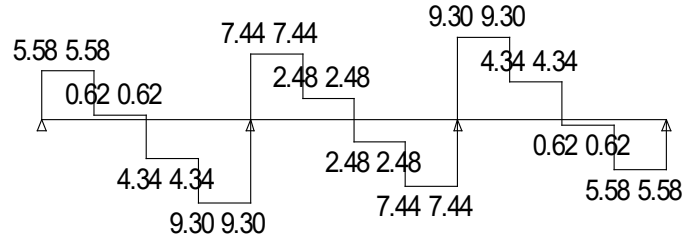
均布荷载取托梁的自重 $q=0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

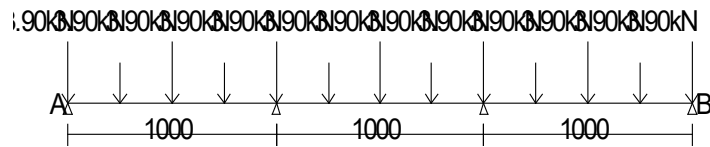


托梁弯矩图 (kN.m)

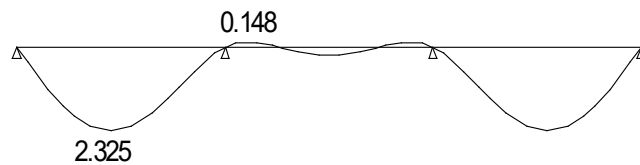


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.860 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 21.701 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 2.325 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.860 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 197.22 \text{ N/mm}^2$

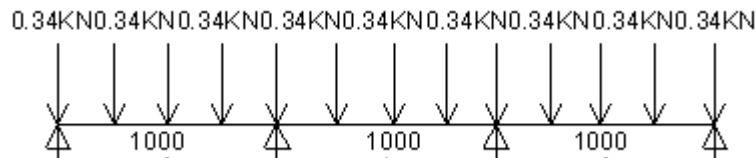
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，满足要求！

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.325\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$ ，满足要求！

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_4=1.48\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_4=1.48\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=21.701\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.149 \times 15.000 = 2.712\text{kN}$

$N = 21.701 + 2.712 = 24.413\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量（抵抗矩）， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距，h=1.50m；

l₀ —— 计算长度，取1.500+2×0.200=1.900m；

λ —— 由长细比，为1900/16.0=119 < 150 **满足要求!**

φ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l₀/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=24413/(0.458 \times 424)=125.745\text{N}/\text{mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m²)；

$$W_k=0.450 \times 1.140 \times 0.115=0.059\text{kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.30m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 M_w=0.9×0.9×1.4×0.059×1.300×1.500×
1.500/10=0.020kN.m；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

N_w=21.701+0.9×1.2×2.232+0.9×0.9×1.4×
0.020/1.000=24.435kN

经计算得到 $\sigma=24435/(0.458 \times 424)+20000/4491=130.217\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

1.10. 梁截面 1000×1500mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 1000\text{mm} \times 1500\text{mm}$ ，立杆的纵距（跨度方向） $l = 1.00\text{m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$ ，

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 1.4N/mm^2 ，抗弯强度 15.0N/mm^2 ，弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 1.3N/mm^2 ，抗弯强度 13.0N/mm^2 ，弹性模量 9500.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.40m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆5根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 ，钢管强度折减系数取1.00。

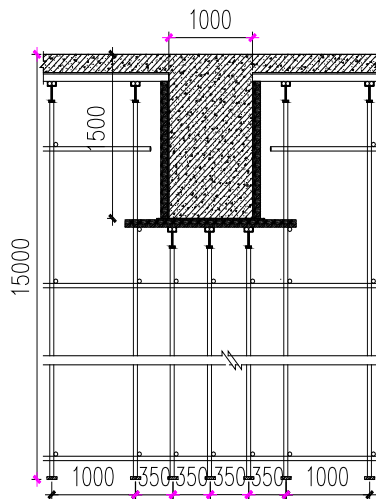


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S = 1.2 \times (25.50 \times 1.50 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 49.300\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S = 1.35 \times 25.50 \times 1.50 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00=53.597\text{kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合S最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40=0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 1.500 \times 1.000 + 0.500 \times 1.000) = 34.875\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 1.000 = 1.800\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 54.00\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 48.60\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 (N·mm)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

[f] —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00N/mm^2 ；

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 34.875 + 0.98 \times 1.800) \times 0.250 \times$

$$0.250 = 0.305\text{kN}\cdot\text{m}$$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.305 \times 1000 \times 1000 / 54000 = 5.653\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 34.875 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 486000) = 0.316\text{mm}$

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 1.500 \times 0.250 = 9.563\text{kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

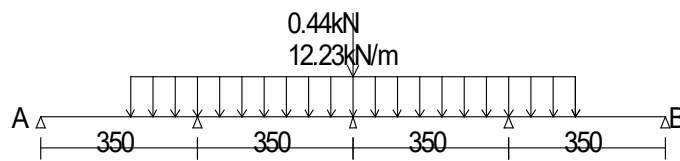
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 1.500 + 1.000) / 1.000 = 0.500\text{kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

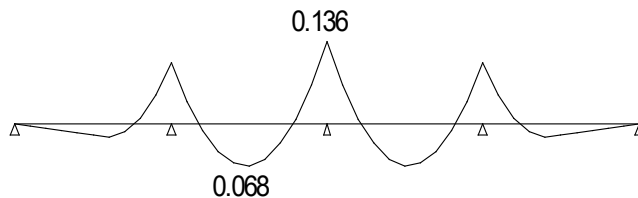
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.000 \times 0.250 = 0.500\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 9.563 + 1.35 \times 0.500) = 12.226\text{kN/m}$

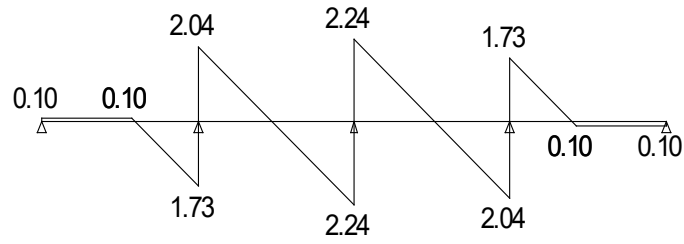
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.500 = 0.441\text{kN}$



木方计算简图

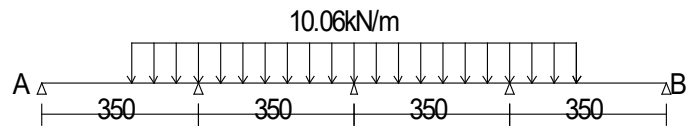


木方弯矩图(kN.m)

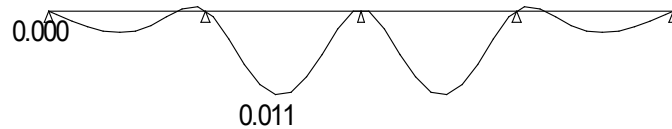


木方剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图(mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=0.102\text{kN}$$

$$N_2=3.774\text{kN}$$

$$N_3=4.915\text{kN}$$

$$N_4=3.774\text{kN}$$

$$N_5=0.102\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.136\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=4.915\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.011\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.136 \times 10^6 / 83333.3 = 1.63 \text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.011 \text{mm}$

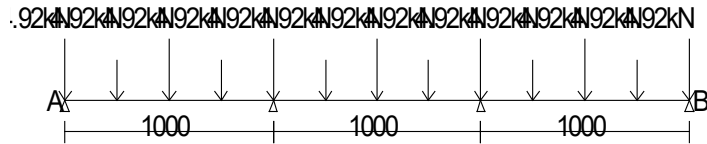
木方的最大挠度小于 $350.0 / 250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

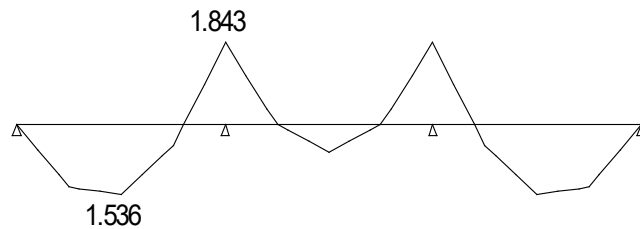
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

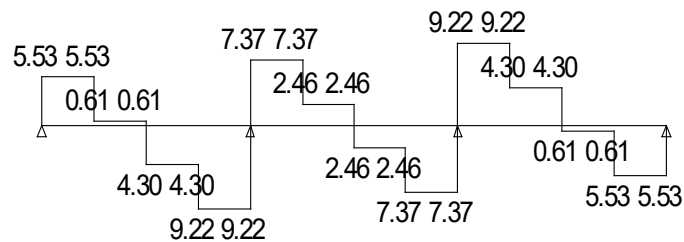
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090 \text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

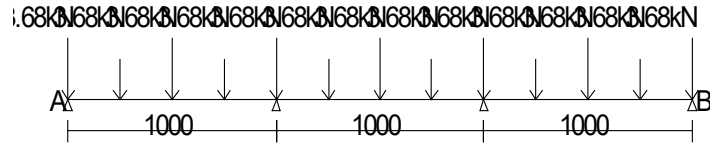


托梁弯矩图 (kN.m)

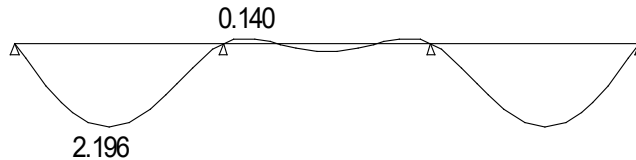


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 1.843\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R3= 21.505\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 2.196\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=1.843 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 195.42\text{N}/\text{mm}^2$

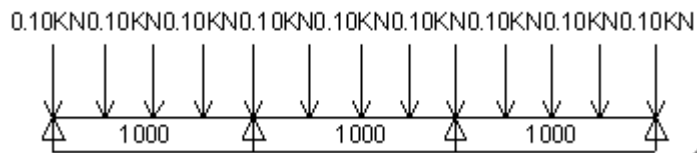
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 2.196\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $1000.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R1=R5=0.45\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取8.00kN;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_5=0.45 \text{ kN} < R_c=8\text{KN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=21.505\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.149 \times 15.000 = 2.712\text{kN}$

$$N = 21.505 + 2.712 = 24.217\text{kN}$$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a=0.20\text{m}$;

h —— 最大步距, $h=1.50\text{m}$;

l_0 —— 计算长度, 取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$;

λ —— 由长细比, 为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数, 由长细比 l_0/i 查表得到0.458;

经计算得到 $\sigma = 24217 / (0.458 \times 424) = 124.738\text{N/mm}^2$;

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.115 = 0.059 \text{ kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.40m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，1.00m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.059 \times 1.400 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.021 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w = 21.505 + 0.9 \times 1.2 \times 2.232 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.021 / 1.000 = 24.241 \text{ kN}$

经计算得到 $\sigma = 24241 / (0.458 \times 424) + 21000 / 4491 = 129.554 \text{ N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2. 梁跨立杆间距 500mm 的梁截面

2.1. 梁截面 200×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 200 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 1.4 N/mm^2 ，抗弯强度 15.0 N/mm^2 ，弹性模量 6000.0 N/mm^2 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 1.3 N/mm^2 ，抗弯强度 13.0 N/mm^2 ，弹性模量 9500.0 N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 0.60m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0 \text{ mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取 1.00 。

钢管强度为 205.0 N/mm^2 ，钢管强度折减系数取 1.00 。

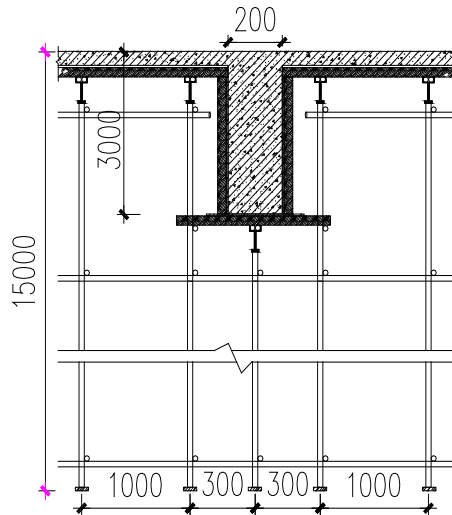


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取 1.35 ，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑 0.9 的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.200 + 0.500 \times 0.200) = 13.860\text{kN/m}$

考虑 0.9 的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times$

0.200=0.360kN/m

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 10.80\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 9.72\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 13.860 + 0.98 \times 0.360) \times 0.250 \times$

0.250=0.119kN.m

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.119 \times 1000 \times 1000 / 10800 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 13.860 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times$

97200)=0.628mm

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

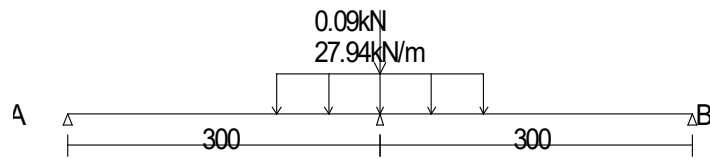
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.200) / 0.200 = 3.875 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

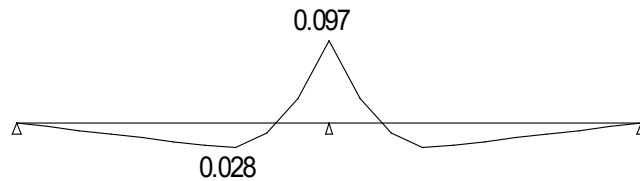
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.200 \times 0.250 = 0.100 \text{ kN}$

考虑 0.9 的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 3.875) = 27.945 \text{ kN/m}$

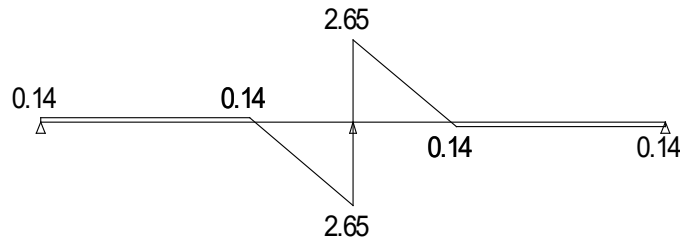
考虑 0.9 的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.100 = 0.088 \text{ kN}$



木方计算简图

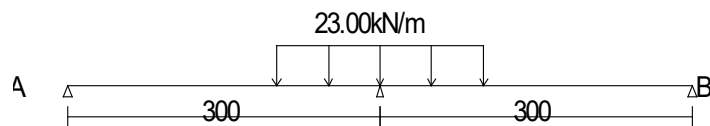


木方弯矩图 (kN.m)

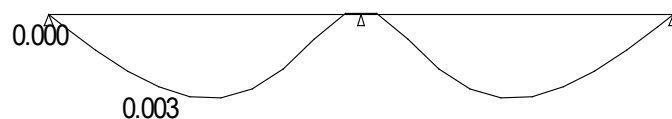


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.142\text{kN}$$

$$N2=5.393\text{kN}$$

$$N3=0.142\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.097\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=5.393\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.004\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.097 \times 10^6 / 83333.3 = 1.16\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.004\text{mm}$$

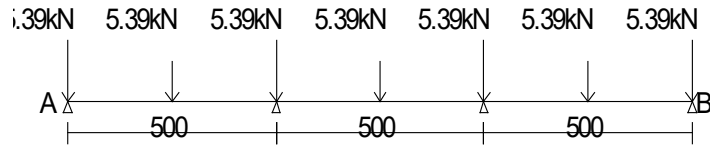
木方的最大挠度小于 $300.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

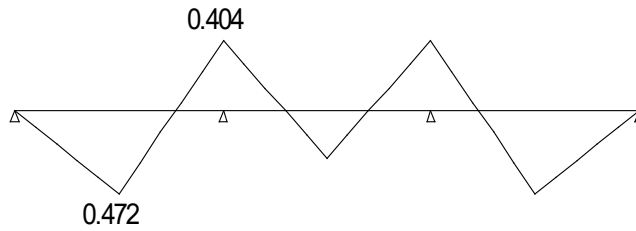
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

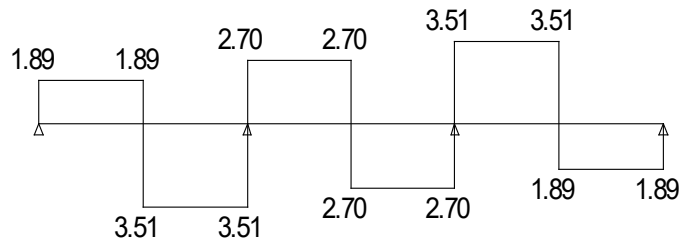
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

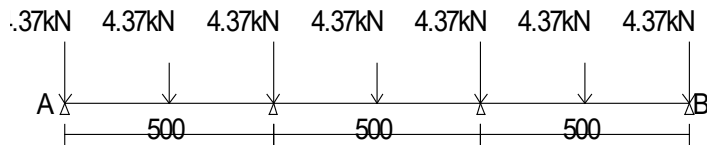


托梁弯矩图 (kN.m)

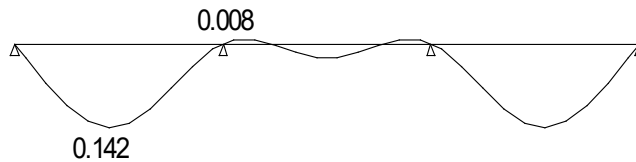


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.471 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = 11.594 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.142 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.471 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 49.94\text{N/mm}^2$

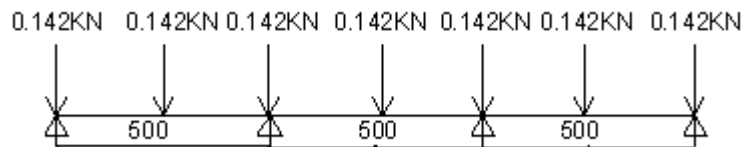
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.142\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=0.31\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_3=0.31\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=11.594\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.103 \times 15.000 = 1.885\text{kN}$

$N = 11.594 + 1.885 = 13.479\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l₀ —— 计算长度，取 $1.50+2\times 0.20=1.90\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=13479/(0.458\times 424)=69.428\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9\times 0.9\times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m^2)；

$$W_k=0.450\times 1.140\times 0.172=0.088\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，0.60m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.088\times 0.600\times 1.500\times 1.500/10=0.014\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=11.594+0.9\times 1.2\times 1.552+0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.014/0.500=13.510\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=13510/(0.458\times 424)+14000/4491=72.594\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

2.2. 梁截面 300×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D = 300\text{mm} \times 3000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50\text{m}$, 立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$,

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9500.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 0.70m 。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 , 施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 , 钢管强度折减系数取1.00。

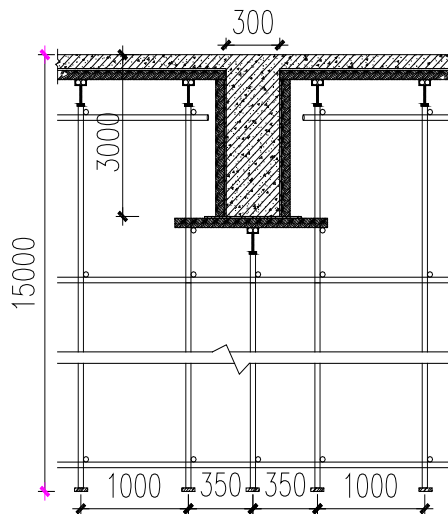


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times$

$$2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.300 + 0.500 \times 0.300) = 20.790 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.300 = 0.540 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 16.20 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 14.58 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100 q l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 20.790 + 0.98 \times 0.540) \times 0.250 \times 0.250 = 0.179 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.179 \times 1000 \times 1000 / 16200 = 11.032 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 20.790 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 145800) = 0.628 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0 / 250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

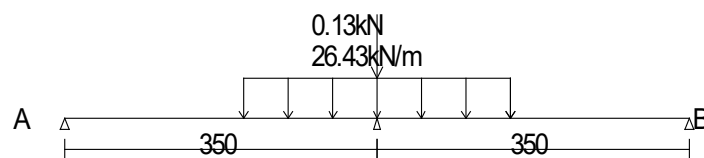
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.300) / 0.300 = 2.625 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

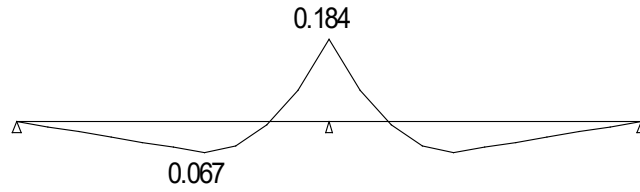
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.300 \times 0.250 = 0.150 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 2.625) = 26.426 \text{ kN/m}$

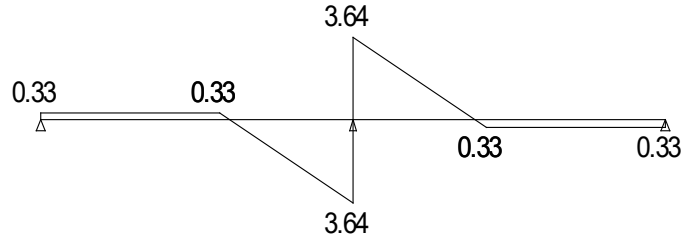
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.150 = 0.132 \text{ kN}$



木方计算简图

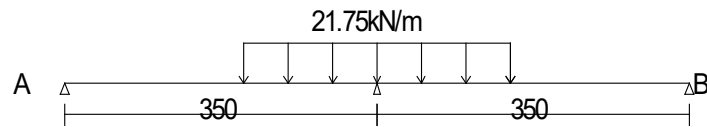


木方弯矩图 (kN. m)

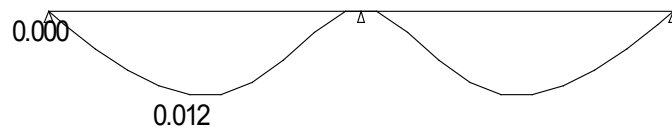


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.325 \text{ kN}$$

$$N_2 = 7.410 \text{ kN}$$

$$N_3 = 0.325 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.183 \text{ kN. m}$

经过计算得到最大支座 $F = 7.410 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.012 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$;

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.183 \times 10^6 / 83333.3 = 2.20\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.012\text{mm}$

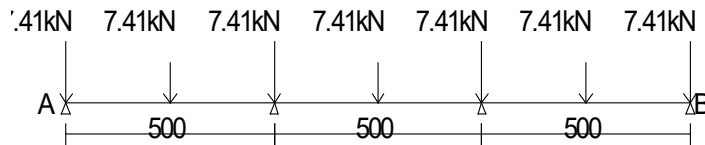
木方的最大挠度小于 $350.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

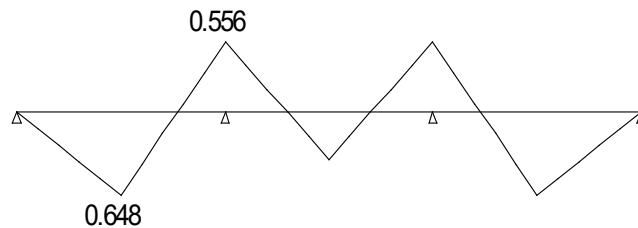
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

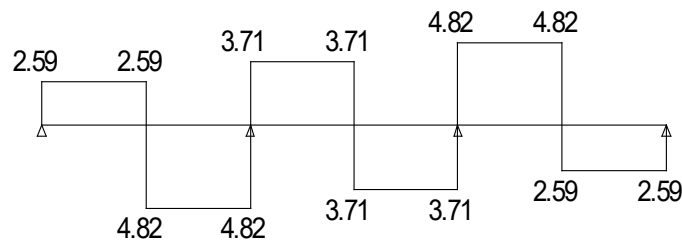
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

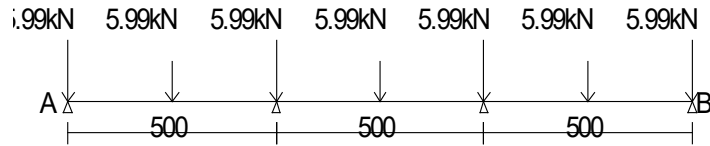


托梁弯矩图 (kN.m)

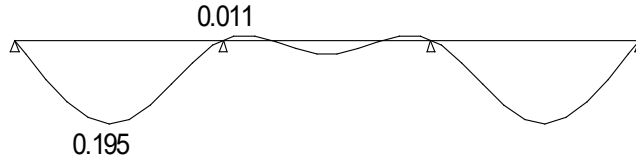


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 0.648\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2= 15.932\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.195\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.648 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 68.71\text{N}/\text{mm}^2$

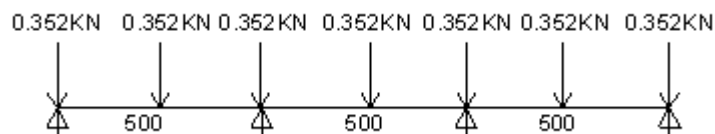
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.195\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=0.76\text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取8.00kN;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_3=0.76\text{kN} < R_c=8\text{KN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=15.932\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.109 \times 15.000 = 1.991\text{kN}$

$N = 15.932 + 1.991 = 17.923\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a=0.20\text{m}$;

h —— 最大步距, $h=1.50\text{m}$;

l_0 —— 计算长度, 取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$;

λ —— 由长细比, 为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数, 由长细比 l_0/i 查表得到0.458;

经计算得到 $\sigma = 17923 / (0.458 \times 424) = 92.315\text{N/mm}^2$;

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.172 = 0.088 \text{ kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，0.70m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.088 \times 0.700 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.016 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$$N_w = 15.932 + 0.9 \times 1.2 \times 1.639 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.016 / 0.500 = 17.958 \text{ kN}$$

经计算得到 $\sigma = 17958 / (0.458 \times 424) + 16000 / 4491 = 96.008 \text{ N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.3. 梁截面 $400 \times 3000 \text{ mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 400 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 $1.3 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9500.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 0.80m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0 \text{ mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取 1.00 。

钢管强度为 205.0N/mm^2 ，钢管强度折减系数取 1.00 。

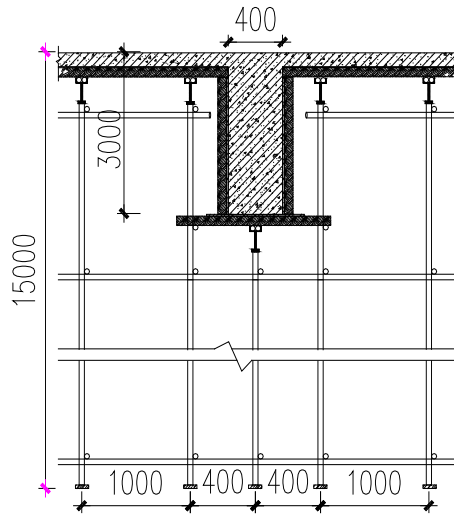


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取 1.35 ，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑 0.9 的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.400 + 0.500 \times 0.400) = 27.720\text{kN/m}$

考虑 0.9 的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.400 = 0.720\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 21.60\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 19.44\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 27.720 + 0.98 \times 0.720) \times 0.250 \times 0.250 = 0.238\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.238 \times 1000 \times 1000 / 21600 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 27.720 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 194400) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m):

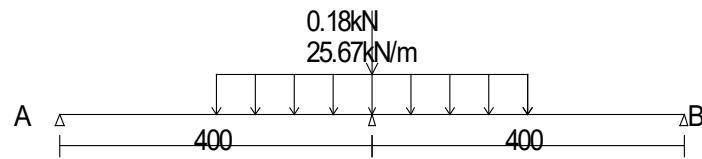
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.400) / 0.400 = 2.000 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN):

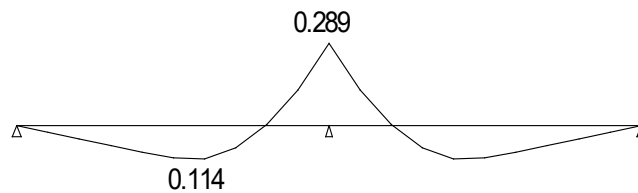
经计算得到, 活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.400 \times 0.250 = 0.200 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数, 均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 2.000) = 25.667 \text{ kN/m}$

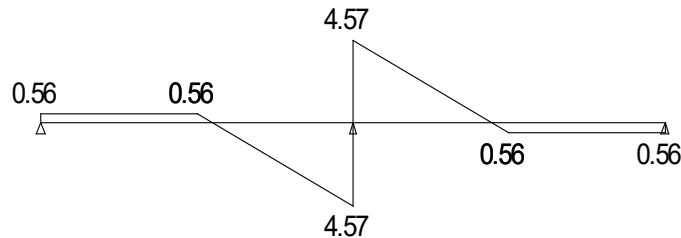
考虑0.9的结构重要系数, 集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.200 = 0.176 \text{ kN}$



木方计算简图

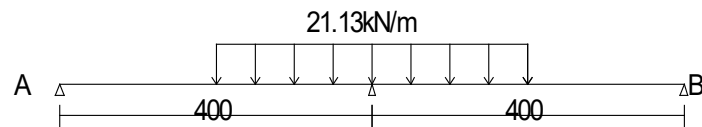


木方弯矩图(kN.m)

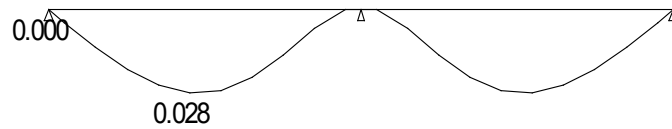


木方剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值, 受力图与计算结果如下:



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.561\text{kN}$$

$$N2=9.320\text{kN}$$

$$N3=0.561\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.288\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=9.320\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.028\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.288 \times 10^6 / 83333.3 = 3.46\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.028\text{mm}$$

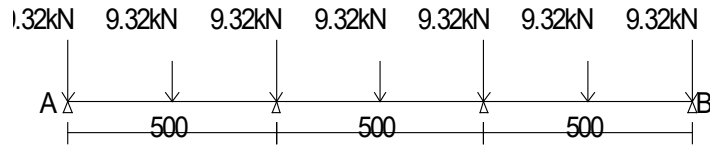
木方的最大挠度小于 $400.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

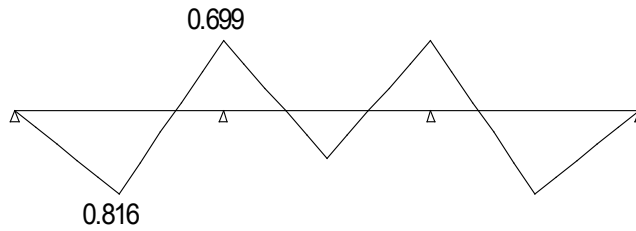
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

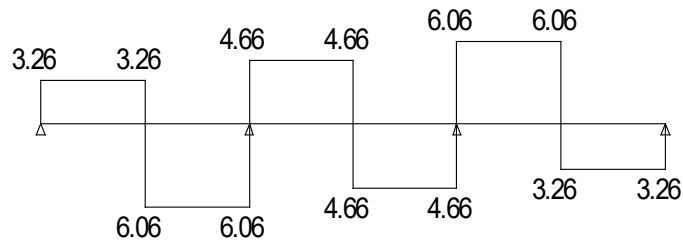
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

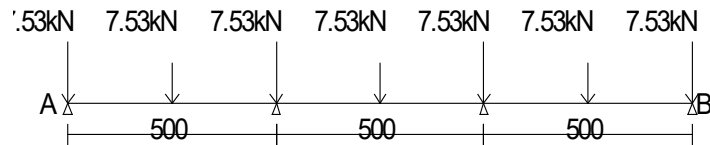


托梁弯矩图 (kN.m)

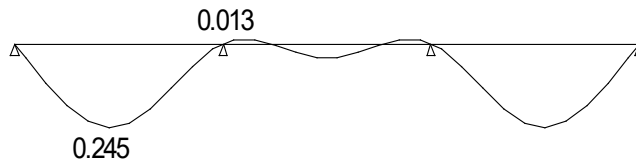


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.815 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = 20.038 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.245 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.815 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 86.42\text{N/mm}^2$

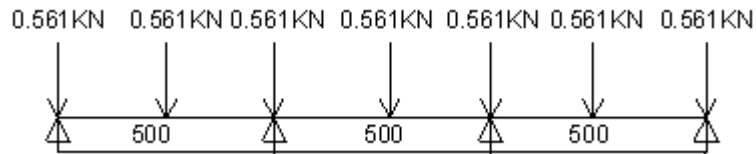
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.245\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=1.21\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_3=1.21\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=20.038\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.109 \times 15.000 = 1.991\text{kN}$

$N = 20.038 + 1.991 = 22.029\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l₀ —— 计算长度，取 $1.500+2\times 0.200=1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=22029/(0.458\times 424)=113.467\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9\times 0.9\times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m^2)；

$$W_k=0.450\times 1.140\times 0.172=0.088\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，0.80m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.088\times 0.800\times 1.500\times 1.500/10=0.018\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=20.038+0.9\times 1.2\times 1.639+0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.018/0.500=22.070\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=22070/(0.458\times 424)+18000/4491=117.688\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

2.4. 梁截面 500×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D = 500\text{mm} \times 3000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50\text{m}$, 立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$,

梁底增加3道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9500.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 0.90m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆3根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 , 施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 , 钢管强度折减系数取1.00。

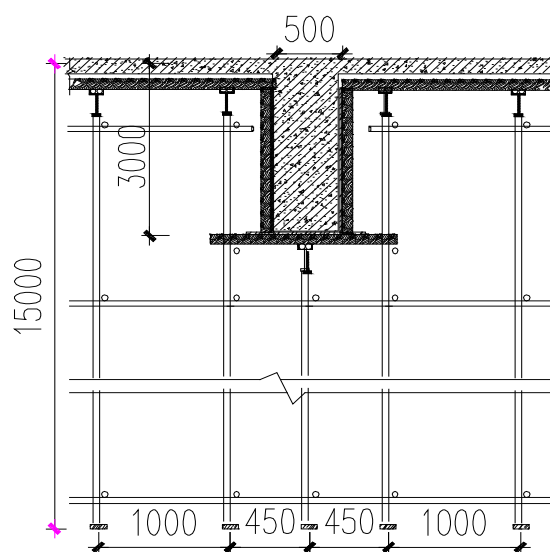


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.500 + 0.500 \times 0.500) = 34.650 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.500 = 0.900 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 27.00 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 24.30 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100 q_1 l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 34.650 + 0.98 \times 0.900) \times 0.250 \times 0.250 = 0.298 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.298 \times 1000 \times 1000 / 27000 = 11.032 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 34.650 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 243000) = 0.628 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0 / 250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

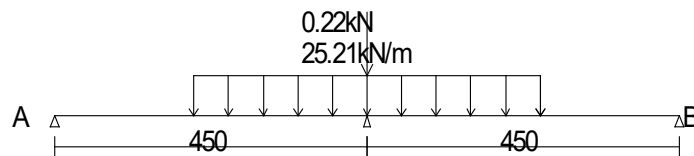
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.500) / 0.500 = 1.625 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

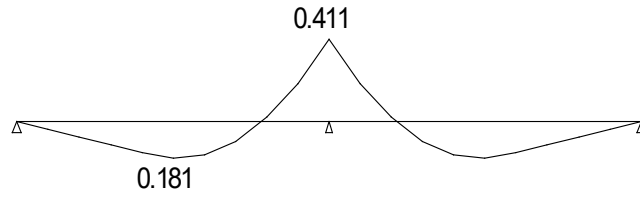
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.500 \times 0.250 = 0.250 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 1.625) = 25.211 \text{ kN/m}$

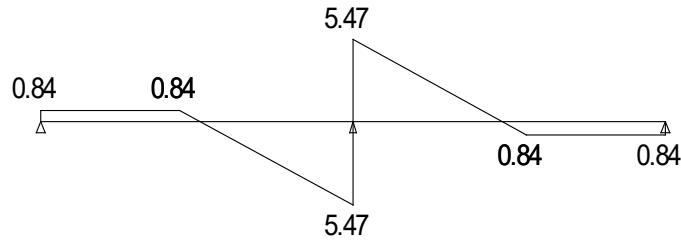
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.250 = 0.221 \text{ kN}$



木方计算简图

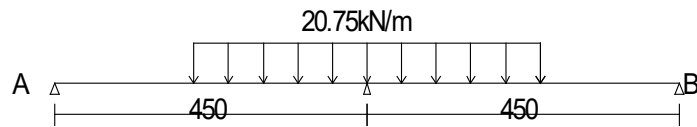


木方弯矩图 (kN. m)

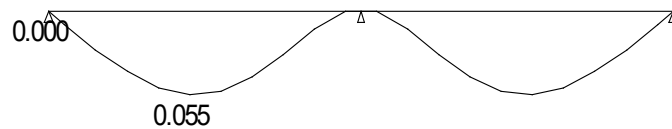


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.838 \text{ kN}$$

$$N_2 = 11.151 \text{ kN}$$

$$N_3 = 0.838 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.410 \text{ kN. m}$

经过计算得到最大支座 $F = 11.151 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.055 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$;

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.410 \times 10^6 / 83333.3 = 4.92\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.055\text{mm}$

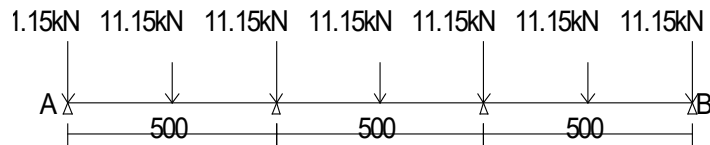
木方的最大挠度小于 $450.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

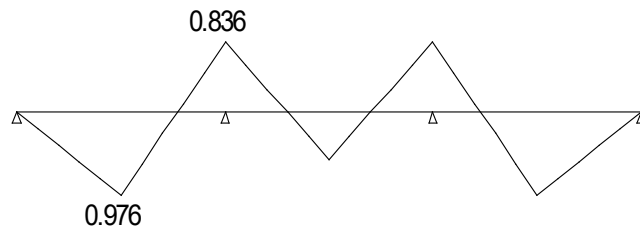
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

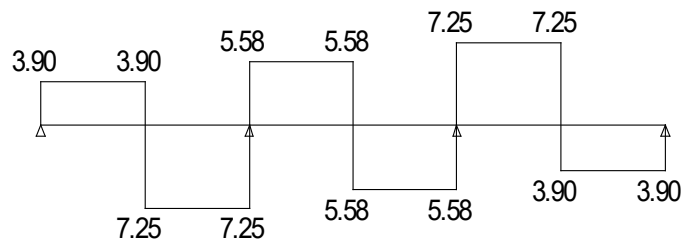
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

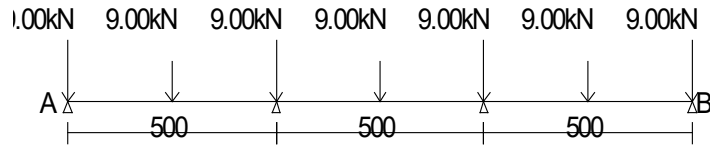


托梁弯矩图 (kN.m)

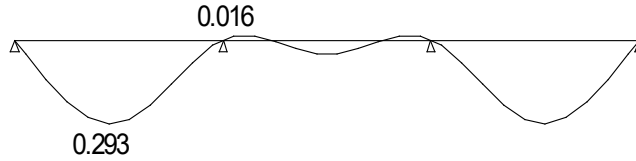


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 0.975\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2= 23.975\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.293\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.975 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 103.38\text{N}/\text{mm}^2$

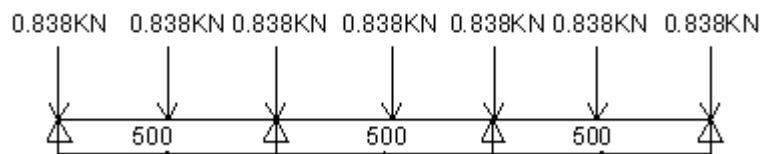
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.293\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_3=1.80\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取8.00kN；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_3=1.80\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=23.975\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.115 \times 15.000 = 2.098\text{kN}$

$N = 23.975 + 2.098 = 26.073\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量（抵抗矩）， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma = 26073 / (0.458 \times 424) = 134.294\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.172 = 0.088 \text{ kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，0.90m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.088 \times 0.900 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.020 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$$N_w = 23.975 + 0.9 \times 1.2 \times 1.727 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.020 / 0.500 = 26.119 \text{ kN}$$

经计算得到 $\sigma = 26119 / (0.458 \times 424) + 20000 / 4491 = 139.042 \text{ N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.5. 梁截面 $600 \times 3000 \text{ mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 600 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 1.4 N/mm^2 ，抗弯强度 15.0 N/mm^2 ，弹性模量 6000.0 N/mm^2 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 1.3 N/mm^2 ，抗弯强度 13.0 N/mm^2 ，弹性模量 9000.0 N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.00m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0 \text{ mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0, 350, 300, 350mm计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。
扣件计算折减系数取 1.00 。

钢管强度为 205.0N/mm^2 ，钢管强度折减系数取 1.00 。

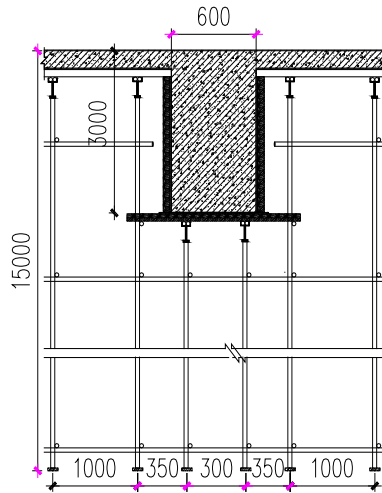


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取 1.35 ，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑 0.9 的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.600 + 0.500 \times 0.600) = 41.580\text{kN/m}$

考虑 0.9 的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.600 = 1.080\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 32.40\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 29.16\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 41.580 + 0.98 \times 1.080) \times 0.250 \times 0.250 = 0.357\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.357 \times 1000 \times 1000 / 32400 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 41.580 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 291600) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

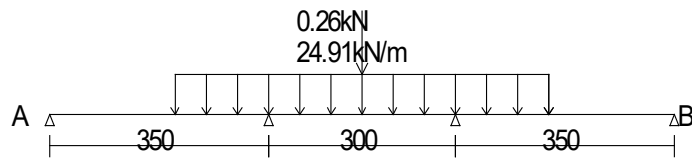
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.600) / 0.600 = 1.375 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

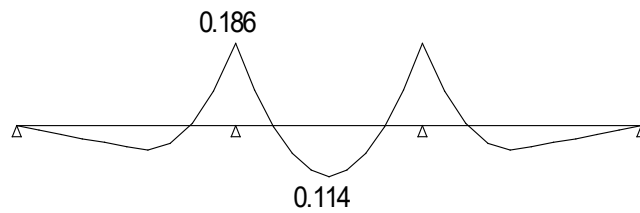
经计算得到, 活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.600 \times 0.250 = 0.300 \text{ kN}$

考虑 0.9 的结构重要系数, 均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 1.375) = 24.908 \text{ kN/m}$

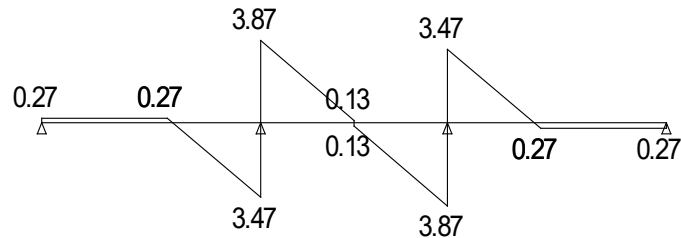
考虑 0.9 的结构重要系数, 集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.300 = 0.265 \text{ kN}$



木方计算简图

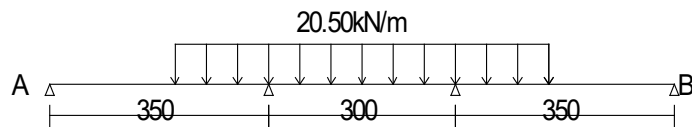


木方弯矩图 (kN.m)

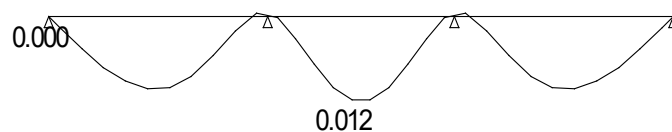


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值, 受力图与计算结果如下:



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.268\text{kN}$$

$$N2=7.336\text{kN}$$

$$N3=7.336\text{kN}$$

$$N4=0.268\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.186\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=7.336\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.012\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.186 \times 10^6 / 83333.3 = 2.23\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.012\text{mm}$$

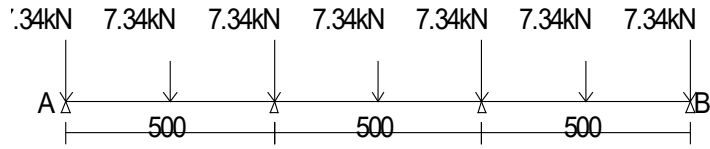
木方的最大挠度小于 $350.0/250$ ，满足要求！

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

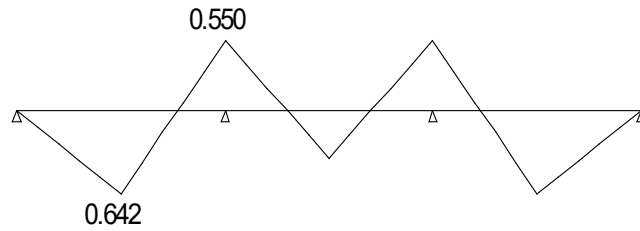
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

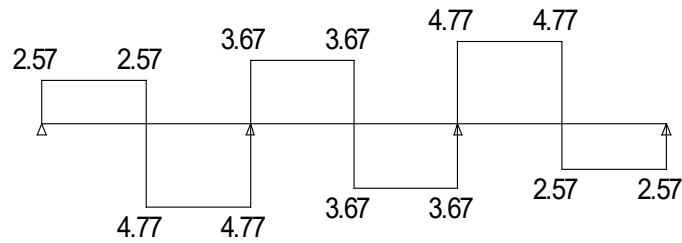
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

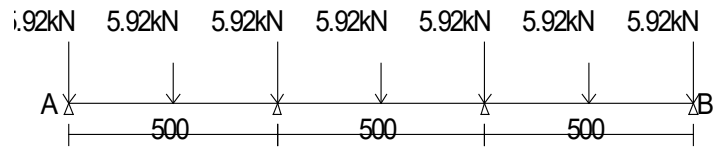


托梁弯矩图 (kN.m)

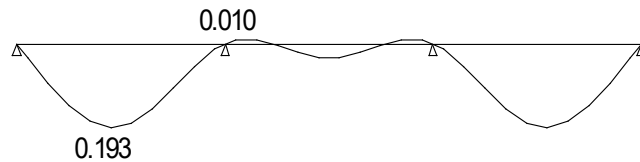


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.641 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 15.773 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.193 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.641 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 67.97\text{N/mm}^2$

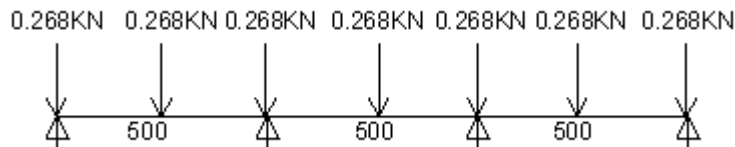
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.193\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_4=0.58\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_4=0.58\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=15.773\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.119 \times 15.000 = 2.167\text{kN}$

$N = 15.773 + 2.167 = 17.941\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l₀ —— 计算长度，取 $1.500+2\times 0.200=1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=17941/(0.458\times 424)=92.407\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9\times 0.9\times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m^2)；

$$W_k=0.450\times 1.140\times 0.105=0.054\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.00m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.054\times 1.000\times 1.500\times 1.500/10=0.014\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=15.773+0.9\times 1.2\times 1.784+0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.014/0.500=17.972\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=17972/(0.458\times 424)+14000/4491=95.628\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

2.6. 梁截面 700×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D = 700\text{mm} \times 3000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50\text{m}$, 立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$,

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9000.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.10m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0, 400, 300, 400mm计算。

模板自重 0.50kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 , 施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 , 钢管强度折减系数取1.00。

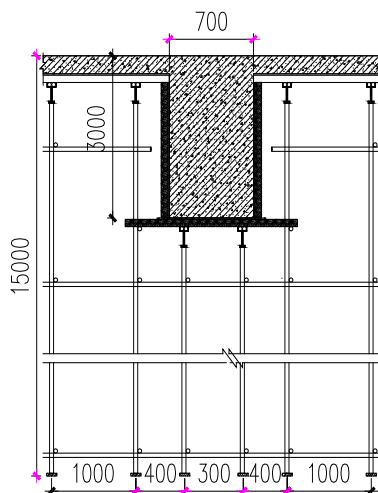


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times$

$$2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.700 + 0.500 \times 0.700) = 48.510 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.700 = 1.260 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 37.80 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 34.02 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100 q l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 48.510 + 0.98 \times 1.260) \times 0.250 \times 0.250 = 0.417 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.417 \times 1000 \times 1000 / 37800 = 11.032 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 48.510 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 340200) = 0.628 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0 / 250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

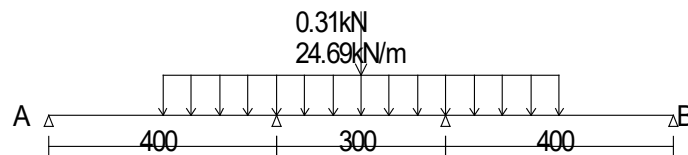
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.700) / 0.700 = 1.196 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

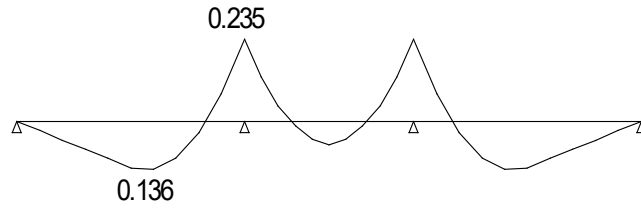
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.700 \times 0.250 = 0.350 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 1.196) = 24.691 \text{ kN/m}$

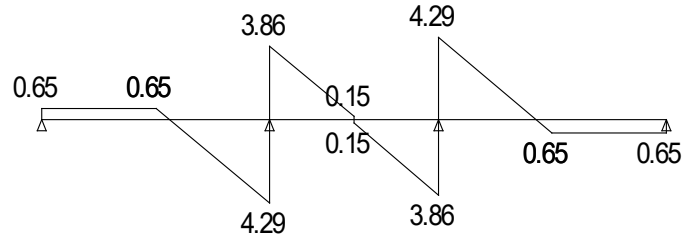
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.350 = 0.309 \text{ kN}$



木方计算简图

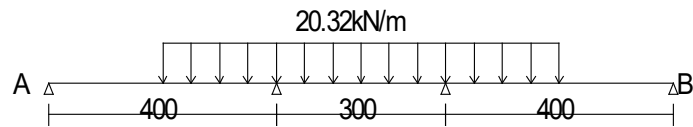


木方弯矩图 (kN. m)

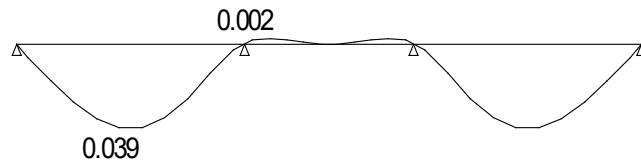


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.647 \text{ kN}$$

$$N_2 = 8.149 \text{ kN}$$

$$N_3 = 8.149 \text{ kN}$$

$$N_4 = 0.647 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.234 \text{ kN. m}$

经过计算得到最大支座 $F = 8.149 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.039 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.234 \times 10^6 / 83333.3 = 2.81\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.039\text{mm}$

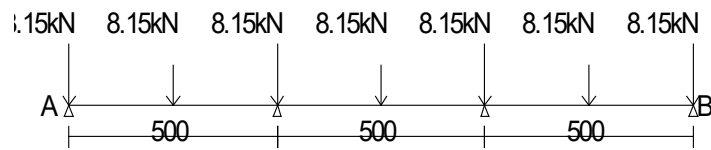
木方的最大挠度小于 $400.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

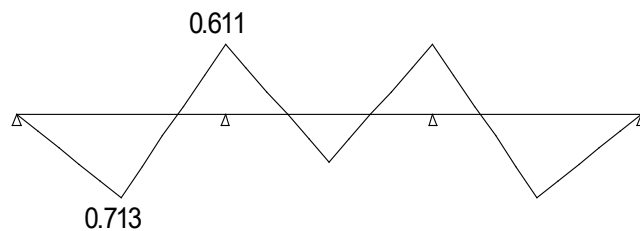
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

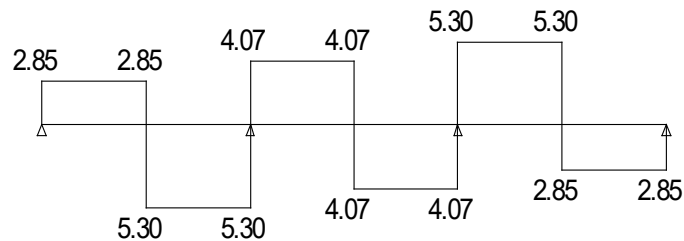
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

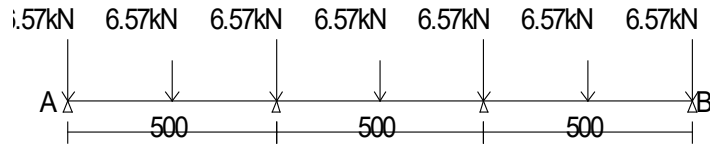


托梁弯矩图 (kN.m)

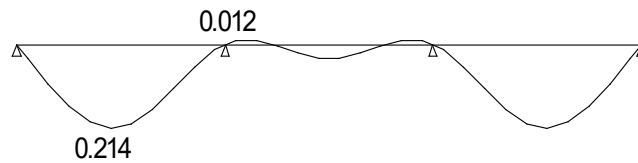


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.713 \text{ kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 17.520 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.214 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.713 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 75.60 \text{ N/mm}^2$

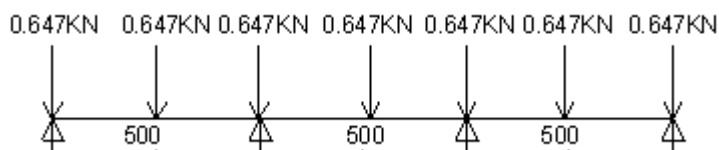
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0 N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.214 \text{ mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0 / 400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1 = R_4 = 1.39 \text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取8.00kN；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_4=1.39\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=17.520\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.127 \times 15.000 = 2.309\text{kN}$

$N = 17.520 + 2.309 = 19.829\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma = 19829 / (0.458 \times 424) = 102.134\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_W 计算公式

$$M_W = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.105 = 0.054 \text{ kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.10m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.054 \times 1.100 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.015 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w = 17.520 + 0.9 \times 1.2 \times 1.901 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.015 / 0.500 = 19.863 \text{ kN}$

经计算得到 $\sigma = 19863 / (0.458 \times 424) + 15000 / 4491 = 105.677 \text{ N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.7. 梁截面 $800 \times 3000 \text{ mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 800 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 $1.3 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 1.20m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0 \text{ mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆4根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0 N/mm^2 ，钢管强度折减系数取1.00。

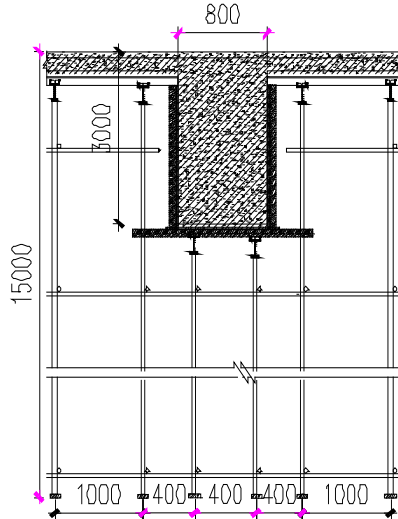


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.800 + 0.500 \times 0.800) = 55.440\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times$

$0.800=1.440\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 43.20\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 38.88\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00N/mm^2 ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 55.440 + 0.98 \times 1.440) \times 0.250 \times$

$0.250 = 0.477\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.477 \times 1000 \times 1000 / 43200 = 11.032\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 55.440 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times$

$388800) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

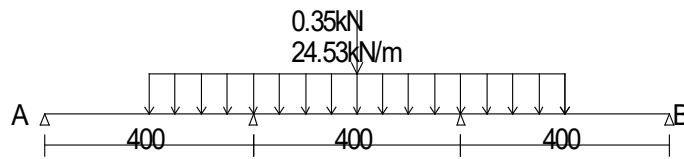
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.800) / 0.800 = 1.063 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

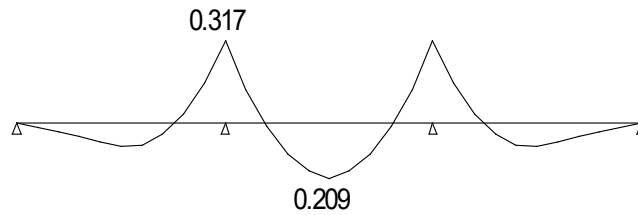
经计算得到, 活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.800 \times 0.250 = 0.400 \text{ kN}$

考虑 0.9 的结构重要系数, 均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 1.063) = 24.528 \text{ kN/m}$

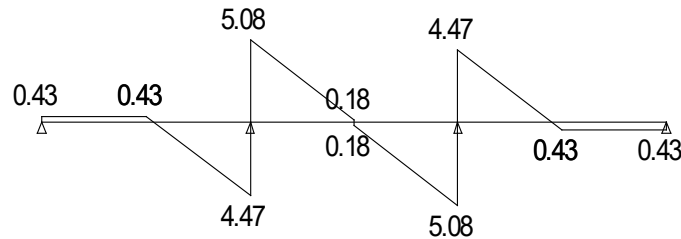
考虑 0.9 的结构重要系数, 集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.400 = 0.353 \text{ kN}$



木方计算简图

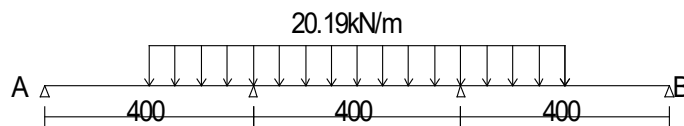


木方弯矩图 (kN.m)

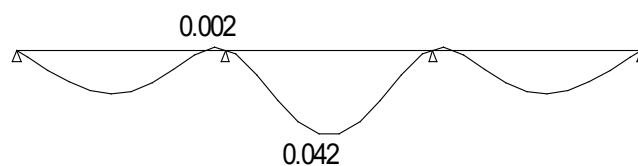


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值, 受力图与计算结果如下:



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.433\text{kN}$$

$$N2=9.554\text{kN}$$

$$N3=9.554\text{kN}$$

$$N4=0.433\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.317\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=9.554\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.042\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.317 \times 10^6 / 83333.3 = 3.80\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.042\text{mm}$$

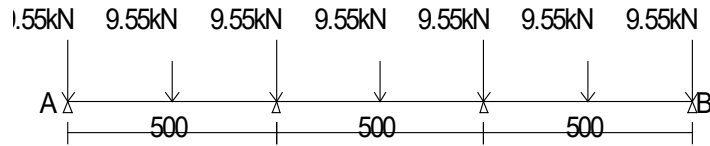
木方的最大挠度小于 $400.0/250$ ，满足要求！

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

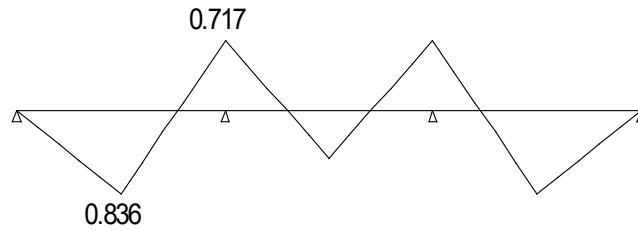
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

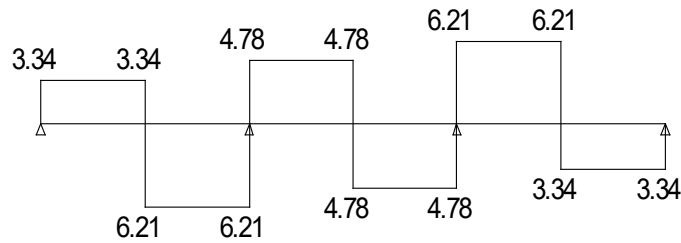
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

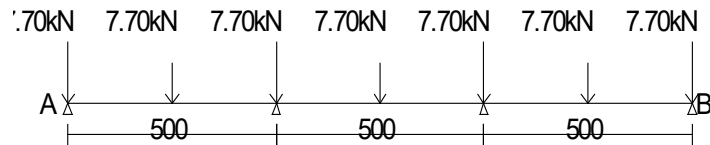


托梁弯矩图 (kN.m)

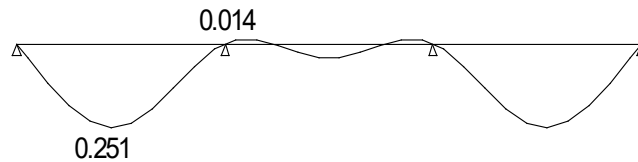


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.835 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 20.541 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.251 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.835 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 88.54\text{N/mm}^2$

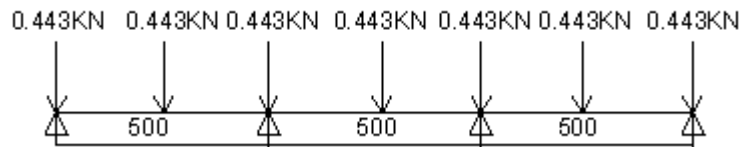
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.251\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_4=0.93\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_4=0.93\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=20.541\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.127 \times 15.000 = 2.309\text{kN}$

$N = 20.541 + 2.309 = 22.851\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l₀ —— 计算长度，取 $1.50+2\times 0.20=1.90\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=22851/(0.458\times 424)=117.698\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9\times 0.9\times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m^2)；

$$W_k=0.450\times 1.140\times 0.105=0.054\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.20m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.054\times 1.200\times 1.500\times 1.500/10=0.016\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=20.541+0.9\times 1.2\times 1.901+0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.016/0.500=22.888\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=22888/(0.458\times 424)+16000/4491=121.563\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

2.8. 梁截面 900×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D = 900\text{mm} \times 3000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50\text{m}$, 立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$,

梁底增加4道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9000.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.30m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0, 450, 400, 450mm计算。

模板自重 0.50kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 , 施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 , 钢管强度折减系数取1.00。

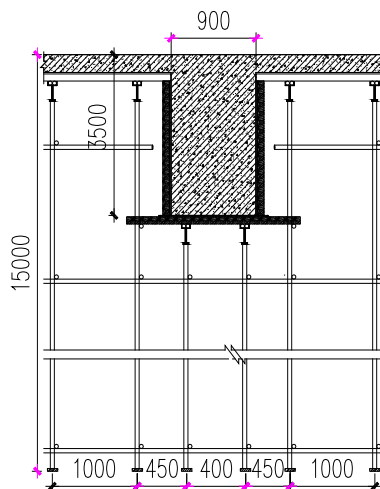


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times$

$$2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 0.900 + 0.500 \times 0.900) = 62.370 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 0.900 = 1.620 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 48.60 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 43.74 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100 q l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 62.370 + 0.98 \times 1.620) \times 0.250 \times 0.250 = 0.536 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.536 \times 1000 \times 1000 / 48600 = 11.032 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 62.370 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 437400) = 0.628 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0 / 250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

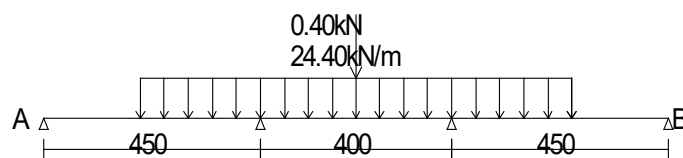
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 0.900) / 0.900 = 0.958 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

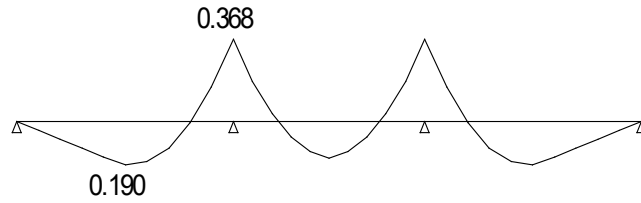
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 0.900 \times 0.250 = 0.450 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.958) = 24.401 \text{ kN/m}$

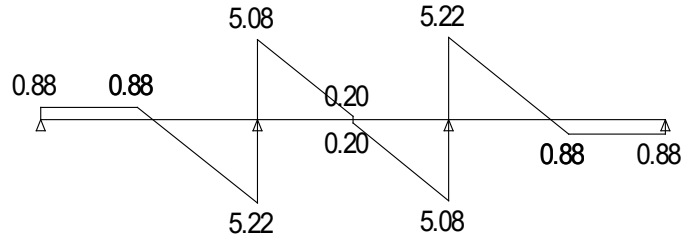
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.450 = 0.397 \text{ kN}$



木方计算简图

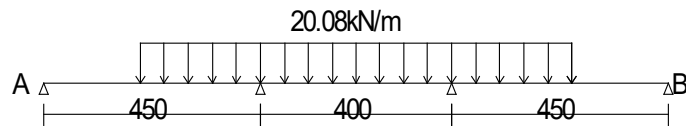


木方弯矩图 (kN.m)

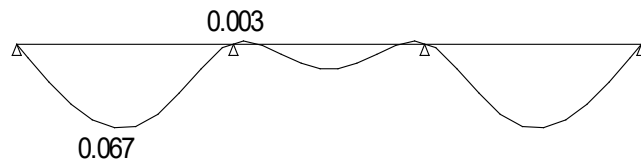


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.877 \text{ kN}$$

$$N_2 = 10.302 \text{ kN}$$

$$N_3 = 10.302 \text{ kN}$$

$$N_4 = 0.877 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.367 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $F = 10.302 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.067 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.367 \times 10^6 / 83333.3 = 4.40\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.067\text{mm}$

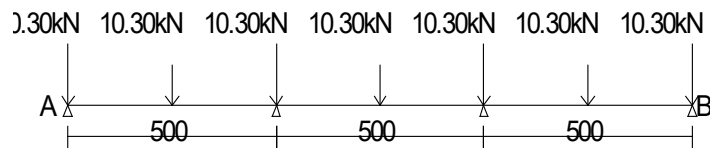
木方的最大挠度小于 $450.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

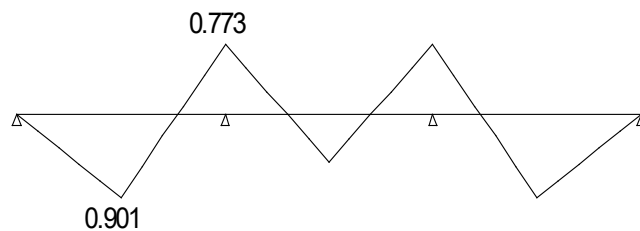
1、梁底顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

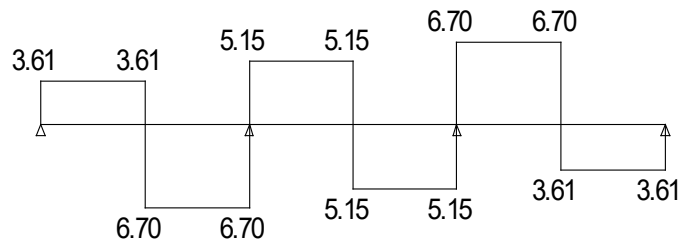
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

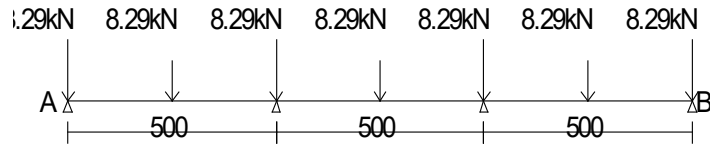


托梁弯矩图 (kN.m)

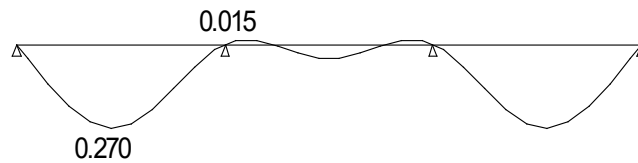


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.901 \text{ kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_3 = 22.149 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.270 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.901 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 95.54 \text{ N/mm}^2$

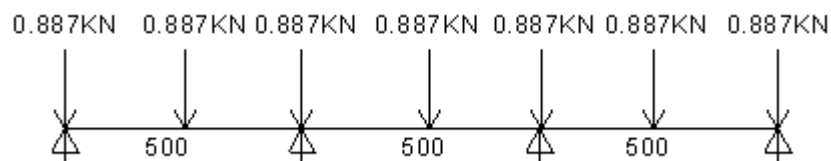
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0 N/mm^2 ，满足要求！

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.270 \text{ mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0 / 400$ ，满足要求！

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1 = R_4 = 1.91 \text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取8.00kN；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_4=1.91\text{kN}<R_c=8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=22.149\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.133 \times 15.000 = 2.416\text{kN}$

$N = 22.149 + 2.416 = 24.565\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma = 24565 / (0.458 \times 424) = 126.528\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_W 计算公式

$$M_W = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.105 = 0.054 \text{ kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.30m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.054 \times 1.300 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.018 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w = 22.149 + 0.9 \times 1.2 \times 1.989 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.018 / 0.500 = 24.605 \text{ kN}$

经计算得到 $\sigma = 24605 / (0.458 \times 424) + 18000 / 4491 = 130.715 \text{ N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.9. 梁截面 $1000 \times 3000 \text{ mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 1000 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 $1.3 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0 \text{ N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 1.40m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0 \text{ mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆5根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0 N/mm^2 ，钢管强度折减系数取1.00。

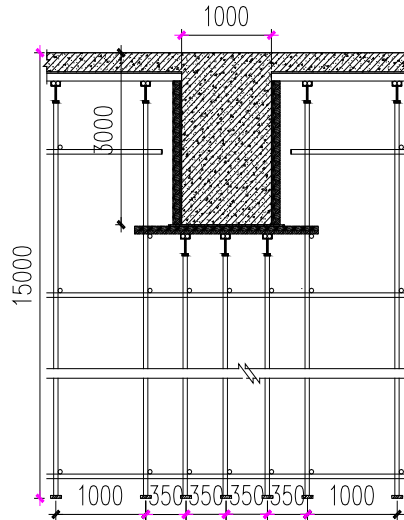


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 1.000 + 0.500 \times 1.000) = 69.300\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times$

1.000=1.800kN/m

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 54.00\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 48.60\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 69.300 + 0.98 \times 1.800) \times 0.250 \times$

$0.250 = 0.596\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.596 \times 1000 \times 1000 / 54000 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 69.300 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times$

$486000) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

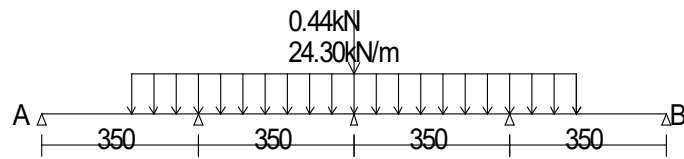
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.000) / 1.000 = 0.875 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

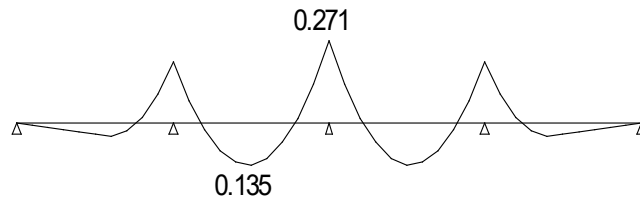
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.000 \times 0.250 = 0.500 \text{ kN}$

考虑 0.9 的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.875) = 24.300 \text{ kN/m}$

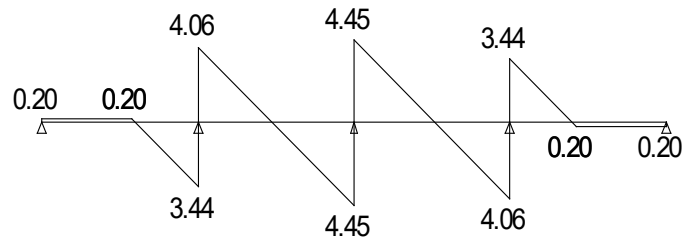
考虑 0.9 的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.500 = 0.441 \text{ kN}$



木方计算简图

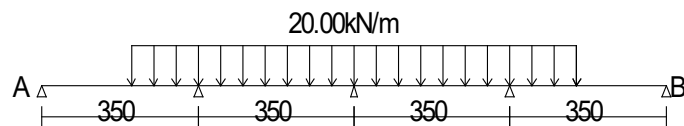


木方弯矩图 (kN.m)

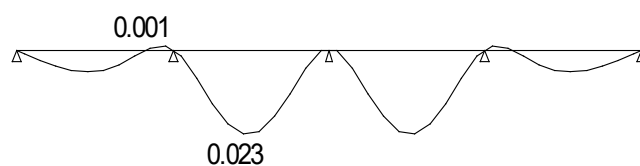


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.202\text{kN}$$

$$N2=7.502\text{kN}$$

$$N3=9.334\text{kN}$$

$$N4=7.502\text{kN}$$

$$N5=0.202\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.270\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=9.334\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.023\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.270 \times 10^6 / 83333.3 = 3.24\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.023\text{mm}$$

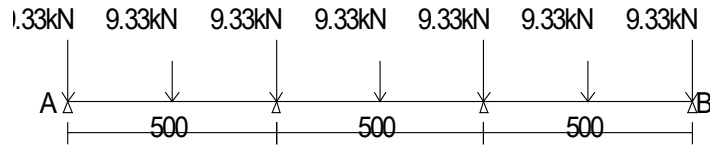
木方的最大挠度小于 $350.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

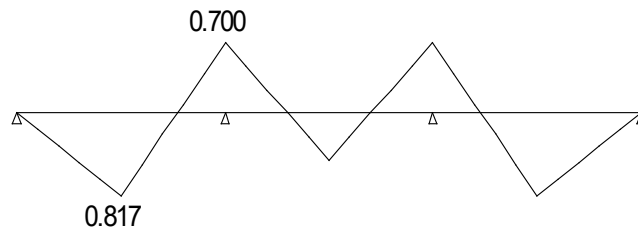
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

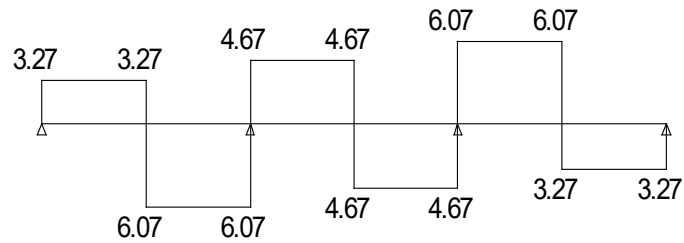
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

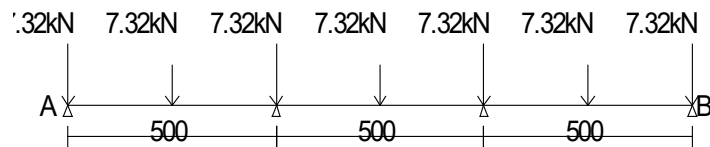


托梁弯矩图 (kN.m)

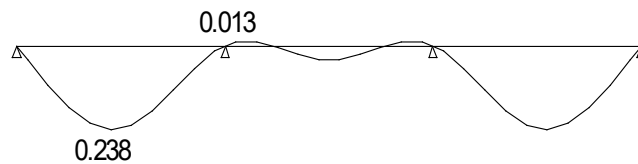


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.816 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_3 = 20.069 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.238 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.816 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 86.52\text{N/mm}^2$

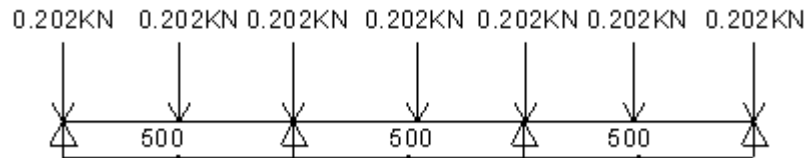
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.238\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=0.43\text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_5=0.43\text{ kN} < R_c=8\text{KN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=20.069\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.133 \times 15.000 = 2.416\text{kN}$

$N = 20.069 + 2.416 = 22.485\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l₀ —— 计算长度，取 $1.500+2\times 0.200=1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到 0.458 ；

经计算得到 $\sigma=22485/(0.458\times 424)=115.817\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9\times 0.9\times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m^2)；

$$W_k=0.450\times 1.140\times 0.105=0.054\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距， 1.50m ；

l_a —— 立杆迎风面的间距， 1.40m ；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距， 0.50m ；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.054\times 1.400\times 1.500\times 1.500/10=0.019\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=20.069+0.9\times 1.2\times 1.989+0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.019/0.500=22.529\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=22529/(0.458\times 424)+19000/4491=120.326\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

2.10. 梁截面 1100×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D = 1100\text{mm} \times 3000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50\text{m}$, 立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$,

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9000.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.50m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0, 400, 350, 350, 400mm计算。

模板自重 0.50kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 , 施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 , 钢管强度折减系数取1.00。

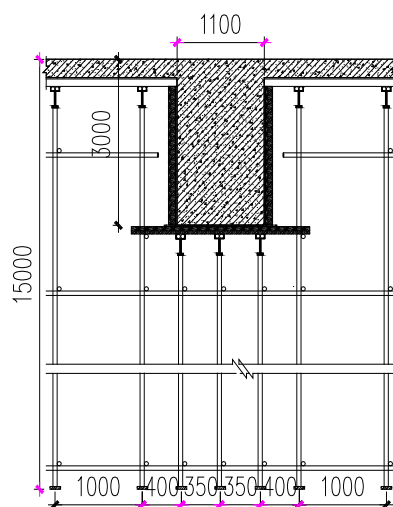


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times$

$$2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 1.100 + 0.500 \times 1.100) = 76.230 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 1.100 = 1.980 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 59.40 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 53.46 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100 q l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 76.230 + 0.98 \times 1.980) \times 0.250 \times 0.250 = 0.655 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.655 \times 1000 \times 1000 / 59400 = 11.032 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 76.230 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 534600) = 0.628 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0 / 250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

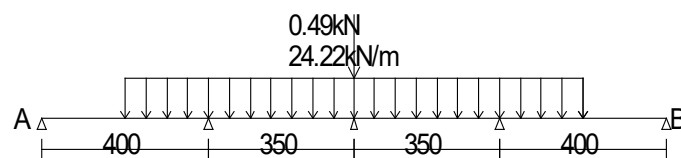
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.100) / 1.100 = 0.807 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

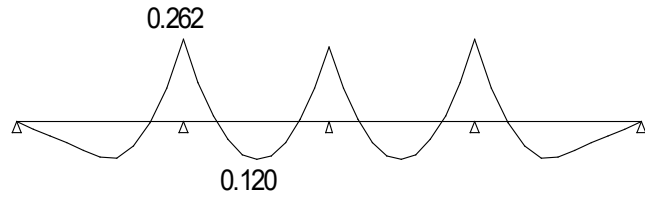
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.100 \times 0.250 = 0.550 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.807) = 24.217 \text{ kN/m}$

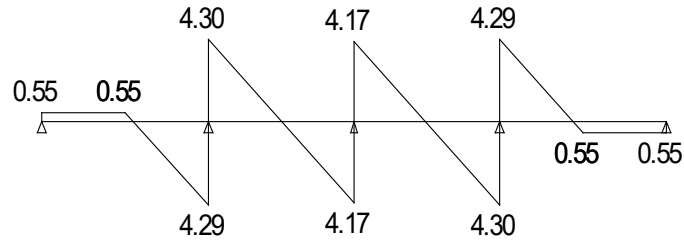
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.550 = 0.485 \text{ kN}$



木方计算简图

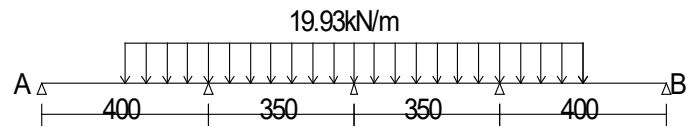


木方弯矩图 (kN. m)

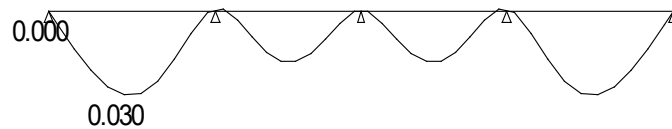


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.555 \text{ kN}$$

$$N_2 = 8.592 \text{ kN}$$

$$N_3 = 8.831 \text{ kN}$$

$$N_4 = 8.592 \text{ kN}$$

$$N_5 = 0.555 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.262 \text{ kN. m}$

经过计算得到最大支座 $F = 8.831 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.030 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.262 \times 10^6 / 83333.3 = 3.14\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.030\text{mm}$

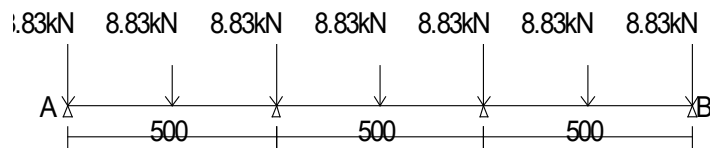
木方的最大挠度小于 $400.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

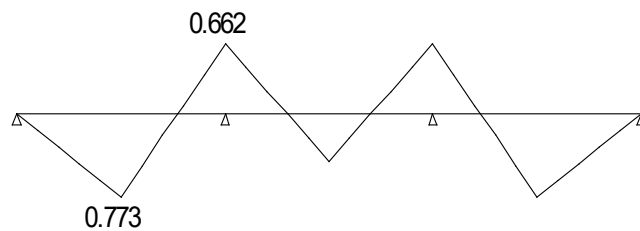
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

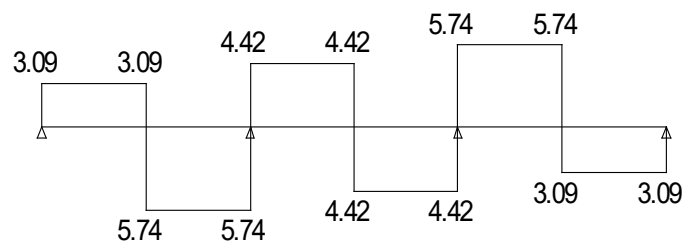
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

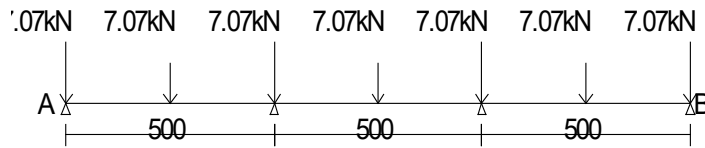


托梁弯矩图 (kN.m)

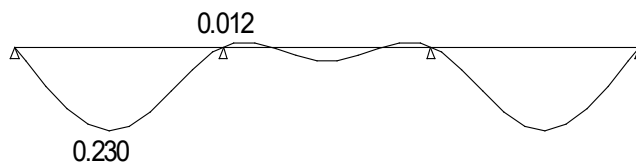


托梁剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 0.772\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_3= 18.986\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.230\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.772 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 81.86\text{N}/\text{mm}^2$

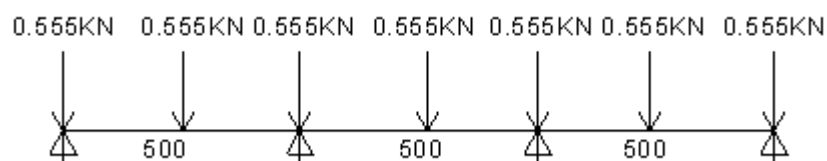
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.230\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=1.19\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_5=1.19\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=18.986\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.138 \times 15.000 = 2.522\text{kN}$

$N = 18.986 + 2.522 = 21.508\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量（抵抗矩）， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到 0.458 ；

经计算得到 $\sigma = 21508 / (0.458 \times 424) = 110.781\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_W}{A} + \frac{M_W}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_W 计算公式

$$M_W = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.105 = 0.054 \text{ kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.50m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.054 \times 1.500 \times 1.500 \times$

$1.500 / 10 = 0.021 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$$N_w = 18.986 + 0.9 \times 1.2 \times 2.076 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times$$

$0.021 / 0.500 = 21.555 \text{ kN}$

经计算得到 $\sigma = 21555 / (0.458 \times 424) + 21000 / 4491 = 115.613 \text{ N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.11. 梁截面 $1200 \times 3000 \text{ mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 1200 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 1.4 N/mm^2 ，抗弯强度 15.0 N/mm^2 ，弹性模量 6000.0 N/mm^2 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 1.3 N/mm^2 ，抗弯强度 13.0 N/mm^2 ，弹性模量 9000.0 N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.60m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆5根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 ，钢管强度折减系数取1.00。

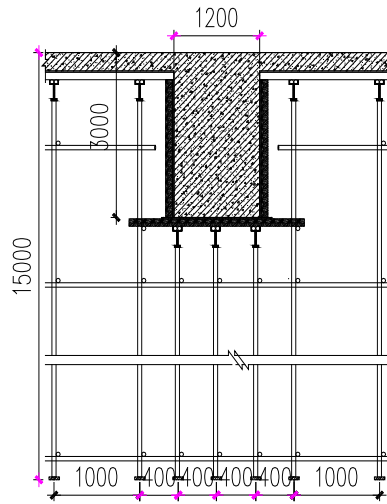


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times$

$$1.200+0.500 \times 1.200)=83.160\text{kN/m}$$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000+0.000) \times$

$$1.200=2.160\text{kN/m}$$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 64.80\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 58.32\text{cm}^4;$$

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

$$\text{经计算得到 } M = 0.100 \times (1.35 \times 83.160 + 0.98 \times 2.160) \times 0.250 \times$$

$$0.250=0.715\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{经计算得到面板抗弯强度计算值 } f = 0.715 \times 1000 \times 1000 / 64800 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677q_1^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

$$\text{面板最大挠度计算值 } v = 0.677 \times 83.160 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times$$

$$583200)=0.628\text{mm}$$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

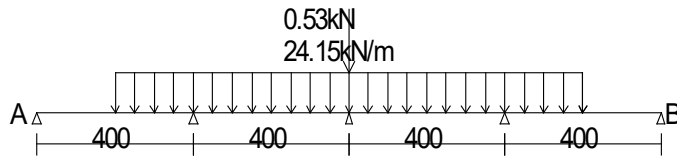
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.200) / 1.200 = 0.750 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

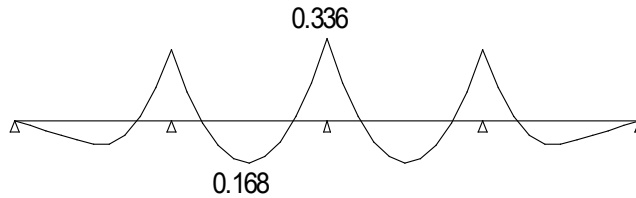
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.200 \times 0.250 = 0.600 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.750) = 24.148 \text{ kN/m}$

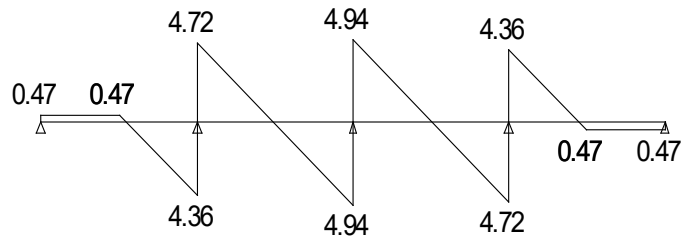
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.600 = 0.529 \text{ kN}$



木方计算简图

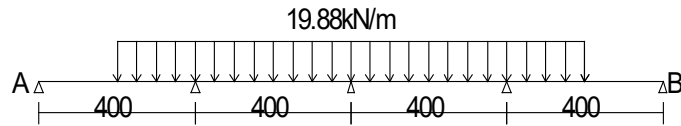


木方弯矩图 (kN.m)

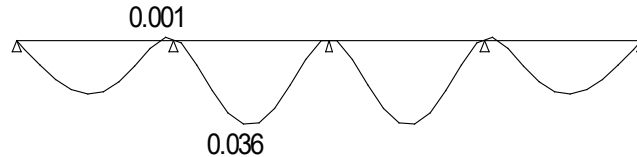


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=0.474\text{kN}$$

$$N2=9.077\text{kN}$$

$$N3=10.404\text{kN}$$

$$N4=9.077\text{kN}$$

$$N5=0.474\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.336\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=10.404\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.036\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.336 \times 10^6 / 83333.3 = 4.03\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.036\text{mm}$$

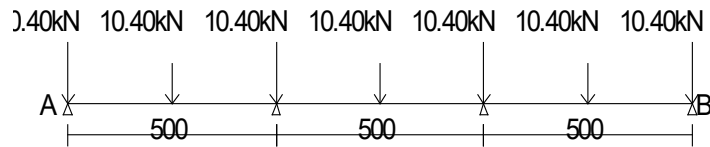
木方的最大挠度小于 $400.0/250$, 满足要求!

（二）梁底纵向钢管承载力计算

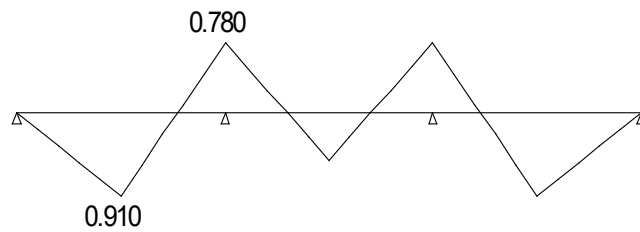
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

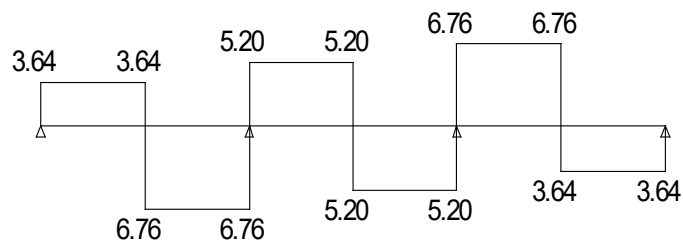
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

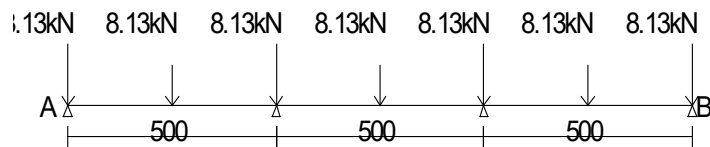


托梁弯矩图 (kN.m)

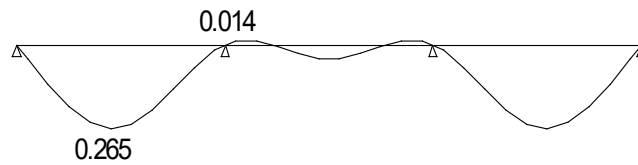


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 0.910\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_3= 22.369\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.265\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.910 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 96.49\text{N}/\text{mm}^2$

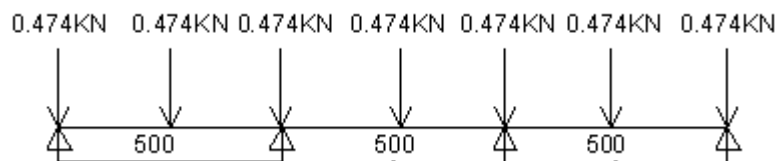
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.265\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=1.02\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取 8.00kN ；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_5=1.02\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 N1=22.369kN（已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 N2 = 0.9×1.35×0.138×15.000=2.522kN

N = 22.369+2.522=24.891kN

i —— 计算立杆的截面回转半径，i=1.60cm；

A —— 立杆净截面面积，A=4.239cm²；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)，W=4.491cm³；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值，[f] = 205.00N/mm²；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度，a=0.20m；

h —— 最大步距，h=1.50m；

l₀ —— 计算长度，取1.500+2×0.200=1.900m；

λ —— 由长细比，为1900/16.0=119 < 150 **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l₀/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=24891/(0.458 \times 424)=128.206\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m²)；

W_k=0.450×1.140×0.105=0.054kN/m²

h —— 立杆的步距，1.50m；

1a —— 立杆迎风面的间距，1.60m；

1b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.054 \times 1.600 \times 1.500 \times 1.500/10=0.022\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=22.369+0.9 \times 1.2 \times 2.076+0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.022/0.500=24.941\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=24941/(0.458 \times 424)+22000/4491=133.360\text{N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.12. 梁截面 1300×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D=1300\text{mm} \times 3000\text{mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l=0.50\text{m}$ ，立杆的步距 $h=1.50\text{m}$ ，

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

梁底支撑木方长度 1.70m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0,450,400,400,450mm计算。

模板自重 $0.50\text{kN}/\text{m}^2$ ，混凝土钢筋自重 $25.50\text{kN}/\text{m}^3$ ，施工活荷载 $2.00\text{kN}/\text{m}^2$ 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，钢管强度折减系数取1.00。

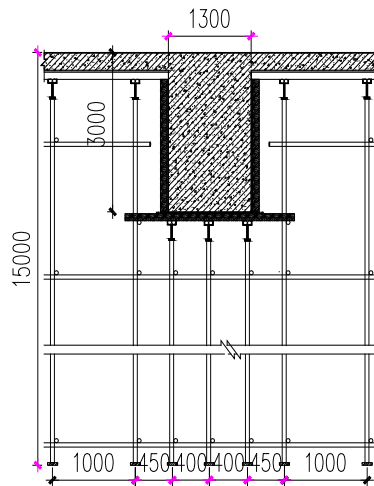


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 1.300 + 0.500 \times 1.300) = 90.090 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 1.300 = 2.340 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 70.20 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 63.18\text{cm}^4$;

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2);

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$);

W —— 面板的净截面抵抗矩;

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值, 取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$;

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m);

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 90.090 + 0.98 \times 2.340) \times 0.250 \times 0.250 = 0.774\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.774 \times 1000 \times 1000 / 70200 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 90.090 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 631800) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载, 施工活荷载等。

1. 荷载的计算:

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m):

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

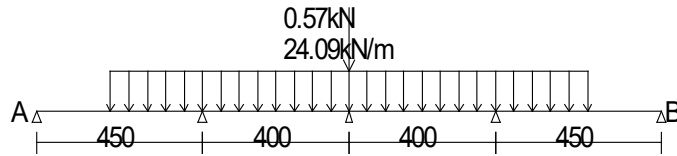
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.300) / 1.300 = 0.702\text{kN}/\text{m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

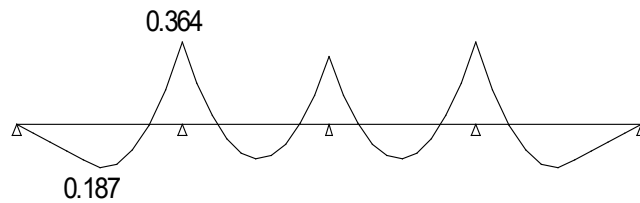
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000+2.000) \times 1.300 \times 0.250=0.650\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125+1.35 \times 0.702)=24.090\text{kN/m}$

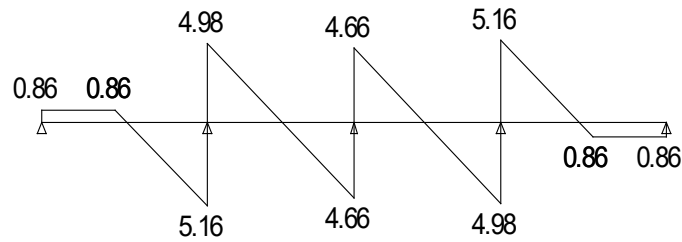
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.650=0.573\text{kN}$



木方计算简图

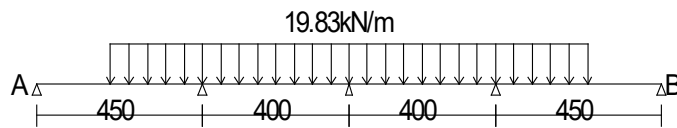


木方弯矩图 (kN.m)

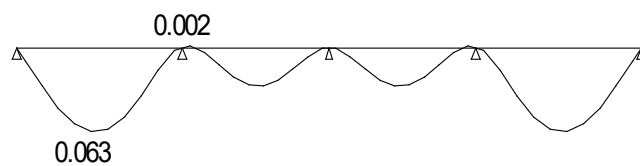


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1=0.864\text{kN}$$

$$N_2=10.137\text{kN}$$

$$N_3=9.888\text{kN}$$

$$N_4=10.137\text{kN}$$

$$N_5=0.864\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.364\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=10.137\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.063\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.364 \times 10^6 / 83333.3 = 4.37\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.063\text{mm}$$

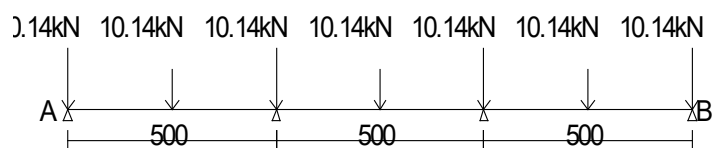
木方的最大挠度小于 $450.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

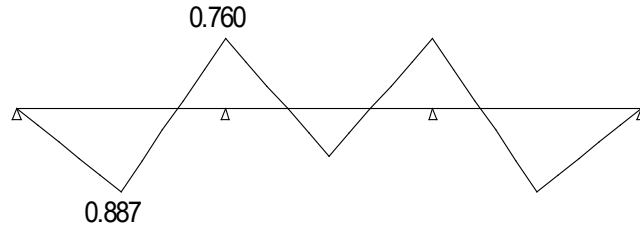
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

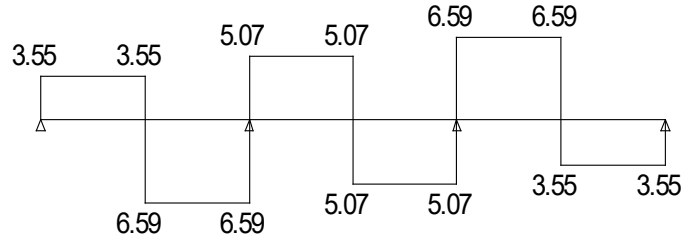
均布荷载取托梁的自重 $q=0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

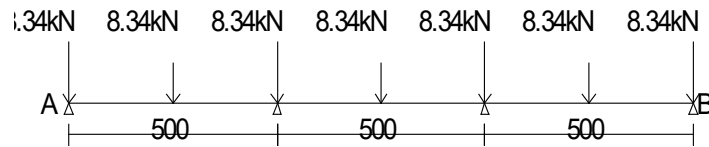


托梁弯矩图 (kN.m)

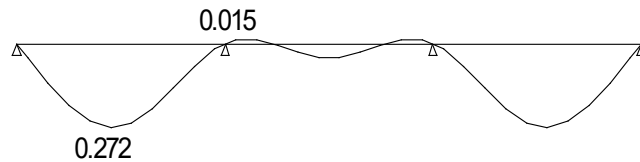


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.887 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_4 = 21.795 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.272 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98 \text{ cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56 \text{ cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.887 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 94.05 \text{ N/mm}^2$

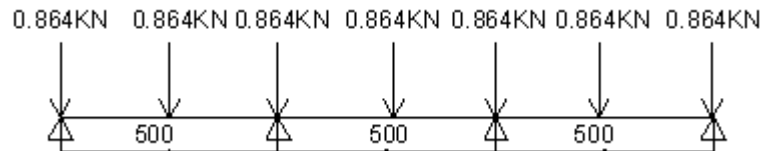
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.272\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=1.86\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_5=1.86\text{kN} < R_c=8\text{kN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=21.795\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.138 \times 15.000 = 2.522\text{kN}$

$N = 21.795 + 2.522 = 24.317\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积, $A=4.239\text{cm}^2$;

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩), $W=4.491\text{cm}^3$;

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值, $[f] = 205.00\text{N}/\text{mm}^2$;

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度, $a=0.20\text{m}$;

h —— 最大步距，h=1.50m；

l₀ —— 计算长度，取1.500+2×0.200=1.900m；

λ —— 由长细比，为1900/16.0=119 < 150 **满足要求！**

φ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l₀/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=24317/(0.458 \times 424)=125.253\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w计算公式

$$M_w=0.9 \times 0.9 \times 1.4W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m²)；

$$W_k=0.450 \times 1.140 \times 0.105=0.054\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.70m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 M_w=0.9×0.9×1.4×0.054×1.700×1.500×
1.500/10=0.023kN.m；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

N_w=21.795+0.9×1.2×2.076+0.9×0.9×1.4×
0.023/0.500=24.370kN

经计算得到 $\sigma=24370/(0.458 \times 424)+23000/4491=130.728\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.13. 梁截面 1400×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 1400\text{mm} \times 3000\text{mm}$ ，立杆的纵距（跨度方向） $l = 0.50\text{m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$ ，

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 1.4N/mm^2 ，抗弯强度 15.0N/mm^2 ，弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$ ，木方剪切强度 1.3N/mm^2 ，抗弯强度 13.0N/mm^2 ，弹性模量 9000.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.80m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆5根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 ，钢管强度折减系数取1.00。

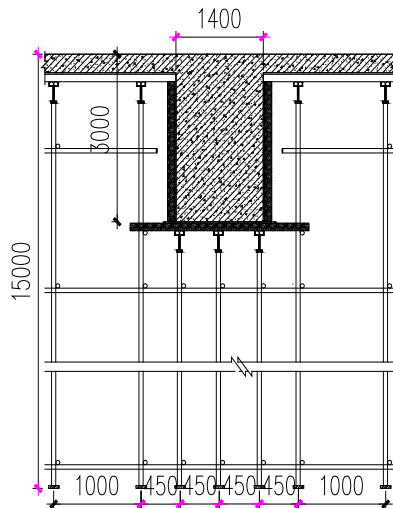


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S = 1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S = 1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00=105.235\text{kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合S最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40=0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 1.400 + 0.500 \times 1.400) = 97.020\text{kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 1.400 = 2.520\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 75.60\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 68.04\text{cm}^4$ ；

(1)抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值(N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00N/mm^2 ；

$$M = 0.100q_1^2$$

其中 q —— 荷载设计值(kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 97.020 + 0.98 \times 2.520) \times 0.250 \times$

$$0.250 = 0.834\text{kN}\cdot\text{m}$$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.834 \times 1000 \times 1000 / 75600 = 11.032\text{N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 97.020 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 680400) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于250.0/250, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重(kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125\text{kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载(kN/m)：

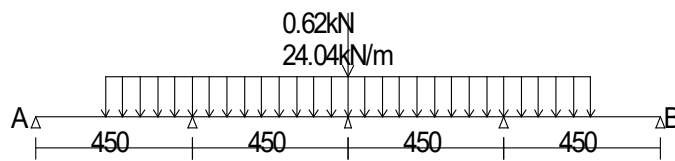
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.400) / 1.400 = 0.661\text{kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载(kN)：

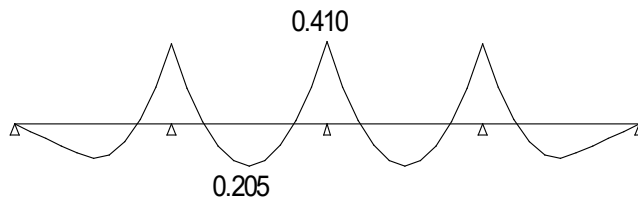
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.400 \times 0.250 = 0.700\text{kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.661) = 24.040\text{kN/m}$

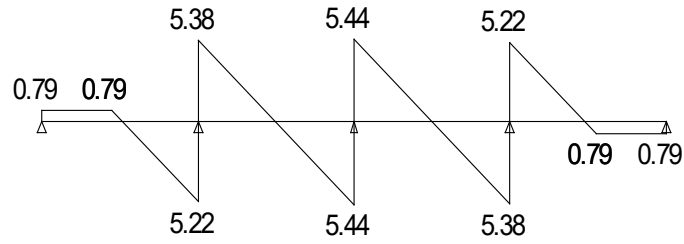
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.700 = 0.617\text{kN}$



木方计算简图

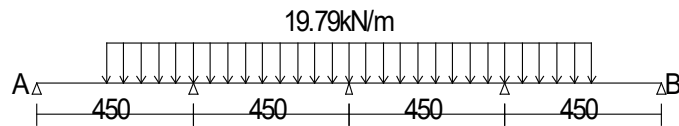


木方弯矩图(kN.m)

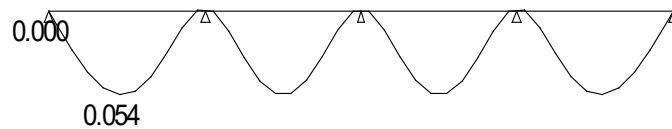


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 0.785 \text{ kN}$$

$$N_2 = 10.607 \text{ kN}$$

$$N_3 = 11.488 \text{ kN}$$

$$N_4 = 10.607 \text{ kN}$$

$$N_5 = 0.785 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.409 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经过计算得到最大支座 $F = 11.488 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.054 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33 \text{ cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67 \text{ cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.409 \times 10^6 / 83333.3 = 4.91 \text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.054 \text{mm}$

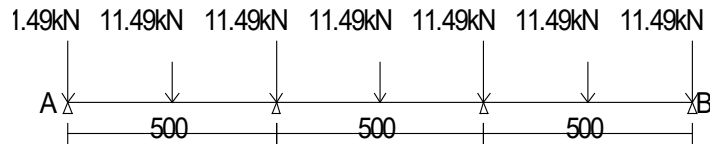
木方的最大挠度小于 $450.0 / 250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

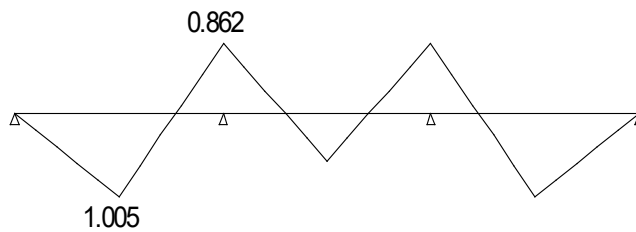
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

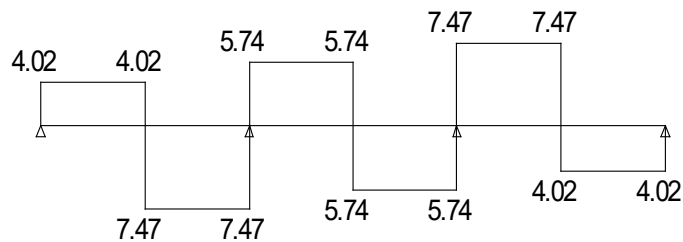
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090 \text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

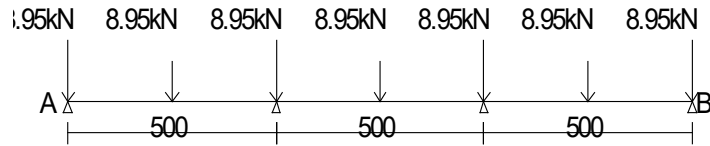


托梁弯矩图 (kN.m)

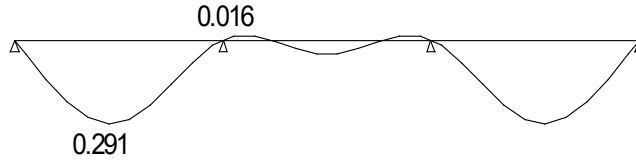


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 1.005\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_3= 24.699\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.291\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=1.005 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 106.56\text{N}/\text{mm}^2$

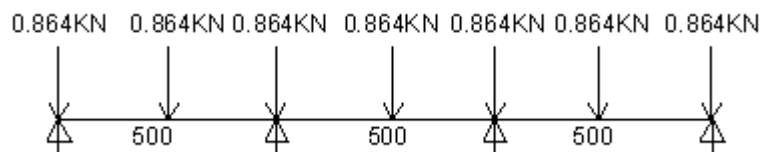
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.291\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=1.69\text{kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取8.00kN；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_5=1.69\text{kN}<R_c=8\text{KN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=24.699\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.138 \times 15.000 = 2.522\text{kN}$

$N = 24.699 + 2.522 = 27.221\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma = 27221 / (0.458 \times 424) = 140.209\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.105 = 0.054 \text{ kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.80m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.054 \times 1.800 \times 1.500 \times 1.500 / 10 = 0.025 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w = 24.699 + 0.9 \times 1.2 \times 2.076 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.025 / 0.500 = 27.277 \text{ kN}$

经计算得到 $\sigma = 27277 / (0.458 \times 424) + 25000 / 4491 = 146.006 \text{ N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

2.14. 梁截面 $1500 \times 3000 \text{ mm}$

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数：

模板支架搭设高度为15.0m，

梁截面 $B \times D = 1500 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$ ，立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50 \text{ m}$ ，立杆的步距 $h = 1.50 \text{ m}$ ，

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm，剪切强度 1.4 N/mm^2 ，抗弯强度 15.0 N/mm^2 ，弹性模量 6000.0 N/mm^2 。

木方 $50 \times 100 \text{ mm}$ ，木方剪切强度 1.3 N/mm^2 ，抗弯强度 13.0 N/mm^2 ，弹性模量 9000.0 N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 1.90m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0 \text{ mm}$ 。

梁底承重杆按照布置间距0,500,450,450,500mm计算。

模板自重 0.50kN/m^2 ，混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 ，施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取 1.00 。

钢管强度为 205.0 N/mm^2 ，钢管强度折减系数取 1.00 。

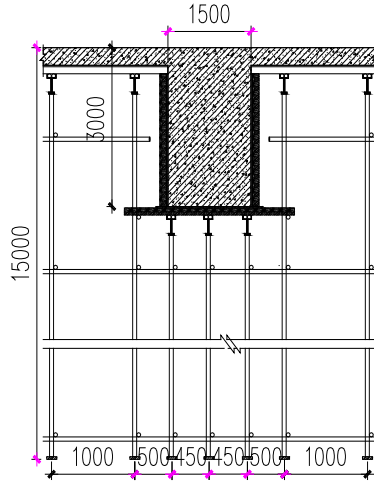


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times 2.00 = 95.200\text{kN/m}^2$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times 2.00 = 105.235\text{kN/m}^2$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取 1.35 ，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑 0.9 的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 1.500 + 0.500 \times 1.500) = 103.950\text{kN/m}$

考虑 0.9 的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 1.500 = 2.700\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 81.00\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 72.90\text{cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N}\cdot\text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$$M = 0.100ql^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 103.950 + 0.98 \times 2.700) \times 0.250 \times 0.250 = 0.894\text{kN}\cdot\text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.894 \times 1000 \times 1000 / 81000 = 11.032\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 103.950 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 729000) = 0.628\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0/250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125\text{kN}/\text{m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m):

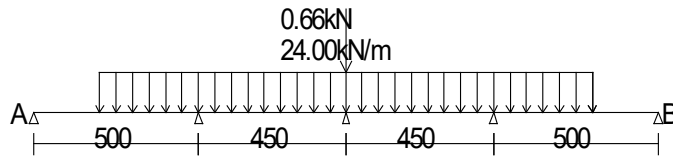
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.500) / 1.500 = 0.625 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN):

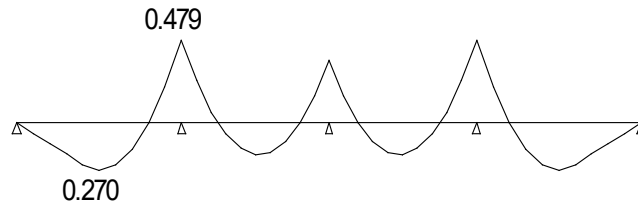
经计算得到, 活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.500 \times 0.250 = 0.750 \text{ kN}$

考虑 0.9 的结构重要系数, 均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.625) = 23.996 \text{ kN/m}$

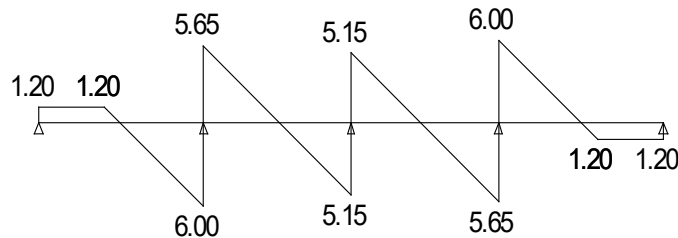
考虑 0.9 的结构重要系数, 集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.750 = 0.662 \text{ kN}$



木方计算简图

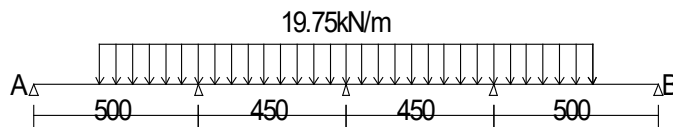


木方弯矩图 (kN.m)

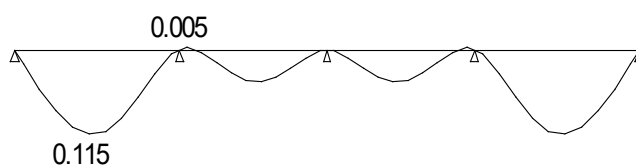


木方剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值, 受力图与计算结果如下:



变形计算受力图



木方变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=1.202\text{kN}$$

$$N2=11.644\text{kN}$$

$$N3=10.966\text{kN}$$

$$N4=11.644\text{kN}$$

$$N5=1.202\text{kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M=0.479\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $F=11.644\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V=0.115\text{mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 83.33\text{cm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 416.67\text{cm}^4;$$

(1) 木方抗弯强度计算

$$\text{抗弯计算强度 } f = 0.479 \times 10^6 / 83333.3 = 5.75\text{N/mm}^2$$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2) 木方挠度计算

$$\text{最大变形 } v = 0.115\text{mm}$$

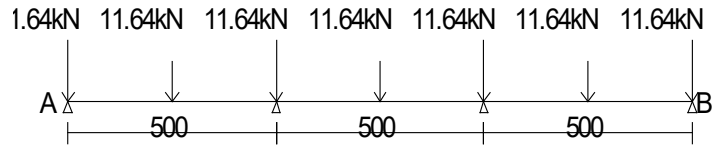
木方的最大挠度小于 $500.0/250$ ，满足要求！

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

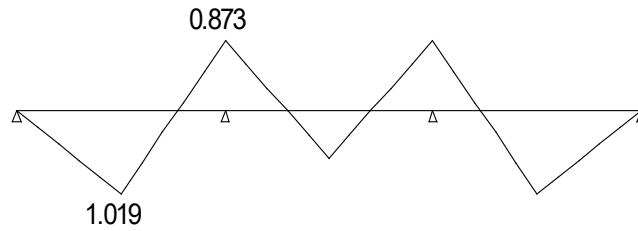
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

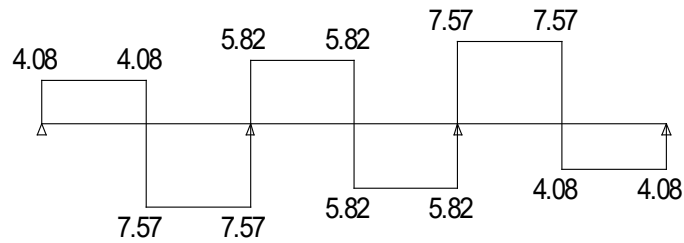
均布荷载取托梁的自重 $q=0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

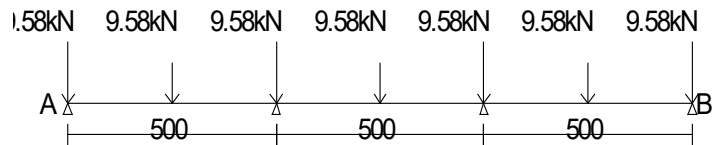


托梁弯矩图 (kN.m)

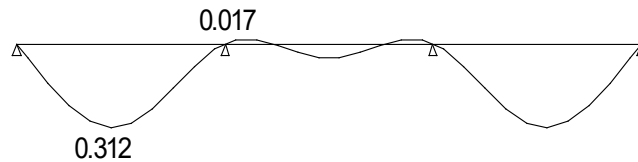


托梁剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 1.018 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $R_2 = R_4 = 25.034 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.312 \text{ mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 1.018 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 107.94\text{N/mm}^2$

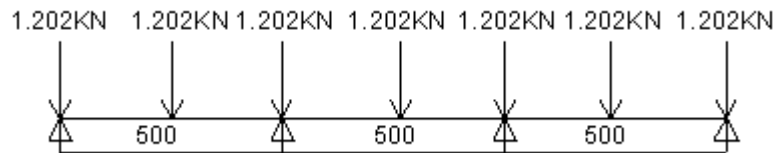
顶托梁的抗弯计算强度小于 205.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.312\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=2.58\text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值, 取 8.00kN ;

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值;

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算, $R_1=R_5=2.58\text{ kN} < R_c=8\text{KN}$ **满足要求!**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时, 立杆的稳定性计算公式为:

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值, 它包括:

横杆的最大支座反力 $N_1=25.034\text{kN}$ (已经包括组合系数)

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.138 \times 15.000 = 2.522\text{kN}$

$N = 25.034 + 2.522 = 27.556\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径, $i=1.60\text{cm}$;

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

[f] —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l₀ —— 计算长度，取 $1.50+2\times 0.20=1.90\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求!**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma=27556/(0.458\times 424)=141.934\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求!

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_w}{\phi A} + \frac{M_w}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_w 计算公式

$$M_w=0.9\times 0.9\times 1.4W_k l_a h^2/10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值(kN/m^2)；

$$W_k=0.450\times 1.140\times 0.105=0.054\text{kN/m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，1.90m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w=0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.054\times 1.900\times 1.500\times 1.500/10=0.026\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$N_w=25.034+0.9\times 1.2\times 2.076+0.9\times 0.9\times 1.4\times 0.026/0.500=27.615\text{kN}$

经计算得到 $\sigma=27615/(0.458\times 424)+26000/4491=148.053\text{N/mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$, 满足要求!

2.15. 梁截面 1600×3000mm

计算依据《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)。

计算参数:

模板支架搭设高度为15.0m,

梁截面 $B \times D = 1600\text{mm} \times 3000\text{mm}$, 立杆的纵距(跨度方向) $l = 0.50\text{m}$, 立杆的步距 $h = 1.50\text{m}$,

梁底增加5道承重立杆。

面板厚度18mm, 剪切强度 1.4N/mm^2 , 抗弯强度 15.0N/mm^2 , 弹性模量 6000.0N/mm^2 。

木方 $50 \times 100\text{mm}$, 木方剪切强度 1.3N/mm^2 , 抗弯强度 13.0N/mm^2 , 弹性模量 9000.0N/mm^2 。

梁底支撑木方长度 2.00m。

梁顶托采用双钢管 $48 \times 3.0\text{mm}$ 。

梁底按照均匀布置承重杆5根计算。

模板自重 0.50kN/m^2 , 混凝土钢筋自重 25.50kN/m^3 , 施工活荷载 2.00kN/m^2 。

扣件计算折减系数取1.00。

钢管强度为 205.0N/mm^2 , 钢管强度折减系数取1.00。

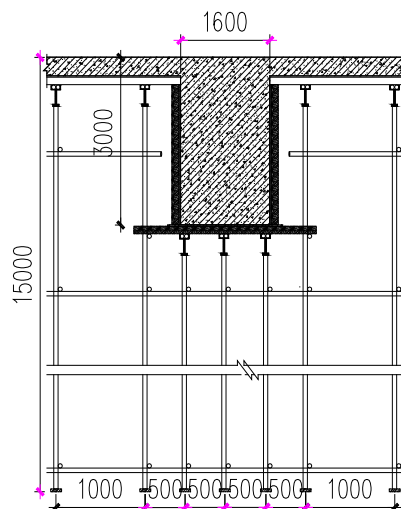


图1 梁模板支撑架立面简图

按照规范4.3.1条规定确定荷载组合分项系数如下：

由可变荷载效应控制的组合 $S=1.2 \times (25.50 \times 3.00 + 0.50) + 1.40 \times$

$$2.00 = 95.200 \text{ kN/m}^2$$

由永久荷载效应控制的组合 $S=1.35 \times 25.50 \times 3.00 + 0.7 \times 1.40 \times$

$$2.00 = 105.235 \text{ kN/m}^2$$

由于永久荷载效应控制的组合 S 最大，永久荷载分项系数取1.35，可变荷载分项系数取 $0.7 \times 1.40 = 0.98$

采用的钢管类型为 $\phi 48 \times 3.0$ 。

一、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。模板面板的按照三跨连续梁计算。

考虑0.9的结构重要系数，静荷载标准值 $q_1 = 0.9 \times (25.500 \times 3.000 \times 1.600 + 0.500 \times 1.600) = 110.880 \text{ kN/m}$

考虑0.9的结构重要系数，活荷载标准值 $q_2 = 0.9 \times (2.000 + 0.000) \times 1.600 = 2.880 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 86.40 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 77.76 \text{ cm}^4$ ；

(1) 抗弯强度计算

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

其中 f —— 面板的抗弯强度计算值 (N/mm^2)；

M —— 面板的最大弯距 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

W —— 面板的净截面抵抗矩；

$[f]$ —— 面板的抗弯强度设计值，取 15.00 N/mm^2 ；

$$M = 0.100 q l^2$$

其中 q —— 荷载设计值 (kN/m)；

经计算得到 $M = 0.100 \times (1.35 \times 110.880 + 0.98 \times 2.880) \times 0.250 \times 0.250 = 0.953 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.953 \times 1000 \times 1000 / 86400 = 11.032 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$, 满足要求!

(2) 挠度计算

$$v = 0.677ql^4 / 100EI < [v] = 1 / 250$$

面板最大挠度计算值 $v = 0.677 \times 110.880 \times 250^4 / (100 \times 6000 \times 777600) = 0.628 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于 $250.0 / 250$, 满足要求!

二、梁底支撑木方的计算

(一) 梁底木方计算

作用荷载包括梁与模板自重荷载，施工活荷载等。

1. 荷载的计算：

(1) 钢筋混凝土梁自重 (kN/m)：

$$q_1 = 25.500 \times 3.000 \times 0.250 = 19.125 \text{ kN/m}$$

(2) 模板的自重线荷载 (kN/m)：

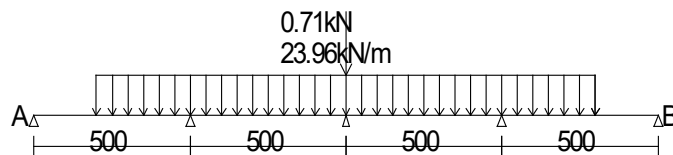
$$q_2 = 0.500 \times 0.250 \times (2 \times 3.000 + 1.600) / 1.600 = 0.594 \text{ kN/m}$$

(3) 活荷载为施工荷载标准值与振捣混凝土时产生的荷载 (kN)：

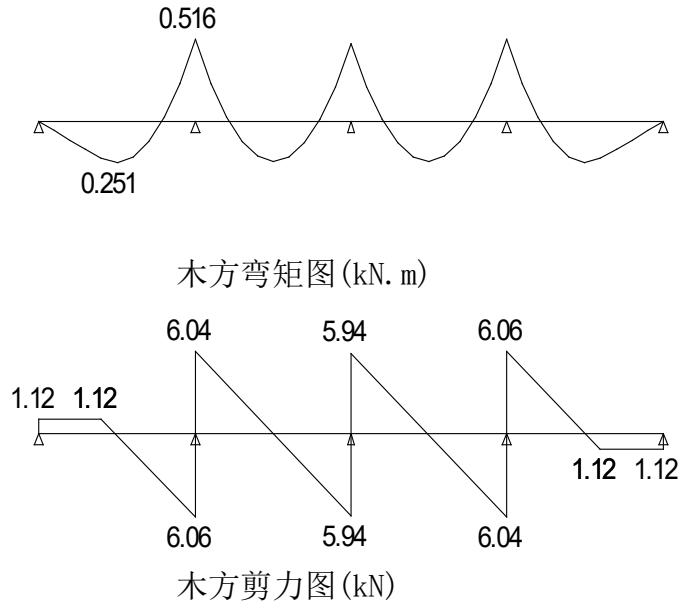
经计算得到，活荷载标准值 $P_1 = (0.000 + 2.000) \times 1.600 \times 0.250 = 0.800 \text{ kN}$

考虑0.9的结构重要系数，均布荷载 $q = 0.9 \times (1.35 \times 19.125 + 1.35 \times 0.594) = 23.958 \text{ kN/m}$

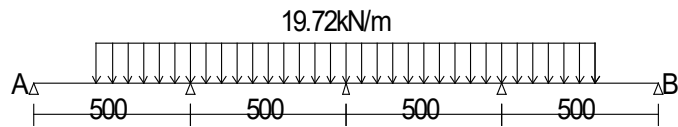
考虑0.9的结构重要系数，集中荷载 $P = 0.9 \times 0.98 \times 0.800 = 0.706 \text{ kN}$



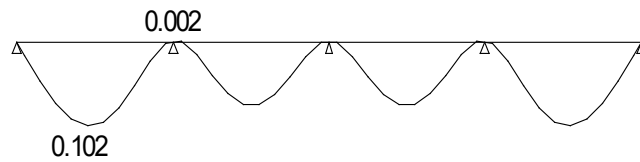
木方计算简图



变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 1.125 \text{ kN}$$

$$N_2 = 12.102 \text{ kN}$$

$$N_3 = 12.585 \text{ kN}$$

$$N_4 = 12.102 \text{ kN}$$

$$N_5 = 1.125 \text{ kN}$$

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.515 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $F = 12.585 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.102 \text{ mm}$

木方的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1) 木方抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.515 \times 10^6 / 83333.3 = 6.18\text{N/mm}^2$

木方的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 , 满足要求!

(2) 木方挠度计算

最大变形 $v = 0.102\text{mm}$

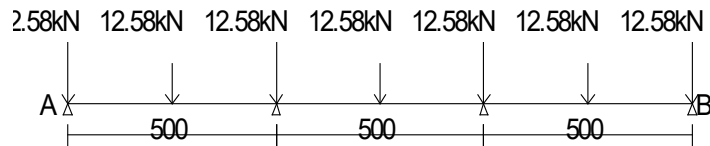
木方的最大挠度小于 $500.0/250$, 满足要求!

(二) 梁底纵向钢管承载力计算

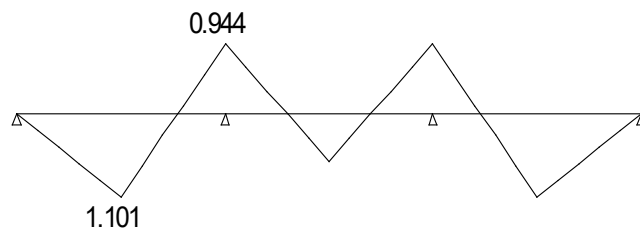
1、取梁底受力最不利的顶托梁计算

托梁按照集中与均布荷载下多跨连续梁计算。

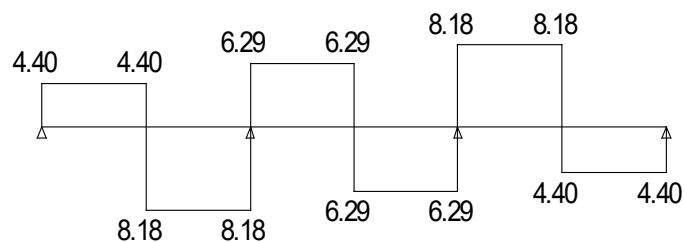
均布荷载取托梁的自重 $q = 0.090\text{kN/m}$ 。



托梁计算简图

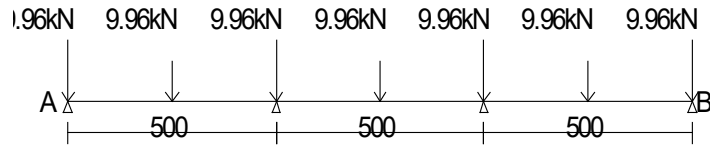


托梁弯矩图 (kN.m)

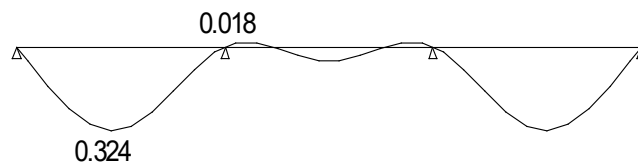


托梁剪力图(kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



托梁变形计算受力图



托梁变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M= 1.101\text{kN}\cdot\text{m}$

经过计算得到最大支座 $R_3= 27.057\text{kN}$

经过计算得到最大变形 $V= 0.324\text{mm}$

顶托梁的截面力学参数为

截面抵抗矩 $W = 8.98\text{cm}^3$;

截面惯性矩 $I = 21.56\text{cm}^4$;

(1) 顶托梁抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=1.101 \times 10^6 / 1.05 / 8982.0 = 116.74\text{N}/\text{mm}^2$

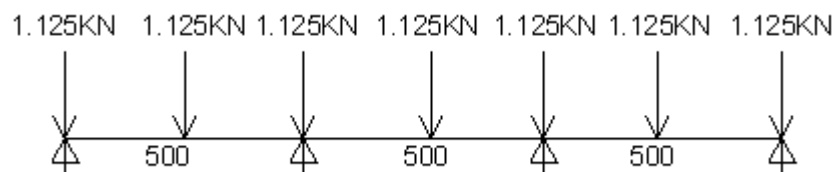
顶托梁的抗弯计算强度小于 $205.0\text{N}/\text{mm}^2$, 满足要求!

(2) 顶托梁挠度计算

最大变形 $v = 0.324\text{mm}$

顶托梁的最大挠度小于 $500.0/400$, 满足要求!

2、梁两侧纵向钢管计算



经过计算得到最大支座力 $R_1=R_5=2.42 \text{ kN}$

三、扣件抗滑移的计算

纵向或横向水平杆与立杆连接时，扣件的抗滑承载力按照下式计算：

$$R \leq R_c$$

其中 R_c —— 扣件抗滑承载力设计值，取8.00kN；

R —— 纵向或横向水平杆传给立杆的竖向作用力设计值；

梁两侧需对扣件抗滑移进行验算， $R_1=R_5=2.42 \text{ kN} < R_c=8\text{KN}$ **满足要求！**

四、立杆的稳定性计算

不考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N}{\phi A} \leq [f]$$

其中 N —— 立杆的轴心压力最大值，它包括：

横杆的最大支座反力 $N_1=27.057\text{kN}$ （已经包括组合系数）

脚手架钢管的自重 $N_2 = 0.9 \times 1.35 \times 0.138 \times 15.000 = 2.522\text{kN}$

$N = 27.057 + 2.522 = 29.579\text{kN}$

i —— 计算立杆的截面回转半径， $i=1.60\text{cm}$ ；

A —— 立杆净截面面积， $A=4.239\text{cm}^2$ ；

W —— 立杆净截面模量(抵抗矩)， $W=4.491\text{cm}^3$ ；

$[f]$ —— 钢管立杆抗压强度设计值， $[f] = 205.00\text{N/mm}^2$ ；

a —— 立杆上端伸出顶层横杆中心线至模板支撑点的长度， $a=0.20\text{m}$ ；

h —— 最大步距， $h=1.50\text{m}$ ；

l_0 —— 计算长度，取 $1.500 + 2 \times 0.200 = 1.900\text{m}$ ；

λ —— 由长细比，为 $1900/16.0=119 < 150$ **满足要求！**

ϕ —— 轴心受压立杆的稳定系数，由长细比 l_0/i 查表得到0.458；

经计算得到 $\sigma = 29579 / (0.458 \times 424) = 152.356\text{N/mm}^2$ ；

不考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

考虑风荷载时，立杆的稳定性计算公式为：

$$\sigma = \frac{N_W}{A} + \frac{M_W}{W} \leq [f]$$

风荷载设计值产生的立杆段弯矩 M_W 计算公式

$$M_W = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 W_k l_a h^2 / 10$$

其中 W_k —— 风荷载标准值 (kN/m^2)；

$$W_k = 0.450 \times 1.140 \times 0.105 = 0.054 \text{ kN}/\text{m}^2$$

h —— 立杆的步距，1.50m；

l_a —— 立杆迎风面的间距，2.00m；

l_b —— 与迎风面垂直方向的立杆间距，0.50m；

风荷载产生的弯矩 $M_w = 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times 0.054 \times 2.000 \times 1.500 \times$

$1.500 / 10 = 0.027 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ；

N_w —— 考虑风荷载时，立杆的轴心压力最大值；

$$N_w = 27.057 + 0.9 \times 1.2 \times 2.076 + 0.9 \times 0.9 \times 1.4 \times$$

$0.027 / 0.500 = 29.642 \text{ kN}$

经计算得到 $\sigma = 29642 / (0.458 \times 424) + 27000 / 4491 = 158.798 \text{ N}/\text{mm}^2$ ；

考虑风荷载时立杆的稳定性计算 $\sigma < [f]$ ，满足要求！

第四节 梁侧模计算

1.1. 梁高 1000mm

一、梁侧模板基本参数

计算断面宽度500mm，高度1000mm，两侧楼板厚度200mm。

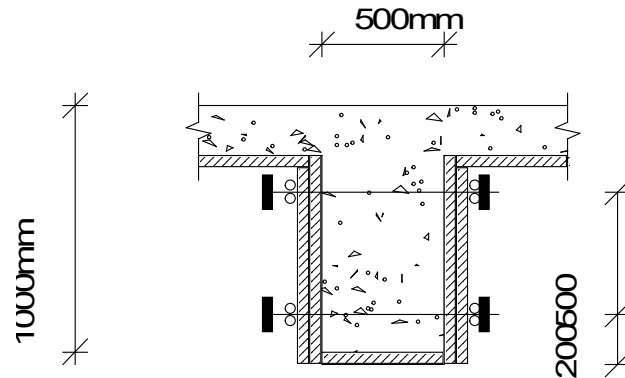
模板面板采用普通胶合板。

内龙骨间距200mm，内龙骨采用50×100mm木方，外龙骨采用双钢管48mm×3.0mm。

对拉螺栓布置2道，在断面内竖向间距200+500mm，断面跨度方向间距400mm，直径12mm。

面板厚度18mm，剪切强度1.4N/mm²，抗弯强度15.0N/mm²，弹性模量6000.0N/mm²。

木方剪切强度 1.3N/mm^2 ，抗弯强度 13.0N/mm^2 ，弹性模量 9000.0N/mm^2 。



模板组装示意图

二、梁侧模板荷载标准值计算

强度验算要考虑新浇混凝土侧压力和倾倒混凝土时产生的荷载设计值；挠度验算只考虑新浇混凝土侧压力产生荷载标准值。

新浇混凝土侧压力计算公式为下式中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \quad F = \gamma_c H$$

其中 γ_c —— 混凝土的重力密度，取 24.000kN/m^3 ；

t —— 新浇混凝土的初凝时间，为0时（表示无资料）取 $200/(T+15)$ ，取 2.500h ；

T —— 混凝土的入模温度，取 20.000°C ；

V —— 混凝土的浇筑速度，取 2.500m/h ；

H —— 混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取 1.000m ；

β_1 —— 外加剂影响修正系数，取 1.200 ；

β_2 —— 混凝土坍落度影响修正系数，取 1.150 。

根据公式计算的新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=24.000\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数 0.9 ，实际计算中采用新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=0.9 \times 24.000=21.600\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数 0.9 ，倒混凝土时产生的荷载标准值 $F_2=0.9 \times$

6.000=5.400kN/m²。

三、梁侧模板面板的计算

面板为受弯结构,需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板的按照连续梁计算。

面板的计算宽度取0.80m。

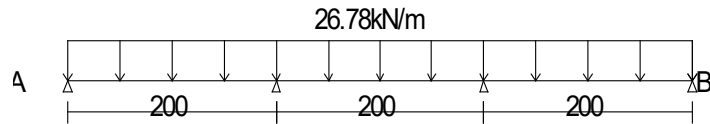
荷载计算值 $q = 1.2 \times 21.600 \times 0.800 + 1.40 \times 5.400 \times 0.800 = 26.784 \text{ kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

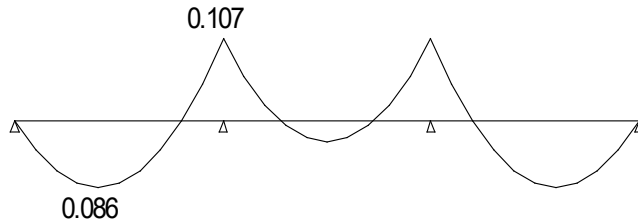
本算例中,截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

截面抵抗矩 $W = 43.20 \text{ cm}^3$;

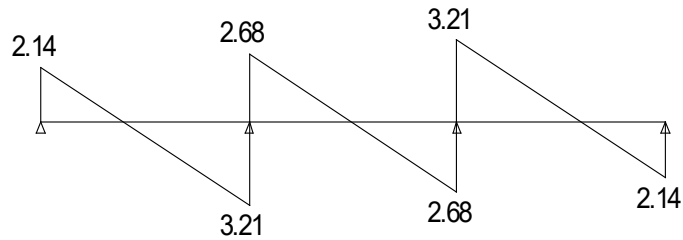
截面惯性矩 $I = 38.88 \text{ cm}^4$;



计算简图

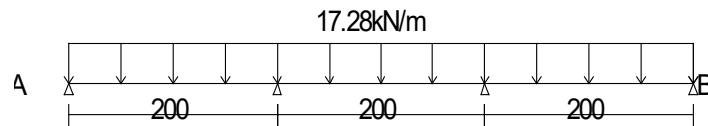


弯矩图 (kN.m)

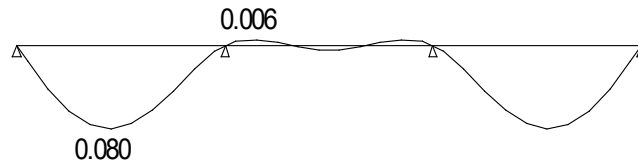


剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值,受力图与计算结果如下:



变形计算受力图



变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=2.143\text{kN}$$

$$N2=5.892\text{kN}$$

$$N3=5.892\text{kN}$$

$$N4=2.143\text{kN}$$

最大弯矩 $M = 0.107\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $V = 0.080\text{mm}$

(1) 抗弯强度计算

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.107 \times 1000 \times 1000 / 43200 = 2.477\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度设计值 $[f]$ ，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$ ，满足要求！

(2) 挠度计算

面板最大挠度计算值 $v = 0.080\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $200.0/250$ ，满足要求！

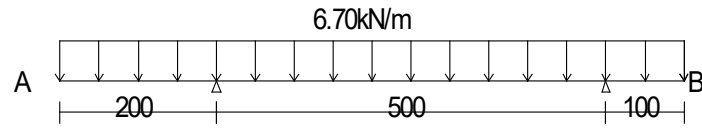
四、梁侧模板内龙骨的计算

内龙骨直接承受模板传递的荷载，通常按照均布荷载连续梁计算。

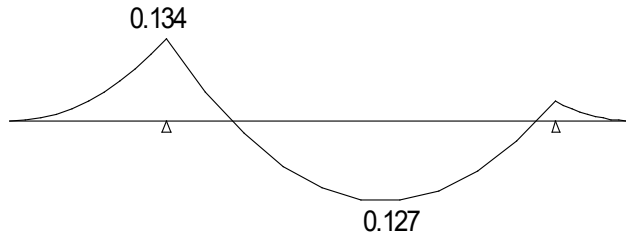
内龙骨强度计算均布荷载 $q = 1.2 \times 0.20 \times 21.60 + 1.4 \times 0.20 \times 5.40 = 6.696\text{kN}/\text{m}$

挠度计算荷载标准值 $q = 0.20 \times 21.60 = 4.320\text{kN}/\text{m}$

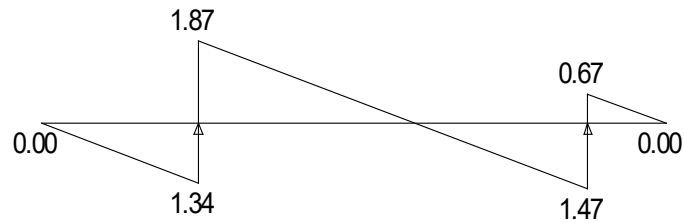
内龙骨按照均布荷载下多跨连续梁计算。



内龙骨计算简图

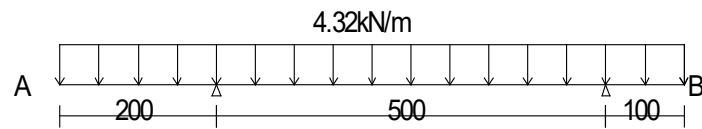


内龙骨弯矩图 (kN.m)

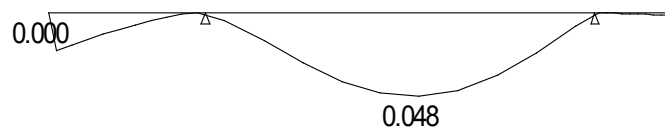


内龙骨剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



内龙骨变形计算受力图



内龙骨变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.133 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $F = 3.214 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.048 \text{ mm}$

内龙骨的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1)内龙骨抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f=0.133 \times 10^6 / 83333.3 = 1.60\text{N/mm}^2$

内龙骨的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2)内龙骨抗剪计算 [可以不计算]

截面抗剪强度必须满足：

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

截面抗剪强度计算值 $T=3 \times 1874 / (2 \times 50 \times 100) = 0.562\text{N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T]=1.30\text{N/mm}^2$

内龙骨的抗剪强度计算满足要求！

(3)内龙骨挠度计算

最大变形 $v = 0.048\text{mm}$

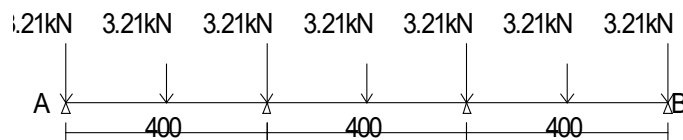
内龙骨的最大挠度小于 $500.0/250$ ，满足要求！

五、梁侧模板外龙骨的计算

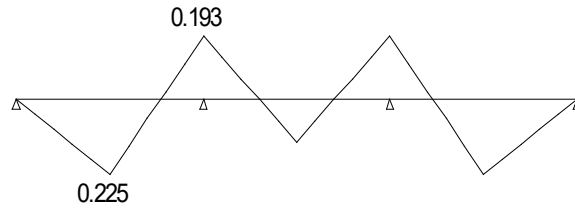
外龙骨承受内龙骨传递的荷载，按照集中荷载下连续梁计算。

外龙骨按照集中荷载作用下的连续梁计算。

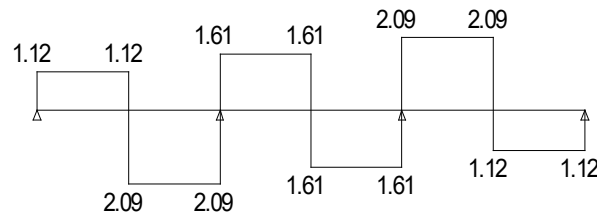
集中荷载P取横向支撑钢管传递力。



支撑钢管计算简图

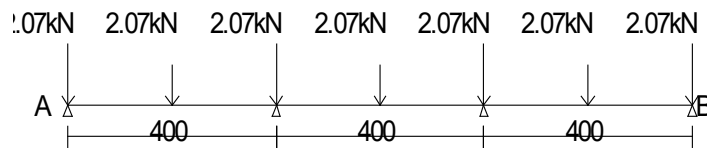


支撑钢管弯矩图 (kN. m)

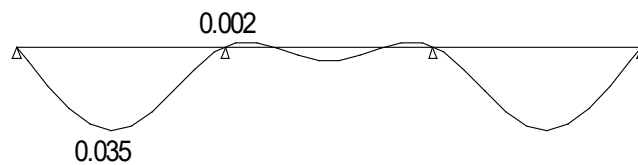


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.224\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $v_{max}=0.035\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=6.910\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.224\times 10^6/8982.0=24.94\text{N}/\text{mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $400.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

六、对拉螺栓的计算

计算公式：

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力；

A —— 对拉螺栓有效面积（ mm^2 ）；

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值，取 $170\text{N}/\text{mm}^2$ ；

对拉螺栓的直径（mm）： 12

对拉螺栓有效直径（mm）： 10

对拉螺栓有效面积（ mm^2 ）： $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值（kN）： $[N] = 12.920$

对拉螺栓所受的最大拉力（kN）： $N = 6.910$

对拉螺栓强度验算满足要求！

1.2. 梁高 2000mm

一、梁侧模板基本参数

计算断面宽度500mm，高度2000mm，两侧楼板厚度200mm。

模板面板采用普通胶合板。

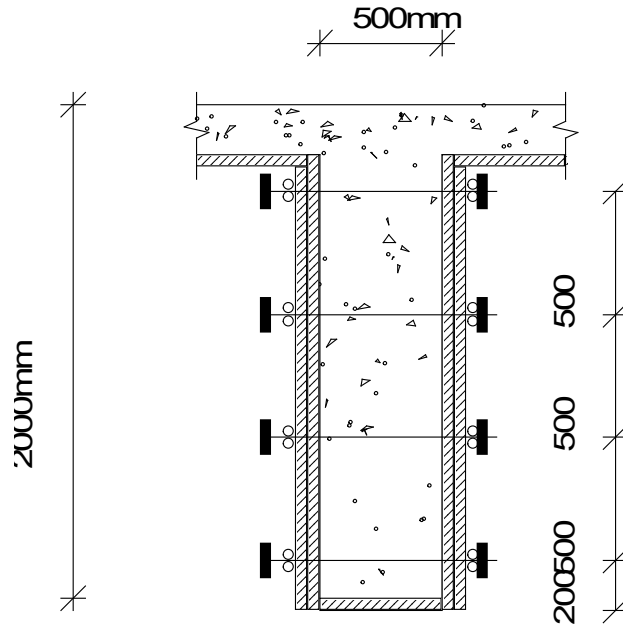
内龙骨间距200mm，内龙骨采用 $50 \times 100\text{mm}$ 木方，外龙骨采用双钢管 $48\text{mm} \times$

3.0mm。

对拉螺栓布置4道，在断面内竖向间距 $200+500+500+500\text{mm}$ ，断面跨度方向间距400mm，直径12mm。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。



模板组装示意图

二、梁侧模板荷载标准值计算

强度验算要考虑新浇混凝土侧压力和倾倒混凝土时产生的荷载设计值；挠度验算只考虑新浇混凝土侧压力产生荷载标准值。

新浇混凝土侧压力计算公式为下式中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \quad F = \gamma_c H$$

其中 γ_c ——混凝土的重力密度，取 24.000kN/m^3 ；

t ——新浇混凝土的初凝时间，为 0 时（表示无资料）取 $200/(T+15)$ ，取 2.500h ；

T ——混凝土的入模温度，取 20.000°C ；

V ——混凝土的浇筑速度，取 2.500m/h ；

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取 2.000m ；

β_1 ——外加剂影响修正系数，取 1.200 ；

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数，取 1.150 。

根据公式计算的新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=28.800\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，实际计算中采用新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=0.9 \times 28.800=25.920\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，倒混凝土时产生的荷载标准值 $F_2=0.9 \times 6.000=5.400\text{kN/m}^2$ 。

三、梁侧模板面板的计算

面板为受弯结构,需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板的按照连续梁计算。

面板的计算宽度取1.80m。

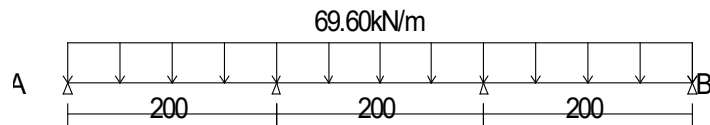
荷载计算值 $q = 1.2 \times 25.920 \times 1.800 + 1.40 \times 5.400 \times 1.800 = 69.595\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

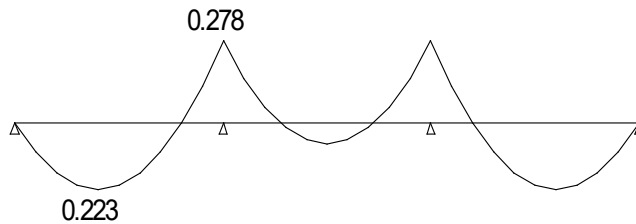
本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 97.20\text{cm}^3$ ；

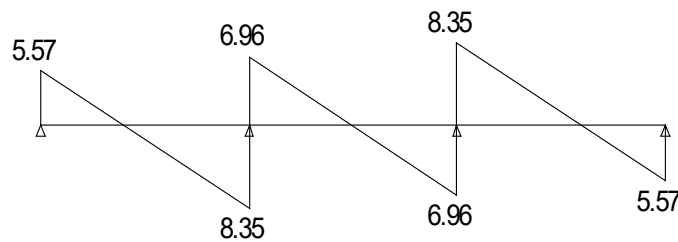
截面惯性矩 $I = 87.48\text{cm}^4$ ；



计算简图

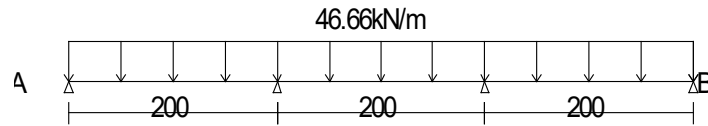


弯矩图 (kN.m)

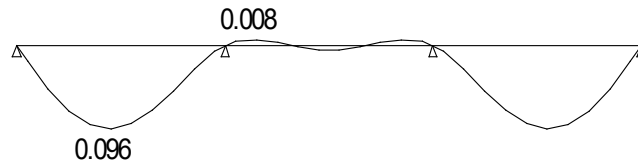


剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N1=5.568\text{kN}$$

$$N2=15.311\text{kN}$$

$$N3=15.311\text{kN}$$

$$N4=5.568\text{kN}$$

最大弯矩 $M = 0.278\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $V = 0.096\text{mm}$

(1) 抗弯强度计算

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.278 \times 1000 \times 1000 / 97200 = 2.860\text{N}/\text{mm}^2$

面板的抗弯强度设计值 $[f]$ ，取 $15.00\text{N}/\text{mm}^2$ ；

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$ ，满足要求！

(2) 挠度计算

面板最大挠度计算值 $v = 0.096\text{mm}$

面板的最大挠度小于 $200.0/250$ ，满足要求！

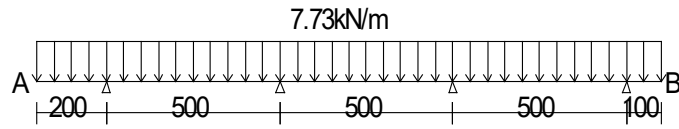
四、梁侧模板内龙骨的计算

内龙骨直接承受模板传递的荷载，通常按照均布荷载连续梁计算。

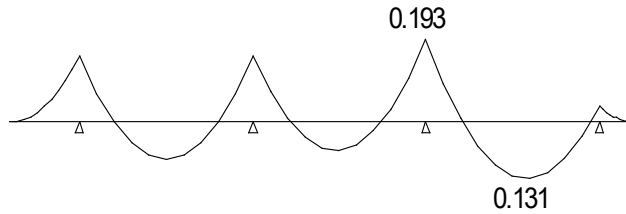
内龙骨强度计算均布荷载 $q = 1.2 \times 0.20 \times 25.92 + 1.4 \times 0.20 \times 5.40 = 7.733\text{kN}/\text{m}$

挠度计算荷载标准值 $q = 0.20 \times 25.92 = 5.184\text{kN}/\text{m}$

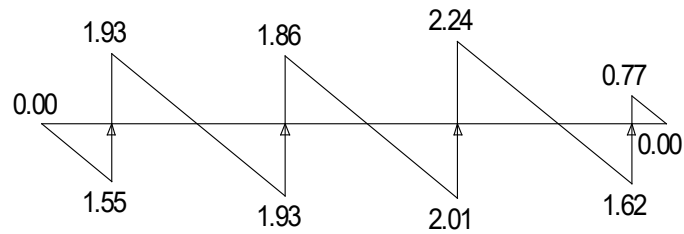
内龙骨按照均布荷载下多跨连续梁计算。



内龙骨计算简图

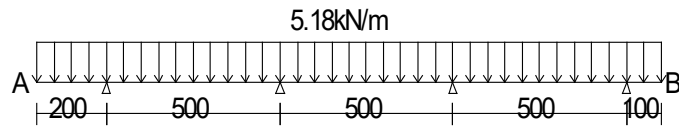


内龙骨弯矩图 (kN.m)

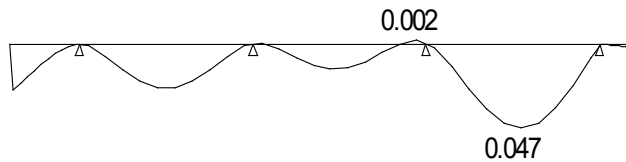


内龙骨剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



内龙骨变形计算受力图



内龙骨变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.193 \text{ kN.m}$

经过计算得到最大支座 $F = 4.253 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.047 \text{ mm}$

内龙骨的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67\text{cm}^4$ ；

(1)内龙骨抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.193 \times 10^6 / 83333.3 = 2.32\text{N/mm}^2$

内龙骨的抗弯计算强度小于 13.0N/mm^2 ，满足要求！

(2)内龙骨抗剪计算 [可以不计算]

截面抗剪强度必须满足：

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

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 2242 / (2 \times 50 \times 100) = 0.673\text{N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.30\text{N/mm}^2$

内龙骨的抗剪强度计算满足要求！

(3)内龙骨挠度计算

最大变形 $v = 0.047\text{mm}$

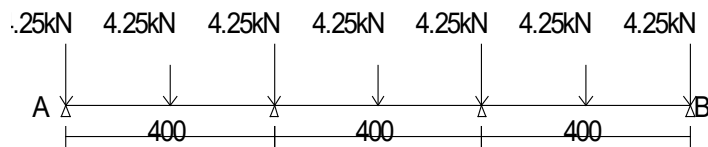
内龙骨的最大挠度小于 $500.0/250$ ，满足要求！

五、梁侧模板外龙骨的计算

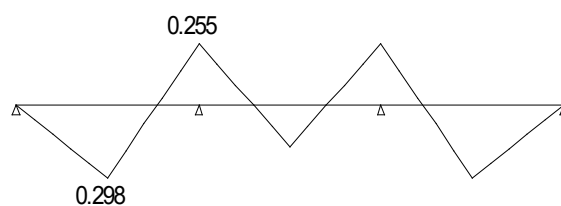
外龙骨承受内龙骨传递的荷载，按照集中荷载下连续梁计算。

外龙骨按照集中荷载作用下的连续梁计算。

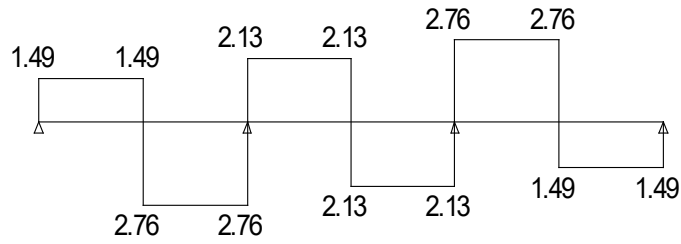
集中荷载P取横向支撑钢管传递力。



支撑钢管计算简图

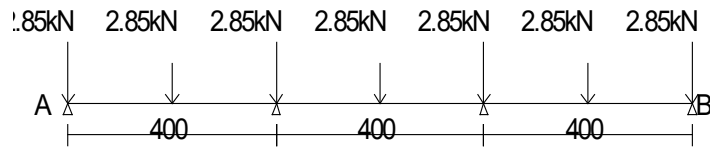


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

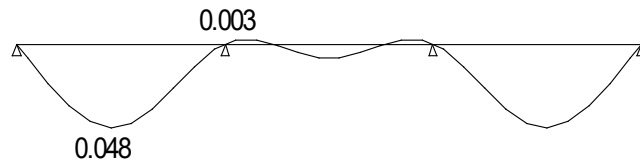


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.297\text{kN.m}$

最大变形 $v_{max}=0.048\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=9.144\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.297 \times 10^6 / 8982.0 = 33.07\text{N/mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $400.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

六、对拉螺栓的计算

计算公式：

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力；

A —— 对拉螺栓有效面积 (mm^2)；

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值，取 $170\text{N}/\text{mm}^2$ ；

对拉螺栓的直径(mm)： 12

对拉螺栓有效直径(mm)： 10

对拉螺栓有效面积(mm^2)： $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值(kN)： $[N] = 12.920$

对拉螺栓所受的最大拉力(kN)： $N = 9.144$

对拉螺栓强度验算满足要求！

1.3. 梁高 3000mm

一、梁侧模板基本参数

计算断面宽度1000mm，高度3000mm，两侧楼板厚度200mm。

模板面板采用普通胶合板。

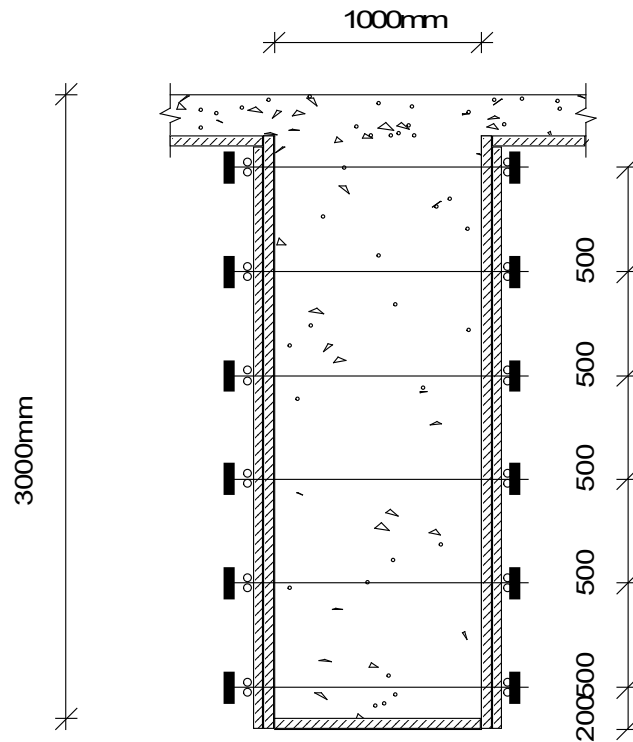
内龙骨间距200mm，内龙骨采用 $50 \times 100\text{mm}$ 木方，外龙骨采用双钢管 $48\text{mm} \times$

3.0mm。

对拉螺栓布置6道，在断面内竖向间距 $200+500+500+500+500+500\text{mm}$ ，断面跨度方向间距400mm，直径12mm。

面板厚度18mm，剪切强度 $1.4\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $15.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $6000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。

木方剪切强度 $1.3\text{N}/\text{mm}^2$ ，抗弯强度 $13.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，弹性模量 $9000.0\text{N}/\text{mm}^2$ 。



模板组装示意图

二、梁侧模板荷载标准值计算

强度验算要考虑新浇混凝土侧压力和倾倒混凝土时产生的荷载设计值；挠度验算只考虑新浇混凝土侧压力产生荷载标准值。

新浇混凝土侧压力计算公式为下式中的较小值：

$$F = 0.22\gamma_c t \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \quad F = \gamma_c H$$

其中 γ_c ——混凝土的重力密度，取24.000kN/m³；

t——新浇混凝土的初凝时间，为0时（表示无资料）取200/(T+15)，取2.500h；

T——混凝土的入模温度，取20.000℃；

V——混凝土的浇筑速度，取2.500m/h；

H——混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取3.000m；

β_1 ——外加剂影响修正系数，取1.200；

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数，取1.150。

根据公式计算的新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=28.800\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，实际计算中采用新浇混凝土侧压力标准值 $F_1=0.9 \times 28.800=25.920\text{kN/m}^2$

考虑结构的重要性系数0.9，倒混凝土时产生的荷载标准值 $F_2=0.9 \times 6.000=5.400\text{kN/m}^2$ 。

三、梁侧模板面板的计算

面板为受弯结构,需要验算其抗弯强度和刚度。模板面板的按照连续梁计算。

面板的计算宽度取2.80m。

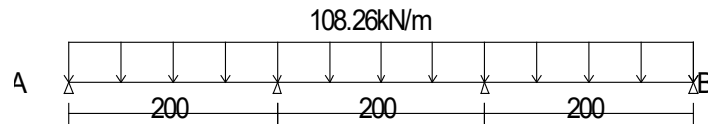
荷载计算值 $q = 1.2 \times 25.920 \times 2.800 + 1.40 \times 5.400 \times 2.800 = 108.259\text{kN/m}$

面板的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

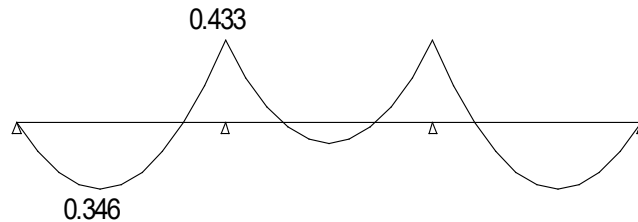
本算例中，截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为：

截面抵抗矩 $W = 151.20\text{cm}^3$ ；

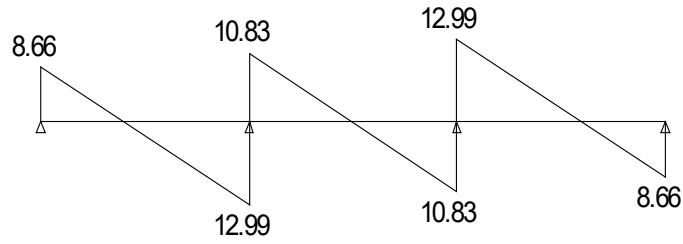
截面惯性矩 $I = 136.08\text{cm}^4$ ；



计算简图

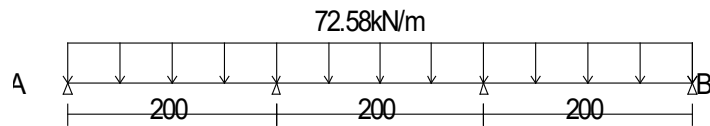


弯矩图 (kN.m)

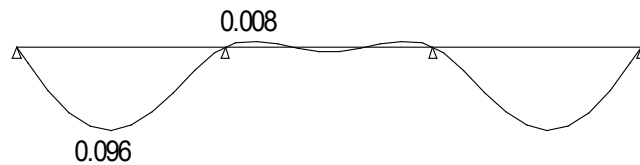


剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



变形计算受力图



变形图 (mm)

经过计算得到从左到右各支座力分别为

$$N_1 = 8.661 \text{ kN}$$

$$N_2 = 23.817 \text{ kN}$$

$$N_3 = 23.817 \text{ kN}$$

$$N_4 = 8.661 \text{ kN}$$

最大弯矩 $M = 0.433 \text{ kN} \cdot \text{m}$

最大变形 $V = 0.096 \text{ mm}$

(1) 抗弯强度计算

经计算得到面板抗弯强度计算值 $f = 0.433 \times 1000 \times 1000 / 151200 = 2.864 \text{ N/mm}^2$

面板的抗弯强度设计值 $[f]$ ，取 15.00 N/mm^2 ；

面板的抗弯强度验算 $f < [f]$ ，满足要求！

(2) 挠度计算

面板最大挠度计算值 $v = 0.096 \text{ mm}$

面板的最大挠度小于200.0/250, 满足要求!

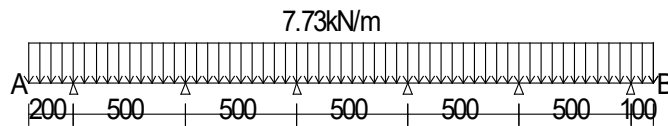
四、梁侧模板内龙骨的计算

内龙骨直接承受模板传递的荷载，通常按照均布荷载连续梁计算。

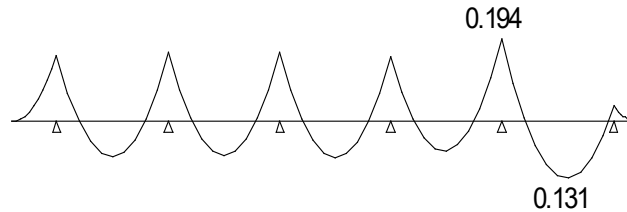
内龙骨强度计算均布荷载 $q=1.2 \times 0.20 \times 25.92 + 1.4 \times 0.20 \times 5.40 = 7.733 \text{ kN/m}$

挠度计算荷载标准值 $q=0.20 \times 25.92 = 5.184 \text{ kN/m}$

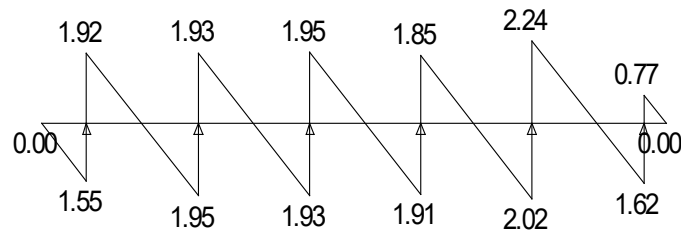
内龙骨按照均布荷载下多跨连续梁计算。



内龙骨计算简图

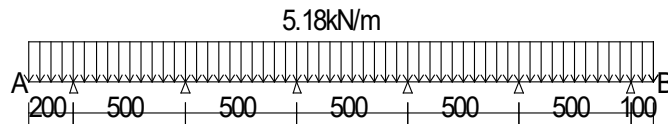


内龙骨弯矩图 (kN.m)

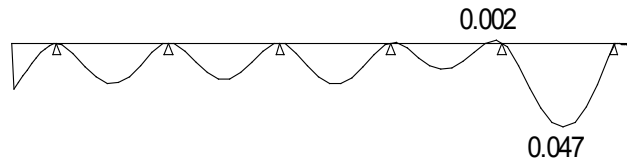


内龙骨剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



内龙骨变形计算受力图



内龙骨变形图 (mm)

经过计算得到最大弯矩 $M = 0.193 \text{ kN} \cdot \text{m}$

经过计算得到最大支座 $F = 4.260 \text{ kN}$

经过计算得到最大变形 $V = 0.047 \text{ mm}$

内龙骨的截面力学参数为

本算例中，截面惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 分别为：

截面抵抗矩 $W = 83.33 \text{ cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 416.67 \text{ cm}^4$ ；

(1) 内龙骨抗弯强度计算

抗弯计算强度 $f = 0.193 \times 10^6 / 83333.3 = 2.32 \text{ N/mm}^2$

内龙骨的抗弯计算强度小于 13.0 N/mm^2 ，满足要求！

(2) 内龙骨抗剪计算 [可以不计算]

截面抗剪强度必须满足：

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

截面抗剪强度计算值 $T = 3 \times 2243 / (2 \times 50 \times 100) = 0.673 \text{ N/mm}^2$

截面抗剪强度设计值 $[T] = 1.30 \text{ N/mm}^2$

内龙骨的抗剪强度计算满足要求！

(3) 内龙骨挠度计算

最大变形 $v = 0.047 \text{ mm}$

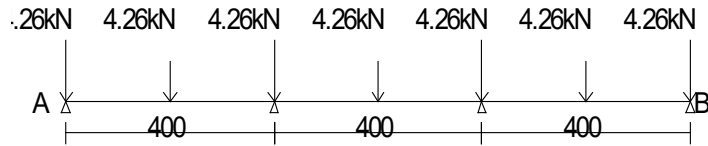
内龙骨的最大挠度小于 $500.0/250$ ，满足要求！

五、梁侧模板外龙骨的计算

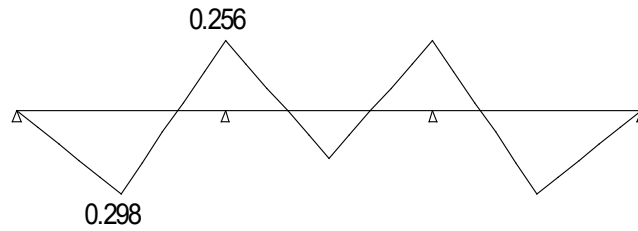
外龙骨承受内龙骨传递的荷载，按照集中荷载下连续梁计算。

外龙骨按照集中荷载作用下的连续梁计算。

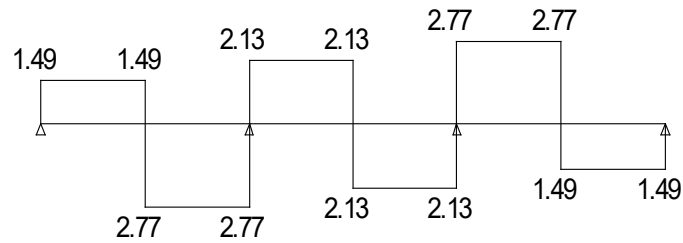
集中荷载 P 取横向支撑钢管传递力。



支撑钢管计算简图

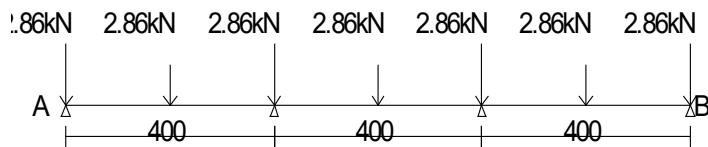


支撑钢管弯矩图 (kN.m)

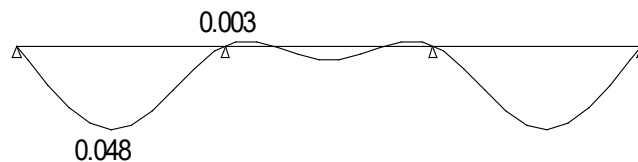


支撑钢管剪力图 (kN)

变形的计算按照规范要求采用静荷载标准值，受力图与计算结果如下：



支撑钢管变形计算受力图



支撑钢管变形图 (mm)

经过连续梁的计算得到

最大弯矩 $M_{max}=0.298\text{kN}\cdot\text{m}$

最大变形 $v_{max}=0.048\text{mm}$

最大支座力 $Q_{max}=9.158\text{kN}$

抗弯计算强度 $f=0.298 \times 10^6 / 8982.0 = 33.18 \text{N/mm}^2$

支撑钢管的抗弯计算强度小于设计强度, 满足要求!

支撑钢管的最大挠度小于 $400.0/150$ 与 10mm , 满足要求!

六、对拉螺栓的计算

计算公式:

$$N < [N] = fA$$

其中 N —— 对拉螺栓所受的拉力;

A —— 对拉螺栓有效面积 (mm^2);

f —— 对拉螺栓的抗拉强度设计值, 取 170N/mm^2 ;

对拉螺栓的直径 (mm): 12

对拉螺栓有效直径 (mm): 10

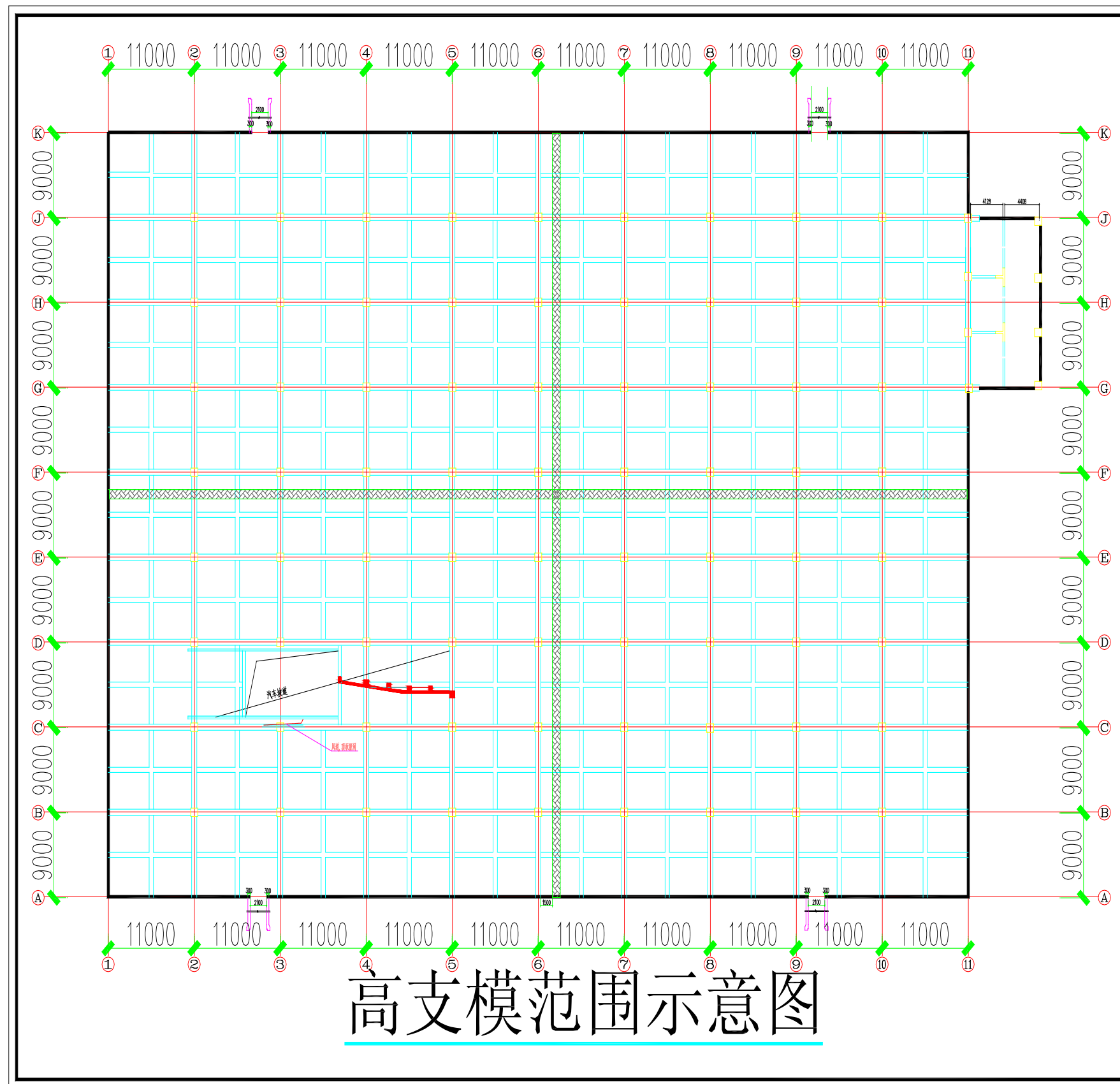
对拉螺栓有效面积 (mm^2): $A = 76.000$

对拉螺栓最大容许拉力值 (kN): $[N] = 12.920$

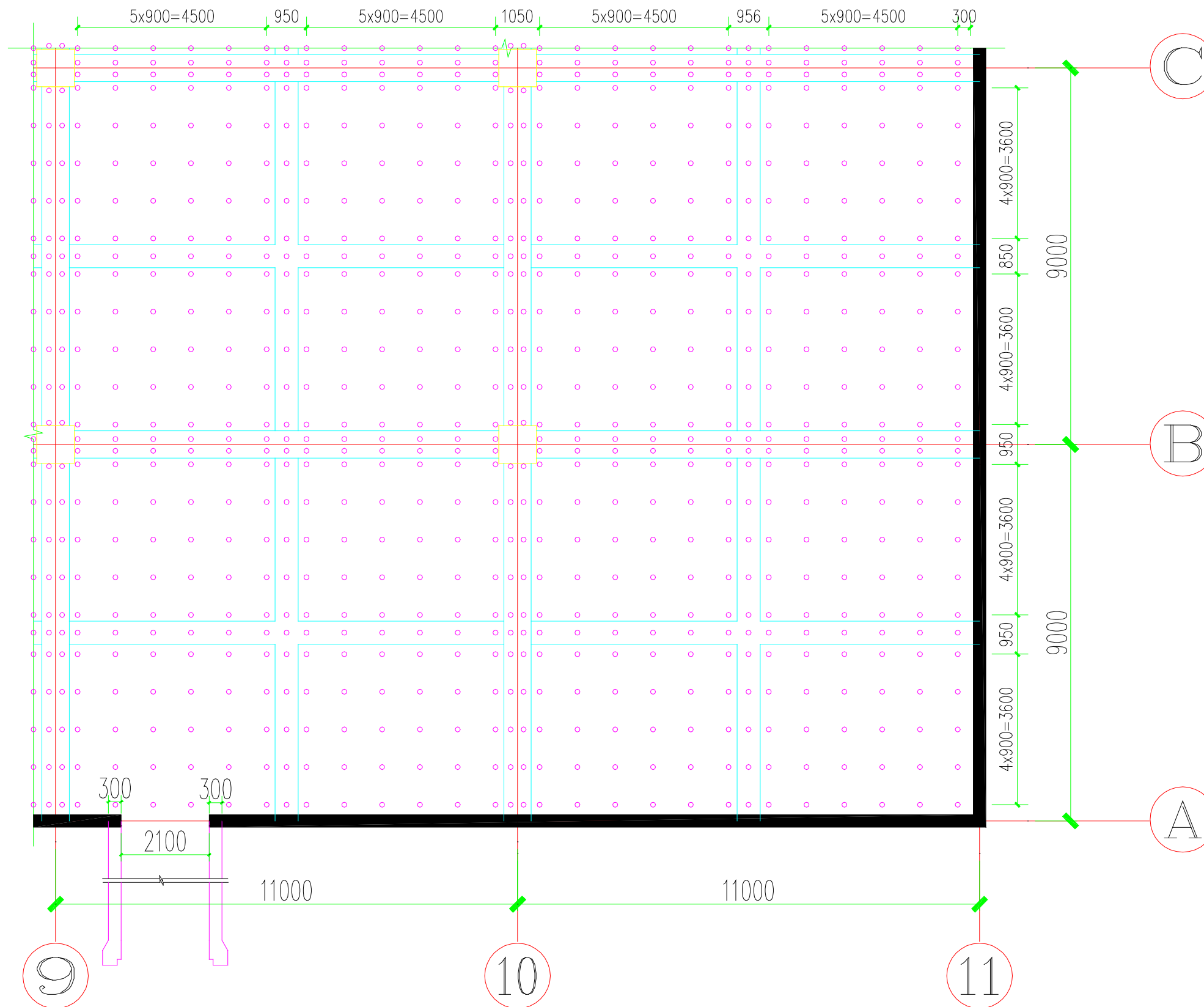
对拉螺栓所受的最大拉力 (kN): $N = 9.158$

对拉螺栓强度验算满足要求!

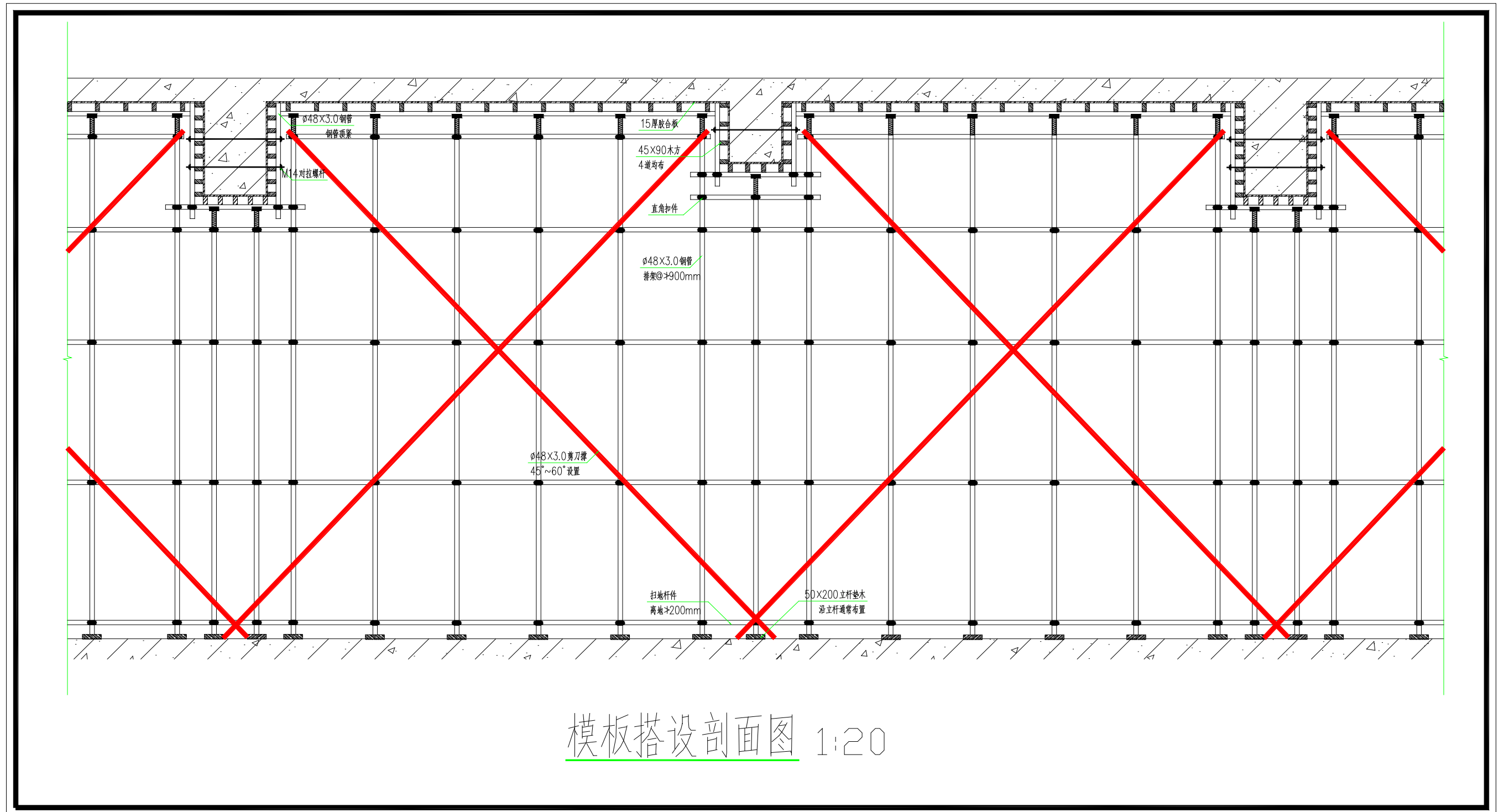
附件一：施工平面图



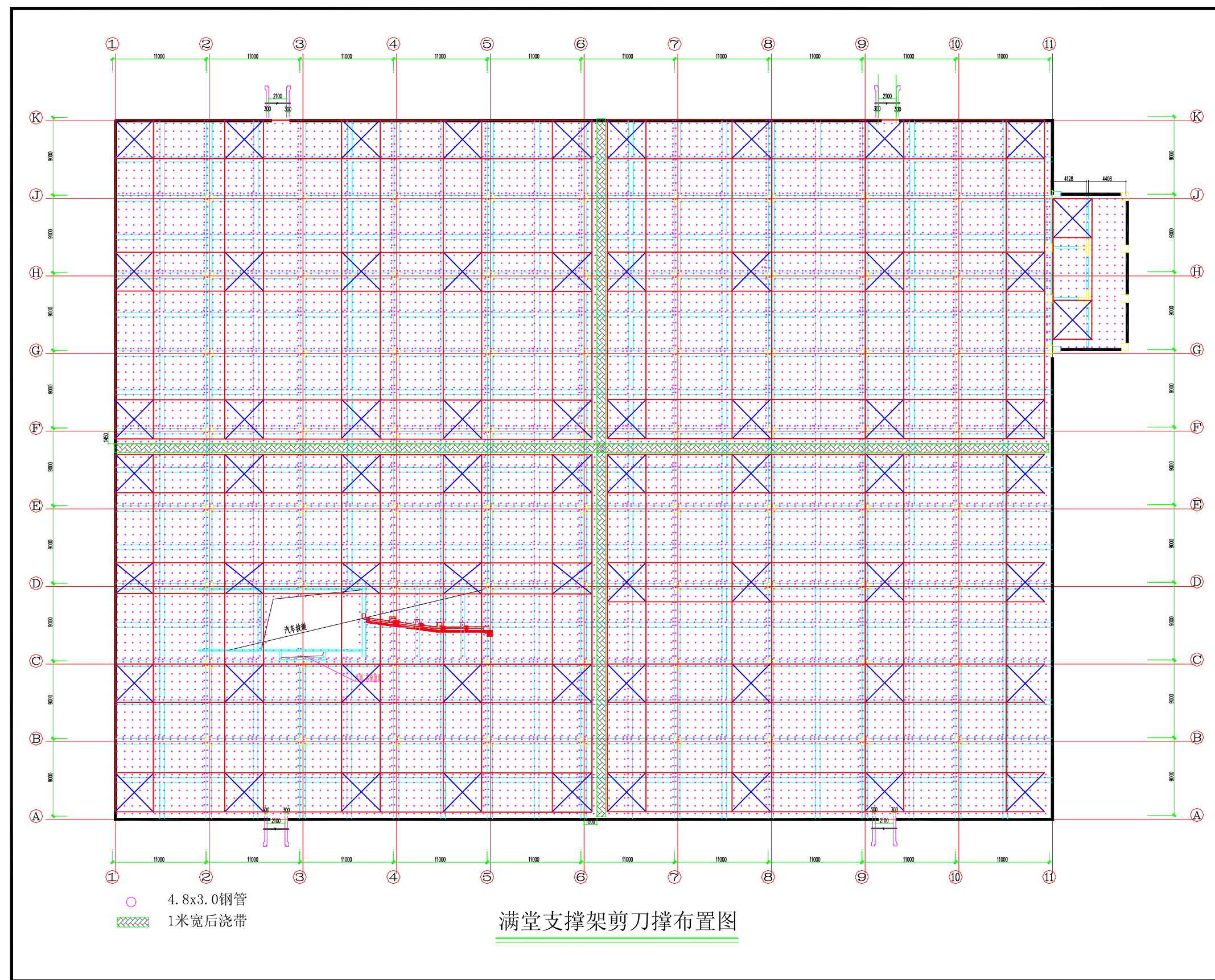
附件二：高支模满堂支撑架立杆布置图



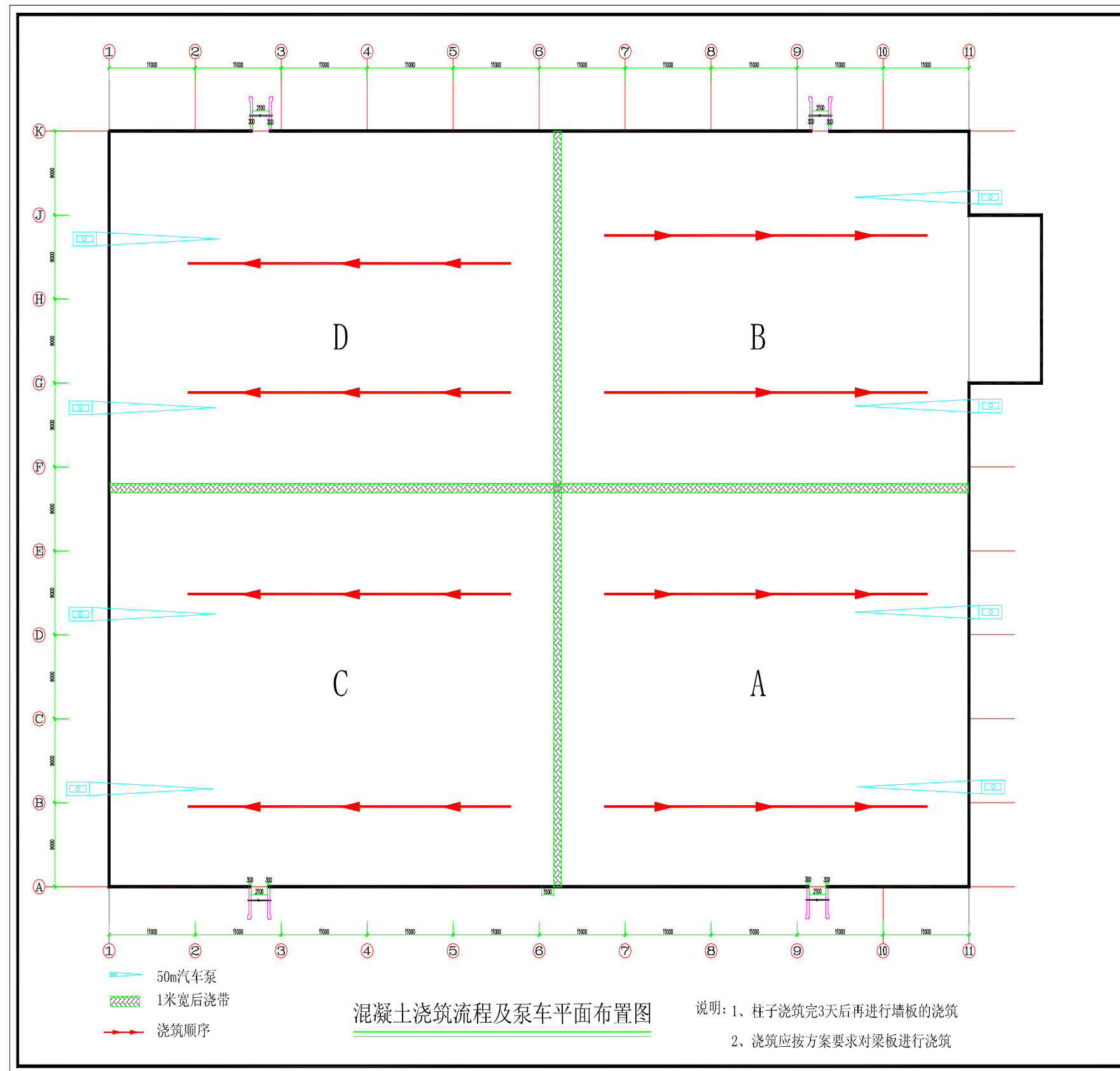
附件三：高支模剖立面图



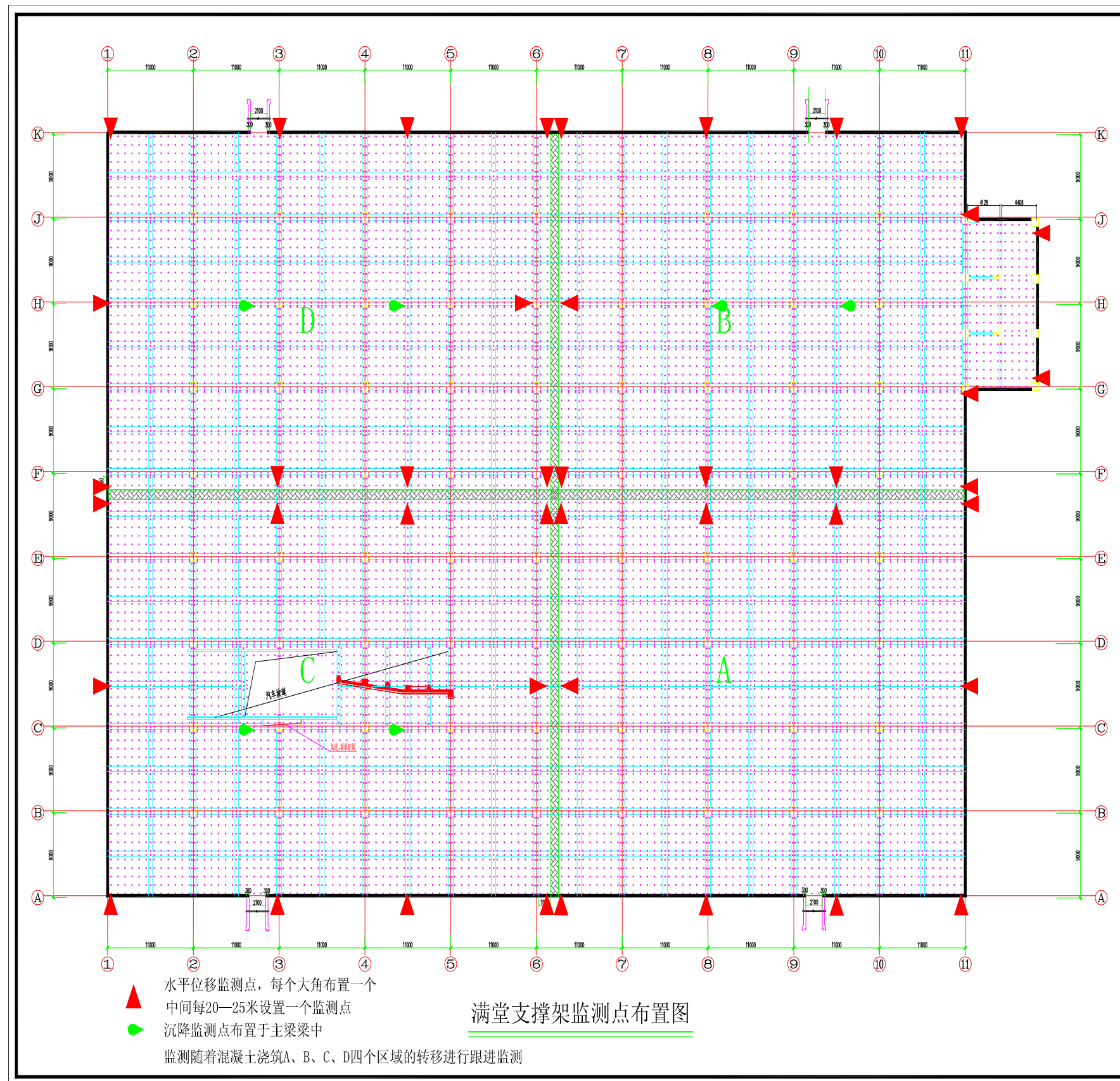
附件四：高支模剪刀撑布置图



附件五：混凝土浇筑顺序图



附件六：监测点布置平面图





说明

建筑一生网，提供最新最全的建筑咨询、行业信息，最实用的建筑施工、设计、监理资料，打造一个建筑人自己的工具性网站。

请关注本站微信公众号，免费获得最新规范、图集资料

网站地址：<https://coyis.com>

本站特色页面：

➤ 工程资料 页面：

提供最新、最全的建筑工程资料

地址：https://coyis.com/dir/ziliao_

➤ 工程技术 页面：

提供最新、最全的建筑工程技术

地址：<https://coyis.com/dir/technical-reserves>

➤ 申明：

建筑一生网提供的所有资料均来自互联网下载，

纯属学习交流。如侵犯您的版权请联系我们，

我们会尽快整改。请网友下载后 24 小时内删除！

微信公众号



机电安装汇



推荐页面

- 1、 建筑工程见证取样：<https://coyis.com/?p=25897>
- 2、 质量技术交底范本：<https://coyis.com/?p=18768>
- 3、 安全技术交底范本：<https://coyis.com/?p=13166>
- 4、 房屋建筑工程方案汇总：<https://coyis.com/tar/zxfangan>
- 5、 建设工程（合同）示范文本：<https://coyis.com/?p=23500>
- 6、 建筑软件下载：<https://coyis.com/?p=20944>
- 7、 安全资料：<https://coyis.com/tar/anquan-ziliao>

施工相关资料：

- 1、 施工工艺：<https://coyis.com/tar/shigong-gy>

监理相关资料：

- 1、 第一次工地例会：<https://coyis.com/?p=25748>
- 2、 工程资料签字监理标准用语：<https://coyis.com/?p=25665>
- 3、 监理规划、细则：<https://coyis.com/tar/ghxz>
- 4、 [监理质量评估报告](https://coyis.com/tar/zl-pg-bg)：<https://coyis.com/tar/zl-pg-bg>
- 5、 监理平行检验表：<https://coyis.com/tar/pxiy-bg>

建筑资讯：

- 1、 建筑大师：<https://coyis.com/tar/jianzhu-dashi>
- 2、 建筑鉴赏：<https://coyis.com/dir/jzjs>

QQ 群：

建筑一生千人群：603044095