SNAP Ver8 による CLT パネルの入力

(株)構造システム

1. 入力モデル概要

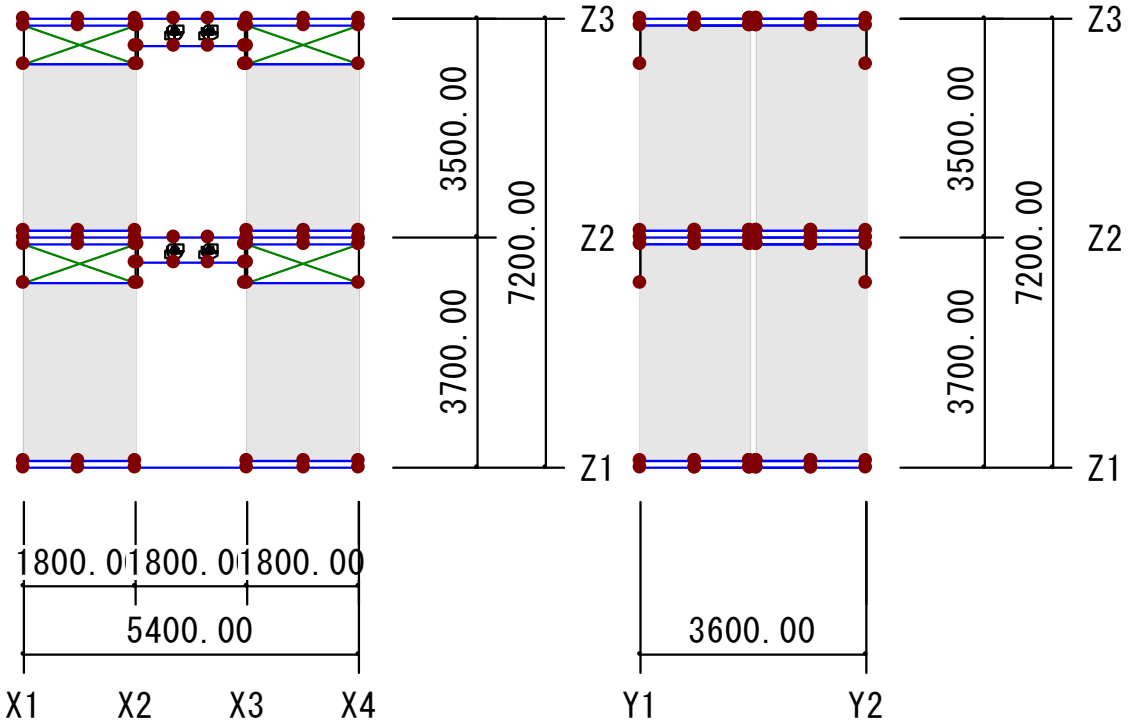


図 1-1 CLT パネルの解析モデル

入力モデルは図 1-1 に示すように、X 方向のスパン長さを 5400mm として、3 枚の CLT パネルを配置します。ただし、中央部分は開口を考慮して、垂れ壁モデルとします。垂れ壁の高さは 750mm とし、厚さ 210mm の CLT パネルとします。

Y 方向のスパン長さは 3600mm として、CLT パネルを 2 枚配置します。尚、2 階建てモデルとして、構造階高は、1 階を 3700mm、2 階を 3500mm とします。

2,3 階の床は厚さ 210mm の CLT パネルとして、床の固定荷重は CLT パネルの重量を含まない値（1 階）は 1400N/m²、CLT の床パネルを含めた固定荷重は 2400N/m² とし、積載荷重は事務所荷重(架構用 1800N/m²、地震用 800N/m²)とします。1 階の床は鉄筋コンクリートスラブとして、スラブ厚を 150mm とします。尚、床は剛床扱いとして、今回は小ばりを配置しません。

CLT の壁パネルの重量は、CLT パネルを含めて、1350N/m² とします。

基礎ばりは、全て FG1 として、幅 400mm×高さ 1000mm、上端筋、下端筋とも 4-D25、せん断補強筋は D13-@200 とします。

尚、本モデルは、2016 年公布・施行 CLT 関連告示等解説書(以下、CLT 解説書)の付録の参考例の構造計算例Ⅲを参考にしています。CLT パネル、接合金物などの仕様は CLT 解説書を参照していますので、仕様の詳細は CLT 解説書を確認してください。また、本 CLT パネルの入力概要で設定した数値などは、必ずしも適正値でないことにご注意ください。

表 1-1 は、基礎ばり、1 階の材料強度を示しています。

表 1-1 基礎ばり、1 階スラブのコンクリート、鉄筋の材料強度

材料	設計基準強度	使用部位
普通コンクリート	Fc24	基礎梁、基礎スラブ、1 階床等
異形鉄筋	SD295A、SD345（D19 以上）	同上
鋼材	SS400	接合金物等

CLT パネルの材料のヤング係数、せん断剛性は表 1-2 に示す値とします。

表 1-2 CLT パネルのヤング係数、せん断剛性

部位	強度等級ラミナ構成	面内方向［単位:N/mm2］			面外方向［単位:N/mm2］			
		E		G	E		G	
		強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
水平構面(床,屋根)	Mx60-5-7	3857	857	500	5536	227	29.7	9.7
鉛直構面(壁,垂れ壁)	S60-7-7	3428	2571	500	4268	1731	58.4	38.9

CLT パネル、垂れ壁、パネルゾーンのブレース置換部分の断面性能を以下のように設定します。

<u>CLT 壁パネル</u>

形状 210×1800(mm)

断面積 A_n=210 × 1800=378,000mm^2、せん断用断面積 A_s=210 × 1800 × 130/153=321,176mm^2

断面 2 次モーメント(強軸まわり) I_y=210×1800^3/12=1.021×10^{11}mm^4

断面 2 次モーメント(弱軸まわり) I_z=1800×210^3/12=1.389×10^{9}mm^4

断面 2 次モーメント(部材軸まわり) I_x=210^3×1800/16×(16/3-3.36×210/1800×(1-210^4/12/1800^4))=5.148×10^{9}mm^4

<u>垂れ壁</u>

形状 210×750mm

断面積 A_n=210 × 750=157,500mm^2、せん断用断面積 A_s=210 × 750 × 130/153=133,824mm^2

断面 2 次モーメント(強軸まわり) I_y=210×750^3/12=7.383×10^{9}mm^4

断面 2 次モーメント(弱軸まわり) I_z=750×210^3/12=5.788×10^{8}mm^4

断面 2 次モーメント(部材軸まわり) I_x=210^3×750/16×(16/3-3.36×210/750×(1-210^4/12/750^4))=1.907×10^{9}mm^4

パネルゾーンのブレース置換

パネルゾーンの形状は、ヤング係数 E=3428N/mm²、せん断係数 G=500N/mm²、厚さ t=210mm、幅 L=1800mm、高さ H=750mm から以下の関係でブレースの等価断面積 A_n を求めます。

$$A_n = G \times t \times \frac{(L^2 + H^2)^{3/2}}{2E \times L \times H} = 500 \times 210 \times \frac{(1800^2 + 750^2)^{3/2}}{2 \times 3428 \times 1800 \times 750} = 84118mm^2$$

尚、パネルゾーンの軸剛性、せん断剛性は以下となります。

軸剛性 $K_N = A_n \times \frac{E}{\sqrt{L^2+H^2}} = 84118 \times \frac{3428}{\sqrt{1800^2+750^2}} = 147{,}875\left(\frac{N}{mm}\right) = 147.9(\frac{kN}{mm})$

せん断剛性 $K_Q = \frac{G \times t \times L}{H} = \frac{500 \times 210 \times 1800}{750} = 252{,}000\left(\frac{N}{mm}\right) = 252.0(\frac{kN}{mm})$

パネルゾーン部分のはり、柱は適当に大きな剛性を設定します。本例では、垂れ壁で求めた断面性能に対して、5 倍程度の断面性能を設定します。

今回のモデルは、特に木ばりを配置していません。しかし、CLT パネルや、床を受ける部材に木はりを配置する必要があります。そこで、本例では、「2016 年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の記載(CLT の床パネルの幅の 1/2 以下また 1.0m 以下)を参考として、木はりの有効幅は、CLT 床パネルの半分(1800/2=900mm)を有効幅として、木はりの断面性能を求めます。CLT の床パネルの厚さは 210mm です。

断面積 A_n=210 × 900=189,000mm²、せん断用断面積 A_s=210 × 5 × 210 × 130/153=160,588mm²

断面 2 次モーメント(強軸まわり) I_y=210×900³/12=1.276×10¹⁰mm⁴

断面 2 次モーメント(弱軸まわり) I_z=900×210³/12=6.946×10⁸mm⁴

断面 2 次モーメント(部材軸まわり) I_x=210³ × 900/16 × (16/3-3.36 × 210/900) × (1-210⁴/12/900⁴)=2.369×10⁹mm⁴

CLT パネルの接合金物の設定を示します。

壁パネル	圧縮バネ	①	めり込み(壁パネル-基礎間：支圧)
	引張バネ	②	引きボルト
	せん断バネ	③	U 型金物(壁-基礎) L 型金物(壁-床、屋根)
垂れ壁	圧縮バネ	④	めり込み(壁-垂れ壁)
	せん断バネ	⑤	平金物(壁-垂れ壁)
		⑥	L 型金物(床-垂れ壁)
		⑥	L 型金物(床-垂れ壁)

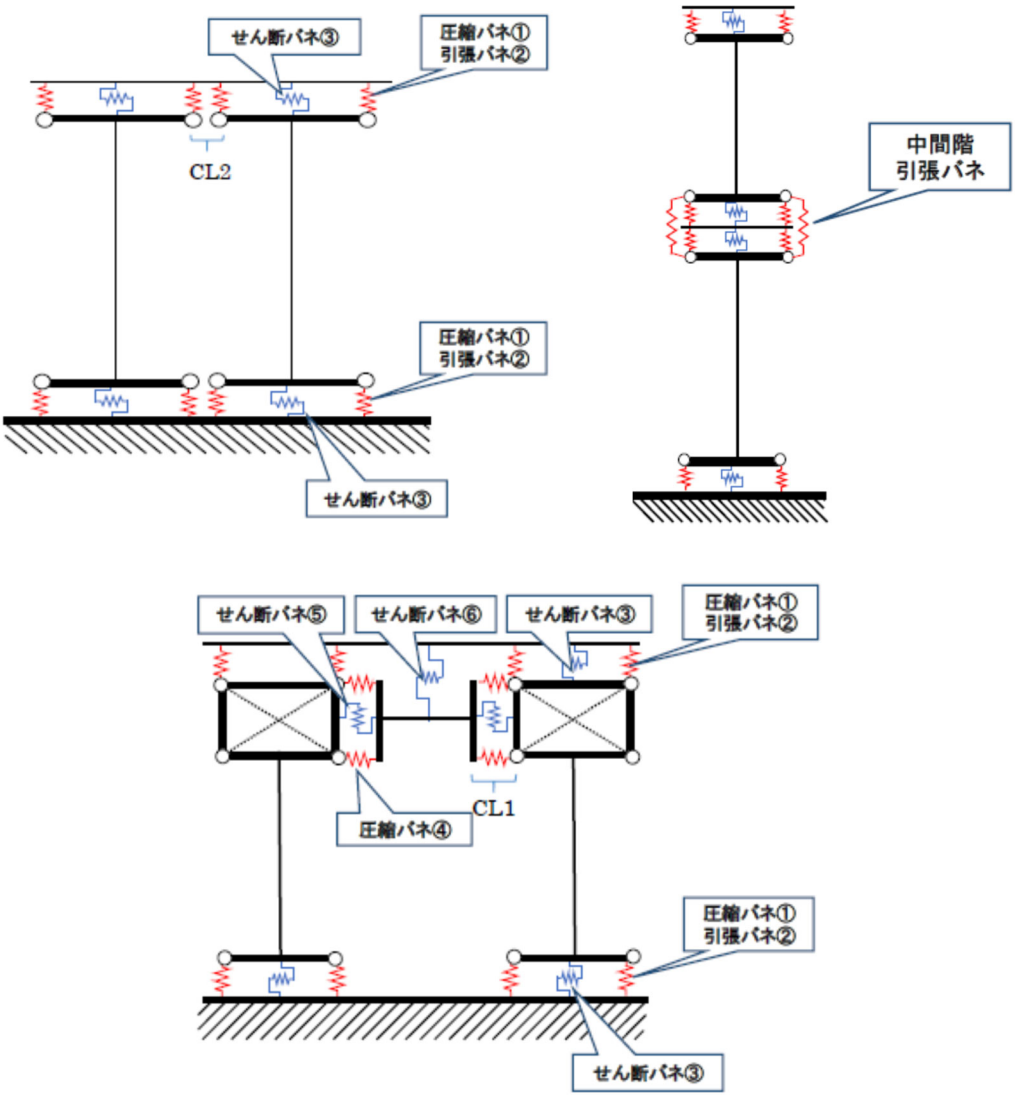


図 1-2 CLT の接合金物

図1-2は、垂れ壁を考慮した場合のCLTパネルの接続金物の種類、CLTパネル-CLTパネルを繋ぐ金物の種類を示している。尚、CL1、CL2はCLTパネル間のクリアランスであり、CL1を50mm、CL2を100mmとします。

ここで、使用するCLTパネルの金物を以下に設定します(表1-3)。
今回使用するCLTパネルは、210mm×1800mmとします。

表1-3 接合金物の仕様

符号		2W1	符号		1W1
2F			1F		
b×D mm		210×1800	b×D mm		210×1800
材種		スギ	材種		スギ
強度等級		S-60-7-7	強度等級		S-60-7-7
壁脚接合	引張	M27(ABR490)	壁脚接合	引張	M27(ABR490)
	せん断	L型金物2基		せん断	U型金物4基

符号		WG1(垂れ壁)
1,2F		
b×D mm		210×750
材種		スギ
強度等級		S-60-7-7
接合	引張	-
	せん断	平金物

引張ボルトのボルト長さおよび耐力を表1-4に示します。

表1-4 引きボルトの剛性および耐力

方向	部位	接合部名称	ボルト長さ	K_0	※1P_y	※2P_u
				[kN/mm]	[kN]	[kN]
X,Y	壁-基礎	M27(ABR490)	950	42.6	149.2	173.4
X,Y	壁-壁	M27(ABR490)	800	45.6	149.2	173.4
X,Y	屋根-壁	M27(ABR490)	400	55.7	149.2	173.4

k_1:初期剛性、※1P_y:降伏耐力=F×A_e(A_e:ねじ部有効断面積)

※2P_u：終局耐力＝F×A×1.1 (A:軸断面積)

引きボルトの剛性および耐力は、CLT壁パネルにおいて、引きボルトの配置を考慮した低減をします。剛性は、表1-4に示したボルトの剛性K_0に対して、表1-5に示すRの二乗を乗じた値とします。降伏耐力、終局耐力は、表1-4に示した降伏耐力P_y、終局耐力P_uに対して、表1-5に示したRを乗じた値とします。

尚、引きボルトの復元力特性はバイリニアモデルとして、終局耐力に達すると、剛性は0とします。

表1-5 低減を考慮した引きボルトの剛性および耐力

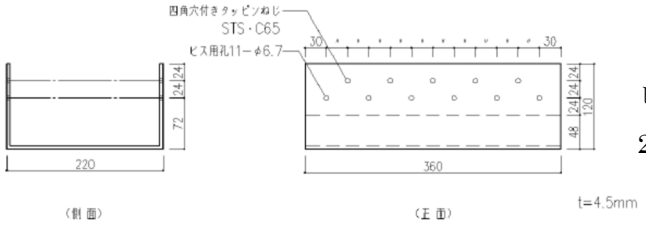
部位	ボルト長さ (mm)	幅 D_w (mm)	縁距離 d_c (mm)	d (mm)	R	K_1 (kN/mm)	P_v (kN)	P_u (kN)
壁-基礎	950	1800	135	1665	0.77	25.1	114.5	133.1
壁-壁	800	1800	135	1665	0.77	26.9	114.5	133.1
屋根-壁	400	1800	135	1665	0.77	33.1	114.5	133.1

D_w:パネル幅、d_c:壁端部から引張接合部までの距離、d:D-d_c、R:=0.83d/D、K_1:弾性剛性($K_0 \times R^2$)、P_y:降伏耐力、P_u:終局耐力

本例で使用するせん断に対応する金物である U 型金物、平金物、L 型金物のビスの剛性、降伏変位、降伏耐力、終局変位、終局耐力を表 1-6 に示します。尚、使用する U 型金物、平金物、L 型金物の形状およびビス本数を図 1-3 に示します。

表 1-6 U 型金物、平金物、L 型金物の復元力特性

	U 型金物ビス	平金物ビス	L 型金物ビス
K1[kN/mm]	0.8	1.1	0.7
δy[mm]	2.4	2.6	4.3
Py[kN]	1.9	2.9	3.0
δv[mm]	7.8	7.1	10.1
δu[mm]	12.2	13.7	21.8
Pu[kN]	4.2	6.1	6.5
ビス本数	11	29	33
面数	2	1	1
全体剛性[kN/mm]	17.6	31.9	23.1
ΣPy[kN]	41.8	84.1	99.0
ΣPv[kN]	92.4	176.9	214.5
ΣPu[kN]	92.4	176.9	214.5
剛性低下率α	0.53	0.65	0.86
終局耐力後の剛性低下率β	0	0	0



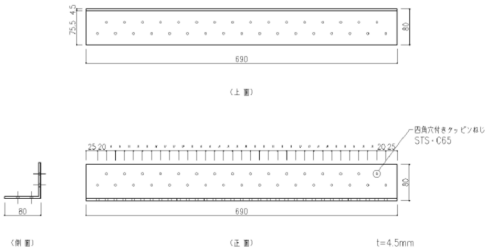
ビス本数 11 本

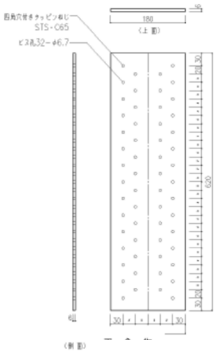
2 面

U 型金物

ビス本数 33 本

1 面





ビス本数 29 本

2 面

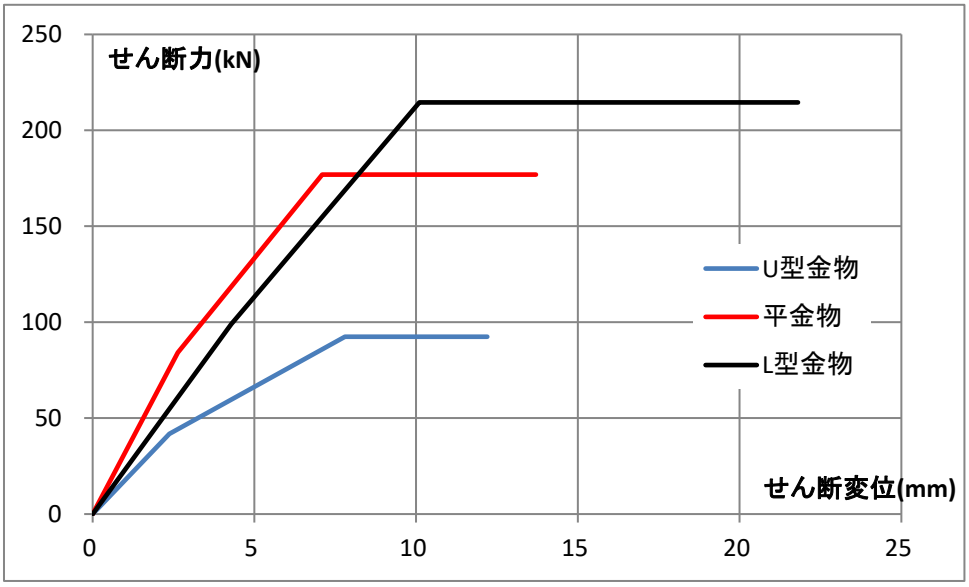
L 型金物

平金物

図1-3 U型金物、平金物、L型金物の形状図(CLT解説書より引用)

U型金物、平金物、L型金物の復元力特性はトリリニア型とします。使用する金物1基あたりの復元力特性を図1-4に示します。

図1-4 U型金物、平金物、L型金物の復元力特性



圧縮バネは、支圧、めり込みを考慮してCLT解説書に従って、以下の関係式から求めます。

壁パネル-基礎　$P_y = F_c \cdot A_e, k_1 = k_e, k_2 = 0$

壁パネル-床パネル　$P_y = F_{cv} \cdot A_e, k_1 = \frac{E_{90} \cdot A_e}{Z_0}, k_2 = k_1/8$

壁パネル-垂れ壁　$P_y = F_{cv} \cdot A_e, k_1 = \frac{1.5E_{90} \cdot A_e}{Z_0}, k_2 = k_1/8$

F_c:壁パネルの圧縮強度、A_e:有効支圧面積、有効めり込み面積(壁パネル厚さ×d/4)
d:引張接合部から壁パネル圧縮縁までの距離、k_e:壁パネルの支圧剛性(=15.6N/mm^3)
F_{cv}:土台または床パネルのめり込みの基準強度、E_{90}:土台または床パネルラミナの繊維直交方向のヤング係数(繊維平行方向のヤング係数の1/30)、Z_0:土台または床パネルの厚さ
上記の関係式から、壁パネル-基礎、壁パネル-床パネル、壁パネル-垂れ壁の復元力特性、降伏耐力を求めます。

壁-基礎	使用材料	D_w [mm]	t_w [mm]	d_c [mm]	d [mm]	A_e [mm^2]
	S-60-7-7	1800	210	135	1665	87412.5
	F_c [N/mm^2]	k_e [N/mm^2]	R -	k_1 [kN/mm]	P_y [kN]	
	9.25	15.6	0.77	804	620.8	

床、屋根-壁	使用材料	D_w [mm]	t_w [mm]	d_c [mm]	d [mm]	A_e [mm^2]	F_{cv} [N/mm^2]
	Mx60-5-7	1800	210	135	1665	87412.5	6
	E_{90} [N/mm^2]	Z_0 [mm]	R -	K_{w-f} [kN/mm]	P_y [kN]	$k_{w-f}/8$ [kN/mm]	
	200	210	0.77	49.1	402.7	6.1	

壁-垂れ壁	使用材料	h [mm]	t_w [mm]	d_c [mm]	d [mm]	A_e [mm^2]
	S-60-7-7	750	210	0	750	39375
	F_{cv} [N/mm^2]	E_{90} [N/mm^2]	Z_t [mm]	K_{w-f} [kN/mm]	P_y [kN]	$k_{w-f}/8$ [kN/mm]
	6	200	210	56.3	236.3	7

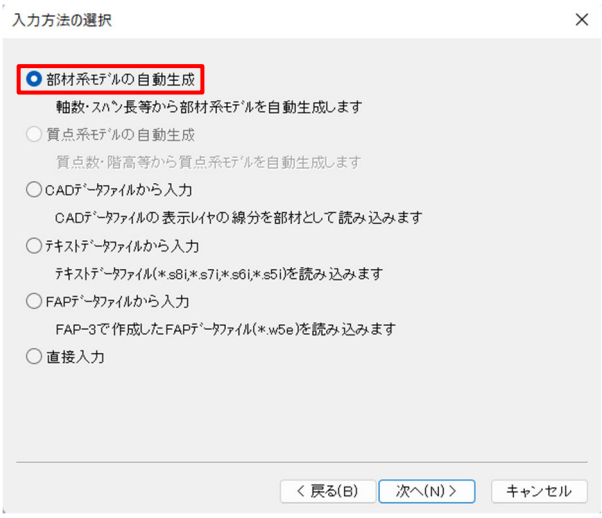
D_w:パネル幅、t_w：パネル厚、d_c:壁端部から引張接合部までの距離、d:D-d_c、A_e:有効支圧面積、F_c:壁パネルの圧縮基準強度、k_e:壁パネルの支圧剛性、R:=0.83d/D、k_1:弾性剛性、P_y:降伏耐力、F_{cv}:床パネルのめり込み基準強度、E_{90}:床パネル繊維直交方向のヤング係数(繊維平行方向のヤング係数の 1/30)、Z_0:床パネル厚

2.モデルの入力

2-1 SNAP Ver8の起動

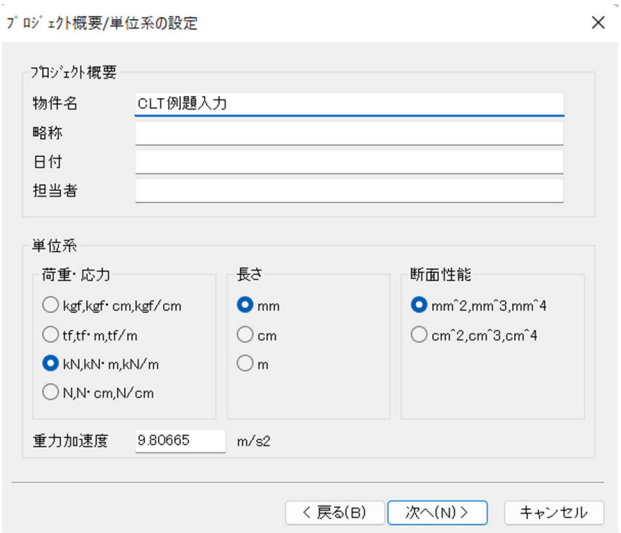
SNAP Ver8の[ファイル]→[新規作成]を選びます。表示された「構造形式の選択」のダイアログにおいて、「立体フレーム」を選びます。

「次へ」ボタンを押します。表示された「入力方法の選択」で「部材系モデルの自動生成」を選びます。



「次へ」ボタンを押します。

表示された「プロジェクト概要/単位系の設定」において、プロジェクト概要の物件名などの入力、単位の設定を行う場合は、ユーザの判断でプロジェクト概要の入力および単位の設定をします。

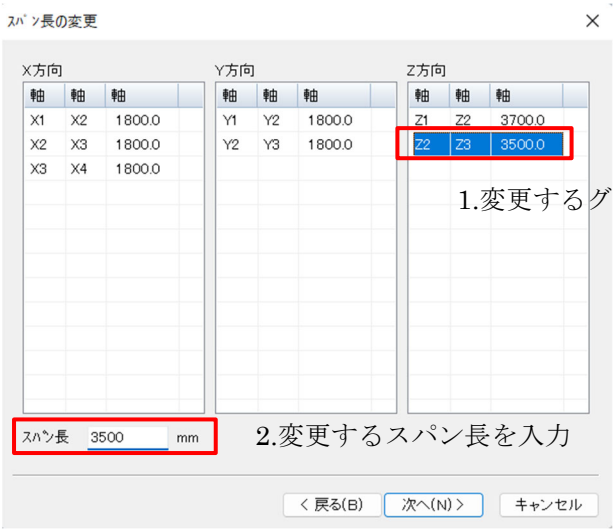


「次へ」ボタンを押します。表示された「建物形状の設定」において、X,Y,Z方向の軸数、基準スパン長さを入力します。本例では、X方向の軸数を「4」、基準スパン長を「1800」、Y方向の軸数を「3」、基準スパン長を「1800」、Z方向の軸数を「3」、「基準スパン長」を「3700」としました。

「構造種別」は、基本的に直接材料特性、断面性能などの入力を行うので、X,Y,Z方向とも「その他」に設定しました。

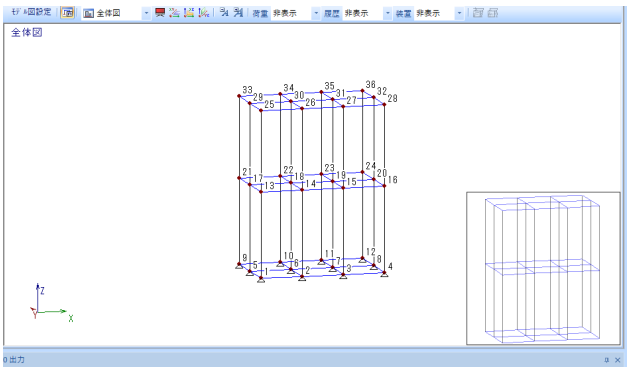
「次へ」ボタンを押します。

表示された「スパン長の変更」のダイアログにおいて、Z方向の軸Z2-Z3のスパン長さを「3700」から「3500」に変更します。



「次へ」ボタンを押します。「拘束/接合・剛床/層の設定」のダイアログが開きます。今回はデフォルト設定とします。

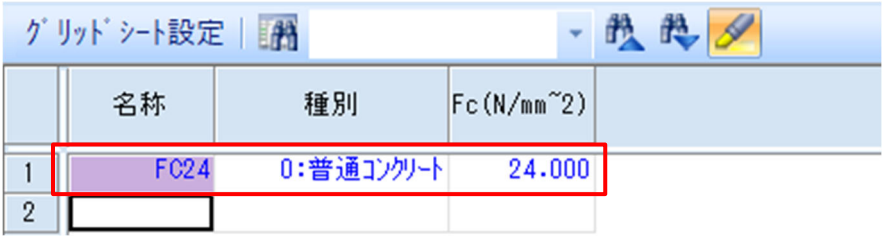
「完了」ボタンを押します。モデル図が表示されます。



作成したデータを保存します。[ファイル]→[名前を付けて保存]により、保存するフォルダを指定し、次にファイル名称を入力して、データの保存をしてください。

2-2 材質の入力

[架構]→[材質]→［コンクリート］を選択し、名称を「FC24」とし、強度に「24」を入力します。



	名称	種別	Fc(N/mm^2)
1	FC24	0:普通ｺﾝｸﾘｰﾄ	24.000
2			

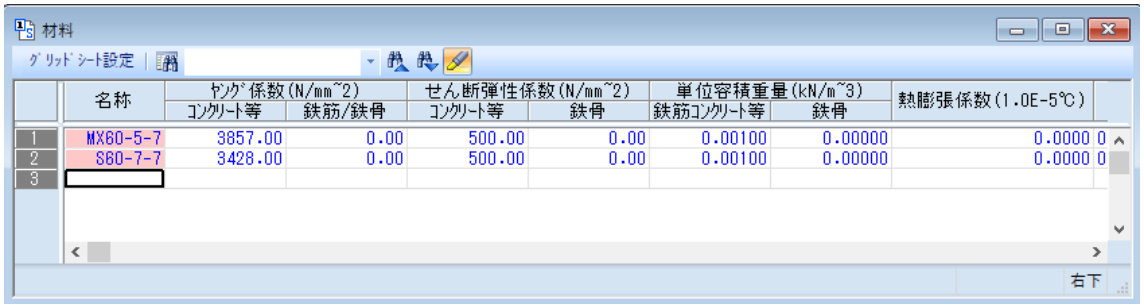
次に鉄筋の材質を入力します。

[架構]→[材質]→［鉄筋］を選択し、名称を「D25_SD345」「D13_SD295」「D10_SD295」とし材質と径を選択します。

	名称	種別	普通鉄筋		高強度せん断補強筋	
			材質	径	材質	径
1	D25_SD345	0:普通鉄筋	2:SD345	5:D25(25φ)	0:SBPD1275/1420(ｳﾙﾎﾞﾝ)	0:U6.4/K6/RB6.2/UHD6/-/-/-/-/K6/-/-/-/-
2	D13_SD295	0:普通鉄筋	1:SD295	1:D13(13φ)	0:SBPD1275/1420(ｳﾙﾎﾞﾝ)	0:U6.4/K6/RB6.2/UHD6/-/-/-/-/K6/-/-/-/-
3	D10_SD295	0:普通鉄筋	1:SD295	0:D10(9φ)	0:SBPD1275/1420(ｳﾙﾎﾞﾝ)	0:U6.4/K6/RB6.2/UHD6/-/-/-/-/K6/-/-/-/-
4						

2-3 材料の入力

[架構]→[材料]を選択して、壁、床のCLTパネルの材料の入力をします。



	名称	ﾔﾝｸﾞ係数(N/mm^2)		せん断弾性係数(N/mm^2)		単位容積重量(kN/m^3)		熱膨張係数(1.0E-5℃)
		ｺﾝｸﾘｰﾄ等	鉄筋/鉄骨	ｺﾝｸﾘｰﾄ等	鉄骨	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ等	鉄骨	
1	MX60-5-7	3857.00	0.00	500.00	0.00	0.00100	0.00000	0.0000 0
2	S60-7-7	3428.00	0.00	500.00	0.00	0.00100	0.00000	0.0000 0
3								

床のCLTパネルの材料の名称を「MX60-5-7」として、ヤング係数の「コンクリート等」に面内方向の強軸のヤング係数「3857」、せん断弾性係数の「コンクリート等」に面内方向の共通のせん断剛性「500」、単位容積重量の「鉄筋コンクリート等」に微小値（本例では0.001）を入力します。

壁のCLTパネルの材料の名称を「S60-7-7」として、ヤング係数の「コンクリート等」に面内方向の強軸のヤング係数「3428」、せん断弾性係数の「コンクリート等」に面内方向の共通のせん断剛性「500」、単位容積重量の「鉄筋コンクリート等」に微小値（本例では

0.001）を入力します。

尚、ヤング係数、せん断剛性係数の入力で、「コンクリート等」に入力しているのは、CLTパネルの構造種別を「その他」とするためです。また、単位容積重量を微小値にしているのは、固定荷重でCLTパネルの重量を含めているためです。

2-4 断面性能の入力

[架構]→[断面性能]の入力により、CLT壁パネル、垂れ壁、パネルゾーン部分の断面性能の直接入力をします。

ｸﾞﾘｯﾄﾞｼｰﾄ設定

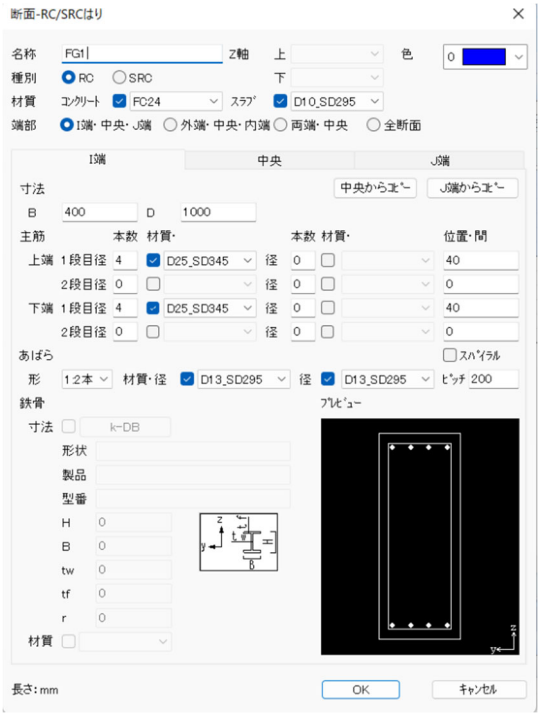
	名称	断面積(mm^2)	せん断用断面積(mm^2)		断面二次ﾓｰﾒﾝﾄ(mm^4)			色
		A	Asz(面内)	Asy(面外)	Iy(面内)	Iz(面外)	Ix(捻り)	
1	CLT壁	3.7800E5	3.2118E5	3.2118E5	1.0210E11	1.3890E9	5.1480E9	0
2	垂れ壁	1.5750E5	1.3382E5	1.3382E5	7.3830E9	5.7880E8	1.9070E9	0
3	PZ-軸	8.4118E4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
4	PZ-はり	7.8800E5	6.6910E5	6.6910E5	3.6915E10	2.8940E9	9.5350E9	0
5	PZ-柱	7.8800E5	6.6910E5	6.6910E5	3.6915E10	2.8940E9	9.5350E9	0
6	木はり	1.8900E2	1.6000E2	1.6000E2	1.2760E10	6.9460E8	2.3690E9	0
7	S1	4.0000E5	3.3987E5	3.3987E5	3.3333E10	5.3333E9	1.5969E10	0
8								

2-5 断面の入力

[架構]→[断面]→[RC/SRCはり]を選択し、基礎はりの断面の入力をします。

基礎はりの符号は、FG1として、寸法のBに「400」、Dに「1000」の入力をします。

行ラベルを左ダブルクリックすると、断面入力のダイアログが開きます。I端、中央、J端は同じ断面、配筋とします。

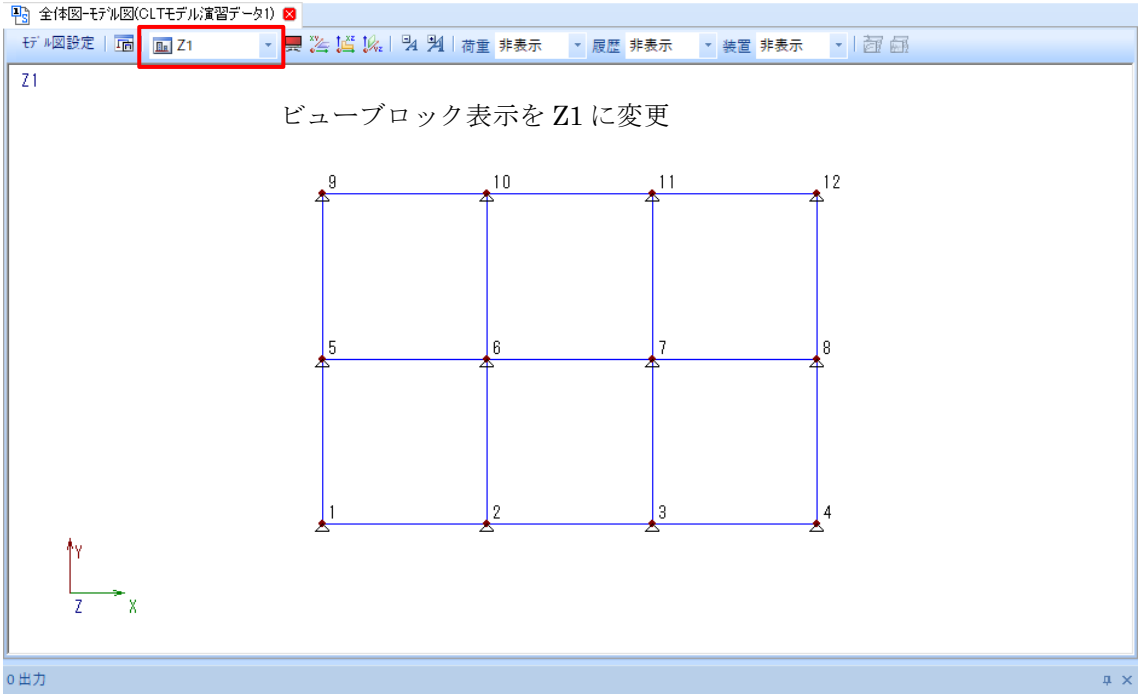


次に1階床のスラブ厚を入力します。

[架構]→[断面]→[スラブ]を選択し、名称・スラブ厚・材質を入力します。本例は、名称を「S1」として、スラブ厚を150mm、材質をFC24とします。

2-6 はり部材の配置

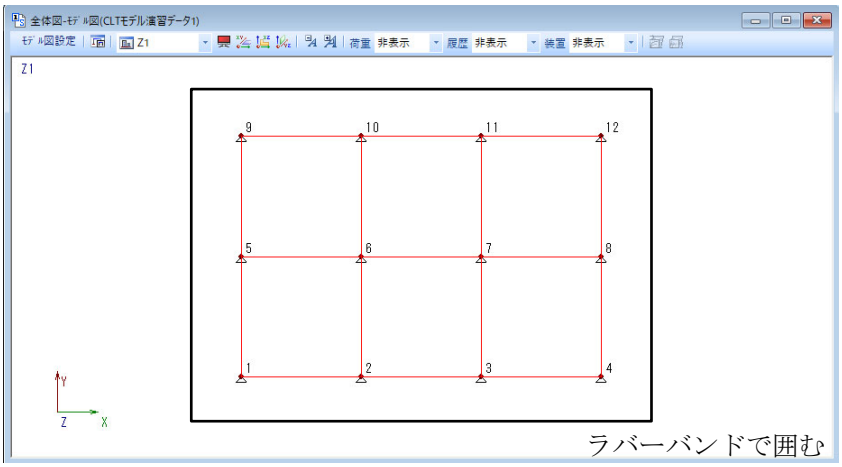
1, 2, 3階のはり部材を配置します。ビューブロックの表示で、Z1を選択します。



認識モードの選択において、はりのアイコンのみを左クリックし、はり部材の編集を可能にします。下図に示す認識モードのアイコンで、はりのアイコンのみ左クリックします。

はりの認識モードのアイコン

モデル図上で、ラバーバンドにより、はり部材を囲みます。はり部材が赤く反転します。尚、赤く反転したはり部材が編集対象となります。本データは、すべて同じ基礎ばりであるので、全体を囲み、すべてのはり部材を選択しましたが、異なる基礎ばりを配置する場合は、同じ断面の基礎ばりを選択してください（はり部材を複数選択する場合は、Shift キーを押しながら、はりを左クリックするか、ラバーバンドで囲みます）。



ラバーバンドで囲む

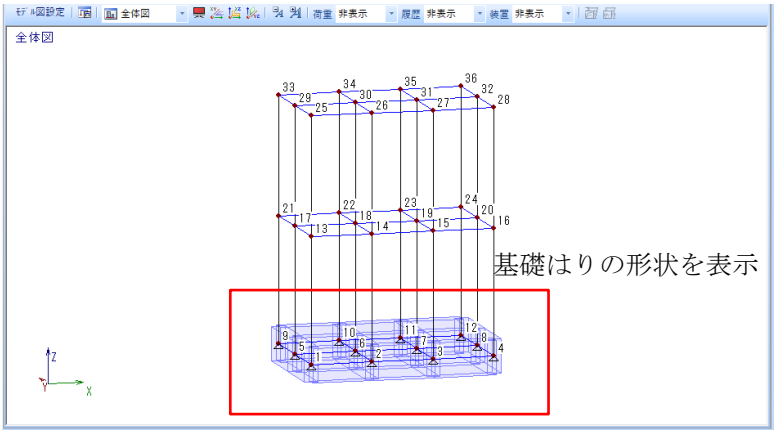
ここで、はり部材のプロパティで設定の変更をします。基礎ばりは、断面と計算条件の入力を行い、自動計算機能により、部材剛性や、弾塑性モデルなどの自動生成を行います。

はりのプロパティの種別が「種別編集」であることを確認して、以下の設定をします。

① 「構造種別」を「0:RC/SRC」を選択します。
② 「断面」の入力で、「FG1」を選択します。

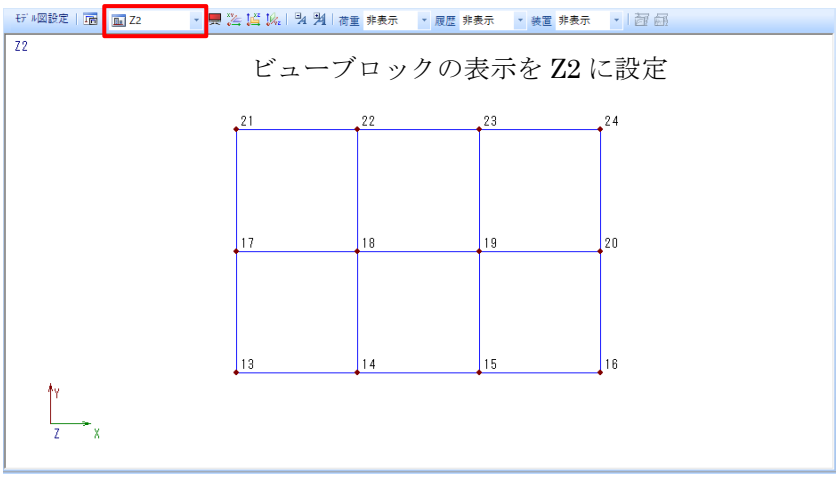
表示モードの「部材のボリューム」のアイコンを左クリックすると、部材形状が表示されます。

「部材のボリューム」表示のアイコン

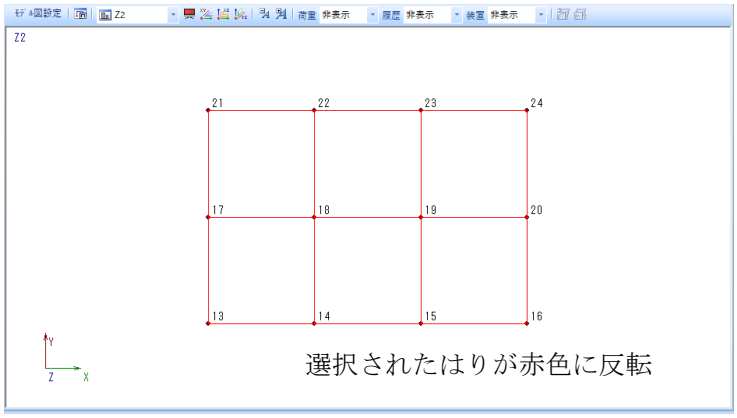


次に、2階、3階のはりの配置をします。本モデルは、CLTの床パネルを配置するので、木はりはありません。しかし、モデルを作成するために、はりを配置する必要があります。そこで、CLT床パネルを木はりと見做し、「1.入力モデル概要」の記載に従って、木はりの幅をCLT床パネルの厚さの5倍と設定して、幅1050×成210mmのはりを配置します。尚、材料、断面性能は直接入力した値を選択します。

ビューブロックの表示をZ2に設定します。



1階と同様に、はりの認識モードを有効にして、ラバーバンドでモデル図の全体を囲みます。選択されたはりは、赤色に反転します。



はりのプロパティを以下のように設定します。尚、特に設定しない箇所については、デフォルト設定としてください。

① 「構造種別」を「その他」とします。

② 「非線形」を「0:しない」を選択します。

③ 「材料」の「自動生成」を「しない」として、「名称」をCLT床パネルの材料として入力した「MX60-5-7」を選択します。

④ 「断面性能：の「自動生成」を「しない」として、「名称」を断面性能で直接入力した「木はり」を選択します。

⑤ 「剛域」の「自動生成」を「しない」に選択します。

⑥ 「危険断面位置」の「自動生成」を「しない」に選択します。

同じ設定をZ3層についても行います。

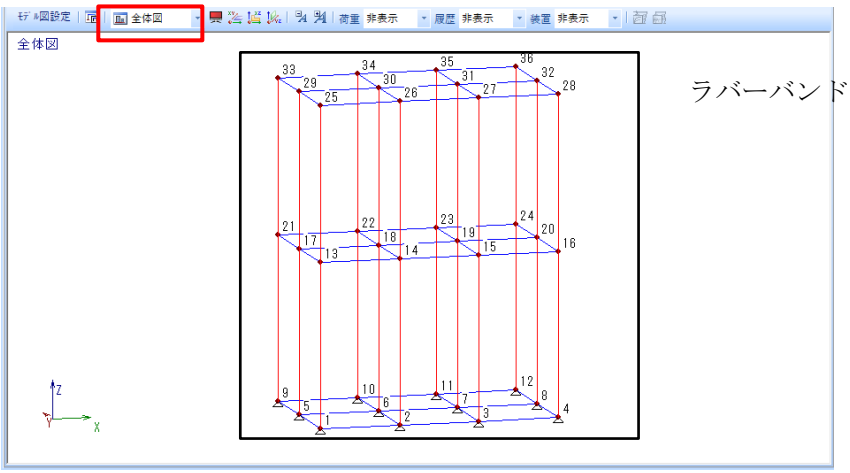
2-7 柱、はり部材の削除

鉛直の部材はCLT壁パネルを配置します。そこで、モデルの自動生成で作成された柱部材を削除します。

認識モードの柱の認識モードのアイコンのみを有効にします。

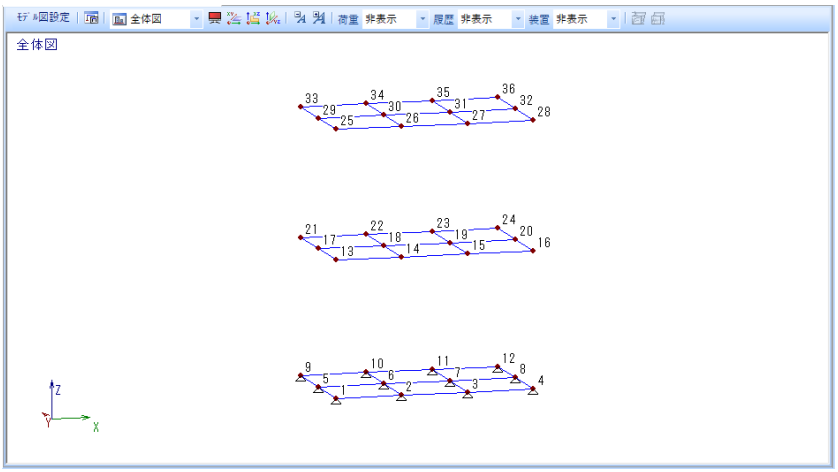
表示の設定を「全体図」として、ラバーバンドによりモデル図を囲みます。選択された柱部材が赤色に反転します。

「全体図」を選択

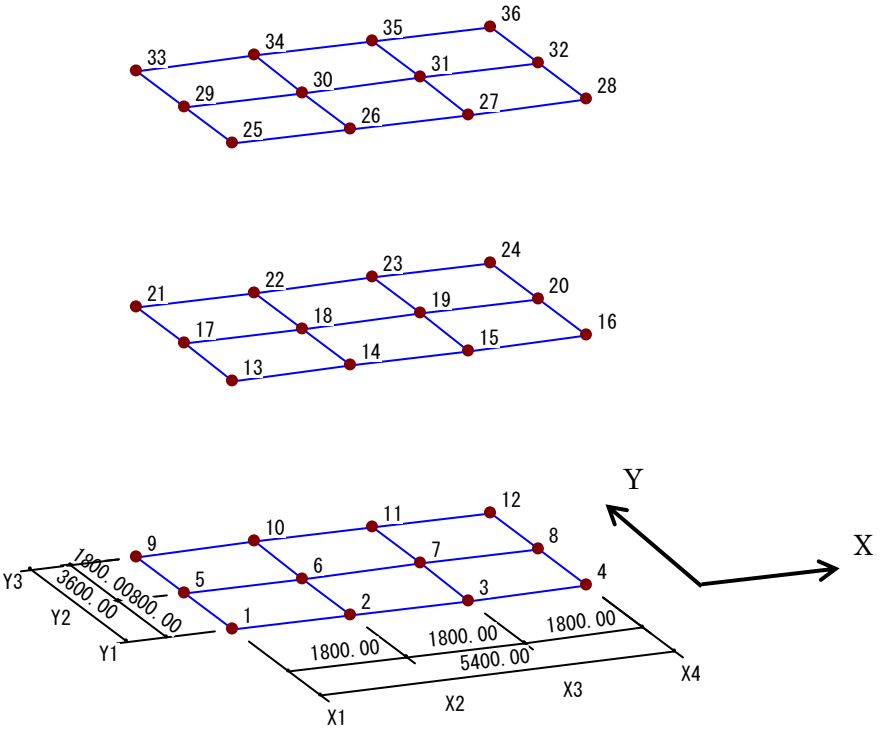


ラバーバンドで囲む

Delete-キーを押して、柱部材を削除します。



柱部材が削除されます。



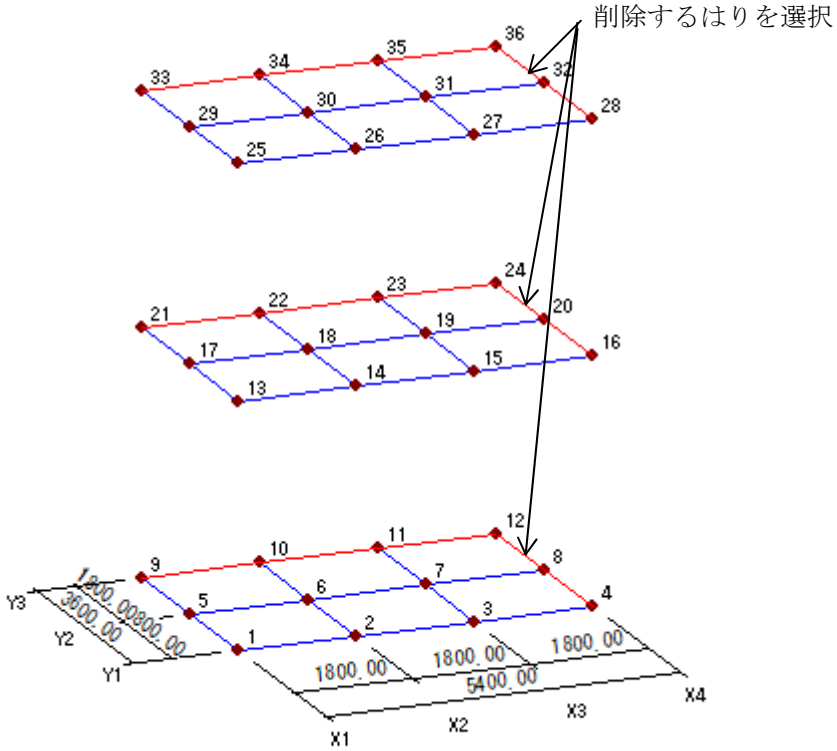
本例では、CLT の壁パネルを上図で示した X 方向の Y1,Y3 フレーム、Y 方向の X1,X4 フレームに配置します。配置する CLT の壁パネルは、Y1 フレームと Y3 フレームが同じ壁パネル、X1 フレームと X4 フレームが同じ壁パネルを配置するとします。そこで、Y1 フレームと X1 フレームに配置した壁パネルを Y3 フレーム、X4 フレームに平行複写の機能による配置します。

はり、壁パネルの平行複写を行うと、すでに配置した Y3 フレームと X4 フレームのはりが重複されて配置されます。そこで、Y3 フレーム、X4 フレームに配置したはりを削除します。

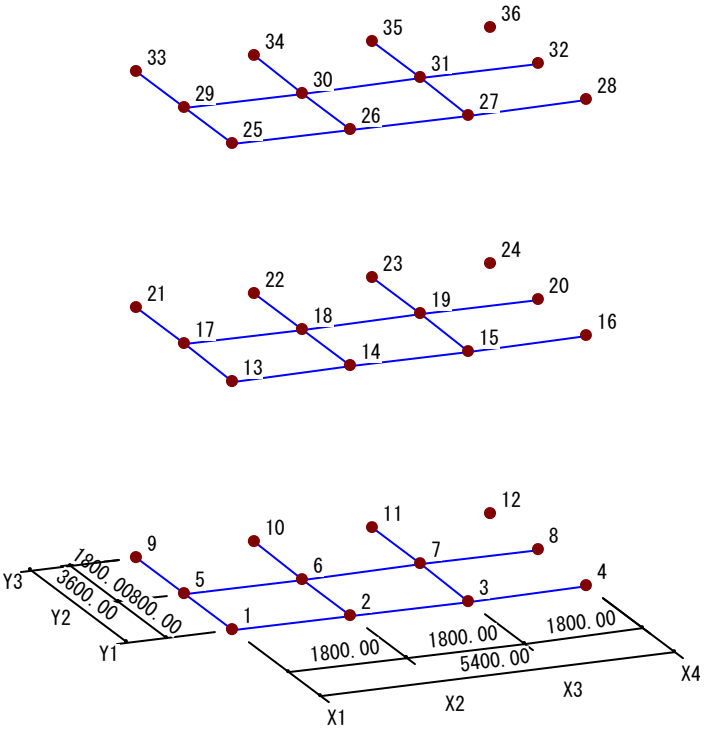
認識モードのはりの認識モードのアイコンのみ有効にします。

はりの認識モードのアイコン

削除するはりをモデル図で選択します。



Delete キーを押すと、選択されたはりの削除ができます。選択されたはりが削除されます。



尚、複写機能を使用しないで、壁パネルを配置する場合は、はりの削除をしないでください。

2-8 CLT壁パネルの配置

CLT壁パネルの配置をします。CLT壁パネルの配置は、SNAP Ver8の「壁パネル構造の配置」を利用して配置します。

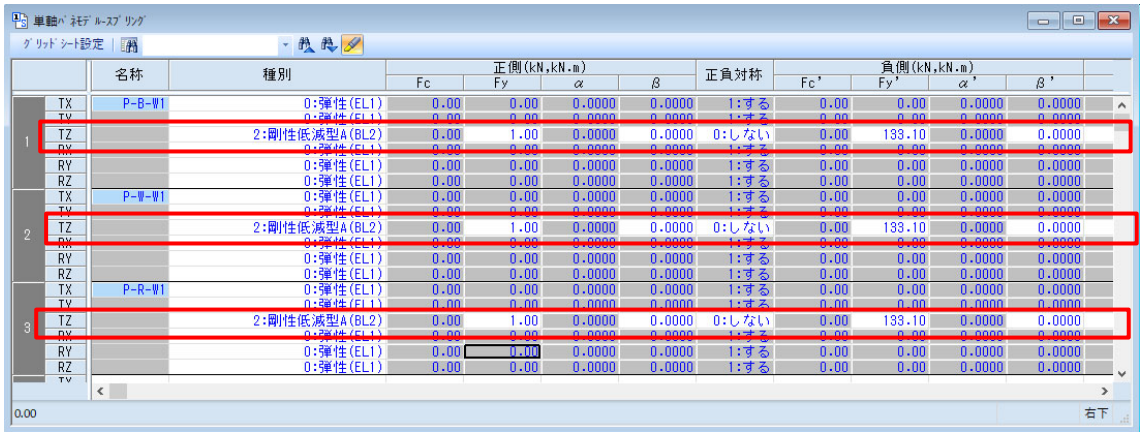
本例では、弾塑性解析(静的増分解析)に対応したデータを作成します。CLTによるパネル構造の弾塑性解析では、CLTパネルは弾性として、接合金物に非線形の設定をします。

本モデルでは、「1.入力モデル概要」で記載した引きボルト、せん断に対応したU型金物、平金物、L型金物、CLTパネルの支圧、めり込みによる圧縮を考慮した復元力特性を入力します。尚、弾塑性解析を行わない場合は、復元力特性の入力は必要ありません。

[弾塑性モデル]→[単軸バネモデル]→[スプリング]を選択します。

引きボルトは、引張力のみに対応します。そこで、SNAP Ver8のBL2モデルの圧縮の降伏耐力を微小値(本例では1kNに設定)として、引張降伏力を入力します。

下図は、引きボルトの復元力特性の入力を示しています。ここでは、名称を基礎-壁の引きボルトをP-B-W1、壁-壁をP-W-W1、屋根-壁をP-R-W1としています。



		名称	種別	正側(kN,kN.m) Fc	Fy	α	β	正負対称	負側(kN,kN.m) Fc'	Fy'	α'	β'
1	TX	P-B-W1	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	TZ		2:剛性低減型A(BL2)	0.00	1.00	0.0000	0.0000	0:しない	0.00	133.10	0.0000	0.0000
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
2	TX	P-W-W1	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	TZ		2:剛性低減型A(BL2)	0.00	1.00	0.0000	0.0000	0:しない	0.00	133.10	0.0000	0.0000
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
3	TX	P-R-W1	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	TZ		2:剛性低減型A(BL2)	0.00	1.00	0.0000	0.0000	0:しない	0.00	133.10	0.0000	0.0000
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00	0.0000	0.0000

P-B-W1、P-W-W1、P-R-W1の引きボルトは、基準座標系でTZ方向に設定します。種別は「2:剛性低減型A(BL2)」として、正負対称で「しない」を選択し、正側のFyを1.0、βを0、負側のFyを133.1、βを0とします。

U型金物、平金物、L型金物の復元力特性を入力します。U型金物、L型金物はX,Y方向のせん断に対応します。そこで、U型、L型金物は、基準座標系でX,Y方向に復元力特性の入力をします。平金物は、基準座標系でZ方向のせん断力に対応します。

U型、L型金物は、下図に示すように、X,Y方向に設定をします。X方向のU型、L型金物の復元力特性の名称に_X、Y方向のU型、L型金物の復元力特性の名称に_Yを付けています。

X方向の復元力特性は、基準座標系でTX方向に、Y方向の復元力特性は、局部座標系でTX方向に設定をします。尚、U型、L型の復元力特性は、トリリニア型に対応した「鉄鋼剛性低減型F(ST3)」とします。

4	TX	U型_X	7:鉄鋼剛性低減型F(ST3)	41.80	92.40	0.530	0.000	1:する	0.00	0.00
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	TZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
5	TX	U型_Y	7:鉄鋼剛性低減型F(ST3)	41.80	92.40	0.530	0.000	1:する	0.00	0.00
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	0:しない	0.00	0.00
	TZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
6	TX	L型_X	7:鉄鋼剛性低減型F(ST3)	99.00	214.50	0.860	0.000	1:する	0.00	0.00
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	TZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
7	TX	L型_Y	7:鉄鋼剛性低減型F(ST3)	99.00	214.50	0.860	0.000	1:する	0.00	0.00
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	0:しない	0.00	0.00
	TZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00

平金物は、Z方向に設定をします。復元力特性は、U型、L型金物と同様に鉄鋼剛性低減型F(ST3)」とします。

8	TX	平型金物	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00
	TY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00
	TZ		7:鉄鋼剛性低減型F(ST3)	84.10	176.90	0.6500	0.0000	1:する	0.00	0.00
	RX		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00
	RY		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00
	RZ		0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.0000	0.0000	1:する	0.00	0.00

圧縮バネは、引きボルトと同様に、基準座標系のZ方向に設定をします。

下図は、圧縮バネの復元力特性入力例を示しています。

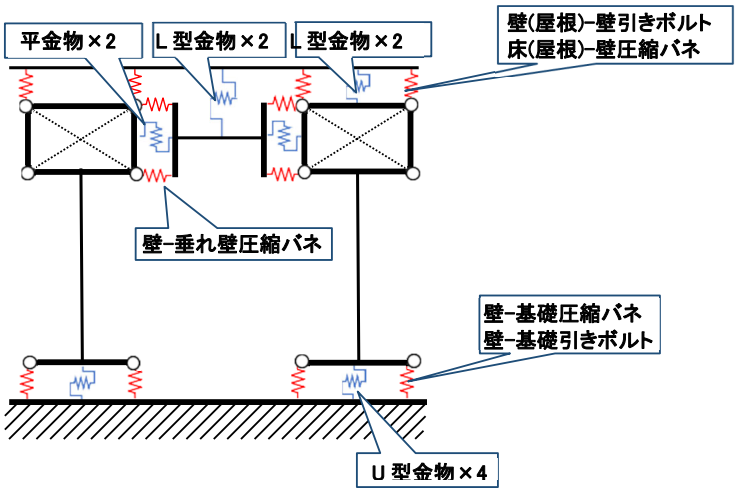
C-B-W1	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	2:剛性低減型A(BL2)	0.00	620.80	0.000	0.000	0:しない	0.00	1.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
C-F-W1	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	2:剛性低減型A(BL2)	0.00	402.70	0.000	0.125	0:しない	0.00	1.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
C-HAW1	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	2:剛性低減型A(BL2)	0.00	236.30	0.000	0.125	0:しない	0.00	1.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
	0:弾性(EL1)	0.00	0.00	0.000	0.000	1:する	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000

本例では、名称をC-B-W1,C-F-W1,C-HAW1としました。C-B-W1は、基礎-壁の圧縮バネ、C-F-W1は、床(屋根)-壁の圧縮バネ、C-HAW1は、垂れ壁の圧縮バネを示しています。

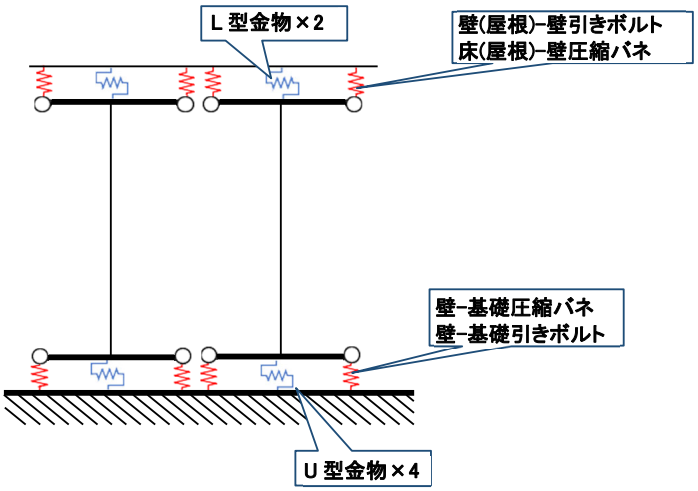
復元力特性は、バイリニアモデルの剛性低減型A(BL2)として、正負対称で「しない」を選択し、圧縮方向の降伏力を*1.入力モデル概要*で示した値とし、引張方向は微小値(本例では、1kNに設定)としました。

降伏後の剛性低下率は、初期剛性に対して、基礎-壁は0、床(屋根)-壁は1/8、垂れ壁は1/8としました。

X方向、Y方向に設定する接合部の初期のバネ剛性、復元力特性を下図に示します。尚、下図において、引きボルトの壁(屋根)の表記は、2階部分は壁-壁間の引きボルト、3階部分は屋根-壁間の引きボルトを配置することを示しています。圧縮バネも同様に、2階部分は床-壁の圧縮バネ、3階部分は屋根-壁の圧縮バネを配置することを示しています。



X方向



Y方向

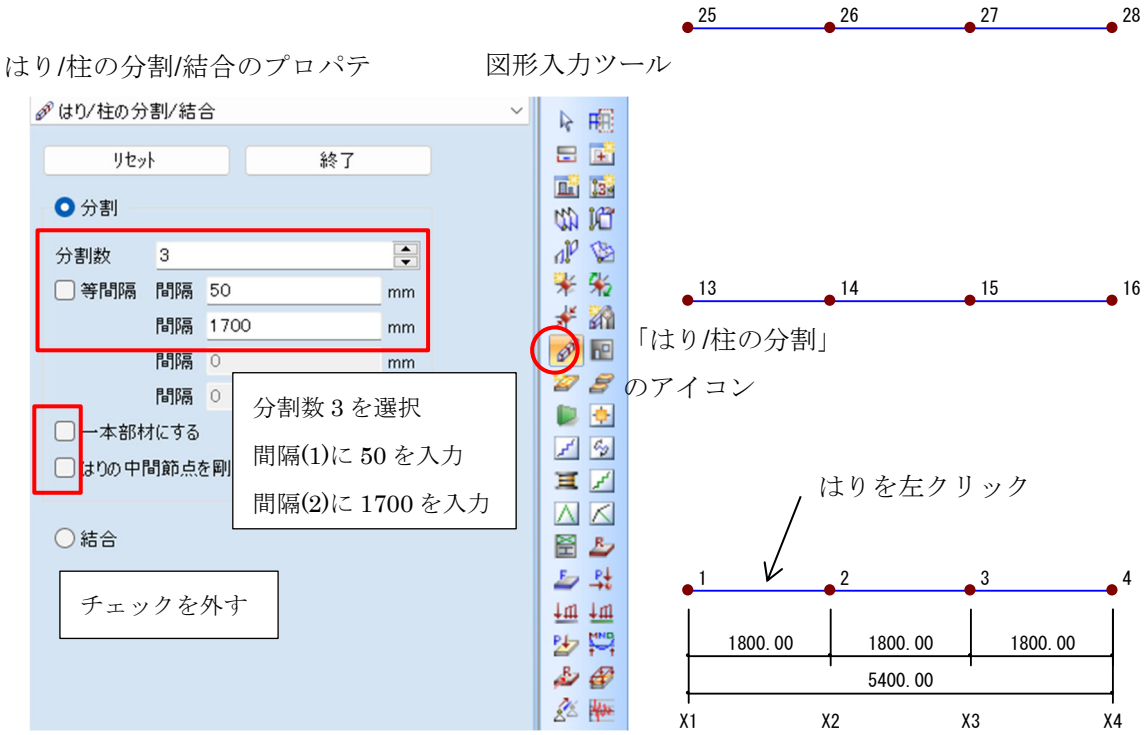
図2-8-1 スプリングの配置

CLT壁パネルは、SNAP Ver8の[ツール]→[架構]→[壁パネル構造の配置]を利用しますが、壁のクリアランスに考慮するために節点の分割を利用して、節点の追加をします。

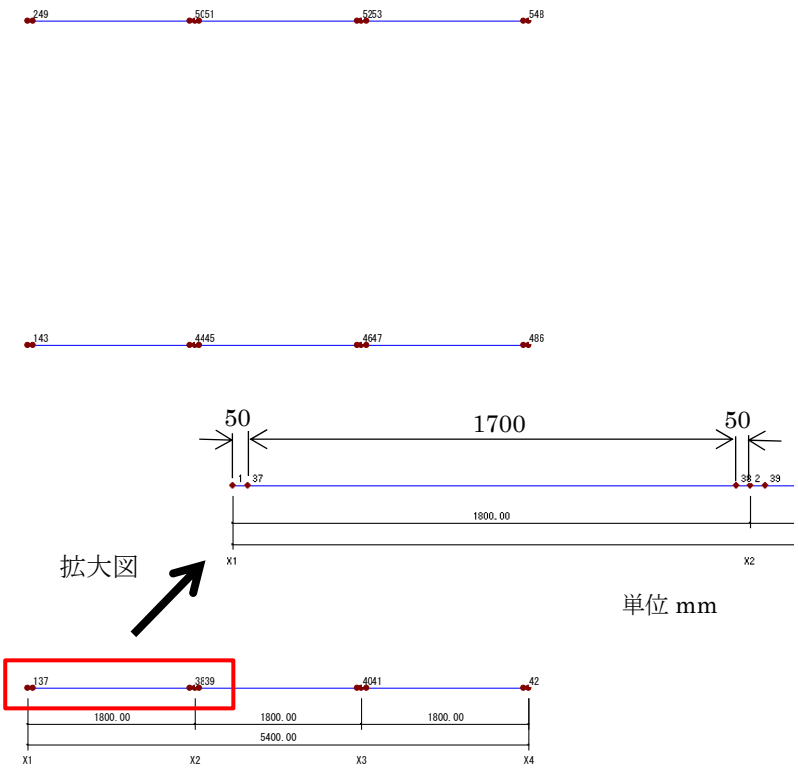
1. 入力モデル概要で記載したように、CLT壁-壁間のクリアランスは100mmです。

尚、本例では、引きボルト、接合金物、圧縮バネの復元力特性を 1 ヶ所（1基分）で入力しました。配置するバネ個数あたりの値を入力する場合は、剛性および耐力に個数倍した値を入力します。

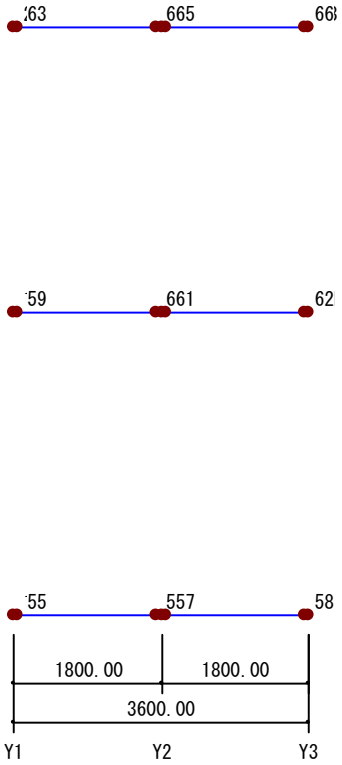
そこで、下図に示すように、はりの分割機能を利用して、節点を追加します。Y1フレームのビューブロックを表示します。はりの分割は、図形入力ツールにおいて「はり/柱の分割/結合」のアイコンを選択します。表示された「はり/柱の分割/結合」のプロパティにおいて、「分割数」に「3」、「等間隔」のチェックを外して、「間隔(1)」に「50」、「間隔(2)」に「1700」、「一本部材にする」、「はりの中間節点を剛床に含める」のチェックを外します。はりの認識モードを有効にして、モデル図上で、はりを左クリックします。



次ページに、はりの分割を行った Y1 フレーム、X1 フレーム図を示します。



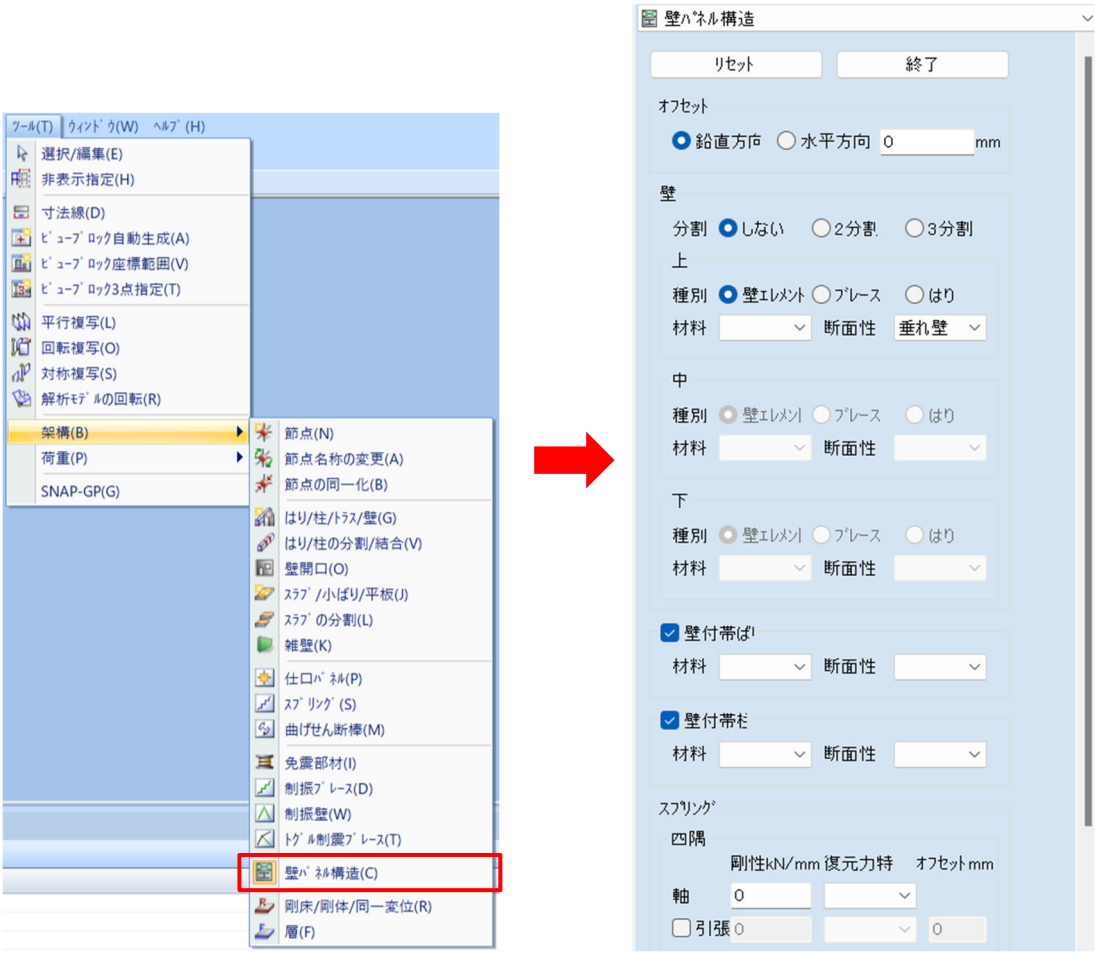
Y1 フレーム



X1 フレーム

SNAP Ver8 の[ツール]→[架構]→[壁パネル構造]を選びます。「壁パネル構造」のプロパティが表示されます。

壁パネル構造の配置のプロパティ



初めに、Y1 フレームに、パネルゾーンを設定した壁パネルを配置します。

「壁パネル構造」の設定は、2 階部分の設定を標準として、圧縮バネ、U 型金物、平金物、L 型金物の剛性および復元力特性を入力して配置をします。基礎-壁、屋根-壁部分は、2 階部分を標準として配置された剛性および復元力特性を修正します。

引きボルトについては、1 階を基礎-壁、2 階を壁-壁、3 階を屋根-壁の剛性および復元力特性を壁パネルの端部の節点-節点間に直接配置をします。また、L 型金物は片面のみを配置して、壁パネルの配置後、両面（L 型金物のスプリングを追加配置）に直接配置します。

次ページに、2 階を標準として設定した「壁パネル構造」の入力を示します。

①鉛直方向のオフセットは CLT 床パネル厚 210 の 1/2(210/2=105mm)を入力

②壁は、壁パネルとパネルゾーンで構成されるので「2 分割」を選択

③上部はパネルゾーンであるので、「ブレース」を選択

④壁パネルの材料名「S60-7-7」を選択、「断面性能」はパネルゾーンのトラスの断面名「PZ-軸」を選択

⑤中部分は、壁パネルであるので、「種別」を「壁エレメント」を選択

⑥材料を「S60-7-7」、断面性能を「CLT 壁」を選択

⑦パネルゾーンの壁付帯ばりにチェック

⑧壁付帯ばりの「材料」は「S60-7-7」、「断面性能」は「PZ-はり」を選択

⑨パネルゾーンの壁付帯柱にチェック

⑩壁付帯柱の「材料」は「S60-7-7」、「断面性能」は「PZ-柱」を選択

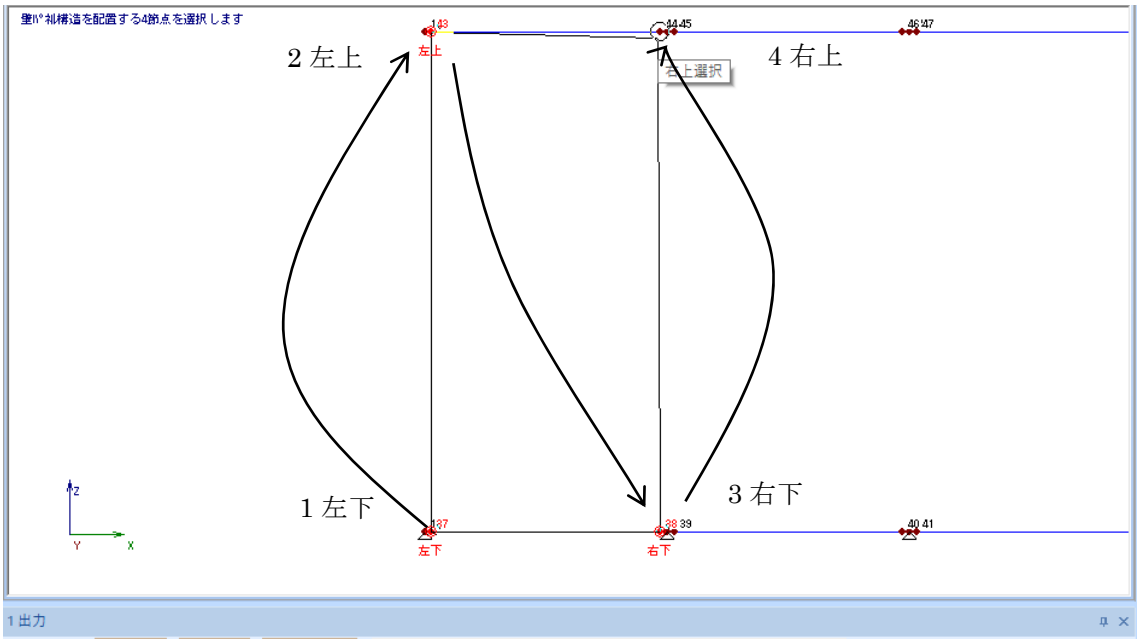
⑪スプリングの四隅の圧縮方向の軸の剛性に床、屋根、床-壁の初期剛性 Kw-f の値 49.1kN/mm を入力。復元力特性は、床、屋根-壁の復原力特性名「C-F-W1」を選択

⑫引張のチェック外す。<u>尚、壁パネルの端部以外に引きボルトを配置する場合は、引きボルトの剛性、復元力特性、オフセットの距離を入力。</u>

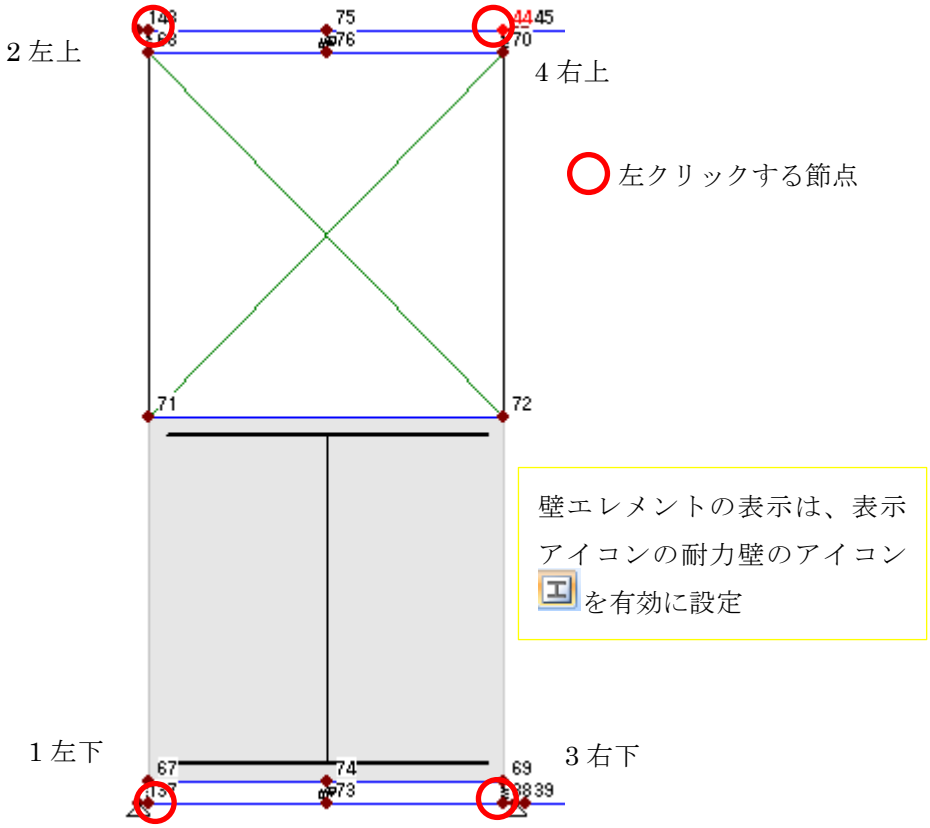
⑬スプリングの中にチェック

⑭L 型金物の初期剛性 23.1kN/mm を入力。復元力特性は、L 型金物の「L 型 X」を選択。

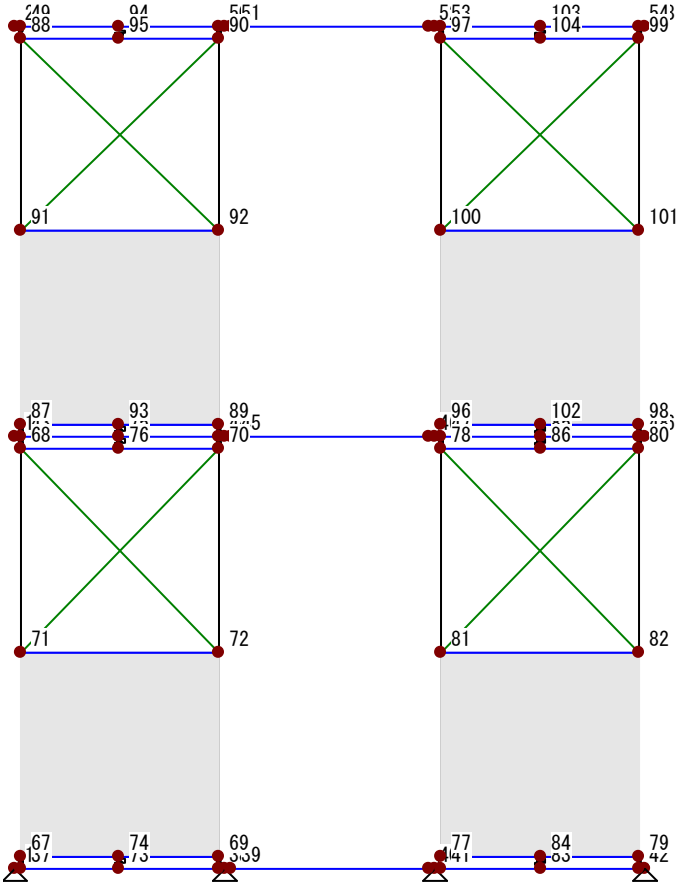
壁パネルの配置をします。下図に示すように、通り心の節点から 50mm オフセットした節点を、左下→左上→右下→右上の順にクリックします。



下図に示すように、壁パネルとパネルゾーンが配置されます。



同じ要領で、1 階、2 階部分にパネルゾーンを考慮した CLT 壁パネルを配置します。

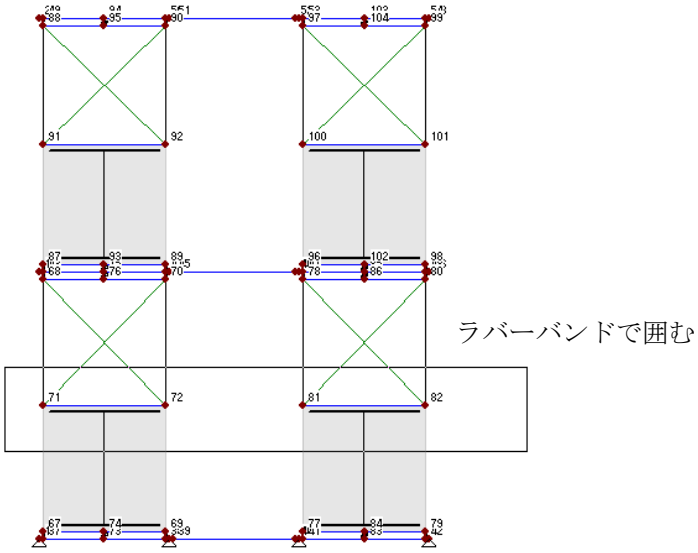


垂れ壁の高さを考慮して、パネルゾーンの Z 方向の節点座標位置を変更します。

認識モードの節点の認識アイコンのみ有効にします。

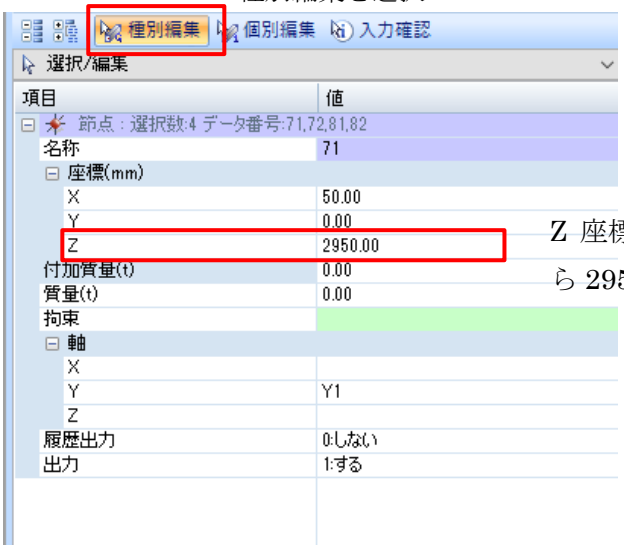
節点の認識アイコン

下図で示した節点をラバーバンドで囲みます(1 階部分)。



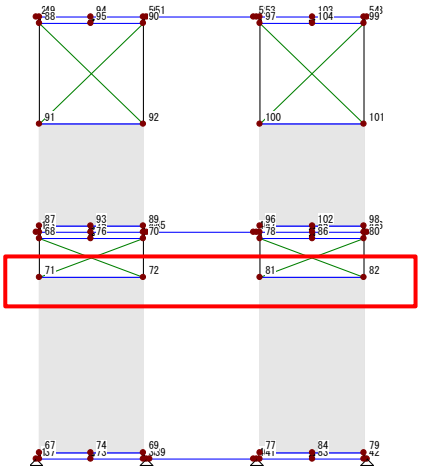
表示された節点のプロパティで、「種別編集」のタグを選択して、座標の Z を 1850 から、3700-750=2950 に変更します。

種別編集を選択



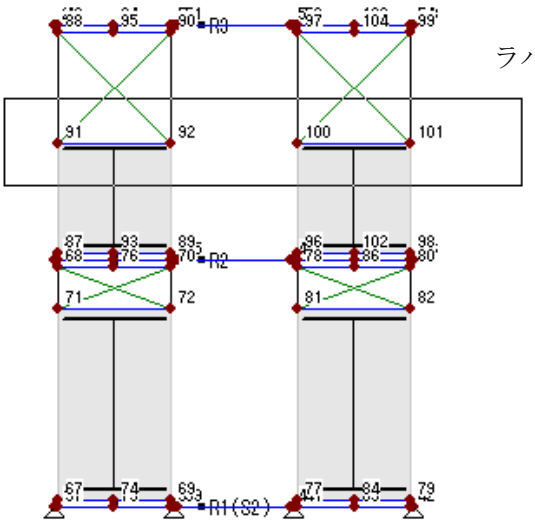
Z 座標を 1850 から 2950 に変更

節点が移動します。



節点が移動

2 階も同様に節点の移動をします。

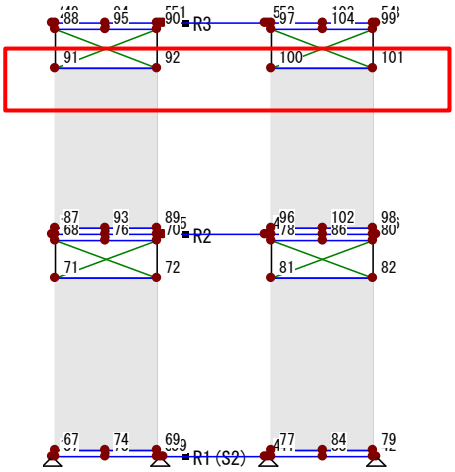


ラバーバンドで囲む

表示された節点のプロパティで、「種別編集」のタグを選択して、座標の Z を 5450 から、3700-750=6450 に変更します。

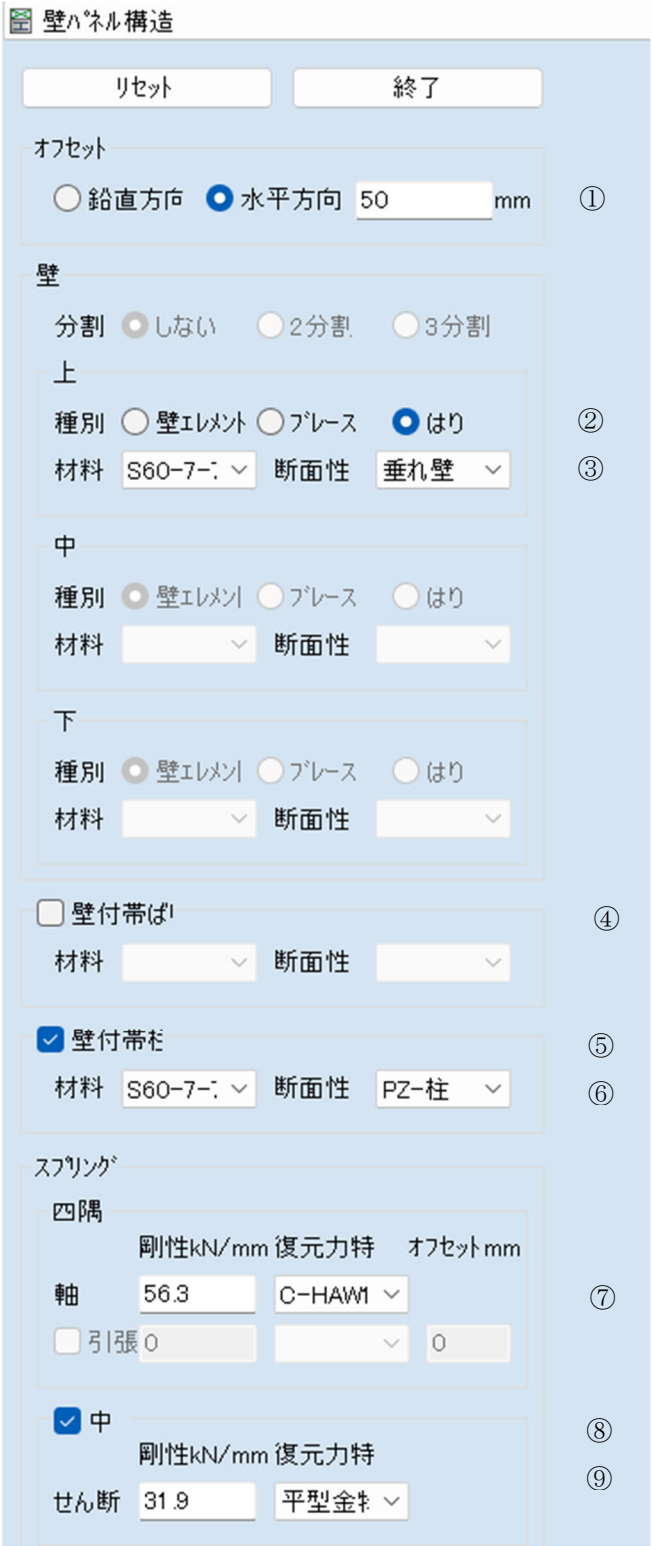
種別編集を選択

Z 座標を 5450 から 6450 に変更



節点が移動

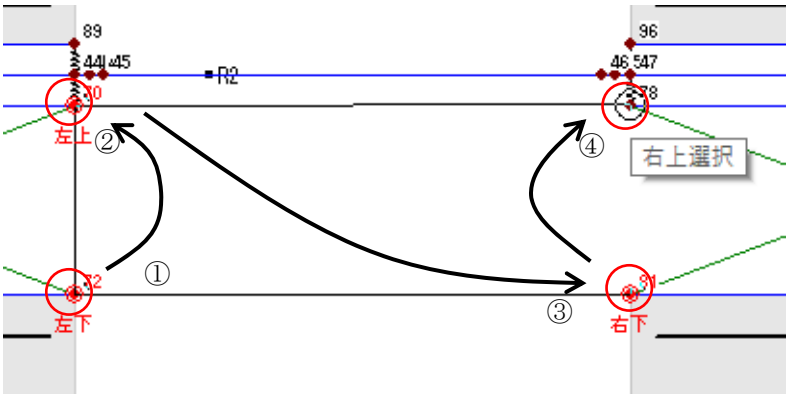
次に垂れ壁を配置します。
[ツール]→[架構]→[壁パネル構造]を選択します。



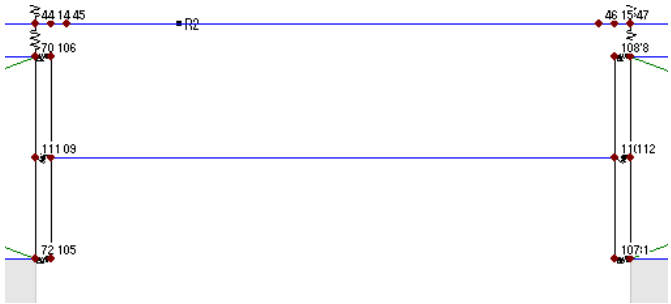
①オフセットの「水平方向」を選択して「50」mm を入力
②壁の上の「種別」は「はり」を選択。
③「材料」は「S-60-7-7」、「断面性能」は「垂れ壁」を選択。

④「壁付帯ばり」のチェックを外す
⑤「壁付帯柱」のチェック
⑥「材料」は「S60-7-7」を選択。「断面性能」は「PZ-柱」を選択。
⑦スプリングの四隅の「軸」の剛性は壁-垂れ壁の圧縮バネの剛性「56.3」を入力。「復元力特性」は「C-HAW1」を選択
⑧「スプリング」の「中」をチェック
⑨平金物の片面の剛性「31.9」を入力。復元力特性は「平型金物」を選択

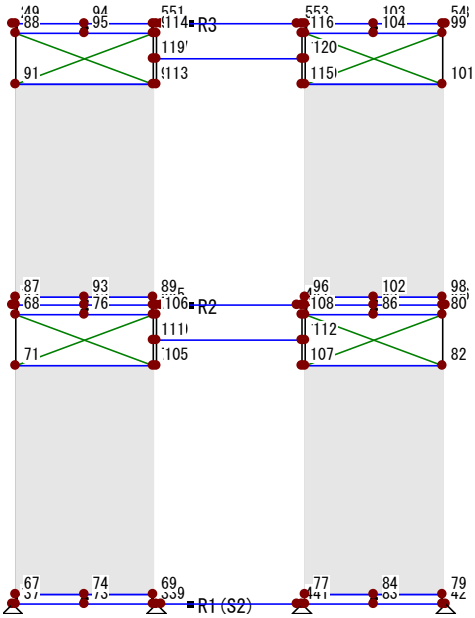
垂れ壁を配置します。下図に示すように、パネルゾーンの 4 つの節点を左下、左上、右下、右上の順でクリックします。



垂れ壁が配置されます。

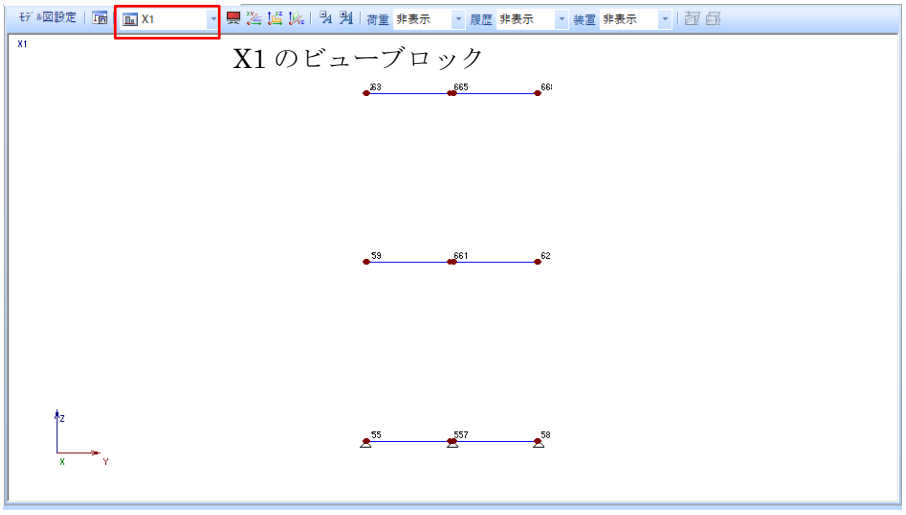


同様に、2 階に配置します。

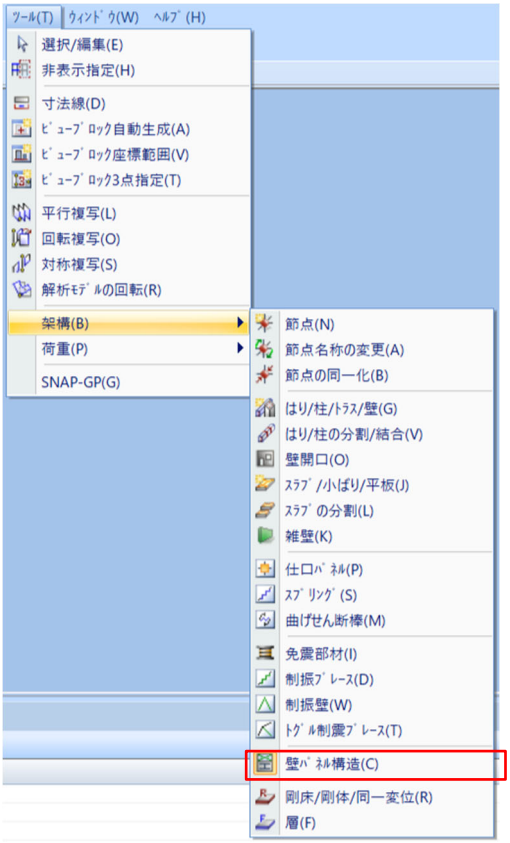


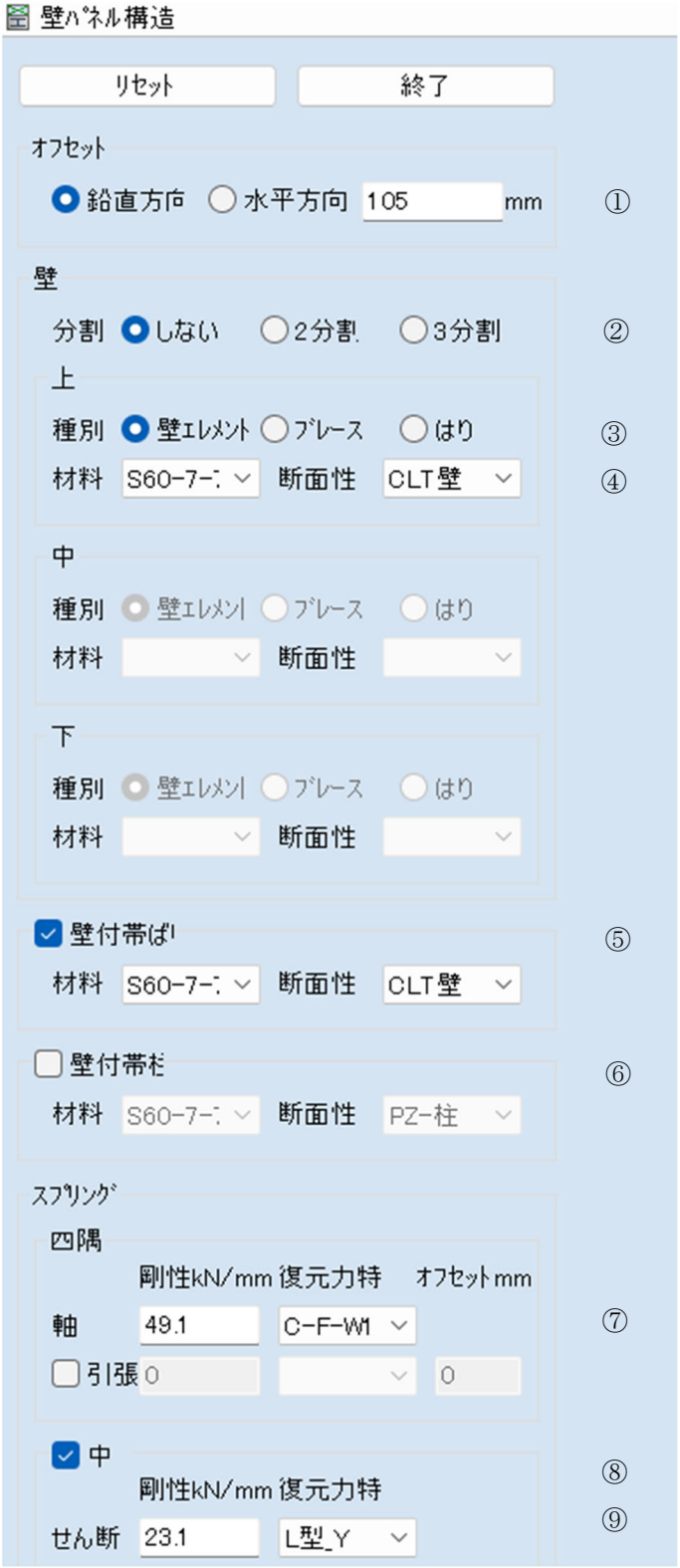
X1 フレームに CLT 壁パネルの配置をします。

ビューブロックの設定を X1 にします。



Y1 フレームと同様に、[ツール]→[架構]→[壁パネル構造]を選択します。





①オフセットの「鉛直方向」を選択。オフセットの距離に「105」mm を入力

②壁の分割を「しない」を選択

③壁の上の種別は「壁エレメント」を選択

④「材料」は「S60-7-7」を選択、「断面性能」は「CLT 壁」を選択。

⑤「壁付帯ばり」のチェックをして、「材料」は「S60-7-7」、「断面性能」は「PZ-はり」を選択。

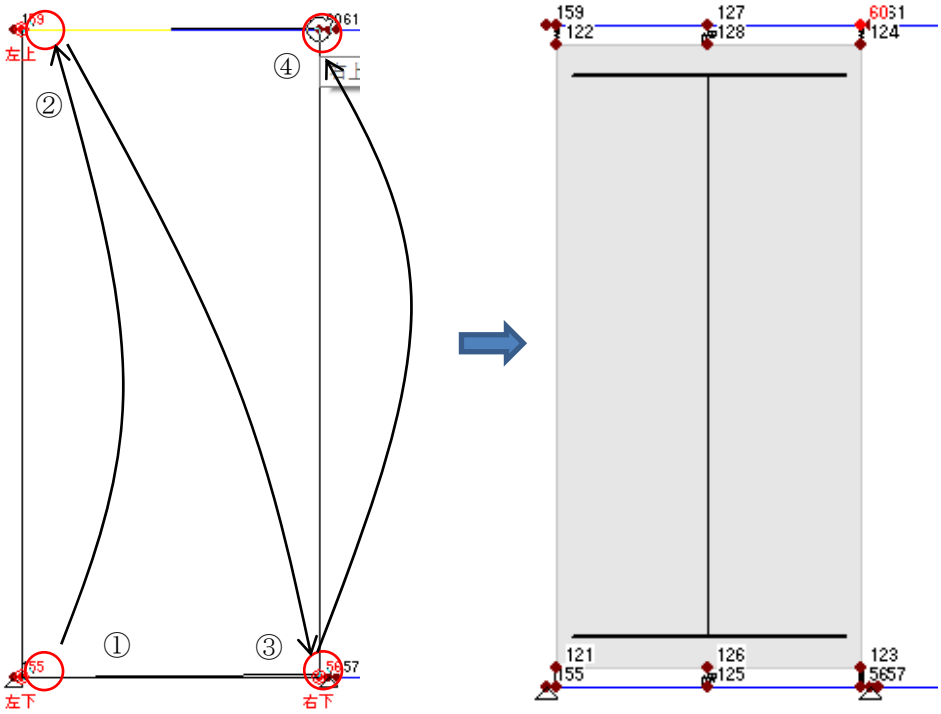
⑥「壁付帯柱」のチェックを外す。

⑦スプリングの四隅に床、屋根-壁の圧縮バネの剛性「49.1」を入力。復元力特性は、「C-F-W1」を選択。

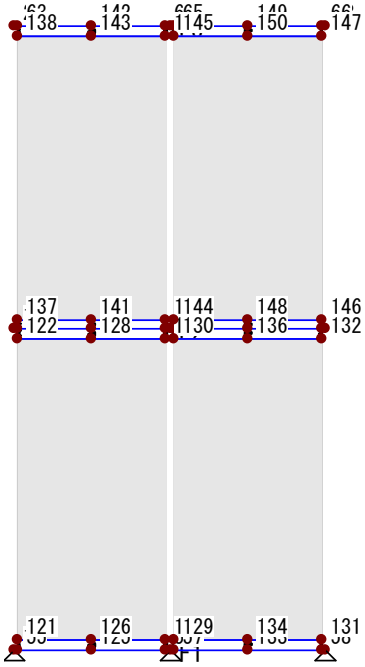
⑧スプリングの中のチェックをする。

⑨剛性は L 型金物の剛性「23.1」を入力。復元力特性は、「L 型_Y」を選択。

Y1 フレームと同様に、下図に示すように、4 つの節点をクリックして、CLT 壁パネルを配置します。



1,2 階に CLT 壁を配置します。



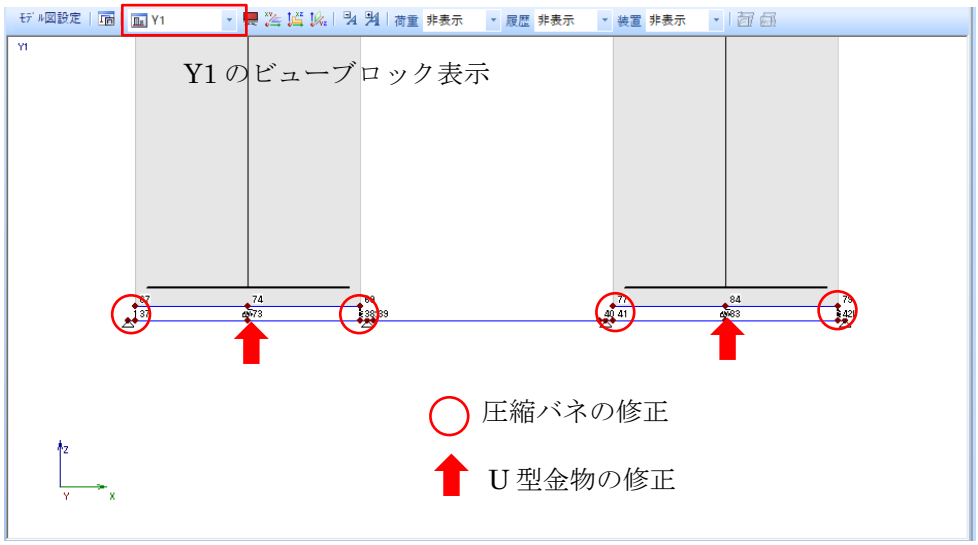
X1 フレーム

2-9 スプリングの修正

2-8 CLT 壁パネルの配置において、CLT 壁、垂れ壁の配置をしました。しかし、U 型、平型、L 型のせん断バネ、圧縮バネは、2 階を基準に配置しています。そこで、スプリングの修正をします。

Y1 フレームのビューブロックを表示します。

下図は 1 階部分で修正する引きボルト、U 型金物を示します。



認識モードのアイコンで、スプリングの認識アイコンのみ選びます。

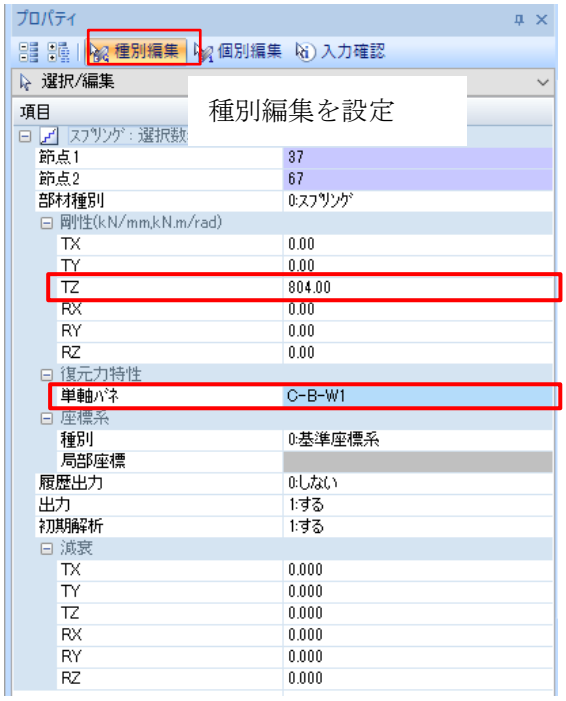
スプリングの認識モードのアイコン

SHIFT キーを押しながら、1 階の圧縮バネのスプリングをクリックします。選択された圧縮バネのスプリングが赤色に変わります。

スプリングをクリック

スプリングのプロパティにおいて「種別編集」を選択します。

種別編集において、壁-基礎の圧縮バネの剛性を 804kN/mm、復元力特性の単軸バネ名称を「C-B-W1」に変更します。

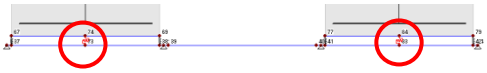


TZ 方向の剛性を 804kN/mm に変更

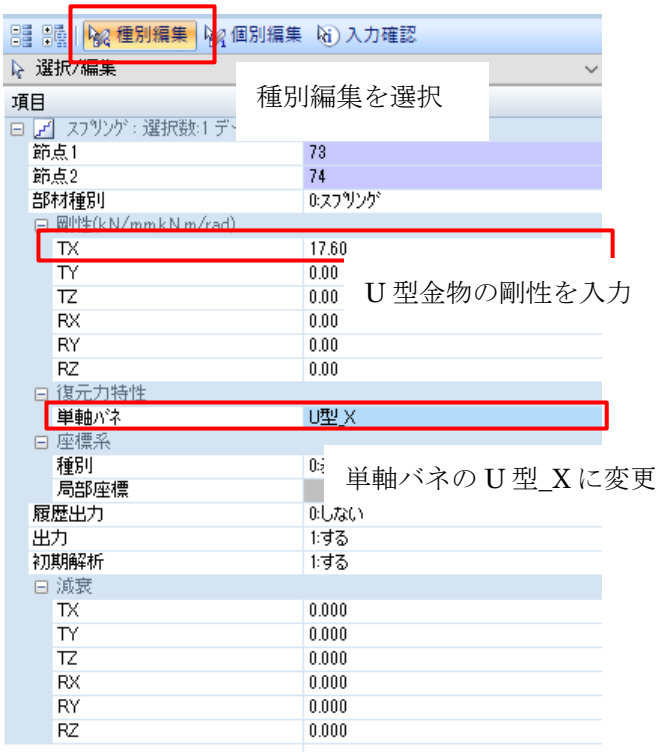
復元力特性名称を「C-B-W1」に変更

次に、1 階の L 型金物を U 型金物変更します。CLT 壁パネルの基礎-壁の U 型金物の初期剛性は 17.6kN/mm、復元力特性名称は、「U 型_X」を選択します。

スプリングの認識アイコンが有効であることを確認して、1 階 CLT 壁パネルのせん断バネ(L 型金物)に該当するスプリングを、SHIFT キーを押しながら、選択をします。



せん断のスプリングをクリック



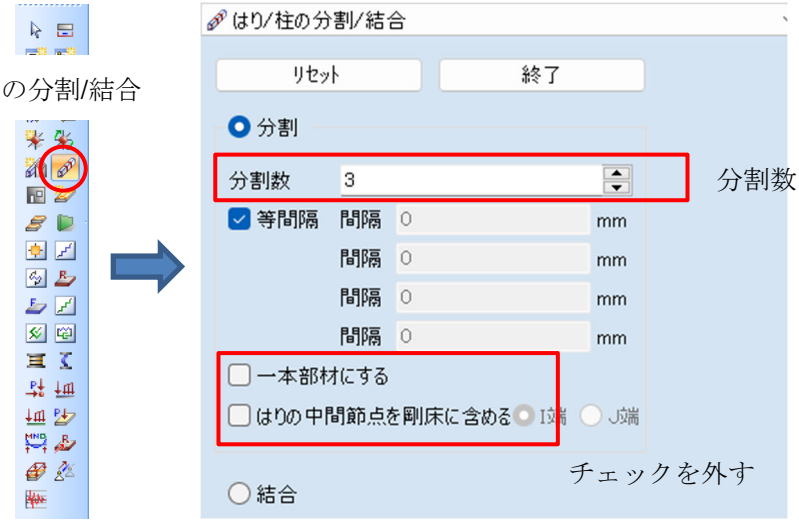
U 型金物の剛性を入力

単軸バネの U 型_X に変更

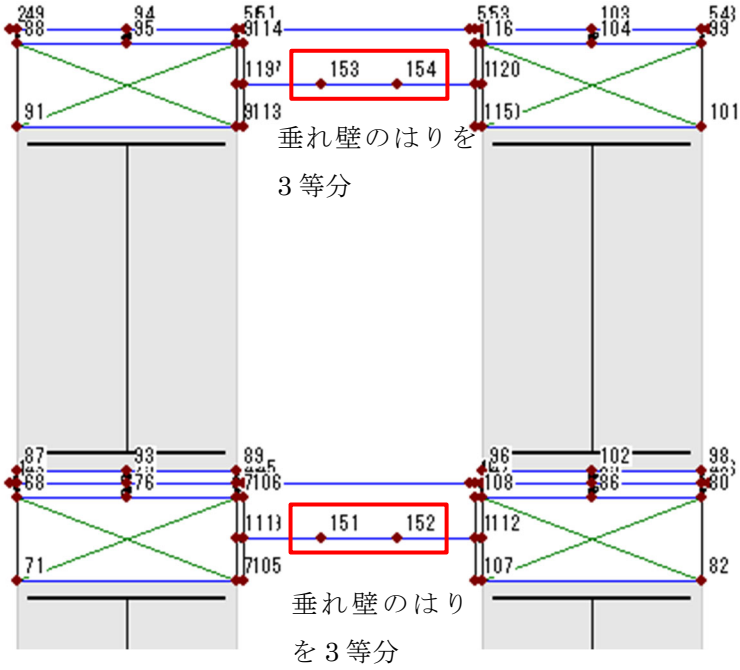
2 階の垂れ壁と床を繋ぐ、L 型金物を 2 ヵ所配置します。
はりの認識モードのアイコンを有効にします。

はりの認識モードのアイコン

図形入力ツールのはり/柱の分割/結合を選択して、表示されたはり/柱の分割/結合のプロパティで、分割数を 3、「一本部材」、「はりの中間節点を剛床に含める」のチェックを外します。



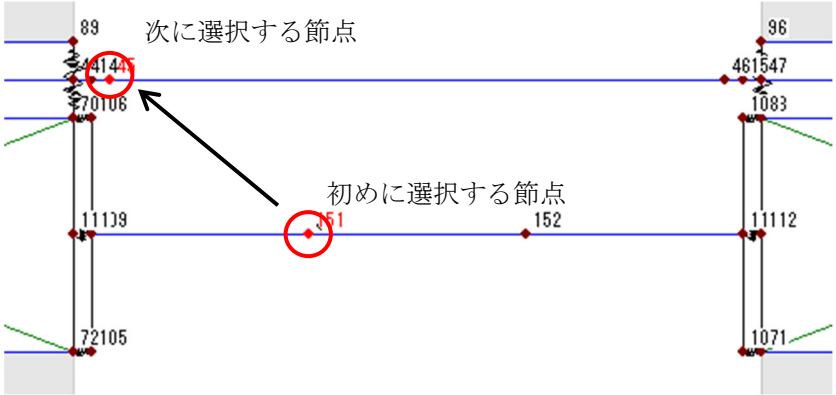
2、3 階の垂れ壁のはりをクリックします。



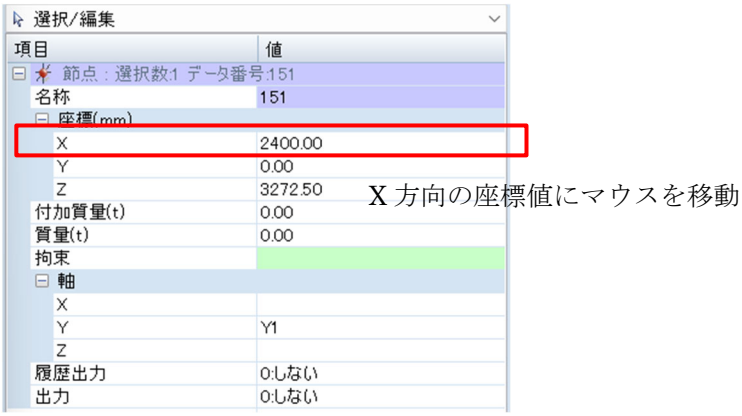
垂れ壁と床の間に L 型金物を 2 ヵ所配置します。
認識モードのアイコンを節点の認識モードに変更します。

節点の認識モードのアイコン

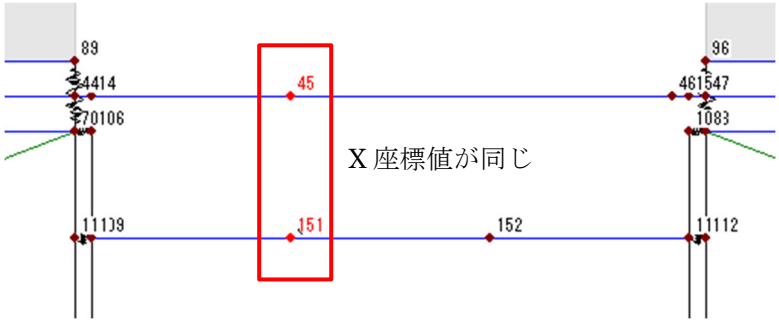
L 型金物を配置する節点の座標値を変更します。下図に示すように、垂れ壁の節点を初めに選択して、SHIFT キーを押しながら、床の節点を選択します。尚、本モデルでは、壁パネルの自動配置で作成された床ばりの節点を、L 型金物を配置する節点として利用しますが、直交方向に壁パネルなどが配置されている場合は、垂れ壁と同様に、床ばりを 3 等分して節点を生成してください。



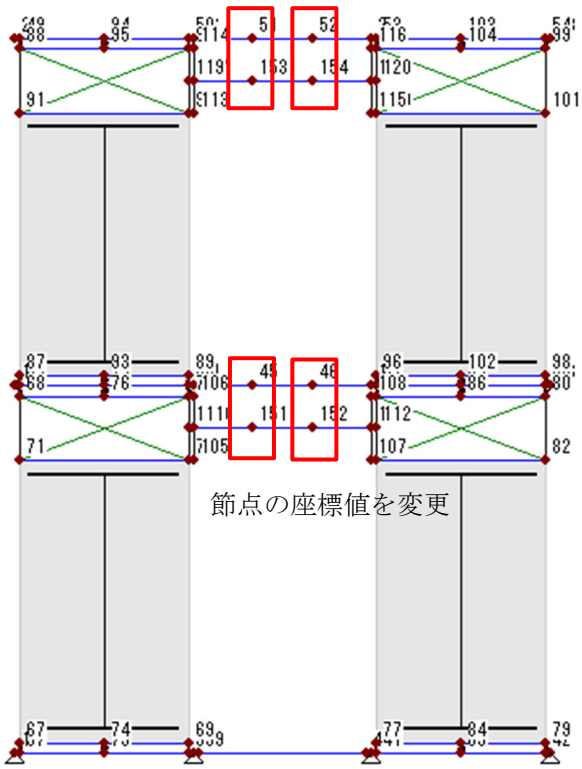
表示された節点のプロパティは、初めに選択した節点の座標値を表示されます。X の座標値にマウスを移動して、クリックを行った後、Enter キーを押します。



2 番目に選択した節点の X 座標値が、初めに選択した節点の X 座標値と同じになります。

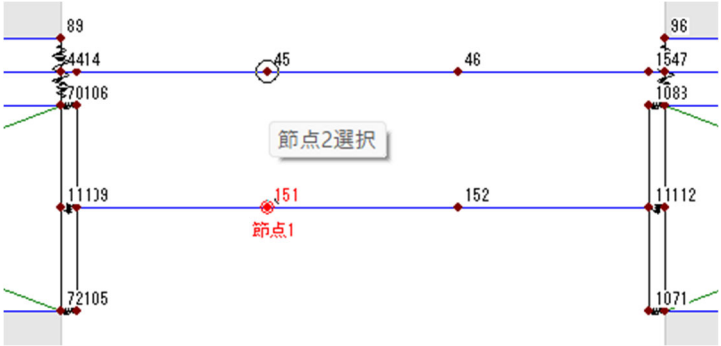


同様に、2, 3 階の垂れ壁と床の間にＬ型金物を配置するための床の座標値を変更します。

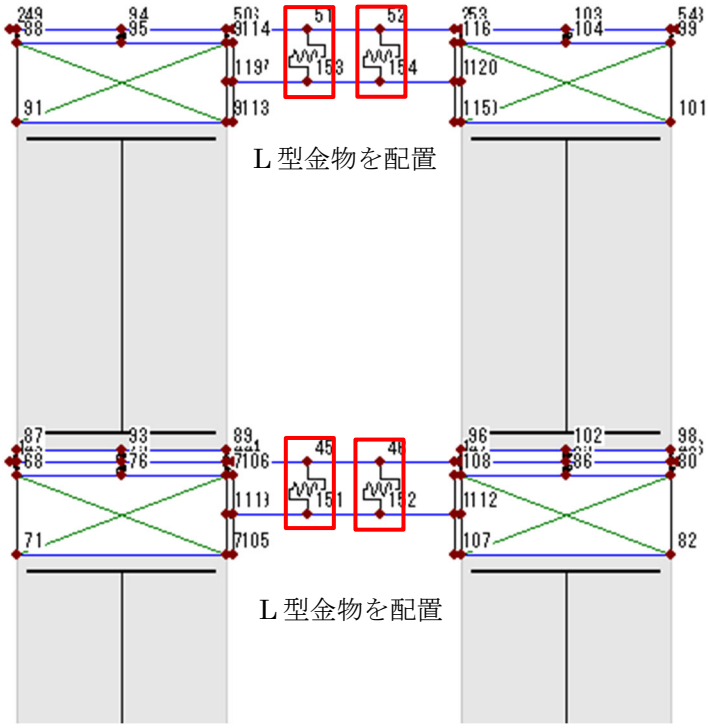


図形入力ツールのスプリングのアイコンを選択します。

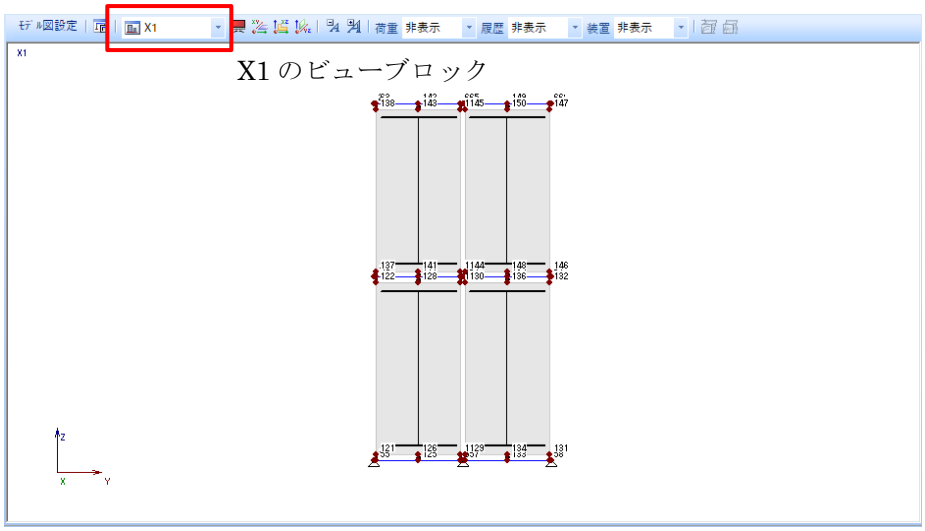
スプリングは、下図に示すように、垂れ壁と床ばりの節点を順次クリックして配置します。



以下、同様に、2,3 階の垂れ壁と床ばりに L 型金物を配置します。



本例は、Y1 フレームの 3 階部分の L 型金物、圧縮バネは 2 階と同じ設定です。
次に X1 フレームのビューブロックを表示して、圧縮バネ、せん断バネ(U 型、L 型金物)の変更をします。

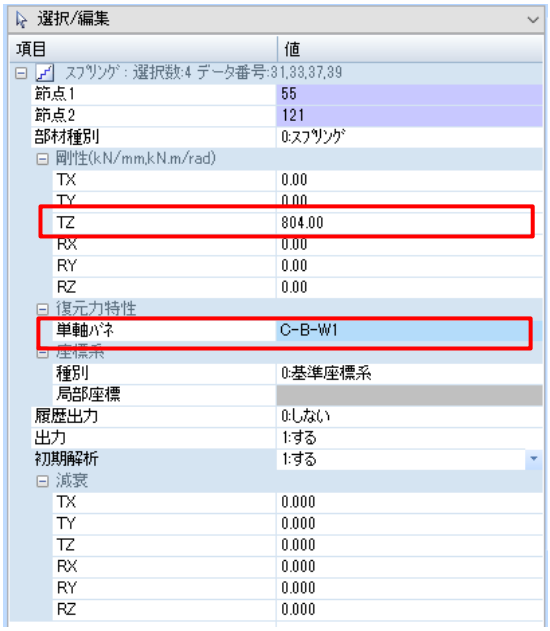


スプリングの認識モードのアイコンを有効にします。

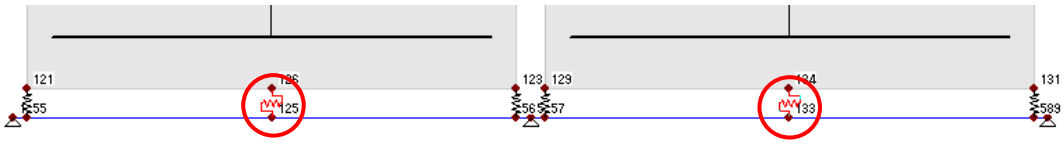
スプリングの認識モードのアイコン

1 階の圧縮バネの剛性および復元力特性を、壁-基礎に変更します。表示されたスプリングのプロパティで、TZ 方向の剛性を 804kN/mm、復元力特性の単軸バネの名称を「C-B-W1」に変更します。

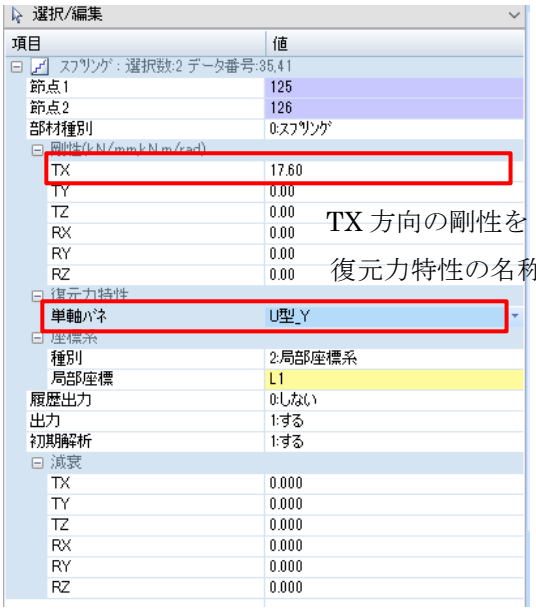
圧縮バネのスプリングを選択



次に、1 階の L 型金物を U 型金物に変更をします。



Y 方向せん断バネ(スプリング)は、「壁パネル構造の配置」でモデル化すると、局部座標系で設定されます。基準座標系の Y 方向に相当する局部座標系の方向は X となります。したがって、剛性の変更箇所は、TX 方向となります。



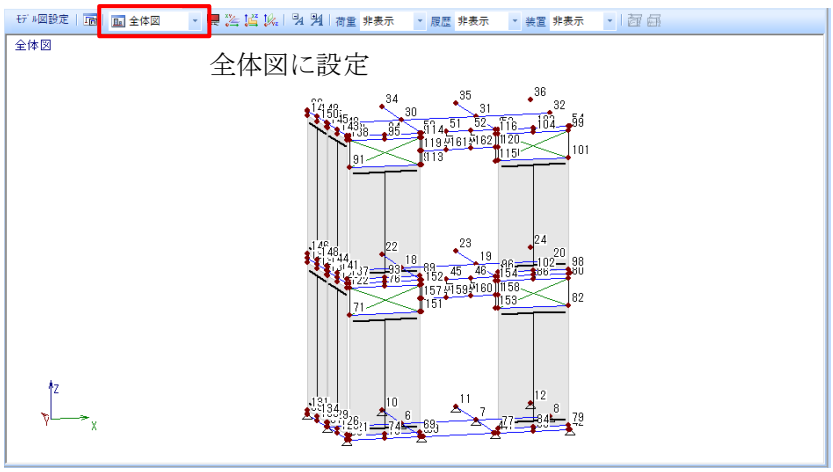
TX 方向の剛性を 17.6kN/mm に変更

復元力特性の名称を「U 型_Y」に変更

2-10 壁パネルの複写

Y1 フレーム、X1 フレームに配置した壁パネルを、Y3 フレーム、X4 フレームに複写します。尚、同じ節点間に配置された複数の部材を複写することはできません。複数配置された U 型、L 型、平型金物の配置は、壁パネルを複写した後に行います。

モデル図において、「全体図」とします。

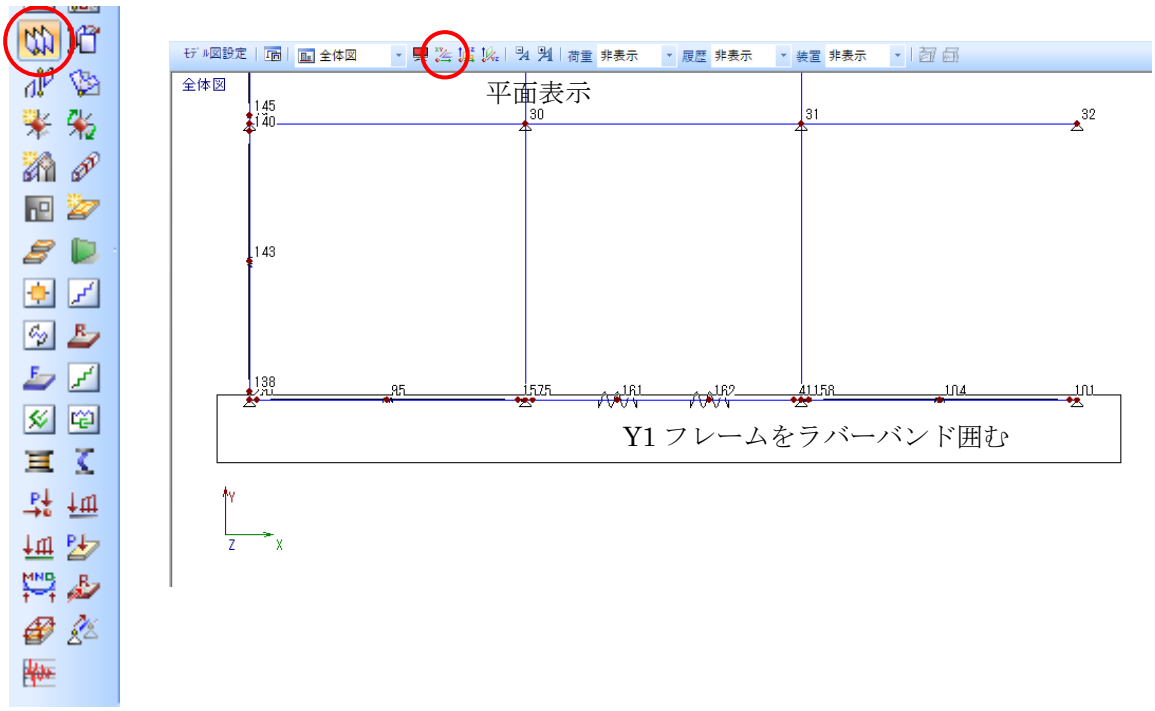


そして、認識モードにアイコンにおいて、はり、柱、壁、スプリングの認識モードのアイコンを有効にしてください。

はり、柱、トラス、壁、スプリングの認識モードのアイコンを有効

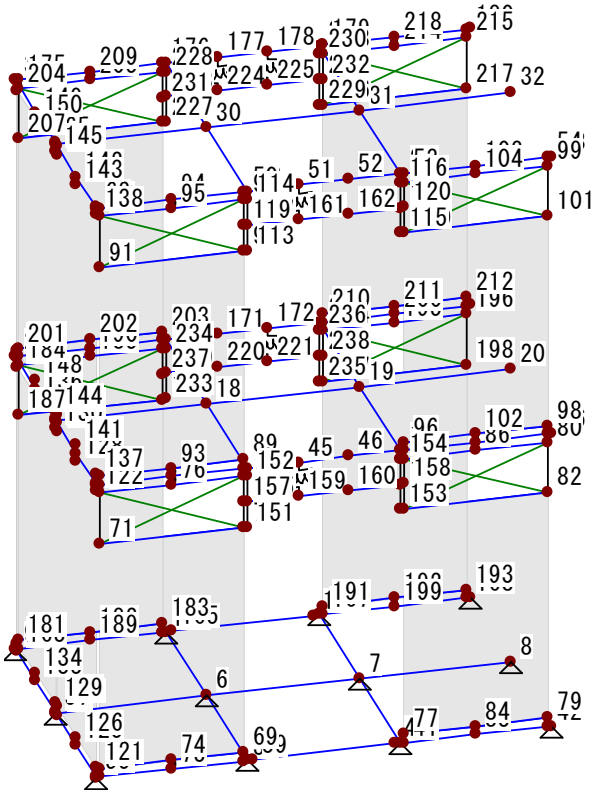
図形入力ツールにおいて、「平行複写」のアイコンを選択します。図に示すように、平面表示を行い、Y1 フレームをラバーバンドで囲みます。尚、その際に Y1 フレーム以外の部材を選択しないように注意してください。

平行複写のアイコン

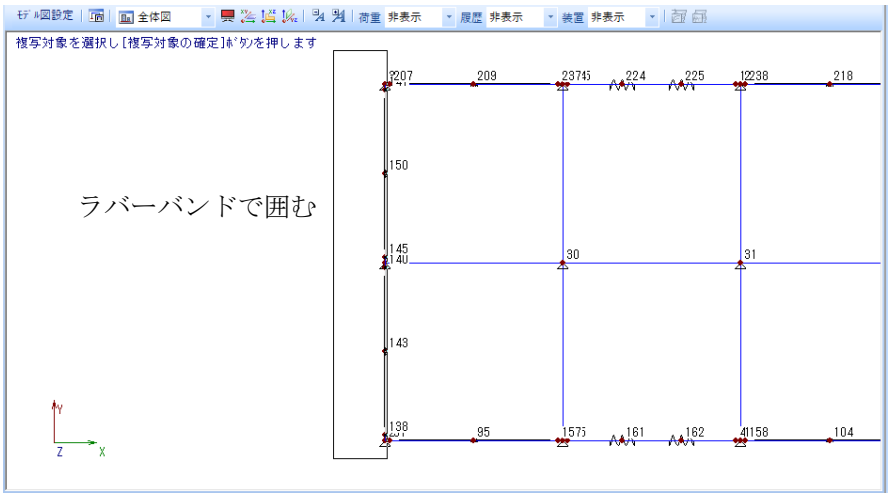


平行複写のプロパティで、「複写対象の確定」ボタンを押します。そして、「間隔」の設定で、Y 方向に 3600(Y3 フレームの距離)、「節点の拘束を複写する」のチェックを外して、「複写する」ボタンを押します。

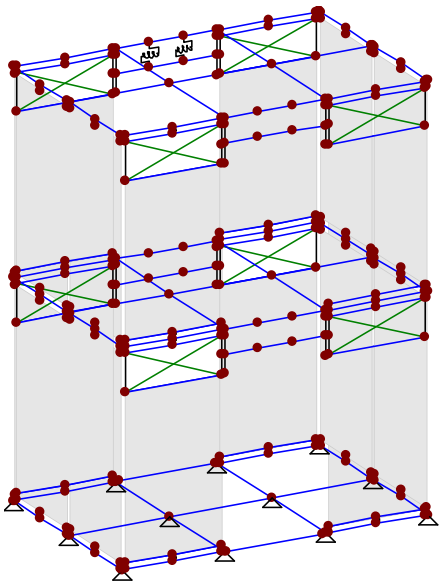
平行複写が終了後、平行複写のプロパティの「終了ボタン」を押します。Y3 フレームに壁パネルが複写されました。



同様に、X1 フレームの壁パネルを X4 フレームに配置します。
図形入力ツールで平行複写のアイコンを選択します。必ず、X1 フレームの部材のみをラバーバンドで囲んで選択をします。



平行複写終了後、平行複写のプロパティの「終了」ボタンを押します。下図に示すように、Y3 フレーム、X4 フレームに壁パネルが配置されました。



2-11 軸名の再設定

平行複写により、節点が増えました。そこで、再度ビューブロックを設定するために、節点の軸名を再設定します。

まず、初めに現状の設定を削除します。

[架構]→[節点]を選択して、節点のグリッドシートを開きます。

	名称	座標(mm) X	座標(mm) Y	座標(mm) Z	付加質量(t)	質量(t)	拘束	軸 X	軸 Y	軸 Z	履歴出力	出力
1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	S1	X1	Y1		0:しない	1:
2	2	1800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	S1		Y1		0:しない	1:
3	3	3600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	S1		Y1		0:しない	1:
4	4	5400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	S1	X4	Y1		0:しない	1:
5	5	0.00	1800.00	0.00	0.00	0.00	S1	X1	Y2		0:しない	1:
6	6	1800.00	1800.00	0.00	0.00	0.00	S1		Y2		0:しない	1:
7	7	3600.00	1800.00	0.00	0.00	0.00	S1		Y2		0:しない	1:
8	8	5400.00	1800.00	0.00	0.00	0.00	S1	X4	Y2		0:しない	1:
9	9	0.00	3600.00	0.00	0.00	0.00	S1	X1	Y3		0:しない	1:
10	10	1800.00	3600.00	0.00	0.00	0.00	S1		Y3		0:しない	1:
11	11	3600.00	3600.00	0.00	0.00	0.00	S1		Y3		0:しない	1:
12	12	5400.00	3600.00	0.00	0.00	0.00	S1	X4	Y3		0:しない	1:
13	13	0.00	0.00	3700.00	0.00	0.00		X1	Y1		0:しない	1:
14	14	1800.00	0.00	3700.00	0.00	0.00			Y1		0:しない	1:
15	15	3600.00	0.00	3700.00	0.00	0.00			Y1		0:しない	1:
16	16	5400.00	0.00	3700.00	0.00	0.00		X4	Y1		0:しない	1:
17	17	0.00	1800.00	3700.00	0.00	0.00		X1	Y2		0:しない	1:
18	18	1800.00	1800.00	3700.00	0.00	0.00			Y2		0:しない	1:
19	19	3600.00	1800.00	3700.00	0.00	0.00			Y2		0:しない	1:
20	20	5400.00	1800.00	3700.00	0.00	0.00		X4	Y2		0:しない	1:
21	21	0.00	3600.00	3700.00	0.00	0.00		X1	Y3		0:しない	1:
22	22	1800.00	3600.00	3700.00	0.00	0.00			Y3		0:しない	1:
23	23	3600.00	3600.00	3700.00	0.00	0.00			Y3		0:しない	1:
24	24	5400.00	3600.00	3700.00	0.00	0.00		X4	Y3		0:しない	1:
25	25	0.00	0.00	7200.00	0.00	0.00		X1	Y1		0:しない	1:
26	26	1800.00	0.00	7200.00	0.00	0.00			Y1		0:しない	1:
27	27	3600.00	0.00	7200.00	0.00	0.00			Y1		0:しない	1:

「軸」の X,Y,Z のグリッドシートをすべて選択します。

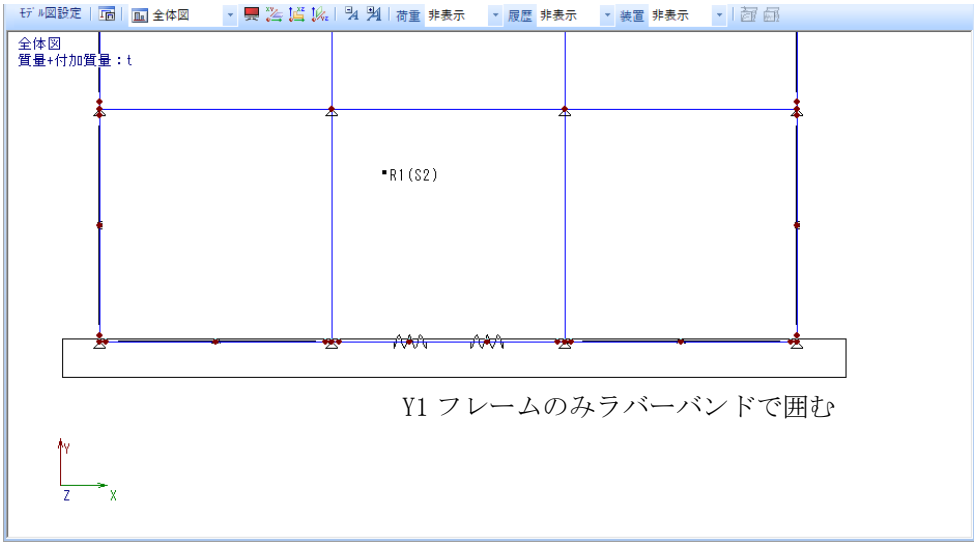
軸の X,Y,Z のシートを選択

Delete キーを押すと、軸の X,Y,Z の軸名が削除されます。

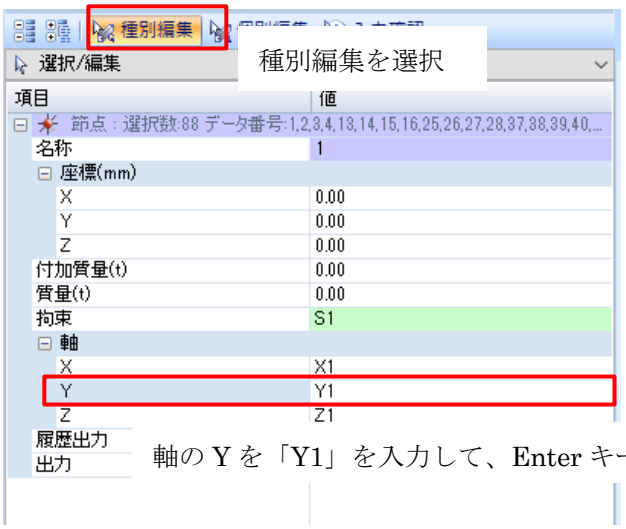
モデル図において「全体図」として、平面表示します。
節点の認識モードのアイコンのみ有効とします。

節点の認識モードのアイコン

下図に示すように、Y1 フレームをラバーバンドで囲むと、選択された節点が赤色に変わります。



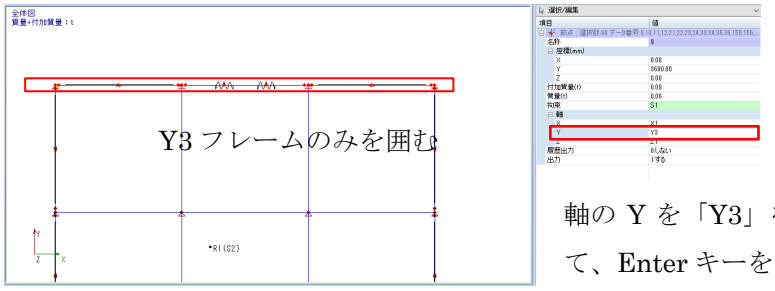
「種別編集」のタグを有効にして、軸の Y を「Y1」として、Enter キーを押します。



以下同様に、Y2、Y3、X1、X2、X3、X4 フレームに軸の設定をします。尚、各軸から、CLT 壁を配置するための節点が 50mm 離れた位置に配置されています。これらの節点を含まないように、モデル図の拡大などを行い節点の選んでください。

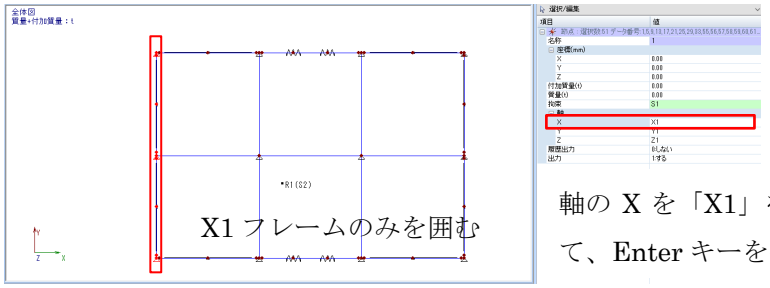
軸の Y を「Y2」を入力して、Enter キーを押す

Y2 フレーム



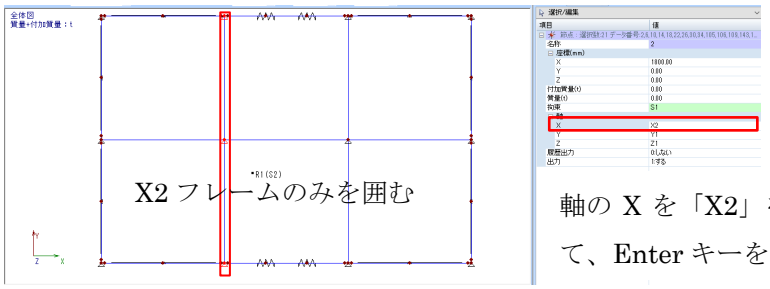
軸の Y を「Y3」を入力して、Enter キーを押す

Y3 フレーム



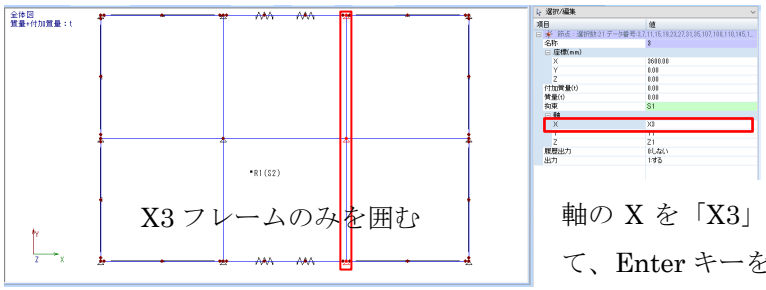
軸の X を「X1」を入力して、Enter キーを押す

X1 フレーム



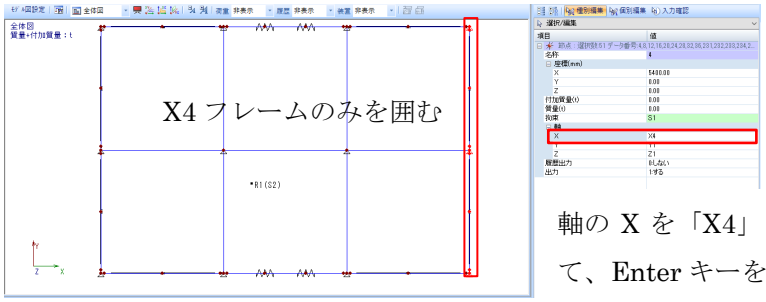
軸の X を「X2」を入力して、Enter キーを押す

X2 フレーム



軸の X を「X3」を入力して、Enter キーを押す

X3 フレーム

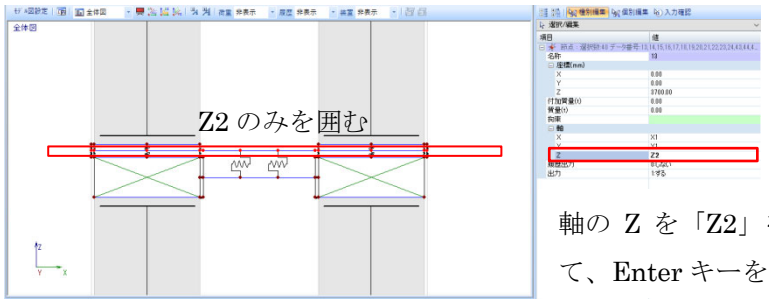


軸の X を「X4」を入力して、Enter キーを押す

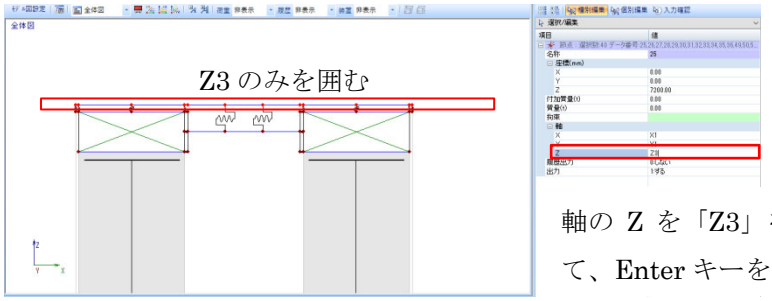
X4 フレーム

次に Z1, Z2, Z3 にも同様の設定をします。モデル図において、全体図の設定を行い、「立面図」表示をします。

軸の Z を「Z1」を入力して、Enter キーを押す



軸の Z を「Z2」を入力して、Enter キーを押す



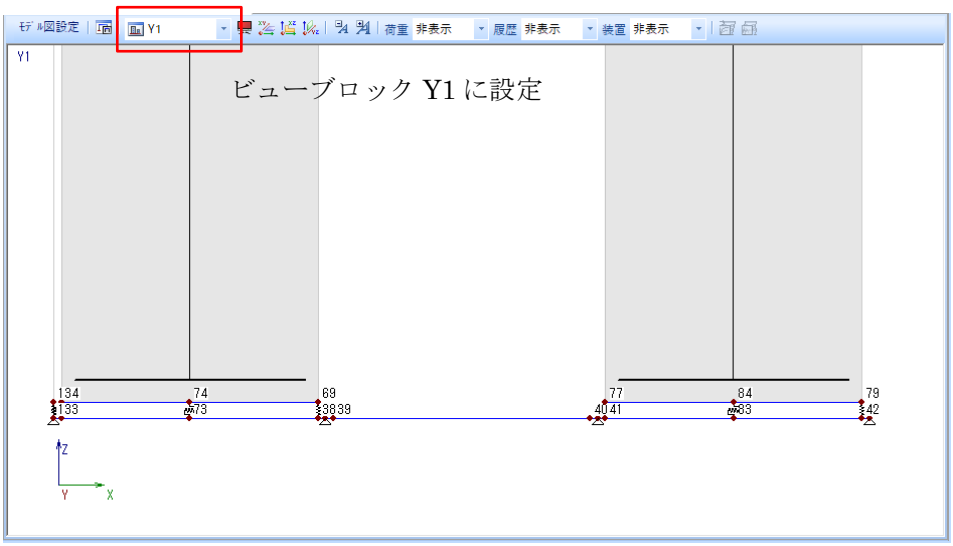
軸の Z を「Z3」を入力して、Enter キーを押す

2-12 引きボルトの入力

引きボルトの入力をします。

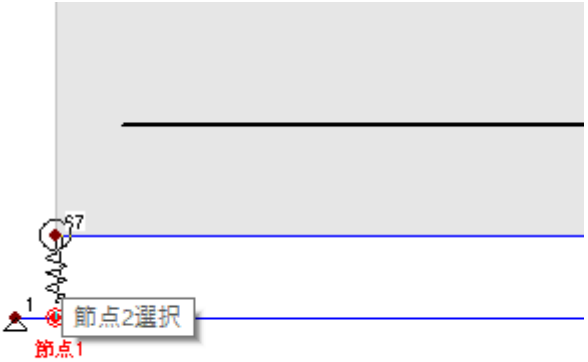
初めに、Y1 フレームにおいて、引きボルトの入力をします。

モデルウインドウにおいて、ビューブロックを Y1 フレームとします。

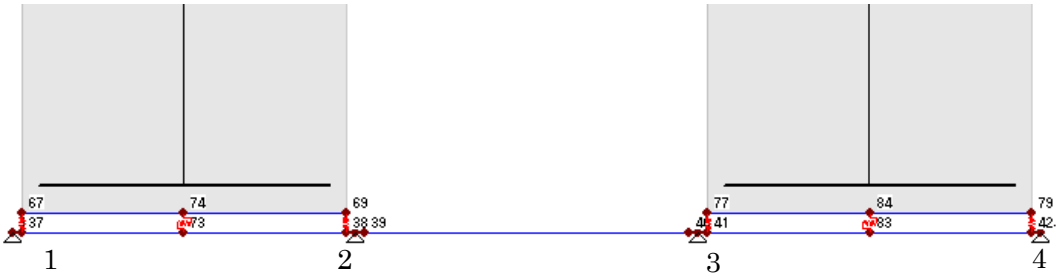


図形コンテナーウインドウのスプリングを選びます。

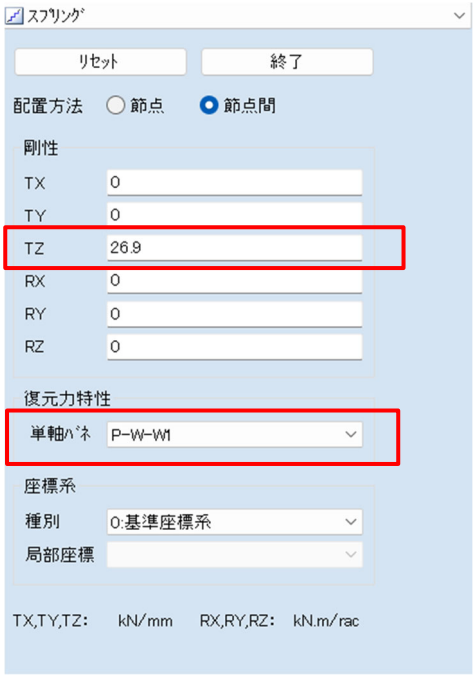
表 1-5 に従って、壁-基礎の引きボルトの初期剛性は Z 方向で 25.1kN/mm、復元力特性「P-B-W1」です。そこで、スプリングのプロパティで、TZ 方向に「25.1」kN・m、復元力特性の単軸バネにおいて、「P-B-W1」を選択します。下図に示すように、圧縮バネを配置した位置に引きボルトを節点-節点間に配置します。

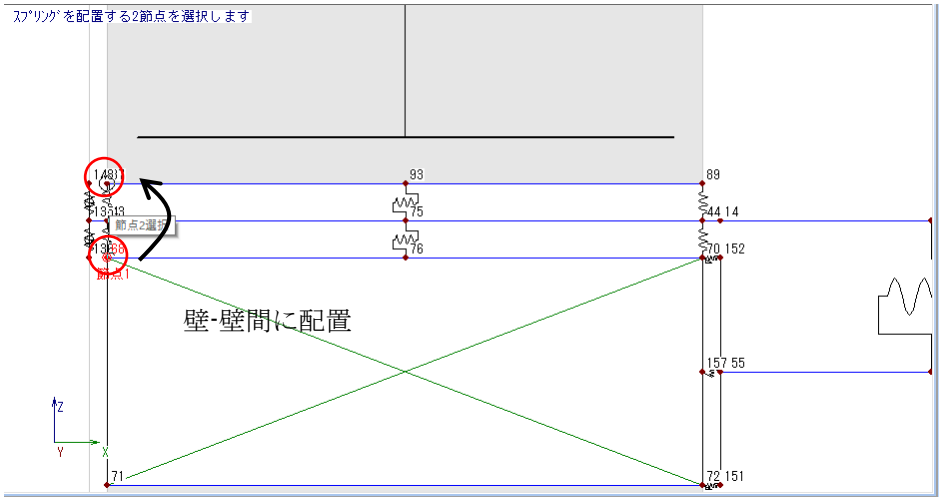


以下、同様に 1 階の CLT 壁パネルの端部に壁-基礎の引きボルトを配置します(1,2,3,4)。

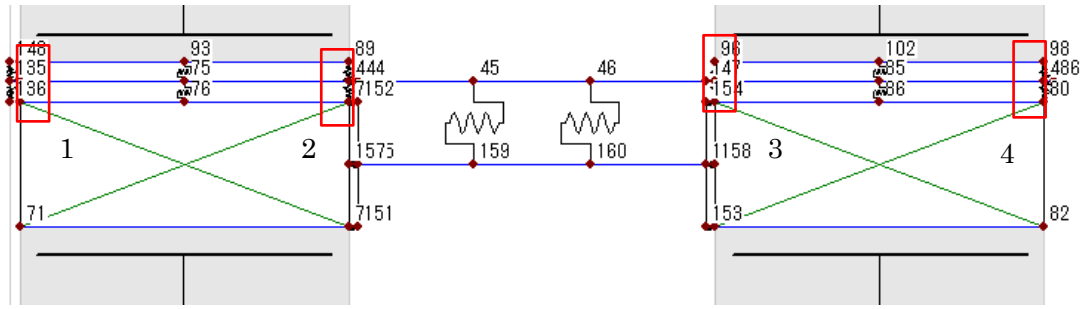


次に、2 階部分の CLT 壁-CLT 壁間に壁-壁の引きボルトを配置します。スプリングのプロパティにおいて、壁-壁の初期剛性 26.9kN/mm を入力し、復元力特性の単軸バネの名称で、「P-W-W1」を選択します。





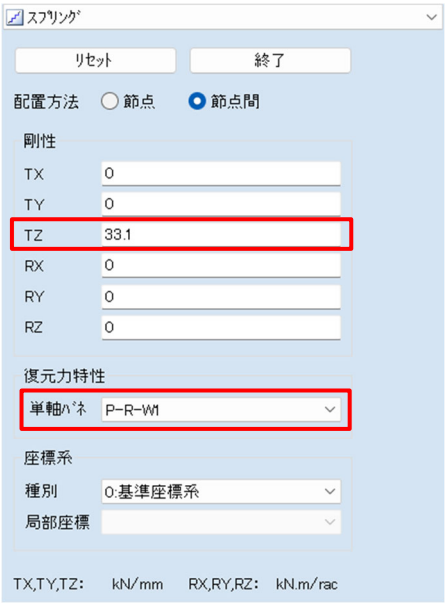
以下、2 階壁-壁間の引きボルトを、壁パネルの端部に配置します。



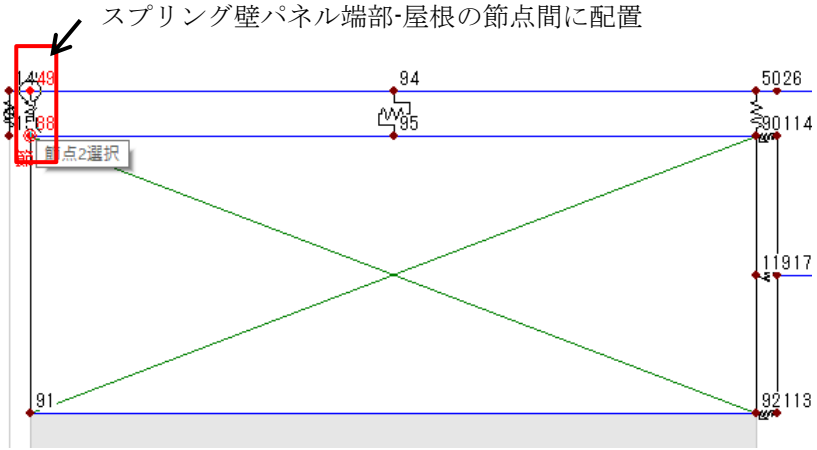
以下同様に、3 階屋根-壁に引きボルトを配置します。

図形コンテナーウインドウにおいて、「スプリング」のアイコンをクリックします。

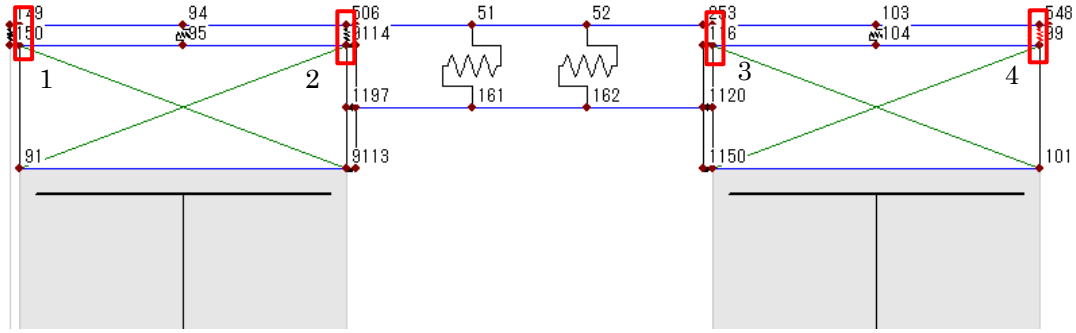
スプリングのアイコンをクリック



引きボルトを壁パネル端-はり(床)に配置をします。



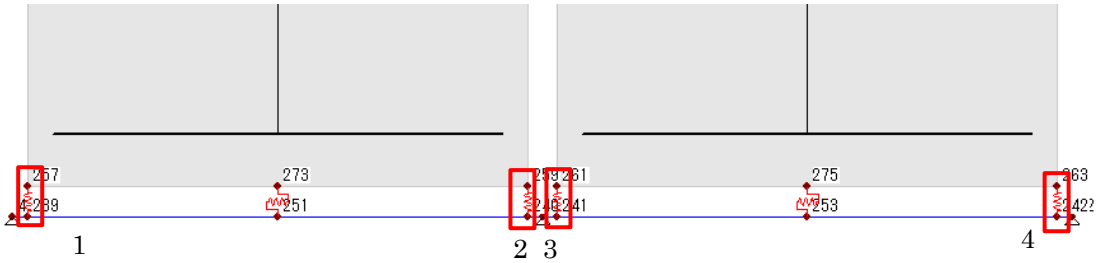
以下、同様に 3 階壁-屋根間に引きボルトを配置します。



Y1 フレームと同様の方法で、Y3 フレームに引きボルトを配置します。

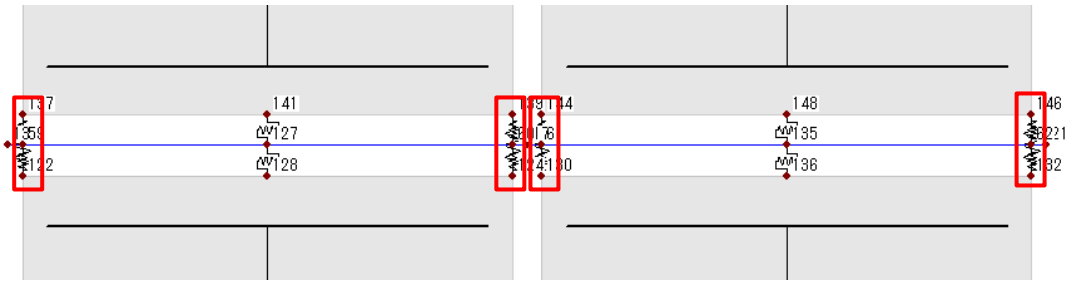
次に、X1、X4 フレームに引きボルトを配置します。配置方法は、Y1、Y3 フレームと同じです。X1、X4 フレームの 1 階の基礎-壁の引きボルトの設定は以下となります。

X1、X4 フレームの基礎-壁間の節点に、基礎-壁間の引きボルトのスプリングを配置します。



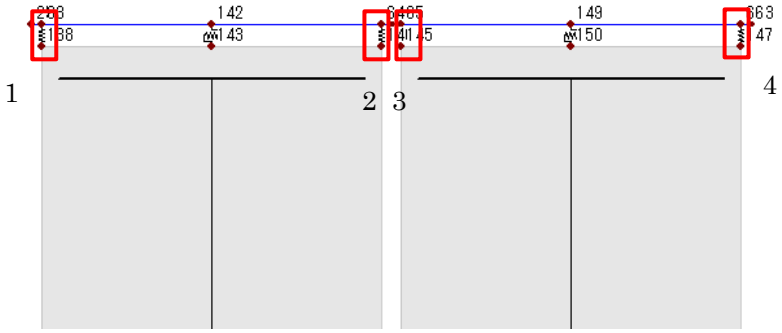
2 階部分の引きボルトを配置します。

X1、X4 フレームの壁-壁間の節点に、壁-壁間の引きボルトのスプリングを配置します。



3 階部分の引きボルトを配置します。

X1、X4 フレームの屋根-壁間の節点に、屋根-壁間の引きボルトのスプリングを配置します。

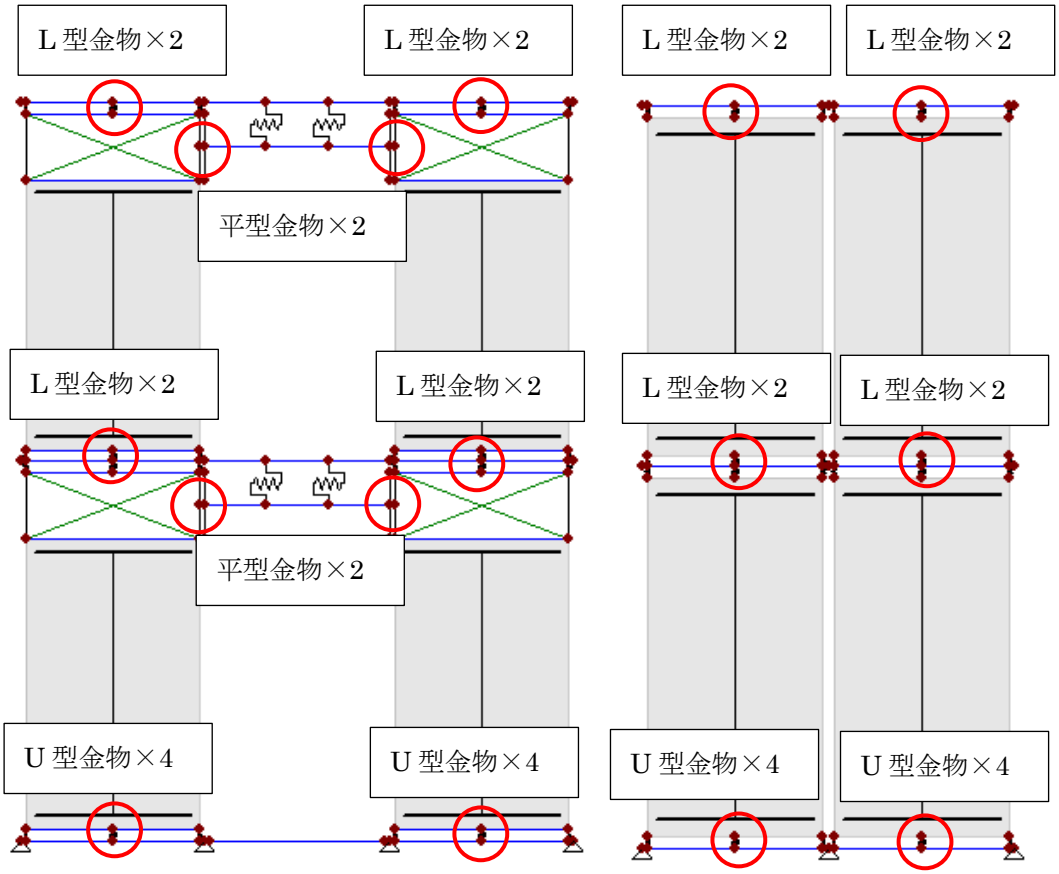


2-13 せん断バネの複数配置

本モデルにおいて、現状入力した U 型、平型、L 型金物のせん断バネ(スプリング)は、1 基あたりの剛性および耐力を設定した値です。しかし、解析するモデルにおいて、U 型、L 型、平型金物は、複数配置されています。そこで、「2-8 CLT 壁パネルの配置」の図 2-8-1 に従って、せん断バネ(スプリング)を複数配置します。

尚、せん断バネの個数を考慮したせん断バネ(1 基あたりのせん断バネの剛性および耐力に配置個数を乗じたせん断バネ)を配置した場合は、2-13 に示す入力は必要ありません。

下図に、複数配置する U 型、平型、L 型金物を示します。



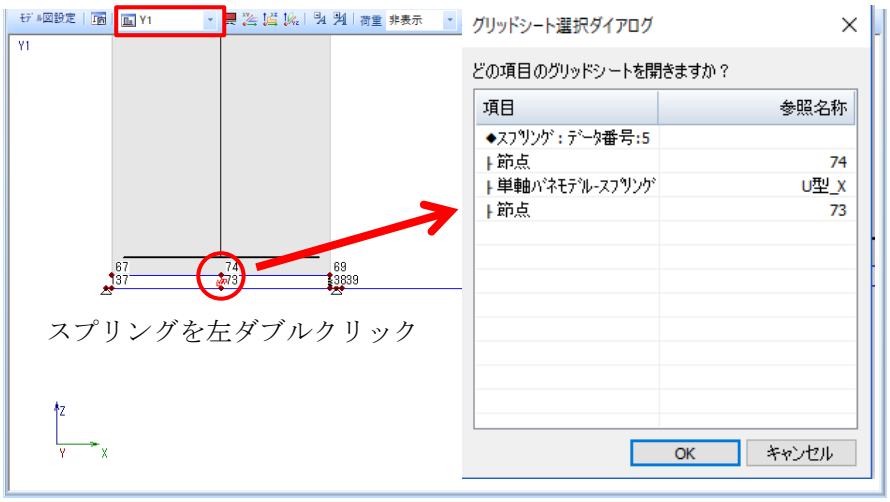
Y1,Y3 フレーム　　X1,X4 フレーム

複数スプリングを配置する方法を、Y1 フレームの U 型金物で示します。尚、複数配置の方法は、直接スプリングを配置する方法などがあり、以下の記載は複数配置の参考例とご理解ください。

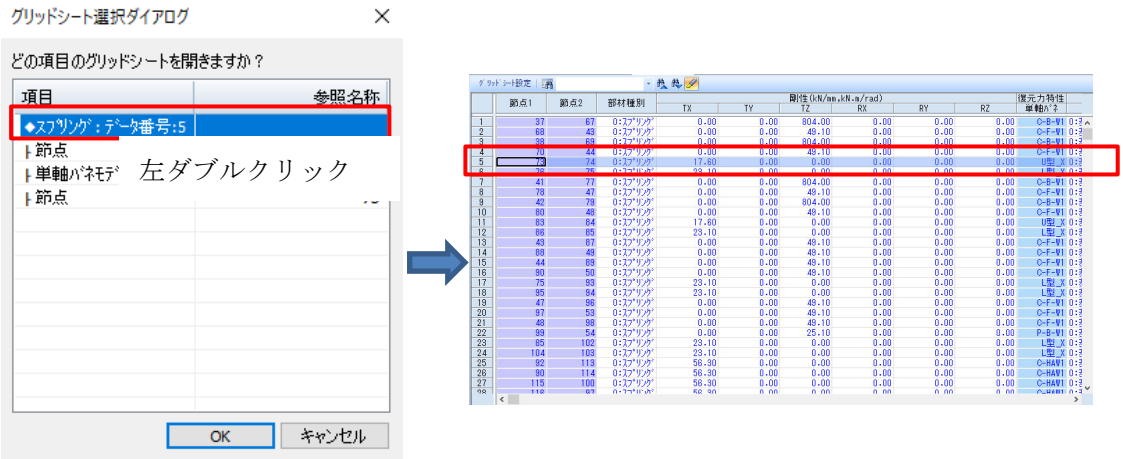
Y1 フレームのビューブロックを表示します。認識モードのアイコンにおいて、スプリングの認識モードのアイコンを有効にします。

スプリングの認識モードのアイコン

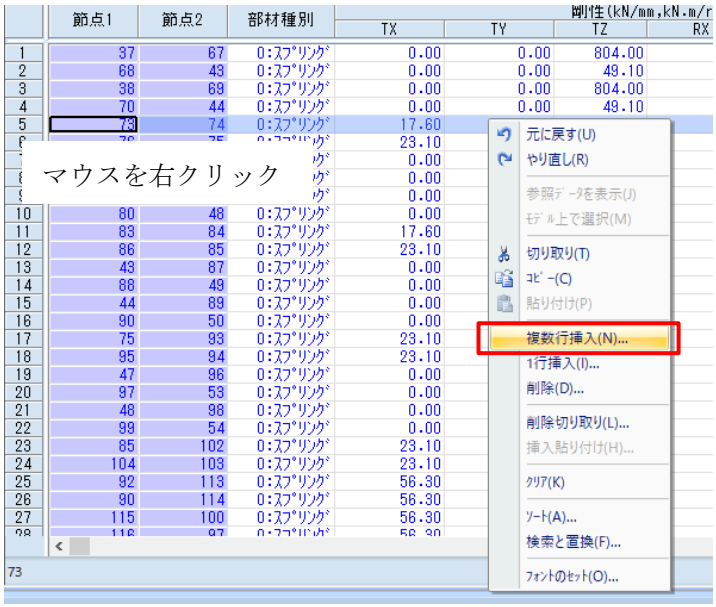
下図は、1 階の U 型金物を示しています。U 型金物を左ダブルクリックすると、配置されたスプリングの属性が表示されます(グリッドシート選択のダイアログ)。



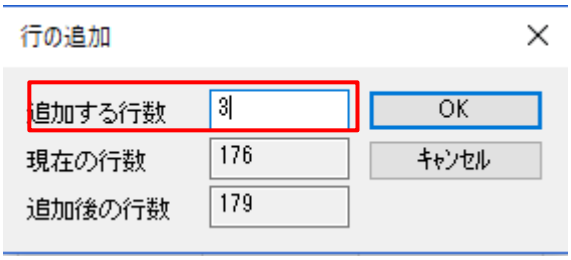
さらに、表示されたグリッドシート選択のダイアログで、項目のスプリングを左ダブル



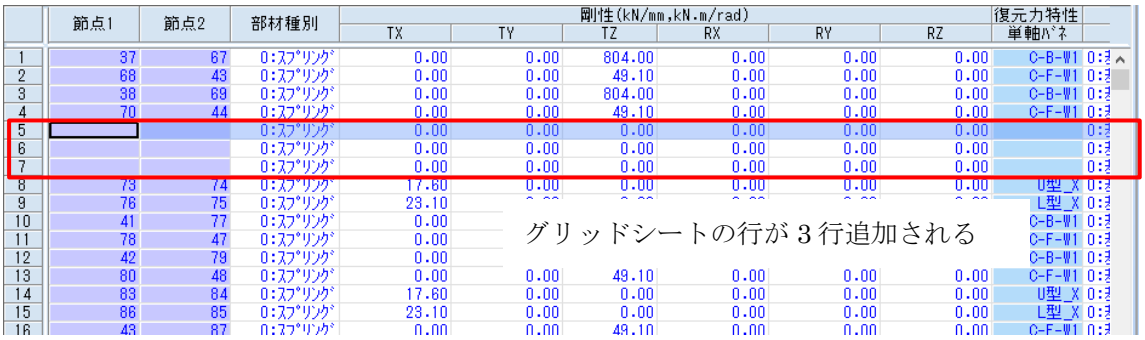
クリックすると、スプリングのグリッドシートが開き、該当するスプリングの行のグリッドが青色になります。マウスを該当する行上に移動して、右クリックをします。すると、下図に示す、グリッドシートの操作のためのリストが表示されます。



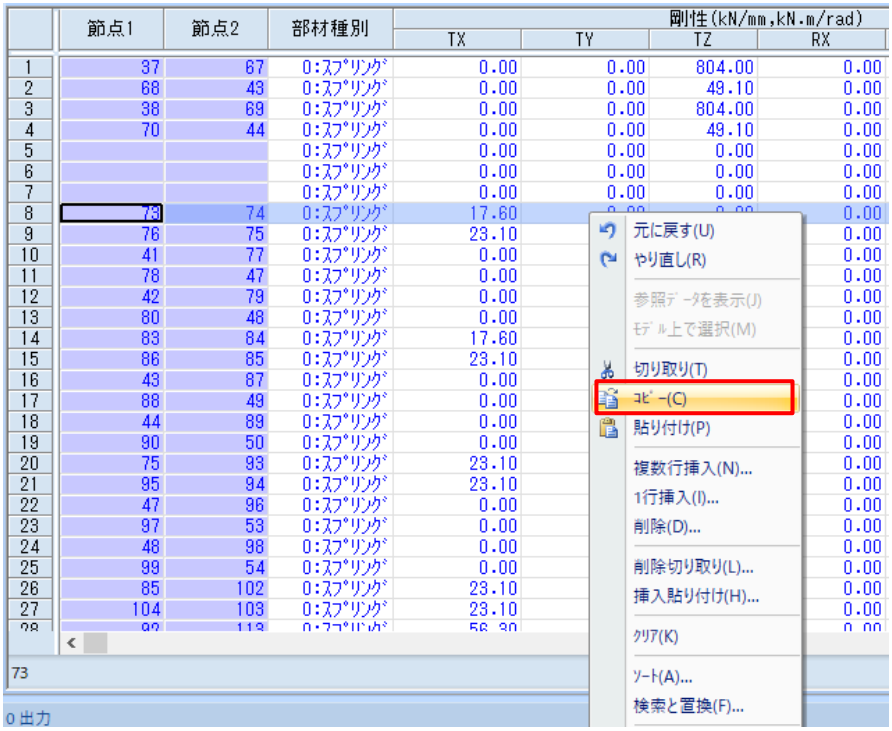
表示されたリストから、「複数行挿入」を選びます。表示された「行の追加」で、本例では U 型金物を 4 基配置するので、「追加する行数」に「3」を入力して OK ボタンを押します。



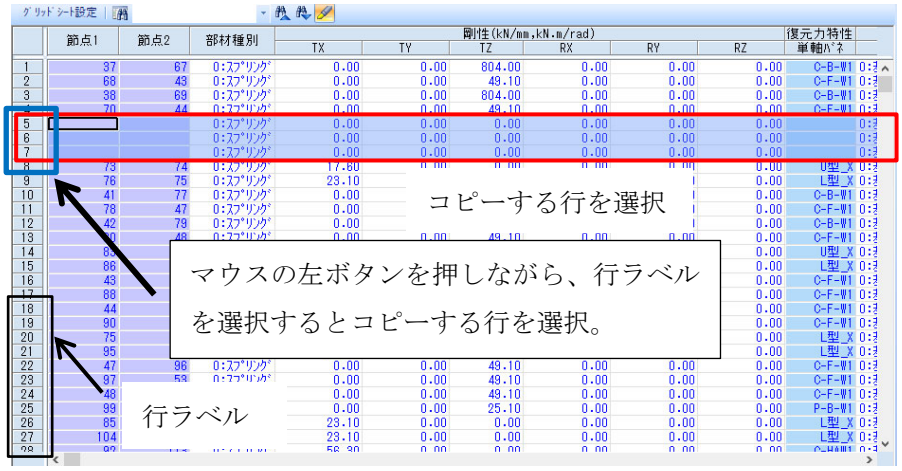
下図に示すように、行が 3 行追加されます。



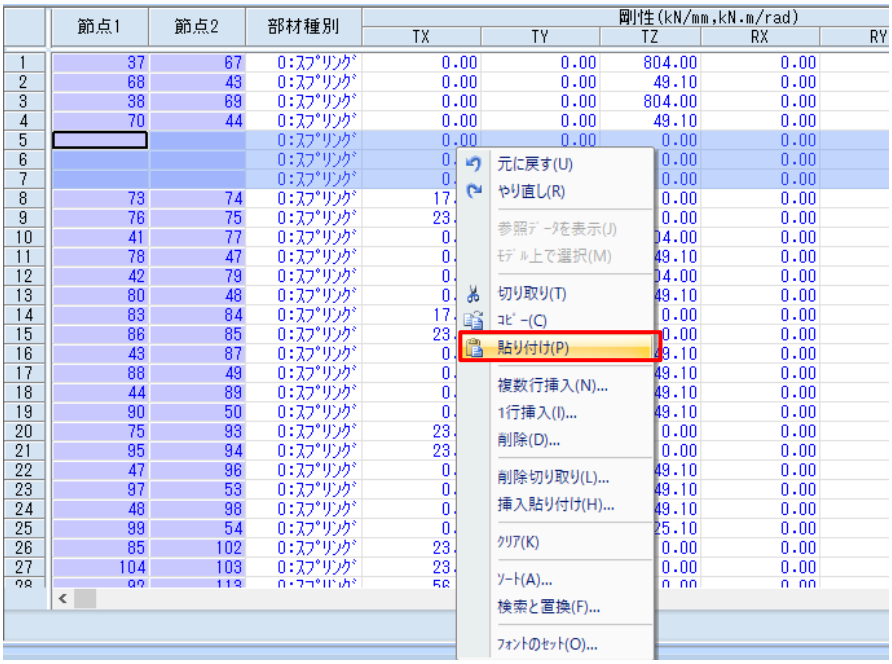
次に、すでに配置した U 型金物の行を選択し、マウスを選択した行に移動して右クリックします。



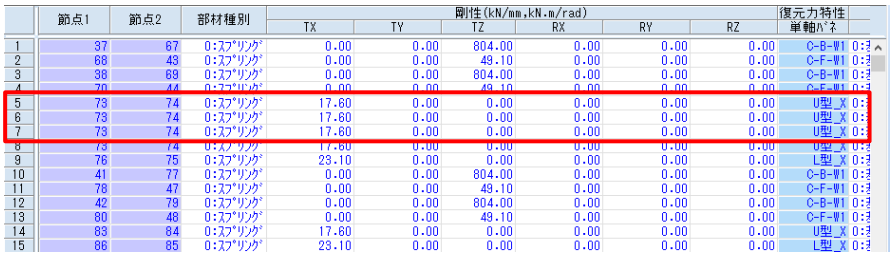
表示されたリストから、「コピー」を選択します。



マウスを右クリックして表示されたメニューから「貼り付け」を選びます。



データがコピーされます。



以下、同様の操作で、U 型、平型、L 型金物を複数配置します。尚、直接スプリングを複数配置する方法もあります。

2-14 床の配置

床の配置をします。

「1. 入力モデル概要」で記載したように、1 階部分はコンクリート床、2 階、3 階(屋根)は CLT の床を配置します。また、本例では、床は剛床扱いとします。

床の仕上荷重を設定します。

[荷重]→[仕上/被覆]を選択すると、仕上/被覆のグリッドシートが表示されます。1 階の仕上重量の入力は、1 階の仕上重量の名称の入力を行い(本例では、「1 階仕上」)、「仕上」の「種別」を「面積」として、単位面積あたりの重量を入力します。本例では、1.4(kN/m²)とします。尚、1 階部分の床の自重は、モデル化により自動計算します。

2,3 階の床の仕上重量の名称を本例では「CLT 床」として、1 階の床と同様に、「仕上」の「種別」を「面積」、「単位重量」に 2.4(kN/m²)を入力します。尚、CLT 床の仕上荷重には、CLT 床の自重を含めた値です。

仕上/被覆

グリッドシート設定

	名称	仕上		被覆			
		種別	単位重量(kN/m^2,kN/m)	種別	単位重量(kN/m^3,kN/m)	形式	厚さ(mm)
1	CV_RC1	1:面積	0.4000	0:なし	0.0000	0:形式1	0.00
2	CV_S1	1:面積	0.4000	1:体積	5.0000	0:形式1	60.00
3	CV_A1	2:長さ	1.0000	2:長さ	1.0000	0:形式1	0.00
4	1階仕上	1:面積	1.4000	0:なし	0.0000	0:形式1	0.00
5	CLT床	1:面積	2.4000	0:なし	0.0000	0:形式1	0.00
6							

右下

次に床荷重を設定します。

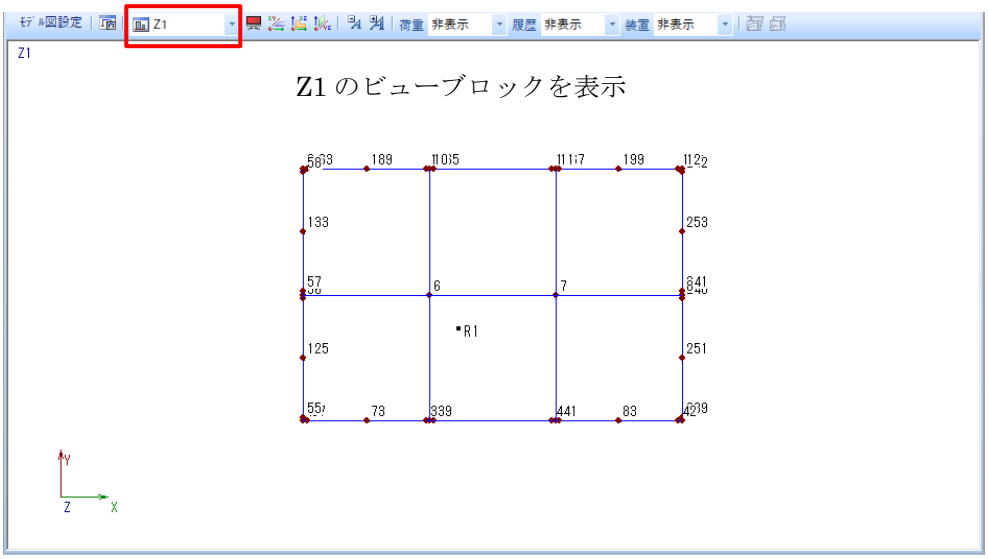
［荷重］→［床荷重］を選択すると、床荷重のグリッドシートが表示されます。1 階の床荷重は名称(本例では「FL1」)を入力し、「種別」は「はり荷重」、「伝達方法」は「亀の甲」、「仕上」は「1 階仕上」、「積載荷重」は「事務室」を選択します。

2,3 階の床荷重は名称(本例では「FL2」)を入力し、「種別」は「はり荷重」、「伝達方法」は「ｙ方向」、「仕上」は「CLT 床」、「積載荷重」は「事務室」を選択します。尚、本例では、3 階は屋根となりますが、3 階の積載荷重を 2 階と同じ事務室とします。

グリッドシート設定

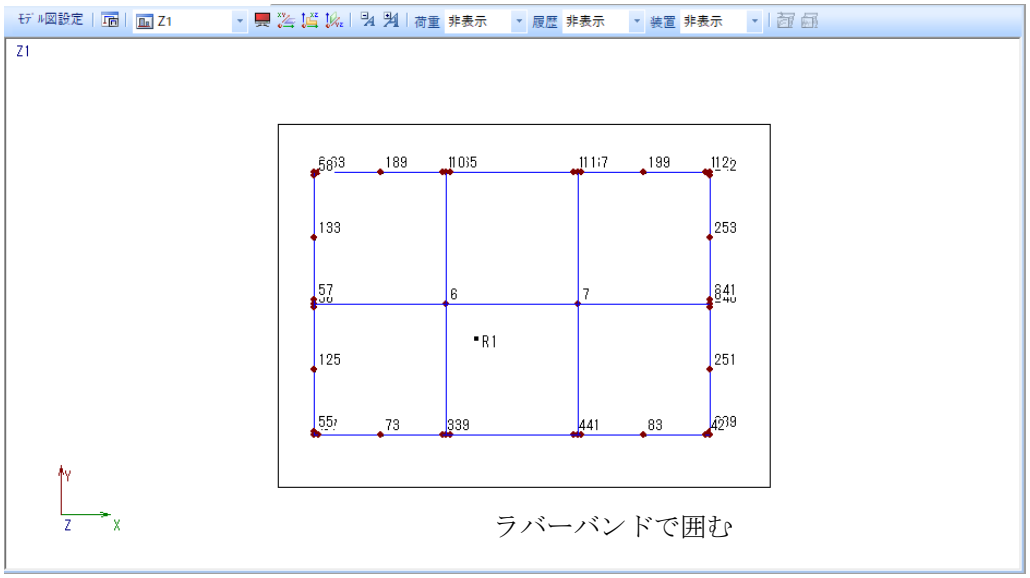
	名称	種別	伝達方法	仕上	積載荷重	積雪荷重
1	FL1	0:はり荷重	0:亀の甲	1階仕上	事務室	0:考慮しない
2	FL2	0:はり荷重	2:y方向	CLT床	事務室	0:考慮しない
3						

1 階に床の配置をします。モデルウインドウにおいて、Z1 のビューブロックを表示します。



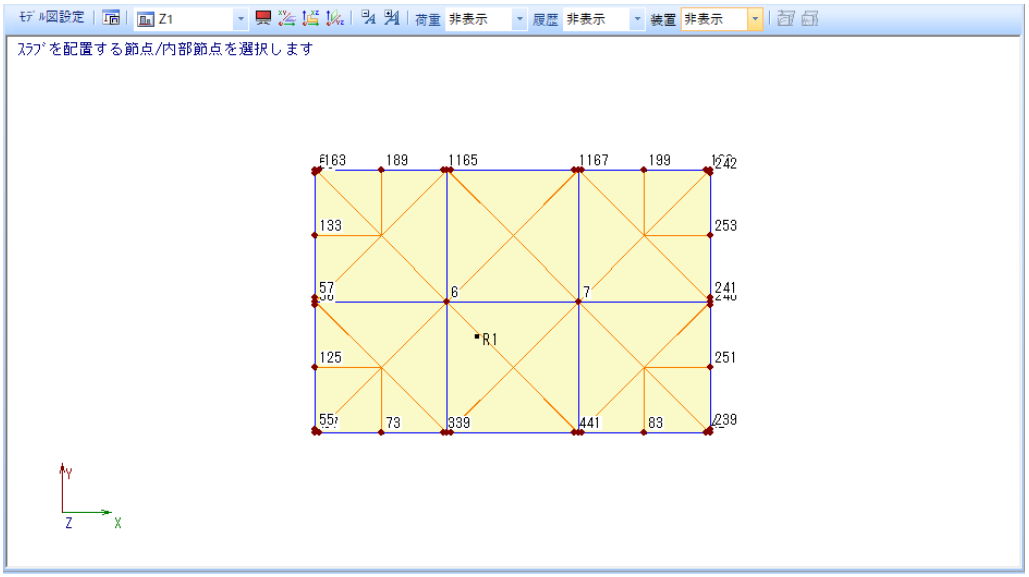
図形コンテナーウインドウの「床/小ばり/平板」のアイコンを選択します。
表示された「スラブ/小ばり/平板」のプロパティにおいて、「スラブ」を選択します。
本例では、スラブの「断面」を「S1」、「床荷重」を「FL1」とします。

モデルウインドウにおいて、全体をラバーバンドで囲みます。

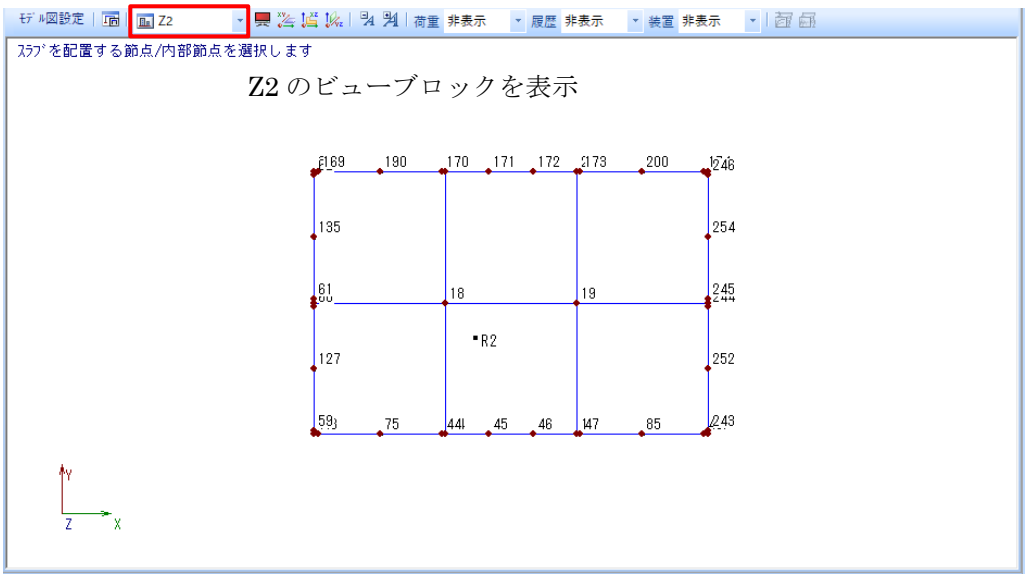

モデル図設定
Z1
荷重
非表示
履歴
非表示
装置
非表示
Z1
189
199
133
253
57
6
7
841
R1
125
251
73
339
441
83
Y
Z
X

ラバーバンドで囲む

1 階のスラブが配置されます。



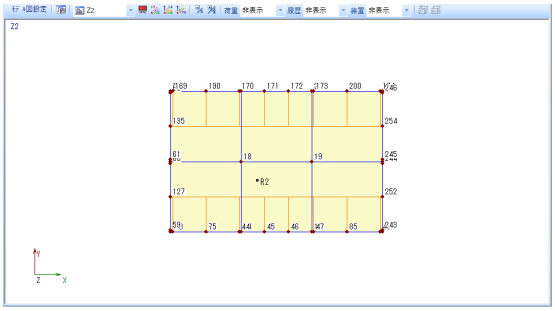
以下、同様に 2、3 階にスラブを配置します。Z2 のビューブロック表示に変更します。



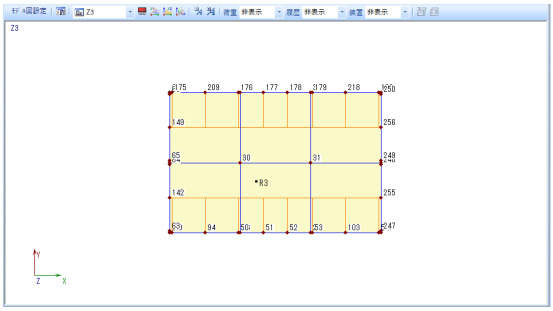
スラブ/小ばり/平板のプロパティを設定します。
スラブ/小ばり/平板のプロパティは、「スラブ」を選択し、「スラブ」の「断面」は空白、「床荷重」は「FL2」とします。

① スラブの「断面」は空白
② 「床荷重」は「FL2」を選

2 階は Z2 のビューブロック、3 階は Z3 のビューブロックを表示した状態で、1 階と同様に、モデル図をラバーバンドで囲むと、2 階、3 階にスラブが配置されます。



2 階(Z2)



3 階(Z3)

2-15 CLT 壁荷重の配置

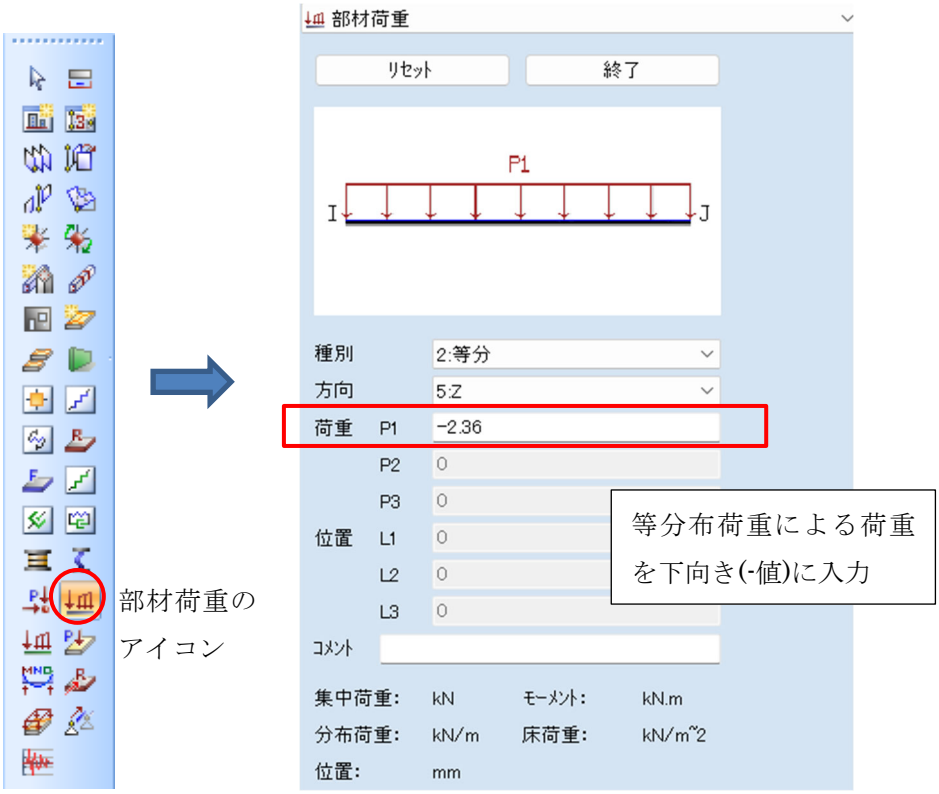
CLT 壁パネルによる荷重の配置をします。

CLT 壁パネルは、「1.入力モデルの概要」に記載したように、CLT 壁パネルの重量を 1350N/m² としました。そこで、外周まわりのはり部材に等分布荷重として、CLT 壁パネルによる荷重を配置します。

3 階に配置する等分布荷重は、1.35(kN/m²)×3.5(m)/2=2.36(kN/m)、2 階に配置する等分布荷重は、1.35×(3.5+3.7)/2=4.86(kN/m)、1 階に配置する等分布荷重は、1.35×3.7/2=2.50(kN/m)とします。

図形コンテナーウインドウにおいて、「部材荷重」にアイコンを選択します。

下図は、3 階の CLT 壁パネルの荷重を入力した例を示しています。

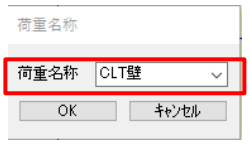


認識モードのアイコンの設定において、はりの認識モードのみ有効にします。

はりの認識モードのアイコンを有効

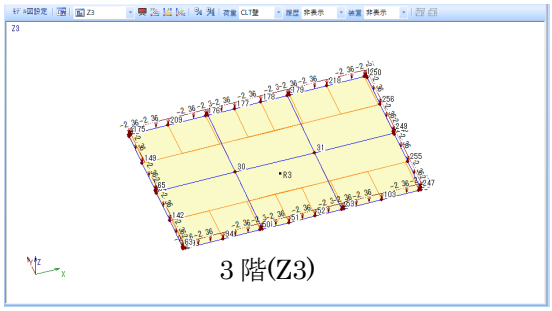
モデルウインドウにおいて、Z3 のビューブロックを表示します。CLT 壁パネルを配置する場合は、「荷重」の項目が「非表示」になっていることを確認してください。

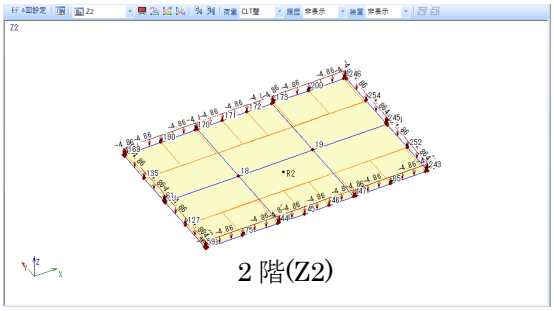
モデルウインドウ上で、はり部材をクリックするか、ラバーバンドで囲むと、「荷重名称」を入力するダイアログが開きます。本例では、荷重名称を「CLT 壁」とします。

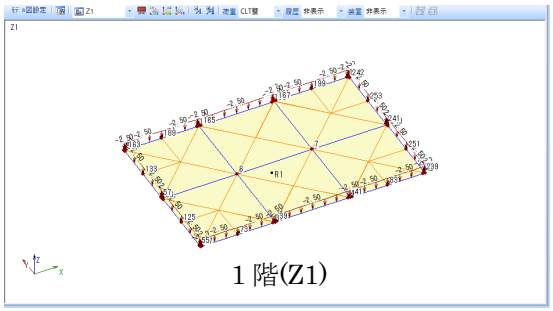


3 階の外周部分のはり部材に CLT 壁パネルの荷重を配置します。

以下同様に、ビューブロックの表示を Z2 に変更し、部材荷重のプロパティにおいて、2 階の荷重 P1 を-4.86(kN/m)として、CLT 壁パネルを配置するはり部材をラバーバンドで囲みます。3 階(Z3)、2 階(Z2)、1 階(Z1)に CLT 壁パネルによる荷重(等分布荷重)が配置されます。


3 階(Z3)


2 階(Z2)


1 階(Z1)

2-16 剛床の再設定

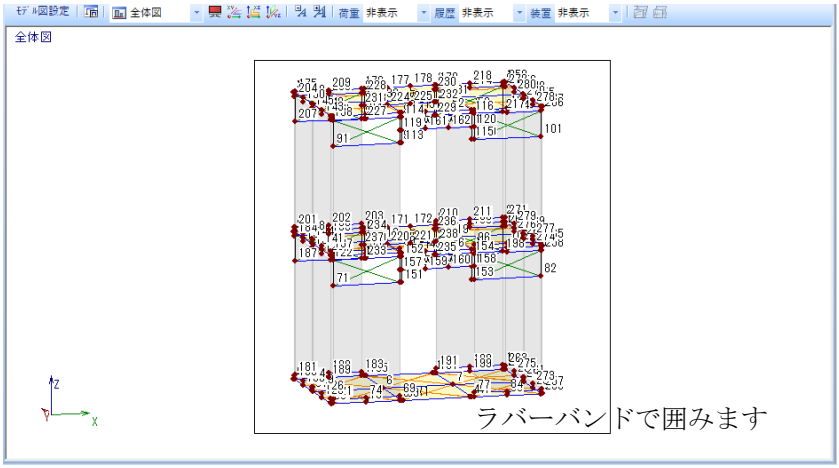
壁パネルの複写などのより、モデルの自動生成で作成された剛床に所属する節点が変更されています。そこで、剛床の再設定を行います。

現状設定された剛床を削除します。

剛床の認識モードのアイコンのみ有効にします。

剛床の認識モードのアイコンを有効

モデル図において、表示を「全体図」とします。尚、モデルウインドウの荷重を「非表示」にして、CLT 壁パネルの荷重を表示しないように設定します(CLT 壁パネルの荷重が表示されていても、剛床の設定には影響しません)。モデル図をラバーバンドで囲みます。



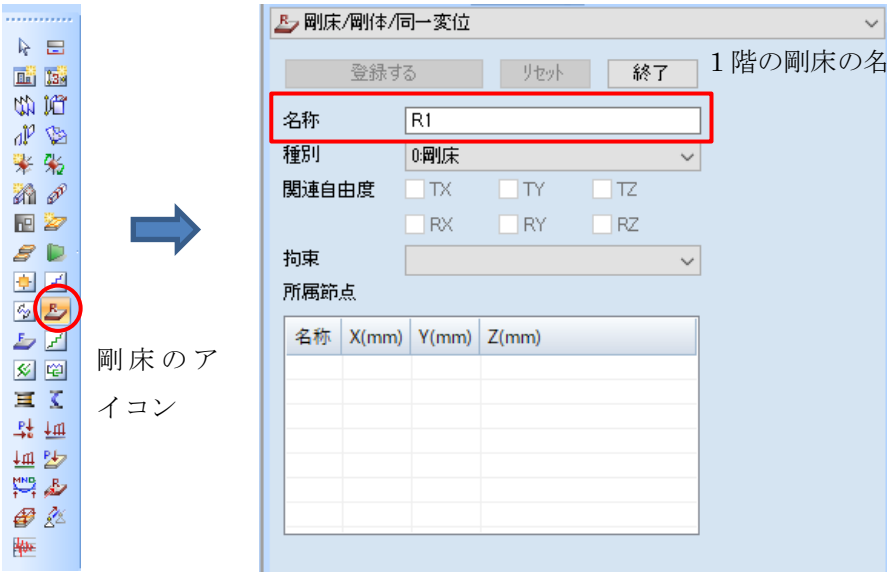
ラバーバンドで囲みます

Delete キーを押して、剛床を削除します。

剛床の再設定をします。

モデルウインドウにおいて、全体図として、立面図表示します。

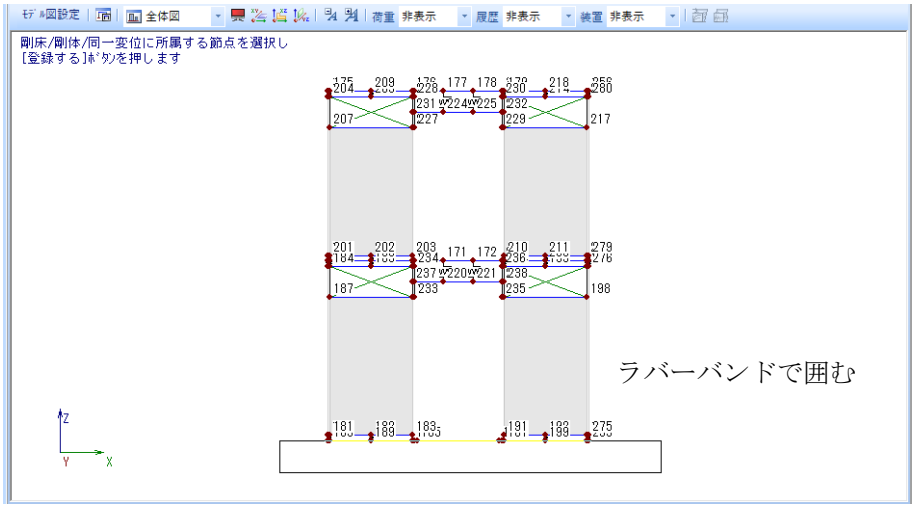
図形コンテナーウインドウにおいて、剛床のアイコンを選択します。



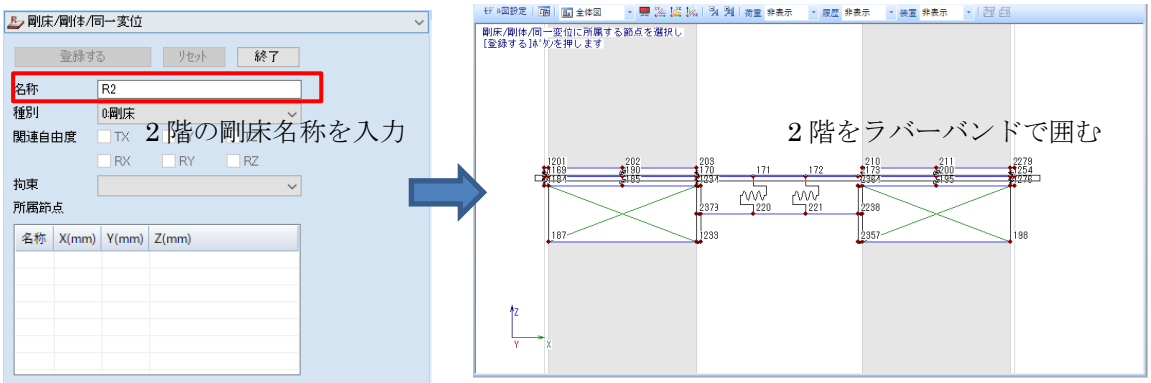
剛床のアイコン

1 階の剛床の名称を入力

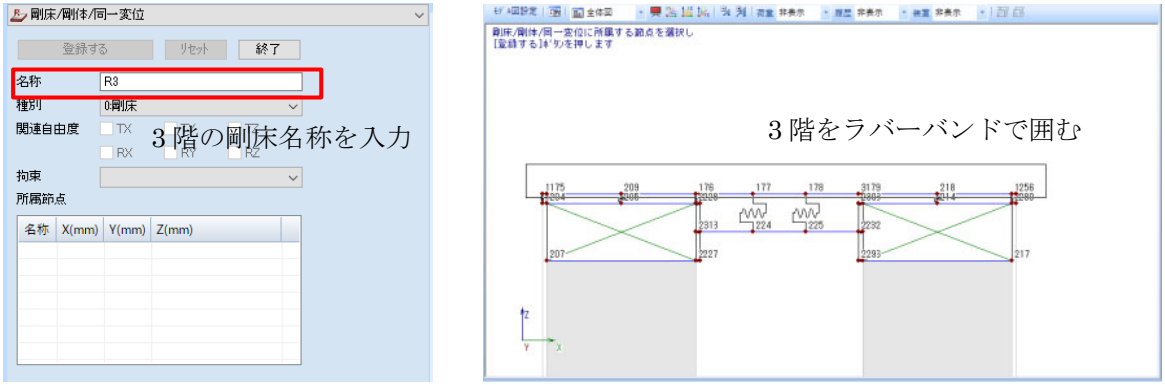
1 階の剛床名称「R1」を入力後、1 階部分をラバーバンドで囲み、「登録する」ボタンを押します。



以下、同様に 2 階、3 階の剛床を設定します。



2 階の剛床の設定



3 階の剛床の設定

剛床の最下層(1 階)に X,Y,RZ 方向を「固定」とする拘束条件「S2」を設定します。[架構]→[剛床/剛体/同一変位]のグリッドシートの 1 階の剛床名称「R1」の「拘束」に「S2」を選択します。

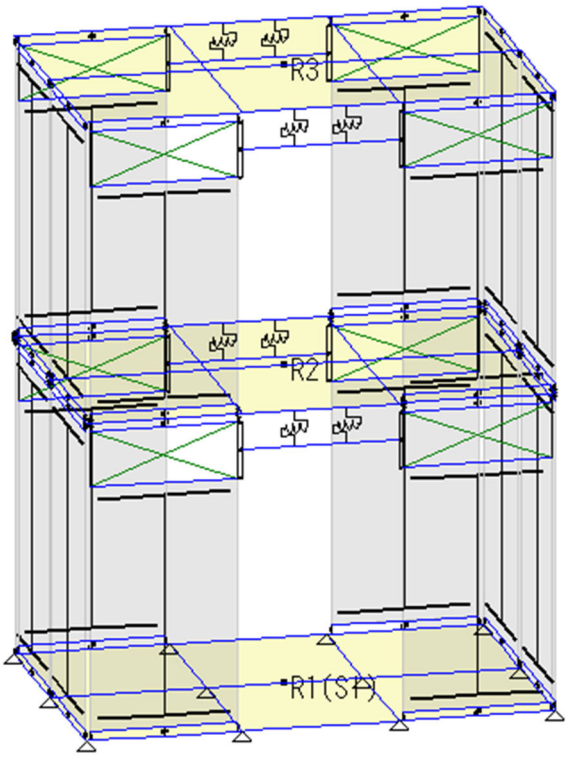
剛床/剛体/同一変位

グリッドシート設定

	名称	種別	関連自由度 TX	TY	TZ	RX	RY	RZ	拘束	重心/質量/回転慣性質量 自動生成	Xg(mm)	Yg(mm)	Zg(mm)	W(t)	Jθx(t.m^
1	R1	0:剛床	0	0	0	0	0	0	S2	1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
2	R1	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
3	R1	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
4	R1	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
5	R2	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
6	R2	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
7	R2	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
8	R2	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
9	R3	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
10	R3	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
11	R3	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
12	R3	0:剛床	0	0	0	0	0	0		1:する	0.00	0.00	0.00	0.00	0
13															

右下

全体モデル図において、表示モードの剛床/剛体のアイコンと、節点拘束のアイコンを有効にすると、1 階の剛床 R1、2 階の剛床 R2、3 階の剛床 R3、節点の拘束状態が確認できます。

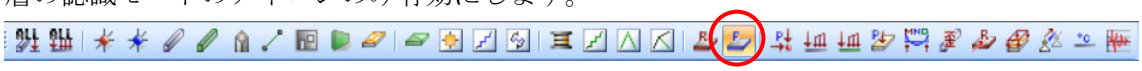


2-17 層の再設定

剛床と同様にモデルの自動生成で作成された層に所属する節点が変更されています。そこで、層の再入力をします。

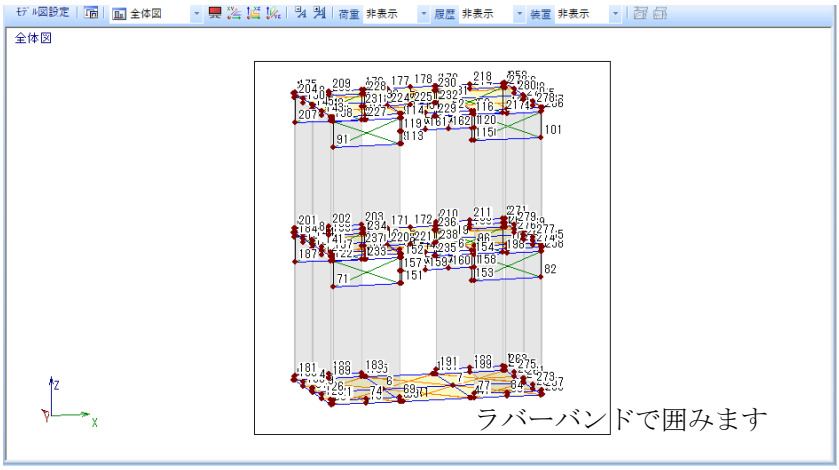
現状設定された層を削除します。

層の認識モードのアイコンのみ有効にします。



層の認識モードのアイコンを有効

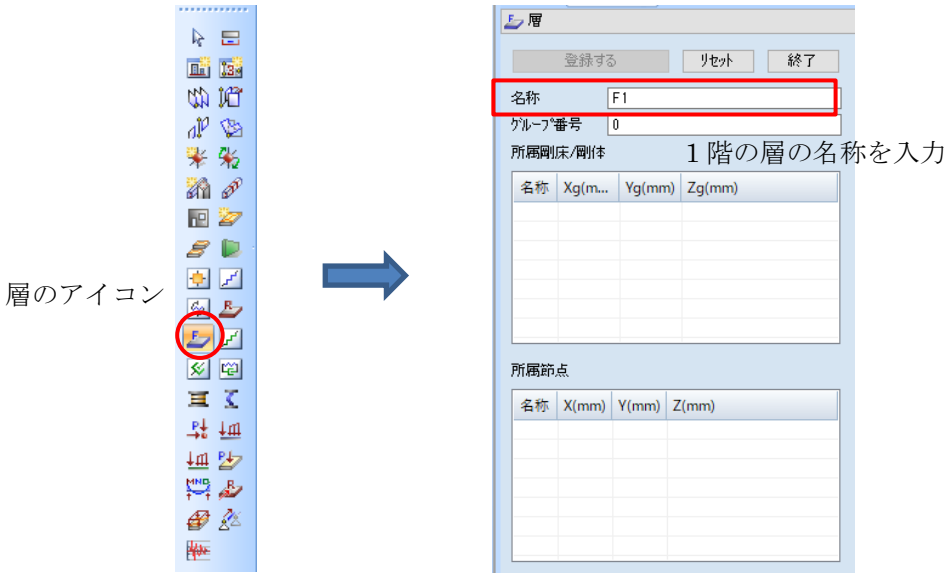
モデル図において、表示を「全体図」とし、モデル図をラバーバンドで囲みます。



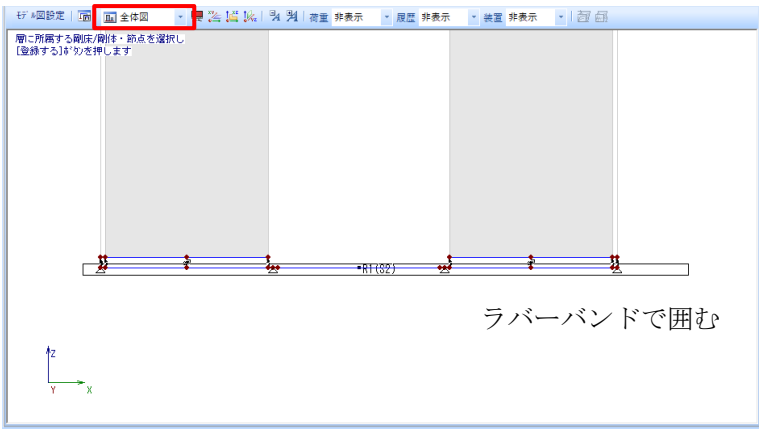
Delete キーを押して、層を削除します。

層の再設定をします。

図形入力ツールにおいて「層」のアイコンを選択します。表示された層のプロパティにおいて、1 階の層の名称を入力します。

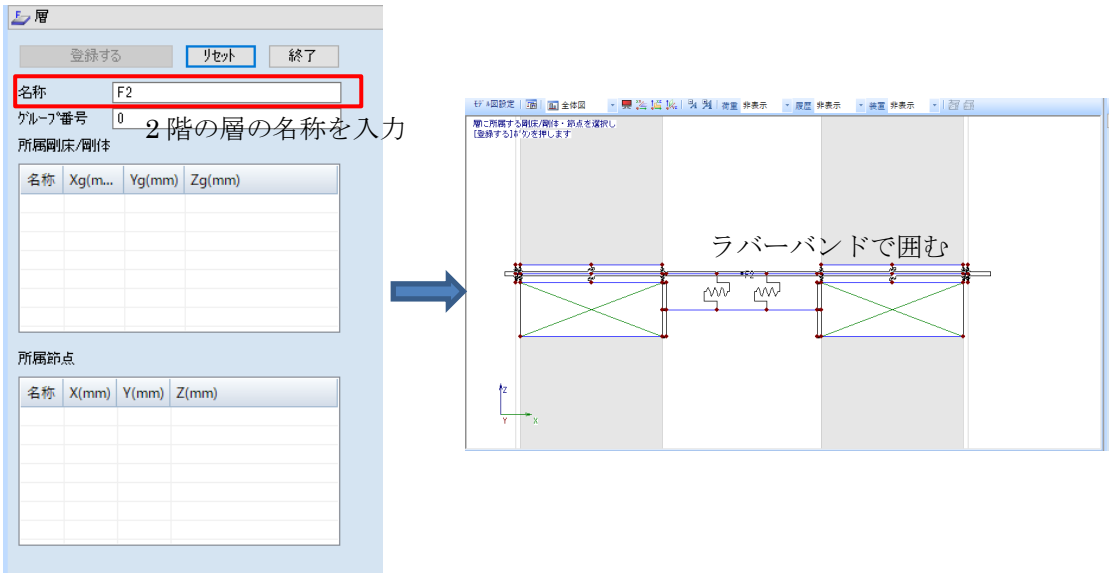


モデルウインドウにおいて、「全体図」として「立面図」を表示し、1 階部分をラバーバンドで囲みます。そして、層のプロパティの「登録する」ボタンを押します。

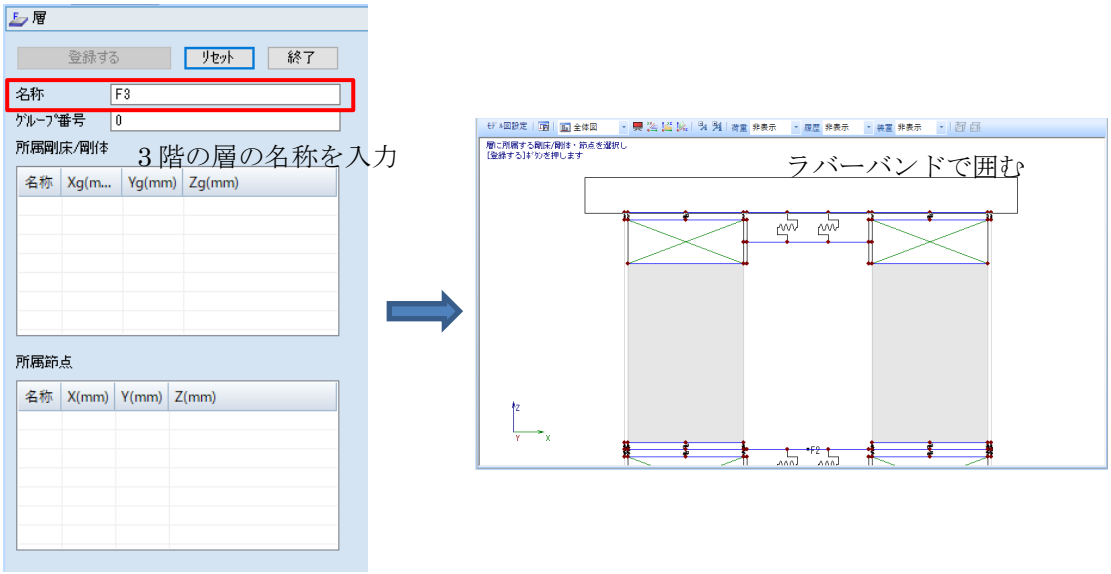


以下、同様に 2 階、3 階に層の設定をします。

層のプロパティボタンの「リセット」ボタンを押して、2 階、3 階の層名を入力して、モデルウインドウ上で、2 階、3 階部分をラバーバンドで囲みます。



2 階の層の設定


層
登録する
リセット
終了
名称
F3
ｸﾞﾙｰﾌﾟ番号
0
所属剛床/剛体
3 階の層の名称を入力
名称
Xg(m...
Yg(mm)
Zg(mm)
所属節点
名称
X(mm)
Y(mm)
Z(mm)
ラバーバンドで囲む

3 階の層の設定

2-18 地震荷重の設定

通常、RC/SRC 造、S 造などの建物は、SNAP のモデル化で常時荷重、地震力を自動算定します。しかし、本例の CLT 壁パネルのモデルは、はり、パネルゾーン部分の周辺はり、周辺柱などの断面形状を直接入力しています。そのために、地震力を算定するための荷重は正しく求めることはできません。そこで、地震力は直接計算を行います。

以下、1 階、2 階の地震力を求めます。

2 階重量

床(屋根)重量　　2.4(kN/m²)×5.4(m)×3.6(m)　　=46.7(kN)

床(屋根)地震時積載重量　　0.8(kN/m²)×5.4(m)×3.6(m)　　=15.6(kN)

CLT 壁パネル　　1.35(kN/m²)×3.5/2(m)×(2×5.4+2×3.6)(m)=42.5(kN)

合計 W_2= 104.8(kN)

1 階重量

床重量　　2.4(kN/m²)×5.4(m)×3.6(m)　　=46.7(kN)

床地震時積載重量　　0.8(kN/m²)×5.4(m)×3.6(m)　　=15.6(kN)

CLT 壁パネル　　1.35(kN/m²)×7.2/2(m)×(2×5.4+2×3.6)(m)=87.5(kN)

合計　149.8(kN)

周期 T=0.03H から算定します。

T=0.03×7.2=0.216(秒)

地域係数 Z=1、第 2 種地盤相当 Tc=0.6(秒)>T=0.216 から Rt=1 となります。したがって、標準層せん断力係数 C_0=0.2 の場合の各階の地震層せん断力は以下となります。

階	Σ wi[kN]	α i	Ai	C_0	Ci	Qi[kN]
2 階(3F 重量)	104.8	0.41	1.302	0.2	0.26	27.29
1 階(2F 重量)	254.6	1	1.000	0.2	0.20	50.92

地震荷重は、剛床荷重とします。

[荷重]→[剛床/剛体荷重]を選択します。下図は、剛床荷重の入力例を示しています。

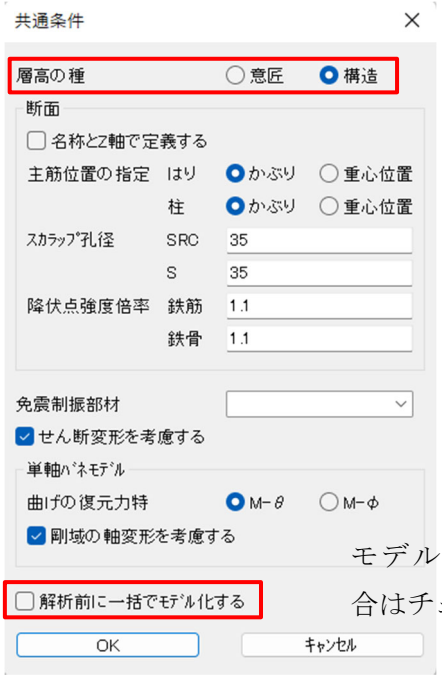
	名称	剛床/剛体	荷重(kN,kN.m) PX	PY	PZ	MX	MY	MZ
1	X正方向	R3	27.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	X正方向	R2	23.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	X負方向	R3	-27.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	X負方向	R2	-23.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Y正方向	R3	0.00	27.29	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Y正方向	R2	0.00	23.63	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Y負方向	R3	0.00	-27.29	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Y負方向	R2	0.00	-23.63	0.00	0.00	0.00	0.00
9								

本例では、表示された「剛床/剛体荷重」において、地震荷重を X 方向の正負方向、Y 方向の正負方向に設定します。
X 方向の正方向の剛床荷重名称は「X 正方向」として、剛床「R3」において、荷重の「PX」に 2 階の層せん断力 27.29(kN)、剛床「R2」において、荷重の「PX」に 2 階と 1 階の層せん断力の差 23.63(kN)を入力します。
X 方向の負方向の荷重名称は「X 負方向」として、剛床「R3」において、荷重の「PX」に 2 階の層せん断力-27.29(kN)(荷重作用位置が反対)、剛床「R2」において、荷重の「PX」に 2 階と 1 階の層せん断力の差-23.63(kN) (荷重作用位置が反対)を入力します。
Y 方向の正方向の剛床荷重名称は「Y 正方向」として、剛床「R3」において、荷重の「PY」に 2 階の層せん断力 27.29(kN)、剛床「R2」において、荷重の「PY」に 2 階と 1 階の層せん断力の差 23.63(kN)を入力します。
Y 方向の負方向の荷重名称は「Y 負方向」として、剛床「R3」において、荷重の「PY」に 2 階の層せん断力-27.29(kN)(荷重作用位置が反対)、剛床「R2」において、荷重の「PY」に 2 階と 1 階の層せん断力の差-23.63(kN) (荷重作用位置が反対)を入力します。

2-19 モデル化

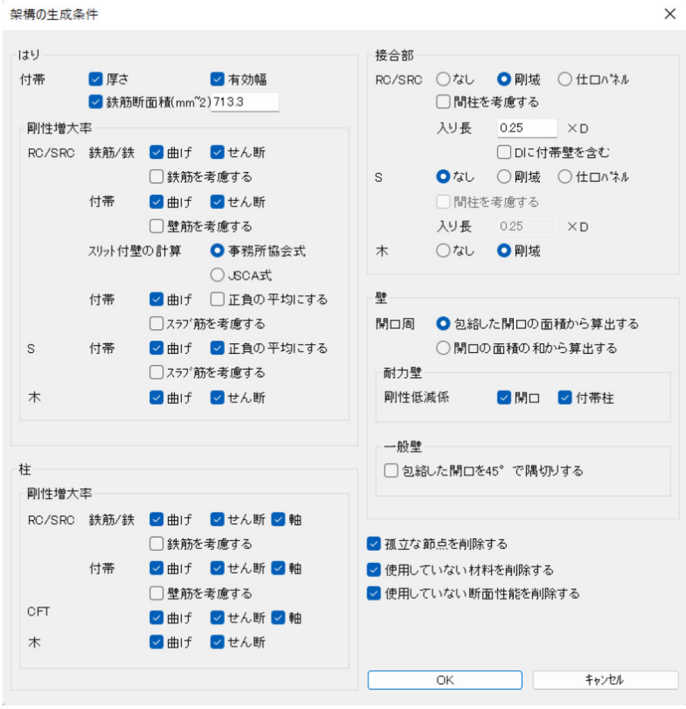
応力解析、増分解析を行うためのモデル化をします。

[モデル化]→[共通条件]を選択します。本モデルは、層高を構造階高とするので、「層高の種別」を「構造」とします。再度モデル化を行う必要が無い場合は、「一括でモデル化する」のチェックを外します。

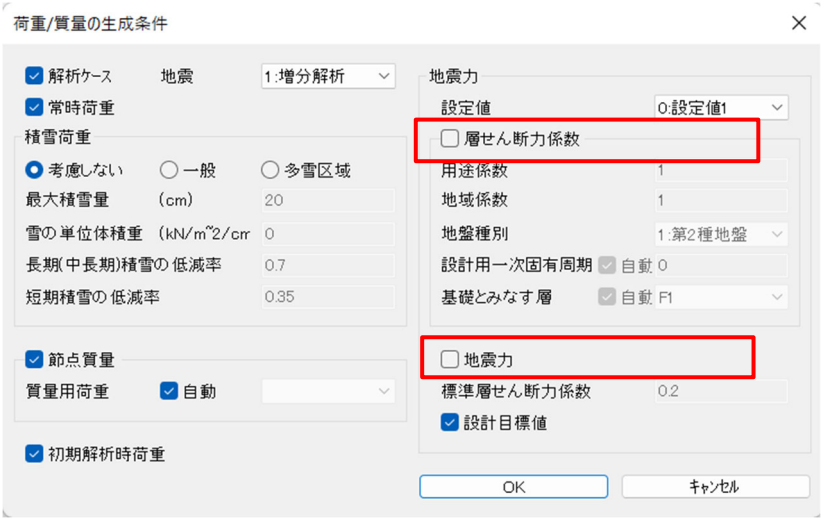


モデル化を行わない場合はチェック外す

[モデル化]→[架構の生成条件]を選択すると、「架構の生成条件」のダイアログが開きます。本例では、RC 部分は 1 階の基礎ばり、スラブのみです。スラブによる剛性増大率計算などはデフォルト設定とします。



[モデル化]→[荷重/質量の生成条件]を選択すると、「荷重/質量の生成条件」のダイアログが開きます。



地震力は直接計算をしたので、本例では「層せん断力係数」、「地震力」のチェックを外します。

[モデル化]→[弾塑性モデルの生成条件]を選択すると、「弾塑性モデルの生成条件」のダイアログが開きます。

本例において、弾塑性モデルは CLT 壁パネルの接合部(スプリング)、RC 造の基礎ばりです。CLT 壁パネルの接合部(スプリング)は、直接単軸バネにより弾塑性モデルの入力をしています。弾塑性モデルのモデル化の対象となる部材は、1 階の RC 造の基礎ばりです。本例は、基礎ばりの弾塑性モデルを弾塑性モデルの生成条件のデフォルト設定により作成します。

[モデル化]→[一括生成]によりモデル化を行います。

2-20 荷重組合せの設定

応力解析のための荷重組合せを設定します。

[荷重]→[荷重組合せ]を選びます。荷重組合せのグリッドシートが開きます。

	名称	組合せ係数									
		CLT壁	DL-C	DL-G	DL-S	LL	LLE	X正方向	X負方向	Y正方向	Y負方向
1	DL+LL	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	DL+LLE	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	MASS	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	INITIAL	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5											

荷重組合せのグリッドシートで表示された「DL+LL」(常時荷重計算用荷重組合せ)、「DL+LLE」(地震時荷重計算用荷重組合せ)、「MASS」(質量計算用荷重組合せ)、「DL-C」(柱自重)、「DL-G」(はり自重)、「DL-S」(床自重)、「LL」(常時荷重時の積載荷重)、「LLE」(地震時の積載荷重)は、モデル化の「荷重/質量の生成」で作成された組合せ名称、荷重名称です。

本例では、常時荷重時に CLT 壁重量を考慮するとします。また、X 正負方向、Y 正負方向の地震荷重による応力解析を行います。そこで、下図に示すように、常時荷重用、地震荷重の荷重組合せを追加します。

	名称	組合せ係数									
		CLT壁	DL-C	DL-G	DL-S	LL	LLE	X正方向	X負方向	Y正方向	Y負方向
1	DL+LL	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	DL+LLE	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	MASS	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	INITIAL	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	常時	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	X+地震	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
7	X-地震	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
8	Y+地震	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
9	Y-地震	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
10											

荷重組合せ名称「常時」は、CLT 壁+床自重(DL-S)+LL(常時荷重時の積載荷重)の荷重組合せ(倍率 1 倍)とします。

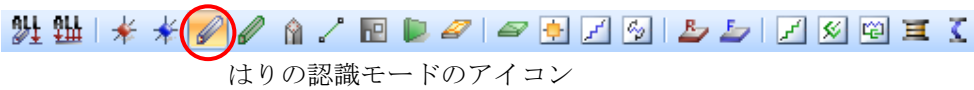
荷重組合せ名称「X+地震」は、X 正方向の地震荷重(剛床荷重)、荷重組合せ名称「X-地震」は、X 負方向の地震荷重(剛床荷重)、荷重組合せ名称「Y+地震」は、Y 正方向の地震荷重(剛床荷重)、荷重組合せ名称「Y-地震」は、Y 負方向の地震荷重(剛床荷重)の荷重組合せ(倍率 1.0 倍)とします。

2-21 はりの面外剛性の考慮

CLT 壁パネルのパネルゾーンの周辺はり、CLT 床からモデル化したはりは、接合部のスプリングを配置するために、中間節点を設定しています。

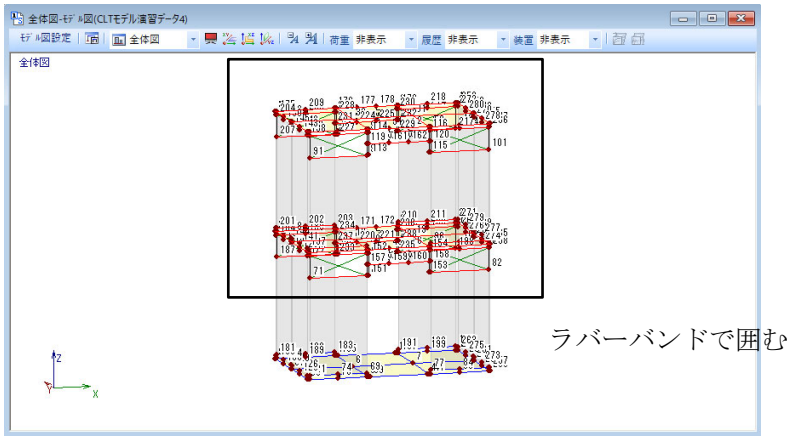
そこで、中間節点に面外の荷重が作用することを考慮して、2 階、3 階部分のはり部材の面外剛性を設定します。

はりの認識モードのアイコンのみ有効にしてください。



はりの認識モードのアイコン

モデルウインドウ上で、下図に示すように、1 階から上の部材をラバーバンドで囲みます。



選択されたはり部材が赤色になります。はり部材のプロパティにおいて、「種別編集」を選択し、「面外剛性」を「考慮する」に変更し、Enter キーを押します。

選択されたはり部材の面外剛性が、「考慮する」に変更されます。

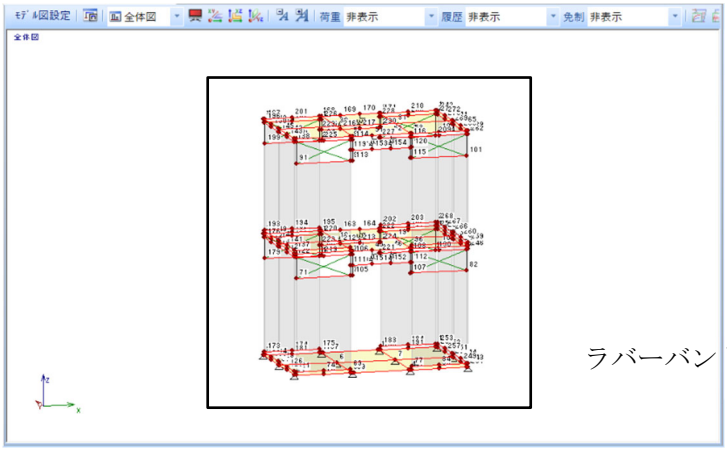
2-22 はり・柱の捻り剛性の考慮

面外剛性の考慮と同様に本例では捻り剛性を考慮するため、はりと柱の捻り剛性の設定をします。

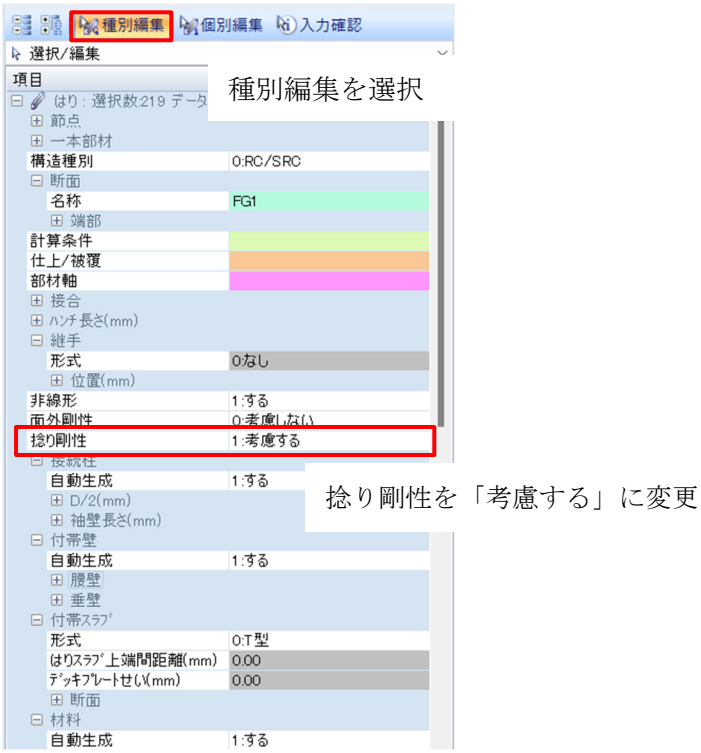
はりと柱の認識モードのアイコンのみ有効にしてください。

はり・柱の認識モードのアイ

モデルウインドウ上で、下図に示すように、モデル図全体をラバーバンドで囲みます。



選択されたはり、柱部材が赤色になります。はりと柱部材のプロパティにおいて、「種別編集」を選択し、「捻り剛性」を「考慮する」に変更し、Enter キーを押します。

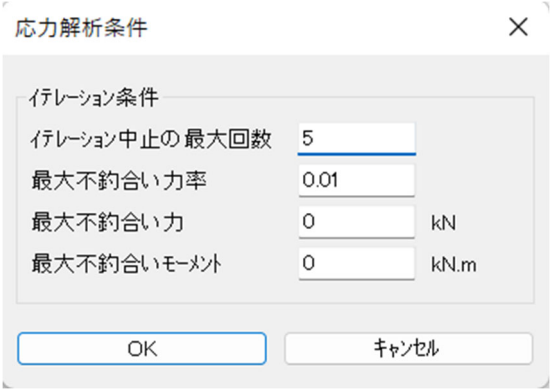


選択されたはり、柱部材の捻り剛性が、「考慮する」に変更されます。

3.解析の実行

3-1 応力解析

[応力解析]→[解析条件]を選択すると、「解析条件」のダイアログが開きます。本例ではデフォルトの設定で解析を行います。

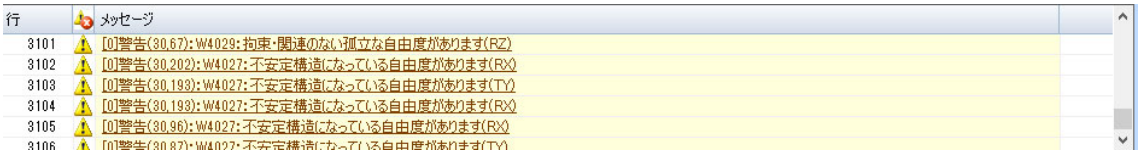


[応力解析]→[解析ケース]を選択します。表示された「応力解析ケース」のグリッドシートにおいて、応力解析ケース「常時」、「PX+」、「PX-」、「PY+」、「PY-」の名称を入力します。

	名称	解析	方向	弾塑性	免震制振部材 名称	免震制振部材 変動係数	施工効果	分割数	荷重組合せ	荷重区分	出力名称1	出力名称2	計算書出力
1	常時	1:する	0:立体	0:しない		2:上限	0:しない	1	常時	1:常時			1:する
2	PX+	1:する	0:立体	0:しない		2:上限	0:しない	1	X+地震	4:地震時			1:する
3	PX-	1:する	0:立体	0:しない		2:上限	0:しない	1	X-地震	4:地震時			1:する
4	PY+	1:する	0:立体	0:しない		2:上限	0:しない	1	Y+地震	4:地震時			1:する
5	PY-	1:する	0:立体	0:しない		2:上限	0:しない	1	Y-地震	4:地震時			1:する

常時荷重、地震荷重とも弾性解析とします。そこで、応力解析名「常時」は、「弾塑性」を「しない」として、荷重組合せ名称を「常時」とします。応力解析名「PX+」、「PX-」，「PY+」、「PY-」は、「弾塑性」を「しない」として、荷重組合せ名称を「X+地震」、「X-地震」，「Y+地震」、「Y-地震」とします

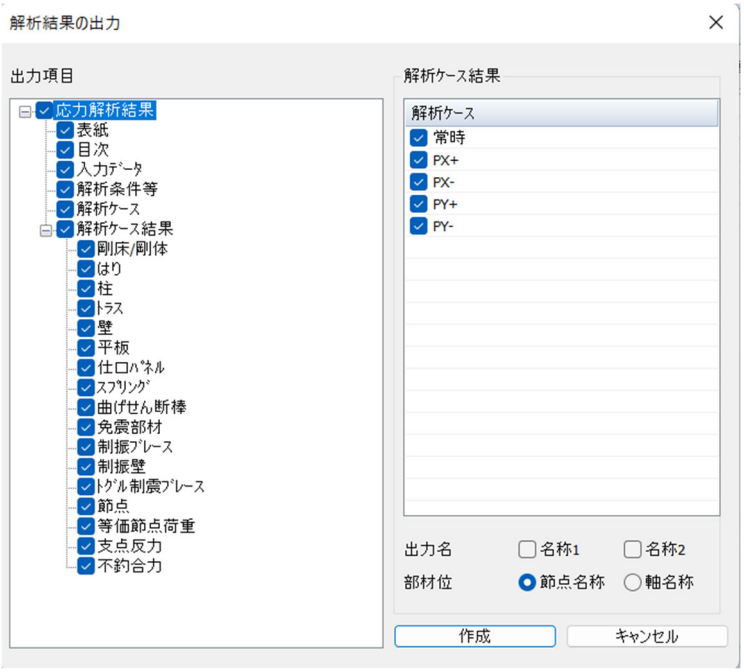
[応力解析]→[計算]を選択して、応力解析を実行します。応力解析を実行すると、メッセージボックスにエラー、警告などが出力されます。エラーが出力される場合は、エラーメッセージを確認してエラーを修正します。また、警告についても解析上問題が無いかの確認をします。



行	メッセージ
3101	[0]警告(30,67):W4029:拘束・関連のない孤立な自由度があります(RZ)
3102	[0]警告(30,202):W4027:不安定構造になっている自由度があります(RX)
3103	[0]警告(30,193):W4027:不安定構造になっている自由度があります(TY)
3104	[0]警告(30,193):W4027:不安定構造になっている自由度があります(RX)
3105	[0]警告(30,96):W4027:不安定構造になっている自由度があります(RX)
3106	[0]警告(30,87):W4027:不安定構造になっている自由度があります(TY)

エラー、警告などに対して対応が不明な場合は、サポートに問い合わせをしてください。

[応力解析]→[解析結果の出力]を選ぶと、応力解析結果の出力指定のダイアログが表示されます。



「解析結果の出力」のダイアログにおいて、出力する項目にチェックを行い、「作成」ボタンを押すと、解析結果が出力されます。

1.1.解析ｹｰｽ[常時]

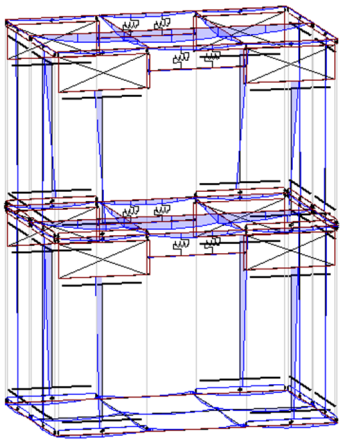
1.1.1.はり

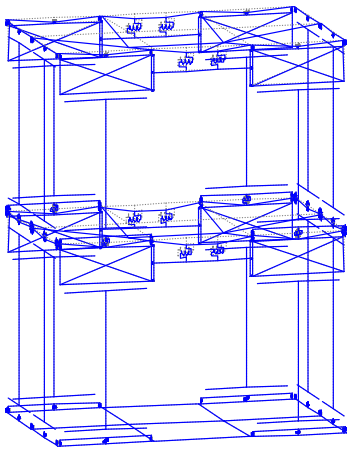
曲げ　kN.m
せん断　kN
軸　kN
捻り　kN.m

節点	位置	曲げ (xz面)	せん断 (xz面)	曲げ (xy面)	せん断 (xy面)	軸	捻り
5-6	節点I端	-0.15	4.21				
	I端	-0.15	4.21			0.00	0.00
	節点J端	2.19	-6.80				
	J端	2.19	-6.80			0.00	
	中央	-2.29	-1.30			0.00	
2-6	節点I端	-0.03	4.14				
	I端	-0.03	4.14			0.00	-0.05
	節点J端	2.44	-6.88				
	J端	2.44	-6.88			0.00	
	中央	-2.10	-1.37			0.00	
6-7	節点I端	2.30	5.51				
	I端	2.30	5.51			0.00	-0.00
	節点J端	2.30	-5.51				
	J端	2.30	-5.51			0.00	
	中央	-1.01	-0.00			0.00	
3-7	節点I端	-0.03	4.14				
	I端	-0.03	4.14			0.00	0.05
	節点J端	2.44	-6.88				
	J端	2.44	-6.88			0.00	
	中央	-2.10	-1.37			0.00	
7-8	節点I端	2.19	6.80				
	I端	2.19	6.80			0.00	-0.00
	節点J端	-0.15	-4.21				
	J端	-0.15	-4.21			0.00	
	中央	-2.29	1.30			0.00	
6-10	節点I端	2.44	6.88				
	I端	2.44	6.88			0.00	0.05
	節点J端	-0.03	-4.14				
	J端	-0.03	-4.14			0.00	
	中央	-2.10	1.37			0.00	
7-11	節点I端	2.44	6.88				
	I端	2.44	6.88			0.00	-0.05
	節点J端	-0.03	-4.14				
	J端	-0.03	-4.14			0.00	
	中央	-2.10	1.37			0.00	
17-18	節点I端	0.34	11.46	0.00	0.00		
	I端	0.34	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00
	節点J端	-8.04	-2.15	0.00	0.00		
	J端	-8.04	-2.15	0.00	0.00	0.00	
	中央	-6.91	4.65	0.00	0.00	0.00	

節点	位置	曲げ (xz面)	せん断 (xz面)	曲げ (xy面)	せん断 (xy面)	軸	捻り
	中央	-6.91	-4.65	0.00	0.00	0.00	
18-22	節点I端	-7.99	-4.48	0.00	0.00		
	I端	-7.99	-4.48	0.00	0.00	0.00	0.08
	節点J端	0.07	-4.48	0.00	0.00		
	J端	0.07	-4.48	0.00	0.00	0.00	
	中央	-3.96	-4.48	0.00	0.00	0.00	
19-23	節点I端	-7.99	-4.48	0.00	0.00		
	I端	-7.99	-4.48	0.00	0.00	0.00	-0.08
	節点J端	0.07	-4.48	0.00	0.00		
	J端	0.07	-4.48	0.00	0.00	0.00	
	中央	-3.96	-4.48	0.00	0.00	0.00	
29-30	節点I端	0.38	11.42	0.00	0.00		
	I端	0.38	11.42	0.00	0.00	0.00	0.00
	節点J端	-7.93	-2.19	-0.00	0.00		
	J端	-7.93	-2.19	-0.00	0.00	0.00	
	中央	-6.84	4.62	0.00	0.00	0.00	
26-30	節点I端	0.08	4.50	0.00	0.00		
	I端	0.08	4.50	0.00	0.00	0.00	-0.09
	節点J端	-8.01	4.50	0.00	0.00		
	J端	-8.01	4.50	0.00	0.00	0.00	
	中央	-3.97	4.50	0.00	0.00	0.00	
30-31	節点I端	-7.75	6.80	0.00	0.00		
	I端	-7.75	6.80	0.00	0.00	0.00	-0.00
	節点J端	-7.75	-6.80	0.00	0.00		
	J端	-7.75	-6.80	0.00	0.00	0.00	
	中央	-10.82	0.00	0.00	0.00	0.00	
27-31	節点I端	0.08	4.50	0.00	0.00		
	I端	0.08	4.50	0.00	0.00	0.00	0.09
	節点J端	-8.01	4.50	0.00	0.00		
	J端	-8.01	4.50	0.00	0.00	0.00	
	中央	-3.97	4.50	0.00	0.00	0.00	
31-32	節点I端	-7.93	2.19	0.00	0.00		
	I端	-7.93	2.19	0.00	0.00	0.00	-0.00
	節点J端	0.38	-11.42	0.00	0.00		
	J端	0.38	-11.42	0.00	0.00	0.00	
	中央	-6.84	-4.62	0.00	0.00	0.00	
30-34	節点I端	-8.01	-4.50	0.00	0.00		
	I端	-8.01	-4.50	0.00	0.00	0.00	0.09
	節点J端	0.08	-4.50	0.00	0.00		
	J端	0.08	-4.50	0.00	0.00	0.00	
	中央	-3.97	-4.50	0.00	0.00	0.00	

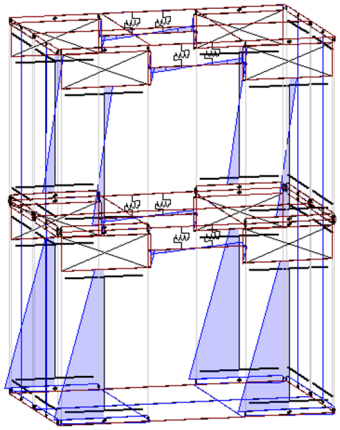
参考に、常時荷重時、X+地震時、Y+地震時の応力図、変位図を示します。

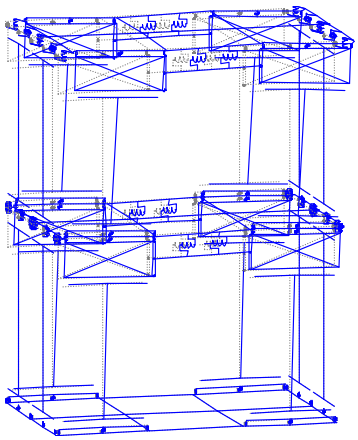




応力図　　変位図

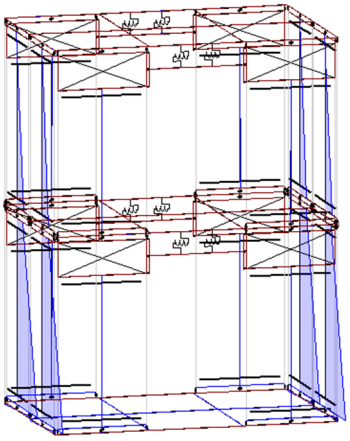
常時荷重時の全体モデルの応力図、変位図

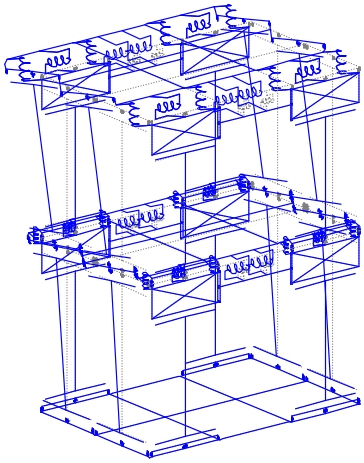




応力図　　変位図

X 正方向地震時の全体モデルの応力図、変位図





応力図　　変位図

Y 正方向地震時の全体モデルの応力図、変位図

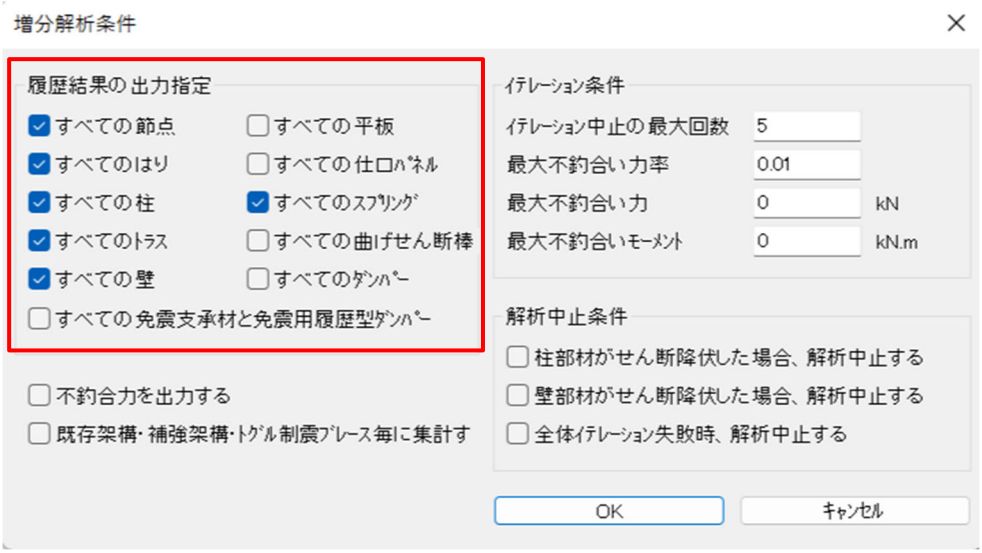
3-2 増分解析

X 正方向、Y 正方向に対して、弾塑性静的増分解析を行います。

[増分解析]→[解析条件]を選択すると、「増分解析条件」のダイアログが開きます。

本例では、イテレーション条件の設定はデフォルトとします。

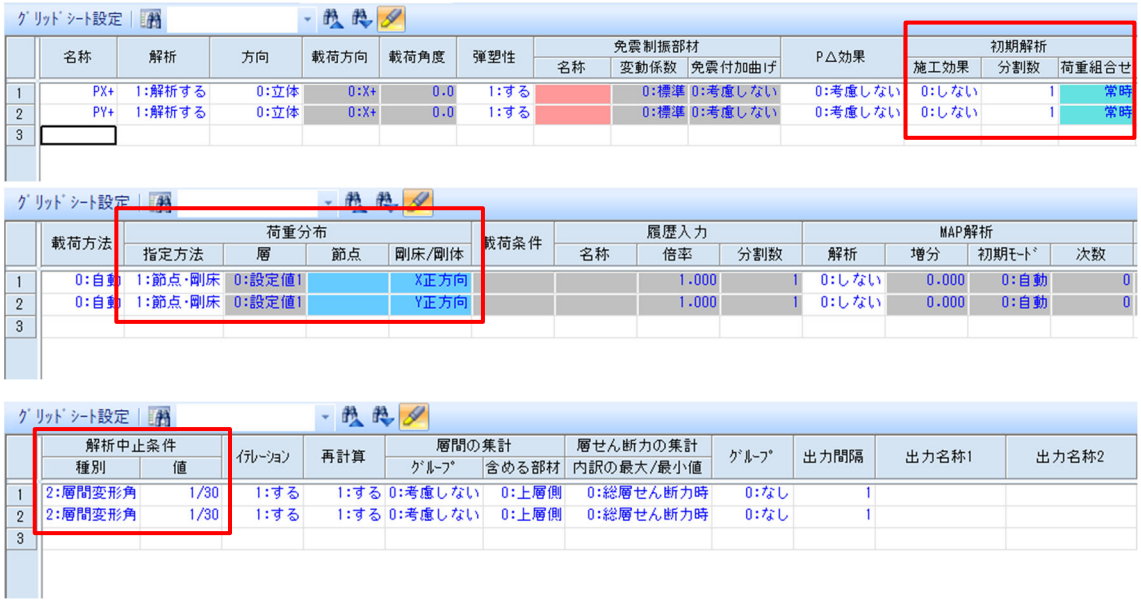
履歴結果を出力する項目にチェック



履歴結果を出力(保存)したい項目にチェックをします。

[増分解析]→[解析ケース]を選択すると、増分解析の解析ケースのグリッドシートが表示されます。

本例では、X 正方向と Y 正方向に、地震時の剛床荷重の水平力の比率に従って、静的増分解析を実行します。増分解析ケースは、下図の設定をしました。

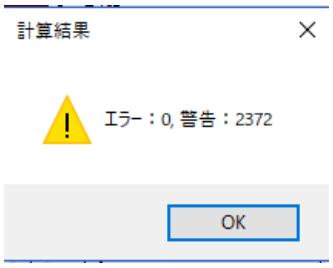


PX+,PY+の増分解析ケースにおいて、常時荷重による応力解析を実行後、増分解析を行います。そこで、「初期解析」の「荷重組合せ」において、「常時」の荷重組合せ名称を選択します。

PX+の荷重分布は、剛床荷重の「X 正方向」、PY+の荷重分布は、剛床荷重の「Y 正方向」に従うとします。

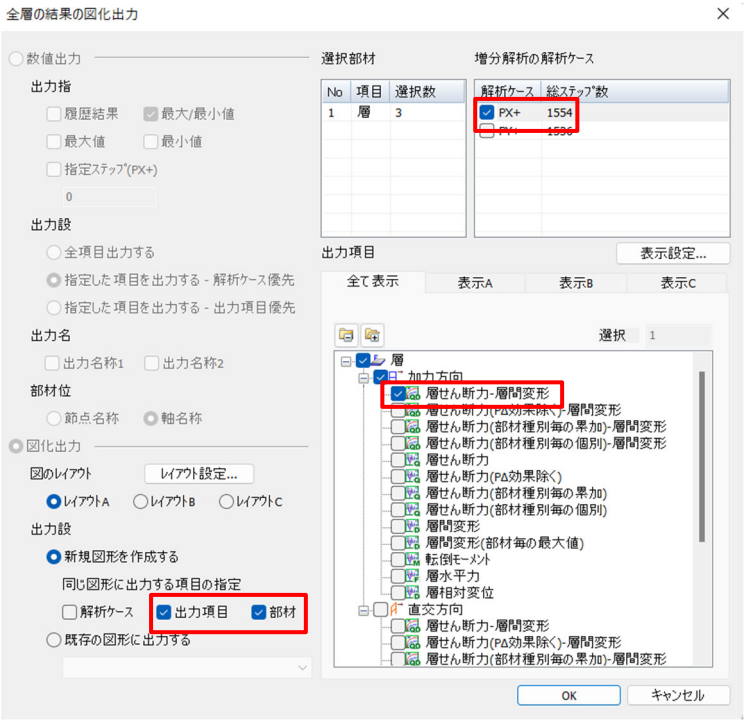
また、本例において解析が中止するのは層間変形角が 1/30 に達した時とします。解析中止条件において、「種別」で「層間変形角」を選択して、「値」に「1/30」を入力します。

[増分解析]→[計算]を実行します。解析が終了すると、「計算結果」のダイアログが表示されます。

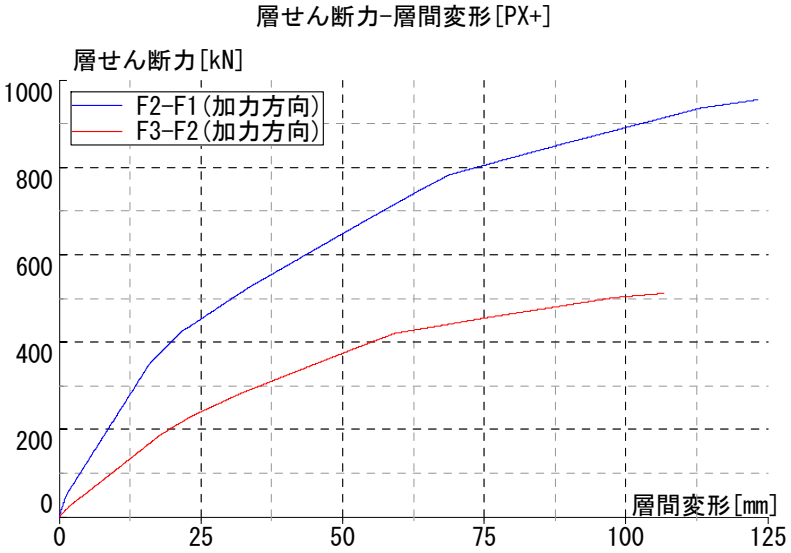


参考に、PX+,PY+の層せん断力-層間変位の解析結果を表示します。

[増分解析]→[全層の結果の図化出力]を選択します。下図は PX+の出力設定を示します。

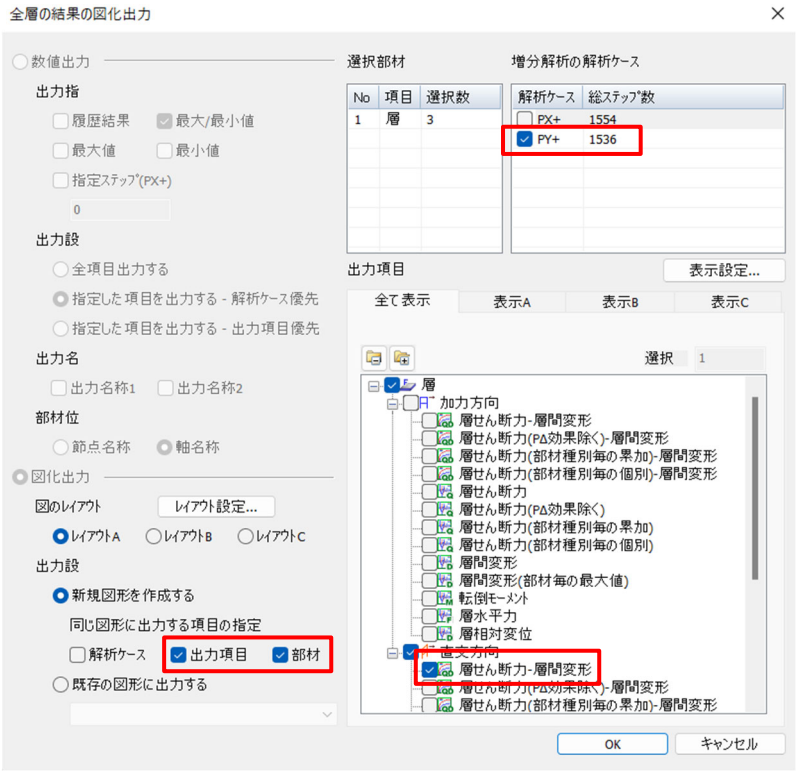


「全層の結果の図化出力」のダイアログにおいて、解析ケースの「PX+」、出力設定の「新規図形を作成する」の「出力項目」、「部材」、出力項目の「加力方向」の「層せん断力-層間変位」にチェックをします。OK ボタンを押すと、PX+の層せん断力-層間変位の増分解析結果が出力されます。

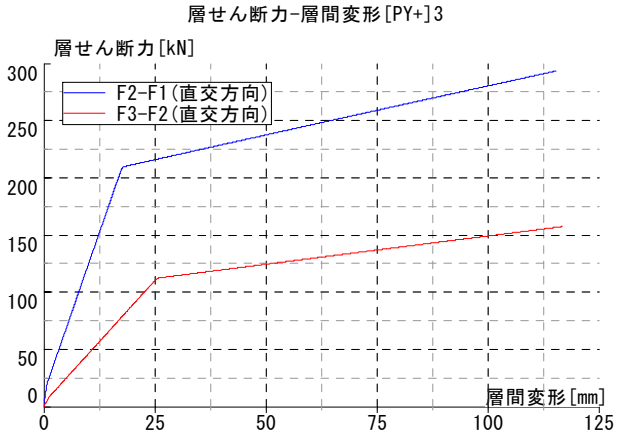


PX+の層せん断力-層間変位関係

PY+の出力設定を示します。

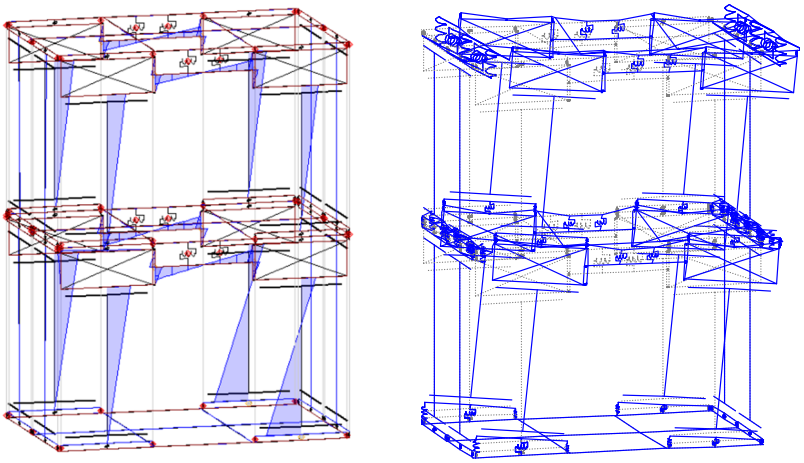


「全層の結果の図化出力」のダイアログにおいて、解析ケースの「PY+」、出力設定の「新規図形を作成する」の「出力項目」、「部材」、出力項目の「直交方向」の「層せん断力-層間変位」にチェックをします。OK ボタンを押すと、PY+の層せん断力-層間変位の増分解析結果が出力されます。



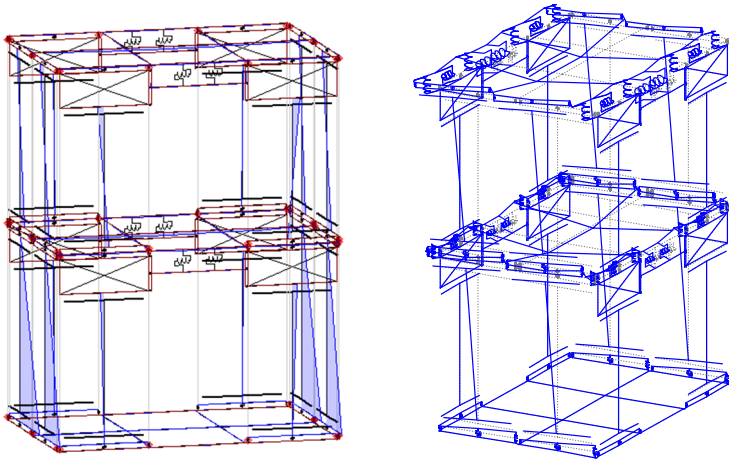
PY+の層せん断力-層間変位関係

以下、参考に PX+、PY+の最終ステップの応力図、変位図を示します。



応力図　　変位図

PX+の最終ステップの応力図、変位図



応力図　　変位図

PY+の最終ステップの応力図、変位図