

# 讨论大震分析中框架楼板的模拟

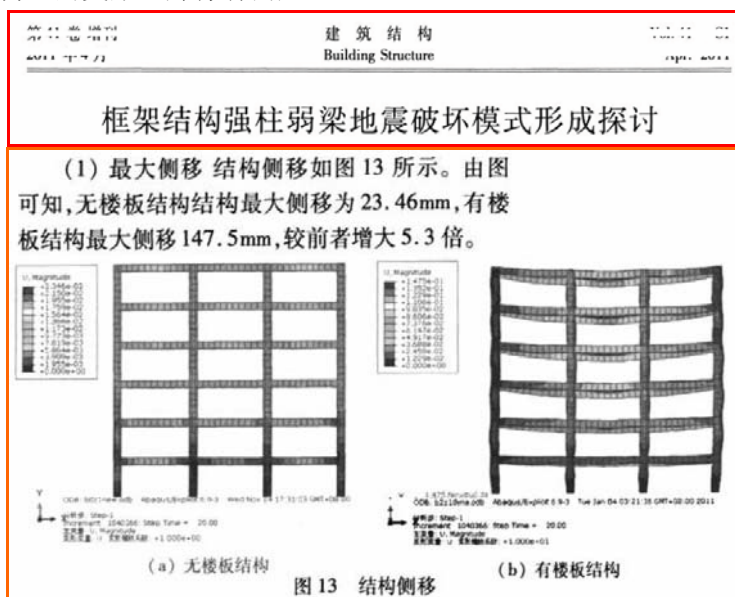
## 论坛网友的问题



## 回复

下载了marcowoo 帖子链接的文章“框架结构强柱弱梁地震破坏模式形成探讨”。呵呵，不好意思，有些看法。

下面图片是从论文中截下来的，有板、无板框架结构 ABAQUS 大震计算的变形图。其中图 b “有楼板结构”的变形，好像有问题。



对比图 a 变形，图 b 中柱产生大于边柱的竖向变形，而边柱产生可见的弯曲变形，表明柱已经屈服。明显 ABAQUS 模拟错了，楼板没有这么大作用！

如果楼板参与结构分析(大板楼盖、弹性楼板)，大震时必须考虑楼板的非线性变形。如果不考虑楼板非线性变形，楼板仍保持弹性，则在同一位置梁端屈服、板不屈服，板承担很大的弯矩。梁+板作为水平构件，其弯矩与柱端弯矩平衡，板不屈服导致的过大弯矩也同时作用在柱上，则导致柱屈服、破坏，导致“强柱弱梁”抗震机制失效。在佳构 STRAT 软件中，这个现象很容易模拟出来。

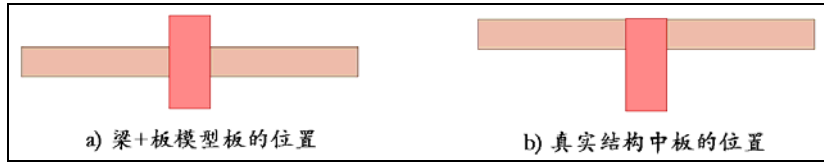
但这篇文章中，虽然考虑了板的非线性性能，但很明显，所采用的软件中，梁柱的非线性性能，与板的非线性性能不协调，导致板仍承担了很大荷载。依据以上机理，导致有板框架计算结果异常。

## 佳构 STRAT 对框架楼板作用的模拟

采用文章中的模型。文章未注明楼板厚度，这里设板厚 180，较厚楼板突出板的作用，同时与 6m 跨度匹配。

梁格内加板单元模拟楼板，板在梁的中腰，如下图 a)。与实际结构中板在梁的上翼缘，

如下图 b), 刚度贡献还有所不同。为了更为真实地模拟楼板的翼缘作用, 将梁改为 T 形截面。原矩形截面  $0.25 \times 0.55$ , T 形截面的翼缘  $2.0 \times 0.18$ (中梁)、 $1.0 \times 0.18$ (边梁)。



分别对三种模型(无板框架、有板框架、T 梁框架), 分别用 Elcentro 波、7 度大震计算, 部分结果图片如下。

很遗憾, 没有得到想要的戏剧性结果。

1) 楼板参与计算能增大结构的刚度, 弹性这样, 弹塑性也这样。但增加幅度有限, 最大侧移为  $1:0.786$ , 最大侧移角为  $1:0.785$ 。

2) 楼板参与计算使柱更大范围屈服, 无板、有板屈服截面数比为  $1:1.58$ 。与侧移情况相匹配。

3) 梁的屈服相差不大 (有板模型由于细分纤维分段长度小, 因此屈服截面数多, 但屈服长度相近)。

4) T 梁框架的结果, 基本上介于有板、无板框架之间。T 梁模拟楼板与翼缘宽度有关, 但翼缘宽度不能取很大。根据板式楼盖受力岛理论, 靠近柱端部位板内力分布不均匀, 而作为梁的翼缘自然假定宽度范围内均匀受力, 很宽的翼缘也与实际不符。

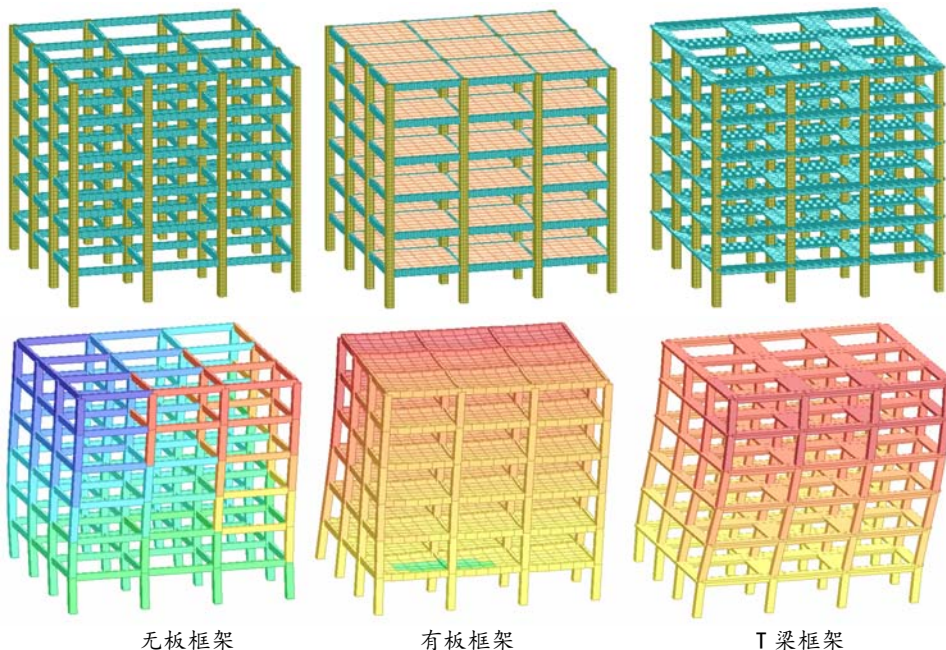
5) 并没有颠覆“楼板对强柱弱梁设计效果的削弱作用”, 恰恰印证了这一点, 只是有关数据较为温和而已。震害也是这个结论, 震区内框架也没有全倒塌。

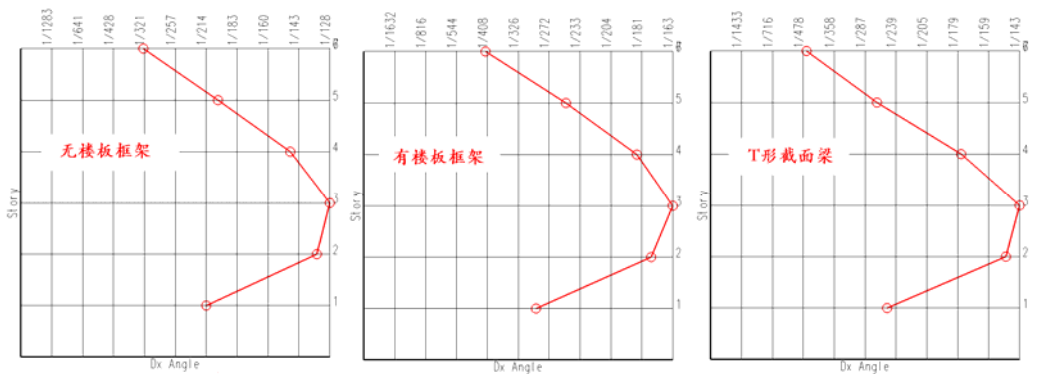
## 结 语

论文为了模拟楼板的翼缘作用, 梁采用块体元模拟, 楼板采用板单元模拟, 梁内钢筋采用单独的梁单元模拟。理论上讲, 这种模型是精细的。但是, 块体元、板单元的基本力学性能有显著差异, 再考虑混凝土、钢筋不同材料滞回性能, 软件没有处理好, 导致结果异常。

楼板对梁的翼缘作用, 如果将板、梁分开, 将弯曲问题转化为分别针对板、梁的轴力作用。而对于混凝土弯曲构件, 轴力是个非常复杂的因素。在高度非线性的大震分析过程中, 截面的轴力平衡是个需要单独处理的问题。论文没有注意到这种不利因素, 单纯追求所谓的高精度, 反而得到错误的结果。

事实上, 当前混凝土构件的极限承载力设计方法, 板、梁作为一个整体截面进行设计, 板、梁作为整体构件进行设计、分析, 是基本思路。如果板、梁分开, 即便是弹性计算和配筋, 也得到的是错误结果, 何况大震非线性分析。

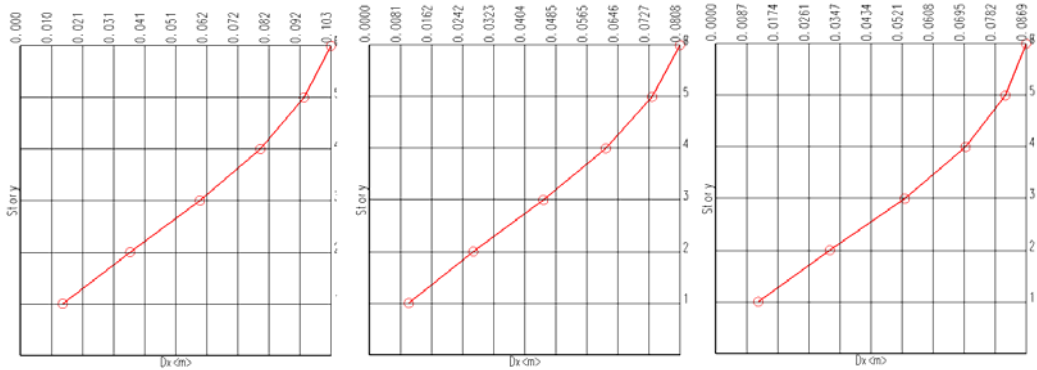




层侧移角包络, 无板框架:1/128

有板框架:1/163

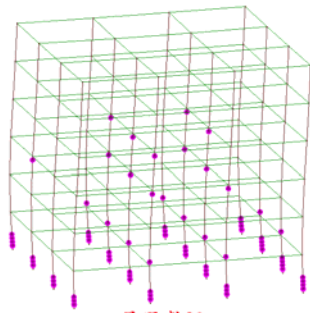
T梁框架:1/143



最大侧移, 无板框架:103mm

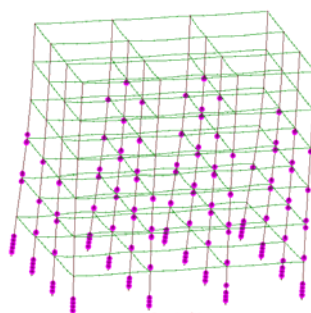
有板框架:81mm

T梁框架:87mm



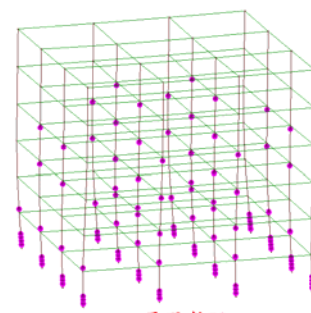
屈服数38

柱屈服截面数, 无板框架:38



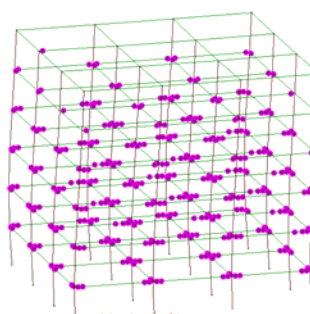
屈服数60

有板框架:60



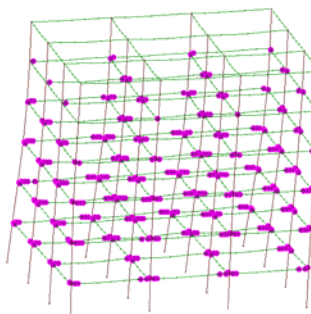
屈服数58

T梁框架:58



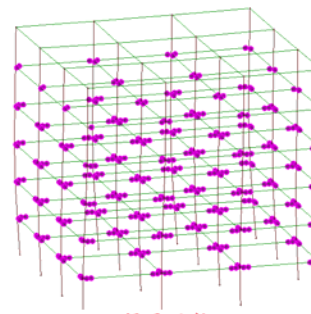
梁屈服数119

梁屈服截面数, 无板框架:119



梁屈服数224

有板框架:224 (由于细分)



梁屈服数120

T梁框架:120

## 网友的反应：

“不得不回：很有意义，非常感谢！”

