

第6章 構造計算ソフトに基づく試行設計とブラッシュアップ

6.1 試設計の趣旨と概要

2024年度に作成したエクセル上の壁量計算のソフトを使用して、下記の3件の試設計を行った。試設計は、作成したソフトを実際の建物の構造設計に使用することにより、その有効性や使い勝手を確認するためである。併せて、試設計の結果は、ガイドラインによる具体的な設計事例として、フィリピン側関係者への説明に使用した。特に、校舎の設計については、比較的スパンの大きな建物への適用可能性、その場合の建築設計への影響(RC造の柱に代えてCHB耐力壁とすることによる開口部の大きさへの影響など)を明示的に説明するために不可欠である。その試設計の結果については、第2回現地活動時のDPWH、ASEPへの説明に活用した、その際、併せて、在来設計(RCフレーム+CHB非構造壁)とガイドライン適用(CHB壁の壁式構造)場合の所要材料の比較表も作成し、コスト低減効果の理解に活用した。これらの作業に基づき、改善が必要な点について、ソフトの改善を行った。

* 試設計事例

- ① 試設計事例1:ガイドラインの一般規定による校舎の設計(DPWHによる実際の校舎の設計図書に基づく)
- ② 試設計事例2:ガイドラインの例外規定に基づく自重の再計算による設計
試設計事例1では、ガイドラインに規定された標準的な自重による計算を行った。その結果、2階建て校舎の場合には、規定された壁率を満たすため1階部分の壁の1部のCHBを2重とする(壁厚を2倍とするため)必要があった。このため、試設計事例2では、ガイドラインの例外規定を適用して、自重を実設計に基づいて算定し、設計をやりなおした。その結果、2階建ての場合でも通常の壁厚で設計可能であることを確認できた。
- ③ 設計事例3:現地メーカー提供のフィリピンでの中所得層向けの設計事例への適用

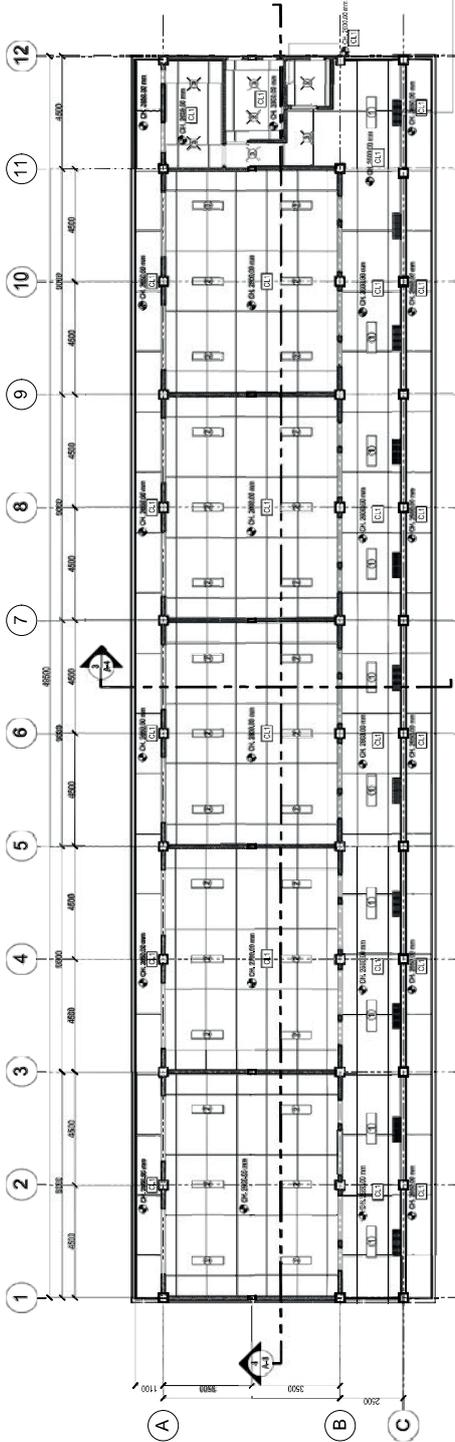
(檜府龍雄)

6.2 ガイドラインの一般規定による校舎の設計

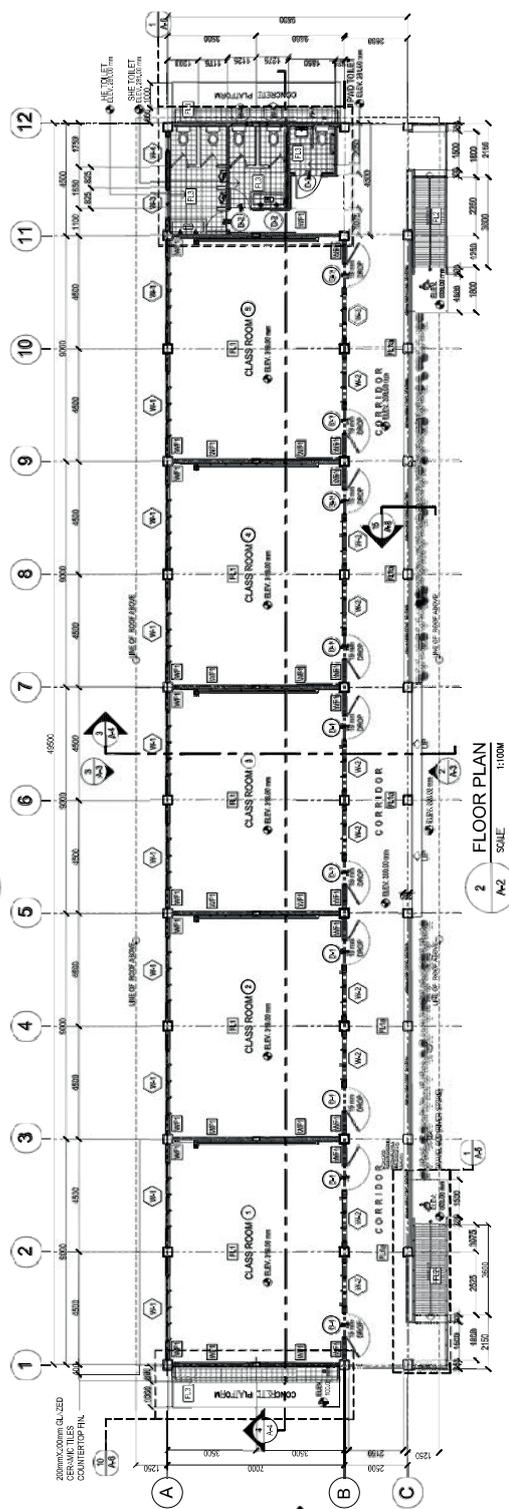
6.2.1 原設計

SCHEDULE OF FINISHES	
FLOOR FINISHES	
FL1	PLAIN CEMENT W/ FLOOR HARDENER, SMOOTH
FL2	INDUS-STD PLAN CEMENT FINISH
FL3	INDUS-STD PLAN CEMENT FINISH W/ 12mm GROC EVERY 100mm O.C.
FL4	300mmx300mm VITRIFIED UNGLAZED FLOOR TILES
WALL FINISHES	
WF1	100mmx150mm THK. CBG INTERIOR WALL W/ PLASTER PAINTED FINISH (SUBMIT COLOR SCHEME APPROVAL)
CEILING FINISHES	
CS1	4.5mm THK. FIBER CEMENT BOARD CEILING PAINTED IN 12mmx33mmx2.5mm METAL CARRYING CHANNEL W/ 100 SUBSPRINGS HANGER & ADJUSTMENT SPRINGS SPACED @ 750mm O.C. INSULATION @ 50mm THK. POLYURETHANE CHANGEL FRAMING @ EVERY 480mm O.C. WITH INSULATION @ 50mm THK. REFLECTING POLYETHYLENE BUBBLES ON CENTER

20mmx200mmx1100mm UNGLAZED CERAMIC TILES
25mm CLEAR SPACE CEILING DETAIL ON PROFILE WHEN FINISHED, 1:100A



1 REFLECTED CEILING PLAN
A2 SCALE
1:100A



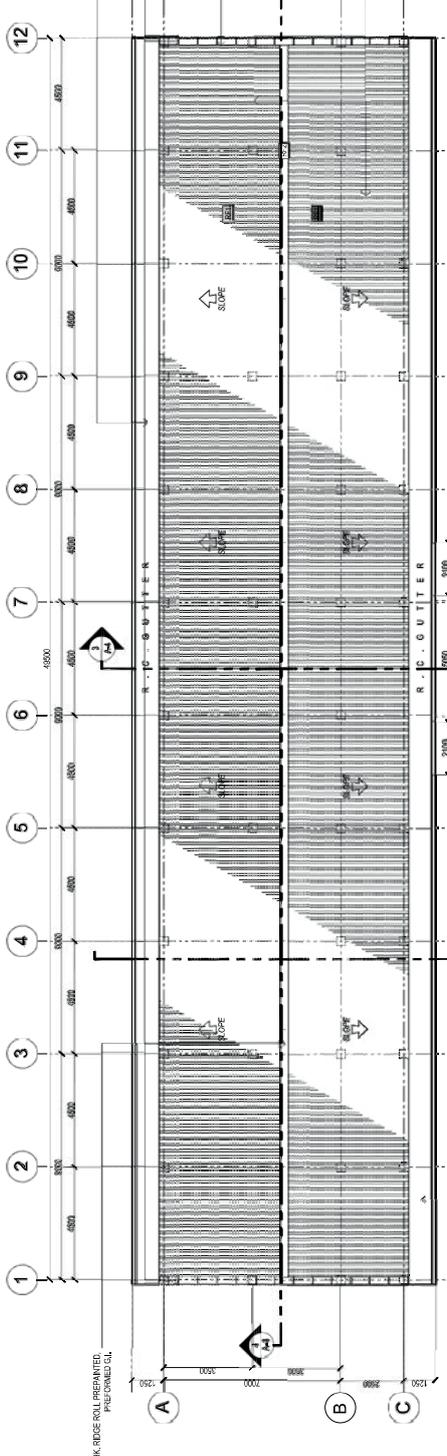
2 FLOOR PLAN
A2 SCALE
1:100A

RCラーメン構造であり、ラーメンの内部にCBを組積している。CB壁は非構造部材の扱いであり、設計上は地震力を負担しない。

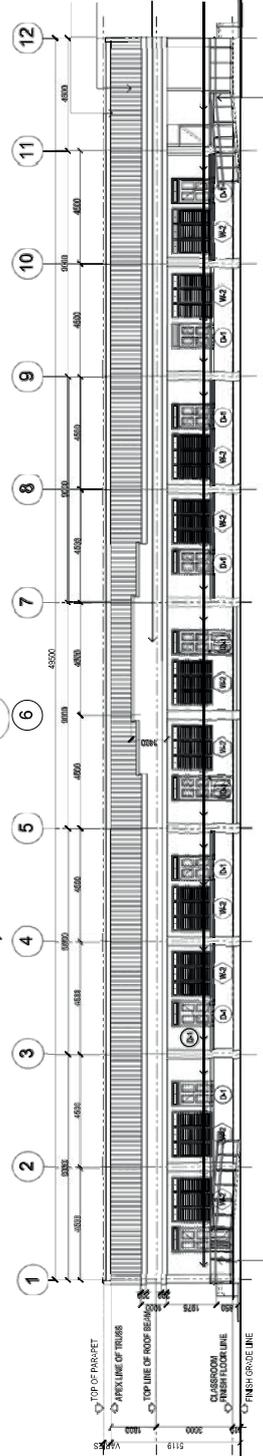
DATE OF ISSUE: 11/20/2018
-ADDITIONAL CALLOUT TAG FOR FINISHES TOILETS

SHEET NO.: SET NO.: SHEET:	CONCURRED: SEE COVER SHEET FOR SIGNATURE	APPROVED: SEE COVER SHEET FOR SIGNATURE	RECOMMENDING APPROVAL: SEE COVER SHEET FOR SIGNATURE	SUBMITTED: ARCHITECTURAL SECTION DRAWING NO.: 11/18/18 BRD PHASE: 11/18/18 CHECKED: 11/18/18 ARCHITECT:	SHEET CONTENTS: REFLECTED CEILING PLAN FLOOR PLAN	PROJECT AND LOCATION: DIVISIONS BUREAU OF PUBLIC WORKS AND HIGHWAYS ONE (1) FLOOR PLAN OF CLASSROOM (WITH COMMENTS AND DATE)	BUREAU OF DESIGN BUILDINGS DIVISION PORT AREA, MANILA ©2018 BUREAU OF DESIGN	SHEET NO.: A-2
								SET NO.: 001

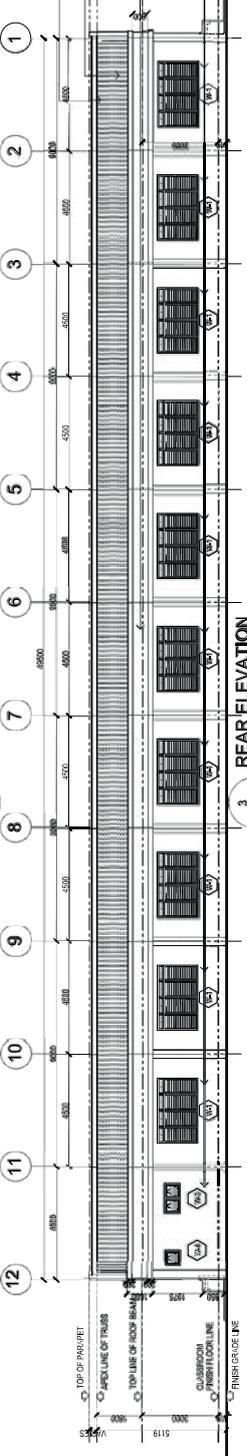
NOTE:
 PROVIDE 6mm THK BUBBLE-TYPE FLEXIBLE THERMAL INSULATION W/ 2 SIDED ALUMINIUM FOIL FOR SCHOOL BUILDING SITE LOCATED IN AN URBAN AREA. PROVIDE 15mm THK CORRUGATED ASPHALT ROOFING SHEETS (3.00mm THK BUTYLINOUS CELLULOSIC FIBRES) CAN BE USED AS ALTERNATE MATERIALS.



1 ROOF PLAN
 SCALE: 1:1000



2 FRONT ELEVATION
 SCALE: 1:1000



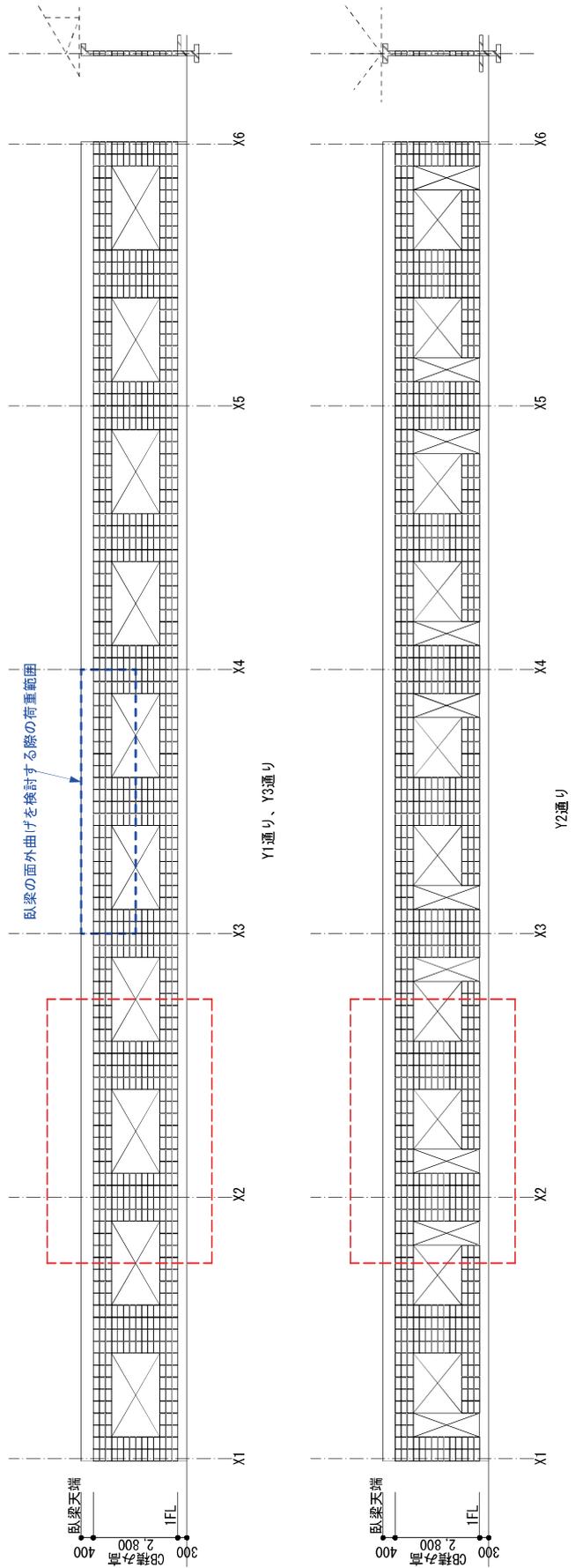
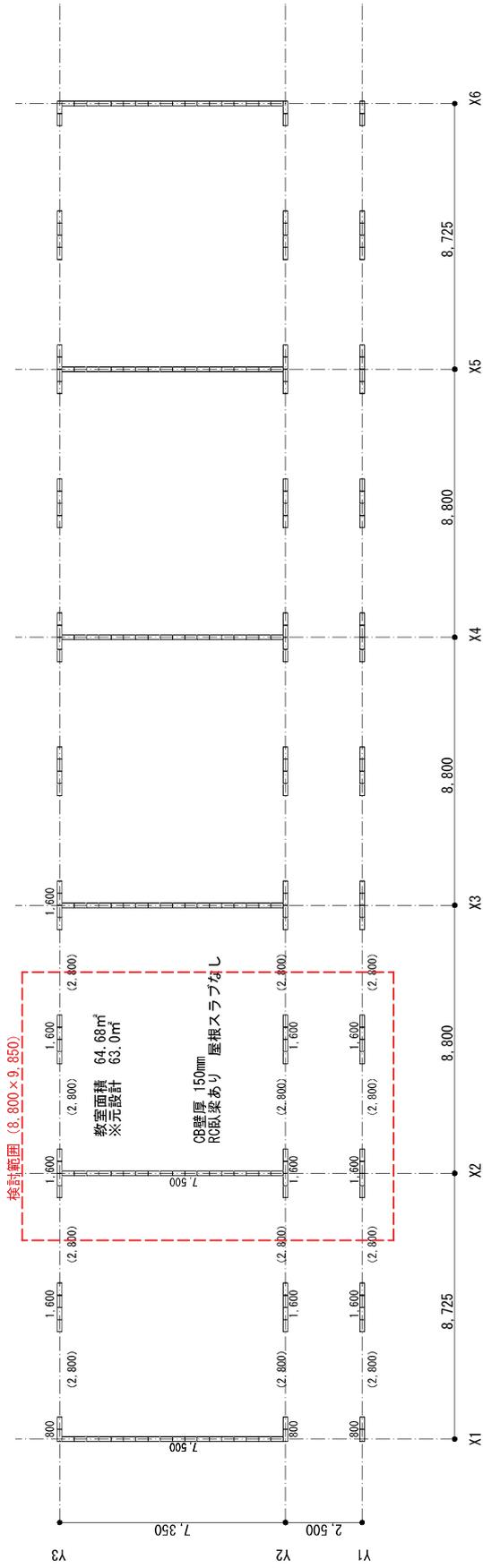
3 REAR ELEVATION
 SCALE: 1:1000

NOTE: GLAZING CORRUGATED METAL CALLOUT OF FINISHES OF PARPET WALL FROM REAR CEMENT R.C. PARPET WALL

DESIGNED: ARCHITECTURAL SECTION DRAWING NO: 017-118-1 CHECKED: JOSEPHINE F. ISTURIS ARCHITECT: BUREAU OF DESIGN ARCHITECTS	PROJECT AND LOCATION: ONE (1) FLOOR, FIVE (5) CLASSROOM (WITH CORRIDORS & LINE 200)	SHEET CONTENTS: - ROOF PLAN - FRONT ELEVATION - REAR ELEVATION	SUBMITTED: JOSEPHINE F. ISTURIS CHIEF, BUILDING DIVISION	RECOMMENDING APPROVAL: SEE COVER SHEET FOR SIGNATURE LEAN DELMADO OFFICER-IN-CHARGE	APPROVED: SEE COVER SHEET FOR SIGNATURE RAUL C. ASSIS UNDERSECRETARY	CONCURRED: SEE COVER SHEET FOR SIGNATURE LEONOR M. BRIONES SECRETARY DEPED	SHEET NO.: R00 A-3
							SET NO.: 001 001

6.2.2 平屋建て校舎

平屋建てプラン
元プランをOB造モジュールに修正



■構造概要(平屋建て)

構造	補強コンクリートブロック造		
階数	1 階建て		
床面積	※構造上の床面積		
	1階	86.68 m ²	
	計	86.68 m ²	
基礎構造	RC造布基礎		
耐力壁厚さ			
	1階	150 mm	
高さ(m)	ブロック壁積み高	臥梁せい(スラブ厚)	階高
	1階	2.80	0.40
材料強度	CB	8 MPa	全断面強度
	モルタル	18 MPa	充填モルタル
	鉄筋	235 MPa	

※入力方法

	プルダウン入力
	直接入力

■壁率計算(平屋建て)

1.基本事項

床面積 1階 86.68 m²
 耐力壁厚さ 150 mm
 構面としての限界アスペクト比 rc1 0.5 ※ガイドラインより

2.耐力壁配置の入力

(入力例)

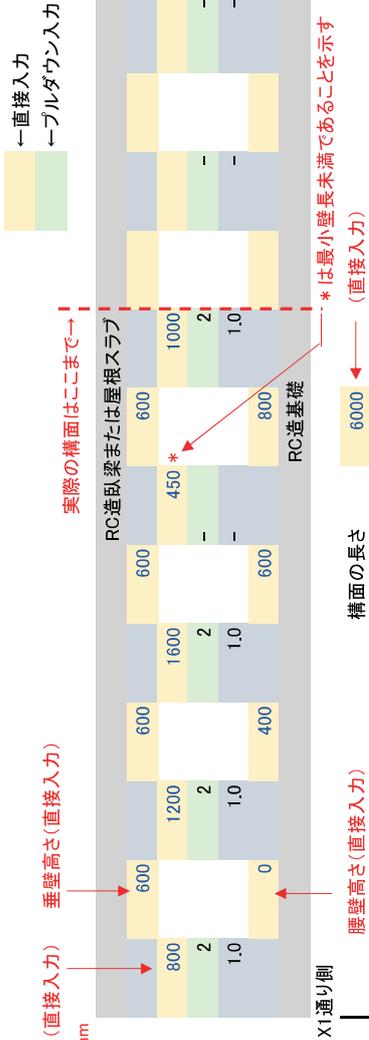
1構面[=5枚の耐力壁がある場合

※青字が直接入力箇所

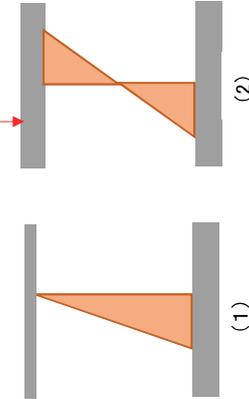
① 通り

② 壁寸法の入力

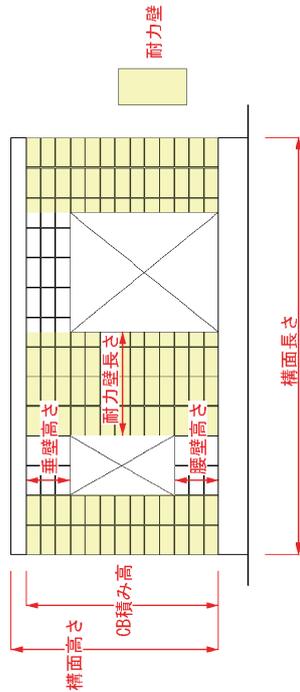
構面高さ 3200 mm
 CB積高 2800 mm
 垂壁高さ (mm)
 耐力壁長 (mm)
 曲げモーメントのタイプ
 限界アスペクト比 rc2
 腰壁高さ (mm)



別途、臥梁の断面検討必要



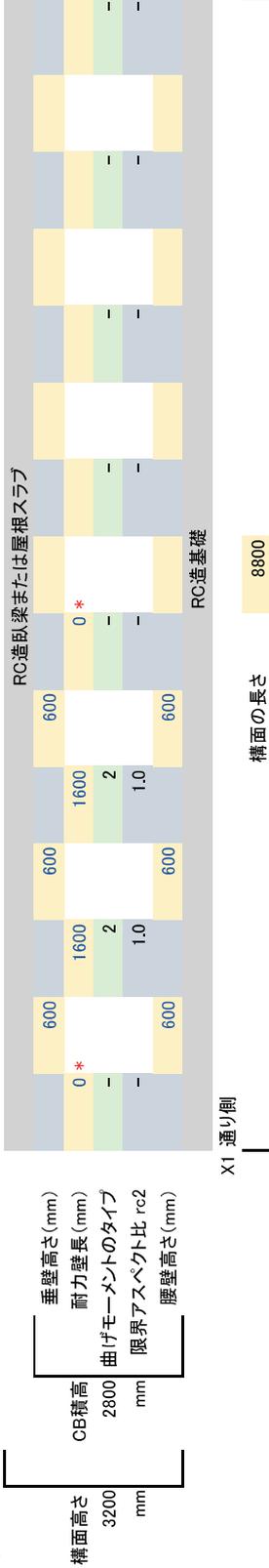
[寸法の呼称]



2-1 X方向

Y1 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

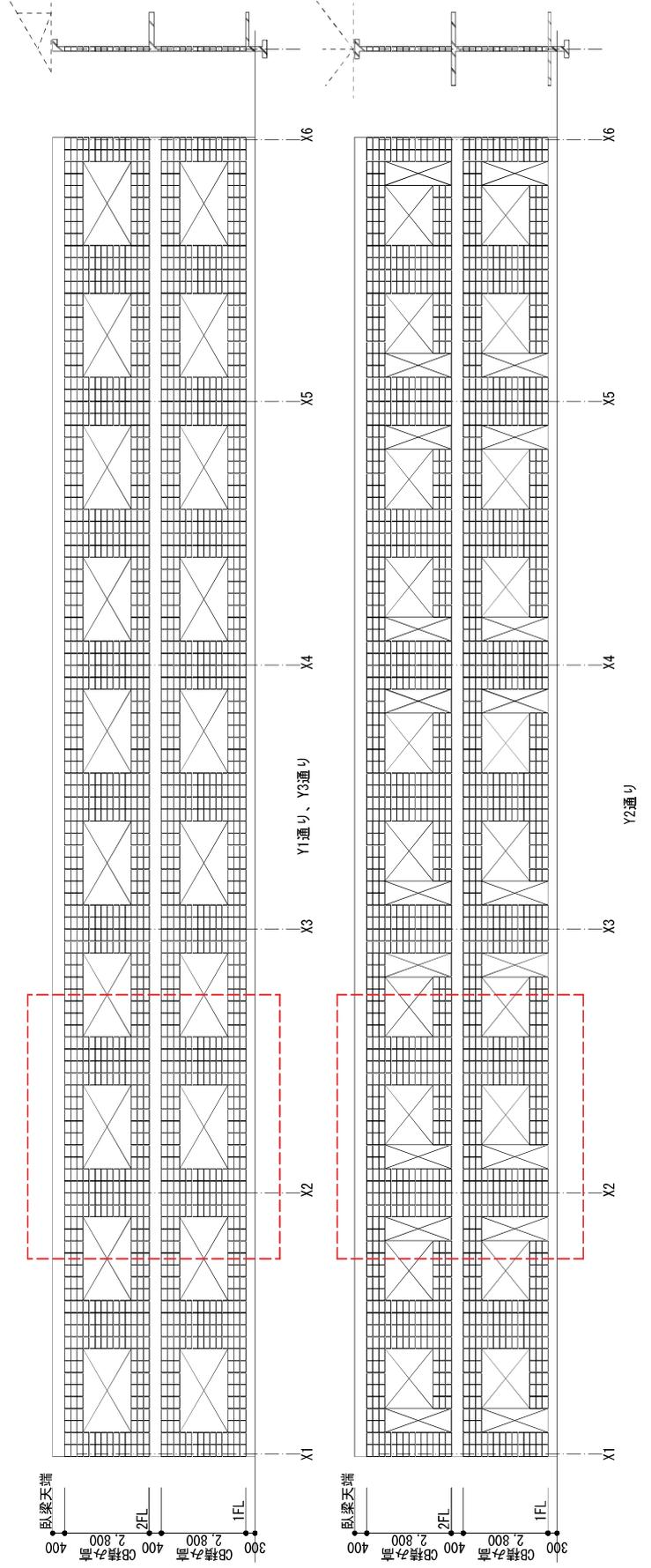
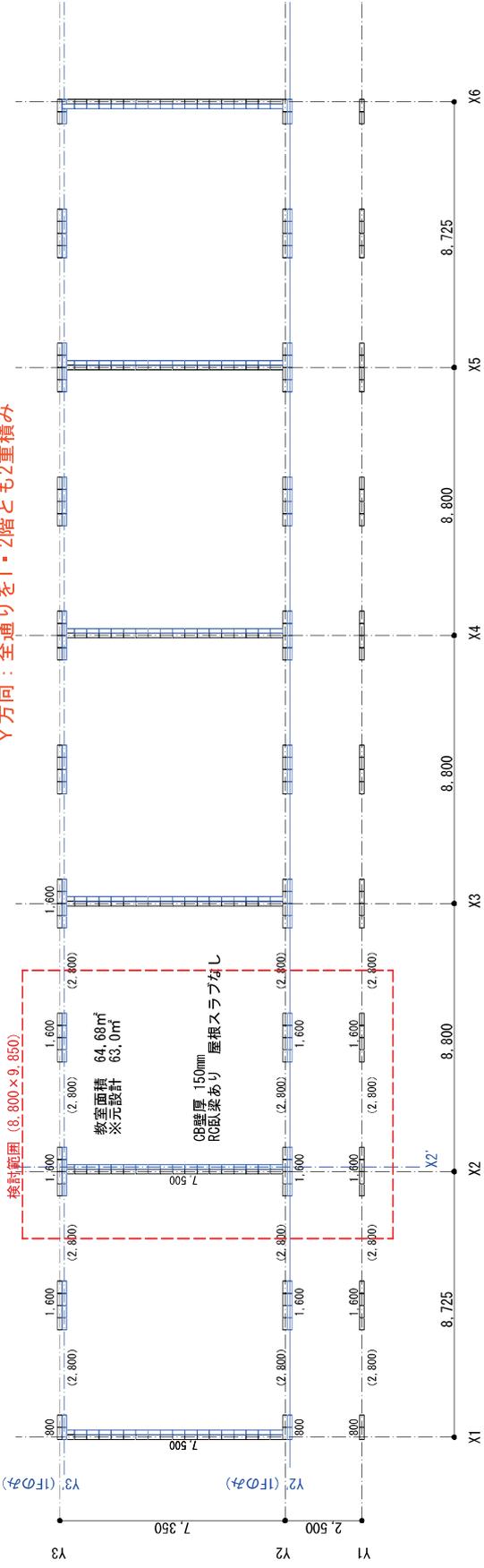
Y1 構面	アスペクト比		1階	
	構造のアスペクト比	限界アスペクト比 rc1	有効耐力壁長計 (mm)	開口率 (耐力壁長/構面長)
1階	0.36	0.50	3200	0.64
耐力壁のアスペクト比	1.00	1.00	240000	1.00
水平断面積 (mm ²)	0 *		240000	0 *
耐力壁高さ (mm)	2200		1600	2200
アスペクト比 r2	#DIV/0!		1.00	#DIV/0!
耐力壁の限界アスペクト比 rc2	-		1.0	-
アスペクト比	-		1.00	-
低減係数 β	1.00		1.00	1.00
低減係数 β (採用値)	1.00		1.00	1.00
有効水平断面積 (mm ²)	0		240000	0

Y1 通り計
480000 mm²

6.2.3 2階建て校舎

2階建てプラン
平屋プランをそのまま2層に

X方向：1階のみY2通りとY3通りをt=150mmブロック2重積み
Y方向：全通りを1・2階とも2重積み



■構造概要(2階建て)

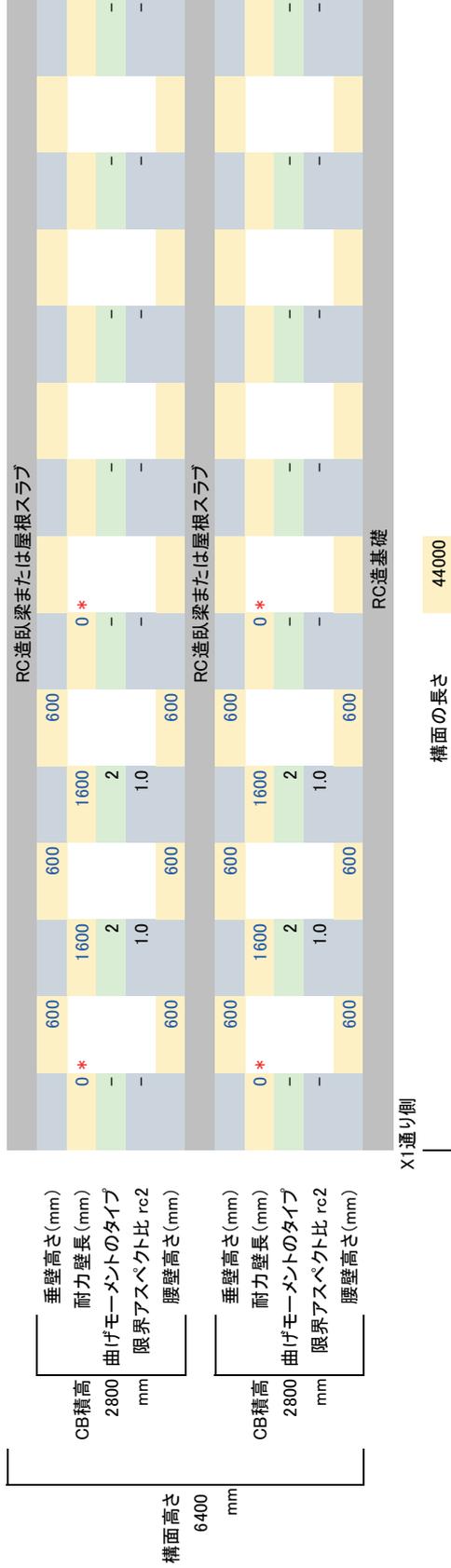
構造	補強コンクリートブロック造			
階数	2 階建て			
床面積	※構造上の床面積			
	2階	86.68 m ²		
	1階	86.68 m ²		
	計	173.36 m ²		
基礎構造	RC造布基礎			
耐力壁厚さ				
	2階	150 mm		
	1階	150 mm		
高さ(m)	ブロック壁積み高	臥梁せい(スラブ厚)	階高	
	2階	2.80	0.40	3.20
	1階	2.80	0.40	3.20
	材料強度	CB	8 MPa	全断面強度
	モルタル	18 MPa	充填モルタル	
	鉄筋	235 MPa		

※入力方法

	ブルダウン入力
	直接入力

2-1 X方向
Y1 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

Y1 構面	アスペクト比	0.15
	限界アスペクト比 rc2	0.91
	低減係数 β1	1.00

2階	耐力壁長計(mm)	3200
	開口率(耐力壁長/構面長)	0.93
	低減係数 β1 (採用値)	1.00

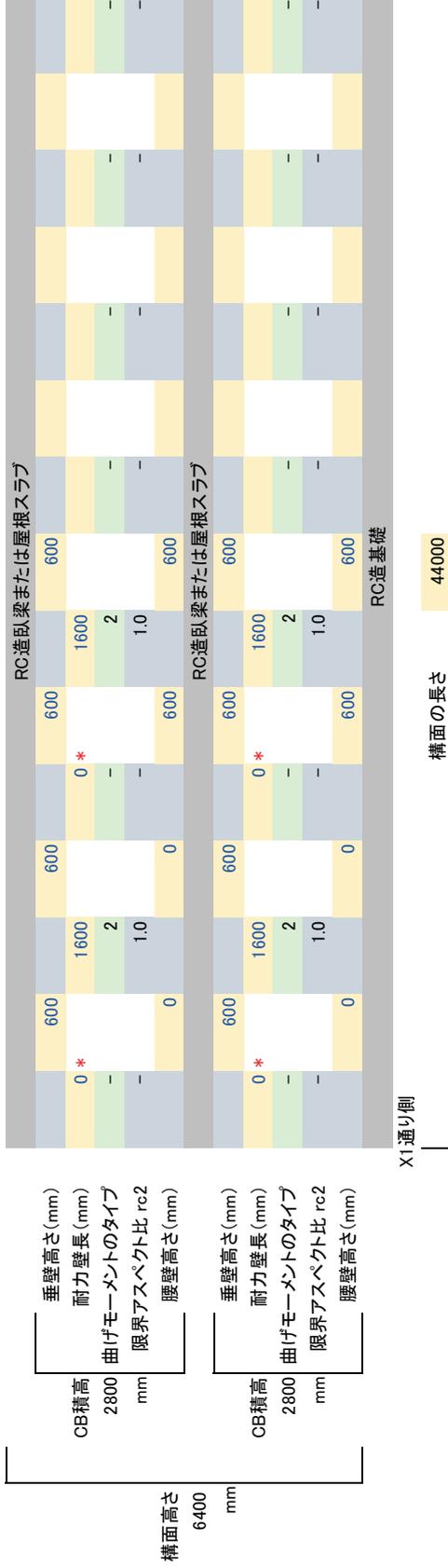
2階	水平断面積 (mm ²)	0 *
	耐力壁高さ (mm)	2200
	アスペクト比 r2	#DIV/0!
	限界アスペクト比 rc2	1.0
	低減係数 β2	1.0
	低減係数β (採用値)	1.00
	有効水平断面積 (mm ²)	0
1階	水平断面積 (mm ²)	0 *
	耐力壁高さ (mm)	2200
	アスペクト比 r2	#DIV/0!
	限界アスペクト比 rc2	1.0
	低減係数 β2	1.0
	低減係数β (採用値)	1.00
	有効水平断面積 (mm ²)	0

2階	耐力壁長計(mm)	24000	24000	0 *
	開口率(耐力壁長/構面長)	1.00	1.00	2200
	低減係数 β1 (採用値)	1.0	1.0	#DIV/0!
	低減係数 β2	1.00	1.00	1.00
	低減係数β (採用値)	1.00	1.00	0
	有効水平断面積 (mm ²)	240000	240000	0 *
1階	水平断面積 (mm ²)	240000	240000	0 *
	耐力壁高さ (mm)	1600	1600	2200
	アスペクト比 r2	1.00	1.00	#DIV/0!
	限界アスペクト比 rc2	1.0	1.0	1.0
	低減係数 β2	1.00	1.00	1.00
	低減係数β (採用値)	1.00	1.00	1.00
	有効水平断面積 (mm ²)	240000	240000	0

Y1 通り
2階 計
480000 mm²

Y1 通り
1階 計
480000 mm²

Y2 通り
①壁寸法の入力



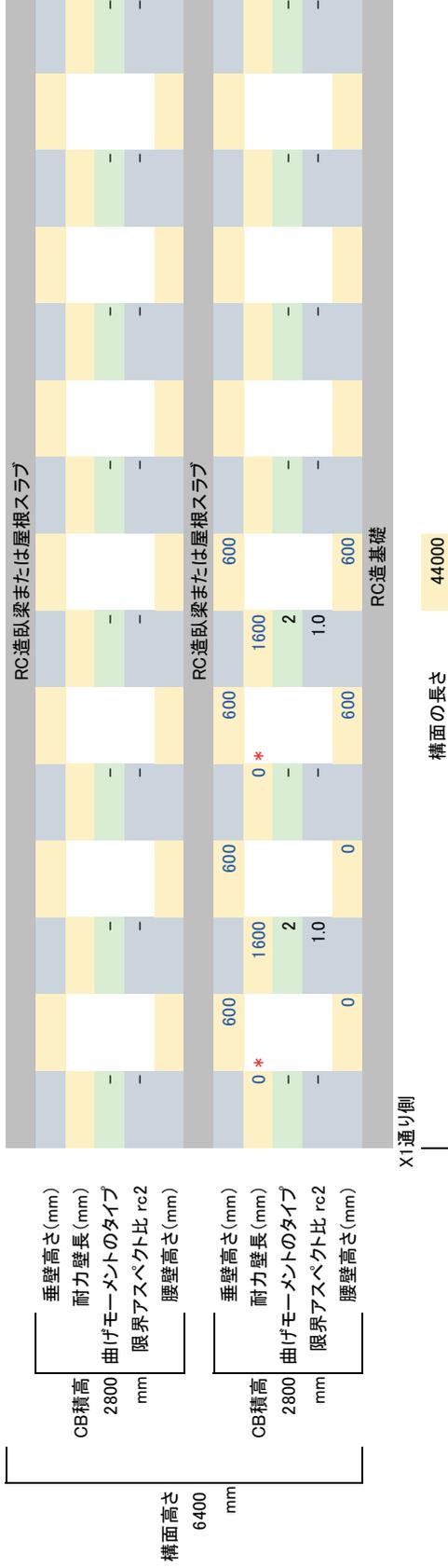
②耐力壁の有効水平断面積

Y2 構面	構造のアスペクト比	アスペクト比 r1 限界アスペクト比 rc2 低減係数 β 1	2階		1階	
			耐力壁長計(mm)	開口率(耐力壁長/構面長)	低減係数 β 1 (採用値)	耐力壁長計(mm)
2階	0 *	0.15	240000	0 *	240000	
	2500	0.91	2200	1900	1600	
	#DIV/0!	1.00	1.38	#DIV/0!	1.00	
	-	1.00	1.0	-	1.0	
	-	1.00	0.73	-	1.00	
	1.00		0.73	1.00	1.00	
	0		174545	0	240000	
1階	0 *	0.15	240000	0 *	240000	
	2500	0.91	2200	1900	1600	
	#DIV/0!	1.00	1.38	#DIV/0!	1.00	
	-	1.00	1.0	-	1.0	
	-	1.00	0.73	-	1.00	
	1.00		0.73	1.00	1.00	
	0		174545	0	240000	

Y2 通り
2階 計
414545 mm2

Y2 通り
1階 計
414545 mm2

Y2' 通り
①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

Y2' 構面	構造のアスペクト比	0.15	耐力壁長計(mm)	0	2階	1階	Y2' 通り 2階 計 0 mm ²
	限界アスペクト比 rc2	0.91	開口率(耐力壁長/構面長)	1.00			
	低減係数 β 1	1.00	低減係数 β 1 (採用値)	1.00			
低減係数 β 1' (採用値)							
2階	水平断面積 (mm ²)						
	耐力壁高さ (mm)						
	耐力壁のアスペクト比 r2						
	限界アスペクト比 rc2						
	低減係数 β 2						
	有効水平断面積 (mm ²)						
1階	水平断面積 (mm ²)	0 *	240000	0 *	240000		
	耐力壁高さ (mm)	2500	2200	1900	1600		
	耐力壁のアスペクト比 r2	#DIV/0!	1.38	#DIV/0!	1.00		
	限界アスペクト比 rc2	-	1.0	-	1.0		
	低減係数 β 2	-	0.73	-	1.00		
	低減係数 β (採用値)	1.00	0.73	1.00	1.00		
	有効水平断面積 (mm ²)	0	174545	0	240000		Y2' 通り 1階 計 414545 mm ²

X方向の壁率

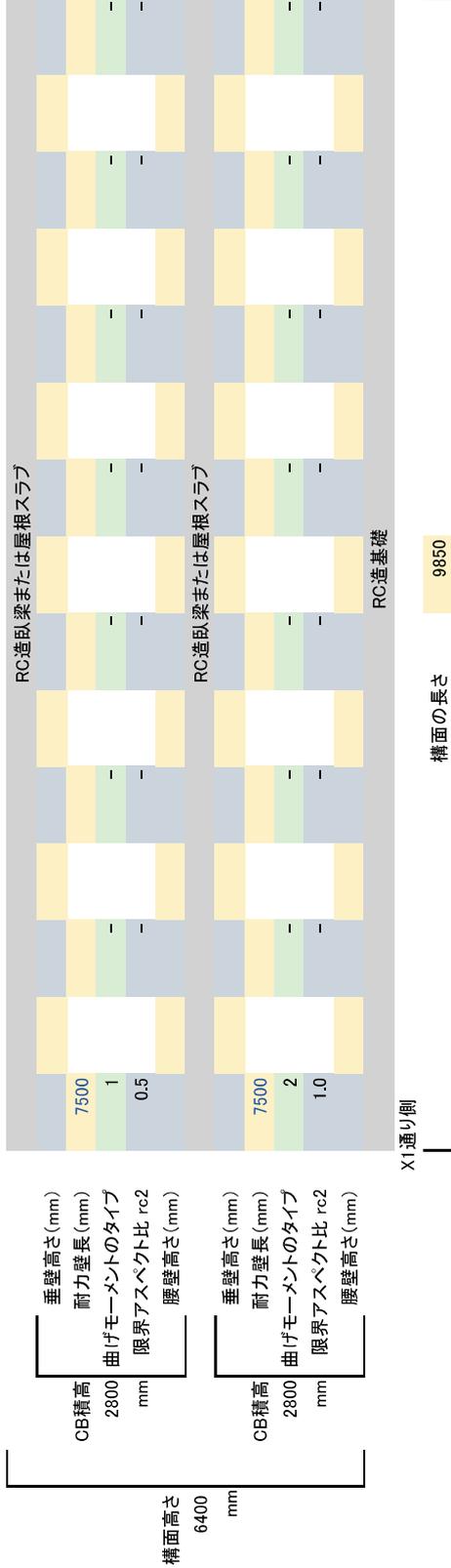
階	有効水平断面積	床面積	壁率	基準値	判定
2階	Y1 通り	0.480 m ²			
	Y2 通り	0.415 m ²			
	Y2' 通り	0.000 m ²			
	Y3 通り	0.480 m ²			
	Y3' 通り	0.000 m ²	86.68 m ²	1.59 %	1.46 %
	通り	m ²			
	通り	m ²			
	計	1.375 m ²			
1階	Y1 通り	0.480 m ²			
	Y2 通り	0.415 m ²			
	Y2' 通り	0.415 m ²			
	Y3 通り	0.480 m ²			
	Y3' 通り	0.480 m ²	86.68 m ²	2.62 %	2.76 %
	通り	m ²			
	通り	m ²			
	計	2.269 m ²			

←1階がわずかに不足している

■ Y方向

X2 通り

① 壁寸法の入力



② 耐力壁の有効水平断面積

X2 構造	アスペクト比	耐力壁の有効水平断面積 (mm ²)
2階	0.65	1125000
1階	0.91	1125000
合計	1.00	1125000

2階	1階
7500	7500
0.24	0.24
1.00	1.00

2階	1階
1125000	1125000
2800	2800
0.37	0.37
0.5	1.0
1.00	1.00
1.00	1.00
1125000	1125000
1125000	1125000
2800	2800
0.37	0.37
1.0	1.0
1.00	1.00
1.00	1.00
1125000	1125000

2階	1階
7500	7500
0.24	0.24
1.00	1.00

X2 通り
2階 計

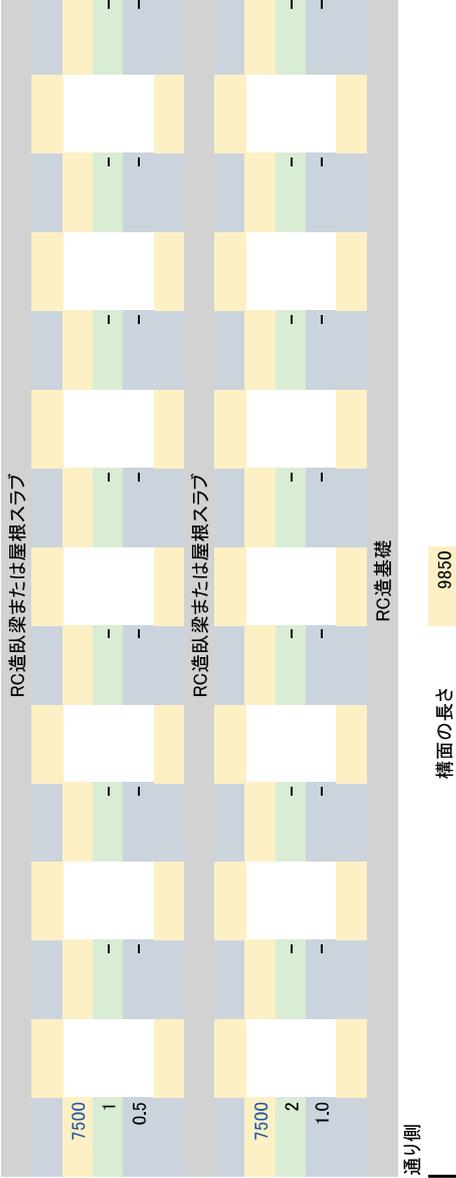
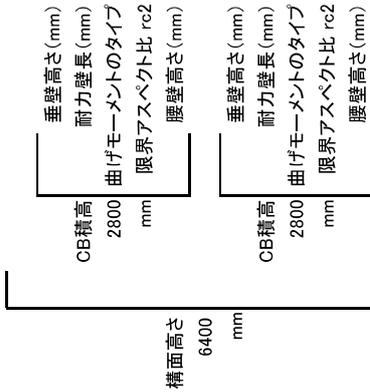
1125000 mm²

X2 通り
1階 計

1125000 mm²

X2' 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

X2' 構造	アスペクト比	0.65
構造	アスペクト比	0.91
構造	アスペクト比	1.00
構造	アスペクト比	1.00

2階	耐力壁長計(mm)	7500
1階	耐力壁長計(mm)	7500
2階	開口率(耐力壁長/構面長)	0.24
1階	開口率(耐力壁長/構面長)	0.24
2階	低減係数 $\beta 1$ (採用値)	1.00
1階	低減係数 $\beta 1$ (採用値)	1.00

2階	低減係数 $\beta 1'$ (採用値)	1.00
2階	水平断面積 (mm ²)	1125000
2階	耐力壁高さ (mm)	2800
2階	アスペクト比 $r2$	0.37
2階	耐力壁の	0.5
2階	アスペクト比	1.00
2階	限界アスペクト比 $rc2$	1.00
2階	低減係数 $\beta 2$	1.00
2階	低減係数 β (採用値)	1.00
2階	有効水平断面積 (mm ²)	1125000
1階	水平断面積 (mm ²)	1125000
1階	耐力壁高さ (mm)	2800
1階	アスペクト比 $r2$	0.37
1階	耐力壁の	1.0
1階	アスペクト比	1.00
1階	限界アスペクト比 $rc2$	1.00
1階	低減係数 $\beta 2$	1.00
1階	低減係数 β (採用値)	1.00
1階	有効水平断面積 (mm ²)	1125000

X2' 通り
2階計

1125000 mm²

X2' 通り
1階計

1125000 mm²

Y方向の壁率

階	有効水平断面積	床面積	壁率	基準値	判定
2階	X2 通り 1.125 m ²	86.68 m ²	2.60 %	1.46 %	OK
	X2' 通り 1.125 m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
計 2.250 m ²					
1階	X2 通り 1.125 m ²	86.68 m ²	2.60 %	2.76 %	NG
	X2' 通り 1.125 m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
	通り m ²				
計 2.250 m ²					

←1階がわずかに足りない

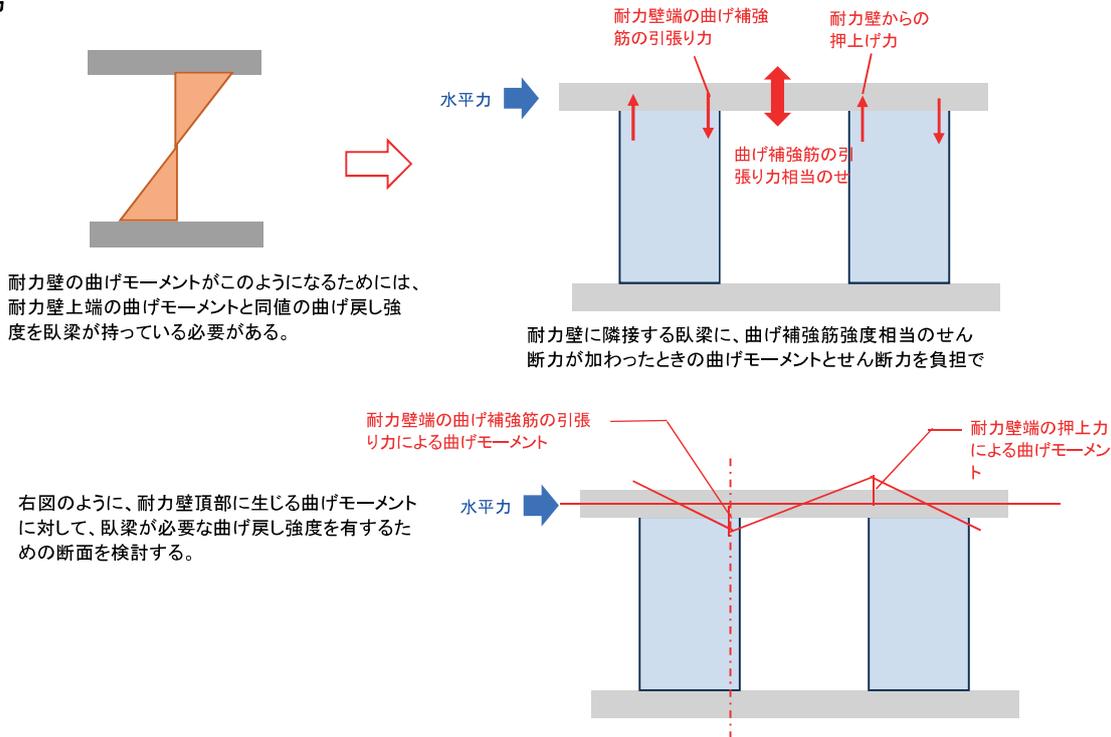
但し、この計算では中間の1教室分を取り出ししている
ので、全体で計算するとY方向は教室数に対して1構
面多いのでOKになる。

6.2.4 臥梁の検討

(1) 面内応力に対する検討

壁率計算で曲げモーメントのタイプについて「2」を選択した耐力壁については、当該耐力壁の頂部に接続する臥梁について、必要な曲げ戻し耐力を確保するための断面検討を行う。

1. 考え方



2. 臥梁主筋の規格

降伏応力度(短期許容応力度) 235 N/mm²

断面積	径(mm)	断面積(mm ²)
	10	79
	12	113
	16	201

3. 臥梁に生ずる曲げモーメント(短期分)

耐力壁端の曲げ補強筋径	曲げ補強筋断面積 (mm ²)	耐力壁端曲げ補強筋の引張強度 (kN)	曲げモーメント(地震力分) (kN・m)					2.8
			臥梁スパン(m)					
			0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
φ 10	78.5	18.5	7.4	11.1	14.8	18.5	22.1	25.8
φ 12	113.1	26.6	10.6	15.9	21.3	26.6	31.9	37.2

4. 臥梁の必要引張り鉄筋量

4-1 腰壁・垂壁を考慮しない場合

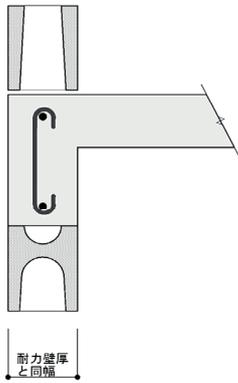
引張り側主筋の必要断面積

耐力壁端の曲げ補強筋径	臥梁せい D (mm)	有効せい d (mm)	応力中心間距離 j (mm)	臥梁の引張り側主筋の必要断面積(mm ²)					2.8
				臥梁スパン(m)					
				0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
φ 10	200	150	131	239	359	479	598	718	838
	300	250	219	144	215	287	359	431	503
	400	350	306	103	154	205	256	308	359
	500	450	394	80	120	160	199	239	279
φ 12	300	250	219	207	310	414	517	620	724
	400	350	306	148	222	295	369	443	517
	500	450	394	115	172	230	287	345	402
	600	550	481	94	141	188	235	282	329

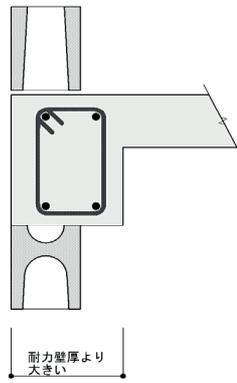
引張り側主筋本数

耐力壁の曲げ補強筋径	臥梁せい D (mm)	臥梁の主筋径	臥梁の引張り側主筋の必要本数					2.8
			臥梁スパン(m)					
			0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
φ 10	200	φ 16	2	2	3	3	4	4 2
		φ 12	2	2	3	4	4	
	300	φ 16	1	2	2	2	3	
		φ 12	1	2	2	3	3	
	400	φ 16	1	1	2	2	2	
		φ 12	1	2	2	2	3	
500	φ 16	1	1	1	1	2		
	φ 12	1	2	2	2	3		
φ 12	300	φ 16	2	2	3	3	4	3 2
		φ 12	2	2	3	4	4	
	400	φ 16	1	2	2	2	3	
		φ 12	2	2	3	3	4	
	500	φ 16	1	1	2	2	2	
		φ 12	2	2	3	3	4	
	600	φ 16	1	1	1	2	2	
		φ 12	1	2	2	3	3	
		φ 16	1	1	1	2	2	

の配筋例



の配筋例



14

開口スパンが2.8mと大きいので、臥梁の必要主筋量が多くなり、2本以上必要。

4-2 腰壁・垂壁を有効とした場合

臥梁の上下に取り付け腰壁の上端・垂壁の下端に曲げ補強筋を入れて、曲げに対して有効とした場合

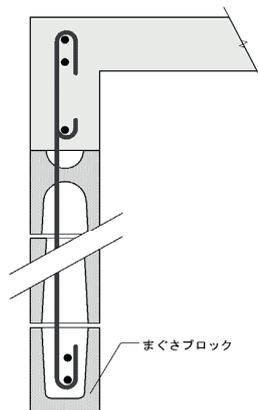
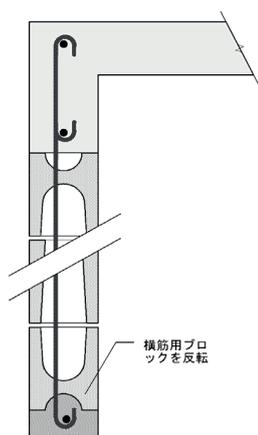
耐力壁の曲げ補強筋径	臥梁+腰壁・垂壁せい(mm)	有効せい d' (mm)	応力中心間距離 j (mm)	臥梁の引張り側主筋の必要断面積(mm ²)					2.8
				臥梁スパン(m)					
				0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
φ10	550	500	438	72	108	144	180	215	140
	750	700	613	51	77	103	128	154	
	950	900	788	40	60	80	100	120	
	1150	1100	963	33	49	65	82	98	
φ12	550	500	438	103	155	207	259	310	201
	750	700	613	74	111	148	185	222	
	950	900	788	57	86	115	144	172	
	1150	1100	963	47	71	94	118	141	

臥梁の主筋本数

耐力壁の曲げ補強筋径	臥梁+腰壁・垂壁せい(mm)	腰壁・垂壁のCB段数	臥梁の主筋径	臥梁の引張り側主筋の必要本数					2.8
				臥梁スパン(m)					
				0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	
φ10	550	2	φ12	1	1	2	2	2	1
			φ16	1	1	1	1	2	
	750	3	φ12	1	1	1	2	2	
			φ16	1	1	1	1	1	
	950	4	φ12	1	1	1	1	2	
			φ16	1	1	1	1	1	
	1150	5	φ12	1	1	1	1	1	
			φ16	1	1	1	1	1	
φ12	550	2	φ12	1	2	2	3	3	1
			φ16	1	1	2	2	2	
	750	3	φ12	1	1	2	2	2	
			φ16	1	1	1	1	2	
	950	4	φ12	1	1	2	2	2	
			φ16	1	1	1	1	1	
	1150	5	φ12	1	1	1	2	2	
			φ16	1	1	1	1	1	

の配筋例

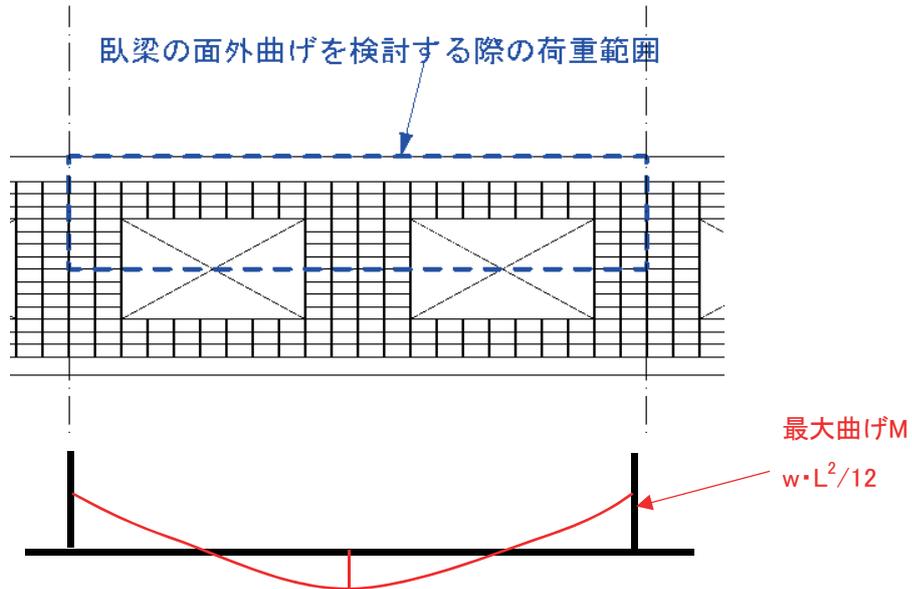
の配筋例



■ 臥梁の面外耐力の検討

下図の範囲の重量による面外力に対する臥梁耐力を検討する。

屋根重量は水平ブレースにより、Y方向の耐力壁に伝達されるものとし、ここでは考慮しない。

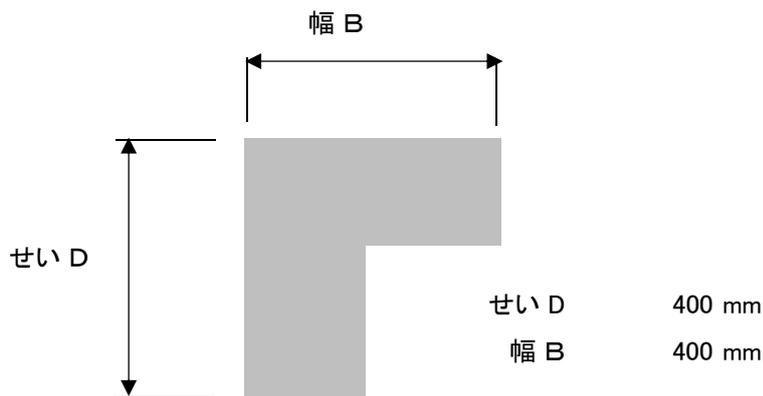


(1) 荷重

部位	仕様	単位重量	単位	面積or長さ	重量 (kN)
CB	t=150	2.70 kN/m ²		7.84	21.2
窓	木製枠シングル	0.40 N/m ²		4.48	1.8
臥梁	せい400×幅400 L形	2.34 N/m		8.8	20.6
計					43.6 →

4.95
kN/m

(2) 臥梁断面寸法



(3) 臥梁断面の検討

水平震度 K	0.7	
面外地震力	3.46 kN/m	
支点間距離	8.80 m	
最大曲げM	22.36 kN・m	※両端固定

有効幅 b	325 mm	
引張り鉄筋	2-16Φ	
断面積 at	402 mm ²	
短期許容応力度 ft	235 N/mm ²	
応力中心間距離 j	284.375 mm ²	
面外曲げ耐力 Ma	26.9 kN・m	OK

水平ブレースを併用して、支店間距離を1/2にした場合

支点間距離	4.4 m	
最大曲げM	5.59 kN・m	
引張り鉄筋	1-12Φ	
断面積 at	113 mm ²	
面外曲げ耐力 Ma	7.56 kN・m	OK

6.3 ガイドラインの例外規定に基づく自重の再計算による設計

6.3.1 平屋建て校舎

(1) 建物仕様

平屋建て校舎(Excel計算書のプラン)

耐力壁厚 15cm

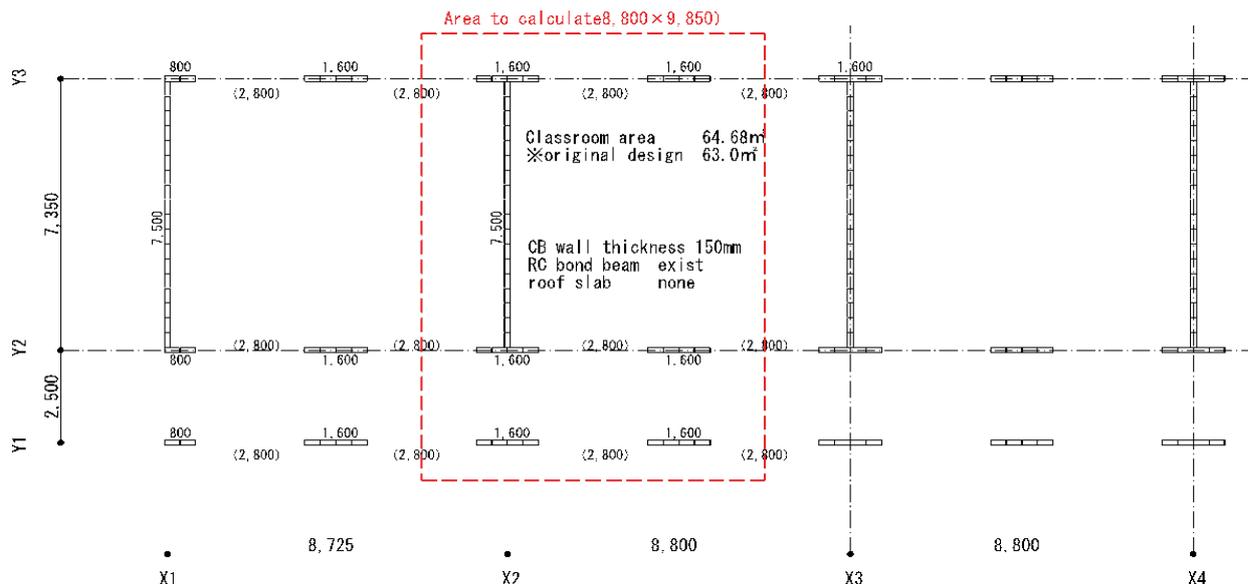
臥梁 逆L形、T型臥梁あり

屋根スラブ なし

小屋組み 軽量鉄骨トラスの上、鉄骨母屋・垂木下地、鋼板葺き

[検討範囲]

同形の教室が連続するので、赤枠の範囲を抜き出して検討する。



(2) 建物重量

部材	位置	内訳	数量	単位重量	重量	備考
CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	
	Y2通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	
	Y3通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	
X2通り	耐力壁 7.5×1.4m	10.50 m ²	2.4 kN/m ²	25.20	CB壁上半分	
RC臥梁	Y1通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	逆L字形
	Y2通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	T字形
	Y3通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	逆L字形
	X2通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	9.85 m	2.34 kN/m	23.05	T字形
建具	Y1通り	窓 2.8×0.8m×2か所	4.48 m ²	0.2 kN/m ²	0.90	アルミサッシ
	Y2通り	窓 2.0×0.8m×2か所	3.2 m ²	0.2 kN/m ²	0.64	アルミサッシ
	Y3通り	ドア 0.8×0.8m×2か所	1.28 m ²	0.2 kN/m ²	0.26	木製フラッシュ
		窓 2.8×0.8m×2か所	4.48 m ²	0.2 kN/m ²	0.90	アルミサッシ
軽量鉄骨トラス		上下弦材C-200×75 1トラス 鉄骨長 30m	4 箇所	3.6 kN/箇所	14.40	キングポストトラス 2.2m間隔
母屋・垂木・屋根材			80 m ²	0.25 kN/m ²	20.00	
天井		木下地ボード張り	64 m ²	0.15 kN/m ²	9.60	
計					213.16	

(3) 設計用地震力

建物重量 W	213.16 kN
設計震度 C	0.2
用途係数 T	1.5
設計用地震力	63.9 kN

(4) 計算上の必要壁率

CB耐力壁の短期許容せん断応力度	0.25 N/mm ²
必要な耐力壁の水平断面積	255793 mm ²
対象範囲の床面積 8.8×9.85m計	86.68 m ²
算上の必要壁率	0.30 %
※設計上の配慮として	
耐力壁の偏在による X方向	1.5
割増し係数 Y方向	1.0 ←Y方向は偏心していないので
修正必要壁率 X方向	0.44 %
Y方向	0.30 %
※ガイドラインによる必要最小壁率	1.20 %

(5) 存在壁率

※別途Excelによる壁率計算ツールにより計算した値		ガイドライン必要壁率に対して	
X方向	1.59 %	OK	→ 132.5 %
Y方向	1.30 %	OK	→ 108.3 %

∴屋根が軽量なので、用途係数T=1.5を考慮しても、余裕を持ってOKとなる。

(6) 面外地震力に対する検討

a. 水平ブレースの検討

i) 水平ブレースの配置

小屋トラス間に水平ブレースを設置し、教室のエリアをX方向2分割×Y方向2分割する。

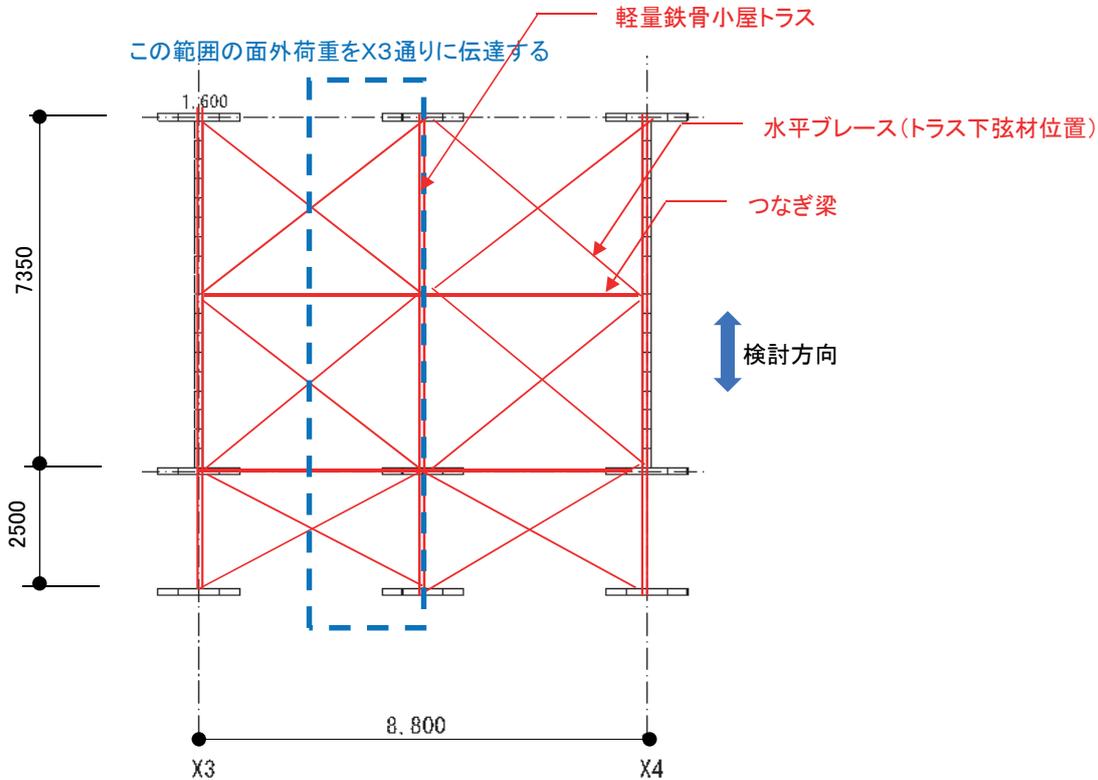
実質的な面外方向の支点間距離

X方向壁に対して 4.4m

Y方向壁に対して 3.675m

この間は臥梁の面外耐力による

水平震度 0.7



ii) 対象範囲の重量と伝達すべき面外荷重

部材	位置	内訳	数量	単位重量	重量	備考
CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×1.4m×0.5か所	1.12 m ²	2.4 kN/m ²	2.69	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×1か所/2	0.84 m ²	2.4 kN/m ²	2.02	
	Y2通り	耐力壁 1.6×1.4m×0.5か所	1.12 m ²	2.4 kN/m ²	2.69	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×1か所/2	0.84 m ²	2.4 kN/m ²	2.02	
	Y3通り	耐力壁 1.6×1.4m×0.5か所	1.12 m ²	2.4 kN/m ²	2.69	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×1か所/2	0.84 m ²	2.4 kN/m ²	2.02	
RC臥梁	Y1通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	2.2 m	2.34 kN/m	5.15	逆L字形
	Y2通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	2.2 m	2.34 kN/m	5.15	T字形
	Y3通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	2.2 m	2.34 kN/m	5.15	逆L字形
建具	Y1通り	窓 2.8×0.8m×1か所/2	1.12 m ²	0.2 kN/m ²	0.22	アルミサッシ
	Y2通り	窓 1.4×0.8m×1か所	1.12 m ²	0.2 kN/m ²	0.22	アルミサッシ
	Y3通り	窓 2.8×0.8m×1か所/2	1.12 m ²	0.2 kN/m ²	0.22	アルミサッシ
軽量鉄骨トラス		上下弦材C-200×75 1トラス 鉄骨長 30m	0.5 箇所	3.6 kN/箇所	1.80	キングポストトラス 2.2m間隔
母屋・垂木・屋根材			21.67 m ²	0.25 kN/m ²	5.42	
天井		木下地ボード張り	16.17 m ²	0.15 kN/m ²	2.43	
計					39.87	

伝達すべき面外荷重 39.87 × 0.7 = 27.9 kN

iii) 水平ブレースの荷重伝達能力

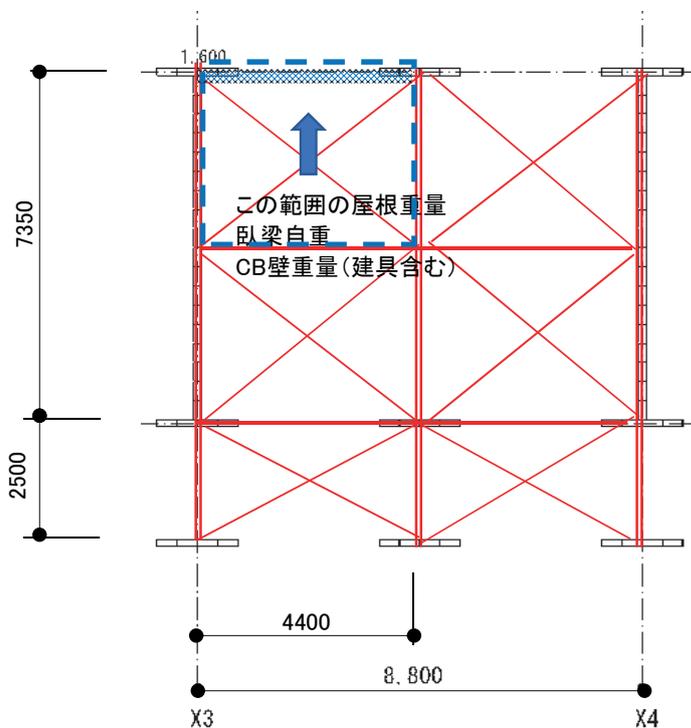
水平ブレースの断面		φ 16		φ 12	
断面積		201 mm ²		113	
短期許容応力度		235 N/mm ²		235 N/mm ²	
許容引張り強度(1本あたり)		47.2 KN		26.6 KN	
水平ブレースの角度	Y1-Y2間	60.4 度		60.4 度	
	Y2-Y3間	50.1 度		50.1 度	
水平ブレースの伝達能力		83.9 KN	OK	47.2 KN	OK

∴ φ 16水平ブレースによって面外荷重を伝達できる

φ 12でも可

b. 臥梁の面外力に対する検討

i) 検討対象臥梁と荷重の範囲



水平震度

0.7

ii) 対象範囲の重量

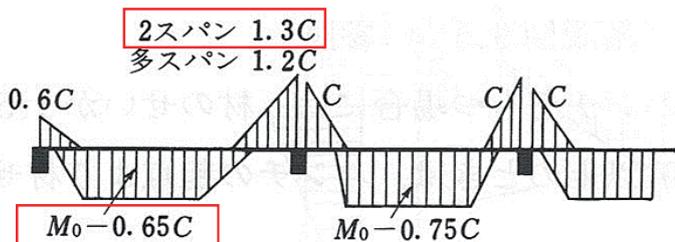
部材	位置	内訳	数量	単位重量	重量	備考
CB壁	Y3通り	耐力壁 0.8×1.4m×2か所	2.24 m ²	2.4 kN/m ²	5.38	CB壁上半分
		垂れ壁 2.8×0.6m×1か所	1.68 m ²	2.4 kN/m ²	4.03	
RC臥梁	Y3通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	4.4 m	2.34 kN/m	10.30	逆L字形
建具	Y3通り	窓 2.8×0.8m×1か所	2.24 m ²	0.2 kN/m ²	0.45	アルミサッシ
母屋・垂木・屋根材			20 m ²	0.25 kN/m ²	5.00	
天井		木下地ボード張り	16 m ²	0.15 kN/m ²	2.40	
計					27.55	

iii) 面外地震力および曲げモーメント

対象臥梁の長さ L 4.4 m
 面外地震力 w 27.55 / 4.4 × 0.7 = 4.38 kN/m

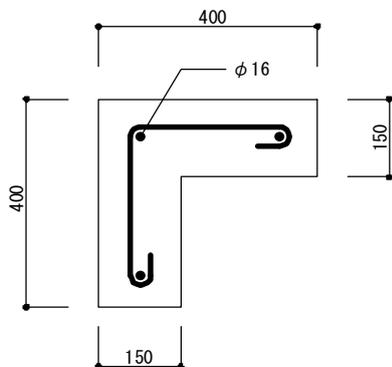
AIJ 鉄筋コンクリート構造計算規準の小梁の計算方法による

$M_0 = w \cdot L^2 / 8 = 10.61 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $C = w \cdot L^2 / 12 = 7.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_0 - 0.65C = 6.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $1.3C = 9.19 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ←この曲げMに対して検討する。



iv) 臥梁の断面性能

臥梁幅 400 mm
 有効幅 340 mm
 曲げ補強筋 1-φ16
 曲げ補強筋断面積 201 mm²
 短期許容応力度 235 N/mm²
 応力中心間距離 j 298 mm
 必要鉄筋量 at 131 mm² < 201 OK



∴上記の臥梁断面で面外荷重を負担できる。

(2) 建物重量

階	部材	位置	内訳	数量	単位重量	重量	備考	
2	CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50		
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
		Y2通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50		
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
			腰壁 2.0×0.6m×2か所	2.40 m ²	2.4 kN/m ²	5.76		
		Y3通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50		
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
	X2通り	耐力壁 7.5×2.8m	21.00 m ²	2.4 kN/m ²	50.40			
	RC臥梁	Y1通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	逆L字形	
			せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	T字形	
			せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	逆L字形	
			せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	9.85 m	2.34 kN/m	23.05	T字形	
	建具	Y1通り	窓 2.8×1.6m×2か所	8.96 m ²	0.2 kN/m ²	1.79	アルミサッシ	
			窓 2.0×1.6m×2か所	6.40 m ²	0.2 kN/m ²	1.28	アルミサッシ	
		Y3通り	ドア 0.8×2.2m×2か所	3.52 m ²	0.2 kN/m ²	0.70	木製フラッシュ	
			窓 2.8×1.6m×2か所	8.96 m ²	0.2 kN/m ²	1.79	アルミサッシ	
	軽量鉄骨トラス	上下弦材C-200×75 1トラス 鉄骨長 30m	4 箇所	3.6 kN/箇所	14.40	キングポストトラス 2.2m間隔		
	母屋・垂木・屋根材		80 m ²	0.25 kN/m ²	20.00			
	天井	木下地ボード張り	64 m ²	0.15 kN/m ²	9.60			
2階計						295.39		
1	CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	CB壁上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
		Y2通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	CB壁上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
		Y3通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	CB壁上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06		
	X2通り	耐力壁 7.5×1.4m	10.50 m ²	2.4 kN/m ²	25.20	CB壁上半分		
	RC臥梁・スラブ	Y1通り	せい400×幅150 0.06m ³ /m	8.8 m	1.44 kN/m	12.67		
			せい400×幅150 0.06m ³ /m	8.8 m	1.44 kN/m	12.67		
			せい400×幅150 0.06m ³ /m	8.8 m	1.44 kN/m	12.67		
			せい400×幅150 0.06m ³ /m	9.85 m	1.44 kN/m	14.18		
		床スラブ	厚さ120	86.68 m ²	2.88 kN/m ²	249.64		
	小梁	せい400(スラブ下)×幅300 2本	14.7 m	2.88 kN/m ²	42.34	教室範囲をスラブのみ で支持できないので		
	建具	Y1通り	窓 2.8×0.8m×2か所	4.48 m ²	0.2 kN/m ²	0.90	アルミサッシ	
			窓 2.0×0.8m×2か所	3.2 m ²	0.2 kN/m ²	0.64	アルミサッシ	
		Y3通り	ドア 0.8×0.8m×2か所	1.28 m ²	0.2 kN/m ²	0.26	木製フラッシュ	
			窓 2.8×0.8m×2か所	4.48 m ²	0.2 kN/m ²	0.90	アルミサッシ	
	天井	木下地ボード張り	64 m ²	0.15 kN/m ²	9.60			
	積載荷重		86.68 m ²	0.8 kN/m ²	69.34	基準法の事務所相当※		
	1階計						507.45	
	1階+2階						802.84	

※建築基準法では校舎の積載荷重(地震用)は1100N/m²であるが、実状を考慮して事務所相当(800N/m²)とした。

(3) 設計用地震力

建物重量 W	802.84 kN
設計震度 C	0.2
用途係数 T	1.5
設計用地震力	240.9 kN

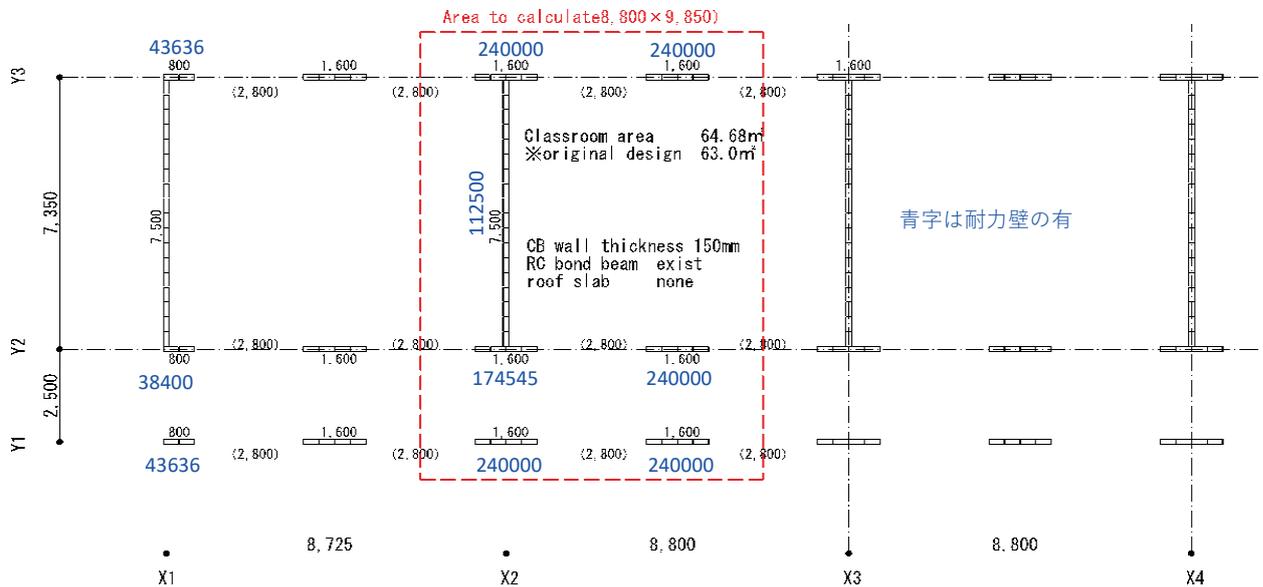
(4) 計算上の必要壁率

CB耐力壁の短期許容せん断応力度必	0.25 N/mm ²
要な耐力壁の水平断面積	963407 mm ²
対象範囲の床面積 8.8 × 9.85m	86.68 m ²
計算上の必要壁率	1.11 %

■ 偏心率の計算

X方向は退職壁が偏心しているので、偏心率を求めFeにより必要壁率を割り増す。

耐力壁の水平剛性は有効水平断面積に比例するものとする。



a. Y方向の偏心距離 e_y

重心 $g_y =$	4.925 m		
有効水平断面積 A		Y1軸からの距離 L	A · L
Y1通り	$0.24 \times 11 + 0.043636 \times 2 =$	2.727 m ²	0 m
Y2通り	$0.24 \times 6 + 0.174545 \times 5 + 0.038400 \times 2 =$	2.390 m ²	2.5 m
Y3通り	$0.24 \times 11 + 0.043636 \times 2 =$	2.727 m ²	9.85 m
計		7.844 m ²	32.837
剛心 $s_y =$	$32.837 \div 7.844 =$	4.19 m	
偏心距離 $e_y =$	$4.925 - 4.19 =$	0.74 m	

b.ねじり剛性 K_R

	有効水平断面積 A (m^2)	からの距離 L_y (m)	$A \times L_y^2$
Y1通り	2.727	4.19	47.80
Y2通り	2.390	1.69	6.79
Y3通り	2.727	5.66	87.48
X方向計			142.07
X1通り	1.125	21.93	540.79
X2通り	1.125	13.20	196.02
X3通り	1.125	4.40	21.78
X4通り	1.125	4.40	21.78
X5通り	1.125	13.20	196.02
X6通り	1.125	21.93	540.79
Y方向計			758.59
ねじり剛性 K_R =	900.7 m^4		

c.X方向の弾力半径 r_{ex}

$$r_{ex} = \sqrt{900.7 / 7.844} = 10.72$$

e.X方向の偏心率 R_{ex} 、形状係数 F_e

$$R_{ex} = 0.74 / 10.72 = 0.069$$

$R_{ex} \leq 0.15$ なので、形状係数 F_e は

$$F_e = 1.00$$

耐力壁の偏在による 割増し係数 F_e	X方向	1.00	←上記偏心率の計算による
	Y方向	1.00	←Y方向は偏心していないので
修正必要壁率	X方向	1.11 %	
	Y方向	1.11 %	
※ガイドラインによる必要最小壁率		2.76 %	2階建ての1階

(5) 存在壁率

※別途Excelによる壁率計算ツールにより計算した値		ガイドラインによる必要壁率に対して	
X方向	1.59 %	OK	→ 57.6 %
Y方向	1.56 % ※1	OK	→ 56.5 %

※1 Y方向は5教室に対して耐力壁が6構面あるので、Excel計算による存在壁率を(6/5)倍している。

∴耐力壁を2重積みとしなくても、計算上は2階建ての1階でもOKとなる。

(6) 面外地震力に対する検討

2階床構面はRCスラブがあるので省略

R階水平構面は平屋の検討で十分に余裕があることを確認したので省略

6.3.3 3階建て校舎

(1) 建物仕様

3階建て校舎 プランは1～3階共通

耐力壁厚 3階 15cm×1重積み

2階 15cm×1重積み

1階 X方向:Y1通り15cm×1重積み Y2・Y3通り15cm×2重積み

Y方向:15cm×2重積み

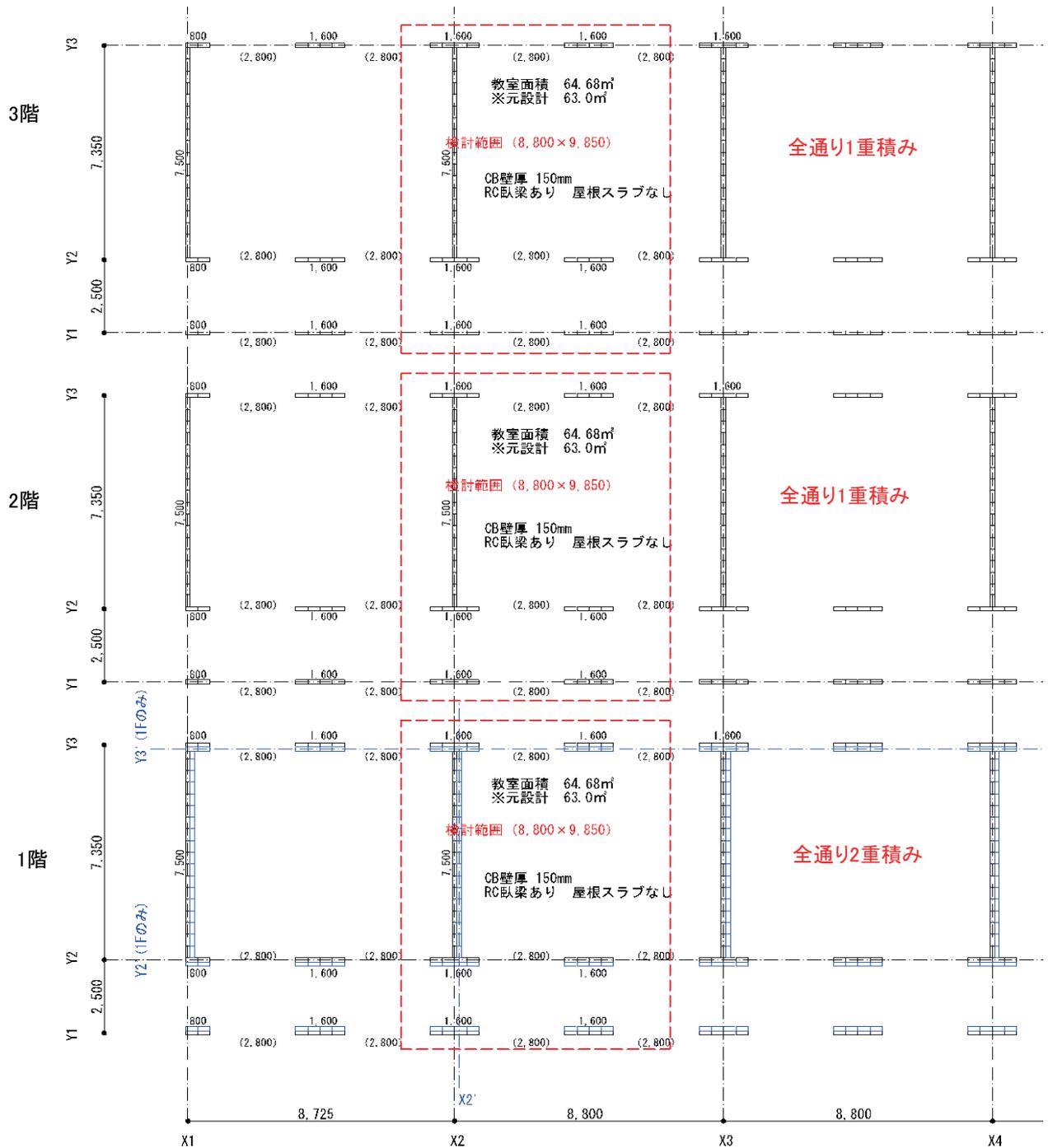
2階床構面 逆L形、T型臥梁+床スラブ(120mm)

屋根構面 逆L形、T型臥梁、屋根スラブなし

小屋組み 軽量鉄骨トラスの上、鉄骨母屋・垂木下地、鋼板葺き

[検討範囲]

同形の教室が連続するので、赤枠の範囲を抜き出して検討する。1・2・3階は同じプランとする。



(2) 建物重量

階	部材	位置	内訳	数量	単位重量	重量	備考	
3	CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	3F上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	3F	
		Y2通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	3F上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	3F	
		Y3通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	3F上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	3F	
	X2通り	耐力壁 7.5×1.4m	10.50 m ²	2.4 kN/m ²	25.20	3F上半分		
	RC臥梁	Y1通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	逆L字形	
		Y2通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	T字形	
		Y3通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	8.8 m	2.34 kN/m	20.59	逆L字形	
		X2通り	せい400×幅150×有効幅400 0.0975m ³ /m	9.85 m	2.34 kN/m	23.05	T字形	
	建具	Y1通り	窓 2.8×0.8m×2か所	4.48 m ²	0.2 kN/m ²	0.90	アルミサッシ上半分	
		Y2通り	窓 2.0×0.8m×2か所	3.20 m ²	0.2 kN/m ²	0.64	アルミサッシ上半分	
			ドア 0.8×0.8m×2か所	1.28 m ²	0.2 kN/m ²	0.26	木製フラッシュ上半分	
		Y3通り	窓 2.8×0.8m×2か所	4.48 m ²	0.2 kN/m ²	0.90	アルミサッシ上半分	
	軽量鉄骨トラス		上下弦材C-200×75 1トラス 鉄骨長 30m	4 箇所	3.6 kN/箇所	14.40	キングポストトラス 2.2m間隔	
	母屋・垂木・屋根材			80 m ²	0.25 kN/m ²	20.00		
	天井		木下地ボード張り	64 m ²	0.15 kN/m ²	9.60		
	3階計						213.16	
	2	CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	2F上半分+3F下半分
				垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F
腰壁 2.8×0.6m×2か所				3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	3F	
Y2通り			耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	2F上半分+3F下半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F	
			腰壁 2.0×0.6m×2か所	2.40 m ²	2.4 kN/m ²	5.76	3F	
Y3通り			耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	2F上半分+3F下半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F	
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	3F	
Y3'通り			耐力壁 1.6×1.4m×2か所	4.48 m ²	2.4 kN/m ²	10.75	2F上半分	
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F	
			X2通り	耐力壁 7.5×2.8m	21.00 m ²	2.4 kN/m ²	50.40	2F上半分+3F下半分
RC臥梁・スラブ		Y1通り	せい400×幅150 0.06m ³ /m	8.8 m	1.44 kN/m	12.67		
		Y2通り	せい400×幅150 0.06m ³ /m	8.8 m	1.44 kN/m	12.67		
		Y3通り	せい400×幅300 0.12m ³ /m	8.8 m	2.88 kN/m	25.34		
		X2通り	せい400×幅150 0.06m ³ /m	9.85 m	1.44 kN/m	14.18		
		床スラブ	厚さ120	86.68 m ²	2.88 kN/m ²	249.64		
小梁			せい400(スラブ下)×幅300 2本	14.7 m	2.88 kN/m ²	42.34	教室範囲をスラブのみ で支持できないので	
建具		Y1通り	窓 2.8×1.6m×2か所	8.96 m ²	0.2 kN/m ²	1.79	アルミサッシ	
		Y2通り	窓 2.0×1.6m×2か所	6.4 m ²	0.2 kN/m ²	1.28	アルミサッシ	
			ドア 0.8×1.4m×2か所	2.24 m ²	0.2 kN/m ²	0.45	木製フラッシュ	
	Y3通り	窓 2.8×1.6m×2か所	8.96 m ²	0.2 kN/m ²	1.79	アルミサッシ		
天井		木下地ボード張り	64 m ²	0.15 kN/m ²	9.60			
積載荷重			86.68 m ²	0.8 kN/m ²	69.34	基準法の事務所相当※		
2階計						620.91		

階	部材	位置	内訳	数量	単位重量	重量	備考
1	CB壁	Y1通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	1F上半分+2F下半分
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	1F
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F
	Y2通り	Y2通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	1F上半分+2F下半分
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	1F
			腰壁 2.0×0.6m×2か所	2.40 m ²	2.4 kN/m ²	5.76	2F
	Y2'通り	Y2'通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	1F上半分
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	1F
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F
	Y3通り	Y3通り	耐力壁 1.6×2.8m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	1F上半分+2F下半分
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	1F
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F
	Y3'通り	Y3'通り	耐力壁 1.6×1.4m×2か所	8.96 m ²	2.4 kN/m ²	21.50	1F上半分
			垂れ壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	1F
			腰壁 2.8×0.6m×2か所	3.36 m ²	2.4 kN/m ²	8.06	2F
	X2通り	X2通り	耐力壁 7.5×2.8m	21.00 m ²	2.4 kN/m ²	50.40	1F上半分+2F下半分
			耐力壁 7.5×1.4m	10.50 m ²	2.4 kN/m ²	25.20	1F上半分
	RC臥梁・スラブ	Y1通り	せい400×幅150	8.8 m	1.44 kN/m	12.67	
0.06m ³ /m							
せい400×幅300			8.8 m	2.88 kN/m	25.34		
0.12m ³ /m							
せい400×幅300			8.8 m	2.88 kN/m	25.34		
0.12m ³ /m							
X2通り	X2通り	せい400×幅300	9.85 m	2.88 kN/m	28.37		
		0.12m ³ /m					
床スラブ	床スラブ	厚さ120	86.68 m ²	2.88 kN/m ²	249.64		
小梁	小梁	せい400(スラブ下)×幅300 2本	14.7 m	2.88 kN/m ²	42.34	教室範囲をスラブのみで支持できないので	
建具	Y1通り	窓 2.8×1.6m×2か所	8.96 m ²	0.2 kN/m ²	1.79	アルミサッシ	
		窓 2.0×1.6m×2か所	6.4 m ²	0.2 kN/m ²	1.28	アルミサッシ	
	Y3通り	ドア 0.8×1.4m×2か所	2.24 m ²	0.2 kN/m ²	0.45	木製フラッシュ	
		窓 2.8×1.6m×2か所	8.96 m ²	0.2 kN/m ²	1.79	アルミサッシ	
天井	天井	木下地ボード張り	64 m ²	0.15 kN/m ²	9.60		
積載荷重	積載荷重		86.68 m ²	0.8 kN/m ²	69.34	基準法の事務所相当※	
1階計						721.35	

※建築基準法では校舎の積載荷重(地震用)は1100N/m²であるが、実状を考慮して事務所相当(800N/m²)とした。

(3) 設計用地震力

軒高 H 9.9 m

1次固有周期 T 0.20 sec

振動特性係数 Rt 1.00

標準せん断力係数 Co 0.2

用途係数 T 1.5

設計用地震力 Q

階	建物重量 Wi (kN)	当該階が支える重量 Σ Wi (kN)	αi	Ai	せん断力係数 Ci	設計震度 Ci×T	設計用地震力 Qi (kN)
3	213.2	213.2	0.14	1.637	0.327	0.491	104.7
2	620.9	834.1	0.54	1.206	0.241	0.362	301.8
1	721.4	1555.4	1.00	1.000	0.200	0.300	466.6

(4) 計算上の必要壁率

CB耐力壁の短期許容せん断応力度 0.25 N/mm²

対象範囲の床面積 8.8 × 9.85m 86.68 m²

必要壁率

階	方向	必要な耐力壁の 水平断面積 (mm ²)	計算上の 必要壁率 (%)	耐力壁の偏在に よる割増し係数	修正必要壁率 (%)	ガイドラインによる 必要壁率 (%)
3	X	418743	0.483	1.00	0.483	1.70
	Y			1.00	0.483	
2	X	1207108	1.393	1.00	1.393	3.20
	Y			1.00	1.393	
1	X	1866506	2.153	1.00	2.153	4.32
	Y			1.00	2.153	
備考				X方向は偏心率 の計算結果によ る	設計はガイドライン 壁率の1/2を下限と する	

(5) 存在壁率および判定

階	方向	存在壁率(%) ※別途Excelによる壁率計 算ツールにより計算	存在壁率 ／必要壁率	ガイドライン必要 壁率に対する比	判定	備考
3	X	1.45	3.00	0.85	OK	
	Y	1.56	3.23	0.92	OK	Excel計算値 × (6/5) ※1
2	X	1.59	1.14	0.50	OK	
	Y	1.56	1.12	※2 0.49	OK	Excel計算値 × (6/5) ※1
1	X	3.17	1.47	0.73	OK	
	Y	3.12	1.45	0.72	OK	Excel計算値 × (6/5) ※1

※1 Y方向の教室界壁は5教室に6構面あるので、存在壁率はExcel計算値に6/5を乗じている。

※2 2階Y方向はガイドライン必要壁率の50%未満なので、いずれかの通りを2重積みする(X3orX4通り)。

(6) 面外地震力に対する検討

2階・3階床構面はRCスラブがあるので省略

R階水平構面は平屋の検討で十分に余裕があることを確認したので省略

6.3.4 RC造(原設計)とRCHB造の構造材料必要数量比較

(1) RC造(原設計)／RCHB造の構造仕様

原設計(RCラーメン+CB(非構造))

a. 比較対象部分

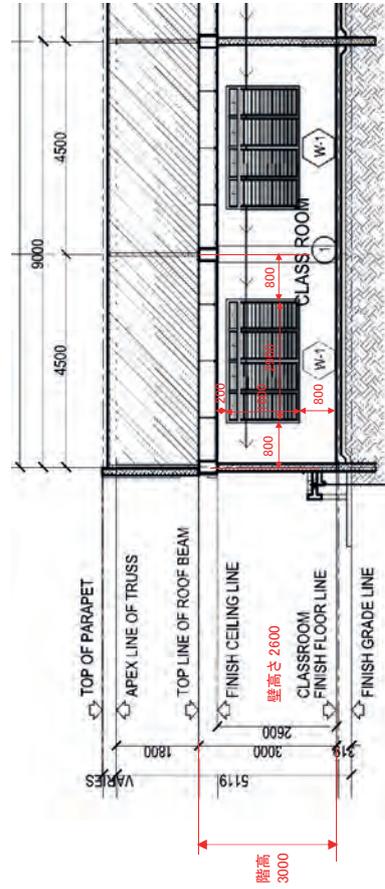
下図の赤枠内の5教室分について比較する

原設計：RCラーメン構造(柱・梁・独立基礎)＋CB縦壁＋軽量鉄骨屋根



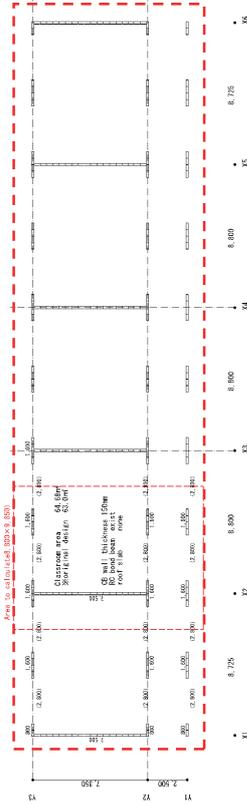
教室の大きさ 9.0m × 7.0m
廊下の幅 2.5m

b. 立面の仕様

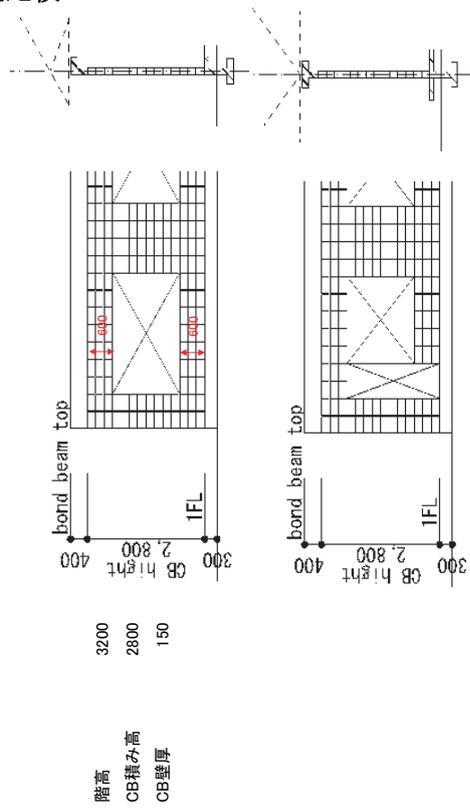


RCHB造

RCHB造：RC布基礎＋OB壁＋RC臥梁＋軽量鉄骨屋根



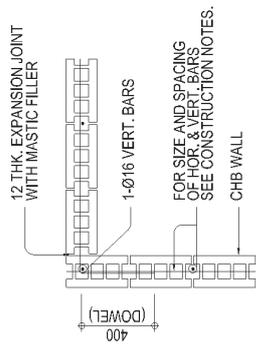
教室の大きさ 8.8m × 7.35m
廊下の幅 2.5m



原設計 (RCラダーマン+CB (非構造))

RCHB造

c. CB壁の仕様

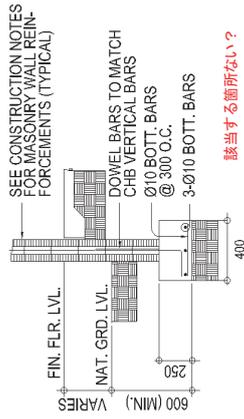


横筋は3段ごと

CB壁の構造

- 縦筋 10φ@800
- 横筋 10φ@600
- CB見付け面積に対して、

2.92 m/m²



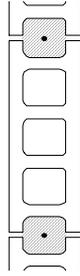
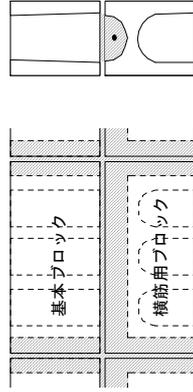
該当する箇所ない？

CB壁部分の基礎

- 曲げ補強筋 12φ
- 縦筋 10φ@400
- 横筋 10φ@400
- CB見付け面積に対して、 5.00 m/m²

CB壁のモルタル使用量

- 部分充填の空隙率 0.3 →モルタル使用量 CB体積×0.2
- 全充填の空隙率 0.0 →モルタル使用量 CB体積×0.5

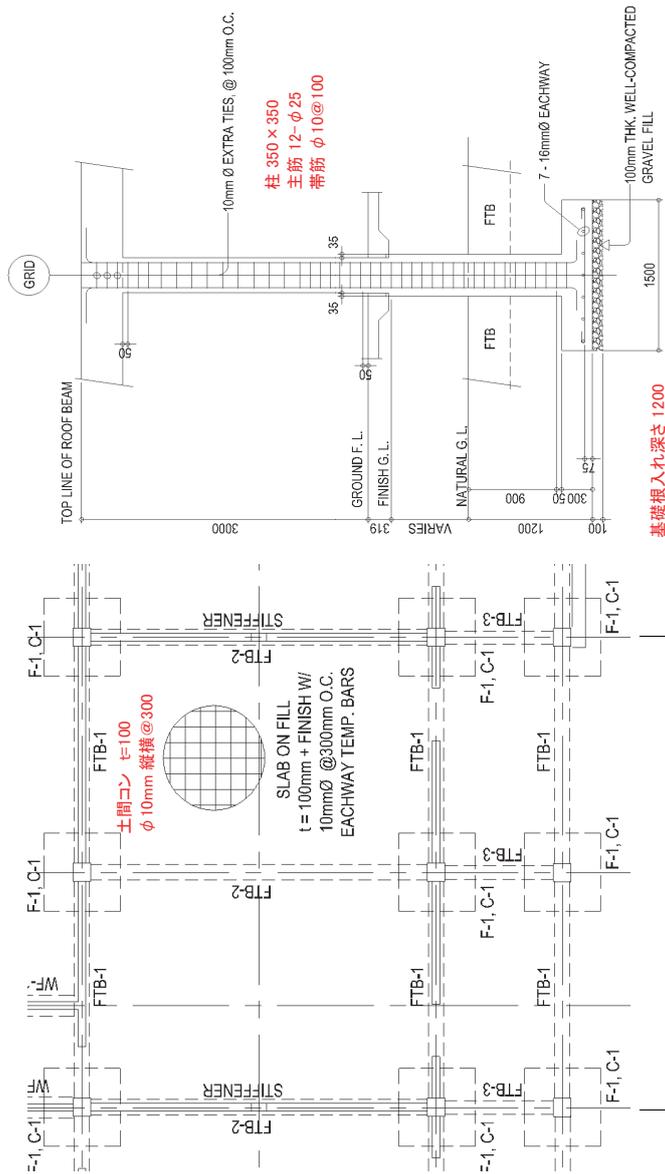


ブロック見付け面積 (400×200) に対する充填部の割合

基本ブロック	0.125	平均して	→ 0.2
横筋用ブロック	0.25		

- ブロックの空洞率 0.5
- 空洞に対する充填率 0.4
- 空洞に対する充填率 (原設計) 1.0

d.柱・梁・基礎

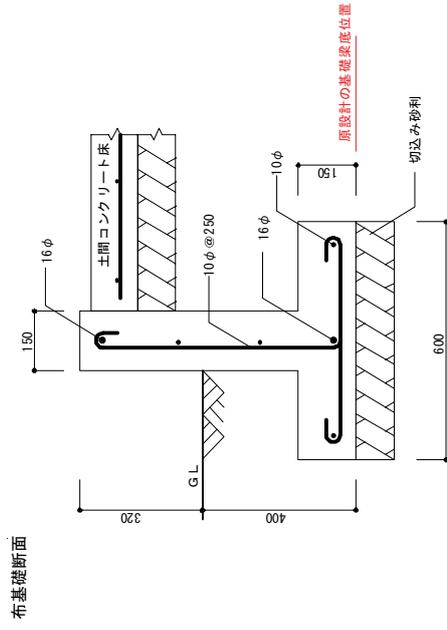


RC柱と基礎梁、独立基礎

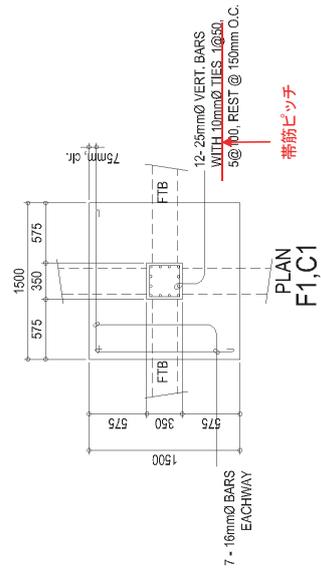
基礎掘入れ深さ 1200

9000 (1教室)

基礎伏図 (1教室分)



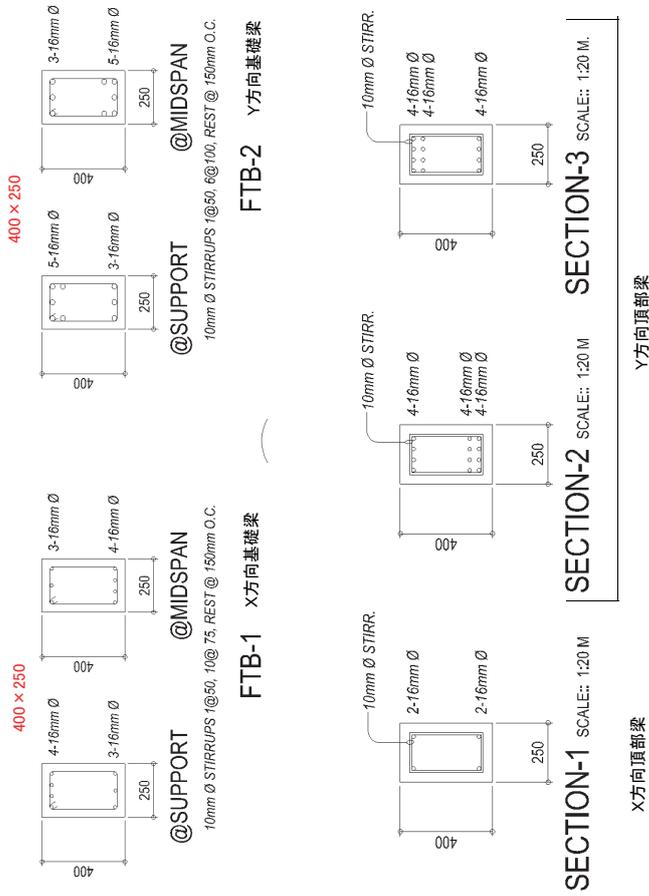
布基礎断面



帯筋ピッチ

PLAN F1,C1

e.臥梁-基礎梁



(2) RC造(原設計)／CB造 構造体数量(RC・CB造部分のみ)

		原設計(RCラーメン+非構造CB壁)			RCHB造			
土工事 根切り	独立基礎 (基礎縁+300)×根入れ深さ	5,292 m ³	33 箇所	174.6 m ³	布基礎(X方向) (フーチング幅+300×両側)×基礎底	21,120 m ³	3 構面	63.36 m ³
	基礎梁(X方向) (基礎幅+300×両側)×梁底深	0,816 m ³	30 箇所	24.5 m ³	布基礎(X方向) (フーチング幅+300×両側)×基礎底	4,728 m ³	6 構面	28,368 m ³
	基礎梁(Y方向) 同 教室部分	4,165 m ³	11 構面	45.8 m ³				
	同 廊下部分	0,340 m ³	11 構面	3.7 m ³				
	計	248.7 m³						91.7 m³
型枠工事	独立基礎 1.5×1.5×0.3m	1.80 m ²	33 箇所	59.4 m ²	布基礎(X方向) 0.72×8.8m 両面	12.67 m ²	15 箇所	190.08 m ²
	柱 0.35×0.35×4.2m	5.88 m ²	33 箇所	194.0 m ²	布基礎(Y方向) 0.72×7.35m 両面	10.58 m ²	6 箇所	63.50 m ²
	基礎梁(X方向) 0.25×0.4×(4.5-0.35)m 2面	3.32 m ²	30 箇所	99.6 m ²	臥梁(X方向) (0.4+0.25+0.25+0.15)×8.8m	1.80 m ²	6 箇所	10.80 m ²
	基礎梁(Y方向) 0.25×0.4×(7-0.35)m 2面	5.32 m ²	11 箇所	58.5 m ²	臥梁(Y方向) (0.4+0.25+0.25+0.15)×7.35m	9.24 m ²	15 箇所	138.60 m ²
	梁(X方向) 0.25×0.4×(4.5-0.35)m 3面	1.72 m ²	11 箇所	18.9 m ²	臥梁(Y方向) (0.4+0.25+0.25+0.15)×2.5m	7.72 m ²	6 箇所	46.31 m ²
	梁(Y方向) 0.25×0.4×(7-0.35)m 3面	4.36 m ²	30 箇所	130.7 m ²		2.63 m ²	6 箇所	15.75 m ²
	6.98 m ²	11 箇所	76.8 m ²					
	2.26 m ²	11 箇所	24.8 m ²					
	計	662.8 m²						465.0 m²
コンクリート	独立基礎 1.5×1.5×0.3m	0,675 m ³	33 箇所	22.3 m ³	布基礎(X方向) 0.6×0.72mT形 8.8m	1,544 m ³	15 箇所	23.17 m ³
	柱 0.35×0.35×4.2m	0,515 m ³	33 箇所	17.0 m ³	布基礎(Y方向) 0.6×0.72mT形 7.35m	1,290 m ³	6 箇所	7.74 m ³
	基礎梁(X方向) 0.25×0.4×(4.5-0.35)m	0,415 m ³	30 箇所	12.5 m ³	0.6×0.72mT形 2.5m	0,439 m ³	6 箇所	2.63 m ³
	基礎梁(Y方向) 0.25×0.4×(7-0.35)m	0,665 m ³	11 箇所	7.3 m ³	臥梁(X方向) 0.4×0.4mL形 8.8m	0,858 m ³	15 箇所	12.87 m ³
	0.25×0.4×(2.5-0.35)m	0,215 m ³	11 箇所	2.4 m ³	臥梁(Y方向) 0.4×0.4mL形 7.35m	0,717 m ³	6 箇所	4.30 m ³
	0.25×0.4×(4.5-0.35)m	0,415 m ³	30 箇所	12.5 m ³	0.4×0.4mL形 8.8m	0,244 m ³	6 箇所	1.46 m ³
	0.25×0.4×(7-0.35)m	0,665 m ³	6 箇所	4.0 m ³				
	0.25×0.4×(2.5-0.35)m	0,215 m ³	6 箇所	1.3 m ³				
	土間コンクリート 原設計・RCHB共通につき省略				土間コンクリート 原設計・RCHB共通につき省略			
	計	79.1 m³						52.2 m³
CB	A通り	86 個	10 構面	860 個	Y1通り	196 個	5 構面	980 個
	B通り	69 個	10 構面	690 個	Y2通り	181 個	5 構面	905 個
	C通り	86 個	10 構面	860 個	Y3通り	196 個	5 構面	980 個
	Y方向	240 個	6 構面	1,440 個	Y方向	252 個	6 構面	1,512 個
	計	3650 個						4377 個
	CB見付面積	308 m ²			CB見付面積	350 m ²		350 m ²
	CB体積	400×150×200		231 m ³	CB体積	400×150×200		262.62 m ³
	充填モルタル体積 CB空隙率0.5 全充填	116 m³			充填モルタル体積 CB空隙率0.5 部分充填(空隙の40%)			53 m³

		原設計 (RCラーメン+非構造CB壁)				RCHB造					
鉄筋	基礎	ベース筋:16φ	7-16φ	X・Y方向	21.0 m	33 箇所	693 m	布基礎	主筋:2-16φ	382 m	
	柱	主筋:25φ	12-25φ		60.0 m	33 箇所	1980 m		配力筋:4-φ10	764 m	
		帯筋:10φ	10φ@50		88.0 m	33 箇所	2904 m		せん断補強筋:10φ@250	688 m	
	基礎梁 (X方向)	主筋:16φ	7-16φ				945 m	臥梁	主筋:3-φ16	573 m	
		肋筋:10φ	10φ@50				2700 m		せん断補強筋:10φ@150	1019 m	
	基礎梁 (Y方向)	主筋:16φ	8-16φ				1080 m	CB壁	端部曲げ補強筋:12φ	148 m	
		肋筋:10φ	10φ@50				2090 m		縦・横筋:10φ	1751 m	
	梁 (X方向)	主筋:16φ	4-16φ				540 m				
		肋筋:10φ	10φ@50				2700 m				
	梁 (Y方向)	主筋:16φ	12-16φ				684 m				
肋筋:10φ		10φ@50				1140 m					
CB壁	縦・横筋	10φ				898 m					
	鉄筋径別計		径		総延長	重量		鉄筋径別計	径	総延長	重量
		10φ			12432 m	7.67 ton		10φ		4222 m	2.60 ton
		16φ			3942 m	6.22 ton		12φ		148 m	0.13 ton
		25φ			1980 m	7.63 ton		16φ		956 m	1.51 ton
	鉄筋重量	計				21.52 ton		鉄筋重量	計		4.24 ton

(総延長)	基礎梁総延長	X方向	135.0 m
		Y方向	104.5 m
	梁総延長	X方向	135.0 m
		Y方向	57.0 m
(参考)	鉄筋単位重量	10φ	0.617 kg/m
		12φ	0.888 kg/m
		16φ	1.578 kg/m
		25φ	3.853 kg/m

基礎総延長	191.1 m
臥梁総延長	191.1 m

(3) RC造(原設計)／CB造 構造体数量比較まとめ(構造体部分のみ)

種目	単位	原設計 (RC ラーメン+非 構造CB)	RCHB造	RC造(原設計)とRCHB造の差の要因
土工事 (根切り)	m ³	249	92	・原設計では独立基礎+基礎梁形式のため、根切り範囲が大きくなる。 ・原設計では根入れをGL-1.2mとしているのに対し、RCHB造はGL-0.4m(原設計の基礎梁底に合わせている)。
型枠工事	m ²	663	465	・独立フーチングとRC柱の分、原設計が多くなる。
コンクリート	m ³	79.1	52.2	・独立フーチングとRC柱の分、原設計が多くなる。
CB	個	3850	4377	・RCHB造では、壁量確保のため原設計よりCB壁が多い(14%増)。その理由は、 原設計よりCB壁長が大きい。 CB耐力壁のアスペクト比を抑えるため、垂れ壁を付けている。
充填モルタル	m ³	116	53	・原設計では全充填なのに対し、RCHB造は部分充填(CB空隙の40%充填)。
鉄筋	ton	21.5	4.2	・原設計はRC造のため、柱・梁の鉄筋量が多い。特に、柱は断面を小さくするためか、主筋量が多い(25φを使用している)。 ・原設計の柱梁はせん断補強筋のピッチが50mm(?)

(4) 考察

原設計は構造的にはRCラーメン構造で、**CB壁は非構造部材扱いなので、水平耐力に寄与していない**。そのため、RC造部材(独立基礎と柱)の工事に加えてCB壁の工事が発生することで型枠、コンクリート、鉄筋量が大きくなっている。

RCHB造では高強度のコンクリートブロックを使用することで、**CB壁体を構造部材とするので、使用材料・施工手間が減少する**。

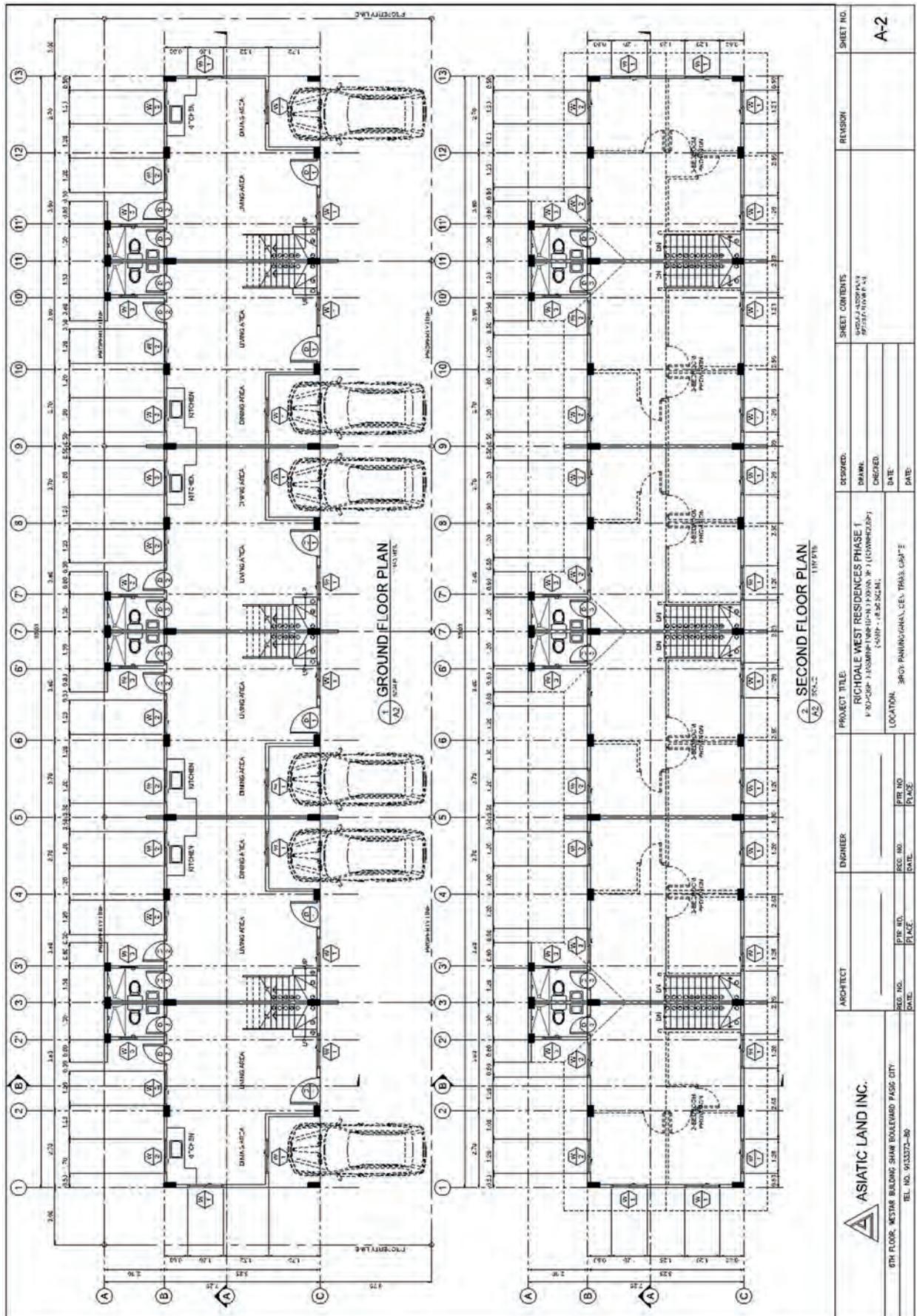
また、RCHB造はCB空洞部は部分充填であるのに対し、原設計は全充填のためモルタル充填量も大きくなる。

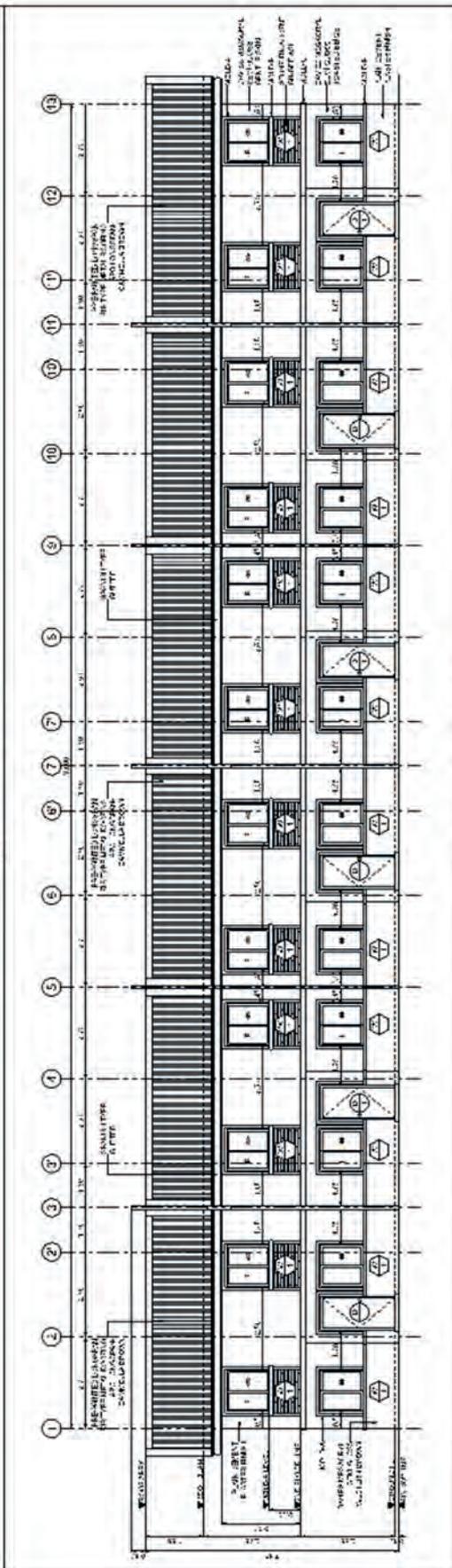
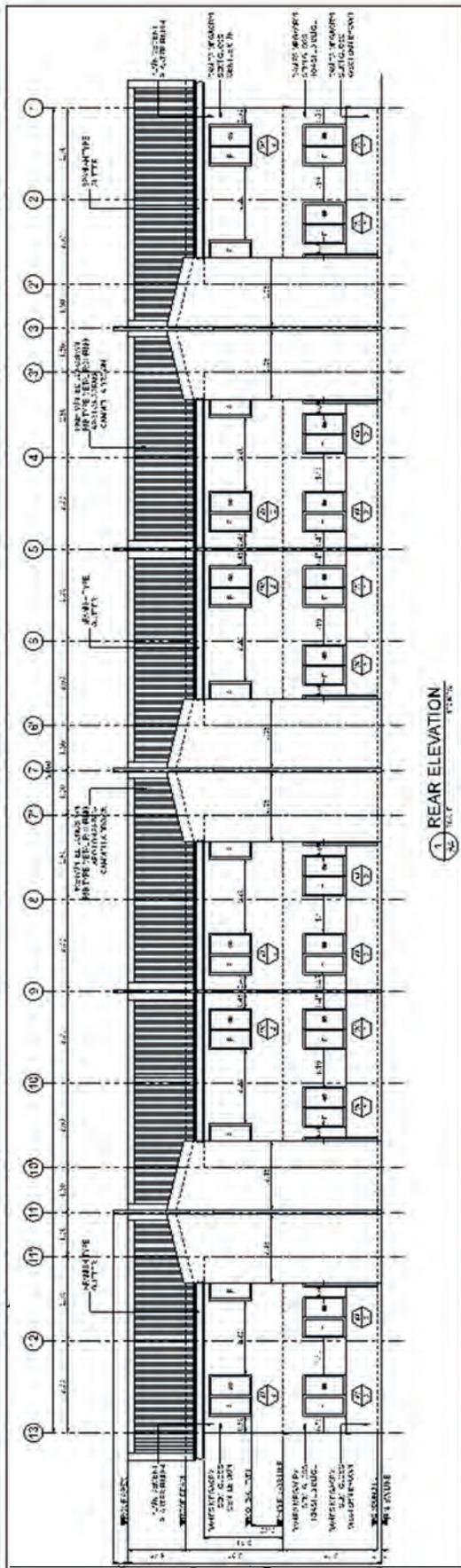
RCHB造は構造的に合理的な工法であるが故、使用材料・施工手間が少なくなっていると言える。

6.4 現地メーカー提供のフィリピンでの中所得層向けの設計事例への適用

(1) 原設計プラン

以下に示す2階建て1棟6戸のRC造住宅をRCHB造に置き換え、ガイドラインにしたがって試設計を行った。



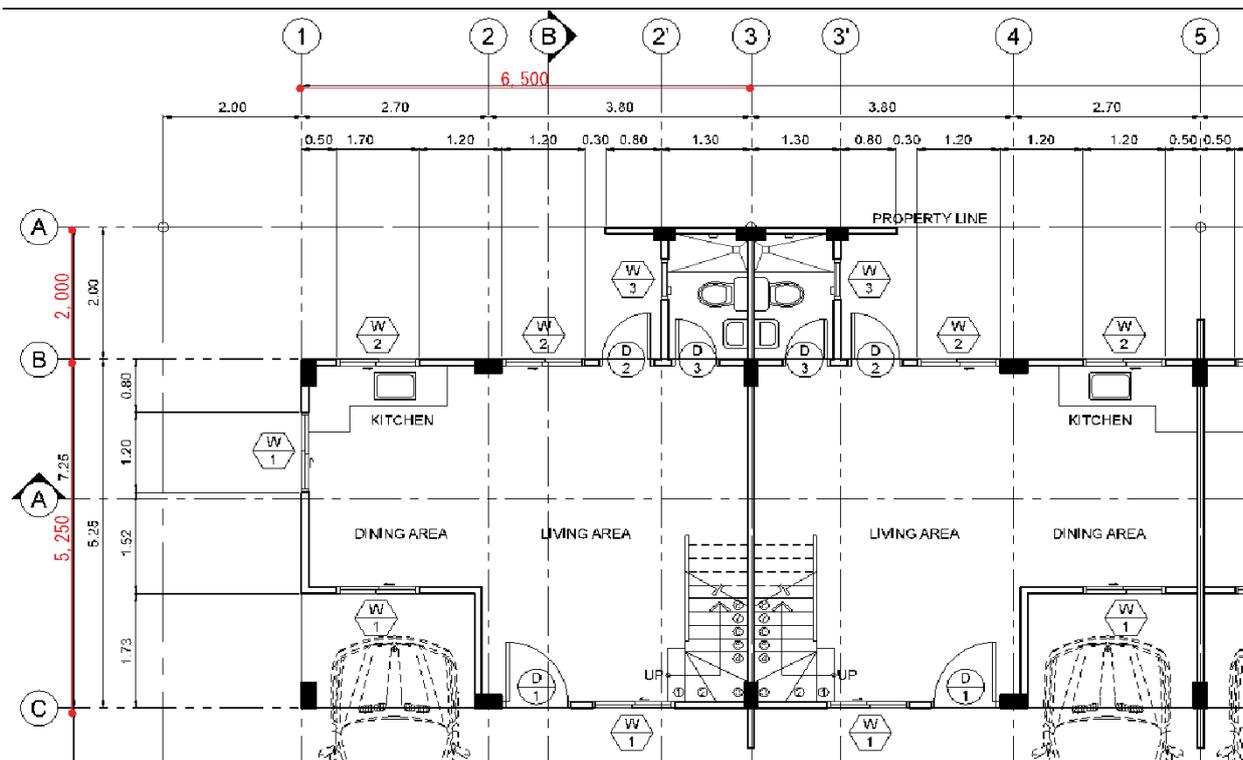
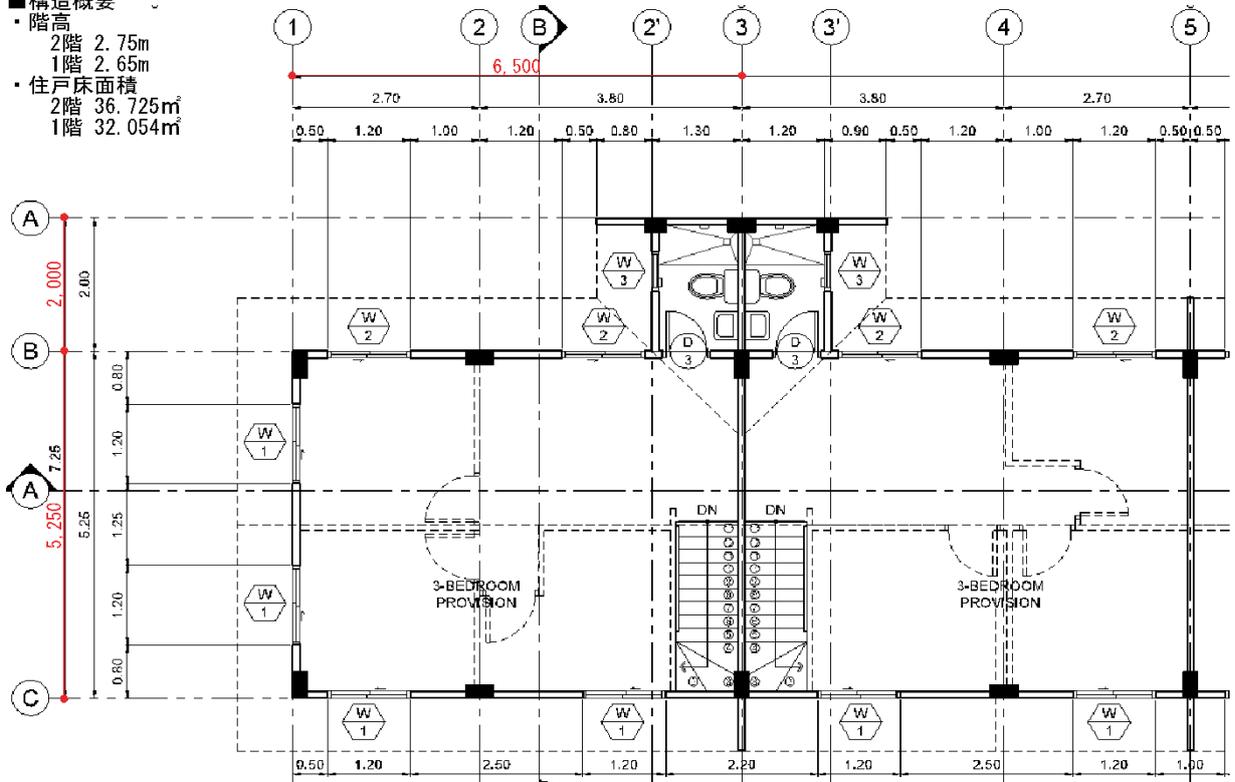


PROJECT TITLE		ARCHITECT		ENGINEER		SHEET CONTENTS		REVISION		SHEET NO.	
SECTIONAL WEST SIDE SIDEWALKS FINISH 1		ASIANIC LAND INC.				ELECTRICAL				A-3	
903 SOUTH AVENUE, SUITE 100, PASADENA, CA 91106		DATE: _____		DATE: _____		ELECTRICAL					
LOCATION: PASADENA, CALIFORNIA		DATE: _____		DATE: _____		ELECTRICAL					
PROJECT NO. 99-0373-00		DATE: _____		DATE: _____		ELECTRICAL					
TEL. NO. 951-857-1000		DATE: _____		DATE: _____		ELECTRICAL					

(2) 原設計プラン(詳細)

RCラーメンの内部にCBを組積している。CBは非構造部材として扱われている。

- 構造概要
- ・ 階高
 - 2階 2.75m
 - 1階 2.65m
- ・ 住戸床面積
 - 2階 36.725㎡
 - 1階 32.054㎡



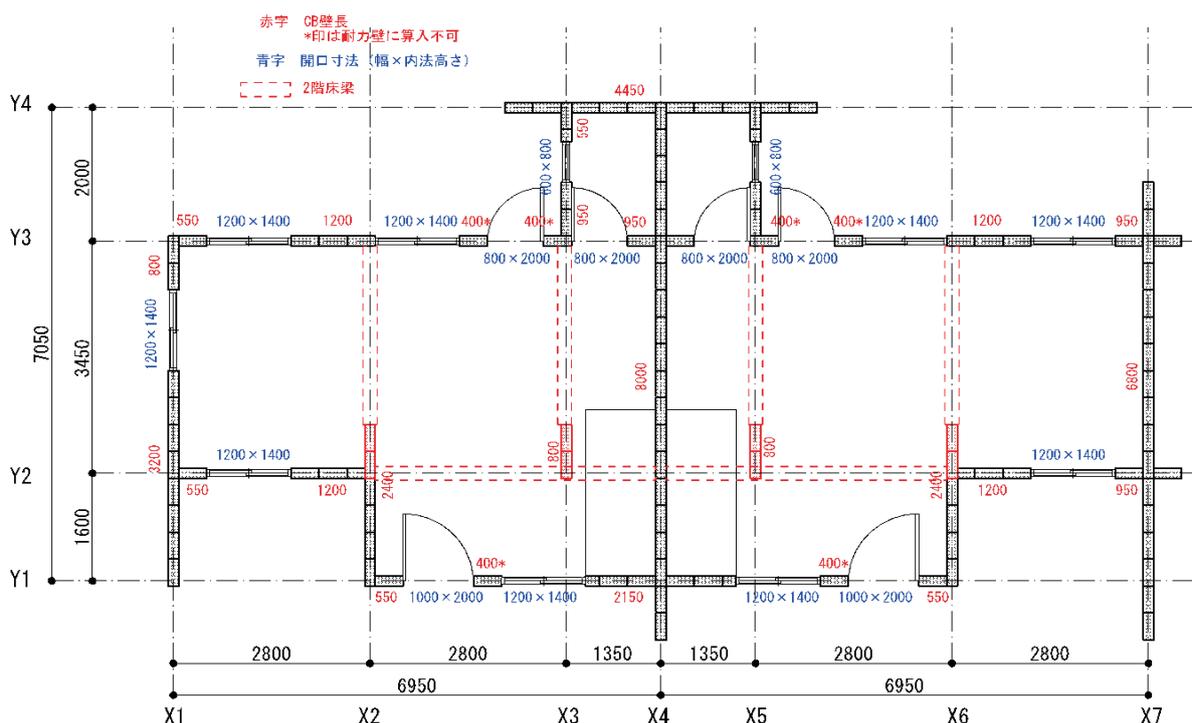
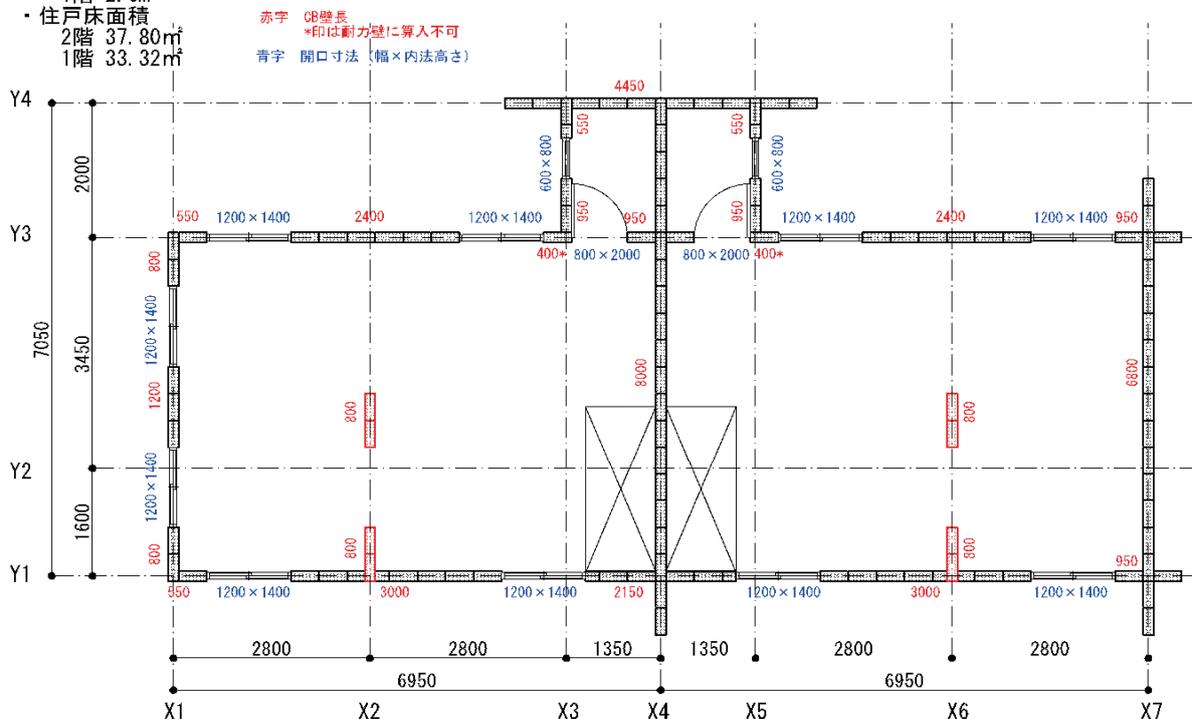
1 階

(3) RCHB造への置き換えプラン(詳細)

CBのモジュールに合わせて原設計プランを置き換えた。

■ 構造概要

- ・ 階高
 - 2階 3.0m
 - 1階 3.0m
- ・ CB積み高
 - 2階 2.6m
 - 1階 2.6m
- ・ 住戸床面積
 - 2階 37.80㎡
 - 1階 33.32㎡



(4) 構造概要

構造	補強コンクリートブロック造			
階数	2 階建て			
床面積	※構造上の床面積			
	2階	37.80 m ²		
	1階	33.32 m ²		
	計	71.12 m ²		
基礎構造	RC造布基礎			
耐力壁厚さ				
	2階	150 mm		
	1階	150 mm		
高さ(m)	ブロック壁 積み高	臥梁せい (スラブ厚)	階高	
	2階	2.60	0.40	3.00
	1階	2.60	0.40	3.00
	材料強度	CB	8 MPa	全断面強度
	モルタル	18 MPa	充填モルタル	
	鉄筋	235 MPa		

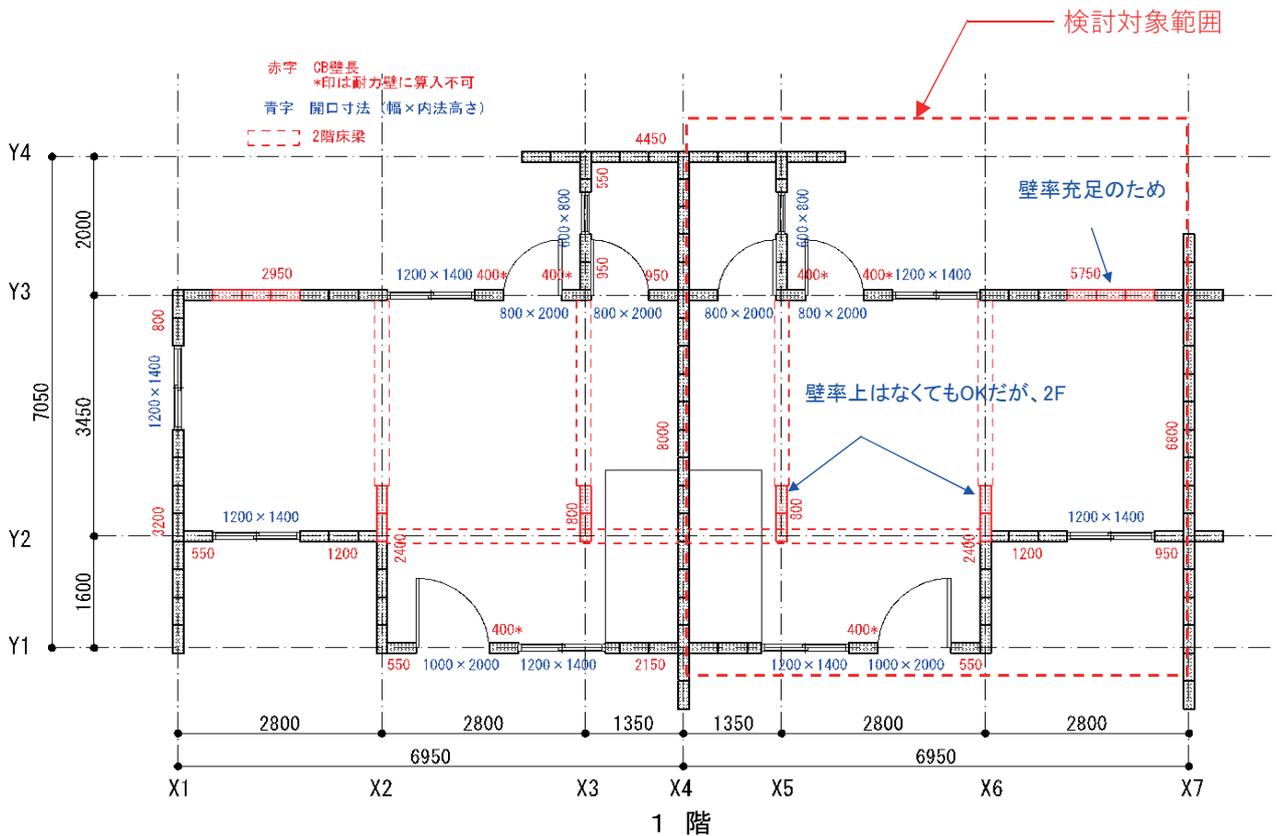
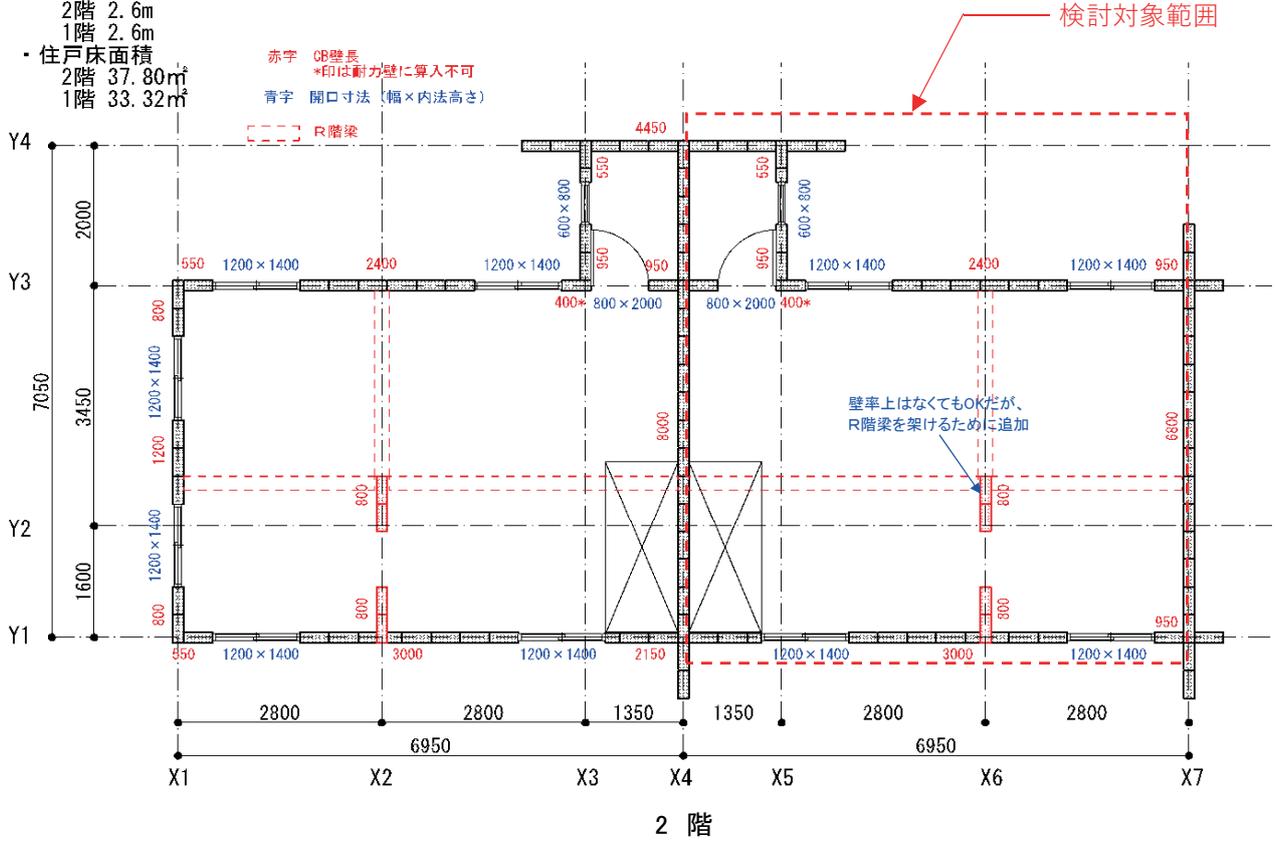
※入力方法

	プルダウン入力
	直接入力

(5) 壁伏せ図

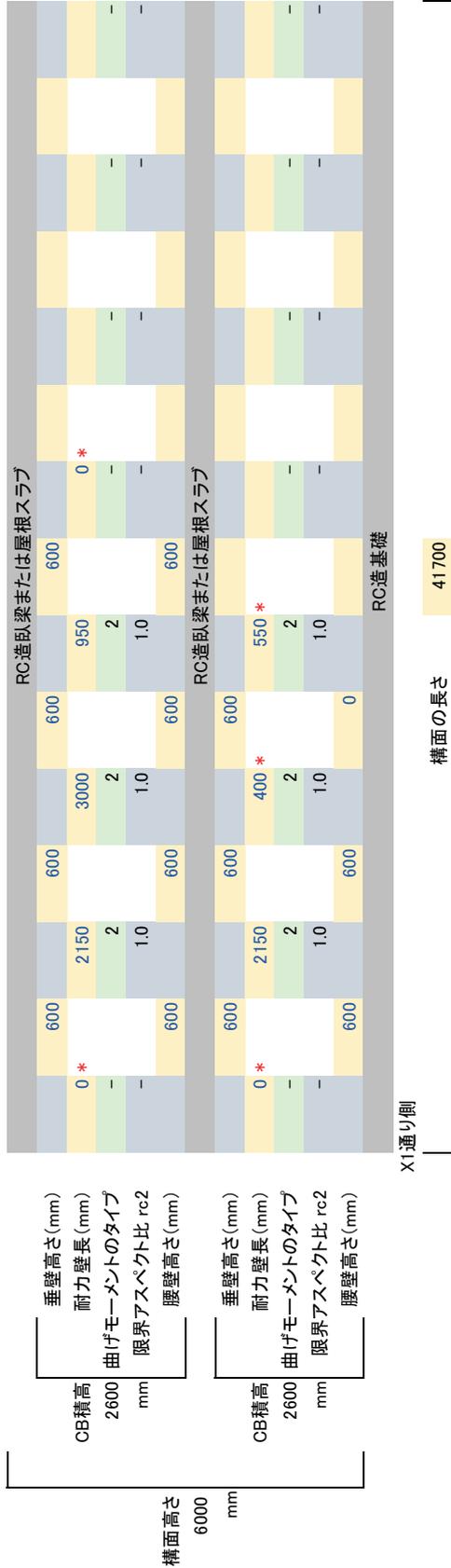
- 構造概要
- 階高
 - 2階 3.0m
 - 1階 3.0m
- CB積み高
 - 2階 2.6m
 - 1階 2.6m
- 住戸床面積
 - 2階 37.80㎡
 - 1階 33.32㎡

連棟なので下図の破線枠を検討対象範囲とする。
 戸境壁(X4通、X7通)の壁は耐力を1/2とする。
 戸境壁に接続するX方向の直交壁の耐力は1/2する。



2-1 X方向
Y1 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

Y1 構面	アスペクト比	0.14
構造のアスペクト比	限界アスペクト比 rc2	0.91
低減係数 β1	低減係数 β1	1.00

耐力壁長計(mm)	2階	1階
開口率(耐力壁長/構面長)	0.85	0.93
低減係数 β1 (採用値)	1.00	1.00

2階	水平断面積 (mm ²)	0 *
耐力壁高さ	(mm)	1400
耐力壁の	アスペクト比 r2	0.65
アスペクト比	限界アスペクト比 rc2	1.0
低減係数 β2	低減係数 β2	1.00
有効水平断面積	(採用値)	322500 ←1/2
1階	水平断面積 (mm ²)	0 *
耐力壁高さ	(mm)	1400
耐力壁の	アスペクト比 r2	0.65
アスペクト比	限界アスペクト比 rc2	1.0
低減係数 β2	低減係数 β2	1.00
有効水平断面積	(採用値)	322500 ←1/2

2階	水平断面積 (mm ²)	0 *
耐力壁高さ	(mm)	1400
耐力壁の	アスペクト比 r2	0.65
アスペクト比	限界アスペクト比 rc2	1.0
低減係数 β2	低減係数 β2	1.00
有効水平断面積	(採用値)	322500 ←1/2
1階	水平断面積 (mm ²)	0 *
耐力壁高さ	(mm)	1400
耐力壁の	アスペクト比 r2	0.65
アスペクト比	限界アスペクト比 rc2	1.0
低減係数 β2	低減係数 β2	1.00
有効水平断面積	(採用値)	322500 ←1/2

Y1 通り
2階 計

869196 mm²
-209598 mm²

↑

※ 1/2減少分

Y1 通り
1階 計

322500 mm²
-161250 mm²

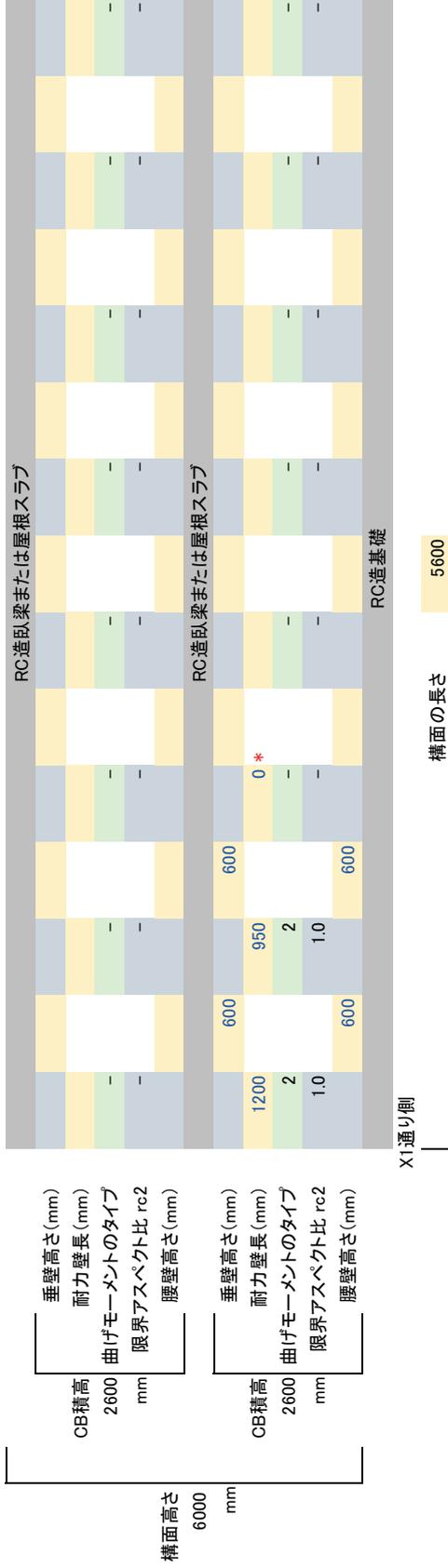
↑

※ 1/2減少分

※ ←1/2 は隣接住戸と共有している壁なので、壁率計算時に有効水平断面積を1/2にする
以下、同様

Y2 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

Y2 構面	アスベクト比	1.07	2階	1階
耐力壁長計(mm)		0	2150	
開口率(耐力壁長/構面長)		1.00	0.62	
低減係数 $\beta 1$ (採用値)		1.00	1.00	
低減係数 $\beta 1'$ (採用値)		0.85		
2階				
水平断面積 (mm ²)				
耐力壁高さ (mm)				
耐力壁のアスベクト比				
低減係数 β (採用値)				
有効水平断面積 (mm ²)				
1階				
水平断面積 (mm ²)		180000	142500	0 *
耐力壁高さ (mm)		2000	1400	2000
耐力壁のアスベクト比		1.67	1.47	#DIV/0!
低減係数 β (採用値)		1.0	1.0	-
有効水平断面積 (mm ²)		108000	96696	←1/2

Y2 通り
2階 計

0 mm²

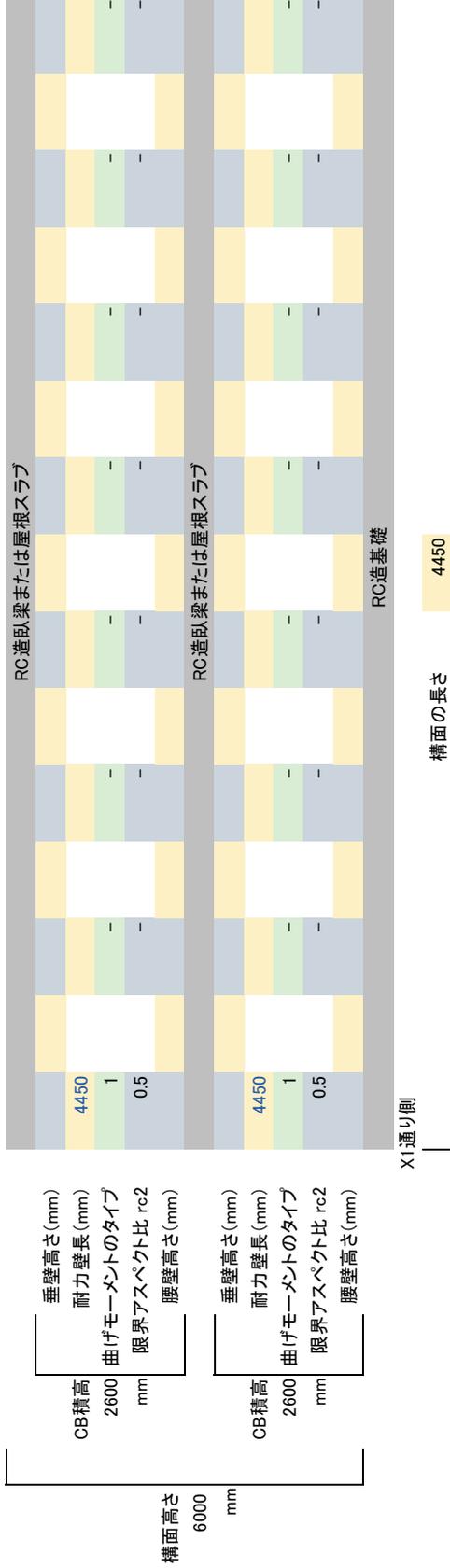
Y2 通り
1階 計

204696 mm²

-48348 mm²

Y4 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

Y4 構造	アスペクト比	耐力壁高 (mm)	アスペクト比	耐力壁長計 (mm)	開口率 (耐力壁長/構造長)	低減係数 $\beta 1$ (採用値)
Y4	1.95	4450	1.95	4450	0.00	0.00
Y4	0.91	4450	0.91	4450	0.00	0.00
Y4	0.67	4450	0.67	4450	0.00	0.67

2階	1階
667500	667500
2600	2600
0.58	0.58
0.5	0.5
0.86	0.86
0.67	0.67
450507 ←1/2	450507 ←1/2
667500	667500
2600	2600
0.58	0.58
0.5	0.5
0.86	0.86
0.67	0.67
450507 ←1/2	450507 ←1/2

Y4 通り
2階 計
450507 mm²
-225253 mm²

Y4 通り
1階 計
450507 mm²
-225253 mm²

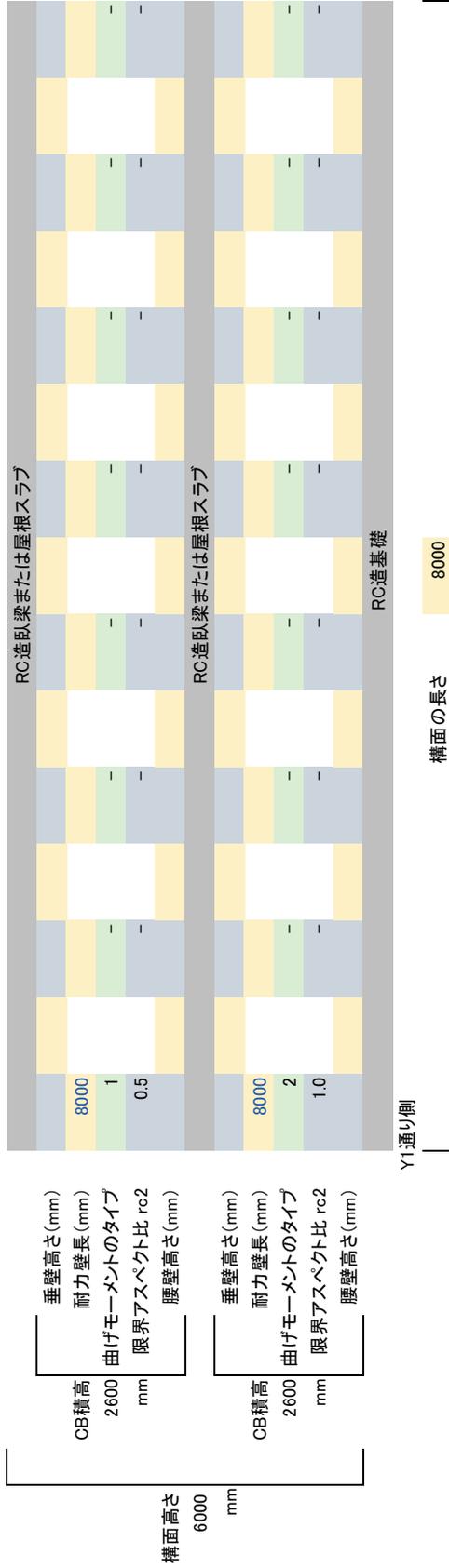
X方向の壁率

階	有効水平断面面積	床面積	壁率	基準値	判定
2階	Y1 通り 0.869 m ²	37.80 m ²	4.88 %	1.46 %	OK
	Y2 通り 0.000 m ²				
	Y3 通り 0.524 m ²				
	Y4 通り 0.451 m ²				
	通り 0.000 m ²				
計	1.844 m ²				
1階	Y1 通り 0.323 m ²	33.32 m ²	5.73 %	2.76 %	OK
	Y2 通り 0.205 m ²				
	Y3 通り 0.930 m ²				
	Y4 通り 0.451 m ²				
	通り 0.000 m ²				
計	1.908 m ²				

戸境壁に接続する壁について修正後

有効水平断面積補正	修正壁率	判定
-0.210	3.51 %	OK
-0.082		
-0.225		
-0.517		
-0.161	3.03 %	OK
-0.048		
-0.465		
-0.225		
-0.900		

■ Y方向
X4 通り
①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

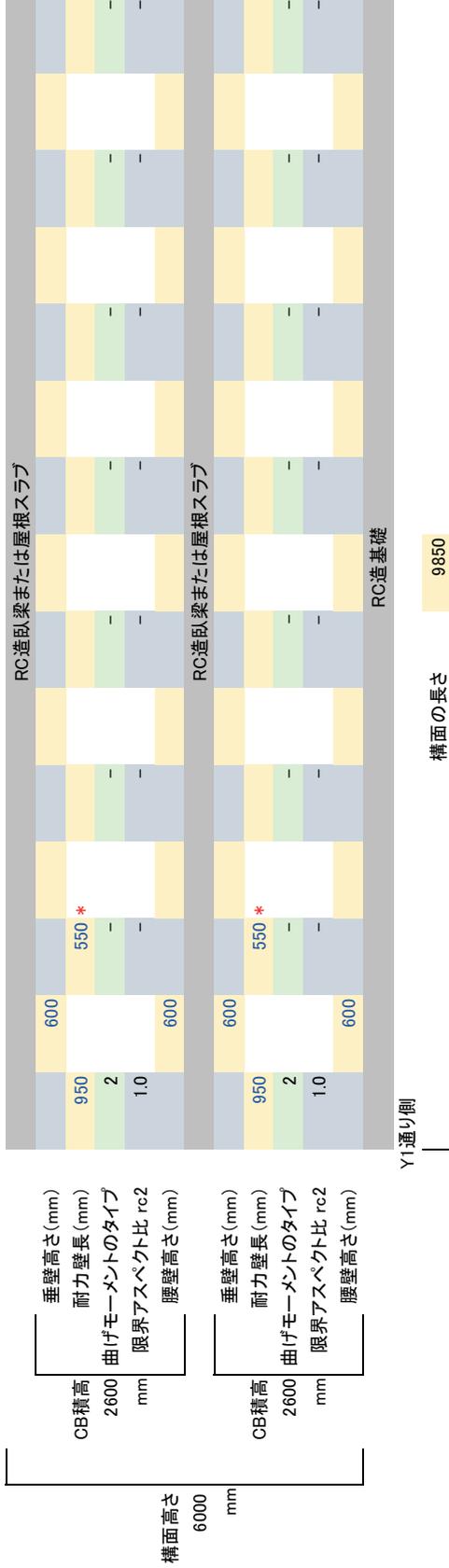
X4 構面	構造の アスペクト比	アスペクト比 β_1	アスペクト比 β_2	低減係数 β_1' (採用値)	
				2階	1階
	0.75	0.75	0.75	8000	8000
	0.91	0.91	0.91	0.00	0.00
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2階	水平断面積 (mm ²)	耐力壁高さ (mm)	耐力壁の アスペクト比	アスペクト比 β_2	低減係数 β (採用値)	有効水平断面積 (mm ²)	X4 通り 2階 計
	1200000	2600	0.33	0.5	1.00	1200000	-600000 mm ²
	1200000	2600	0.33	1.0	←1/2	1200000	↑
	1200000	2600	0.33	1.0	1.00	1200000	※ 1/2減少分
	1200000	2600	0.33	1.00	1.00	1200000	X4 通り 1階 計
	1200000	2600	0.33	1.00	←1/2	1200000	-600000 mm ²
	1200000	2600	0.33	1.00	1.00	1200000	↑
	1200000	2600	0.33	1.00	1.00	1200000	※ 1/2減少分

※ ←1/2 は隣接住戸と共有している壁なので、壁率計算時に有効水平断面積を1/2にする
以下、同様

X5 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

X5 構面	構造の アスベクト比	アスベクト比 r1 限界アスベクト比 rc2	0.61 0.91	耐力壁長計 (mm)		開口率 (耐力壁長 / 構面長)	0.85 0.85	低減係数 $\beta 1$ (採用値)	1.00 1.00
				2階	1階				
2階	142500	2000	0 *	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
耐力壁の有効水平断面積 (mm ²)	2000	2000	0 *	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
耐力壁高さ (mm)	2.11	3.64	3.64	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
耐力壁のアスベクト比	1.0	-	-	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
低減係数 $\beta 2$	0.48	-	-	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
低減係数 β (採用値)	0.48	1.00	1.00	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
有効水平断面積 (mm ²)	67688	67688	0	67688	67688	67688	0.85	1.00	0.85
1階	142500	2000	0 *	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
耐力壁の有効水平断面積 (mm ²)	2000	2000	0 *	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
耐力壁高さ (mm)	2.11	3.64	3.64	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
耐力壁のアスベクト比	1.0	-	-	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
低減係数 $\beta 2$	0.48	-	-	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
低減係数 β (採用値)	0.48	1.00	1.00	2000	1500	1500	0.85	1.00	0.85
有効水平断面積 (mm ²)	67688	67688	0	67688	67688	67688	0.85	1.00	0.85

X5 通り
2階 計

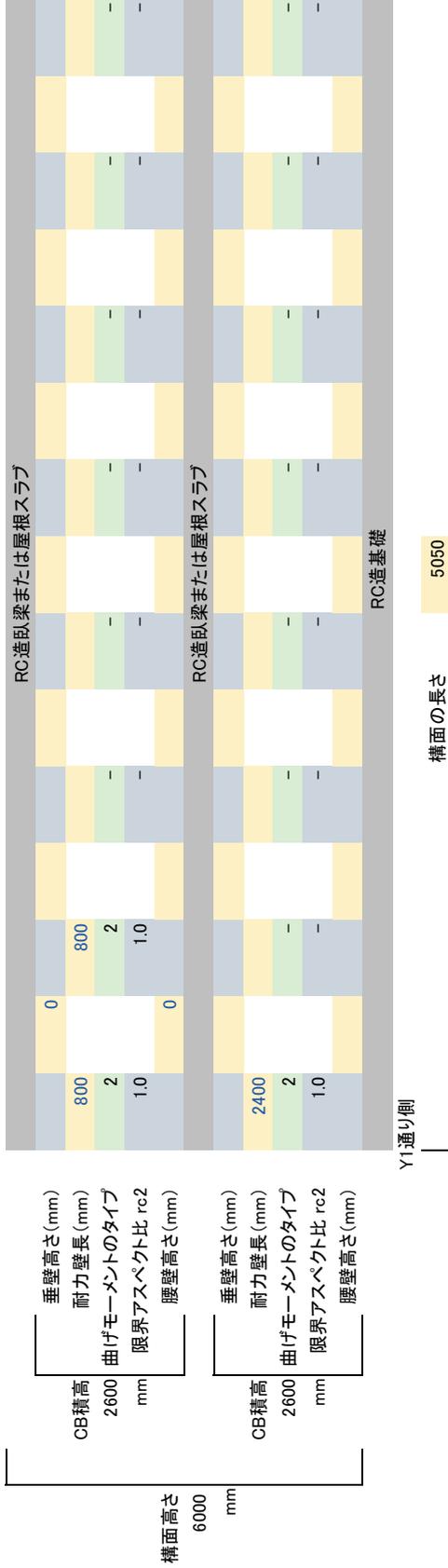
67688 mm²

X5 通り
1階 計

67688 mm²

X6 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

X6 構面	構面の アスベクト比	アスベクト比 r1	1.19	耐力壁長計(mm)	
				2階	1階
	限界アスベクト比 rc2		0.91	1600	2400
	低減係数 $\beta 1$		0.77	0.68	0.52
	低減係数 $\beta 1'$ (採用値)			1.00	1.00
2階	水平断面積 (mm ²)		120000		
	耐力壁高さ (mm)		2600		
	耐力壁の アスベクト比		3.25		
	限界アスベクト比 rc2		1.0		
	低減係数 $\beta 2$		0.31		
	低減係数 β (採用値)		0.31		
	有効水平断面積 (mm ²)		36923		
1階	水平断面積 (mm ²)		360000		
	耐力壁高さ (mm)		2600		
	耐力壁の アスベクト比		1.08		
	限界アスベクト比 rc2		1.0		
	低減係数 $\beta 2$		0.92		
	低減係数 β (採用値)		0.92		
	有効水平断面積 (mm ²)		332308		

X6 通り
2階 計

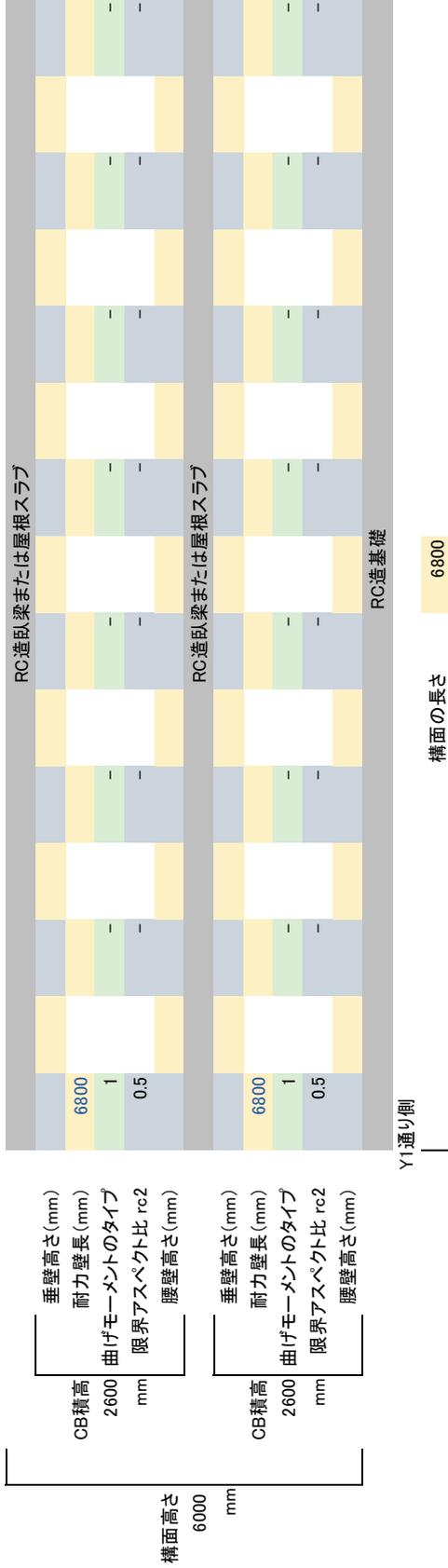
73846 mm²

X6 通り
1階 計

332308 mm²

X7 通り

①壁寸法の入力



②耐力壁の有効水平断面積

構面	アスペクト比	構面のアスペクト比	限界アスペクト比	耐力壁長計(mm)	開口率 (耐力壁長/構面長)	低減係数 $\beta 1$ (採用値)	2階	1階	
X7	0.98	0.91	1.00	6800	0.00	1.00	6800	6800	
							低減係数 $\beta 1$ (採用値)	1.00	1.00

2階	水平断面積 (mm ²)	耐力壁高さ (mm)	アスペクト比 r1	低減係数 $\beta 1$ (採用値)	1020000	2600	0.38	0.5	1.00	1.00	1020000	←1/2
1階	水平断面積 (mm ²)	耐力壁高さ (mm)	アスペクト比 r2	低減係数 $\beta 2$ (採用値)	1020000	2600	0.38	0.5	1.00	1.00	1020000	←1/2
X7 通り												
2階 計												
1020000 mm ²												
-510000 mm ²												
X7 通り												
1階 計												
1020000 mm ²												
-510000 mm ²												

Y方向の壁率

階	有効水平断面面積	床面積	壁率	基準値	判定
2階	X4 通り	1,200 m ²	37.80 m ²	6.25 %	1.46 %
	X5 通り	0.068 m ²			
	X6 通り	0.074 m ²			
	X7 通り	1,020 m ²			
	通り	m ²			
	通り	m ²			
	通り	m ²			
	計	2,362 m ²			
1階	X4 通り	1,200 m ²	33.32 m ²	7.86 %	2.76 %
	X5 通り	0.068 m ²			
	X6 通り	0.332 m ²			
	X7 通り	1,020 m ²			
	通り	m ²			
	通り	m ²			
	通り	m ²			
	計	2,620 m ²			

戸境壁について修正後

有効水平断面積補正	修正壁率	判定
-0.600	3.31 %	OK
-0.510		
通り		
計		
-1.110	4.53 %	OK
-0.600		
通り		
計		
-1.110		

6.5 試設計のまとめ

(1) 原設計から RCHB 造への置き替え

原設計は RC ラーメン構造で、ラーメンの内部に CB 壁を組積している。この CB 壁は非構造部材であり、設計上水平耐力には算入されない。

これをコンクリートブロックのモジュール(長さ 400mm×高さ 200mm)に合うように RCHB 造に置き換えた。

(2) ガイドラインの一般規定による校舎の設計

a. 平屋建て

平屋建てではガイドラインに規定されている壁率を確保できる。但し、教室の 1 辺が耐力壁間距離の規定(7.5m)を超過するので、長い耐力壁について面外方向耐力の検討が必要である。

b. 2 階建て

平屋建ての必要壁率 1.20%に対して 2 階建ての 1 階は 2.76%と 2 倍強に大きくなり、壁率が不足するため、15cm 厚ブロックを二重積みすることで必要壁率を満たす。この検討に用いたプランでは、X方向(桁行方向)については 1 階のみ二重積み、Y方向(梁間方向)については、1・2 階ともに二重積が必要となった。

c. 臥梁

ガイドラインでは臥梁断面は別途検討することとしているが、設計例について断面検討した。

i) 面内方向応力に対して

耐力壁が大きな水平力を負担するためには、ガイドライン p21 Fig.W4(1)の(ii)の曲げモーメント分布となるようにする必要がある。そのためには、壁頂に生じる曲げモーメントを伝達できる強度を有する臥梁が必要となる。

せい 400mm 程度の臥梁断面のみでは臥梁の必要主筋量が多くなるので、垂れ壁を臥梁の有効せいに組み込むことができる配筋とすることで、主筋量を少なくできる。

ii) 面外地震力に対して

床スラブがない場合は、面外方向の地震力に対する強度を有する必要がある。

面外方向の震度を $K=0.7$ 、臥梁の幅を 400mm とした場合、必要となる引張り鉄筋は 2-16φ となるが、水平ブレースを併用する等により、支店間距離を 1/2 に出来れば 1-12φ でも可となる。

(3) ガイドラインの例外規定に基づく自重の再計算による設計

ガイドラインは不特定のプランを対象としているため、建物荷重を大きめに設定している。屋根は RC スラブを想定しているので、今回の試設計モデルのように小屋組みを鉄骨トラス構造とした場合には荷重がかなり小さくなる。そこで、実荷重に基づき必要壁率を算出し、2 階建てと 3 階建てについて壁率の充足度を検討した。

その結果、2 階建てでも二重積みせずに必要壁率を満たすことを確認した。

3 階建てでは、1 階のすべての通りを二重積みとする必要があるが、2 階と 3 階は一重積みで必

要壁率を満たす。

なお、屋根は RC スラブとせず、軽量鉄骨造としているので、小屋トラス下弦材位置の水平構面について、水平ブレースを設置する必要がある。水平ブレース断面は 16φ が適当(計算上は 12φ でも可)である。

(4) 原設計 RC 造と RCHB 造の構造部材の材料数量比較

原設計の RC ラーメン+非構造 CB 壁の構造を RCHB 造に置き換えることで、構造体の数量が次のように変わる。

○数量が減少するもの

- 土工事 →独立基礎の値切り量減少による
- 型枠工事 →独立基礎、RC 柱がなくなることによる。
- 鉄筋量 →主に独立基礎、RC 柱がなくなることによる。
- コンクリート量 →主に独立基礎、RC 柱がなくなることによる。
- CB 内への充填モルタル→全充填から部分充填への変更

○数量が増加するもの

- コンクリートブロック →CB 垂壁の設置

(5) 現地メーカー提供のフィリピンでの中所得層向けの設計への適用

原設計が RC ラーメン+非構造 CB 壁の 2 階建て連棟住宅を RCHB 造に置き換え、ガイドラインにしたがって試設計した。

1 階の X 方向(桁行方向)で原設計より開口が少なくなったが、概ね原設計どおりのプランとすることが出来た。

校舎と違って、一般的な住宅のプランであれば、自ずとある程度の壁長が確保されるので、2 階建てまでは無理なく設計できそうである。

(西川 忠)