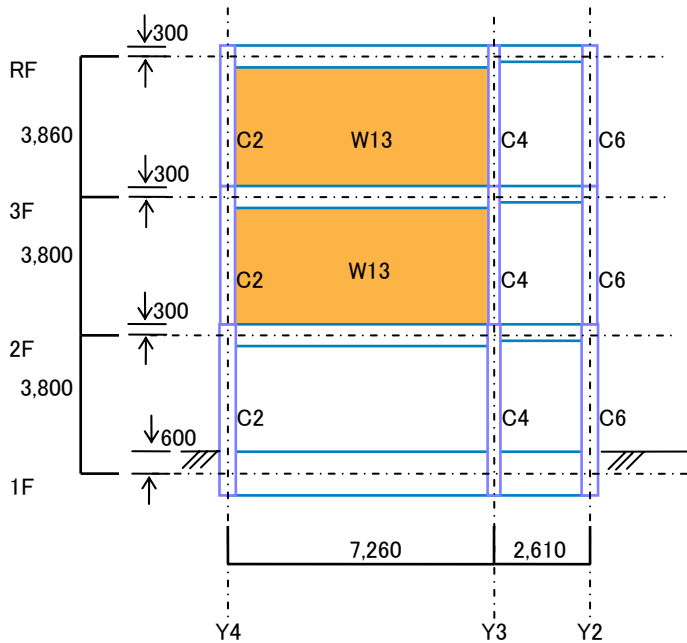


ケース 1 下階壁抜け柱の検討に用いる軸力の算定



耐震壁の諸元

階	壁 Qsu [kN]	壁 Mu [kN・m]
3F	8629.8	8427.4
2F	8673.3	10129.0

(出力例の表 3, 表 5 を参照)

壁抜け柱の諸元

	Y4(引張側)	Y3(圧縮側)
N _{tu} [kN]	-473.2	-1118.4
N _{cu} [kN]	5238.7	4824.8
N _L [kN]	594.3	556.0

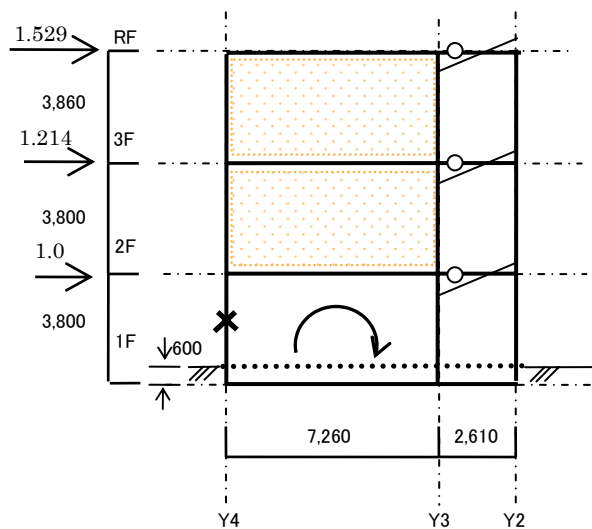
(出力例の表 3 を参照)

外力分布

階	A _i	Σ W _i	Q	P	p _i	q _i
3F	1.447	4508.1	6524.0	6524.0	1.529	1.529
2F	1.182	9905.7	11704.1	5180.1	1.214	2.742
1F	1.000	15972.1	15972.1	4268.0	1.000	3.742

(出力例の表 1 を参照)

○1Fの壁抜け柱が軸降伏する場合 (回転中心は Y3 軸)



境界梁の諸元 (節点まわり)

階	gM _{Ri}	gQ _{Ri}
RF	105.3	101.4
3F	112.1	146.6
2F	166.7	162.9

(出力例の表 2 を参照)

壁抜け階の引張側柱が軸降伏する場合の抵抗モーメントは、

$$wM_u = (N_{tu(Y4)} - N_{L(Y4)}) \times L_{(Y4:Y3)} = |(-473.2 - 594.3) \times 7.26| = 7750.0 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

$$Y3 \text{ 柱の曲げ終局強度}(272.3) \text{ を加算して } wM_u = 8022.4 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

このときの外力によるモーメントは、

$$\text{外力 } M = q_3 H_3 + q_2 H_2 + q_1 H_1 = 1.529 \cdot 3.86 + 2.742 \cdot 3.8 + 3.742 \cdot (3.8 - 0.6) = 28.3 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

境界梁による抵抗モーメントは、

$$\text{境界梁 } M = {}_gM_{R(RF)} + {}_gM_{R(3F)} + {}_gM_{R(2F)} = 105.3 + 112.1 + 166.7 = 384.1 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

抵抗モーメントの合計は、

$$\text{合計 } M = 8022.4 + 384.1 = 8406.5 \text{ より } m\lambda_1 = 8406.5 / 28.3 = 297.0$$

(出力例の表 5 を参照)

○上部の壁が曲げ降伏する場合

1F 柱の場合と同様に検討して

階	M _u	境界梁	合計 M	外力 M	mλ _i
3F	8427.4	105.3	8532.7	5.4	1568.0
2F	10129.0	217.4	10346.3	15.5	667.6

(出力例の表 5 を参照)

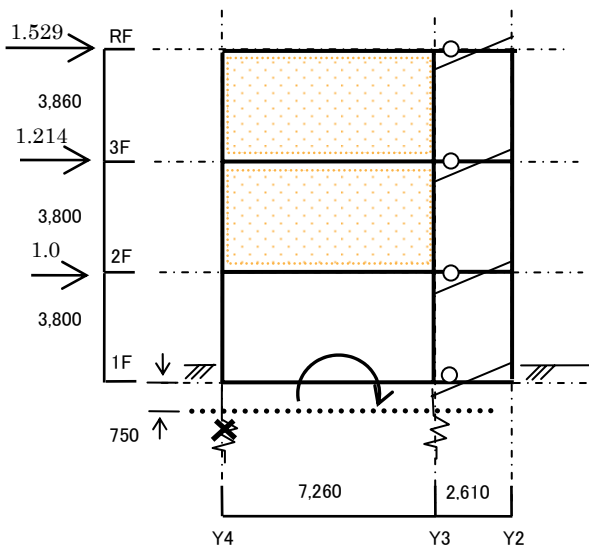
○上部の壁がせん断軸降伏する場合

$$s\lambda_3 = \text{壁 } Q_{su(3F)} / q_3 = 8629.8 / 1.529 = 5645.6$$

$$s\lambda_2 = \text{壁 } Q_{su(2F)} / q_2 = 8673.3 / 2.742 = 3162.8$$

(出力例の表 6 を参照)

○基礎の引抜または沈み込みで決定する場合



境界梁の諸元 (節点まわり)

階	${}_gM_{Ri}$	${}_gQ_{Ri}$
RF	105.3	101.4
3F	112.1	146.6
2F	166.7	162.9
1F	692.8	466.8

(出力例の表 2 を参照)

基礎の諸元

	Y4 (引張側)	Y3 (圧縮側)
N _{tu} [kN]	1887.5	4903.3
N _{cu} [kN]	1935.6	4903.3

(出力例の表 4 を参照)

基礎の引抜による抵抗モーメントは、

$$Mu=(N_{tu(Y4)}) \times L_{(Y4:Y3)} = |-1887.5 \times 7.26| = 13703.3 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

このときの外力によるモーメントは、

$$\text{外力 } M=q_3H_3+q_2H_2+q_1H_1=1.529 \cdot 3.86+2.742 \cdot 3.8+3.742 \cdot (3.8+0.75)=33.4 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

境界梁による抵抗モーメントは、

$$\text{境界梁 } M= {}_gM_{R(RF)}+ {}_gM_{R(3F)}+ {}_gM_{R(2F)}+ {}_gM_{R(1F)} =105.3+112.1+166.7+692.8=1076.9 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

抵抗モーメントの合計は、

$$\text{合計 } M=7904.5+1076.9=14780.2 \text{ より } r\lambda =14780.2/33.4=443.1$$

(出力例の表 4 を参照)

以上より、1F の壁抜け柱が軸降伏する場合で決定。($\lambda=297.0$)

このとき、Y3 柱に作用する軸力は

$${}_cN_{tu'(Y4)}=N_{tu(Y4)}-N_{L(Y4)}=-473.2-594.3=-1067.5 \text{ [kN]}$$

$${}_cN_{cu'(Y3)}=N_{cu(Y3)}-N_{L(Y3)}+\{ {}_gQ_{R(RF)}+ {}_gQ_{R(3F)}+ {}_gQ_{R(2F)} \}=4824.8-556.0+101.4+146.6+162.9=4677.7 \text{ [kN]}$$

$$\begin{aligned} {}_wM_{(1F)} &= \lambda \cdot (\text{外力 } M) - \{ {}_gM_{R(RF)}+ {}_gM_{R(3F)}+ {}_gM_{R(2F)} \} - {}_cM_{(Y3)} \\ &= 297.0 \cdot 28.3 - (105.4+112.1+166.7) - 272.3 = 7750.0 \text{ [kN}\cdot\text{m}] \end{aligned}$$

スパン $L_{(Y4:Y3)}=7.26 \text{ [m]}$ なので、

$${}_cN'_{(Y4)}=-1067.5 \text{ [kN]} \quad , {}_cN'_{(Y3)}=1067.5 \text{ [kN]}$$

$${}_cN_{(Y4)}={}_cN'_{(Y4)}-N_{L(Y4)}=-1067.5+594.3=473.2 \text{ [kN]}$$

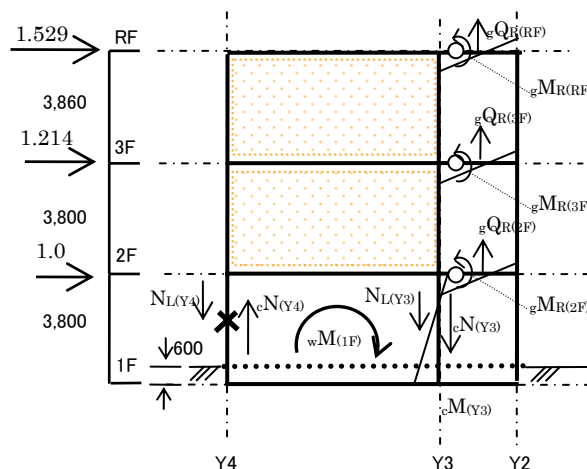
$$\begin{aligned} {}_cN_{(Y3)} &= {}_cN'_{(Y3)}+N_{L(Y3)}-\{ {}_gQ_{R(RF)}+ {}_gQ_{R(3F)}+ {}_gQ_{R(2F)} \} \\ &= 1067.5+556.0-(101.4+146.6+162.9)=1212.7 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

(出力例の表 3 の ${}_mN_e$ を参照)

【検証】

1F の壁抜け柱が軸降伏する場合の Y3 柱に作用する軸力は、鉛直方向のつり合いより

$$\begin{aligned} {}_cN_{(Y3)} &= |N_{tu(Y4)}| + \{ N_{L(Y4)}+N_{L(Y3)} \} - \{ {}_gQ_{R(RF)}+ {}_gQ_{R(3F)}+ {}_gQ_{R(2F)} \} \\ &= 473.2 + (594.3+556.0) - (101.4+146.6+162.9) = 1212.7 \text{ [kN]} \end{aligned}$$



計算書の出力例 (抜粋)

番号 1. X10 フレーム 1F :3F 階 Y4 :Y3 軸 |---->> 左加力時

表 1

壁架構の基本情報

Pi : 層に作用する外力の分布係数
dh(B) : 脚部の構造心から危険断面位置までの距離 (m)
qi : 層せん断力分布係数
スパン : 構造心間の距離 (m)
hi : 構造用階高 (基礎階は回転中心までの距離) (m)
dh(T) : 頂部の構造心から危険断面位置までの距離 (m)
外力 M = $\sum (qi \cdot hi)$: 脚部位置の外力によるモーメント (kN・m)

階名	Pi	qi	hi	dh(B)	dh(T)	外力 M	Y4	Y3
RF	1.529	---	---	---	---	---	7.260	---
3F	1.214	1.529	3.860	0.300	0.300	5.4	7.260	---
2F	1.000	2.743	3.800	0.300	0.300	15.5	7.260	---
1F	---	3.743	3.800	0.600	0.300	28.3	7.260	---
基礎	---	---	0.750	---	---	---	---	33.4

壁架構の境界梁の終局強度

gML : 壁架構左側の境界梁モーメント (節点周り) (kN・m) gMR : 壁架構右側の境界梁モーメント (節点周り) (kN・m)
gQL : 壁架構左側の境界梁せん断力 (Q0 考慮) (kN) gQR : 壁架構右側の境界梁せん断力 (Q0 考慮) (kN)
gNwL : 壁架構左側の境界梁扱いの耐震壁軸耐力 (kN) gNwR : 壁架構右側の境界梁扱いの耐震壁軸耐力 (kN)
※ 壁架構に隣接する側は必ずヒンジが発生するものとし、他端は節点振り分け法により算定します。

階名	軸名	gML	gQL	gNwL	軸名	gMR	gQR	gNwR
RF	Y4	---	---	---	Y3	105.3	101.4	---
3F	Y4	---	---	---	Y3	112.1	146.6	---
2F	Y4	---	---	---	Y3	166.7	162.9	---
1F	Y4	---	---	---	Y3	692.8	466.8	---
合計		0.0	0.0			1076.9	877.6	

表 2

壁架構内の鉛直部材の終局強度

Qu : 柱のメカニズム時せん断力または耐震壁のせん断終局強度 (kN)
Mu : 柱頭部の柱モーメント (節点周り) (kN・m)
Ntu : 柱 (壁付帯柱) の引張軸耐力 (kN) Ncu : 柱 (壁付帯柱) の圧縮軸耐力 (kN)
Ke : 壁架構内の部材のせん断剛性分配率 NL : 柱 (壁付帯柱) の長期軸力 (kN)
mN : 壁架構の終局時の曲げモーメントによる軸力 (kN)
mNe : 周辺部材の影響を考慮した壁架構の終局時の軸力 (kN)

階名	軸名	Qu	Mu	Ntu	Ncu	Ke	NL	mN	mNe
3F	Y4	8629.8	---	1160.8	20289.2	1.000	177.5	-217.3	-39.8
3F	Y3	---	---	1154.4	19241.0	---	166.7	196.4	261.7
2F	Y4	8673.3	---	1395.2	20054.8	1.000	411.9	-633.5	-221.6
2F	Y3	---	---	1376.0	19019.3	---	388.3	572.4	712.8
1F	Y4	136.2	216.6	1067.5	4644.4	0.680	594.3	-1067.5	-473.2
1F	Y3	171.3	272.3	1674.4	4268.8	0.320	556.0	1067.5	1212.7

表 3

柱の Ntu, Ncu は長期軸力 NL を含んだ値なので、実際は以下の通り。
1F-Y4 軸
Ntu = 1067.5 - 594.3 = 473.2 [kN]
Ncu = 4644.4 + 594.3 = 5238.7 [kN]
1F-Y3 軸
Ntu = 1674.4 - 556.0 = 1118.4 [kN]
Ncu = 4268.8 + 556.0 = 4824.8 [kN]

回転終局時

※境界梁 M, 直交梁 M は基礎梁から上部の総和とする
基礎 N が軸耐力を超える場合には基礎 N の右に*を記す。(圧縮が正)
壁架構内で最小となる rλ の右に*を記す

表 4

回転中心 : 回転中心となる軸名
基礎 Ntu : 回転中心軸の基礎の引張軸耐力 (kN)
基礎 Ncu : 回転中心軸の基礎の圧縮軸耐力 (kN)
基礎 N : 回転中心軸の基礎に作用する軸力 (kN)
基礎 M : 基礎による抵抗モーメント (kN・m)
境界梁 M : 壁架構の境界梁による抵抗モーメント (kN・m)
直交梁 M : 壁架構の直交梁による抵抗モーメント (kN・m)
上部柱 M : 壁架構の上部柱による転倒モーメント (kN・m)
合計 M = 基礎 M + 境界梁 M + 直交梁 M - 上部柱 M
外力 M : 外力によるモーメント (kN・m)
rλ : 壁架構の回転終局時の荷重係数 (kN)
Df : 最下層の梁から回転中心までの距離 (m)

回転中心	基礎 Ntu	基礎 Ncu	基礎 N	基礎 M	境界梁 M	直交梁 M	上部柱 M	合計 M	外力 M	rλ
Y4	1887.5	4903.3	-4903.3*	35598.2	7448.5	0.0	0.0	43046.7	33.4	1290.523
Y3	1935.6	4903.3	1887.5	13703.3	1076.9	0.0	0.0	14780.2	33.4	443.103*

曲げ終局時 ※境界梁 M、直交梁 Mはその階より上部の総和とする
 架構内で最小となる $m\lambda$ の右に*を記す。
 $wM(\min\lambda)$ が wMu または wMu' を超える場合には $wM(\min\lambda)$ の右に#を記す。(加力方向側が引張となる場合が正)
 架構外に壁が取り付く階の $wM(\min\lambda)$ は () で囲み参考値として扱う。

wMu : 壁架構内の層内の部材による曲げ終局強度 (kN・m) wMu' : 負曲げを受ける場合の曲げ終局強度 (kN・m)
 dh : 構造心から危険断面位置までの距離 (m)
 境界梁 M : 壁架構の境界梁による抵抗モーメント (kN・m) 直交梁 M : 壁架構の直交梁による抵抗モーメント (kN・m)
 上部 M : 壁架構の上部部材による転倒モーメント (kN・m) 合計 M = 単体 M + 境界梁 M + 直交梁 M - 上部 M
 外力 M : 外力によるモーメント (kN・m) $m\lambda$: 壁架構の曲げ終局時の荷重係数 (kN)
 $wM(\min\lambda)$: 壁架構の曲げ終局時のモーメント (kN・m)

表 5

階名	部位	wMu	wMu'	dh	境界梁 M	直交梁 M	上部柱 M	合計 M	外力 M	mλ	wM(minλ)
3F	頂部	8427.4	-8380.9	0.300	105.3	0.0	0.0	8532.7	0.5	18601.795	30.9
	脚部	8427.4	-8380.9	0.300	105.3	0.0	0.0	8532.7	5.4	1567.572	1511.4
2F	頂部	10129.0	-9989.9	0.300	217.4	0.0	0.0	10346.3	6.7	1538.526	1780.0
	脚部	10129.0	-9989.9	0.300	217.4	0.0	0.0	10346.3	15.5	667.401	4387.1
1F	頂部	8022.4	-12428.4	0.300	384.1	0.0	0.0	8406.5	17.4	481.794	4526.0
	脚部	8022.4	-12428.4	0.600	384.1	0.0	0.0	8406.5	28.3	297.017*	8022.4

せん断終局時 ※架構内で各壁が連層となる範囲で最小となる $s\lambda$ の右に*を記す
 壁の範囲と壁架構の範囲が異なる場合は架構内の部材の合計値として Qsu を () で囲む。
 壁架構に隣接する壁がある層はせん断終局時の対象外とする。

Qsu : 壁架構内における各層のせん断終局強度 (kN)
 上部柱 Q : 壁架構の上部柱によるせん断終局強度 (kN) 合計 Q = Qsu - 上部柱 Q
 qi : その層の層せん断力分布係数 $s\lambda$: 壁架構のせん断終局時の荷重係数 (kN)

表 6

階名	Qsu	上部柱 Q	合計 Q	qi	$s\lambda$
3F	8629.8	0.0	8629.8	1.529	5644.097
2F	8673.3	0.0	8673.3	2.743	3161.986 *

壁架構の終局強度

※壁、柱が混在している場合、 Qru 、 Qmu 、 Qsu はせん断剛性に応じて分配されたせん断力とする
 各壁の終局時せん断力となった場合には採用欄に破壊形式を記す
 壁架構に隣接する壁がある層は対象外します。

表 7

qi : その層の層せん断力分布係数 上部柱 Q : 壁架構の上部柱によるせん断終局強度 (kN)
 $r\lambda$: 壁架構の回転終局時の荷重係数 (kN) Qru : 壁架構の回転終局時に壁に作用するせん断力 (kN)
 $m\lambda$: 壁架構の曲げ終局時の荷重係数 (kN) Qmu : 壁架構の曲げ終局時に壁に作用するせん断力 (kN)
 $s\lambda$: 壁架構のせん断終局時の荷重係数 (kN) Qsu : 壁架構のせん断終局時に壁に作用するせん断力 (kN)

階名	軸名:軸名	qi	上部柱 Q	$r\lambda$	Qru	$m\lambda$	Qmu	$s\lambda$	Qsu	採用
3F	Y4 :Y3	1.529	0.0	443.1	677.5	297.0	454.1 *	3162.0	4834.7	曲げ
2F	Y4 :Y3	2.743	0.0	443.1	1215.4	297.0	814.7 *	3162.0	8673.3	曲げ

下階壁抜け柱の検討

Ns : 作用軸力 (kN) Nb : 釣り合い軸力 (kN)
 Qmu : $N=Ns$ の曲げ終局時せん断力 (kN) Qsu : $N=Ns$ のせん断終局強度 (kN)
 $Qmu(Nb)$: $N=Nb$ の曲げ終局時せん断力 (kN) $Qsu(Nb)$: $N=Nb$ のせん断終局強度 (kN)
 $@$: 帯筋ピッチ (mm)
 η_{max} : 圧縮軸力比 η_u : 圧縮軸力比の制限値

a) $N=Ns$ においてせん断破壊と判定された場合には Qsu に*を記す
 b) $Ns>Nb$ の場合においてせん断破壊と判定された場合には $Qsu(Nb)$ に*を記す
 c) $\eta_{max}>\eta_u$ の場合には η_{max} に*を記す
 ※ 下階壁抜け柱の検討位置を指定した場合には階名軸名を [] で囲みます。
 Ns を下階壁抜け柱の検討用の軸力とした場合には [] で囲まれて表示されます。
 検討用の軸力が長期軸力未満の場合は長期軸力で検討を行い Ns に*を記す

表 8

| X10 フレーム | ---->> 左加力時 二次診断強度計算

階名	軸名	Ns	Nb	Qmu	Qsu	$Qmu(Nb)$	$Qsu(Nb)$	@	モード	F 値	η_{max}	η_u	判定
[1F	Y3]	[1212.7]	1242.6	190.2	265.2	191.5	267.6	200	CB	1.33	0.33	0.40	OK