

# 叠合楼板独立支撑体系运用研究

陈雨辰<sup>1</sup> 陈立洪<sup>2</sup> 王 鹏<sup>3</sup> 黄新华<sup>4</sup>  
中建科工集团有限公司 重庆 400000

**摘要：**随着国家出台的一系列装配式建筑相关的政策规定，积极推进装配式建筑的发展，大量装配式建筑应运而生。然而施工技术的滞后导致建筑行业怪相频出，如文章作者考察多个项目采用叠合楼板施工却仍然使用传统的钢管脚手架支撑体系，不能充分利用好装配式建筑优势导致了施工成本不能得到有效控制，甚至让装配式建筑成为行业鸡肋，大量业内人士怨声载道，对装配式建筑质疑声不绝于耳，严重阻碍装配式建筑的发展。随着建筑工业化一步步推进，随之配套建筑施工措施也需要跟随装配式建筑的特征更迭，才能更好的推进行业发展。文章主要针对叠合楼板特征，着重介绍叠合楼板采用盘扣+独立支撑系统时，与传统钢管扣件综合对比分析，可减少使用建筑支撑材料70%，为叠合楼板项目提供技术支持，为业内刚接触装配式建筑的从业人员提供技术建议。

**关键词：**叠合楼板；独立支撑；盘扣架；PC施工技术；装配式建筑

## 1 引言

国家推行装配式建筑的目的是为了施工机械化、轻量化，然而建筑工业迅猛发展的今天，大量的传统施工工艺依旧在建筑领域大量应用，严重阻碍国家政策推广和装配式建筑发展。因此，本文针对某常见8.4m跨度的叠合板+现浇混凝土梁结构采用传统钢管扣件支撑体系与独立支撑对比分析研究，达到优化施工措施的目的。

文章主要以某公建装配式项目12层54m高层建筑为施工研究对象，该建筑层高4.2m，其采用PC构件的有预制楼梯、预制桁架钢筋混凝土叠合楼板底板。项目叠合楼板施工仍然采用传统的钢管扣件架体支撑体系，总配置共计三层支撑体系和模板工程，支撑体系冗余，不能充分发挥装配式建筑优势，严重阻碍装配式建筑发展。文章结合国内相关论文和相似的工程项目，给出思考和实际工程的经验总结，希望能抛砖引玉，一方面为建筑行业业内人士参考，另一方面积极推动装配式建筑发展。

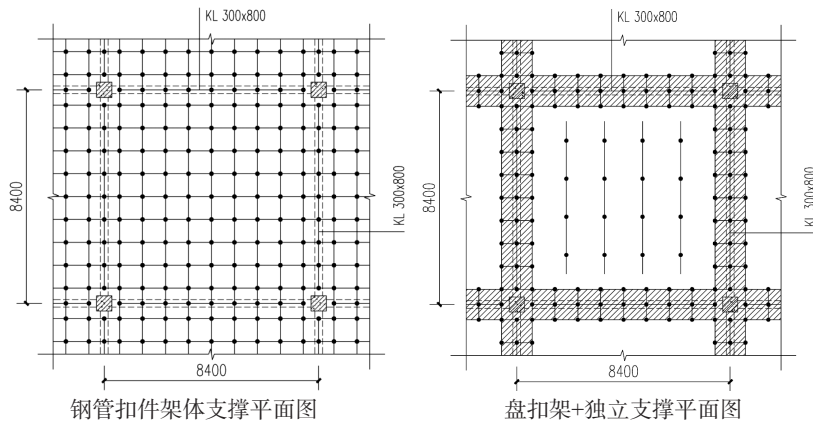
## 2 钢管扣件支撑架体研究

钢管扣件支撑架体因其扣件、螺杆容易丢失；节点处的杆件为偏心连接，靠抗滑力传递荷载和内力，因而降低了其承载能力；扣件节点的连接质量受扣件本身质量和工人操作的影响显著等特点逐渐被盘扣式钢管脚手架取代。

按照传统的钢管扣件支撑施工方式，结合以往施工经验，建筑施工需完整配置三层架体支撑及模板。普通钢管扣件架体搭设参数如下：120mm厚度板支撑架间距900x900；300\*800梁支撑间距跨度为1200，间距900，梁下加设独立支撑。

## 3 叠合楼板支撑体系对比

建筑行业大力推广叠合楼板的原因之一是因其自身具有一定的刚度，可替代部分模板，实际工程施工应用中应充分利用其优势特征，简化支撑体系。针对其中某一常见跨度梁板结构（8.4m）为研究对象，利用行业现行较为先进的盘扣式支撑体系及独立支撑体系，并结合铝合金模板的快拆体系经验进行架体支撑研究，并对成果对比分析。



架体搭设平面对比分析图

## 4 支撑体系参数验算

## 4.1 工程主要属性参数

|                                  |   |                                    |     |
|----------------------------------|---|------------------------------------|-----|
| 叠合楼板名称                           | 叠合楼板  | 现浇楼板厚度h1(mm)                       | 70  |
| 预制楼板厚度h2(mm)                     | 60  | 新浇混凝土楼板边长L(m)                      | 8.4 |
| 新浇混凝土楼板边宽B(m)                    | 8.4   |                                    |     |
| 施工人员及设备荷载标准值Q1k                  | 当计算预制楼板时的均布活荷载(kN/m <sup>2</sup> )          |                                    | 2.5 |
|                                  | 当计算预制楼板时的集中荷载(kN)                           |                                    | 2.5 |
|                                  | 当计算主梁时的均布活荷载(kN/m <sup>2</sup> )            |                                    | 1.5 |
|                                  | 当计算支架立杆及其他支承结构构件时的均布活荷载(kN/m <sup>2</sup> ) |                                    | 1   |
| 预制楼板自重标准值G1k(kN/m <sup>2</sup> ) | 1.5   | 新浇筑混凝土自重标准值G2k(kN/m <sup>3</sup> ) | 24  |
| 钢筋自重标准值G3k(kN/m <sup>3</sup> )   | 1.1   |                                    |     |

## 4.2 支撑体系设计

|                |                           |                 |          |
|----------------|---------------------------|-----------------|----------|
| 叠合楼板支架搭设高度H(m) | 4.2                       | 立杆纵向间距la(mm)    | 1500     |
| 立杆横向间距lb(mm)   | 1500                      | 立杆计算长度h(mm)     | 1800     |
| 主梁布置方向         | 平行楼板长边                    | 预制楼板两端各悬挑长度(mm) | 300, 300 |
| 主梁两端各悬挑长度(mm)  | 300, 300                  | 结构表面的要求         | 结构表面隐蔽   |
| 叠合楼板支架计算依据     | 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008 |                 |          |

## 4.3 预制楼板验算

|              |               |                                  |      |
|--------------|---------------|----------------------------------|------|
| 预制楼板混凝土强度等级  | C30           | 现浇楼板厚度h1(mm)                     | 70   |
| 预制楼板厚度h2(mm) | 60            | 混凝土抗压强度设计值fc(N/mm <sup>2</sup> ) | 14.3 |
| 预制楼板计算方式     | 简支梁           | 混凝土保护层厚度(mm)                     | 15   |
| 预制楼板配筋(mm)   | HRB400钢筋8@150 | 钢筋抗拉强度设计值fy(N/mm <sup>2</sup> )  | 360  |

叠合楼板的预制部分楼板上进行现浇部分楼板施工, 预制楼板需要承担现浇楼板重量及施工荷载, 预制楼板下有支撑架, 故预制楼板可看成受弯构件计算。本例以简支梁, 取1m单位宽度计算。计算简图如下:

$$q_1 = 0.9 \max[1.2(G_{1k} + (G_{3k} + G_{2k}) \times h_1) + 1.4Q_{1k}, 1.35(G_{1k} + (G_{3k} + G_{2k}) \times h_1) + 1.4 \times 0.7Q_{1k}] \times b = 6.668 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 0.9 \times 1.2 \times G_{1k} \times b = 1.62 \text{ kN/m}$$

$$p = 0.9 \times 1.4 \times Q_{1k} = 3.15 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = 1.575 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

单位宽度1m, 根据弯矩计算配筋:

$$h_0 = h_2 - 15 = 60 - 15 = 45 \text{ mm}$$

## 4.5 立杆验算

|                                  |                         |                        |                          |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| 工具式钢管立杆规格                        | CH型                     | 容许荷载[N](kN)            | 15                       |
| 立杆抗压强度设计值[f](N/mm <sup>2</sup> ) | 205                     | 自重(kN)                 | 0.12                     |
| 项目                               | 截面面积A(mm <sup>2</sup> ) | 惯性矩I(mm <sup>4</sup> ) | 截面抵抗矩W(mm <sup>3</sup> ) |
| 插管                               | 348.34                  | 93189.603              | 3834.963                 |
| 套管                               | 438.064                 | 185156.923             | 6120.89                  |
|                                  |                         |                        | 回转半径i(mm)                |
|                                  |                         |                        | 16.356                   |
|                                  |                         |                        | 20.559                   |

由上节计算可知, 最大轴心压力设计值N = 14.633 + 1.2 × 0.12 = 14.777 kN

(1) 考虑插管和套管偏心时的立杆稳定性计算

$$\lambda_x = ((1 + I_x / I_y) / 2) \times 0.5h / i_2 = 106.995$$

$$\alpha s = M_{\max} / (\alpha \cdot 1 f_c b h_0^2) = 1.575 \times 106 / (1 \times 14.3 \times 1000 \times 45^2) = 0.054$$

$$\gamma_s = 0.5 \times [1 + (1 - 2\alpha s) \cdot 0.5] = 0.5 \times [1 + (1 - 2 \times 0.054) \cdot 0.5] = 0.972$$

$$A_s = M_{\max} / (\gamma_s f_y h_0) = 1.575 \times 106 / (0.972 \times 360 \times 45) = 100.041 \text{ mm}^2$$

根据配筋8@150得到: 单位宽度1m实际配筋面积A<sub>s2</sub>

$$A_{s2} = 301.593 \text{ mm}^2 \geq A_s = 100.041 \text{ mm}^2$$

## 4.4 挠度验算

$$q = (G_{1k} + (G_{3k} + G_{2k}) \times h_1) \times b = (1.5 + (1.1 + 24) \times 0.07) \times 1 = 3.257 \text{ kN/m}$$

$$v = 0.321 \text{ mm} \leq [v] = 7.5 \text{ mm}$$

$$NEX = \pi^2 EA / \lambda_x^2 = 61864.201 \text{ N}$$

$$N / (\phi_x A) + \beta_{mx} M_x / [W_{1x} (1 - 0.8N / NEX)] = 197.812 \text{ N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{ N/mm}^2$$

(2) 插管与套管处设置水平拉杆时立杆稳定性计算

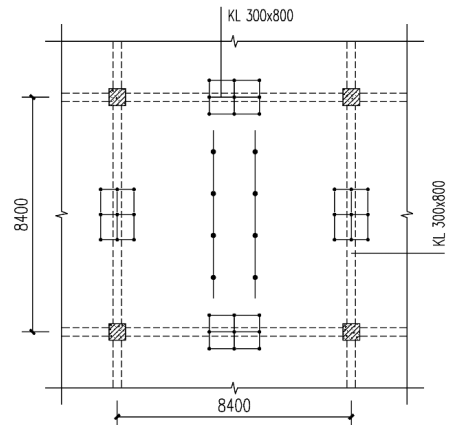
$\lambda = h/i = 1800/16.356 = 110.05 \leq [\lambda] = 150$ 查表得,  $\varphi_x = 0.493$   
 $f = N/(\varphi A) = 14777.43/(0.493 \times 348.34) = 86.05 \text{N/mm}^2 \leq [f] = 205 \text{N/mm}^2$

4.6 结论

1.5m间距独立支撑在130mm厚叠合楼板支撑满足施工安全需求。

5 材料用量对比分析

架体参数参经常规系数,同时参考铝合金模板快拆体系施工经验,盘扣架+独立板支撑系统,对梁板中部支撑单独搭设,滞后拆除,达到既满足安全施工需求,又节约材料用量,提高辅材周转使用效率,从而有效减少施工成本。滞后拆除的支撑体系如下图:



滞后拆除的盘扣+独立支撑平面示意图

两种支撑体系材料用量对比如下:

8.4m跨梁板主要支撑材料(3层)对比分析表

| 支撑体系    | 板下立杆     |       | 梁下立杆     |       | 横杆   |        | 合计(m)  |
|---------|----------|-------|----------|-------|------|--------|--------|
|         | 间距       | 数量(m) | 间距       | 数量(m) | 步距   | 数量(m)  |        |
| 钢管扣件支撑  | 0.9*0.9m | 579.6 | 1.2*1.2m | 667.8 | 1.5m | 1490.4 | 2737.8 |
| 盘扣+独立支撑 | 1.5*1.5m | 134.4 | 1.2*1.2m | 373.8 | 1.5m | 302.4  | 810.6  |

6 结论与展望

根据数据对比分析,叠合楼板工程经过科学组织施工,辅助施工材料可较传统施工工艺节约约70%,即盘扣+独立支撑体系为普通钢管扣件脚手架用量的1/3。

随着装配式建筑的进一步推广,叠合楼板建筑将持续增多,摒弃传统施工工艺,充分利用好叠合板自身优势,科学组织施工是目前建设项目急需解决的问题。

装配式建筑作为一种新型的建造方式近年来在我国发展迅猛,其相比于传统的现浇式建筑有着自身较为明显的优势,但由于目前还处于发展初级阶段,整个装配式建筑在建筑行业的发展还不够成熟,存在一些需克服的问题,相信在国家政策的引领与行业日趋成熟的建造方式的加持下,装配式建筑一定会成为未来建筑业的主流。

参考文献

[1]刘记帅;装配式住宅叠合楼板施工过程力学分析及应用[D];济南大学;2016年  
 [2]傅永康;叠合楼板施工技术分析[J];中国标准化;2018年20期  
 [3]陈琳;贾晓明;叶华;;装配式住宅叠合楼板施工过程中支撑架体计算分析[J];工程建设与设计;2019年22期  
 [4]王友芳;浅谈叠合楼板施工技术[J];四川水泥;2021年09期  
 [5]王晓亮;叠合楼板施工工艺探究[A];2021年全国土木工程施工技术交流会论文集(上册)[C];2021年  
 [6]黎新锋;库龙斌;王磊;程涛;;某别墅工程叠合板施工技术 & 质量控制研究[J];住宅产业;2020年03期