

图3 三角钢架支撑体系下部构造示意图

在三角支架底部安装万象轮, 有利于加快模板周转速度, 保证工程进度。同时在三角支架设计时, 考虑其不同侧墙高度工况下的分节组装, 以最大程度减少支模体系自重, 以降低其吊重及万向轮水平位移的阻力。

(二) 支模体系设计

根据支模体系选型结果, 分别采用结构力学简化模型及Midas civil 模型进行受力分析及验算。其混凝土浇筑时侧压力分布模型如下图所示:

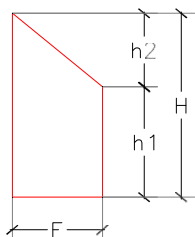


图4 混凝土侧压力的计算分布图

其F的取值为 $\max\{F1, F2\}$, F1、F2取值如下:

$$F1=0.22 \times \gamma_c \times t_0 \times \beta_1 \times \beta_2 \times V \times 0.5$$

$$F2 = \gamma_c \times H$$

上式中: F—新浇筑混凝土对模板的最大侧压力 (kN/m^2); γ_c —混凝土的重力密度, 取 24kN/m^3 ; t_0 —新浇混凝土的初凝时间 (h), 可按实测确定, 在本计算中取 $t_0=5$; β_1 —外加剂影响修正系数, 取 $\beta_1=1.2$; β_2 —坍落度影响修正系数, 取 $\beta_2=1.15$; V—混凝土的浇筑速度 (m/h), 在本计算中暂取 $V=1.0\text{m/h}$; H—混凝土侧压力计算位置处至新浇筑混凝土顶面的总高度, 在本计算中取 $H=6.1\text{m}$ 。

将其受力模型简化后计算可得其受力简图如下图所示:

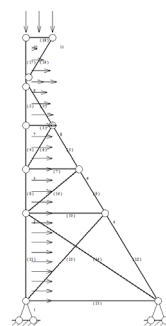
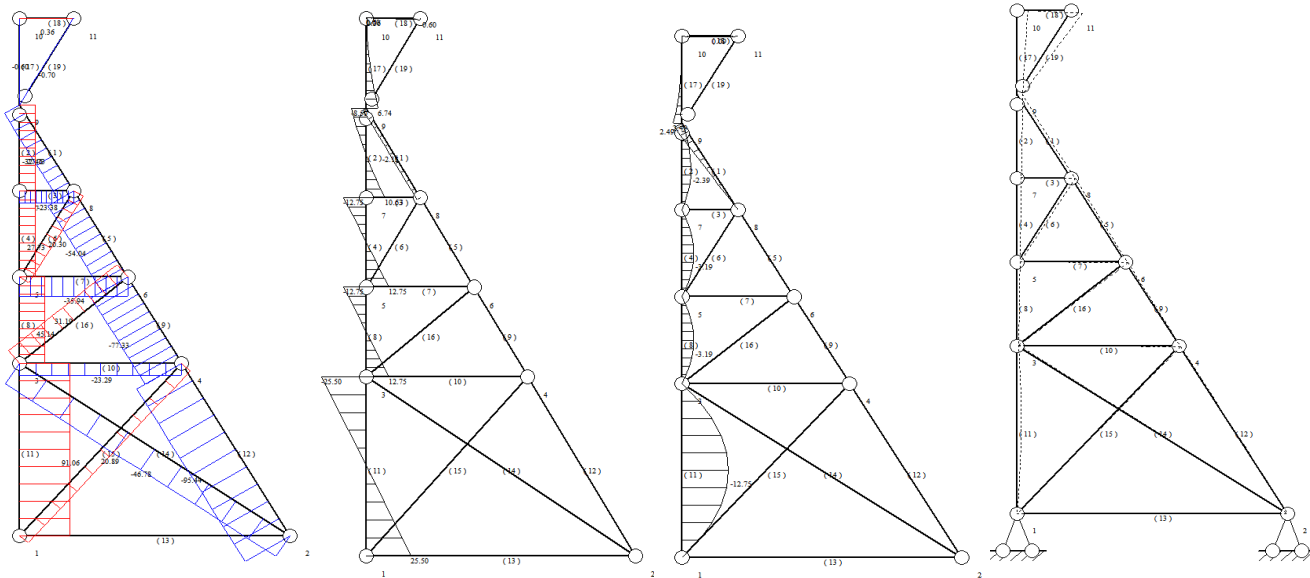


图5 三角支架受力简图

计算后可得其三角支撑体系轴力、剪力、弯矩及变形如下图所示, 并得三角支架最高点X向变形最大值为 $7.28\text{mm} < L/400=6000/400=15\text{mm}$, 满足使用要求。



(a) 轴力简图

(b) 剪力简图

(c) 弯矩简图

(d) 位移简图

图6 三角支架轴力、剪力、弯矩、变形简图

结合施工现场情况, 按实际6mm厚钢模面板、 $\phi 25\text{mm}$ 拉杆、钢模施工高度6.1m+3榀三角支架、3.1m+2榀三角支架两种最不利工况, 建立Midas civil模型。

荷载情况主要为:

A、混凝土初凝前对模板面的侧压力, 参考高度取 6.1m, 混凝土容重取 24kN/m^3 。

B、振捣和泵送对模板面压力, 分别取值为 4kN/m^2 和 2.5kN/m^2 。

荷载组合情况为:

(1) 新浇砼对侧模板的压力 $\times 1.2$ + 振捣、泵送砼产生的荷载 $\times 1.2$ + 自重 $\times 1.2$ + 人机荷载 $\times 1.2$ 。

(2) 新浇筑砼侧压力。

经Midas进行有限元分析后, 可得面板强度、面板刚度、三角支架强度、三角支架刚度、竖肋强度、竖肋刚度、预埋钢筋轴应力计算均满足在限值以内, 以钢模施工高度6.1m+3榀三角支架为例, 其各应力及位移云图

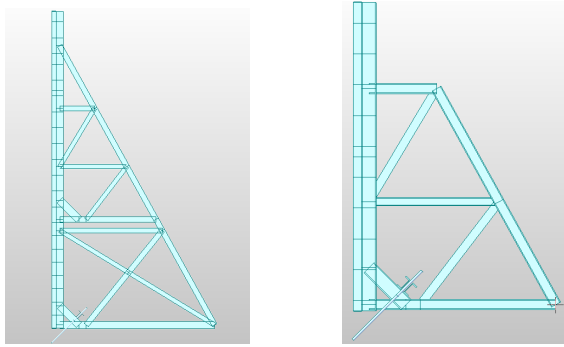


图7 6.1m、3.1m支撑体系Midas civil模型

如下所示:

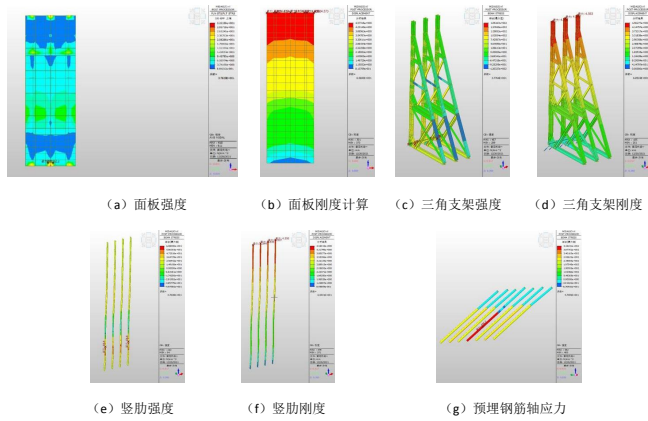


图8 6.1m支撑体系Midas civil分析云图

整体计算结果满足现有规范的强度、刚度和稳定性要求。由此可见单侧支模力学性能满足要求，结构安全稳定。

四、施工工艺

(一) 安装流程

钢筋绑扎并验收后→弹外墙边线→合外墙模板→单侧支架吊装到位→安装单侧支架→安装加强钢管（单侧支架斜撑部位的附加钢管，现场自备）→安装压梁槽钢→安装埋件系统→调节支架垂直度→安装上操作平台→再紧固并检查一次埋件系统→验收合格后浇筑砼。

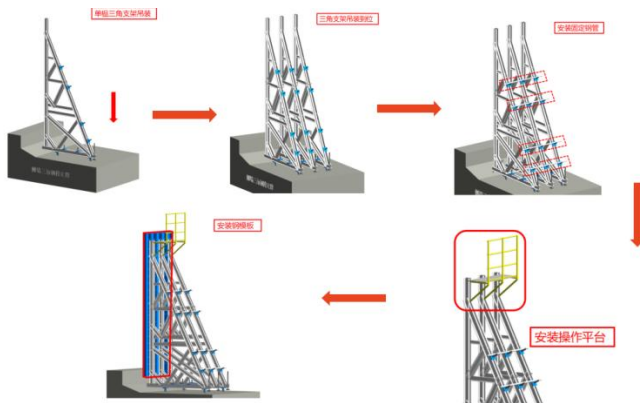


图9 侧墙钢模安装、加固示意图

(二) 安装要点

合墙体模板时，模板下口与预先弹好的墙边线对齐，然后安装钢管背楞。随后吊装单侧支架，单侧支架在吊装时，应轻放轻起，多榀支架堆放在一起时，应在

平整场地上相互叠放整齐，以免支架变形。需由标准节和加高节组装的单侧支架，应先在材料堆放场地装好，然后由汽车吊吊至现场。

在直墙面体段，每安装五至六榀单侧支架后，穿插埋件系统的压梁槽钢。支架安装完后，安装埋件系统，随后用模板扣件将模板背楞与单侧支架部分连成一个整体，调节单侧支架后支座直至模板面板上口向墙内倾约5mm，最后再紧固并检查一次埋件受力系统，确保砼浇筑时，模板下口不会漏浆。



图10 现场侧墙钢模安装、加固

(三) 模板拆除

(1) 外墙砼浇筑完24小时后，先松动支架后支座，后松动埋件部分。

(2) 彻底拆除埋件部分，并分类码放保存好。

(3) 吊走单侧支架，模板继续贴靠在墙面上，临时用钢管撑上。

(4) 砼浇筑完48小时以上后，拆模板。

(5) 砼拆模后应采用薄膜覆盖、土工布保温等措施加强保温。

结语

本工程单侧支模结合工程实际数据及施工方法优化了单面支模的体系参数，在保证工程安全质量的前提下，减少非实体材料的消耗，合理提高模板的回收利用率，本项目周转次数超过20次，并可在其他项目继续使用，极大的节约了成本，使项目经济效益最大化，并减少了木模板及木方的使用，从而减少碳排放及环境污染。

随着单面支模工艺的发展，其技术越来越先进，应对各种工况及作业条件下的手段越来越成熟，不但对作业面要求降低，而且工期短、投资小，是值得广泛推荐的一种技术。

参考文献

- [1] 建筑工业出版社. 建筑施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [2] 杨嗣信. 建筑工程模板施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [3] 卫民. 复杂环境下房屋建筑地下外墙拼装式单侧支模施工技术[J], 施工技术, 1002-8498 (2021) 12-0085-04
- [4] 张伟中. 地铁车站墙体单侧支模施工技术[J], 建筑技术, 1000-4726 (2020) 02-0206-03
- [5] 彭杰文. 地铁车站墙体结构双杆撑单侧支模体系构造与施工技术[J], 中国高新科技, 2021年第9期
- [6] 薛炳泉, 徐卫忠, 胡斌, 等. 地下室外墙单侧支模筒捷施工新方法[J]. 建筑施工, 2017, 39(7): 3.
- [7] 郑永超, 孙瑞昂. 可移动单侧支模体系在半封闭施工环境中的应用[J]. 施工技术, 2013(2): 4.
- [8] 张达祥, 赵华军, 陈宇, 等. 地下室外墙型钢三角架单侧支模施工技术[J]. 建筑技术, 2012, 43(6): 2.

作者简介: 林皓鋈(1992—), 男, 湖南湘乡人, 工程师, 硕士。研究方向: 结构工程。