

佳构 STRAT 大震：预应力结构算例分析

(上海佳构软件科技有限公司)

2013 年 5 月 15 日

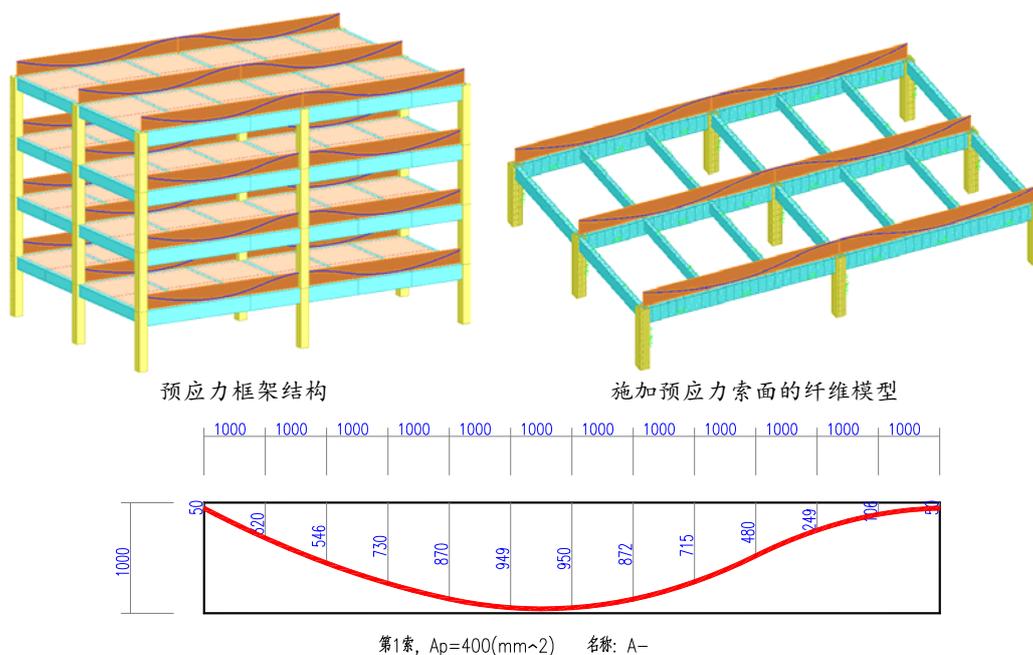
佳构 STRAT 软件的大震分析(时程/拟静力), 包含了预应力索面的作用, 下面通过一个工程例题, 说明预应力对大震作用下结构型能的影响。

四层框架结构如下图。主梁跨度 12m, 截面 0.4x1.0。两道次梁截面 0.25x0.65, 楼板厚度 0.12m。结构层高 4m。楼面荷载 1.0kN/m²(恒)、5.0 kN/m² (活)。

主梁上施加预应力索, 中梁索面积 4cm², 边梁索面积 3cm²。索强度 f_{pk}=1730MPa, 张拉比 0.75。索形状为 3 段抛物线索。

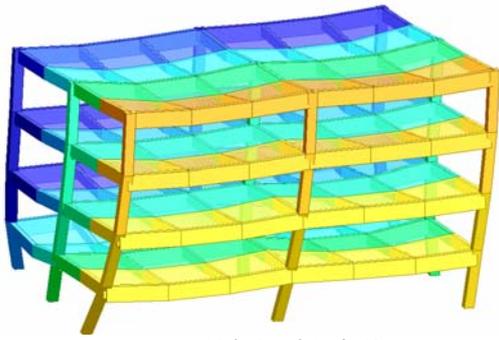
结构抗震设防烈度 7(0.1g), IV 类场地图。综合小震反应谱、一般风荷载作用, 计算结构配筋。计算模型采用弹性楼板, 按实际情况用板单元模拟楼板, 以反映索轴力分量对楼盖受力的影响。

按照恒/活重力作用下的梁内力, 裂缝控制设计预应力索。

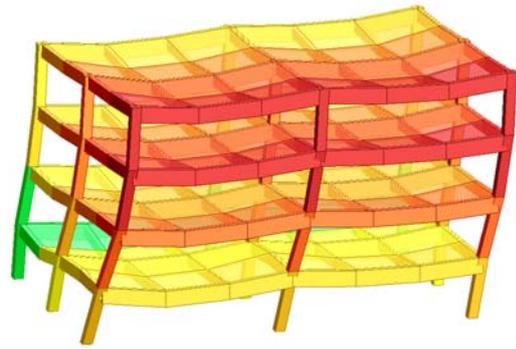


利用 STRAT 软件本身功能, 读取施工图的配筋值, 行程大震分析纤维模型, 如下图。为了便于对比, 有预应力结构、无预应力结构, 均采用相同的非预应力筋。

大震时程分析采用 Elcentro 波, 峰值加速度 220gal, 持续时间 20s。相关结果及分析如下。



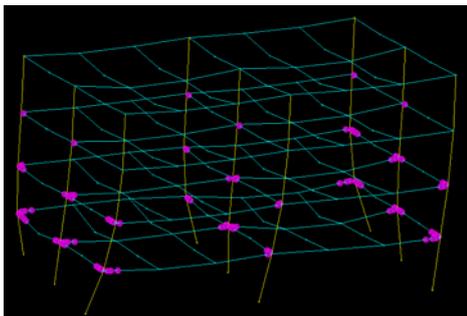
加预应力:最终变形



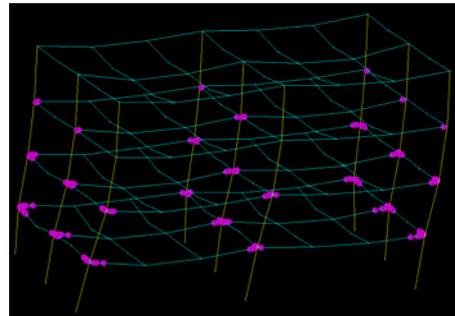
非预应力:最终变形

1、塑性截面分布(塑性铰)

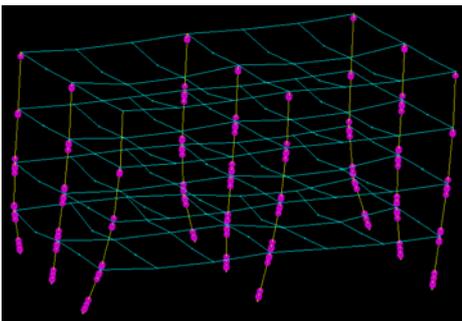
预应力所产生的压力环境，能减小梁的塑性截面分布(47:58)。对柱没有影响。



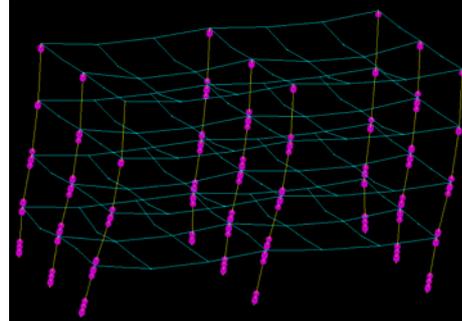
加预应力:梁塑性铰 (47个)



非预应力:梁塑性铰 (58个)



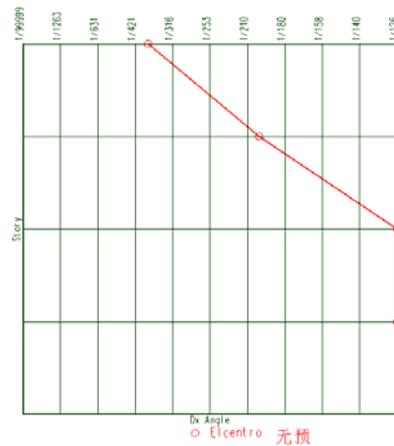
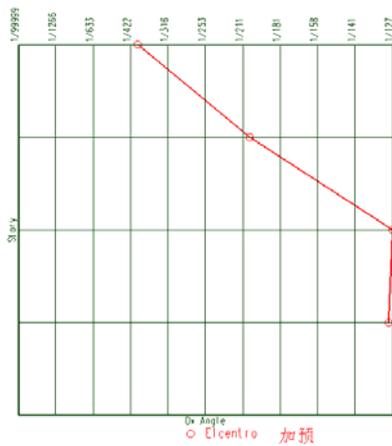
加预应力:柱塑性铰 (35个)



非预应力:柱塑性铰 (35个)

2、层侧移角包络

预应力能减小结构弹塑性侧移，但在该模型中幅度很小 (127:128)，只是体现这种趋势。

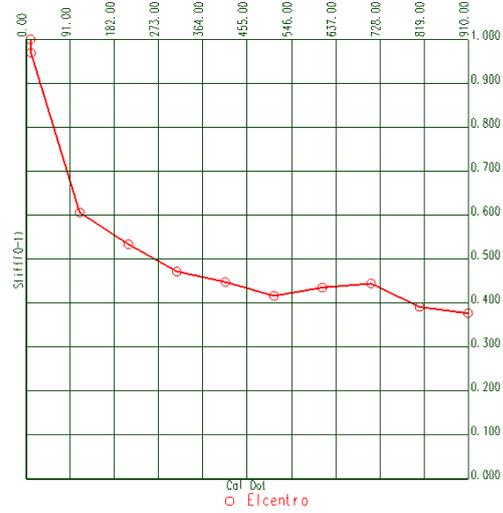


3、刚度曲线

预应力能延缓大震作用下结构刚度下降(体现这种趋势)。由于预应力所产生的压力环境，混凝土屈服卸载后更容易再加载，体现过程中的刚度增大。



加预应力：刚度曲线

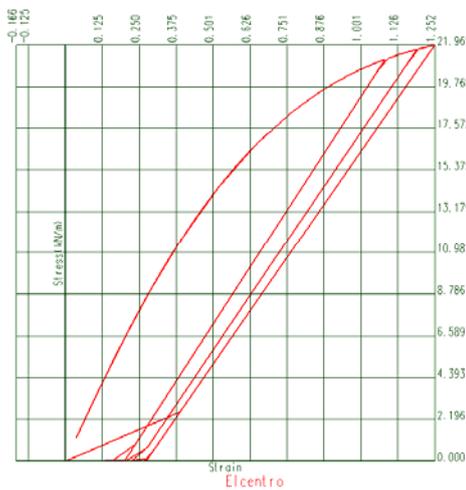


非预应力：刚度曲线

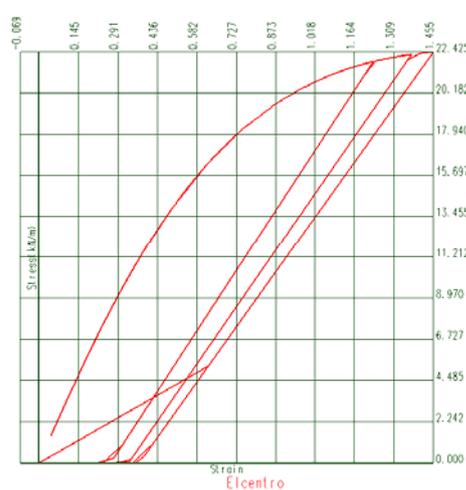
4、最大应变

预应力能显著减少梁混凝土的应变峰值(1.252 : 1.455)。这种应变峰值的降低，不仅是出现在受拉区，而且出现在受压区。这种现象，可以解释为：预应力的压力环境，延缓开裂、减小开裂区范围，使截面抗弯刚度增加，最终使得受压区的极限应变也能够显著降低。

预应力产生的压力环境，是梁塑性较减少的主要因素。

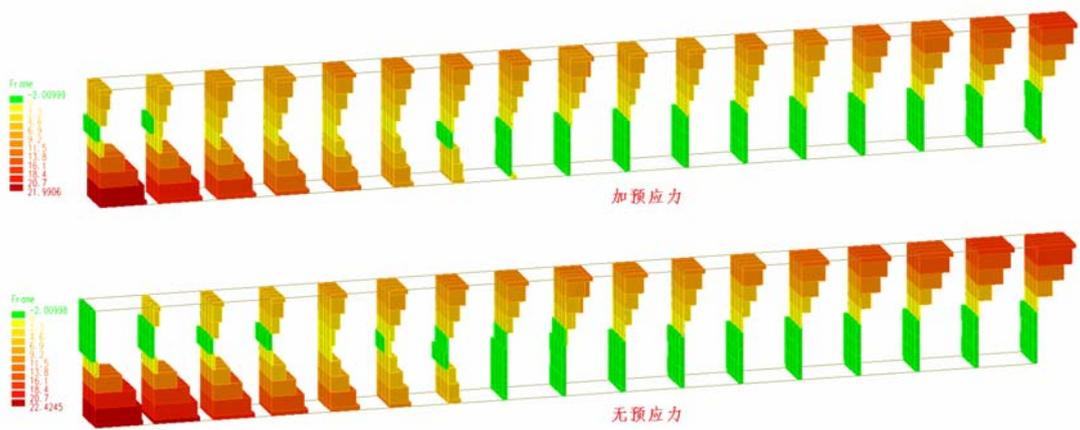


加预应力



非预应力

应力-应变滞回曲线 (底层中梁，左端底边纤维)



混凝土纤维最大应变包络（底层中梁，上加预应力，下无预应力）

5、初步结论

预应力所产生的压力环境，对大震作用下混凝土梁是有利的，主要体现在减小最大应变、减缓梁端塑性区的开展。

该算例中，预应力对结构整体的侧向刚度影响有限。仅仅是该算例反映情况。柱上没加预应力，同时仅仅是规则框架结构，其他结构类型、复杂结构(例如带斜撑)情况应该不同，具体工程需要计算确定。

虽然预应力产生压应变，形成受压的受力环境。但预应力产生的应变值，总小于屈服应变，处于弹性范畴。相比较大震作用下接近破坏的屈服应变，仍是个小量。从这个角度看，预应力影响是有限的。