

# 佳构 STRAT 隔震减震：局部非线性弹性时程功能

## 【内容提要】

STRAT 局部非线性弹性时程(直接积分)，与大震弹塑性时程(主体弹性)，计算结果完全相同。且计算时间为后者的 1/10，体现了极高的计算效率。

佳构 STRAT 为隔震、减震结构专门开发了“局部非线性”弹性时程功能。结构主体按弹性计算，橡胶隔震支座、软钢阻尼器等按非线性计算。由于隔震减震构件数量较少，且统一的布置方式使屈服、卸载等非线性力学性能变化差别较小，这样在绝大多数计算过程中，结构整体刚度不改变，不需要重新分解总刚矩阵，极大节省计算时间。

下面由大震弹塑性时程功能，校核“局部非线性”弹性时程(直接积分法)。隔震结构如图 1 所示，部分含铅芯橡胶支座考虑屈服前、屈服后刚度的差异，即橡胶非线性。

模型设置如下。

- 1) 大震弹塑性时程模型：上部结构按弹性计算，橡胶支座考虑材料非线性，本构如图 2。
- 2) “局部非线性”弹性时程模型：考虑橡胶支座非线性，参数见图 3。程序内定橡胶非线性本构为二折线模型，同图 2。

为使条件相同，均不考虑恒活重力影响(因为大震计算恒活重力是直接计算，包含全部构件内力和变形；弹性时程恒活重力读取常规计算结果，仅有轴力，且无变形。两者之间还是有细微差异)。

计算得到楼层侧移角、楼层最大内力包络值、楼层位移时程曲线、楼层内力时程曲线，见下面图表。其中，E-Dyna 表示局部弹性时程，NonDyna 表示大震弹塑性时程。

## 【结果分析】

两者结果完全相同。

STRAT 大震计算可以输出纤维层次的应力-应变滞回，和构件截面层次的内力-位移滞回，示于图 4。可以看出，计算充分考虑了橡胶支座的非线性过程。

从计算效率上看，局部非线性弹性时程在总共 1250 步计算中，结构刚度改变次数 244 次，也就是总刚重新分解 244 次，为大震计算量的 1/5。同时由于弹性计算参数输出相对简单，总体计算时间为大震弹塑性时程的 1/10。

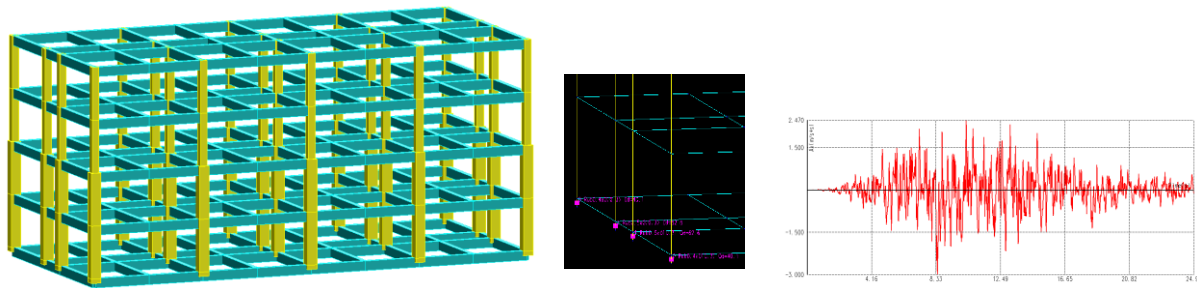


图 1、橡胶支座隔震框架结构，计算用地震波

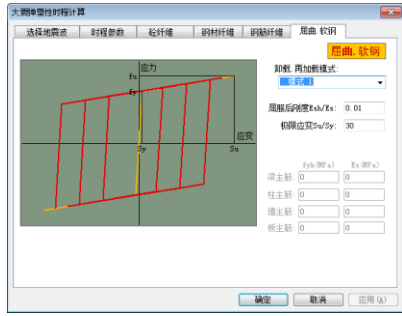


图 2、橡胶支座二折线非线性本构

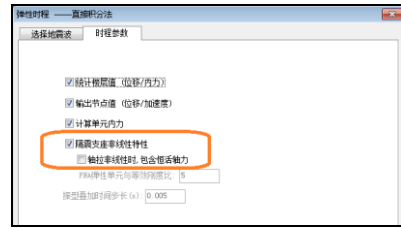
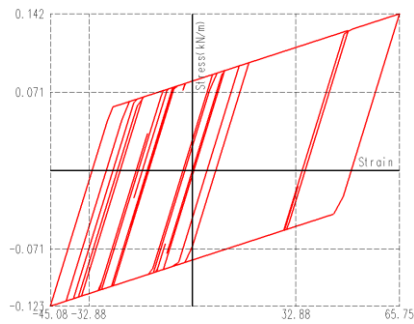


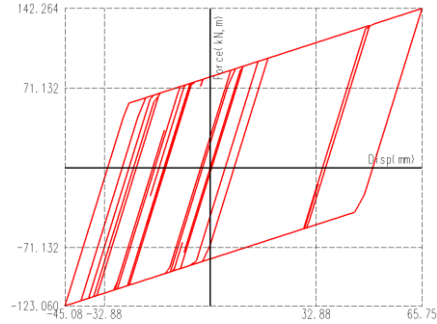
图 3、弹性时程考虑隔震支座非线性

弹性时程(局部非线性新)、大震弹塑性时程比较

	弹塑性时程	弹性时程	倍数
计算时间(秒)	64.34	6.2	10
总刚分解次数	1250	244	5



(纤维应力-应变滞回)



(截面 Q2-Dx 滞回)

图 4、大震弹塑性输出一个支座的结果

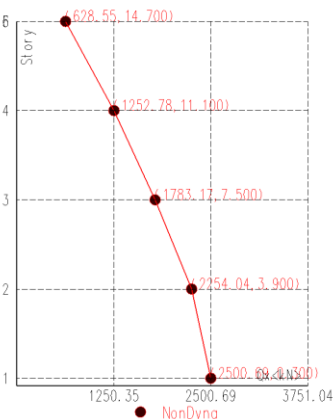
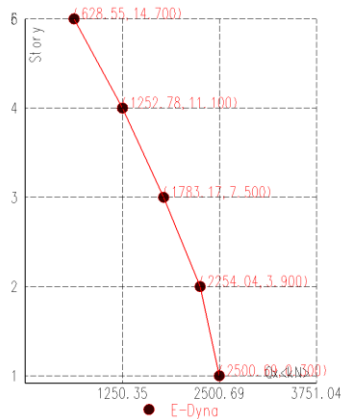


图 5、楼层剪力 (构件内力累加)

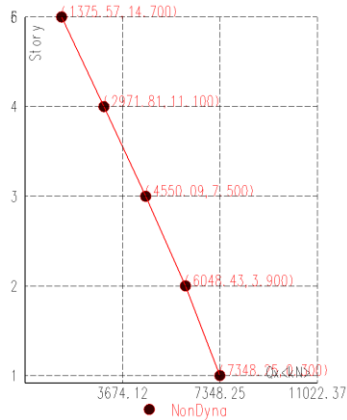
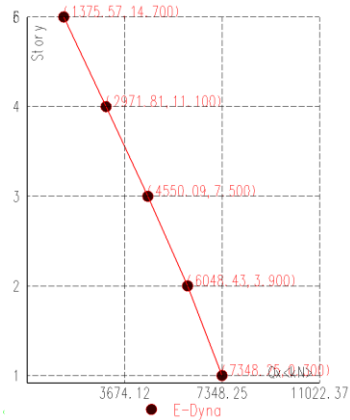


图 6、楼层剪力 (节点地震力累加)

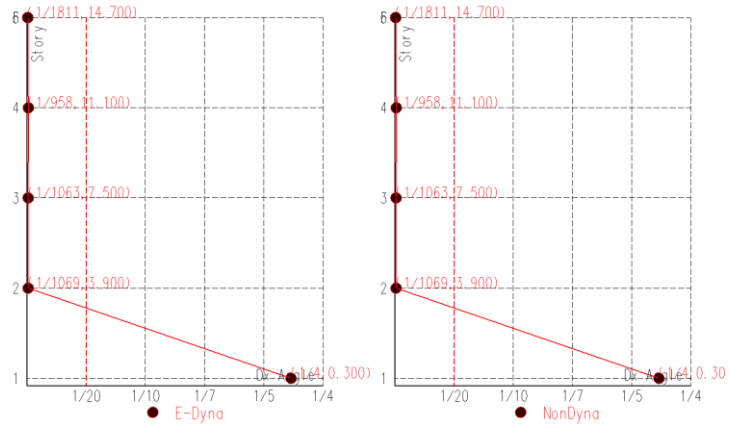


图 7、楼层侧移角

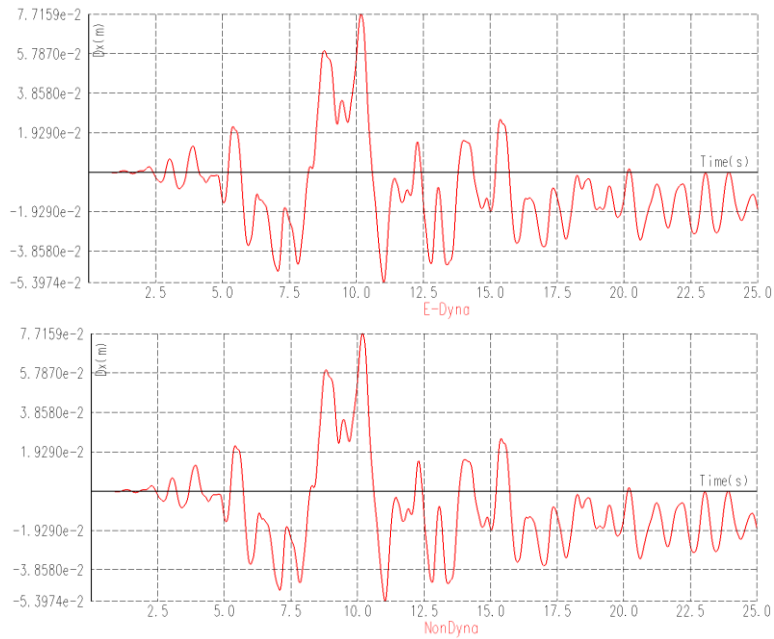


图 8、顶层位移时程曲线（上局部非线性弹性时程，下大震弹塑性时程）

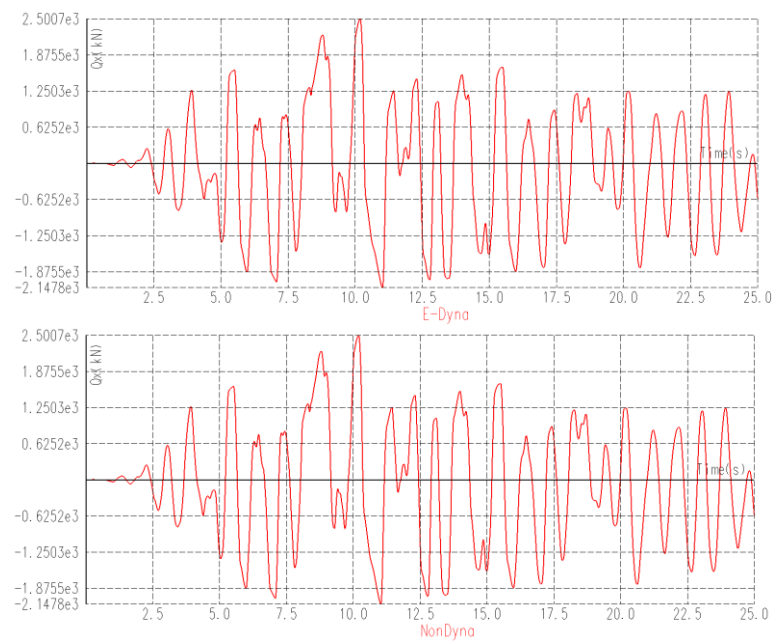


图 9、隔震层内力时程曲线（构件内力统计。上局部非线性弹性时程，下大震弹塑性时程）