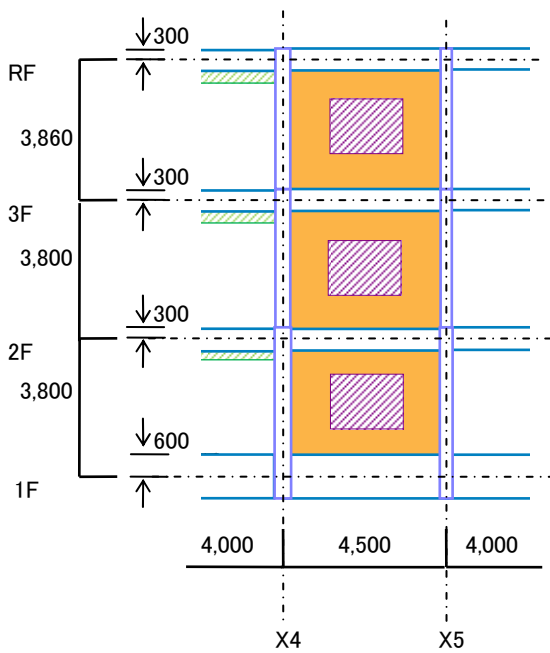


ケース2 境界梁を考慮した壁架構の靱性指標の算定



外力分布：等分布

階	p_i	q_i
3F	1.0	1.0
2F	1.0	2.0
1F	1.0	3.0

(出力例の表1を参照)

耐震壁の諸元

階	壁 Q_{su}	壁 M_u
3F	3067.8	6520.2
2F	3095.7	6528.8
1F	3059.7	8817.5

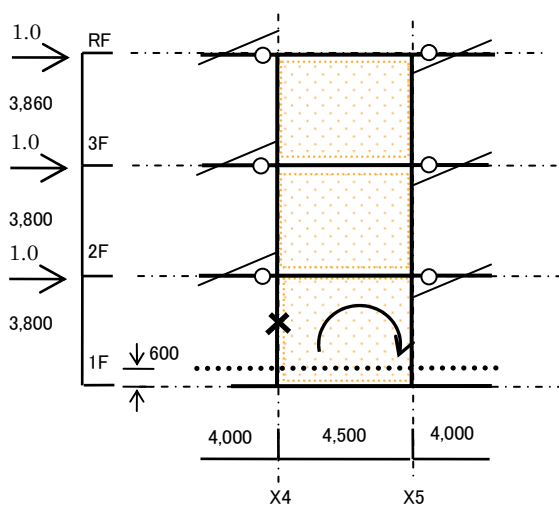
(出力例の表3, 表5を参照)

境界梁の諸元 (節点まわり)

階	gM_{Li}	gQ_{Li}	gM_{Ri}	gQ_{Ri}
RF	311.5	64.8	112.7	100.2
3F	356.4	106.4	165.4	138.3
2F	437.5	165.6	275.4	203.1
1F	510.0	223.1	506.0	217.7

(出力例の表2を参照)

○1Fの壁が曲げ降伏する場合 (回転中心はX5軸)



このときの外力によるモーメントは、

$$\text{外力 } M = q_3 H_3 + q_2 H_2 + q_1 H_1 = 1.0 \cdot 3.86 + 2.0 \cdot 3.8 + 3.0 \cdot (3.8 - 0.6) = 21.1 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

境界梁による抵抗モーメントは、

$$\begin{aligned} \text{境界梁 } M &= {}_gM_{L(RF)} + {}_gM_{L(3F)} + {}_gM_{L(2F)} + {}_gQ_{L(RF)} \cdot L_{(X4:X5)} + {}_gQ_{L(3F)} \cdot L_{(X4:X5)} + {}_gQ_{L(2F)} \cdot L_{(X4:X5)} \\ &\quad + {}_gM_{R(RF)} + {}_gM_{R(3F)} + {}_gM_{R(2F)} \\ &= 311.5 + 356.4 + 437.5 + 64.8 \cdot 4.5 + 106.4 \cdot 4.5 + 165.6 \cdot 4.5 + \\ &\quad 112.7 + 165.4 + 275.4 = 3174.5 \text{ [kN}\cdot\text{m}] \end{aligned}$$

壁の曲げ終局強度は ${}_wM_u = 8817.5$ なので

抵抗モーメントの合計は、

$$\text{合計 } M = 8817.5 + 3174.5 = 11992.0 \text{ より } {}_m\lambda_1 = 11992/21.1 = 569.4$$

(出力例の表 5 を参照)

○上部の壁が曲げ降伏する場合

1F の場合と同様に検討して

階	M_u	境界梁	合計 M	外力 M	${}_m\lambda_i$
3F	6520.2	715.6	7235.8	3.6	2032.5
2F	6258.8	1716.2	7975.0	10.9	734.3

(出力例の表 5 を参照)

○上部の壁がせん断軸降伏する場合

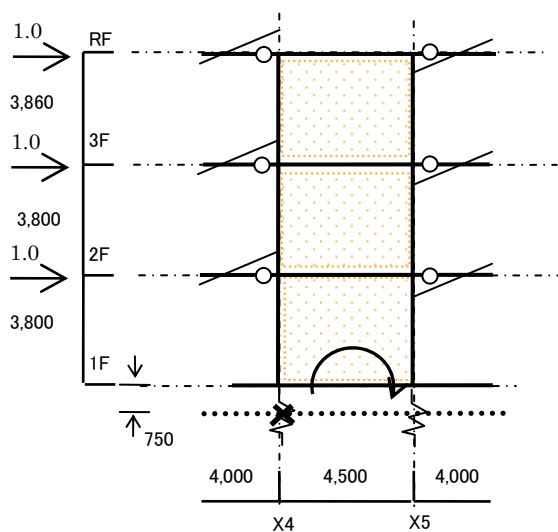
$${}_s\lambda_3 = \text{壁 } Q_{su(3F)} / q_3 = 3067.8 / 1.0 = 3067.8$$

$${}_s\lambda_2 = \text{壁 } Q_{su(2F)} / q_2 = 3095.7 / 2.0 = 1547.8$$

$${}_s\lambda_1 = \text{壁 } Q_{su(1F)} / q_1 = 3059.7 / 3.0 = 1019.9$$

(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



基礎の諸元

	Y4(引張側)	Y3(圧縮側)
N_{tu}	1052.2	4903.3
N_{cu}	1086.6	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、

$$Mu=(N_{tu(X4)}) \times L_{(X4:X5)} = | -1052.2 \times 4.5 | = 4735.1 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

このときの外力によるモーメントは、

$$\text{外力 } M=q_3H_3+q_2H_2+q_1H_1=1.0 \cdot 3.86+2.0 \cdot 3.8+3.0 \cdot (3.8+0.75)=25.1 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

境界梁による抵抗モーメントは、

$$\begin{aligned} \text{境界梁 } M &= {}_gM_{L(RF)}+{}_gM_{L(3F)}+{}_gM_{L(2F)}+{}_gM_{L(1F)}+ \\ & {}_gQ_{L(RF)} \cdot L_{(X4:X5)}+{}_gQ_{L(3F)} \cdot L_{(X4:X5)}+{}_gQ_{L(2F)} \cdot L_{(X4:X5)}+{}_gQ_{L(1F)} \cdot L_{(X4:X5)} \\ & {}_gM_{R(RF)}+{}_gM_{R(3F)}+{}_gM_{R(2F)}+{}_gM_{R(1F)} \\ & =311.5+356.4+437.5+510.0+64.8 \cdot 4.5+106.4 \cdot 4.5+165.6 \cdot 4.5+223.1 \cdot 4.5+ \\ & 112.7+165.4+275.4+506.0=5194.3 \text{ [kN}\cdot\text{m}] \end{aligned}$$

抵抗モーメントの合計は、

$$\text{合計 } M=4735.1+5194.3=9929.4 \text{ より } r\lambda=9929.4/25.1=395.4$$

(出力例の表 4 を参照)

以上より、基礎の浮き上がりで決定。(λ=395.4)

このときの各終局時せん断力は以下の通り

階	qi	rλ	Q _{ru}	mλ	Q _{mu}	sλ	Q _{su}
3F	1.0	395.4	395.4	569.4	569.4	1019.9	1019.9
2F	2.0	395.4	790.0	569.4	1138.8	1019.9	2039.8
1F	3.0	395.4	1186.3	569.4	1708.3	1019.9	3059.7

(出力例の表 7 を参照)

○ 1F の壁単体の靱性指標

$$Q_{su}/Q_{ru}=3059.7/1186.3=2.58(>1.6) \text{ より } F_{sr}=3.0 \text{ (}\gamma=1.0 \text{ とします)}$$

$$Q_{mu}/Q_{ru}=1708.3/1186.3=1.44(>1.6/1.3) \text{ より } F_{mr}=3.0 \text{ (}\gamma=1.0 \text{ とします)}$$

$$\text{以上より、壁単体の靱性指標 } {}_wF=\min(F_{sr}, F_{mr})=3.0 \text{ (出力例の表 8 を参照)}$$

○ 境界梁のモーメントおよび靱性指標

X5 軸での RF の左側境界梁のモーメントは、

$${}_bM_{(L)(RF)}={}_gM_{L(RF)}+{}_gQ_{L(RF)} \cdot L_{(X4:X5)}=311.5+64.8 \cdot 4.5=602.9$$

$$Q_{su}/Q_{mu}=(224.8-31.5)/96.2=2.0(>1.2) \text{ だが、雑壁付き境界梁なので } {}_bF=1.27$$

X5 軸での 1F の左側境界梁のモーメントは、

$${}_bM_{(L)(1F)}={}_gM_{L(1F)}+{}_gQ_{L(1F)} \cdot L_{(X4:X5)}=510.0+223.1 \cdot 4.5=1513.8$$

$$Q_{su}/Q_{mu}=(573.6-20.0)/362.0=1.64(>1.2) \text{ より } {}_bF=3.5 \text{ (出力例の表 8 を参照)}$$

他の梁も同様に計算して

階	${}_bM_{Li}$	${}_bF_{Li}$	${}_bM_{Ri}$	${}_bF_{Ri}$
RF	602.9	1.27	112.7	3.50
3F	835.3	1.27	165.4	3.50
2F	1182.9	1.27	275.4	1.88
1F	1513.8	3.50	506.0	3.50

(出力例の表 8 を参照)

合計すると、境界梁の寄与分は

$$\Sigma bM=602.9+835.3+1182.9+1513.8+112.7+165.4+275.4+506.0=5194.3 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$$

$$bF=(602.9 \cdot 1.27+835.3 \cdot 1.27+1182.9 \cdot 1.27+1513.8 \cdot 3.50+112.7 \cdot 3.50+165.4 \cdot 3.50+275.4 \cdot 1.88+506.0 \cdot 3.50)/\Sigma bM=11889.2/5194.4=2.29$$

(出力例の表8を参照)

○ 1Fの壁架構の靱性指標

$$F=wF \cdot wM/(wM+\Sigma bM)+bF \cdot \Sigma bM/(wM+\Sigma bM)=0.48 \cdot 3.0+0.52 \cdot 2.29=2.63$$

(出力例の表8を参照)

回転壁なので、2F,3Fの壁および境界梁の寄与分は1Fと同様に基礎の引抜および基礎梁を含む境界梁になり、

階	F _{sr}	F _{mr}	wF	wM	Σ bM	bF	F
3F	3.0	3.0	3.0	4735.1	5194.3	2.29	2.63
2F	3.0	3.0	3.0	4735.1	5194.3	2.29	2.63
1F	3.0	3.0	3.0	4735.1	5194.3	2.29	2.63

(出力例の表8を参照)

計算書の出力例 (抜粋)

番号 1. Y4 フレーム 1F :3F 階 X4 :X5 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					hi : 構造用階高(基礎階は回転中心までの距離)(m)				
dh(B) : 脚部の構造心から危険断面位置までの距離(m)					dh(T) : 頂部の構造心から危険断面位置までの距離(m)				
qi : 層せん断力分布係数					外力 M = Σ (qi*hi) : 脚部位置の外力によるモーメント(kN・m)				
スパン : 構造心間の距離(m)									
階名	Pi	qi	hi	dh(B)	dh(T)	外力 M	X4	X5	
RF	1.000	---	---	---	---	---	4.500	---	---
3F	1.000	1.000	3.860	0.300	0.300	3.6	4.500	---	---
2F	1.000	2.000	3.800	0.300	0.300	10.9	4.500	---	---
1F	---	3.000	3.800	0.600	0.300	21.1	4.500	---	---
基礎	---	---	0.750	---	---	25.1	---	---	---
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	X4	311.5	64.8	---	X5	112.7	100.2	---	
3F	X4	356.4	106.4	---	X5	165.4	138.3	---	
2F	X4	437.5	165.6	---	X5	275.4	203.1	---	
1F	X4	510.0	223.1	---	X5	506.0	217.7	---	
合計		1615.5	559.9			1059.4	659.4		
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)

表 3

階名	軸名	Qu	Mu	Ntu	Ncu	Ke	NL	mN	mNe
3F	X4	3067.8	---	1448.9	9478.7	1.000	199.1	-218.9	44.9
3F	X5	---	---	959.2	8967.4	---	209.9	218.9	328.5
2F	X4	3095.7	---	1390.8	8869.4	1.000	474.6	-743.3	-97.5
2F	X5	---	---	1252.5	8674.2	---	503.1	743.2	1007.7
1F	X4	3059.7	---	1959.4	9398.8	1.000	759.0	-1481.0	-385.2
1F	X5	---	---	1362.4	8705.6	---	807.1	1480.9	1846.3

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 Ncu : 回転中心軸の基礎の圧縮軸耐力 (kN)
 基礎 M : 基礎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)
 合計 M = 基礎 M + 境界梁 M + 直交梁 M - 上部柱 M
 rλ : 壁架構の回転終局時の荷重係数 (kN)
 (Df = 0.750)

基礎 Ntu : 回転中心軸の基礎の引張軸耐力 (kN)
 基礎 N : 回転中心軸の基礎に作用する軸力 (kN)
 境界梁 M : 壁架構の境界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)
 外力 M : 外力によるモーメント (kN・m)
 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
X4	1052.2	4903.3	-4903.3*	22065.0	5642.0	0.0	0.0	27707.0	25.1	1103.424
X5	1086.6	4903.3	1052.2	4735.1	5194.3	0.0	0.0	9929.4	25.1	395.437*

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 mλ の右に*を記す。
 wM (minλ) が wMu または wMu' を超える場合には wM (minλ) 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 (minλ) は () で囲み参考値として扱う。

表 5

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) mλ : 壁架構の曲げ終局時の荷重係数 (kN)
 wM (minλ) : 壁架構の曲げ終局時のモーメント (kN・m)

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	6520.2	-4316.6	0.300	715.6	0.0	0.0	7235.8	0.3	24119.330	-544.8
	脚部	6520.2	-4316.6	0.300	715.6	0.0	0.0	7235.8	3.6	2032.531	1311.5
2F	頂部	6258.8	-5636.0	0.300	1716.2	0.0	0.0	7975.0	4.5	1788.122	823.4
	脚部	6258.8	-5636.0	0.300	1716.2	0.0	0.0	7975.0	10.9	734.349	4467.7
1F	頂部	8817.5	-6130.7	0.300	3174.5	0.0	0.0	11992.0	12.4	970.225	3863.5
	脚部	8817.5	-6130.7	0.600	3174.5	0.0	0.0	11992.0	21.1	569.420*	8817.5

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 Q_{su} 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。

Q_{su} : 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 = Q_{su} - 上部柱 Q
 q_i : 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)

階名	Q_{su}	上部柱 Q	合計 Q	q_i	$s\lambda$
3F	3067.8	0.0	3067.8	1.000	3067.770
2F	3095.7	0.0	3095.7	2.000	1547.826
1F	3059.7	0.0	3059.7	3.000	1019.885 *

表 6

壁架構の終局強度

※壁、柱が混在している場合、 Q_{ru} 、 Q_{mu} 、 Q_{su} 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。

q_i : 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) Q_{ru} : 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) Q_{mu} : 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) Q_{su} : 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	q_i	上部柱 Q	$r\lambda$	Q_{ru}	$m\lambda$	Q_{mu}	$s\lambda$	Q_{su}	採用
3F	X4 :X5	1.000	0.0	395.4	395.4 *	569.4	569.4	1019.9	1019.9	回転
2F	X4 :X5	2.000	0.0	395.4	790.9 *	569.4	1138.8	1019.9	2039.8	回転
1F	X4 :X5	3.000	0.0	395.4	1186.3 *	569.4	1708.3	1019.9	3059.7	回転

表 7

壁架構の靱性指標詳細(第3次診断)

表 8

ΣbM : 境界梁等によるモーメントの総和 (kN・m) $bF(ave) = (\Sigma bM \cdot bF) / \Sigma bM$: 境界梁の靱性指標 (平均)
 wM : 壁によるモーメント (kN・m) wF : 壁単体の靱性指標
 bq : 境界梁等によるモーメントの寄与率 wq : 壁によるモーメントの寄与率
 モード : WS=せん断壁, WB=曲げ壁, WR=回転壁
 $wQru$: 壁架構の回転終局時せん断力 (kN) $wQmu$: 壁架構の曲げ断終局時せん断力 (kN)
 γ : 壁架構の回転終局時せん断力に対する算定精度に関する係数
 qmr : 回転壁の曲げ余裕度の基準値 Fsm : 曲げ壁の靱性指標
 Fsr : 回転壁のせん断余裕度を考慮した靱性指標 Fmr : 回転壁の曲げ余裕度を考慮した靱性指標
 bM : 境界梁によるモーメント (kN・m) bF : 境界梁の靱性指標 F
 Qsu/Qmu : 梁のせん断余裕度 (長期せん断力 $Q0$ を考慮) sMO/MO : 梁の鉄骨曲げ強度比
 pbM : 直交梁によるモーメント (kN・m) pbF : 直交梁の靱性指標 F
 ※ 壁架構の範囲が個別指定されている場合は壁架構範囲を [] で囲みます。
 $wQsu, wQmu, wQru$ を直接入力した場合には [] で囲まれて表示されます。
 bM は回転中心 (回転壁は採用軸, 曲げ壁は崩壊層の曲げ降伏時中立軸位置) のモーメント

Y4 フレーム | --->> 左加力時 (節点振分法+仮想仕事法) 解析

階名	軸名	軸名	構造種別	ΣbM	$bF(ave)$	wM	wF	bq	wq	モード	F 値		
壁架構範囲				種類	$wQru$	$wQmu$	$wQsu$	γ	qmr	Fsm	Fsr	Fmr	
(境界梁)				階名	$bM(L)$	$Qsu/Qmu(L)$	$sMO/MO(L)$	$bF(L)$	$bM(R)$	$Qsu/Qmu(R)$	$sMO/MO(R)$	$bF(R)$	
(直交梁)				階名	軸名	$pbM(L)$	$Qsu/Qmu(L)$	$sMO/MO(L)$	$pbF(L)$	$pbM(R)$	$Qsu/Qmu(R)$	$sMO/MO(R)$	$pbF(R)$
3F	X4	:X5	RC	5194.3	2.29	4735.1	3.00	0.52	0.48	WR	2.63		
	X4	:X5	耐震壁	395.4	569.4	1019.9	1.00	---	2.00		3.00	3.00	
			RF	602.9	2.008	---	1.27	112.7	1.995	---	---	3.50	
			3F	835.3	1.176	---	1.27	165.4	1.541	---	---	3.50	
			2F	1182.9	0.712	---	1.27	275.4	1.010	---	---	1.88	
			1F	1513.8	1.640	---	3.50	506.0	2.090	---	---	3.50	
2F	X4	:X5	RC	5194.3	2.29	4735.1	3.00	0.52	0.48	WR	2.63		
	X4	:X5	耐震壁	790.9	1138.8	2039.8	1.00	---	2.00		3.00	3.00	
			(境界梁) RF	602.9	2.008	---	1.27	112.7	1.995	---	---	3.50	
			3F	835.3	1.176	---	1.27	165.4	1.541	---	---	3.50	
			2F	1182.9	0.712	---	1.27	275.4	1.010	---	---	1.88	
			1F	1513.8	1.640	---	3.50	506.0	2.090	---	---	3.50	
1F	X4	:X5	RC	5194.3	2.29	4735.1	3.00	0.52	0.48	WR	2.63		
	X4	:X5	耐震壁	1186.3	1708.3	3059.7	1.00	---	2.00		3.00	3.00	
			(境界梁) RF	602.9	2.008	---	1.27	112.7	1.995	---	---	3.50	
			3F	835.3	1.176	---	1.27	165.4	1.541	---	---	3.50	
			2F	1182.9	0.712	---	1.27	275.4	1.010	---	---	1.88	
			1F	1513.8	1.640	---	3.50	506.0	2.090	---	---	3.50	