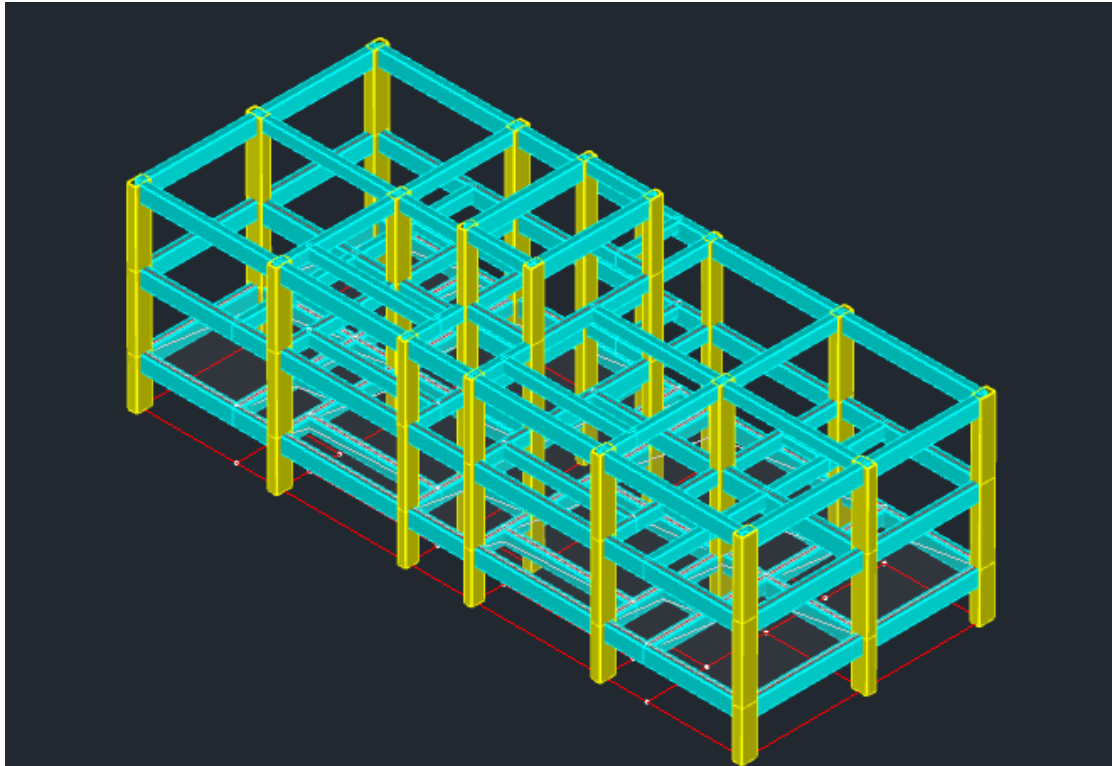


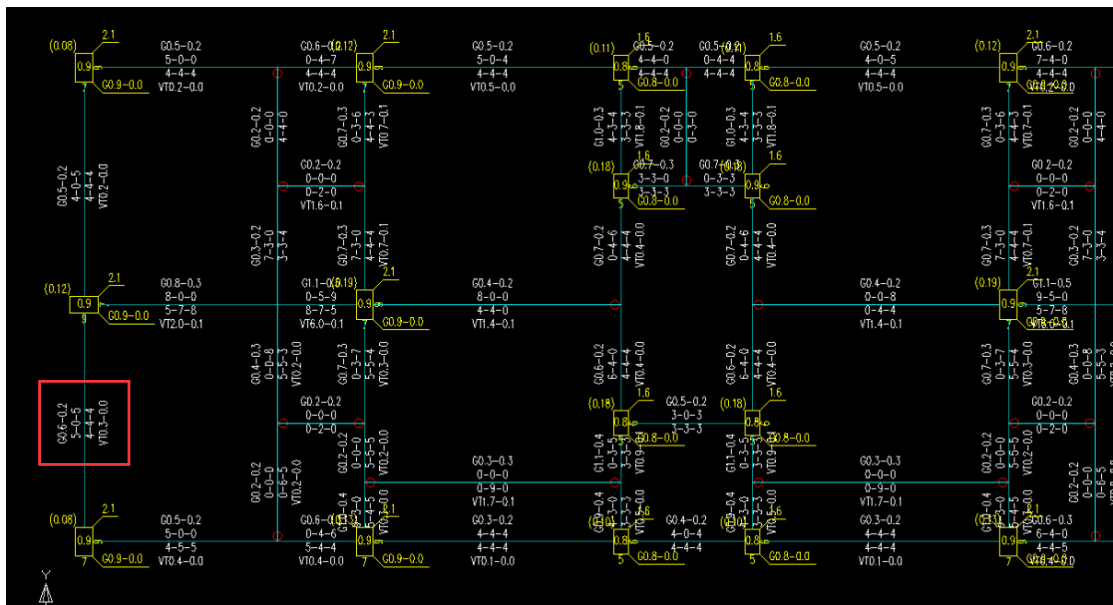
英文版欧标项目与 ETABS 结果差异分析

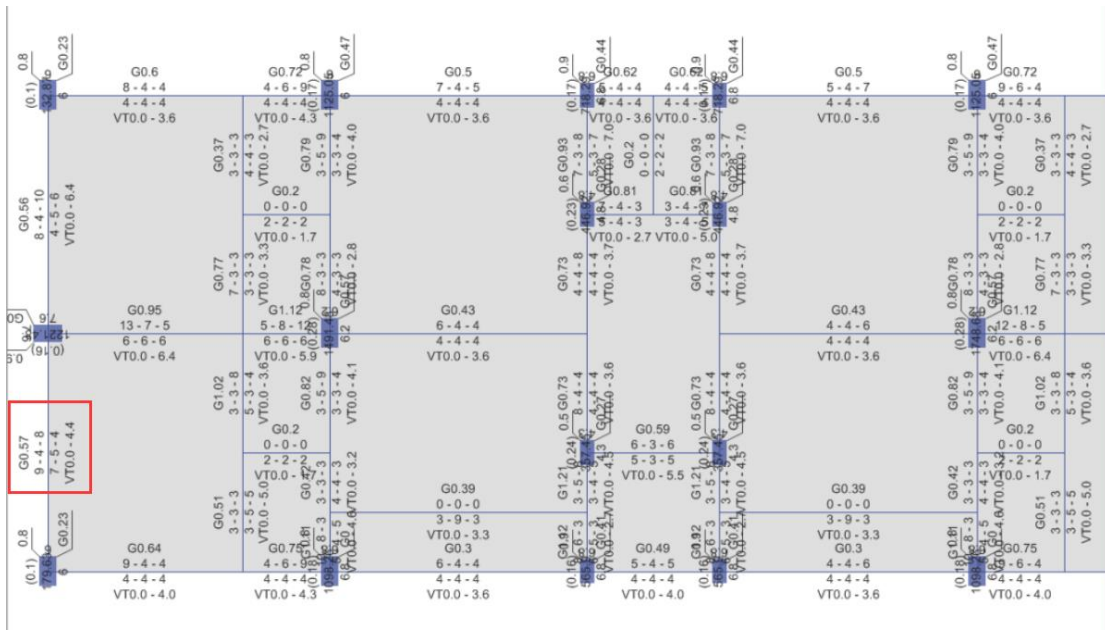
崔焱

近期收到用户邮件咨询，使用 YJK2.0.3 英文版程序和 ETABS2016 版本计算欧标项目过程中，发现相同模型计算结果显示，刚度和周期大概相差了 10%，相同位置梁配筋最大相差 50%。希望分析两款软件的参数设置，找到造成结果差异的原因。



以左侧框架梁为例，YJK 计算结果是 5-0-5 和 4-4-4，ETABS 为 9-4-8 和 7-5-4，配筋结果确实有较大差异。





参数比较和结果分析

一、模型的刚度和周期差异分析

1. YJK 前处理参数中考虑了梁端和柱端刚域，ETABS 中也考虑了梁端和柱端刚域，首先两款软件对刚域都按照无限刚的杆件进行处理，但是考虑刚域的长度却存在差异。YJK 按照《高规》5.3.4 条计算刚域长度，ETABS 刚域默认取值是 0.5。这是引起两个模型刚度差异的最主要原因。

对平板无梁楼盖，在计算中应考虑板的面外刚度影响，其面外刚度可按有限元方法计算或近似将柱上板带等效为框架梁计算。

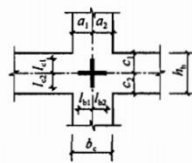


图 5.3.4 刚域

5.3.4 在结构整体计算中，宜考虑框架或壁式框架梁、柱节点区的刚域(图 5.3.4)影响，梁端截面弯矩可取

刚域端截面的弯矩计算值。刚域的长度可按下列公式计算：

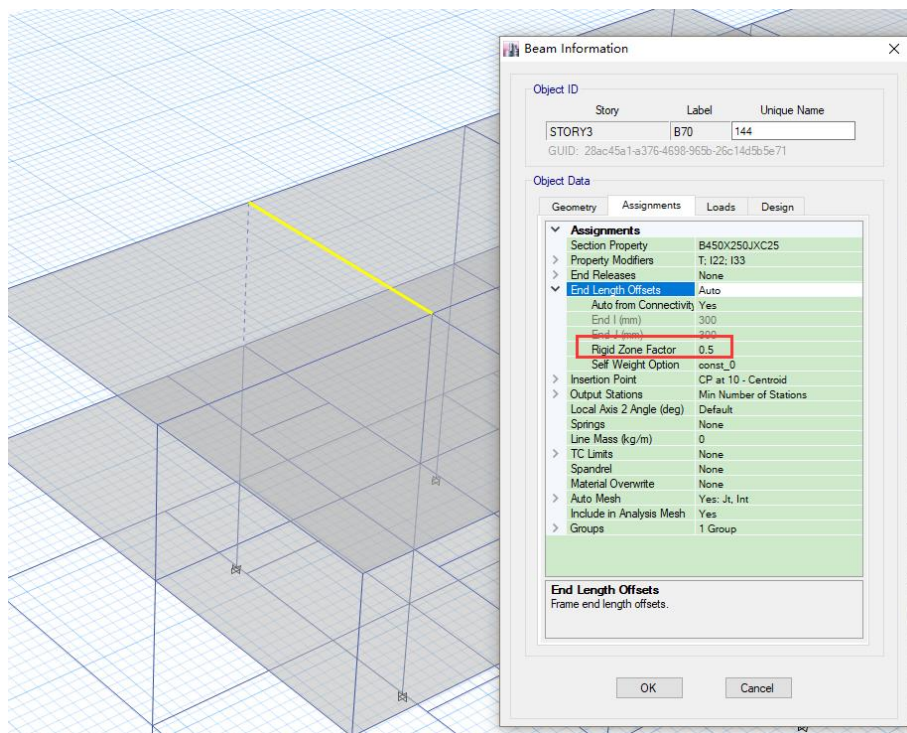
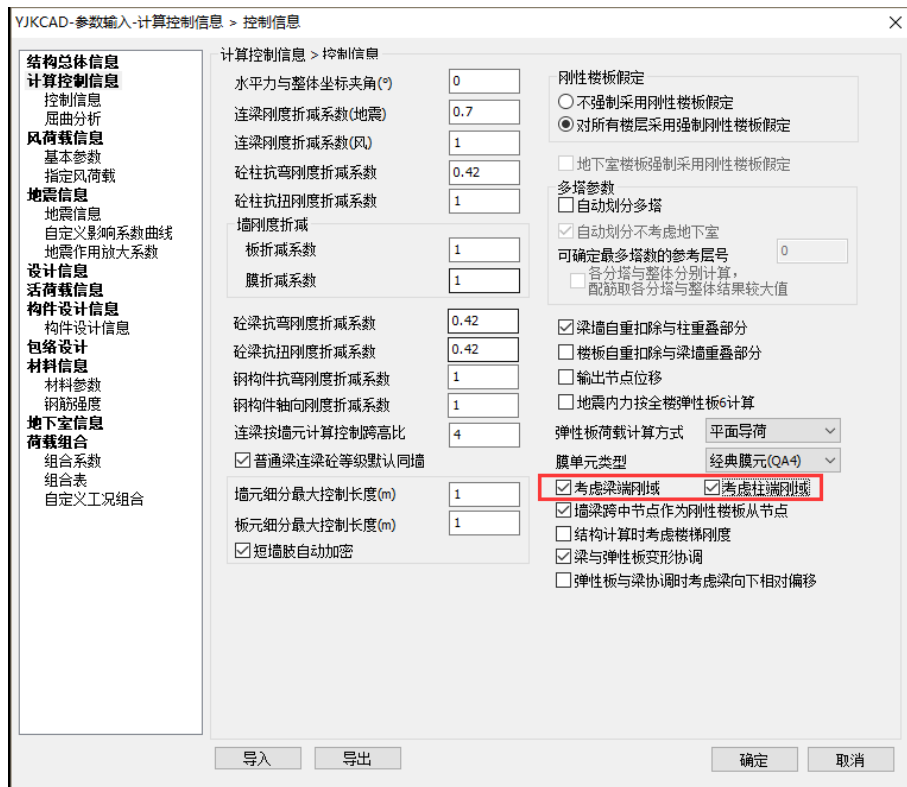
$$l_{b1} = a_1 - 0.25h_b \quad (5.3.4-1)$$

$$l_{b2} = a_2 - 0.25h_b \quad (5.3.4-2)$$

$$l_{c1} = c_1 - 0.25b_c \quad (5.3.4-3)$$

$$l_{c2} = c_2 - 0.25b_c \quad (5.3.4-4)$$

当计算的刚域长度为负值时，应取为零。



如果 YJK 模型中勾选梁端和柱端刚域，导入 ETABS，刚域默认是 0。现将两个模型同时都取消考虑刚域，然后计算两个模型的质量和周期，见下图：

层号	塔号	质心X (m)	质心Y (m)	质心Z (m)	恒载质量 (t)	活载质量 (t)	活载质量 (不折减)(t)	附加质量 (t)	质量比
4	1	30.391	-1.538	9.200	27.0	1.0	3.3	0.0	0.10
3	1	30.391	-1.561	6.500	257.6	14.6	48.6	0.0	0.70
2	1	30.391	-1.511	3.500	373.9	15.0	50.1	0.0	1.63
1	1	30.391	-1.482	0.500	238.5	0.0	0.0	0.0	1.00
合计	--	--	--	--	896.9	30.6	101.9	0.0	

活载总质量 (t): 30.576
恒载总质量 (t): 896.948
附加总质量 (t): 0.000
结构总质量 (t): 927.524
恒载产生的总质量包括结构自重和外加恒载
活载质量 = 活荷载重力荷载代表值系数*活载等效质量
总质量 = 恒载质量+活载质量+附加质量

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m
DEAD	LinStatic		0	0	8968.9519	-13613.8035	-272575.4157	0	0
LIVE	LinStatic		0	0	1019.1045	-1593.8746	-30971.6049	0	0
EX	LinRespSpec	Max	1659.0831	0	0	0	10369.0165	3328.2776	0
EY	LinRespSpec	Max	0	1814.2153	0	11434.7531	0	57241.461	0
Wx	LinStatic		-129.4275	0	0	0	-850.3588	-198.9948	0
WY	LinStatic		0	-287.281	0	1712.6812	0	-8730.7576	0
UDComb1	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0
UDComb2	Combination		0	0	10497.6086	-16004.6153	-319032.823	0	0
UDComb3	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb4	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb5	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb6	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb7	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0
UDComb8	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0

YJK 恒载质量 896.9t，活载质量 101.9t，ETABS 恒载 8968kN，活载 1019kN，两个模型的恒活质量一致。

周期、地震力与振型输出文件

考虑扭转耦联时的振动周期(秒)、X,Y 方向的平动系数、扭转系数

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
1	0.6085	-0.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
2	0.5356	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
3	0.4909	0.00	0.00(0.00+0.00)	1.00
4	0.2313	-0.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
5	0.1776	-0.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
6	0.1728	0.00	0.00(0.00+0.00)	1.00
7	0.1715	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
8	0.1459	0.00	0.00(0.00+0.00)	1.00
9	0.1290	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
10	0.0966	-0.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
11	0.0686	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
12	0.0686	0.00	0.00(0.00+0.00)	1.00

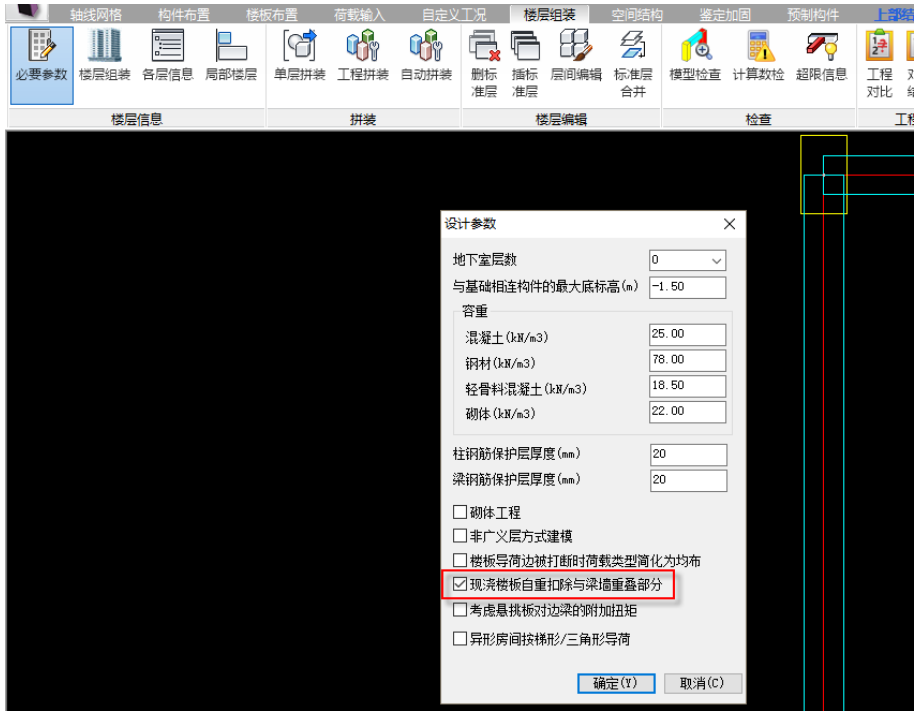
Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad/sec ²
Modal	1	0.605	1.652	10.3824	107.7948
Modal	2	0.532	1.878	11.8014	139.2721
Modal	3	0.488	2.051	12.8853	166.0316
Modal	4	0.228	4.387	27.5641	759.7771
Modal	5	0.176	5.687	35.7328	1276.8333
Modal	6	0.17	5.874	36.9076	1362.1734
Modal	7	0.168	5.937	37.3046	1391.6346
Modal	8	0.146	6.86	43.1047	1858.0155
Modal	9	0.127	7.878	49.5002	2450.2741
Modal	10	0.098	10.16	63.8374	4075.2118
Modal	11	0.07	14.307	89.8922	8080.6127
Modal	12	0.07	14.313	89.9303	8087.4547

	YJK	ETABS	差异
第一周期	0.6085	0.605	0.57%
第二周期	0.5356	0.532	0.67%
第三周期	0.4909	0.488	0.59%

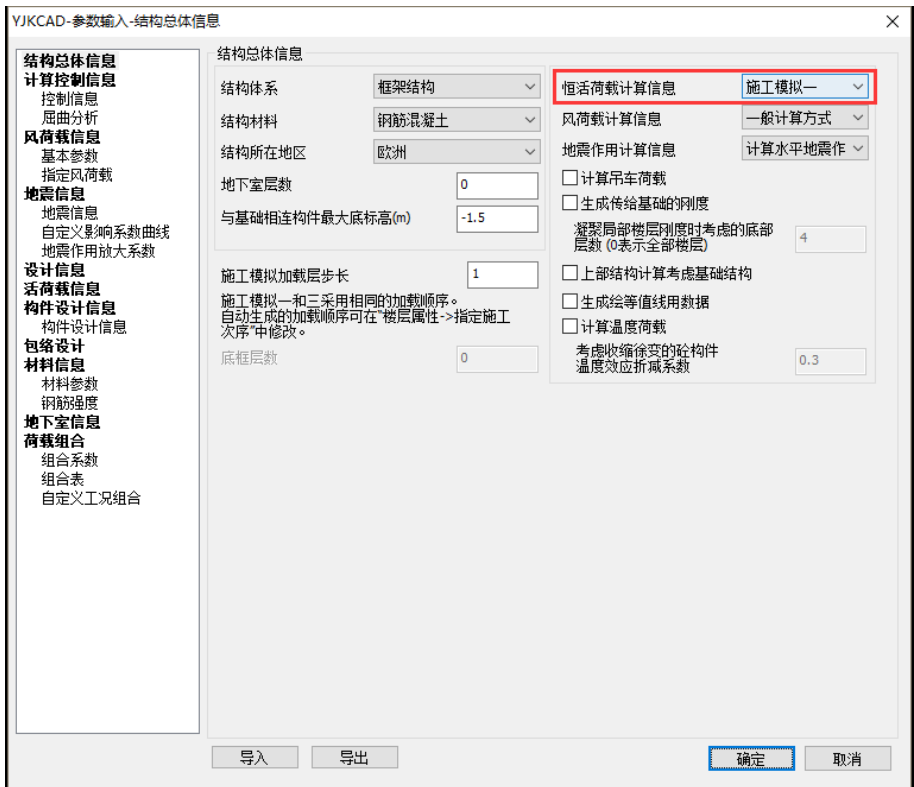
通过对比 YJK 和 ETABS 前三周期的结果，差异都在 0.7% 以内，两个模型的周期和刚度是一致的。

2.YJK 模型中用户勾选了“现浇楼板自重扣除与梁墙重叠部分”选项，ETABS 是没有相应选项的。如果用户将 ETABS 模型导入到 YJK，“梁墙自重扣除与柱重叠部分”“楼板自重扣除与梁墙重叠部分”这两个选项默认也是不勾选的。

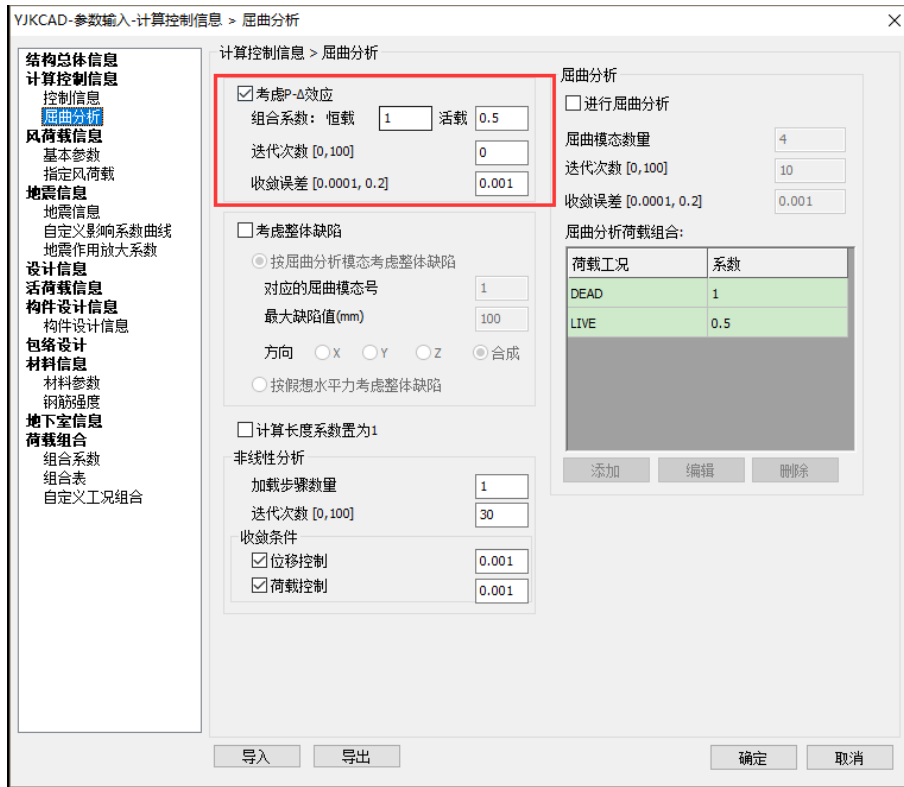
- 梁墙自重扣除与柱重叠部分
- 楼板自重扣除与梁墙重叠部分



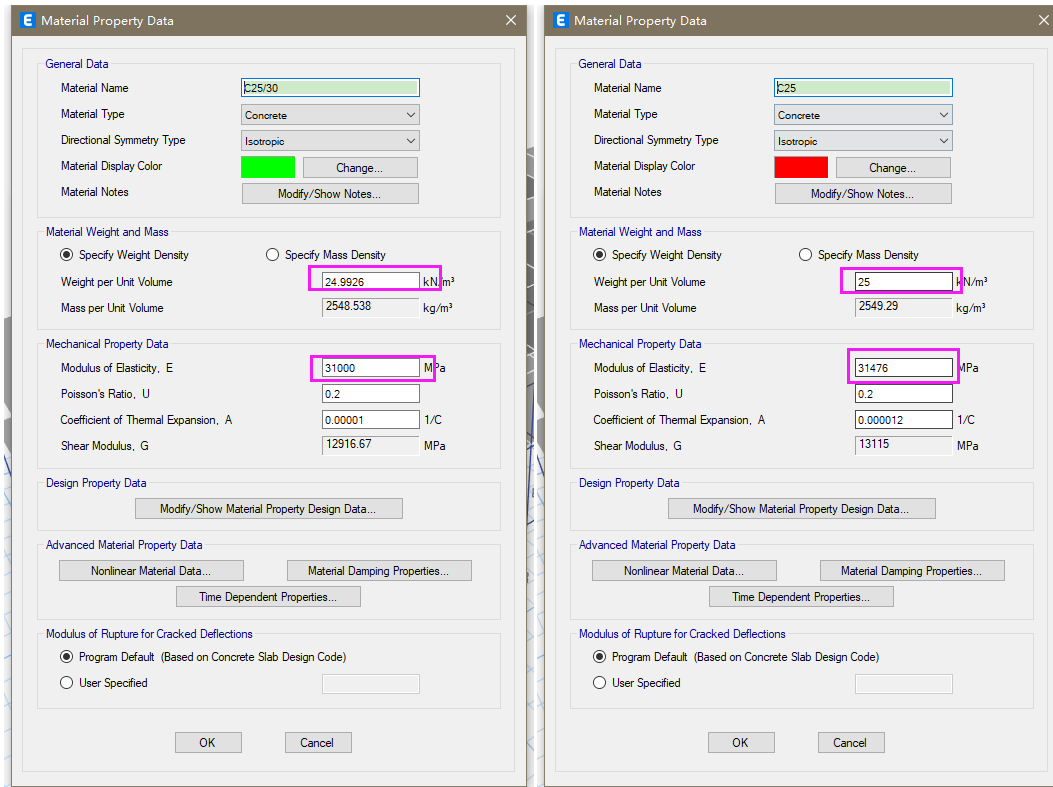
3.YJK 模型前处理参数中考虑了“施工模拟一”，ETABS 中是“一次性加载”，这个参数差异对结果影响很小。



4.YJK 参数中勾选考虑了 P-Δ 二阶效应，ETABS 中没有考虑，这个参数对结果影响很小。

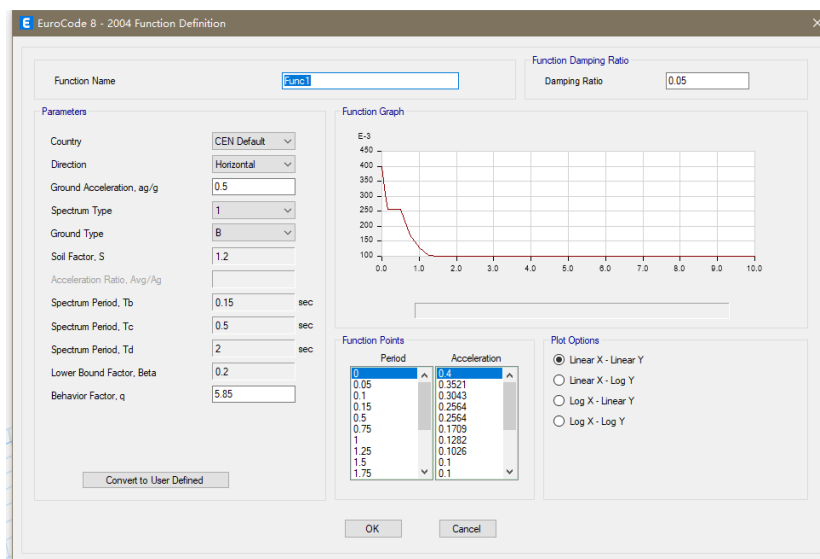
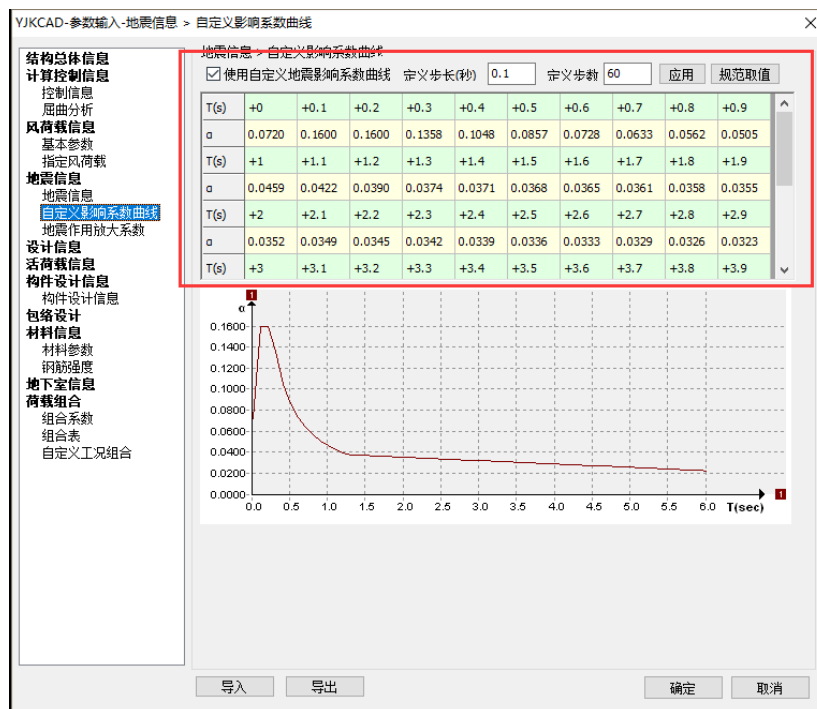


5.ETABS中使用了自己定义的C25/30,与YJK中使用的 $f_{ck}=25$ 的材料自重和 E_c 有少许差别,这个参数差异对结果影响很小。下图右侧是YJK中使用的数值;

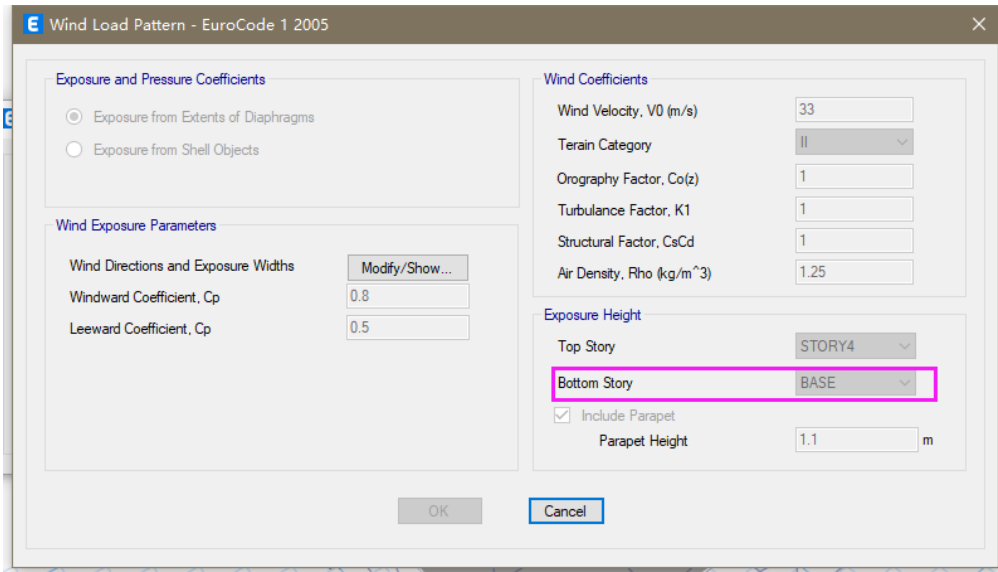


二、配筋结果差异分析

1. YJK 模型中勾选了“使用自定义地震影响系数曲线”，ETABS 中按照规范谱计算。由于用户误勾选此选项导致了配筋结果差异，YJK 中需要取消勾选“使用自定义地震影响系数曲线”；



2. 需要将 ETABS 中风荷载的底层由 STORY 1 改为 BASE, 否则就要和 YJK 中的 2 层剪力进行对比；



对比两个模型的地震和风荷载的剪力，见下图：

Floor	Tower	Fx (kN)	Vx (分塔剪重比) (kN)	Mx (kN-m)	Static Fx (kN)
4	1	118.06	118.06(42.242%)	318.75	101.41
3	1	724.76	811.32(27.035%)	2686.20	738.35
2	1	737.54	1470.38(21.340%)	7012.49	659.48
1	1	486.59	1608.26(17.339%)	10135.49	161.77

Static Fy: 静力/风 Y 向的地震力

Floor	Tower	Fy (kN)	Vy (分塔剪重比) (kN)	My (kN-m)	Static Fy (kN)
4	1	129.48	129.48(46.329%)	349.59	101.41
3	1	830.62	931.48(31.040%)	3083.26	738.35
2	1	819.49	1650.83(23.959%)	7925.21	659.48
1	1	515.89	1794.56(19.348%)	11414.34	161.77

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m
DEAD	LinStatic		0	0	8968.9519	-13613.8035	-272575.4157	0	0
LIVE	LinStatic		0	0	1019.1045	-1593.8746	-30971.6049	0	0
EX	LinRespSpec	Max	1659.0831	0	0	0	10369.0165	3328.2776	0
EY	LinRespSpec	Max	0	1814.2153	0	11434.7531	0	57241.461	0
Wx	LinStatic		-129.4275	0	0	0	-850.3588	-198.9948	0
Wy	LinStatic		0	-287.281	0	1712.6812	0	-8730.7576	0
UDComb1	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0
UDComb2	Combination		0	0	10497.6086	-16004.6153	-319032.823	0	0
UDComb3	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb4	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb5	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb6	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb7	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0
UDComb8	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0

YJK 地震工况基底剪力结果 x 方向 1608.26kN，y 方向 1794.56kN，ETABS 地震工况基底剪力结果 x 方向 1659.08kN，y 方向 1814.21kN，两个模型在地震工况下基底剪力是一致

的。

2、风荷载作用下剪力平衡验算(kN)：

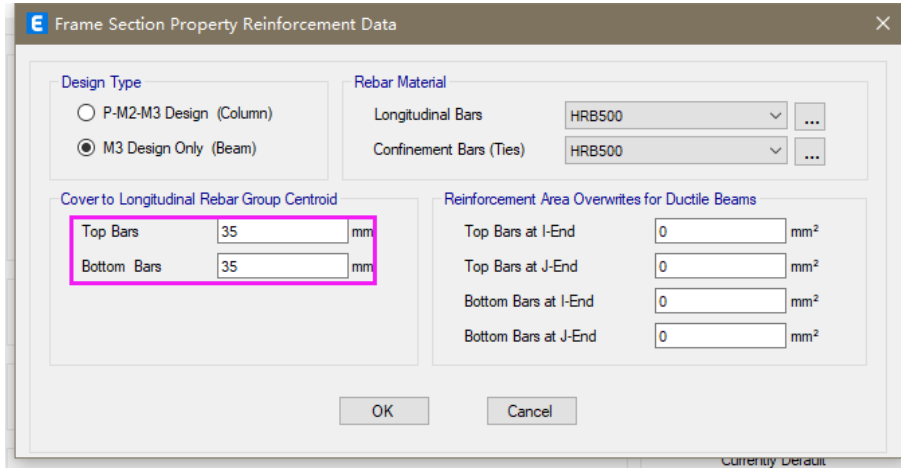
层号	塔号	x向风荷载	x向楼层剪力	y向风荷载	y向楼层剪力
4	1	27.8	27.8	15.5	15.5
3	1	84.7	84.7	160.5	160.5
2	1	134.4	134.4	287.0	287.0
1	1	158.8	158.8	349.2	349.2

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m
DEAD	LinStatic		0	0	8968.9519	-13613.8035	-272575.4157	0	0
LIVE	LinStatic		0	0	1019.1045	-1593.8746	-30971.6049	0	0
EX	LinRespSpec	Max	1659.0831	0	0	0	10369.0165	3328.2776	0
EY	LinRespSpec	Max	0	1814.2153	0	11434.7531	0	57241.461	0
Wx	LinStatic		-156.7711	0	0	0	-963.0547	-241.0355	0
WY	LinStatic		0	-354.3397	0	1972.1158	0	-10768.7375	0
UDComb1	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0
UDComb2	Combination		0	0	10497.6086	-16004.6153	-319032.823	0	0
UDComb3	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb4	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb5	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb6	Combination		0	0	12108.085	-18378.6347	-367976.8112	0	0
UDComb7	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0
UDComb8	Combination		0	0	13636.7417	-20769.4465	-414434.2184	0	0

YJK 风荷载工况下底层剪力结果 x 方向 158.8kN，y 方向 349.2kN，ETABS 风荷载工况下底层剪力结果 x 方向 156.77kN，y 方向 354.33kN，两个模型的风荷载工况的底部剪力也是一致的。

3.YJK 中梁的有效高度 h_0 是 $h - (20+10+12.5)$ ，ETABS 中取值是 35，这个参数差异对配筋影响不大。

标准层号	板厚 (mm)	楼面荷载		砼强度等级(fck)				保护层厚度				主筋级别					
		恒	活	柱	梁	墙	板	支撑	柱	梁	墙	板	柱				
1	150	1.2	2	25	25	25	25	25	20	20	15	15	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500
2	150	1.2	2	25	25	25	25	25	20	20	15	15	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500
3	150	1.2	2	25	25	25	25	25	20	20	15	15	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500
4	150	1.2	2	25	25	25	25	25	20	20	15	15	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500	HRB500



4. YJK 中对地震工况的内力调整和 ETABS 有一些不同, 详见下图, 故组合内力有可能不同, 导致配筋有些差别, 总结 EC8 的相关条款, YJK 软件按照以下公式调整梁柱地震组合内力放大系数。

DCM(中延性等级)

梁剪力放大系数: $1.0 \times \text{超配系数}$ (只放大水平工况剪力)

柱弯矩放大系数: $K = 1.3$

$K = 1.0$ (结构顶层)

柱剪力放大系数: $1.1 \times K \times \text{超配系数}$

DCH(高延性等级)

梁剪力放大系数: $1.2 \times \text{超配系数}$ (只放大水平工况剪力)

柱弯矩放大系数: $K = 1.3$

$K = 1.0$ (结构顶层)

柱剪力放大系数: $1.1 \times K \times \text{超配系数}$

节点剪力放大系数: $1.2 \times \text{超配系数}$

总结: 两个模型周期和刚度差异的主要原因是软件对刚域长度考虑不同导致的。YJK 按照高规计算刚域长度, 而 ETABS 默认是 0.5。配筋结果差异主要是用户误勾选了“使用自定义地震影响系数曲线”选项, 修改为按照规范谱计算和 ETABS 结果差异较小。