

委託名称：鹿沼市庁舎本館・新館・東館耐震診断業務

施設名称：鹿沼市庁舎東館 東館棟

# 耐震診断業務報告書 (概要版)

平成24年 3月

株式会社 荒井設計

# 診断結果の概要

対象建物	施設名 鹿沼市庁舎東館		所在地 栃木県鹿沼市今宮町							
	建設年次 昭和 45 年 (1970 年)		規模・面積鉄筋コンクリート造, 地上3階・PH2階 延床面積 1,402.30 m <sup>2</sup>							
	資料 意匠図, 構造図 (構造計算書・地質調査書はなし。)									
建物の特徴	建物の特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>昭和45年に建設された建物で経過年数41年である。</li> <li>建物の東西側に階段室・便所が本体の外側に壁式造で接続している。</li> <li>1階から3階までX方向外壁は片持ち床の先端に取付いている。</li> <li>3階は中柱が抜けている。</li> <li>塔屋が2階建てである。</li> <li>X方向27.0m、Y方向12.0mと、長方形の平面で整形である。</li> </ul>									
	構造的特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎は直接基礎 (独立基礎) である。</li> <li>X方向は純ラーメンとなっている。</li> <li>Y方向は耐震壁付ラーメンとなっている。</li> <li>柱主筋は、28φが使われている。帯筋は9φ@150 (柱頭、柱脚)、9φ@300 (中間) となっている。両端は90・135°フックとなっているので帯筋ピッチを2倍とする。</li> </ul>									
コンクリート		1階	2階	3階						
	コンクリートコア強度	32.4	30.0	28.9						
	$\bar{x}$	30.7	27.3	27.6						
	$\sigma_{n-1}$	2.50	3.40	1.70						
	n	3	3	3						
	設計基準強度	18 N/mm <sup>2</sup>								
	診断採用強度	22 N/mm <sup>2</sup>	22 N/mm <sup>2</sup>	22 N/mm <sup>2</sup>						
中性化速度係数	$\nu=0.62$ 全体的に中性化が進んでいる。									
診断の方針	診断の方針 <ul style="list-style-type: none"> <li>耐震診断は、2次診断にて行う。</li> <li>判定値は、2次診断はIso=0.75 (1次診断は1.0) とし、これに不足する場合には補強の提案を行う。</li> <li>コンクリートの診断強度は、1階から22N/mm<sup>2</sup>・22N/mm<sup>2</sup>・22N/mm<sup>2</sup> とした。</li> <li>X、Y方向共、メカニズム・部材耐力は計算ソフトによる解析結果を用い、Is値の算定は土圧、SDを考慮して手計算によった。</li> </ul>									
	使用ソフト (構造ソフト社製、BUILD. シリーズ) <ul style="list-style-type: none"> <li>BUILD一貫IV+ (Ver. 1.513) : データ入力・準備計算</li> <li>BUILD耐震RC (Ver. 5.01) : 保有耐力</li> </ul>									
	主な計算仮定 <ul style="list-style-type: none"> <li>診断採用コンクリート強度は 1、2、3階で <math>F_c=22N/mm^2 \cdot 22N/mm^2 \cdot 22N/mm^2</math></li> <li>鉄筋 (28φ) SR235. <math>\sigma_y=294N/mm^2</math> (9・13・16φ) SR235 : <math>\sigma_{wy}=294N/mm^2</math>. <math>\sigma_y=294N/mm^2</math></li> <li>柱の帯筋は端部90・135°であり、帯筋のピッチを2倍とする。</li> <li>基礎は直接基礎 (長期耐力は不明) である。</li> <li>CT・SDおよびEoの算定において階位置補正は1次設計時のAi分布による。</li> <li>ヒンジ位置は柱、壁のフェイス位置とする。</li> </ul>									
診断結果	Iso=0.75	方向	階	1階	2階	3階	Iso=1.0	PH1階	PH2階	注意事項
		X	Is	0.39	0.41	0.55	一次診断	0.37	0.85	全階で判定値を下回るので、補強が必要
			CT・SD	0.43	0.44	0.59				
		Y	Is	0.78	0.78	1.39	1.17	2.72	全階で判定値を上回るなので、補強は不要	
			CT・SD	0.84	0.84	1.49				
	X方向		ラーメン構造である。柱はCB、CS、壁はWBである。							
Y方向		耐震壁付ラーメン構造である。柱はCS、壁はWB、WSである。								

# 補強計画の概要

施設名称	鹿沼市庁舎東館					建設年次	昭和 45 年							
使用鉄筋	柱主筋	28φ	帯筋ピッチ	9φ@150 (柱頭柱脚) 9φ@300 (中間) 16φ@100 (柱頭、中間、柱脚)			基礎	直接基礎						
躯体の強度	工期		S. 45											
	設計基準強度		18 N/mm <sup>2</sup> (推定)											
	試験方法 コアによる強度	階	1階	2階	3階									
		平均	32.4	30.0	28.9									
		n	3	3	3									
		σn-1	2.5	3.4	1.7									
診断採用強度		22	22	22										
中性化速度係数		ν = 0.62												
I <sub>so</sub> = 0.75	方向	指標	1階	2階	3階	I <sub>so</sub> = 1.00	PH 1階	PH 2階	判定					
診断結果	X	I <sub>s</sub>	0.39	×	0.41	×	0.55	×	一次診断	0.37	×	0.85	×	全階にて 補強必要
		C <sub>TU</sub> S <sub>D</sub>	0.43		0.44		0.59							
	Y	I <sub>s</sub>	0.78	○	0.78	○	1.39	○	一次診断	1.17	○	2.72	○	全階にて 補強不要
		C <sub>TU</sub> S <sub>D</sub>	0.84		0.84		1.49							
補強計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ X方向の1階・2階・3階に合計7枚の鉄骨ブレースを増設する。</li> <li>・ X方向の塔屋階に1枚の鉄筋コンクリート壁を増設する。</li> <li>・ Y方向の塔屋階において1箇所開口閉鎖をする。</li> <li>・ 塔屋2階は撤去する。</li> </ul>													
補強数量	方向	補強工法		1階	2階	3階	塔屋		合計					
	X	内付け鉄骨ブレース		3	3	1	-	-	7					
		鉄筋コンクリート壁		-	-	-	1	-	1					
	Y	開口閉鎖		-	-	-	1	-	1					
				-	-	-	-	-						
共通			-	-	-	-	-							
R I <sub>so</sub> = 0.75	方向	指標	1階	2階	3階	R I <sub>so</sub> = 1.0	PH 1階	PH 2階	判定					
補強後の 診断結果	X	I <sub>s</sub>	0.90	○	0.90	○	0.84	○	一次診断	1.25	○	-	-	OK
		C <sub>TU</sub> S <sub>D</sub>	0.97		0.97		0.90							
	Y	I <sub>s</sub>	0.78	○	0.78	○	1.39	○	一次診断	2.78	○	-	-	OK
		C <sub>TU</sub> S <sub>D</sub>	0.84		0.84		1.49							
備考														

# 目 次

1	一般事項		
1-1	建物概要	.....	P. 1
1-2	配置図・平面図・立面図	.....	P. 2
2	軸組図・モデル化図	.....	P. 8
3	現地調査		
3-1	コンクリートコアによる強度測定結果	.....	P. 12
3-2	研り調査による中性化試験結果	.....	P. 14
3-3	研り調査によるかぶり厚さと配筋状況	.....	P. 16
4	耐震診断		
4-1	耐震診断の方針	.....	P. 18
4-2	解析仮定	.....	P. 19
4-3	構造耐震指標（I <sub>s</sub> 値）一覧	.....	P. 22
4-4	付属部分の検討	.....	P. 23
4-5	診断結果の総括	.....	P. 25
5	補強提案		
5-1	補強案の検討	.....	P. 26
5-2	補強後のI <sub>s</sub> 値	.....	P. 27
5-3	補強提案図	.....	P. 28
5-4	概算工事費	.....	P. 32

## 1. 一般事項

## 1-1 建物概要

## a) 名称等

建築物	名称	鹿沼市庁舎東館
	所在地	栃木県鹿沼市今宮町
	用途	庁舎・車庫
設計者	名称	馬上建築設計事務所
	所在地	栃木市平柳町3-31-30
	設計年月日	昭和44年7月
施工者	名称	神谷建設(株)
	所在地	鹿沼市府中町383番地
	竣工年月日	昭和45年5月

## b) 建物規模等

調査建物：鉄筋コンクリート造，地上3階建，塔屋2階  
：延床面積 1,402.30 m<sup>2</sup>

## 構造的特徴：

- ・昭和45年に建設された建物で経過年数は41年である。
- ・建物の東西側に階段室・便所が本体の外側に壁式造で接続している。
- ・1階から3階までX方向外壁は片持ち床の先端に取付いている。
- ・3階は中柱が抜けている。
- ・塔屋が2階建てである。
- ・X方向27.0m、Y方向12.0mと、長方形の平面で整形である。
- ・基礎は直接基礎（独立基礎）である。
- ・X方向は純ラーメンとなっている。
- ・Y方向は耐震壁付ラーメンとなっている。
- ・柱主筋は、28φが使われている。帯筋は9φ@150（柱頭、柱脚）、9φ@300（中間）となっている。両端は90・135°フックとなっているので帯筋ピッチを2倍とする。

階	1階	2階	3階				計
面積 (m <sup>2</sup> )	432.51	447.47	447.47				1,327.44
重量 (kN)	6,030	6,296	5,302				17,628.0
単位面積重量 (kN/m <sup>2</sup> )	13.94	14.07	11.85				13.3

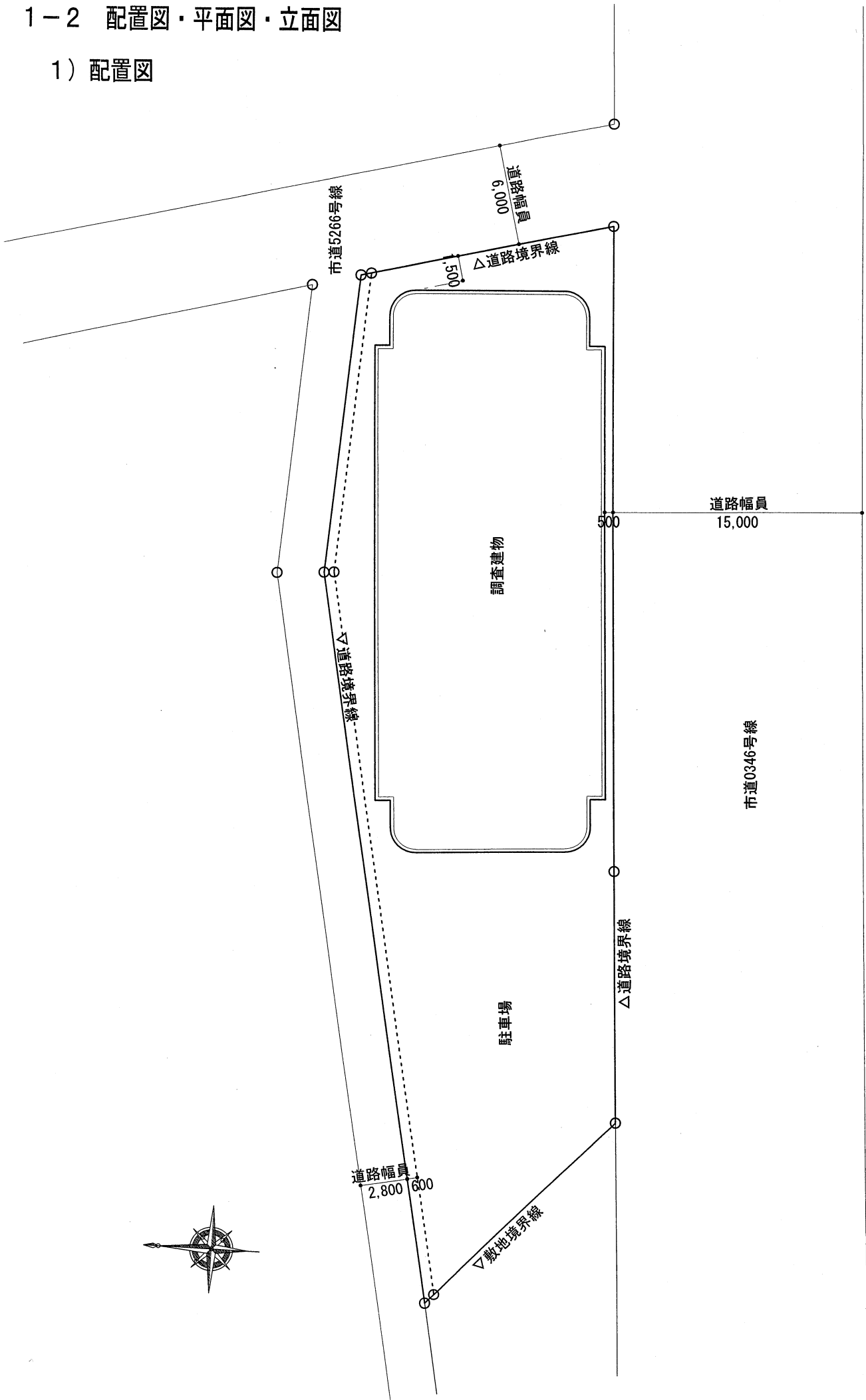
(面積は底の先端までを含めた値とする。)

## c) 設計図書の保存

意匠図	有	無
構造図	有	無
構造計算書	有	無
地質調査資料	有	無

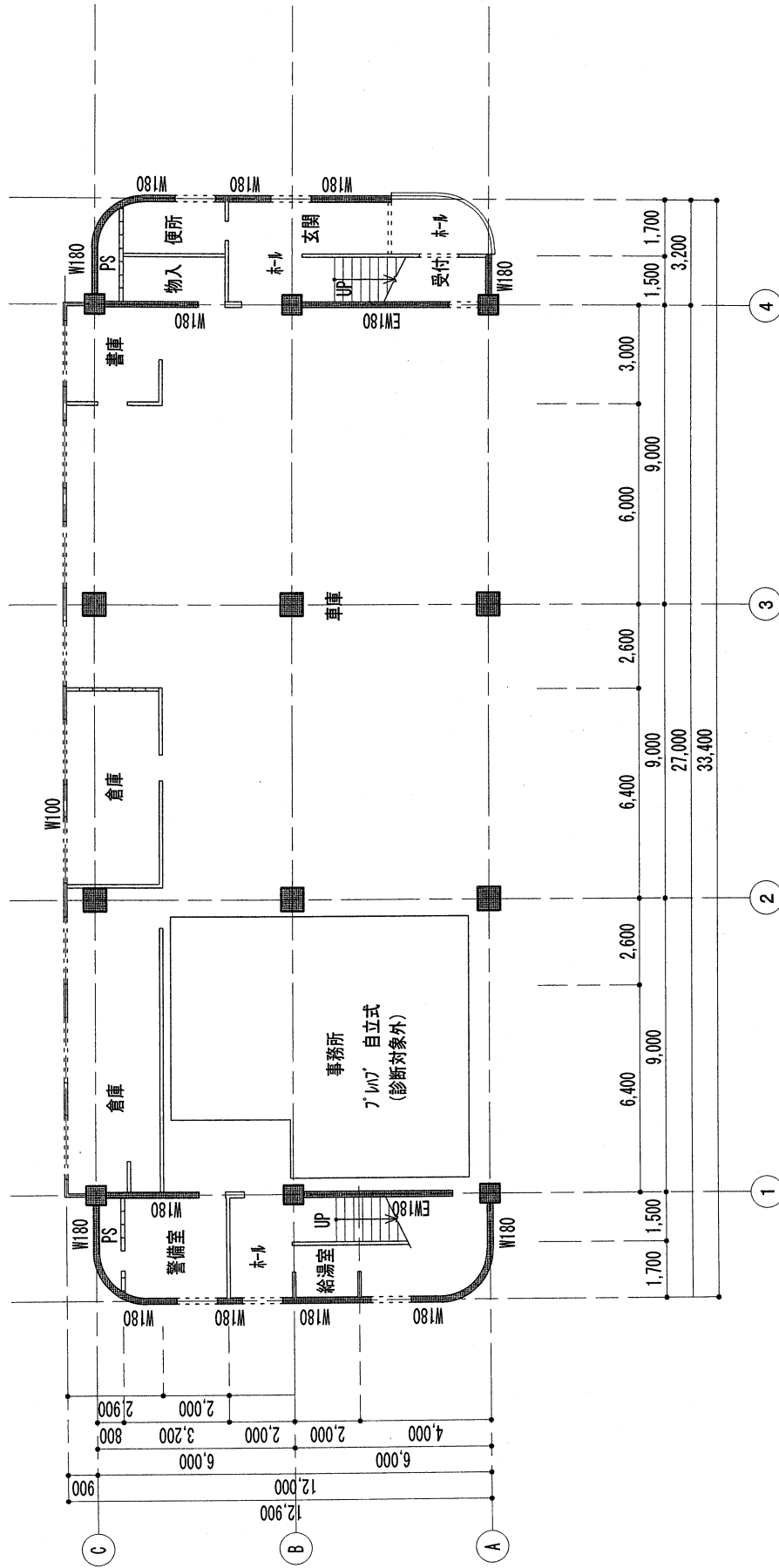
1-2 配置図・平面図・立面図

1) 配置図



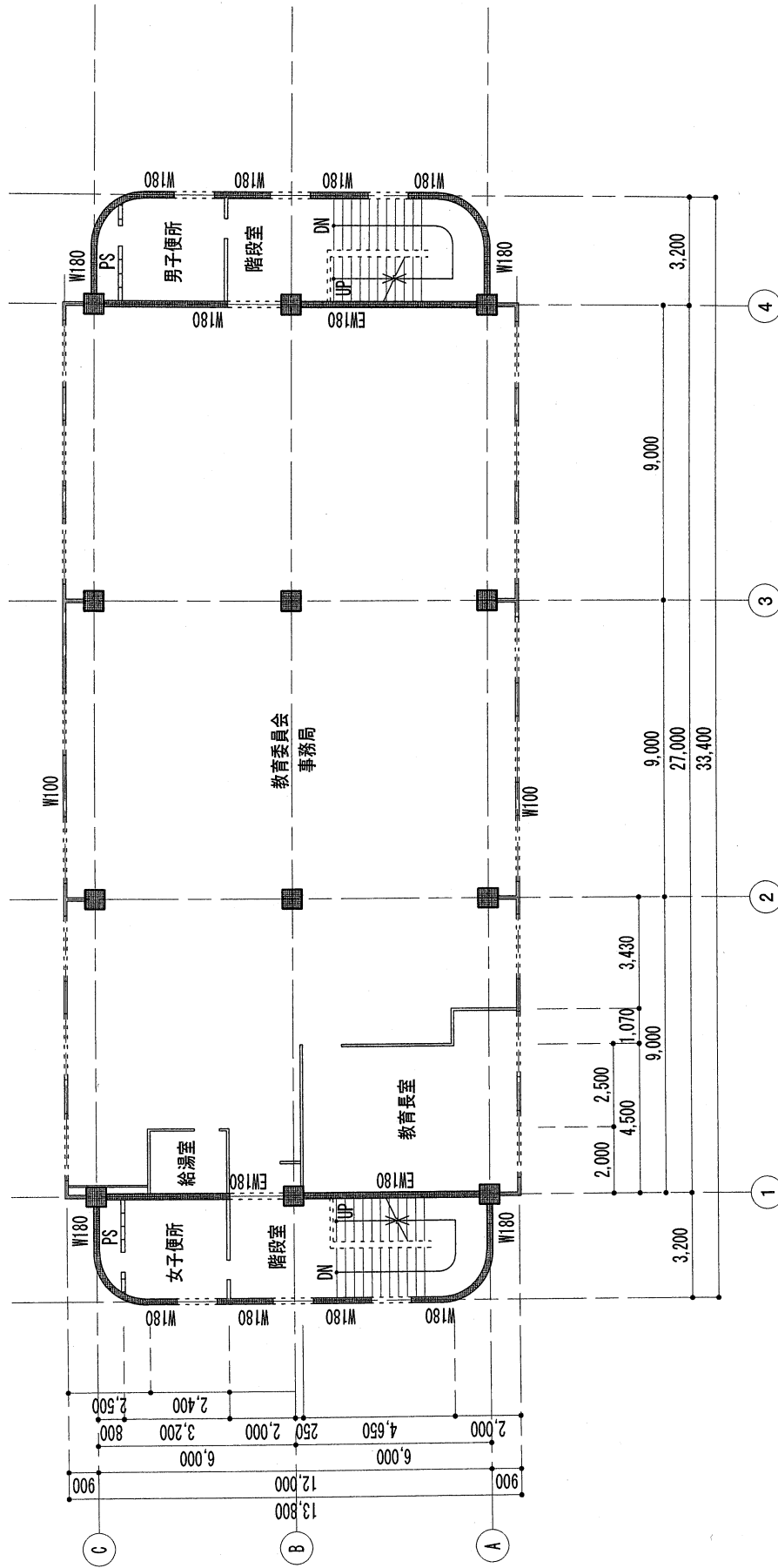
配置図 1 : 300

2) 平面図



東館 1階平面図 1:200

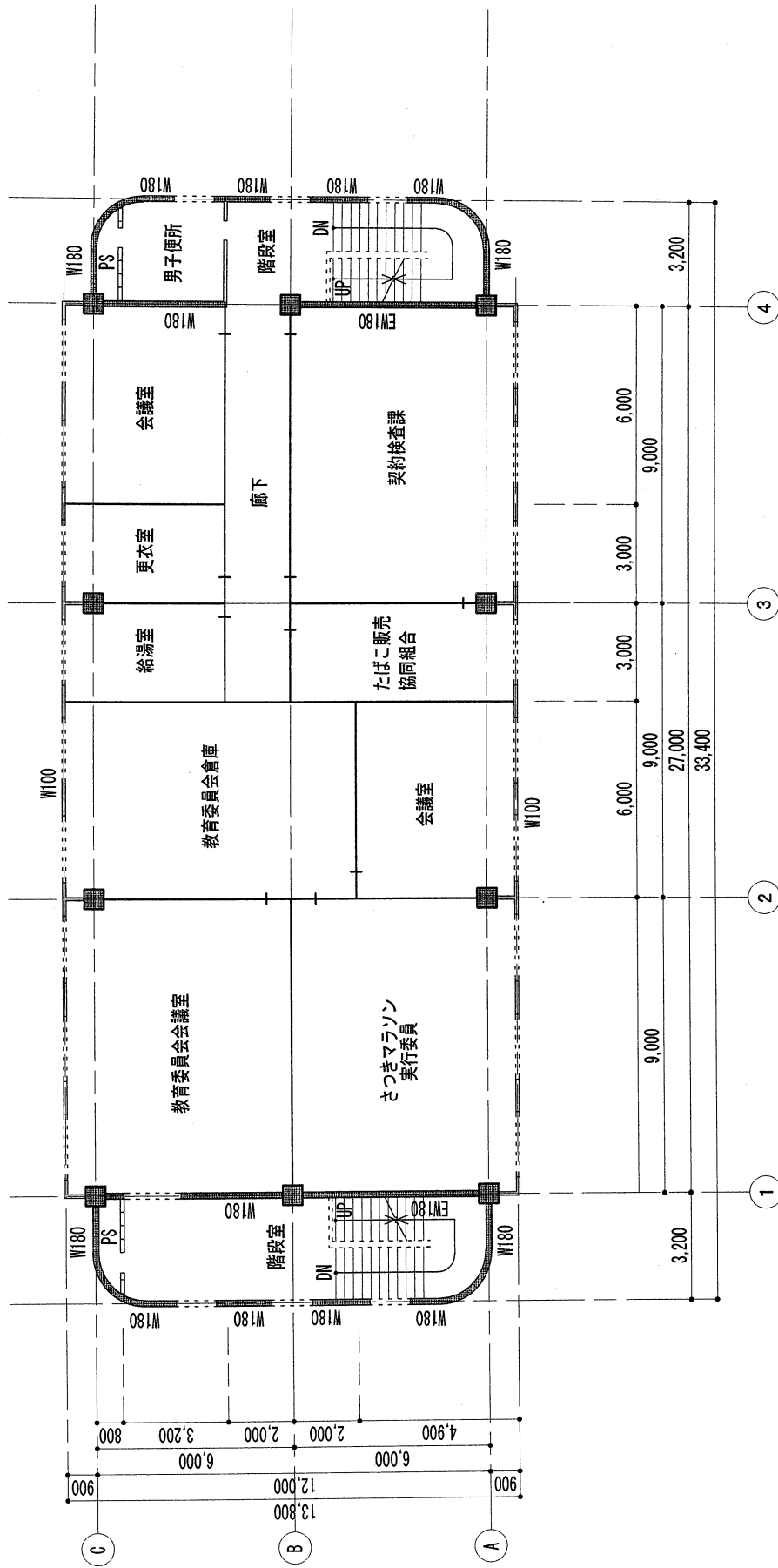
<p>■ : 耐力壁</p> <p>----- : 腰壁・垂れ壁</p> <p>□□□□ : CB壁</p>	<p>—— : 非耐力壁</p> <p>—— : 間仕切壁</p> <p>(7M・木)</p>
<p>凡例</p>	



東館 2階平面図 1:200

凡例	<ul style="list-style-type: none"> <li>—— : 耐力壁</li> <li>—— : 腰壁・垂れ壁</li> <li>—— : 非耐力壁</li> <li>—— : 間仕切壁 (7M<sup>2</sup>・木)</li> <li>□ : C/B壁</li> </ul>
----	--

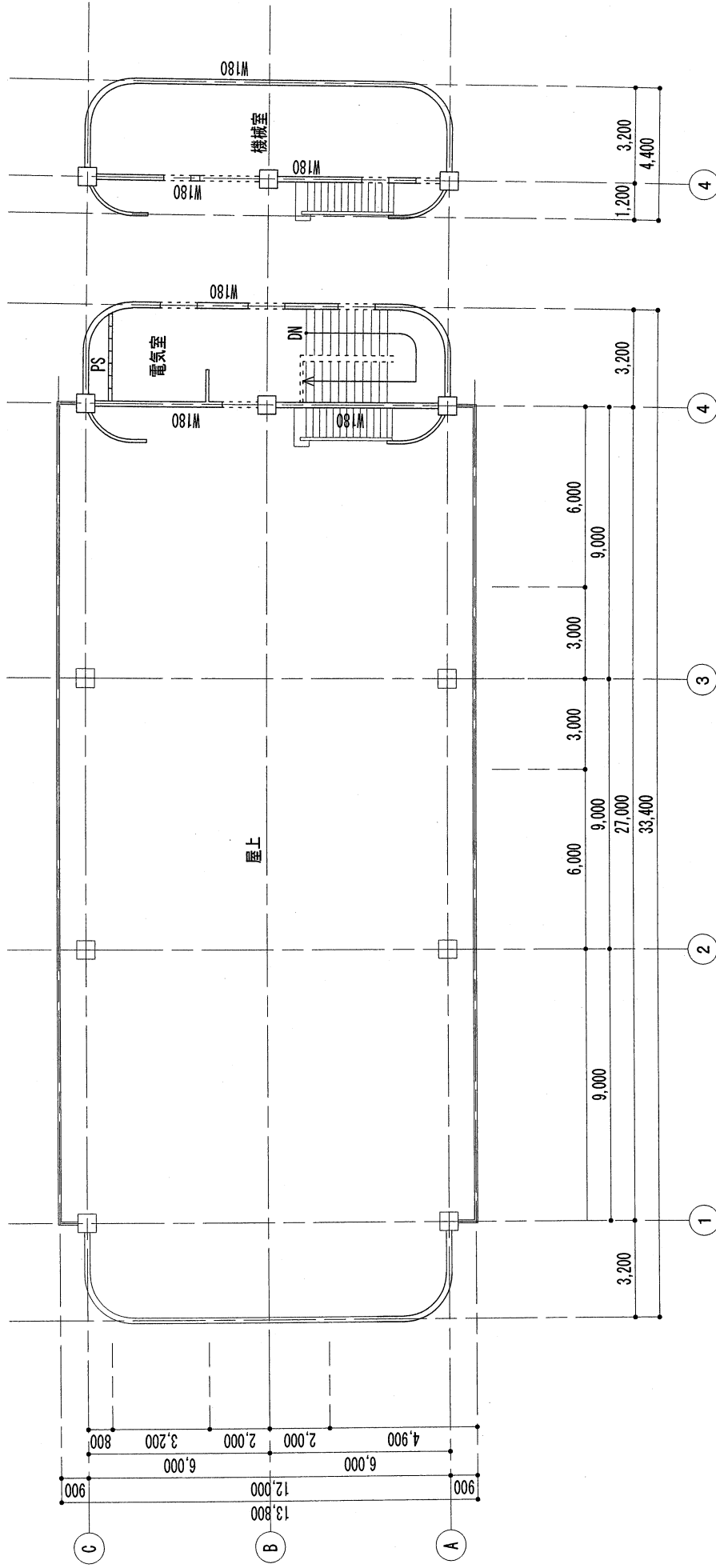




東館 3階平面図 1 : 200

	： 耐力壁		： 非耐力壁
	： 腰壁・垂れ壁		： 間仕切壁
	： CB壁	(7/8・木)	

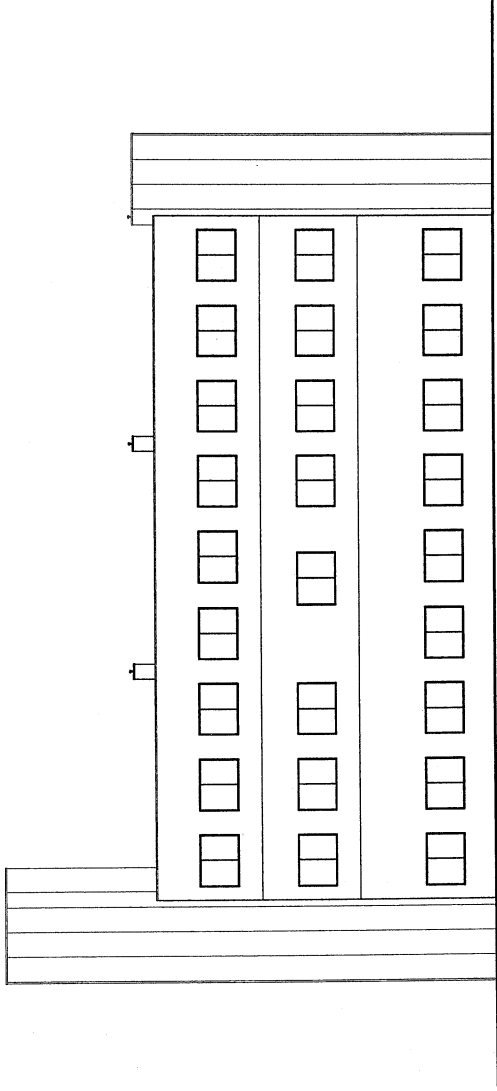
凡例



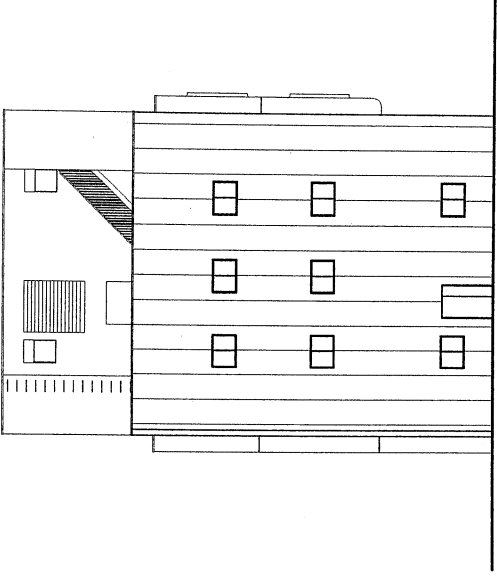
東館 R階平面図 1:200

東館 R2階平面図 1:200

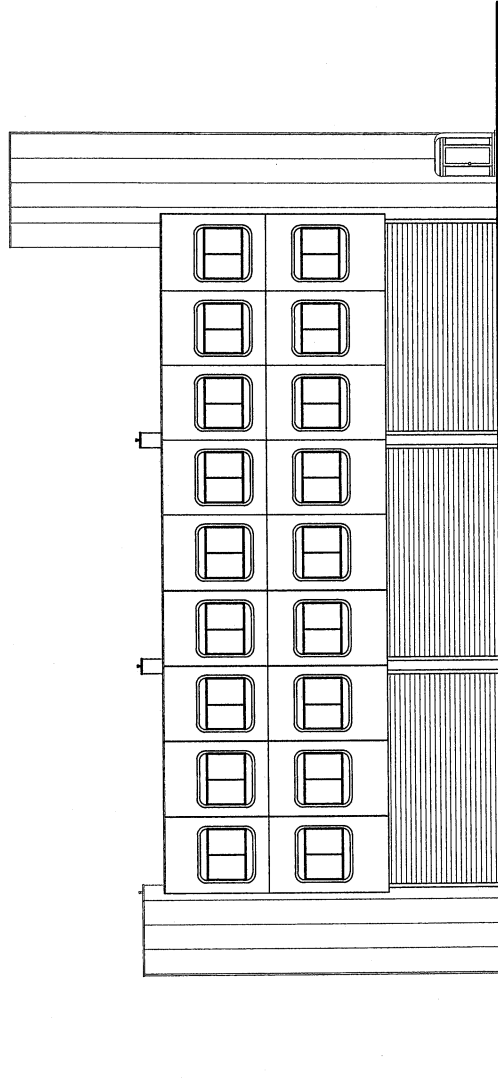
	: 耐力壁		: 非耐力壁
	: 腰壁・垂れ壁		: 間仕切壁
	: CB壁		: (7床・木)



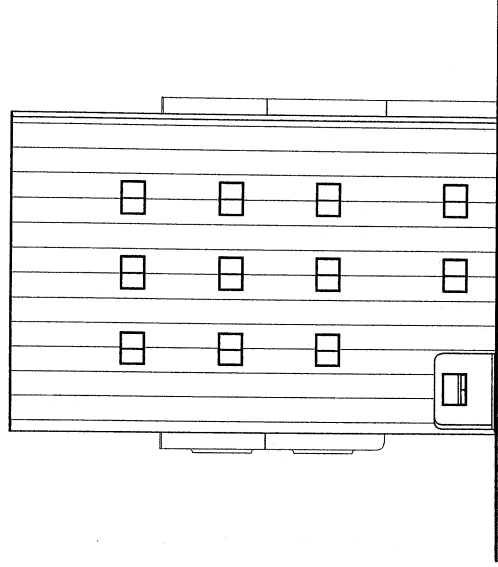
東館 北立面图 1 : 300



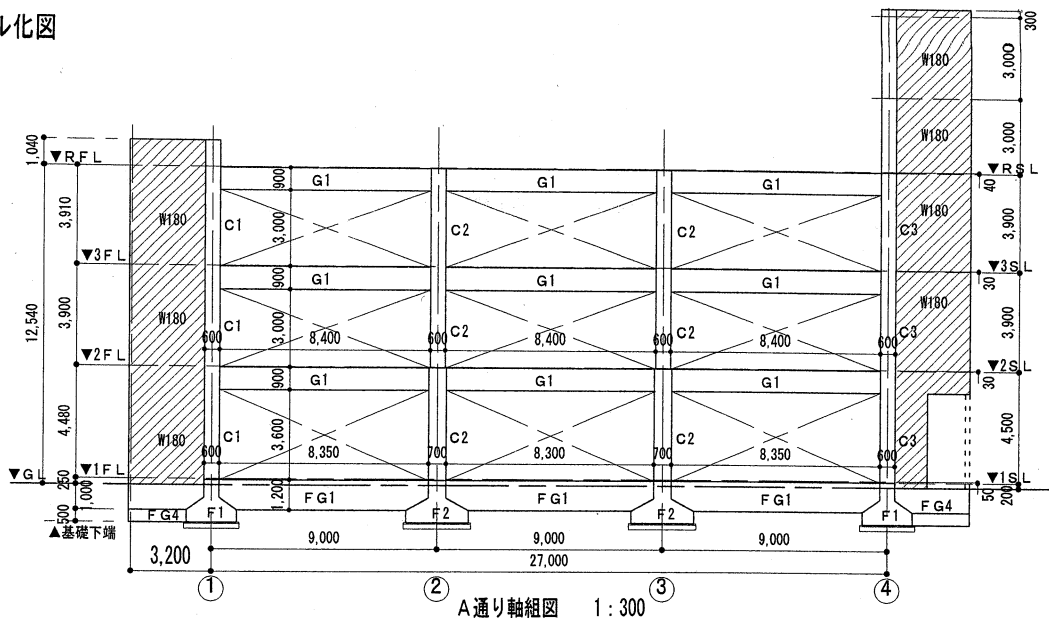
東館 西立面图 1 : 300



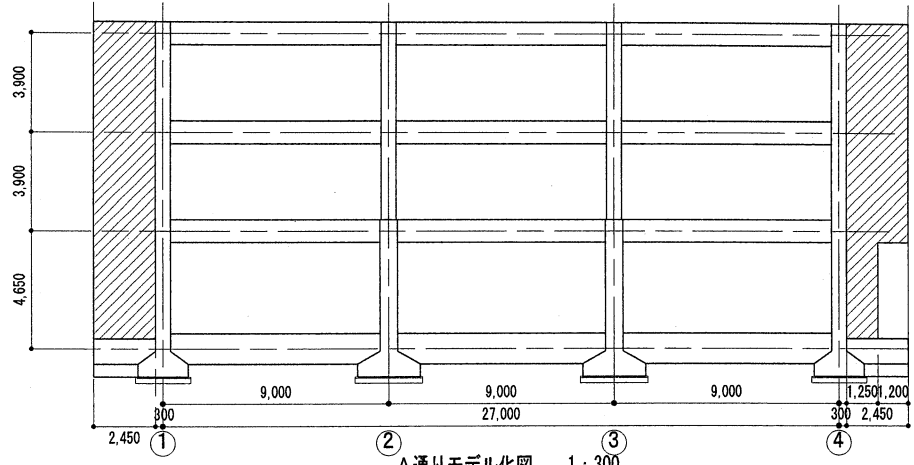
東館 南立面图 1 : 300



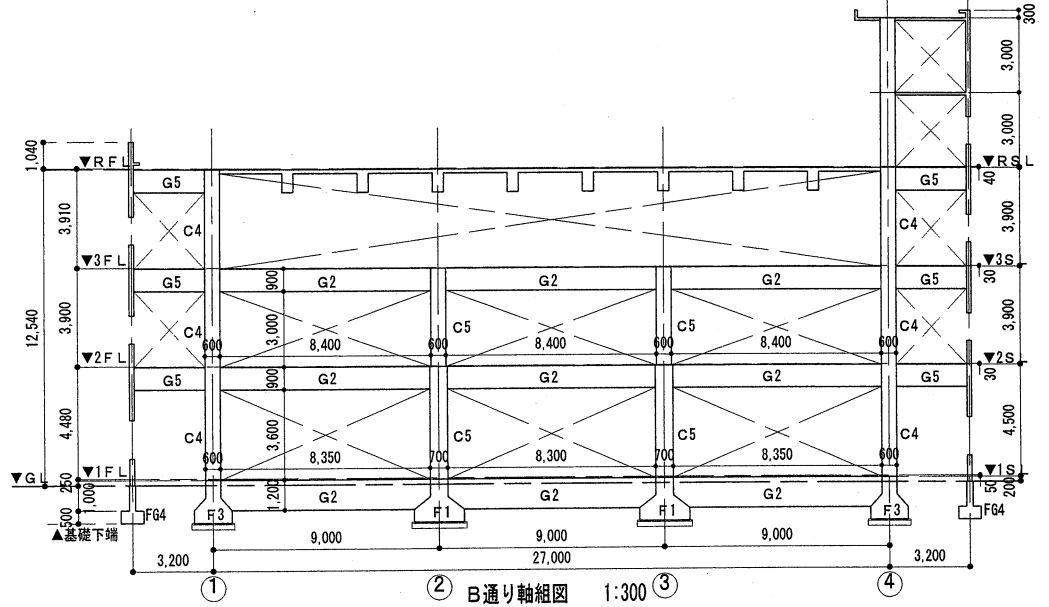
東館 東立面图 1 : 300



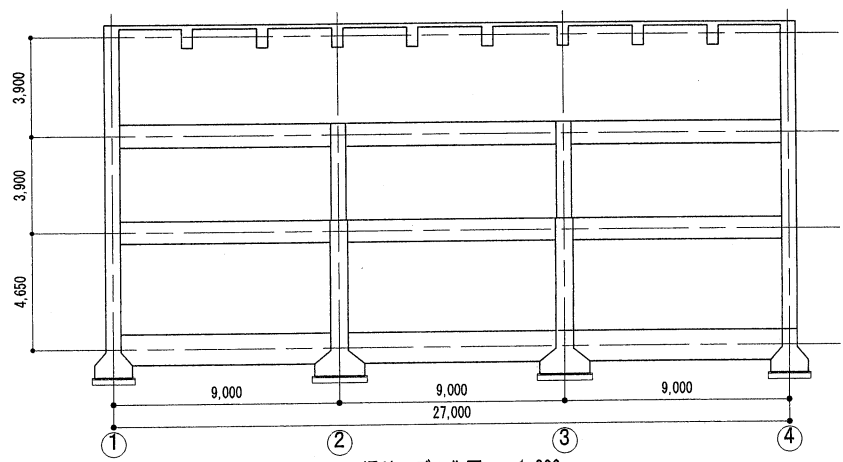
A通り軸組図 1:300



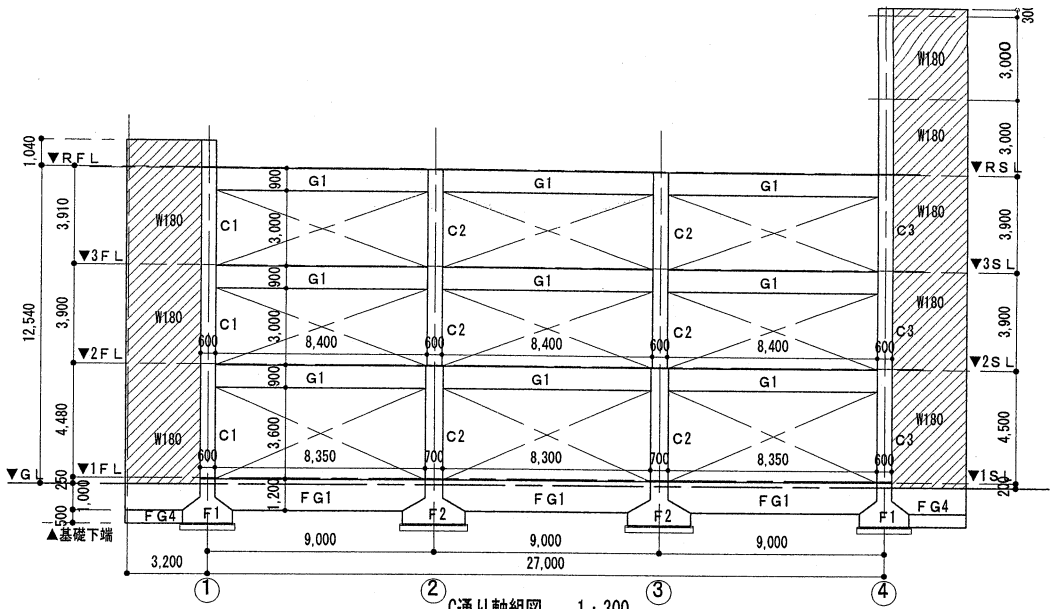
A通りモデル化図 1:300



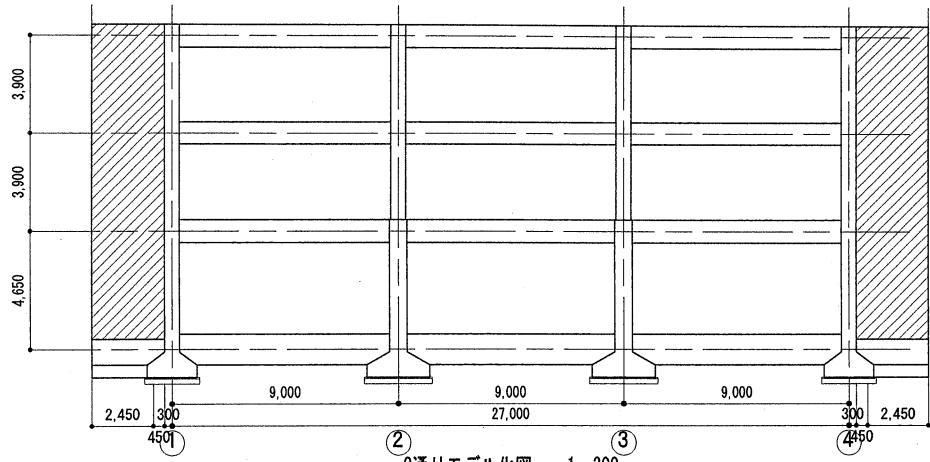
B通り軸組図 1:300



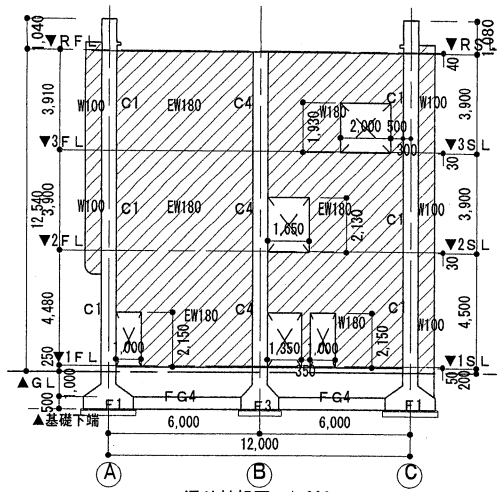
B通りモデル化図 1:300



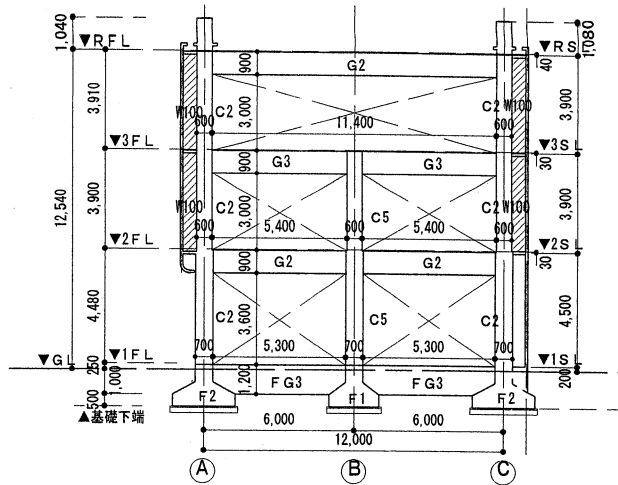
C通り軸組図 1:300



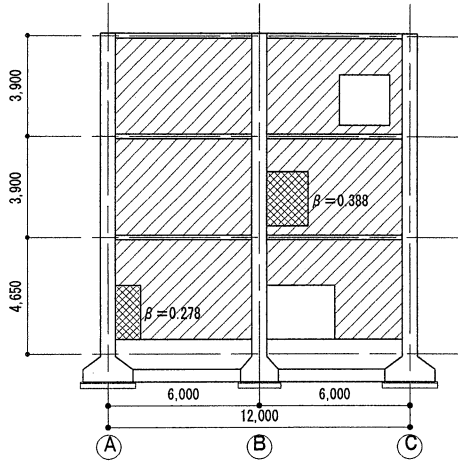
C通りモデル化図 1:300



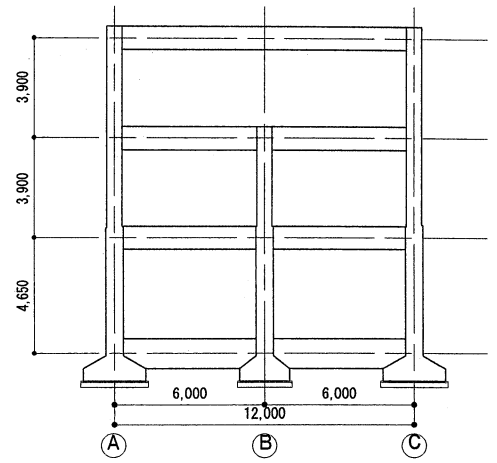
1通り軸組図 1:300



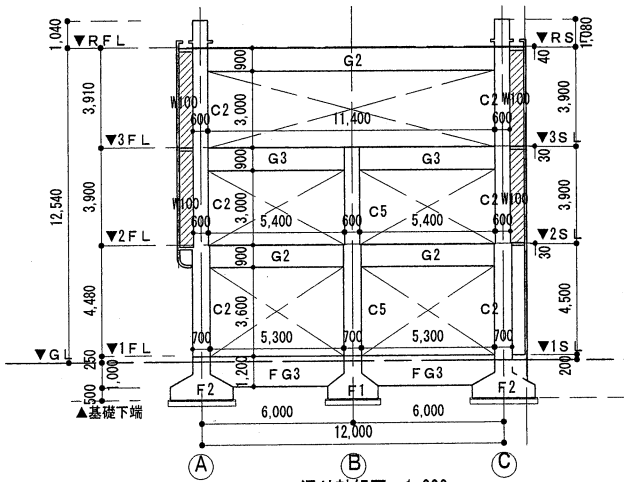
2通り軸組図 1:300



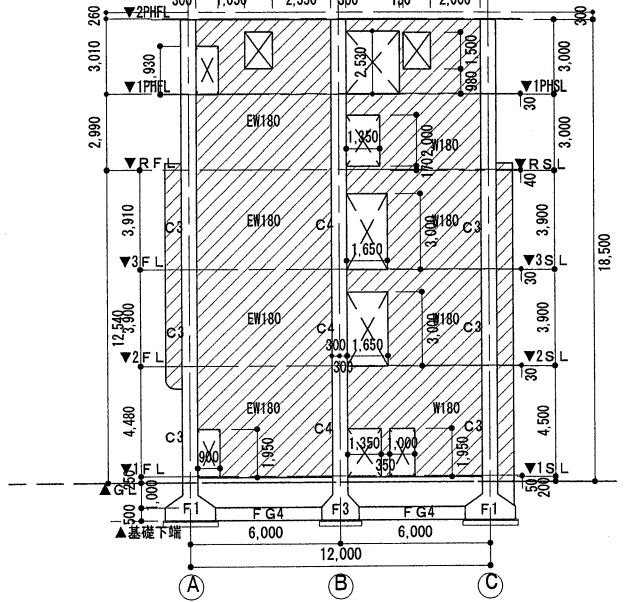
1通りモデル化図 1:300



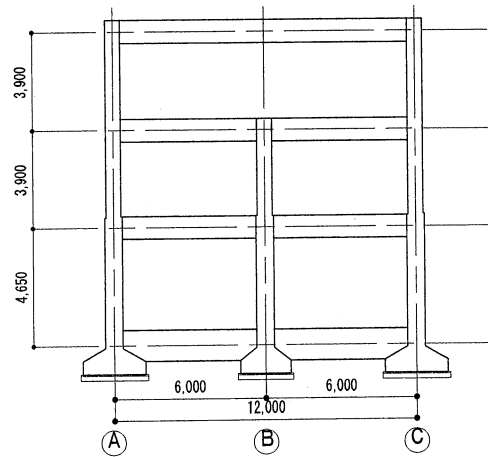
2通りモデル化図 1:300



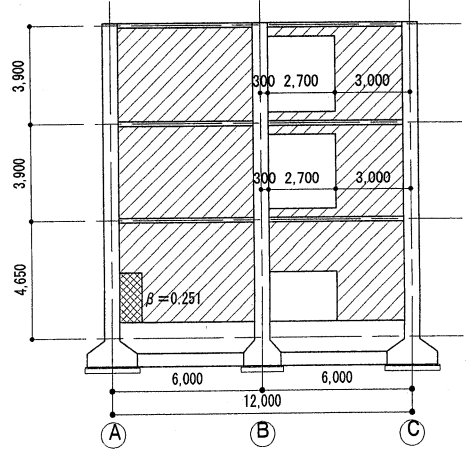
3通り軸組図 1:300



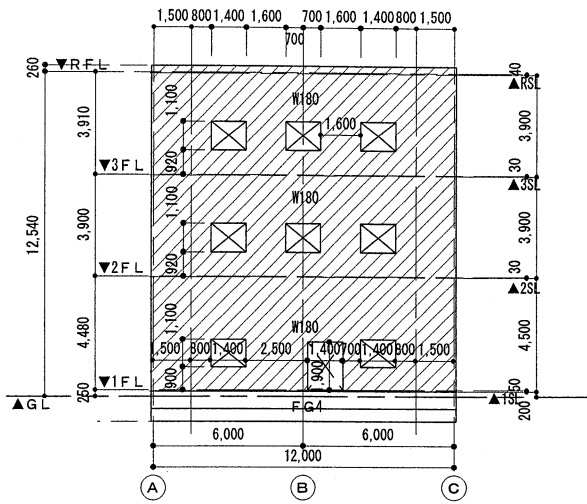
4通り軸組図 1:300



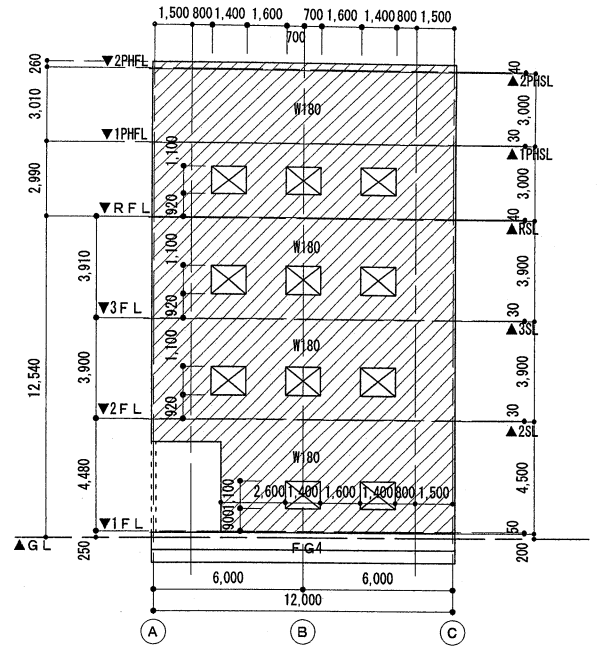
3通りモデル化図 1:300



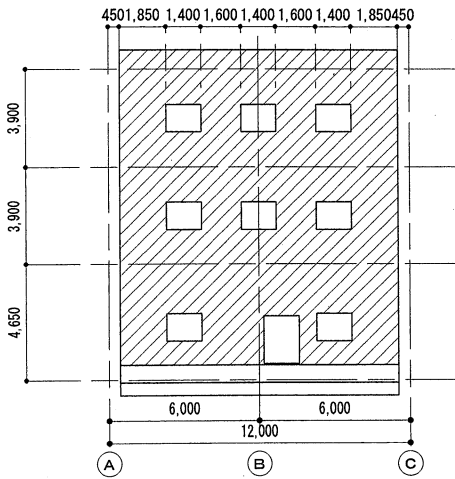
4通りモデル化図 1:300



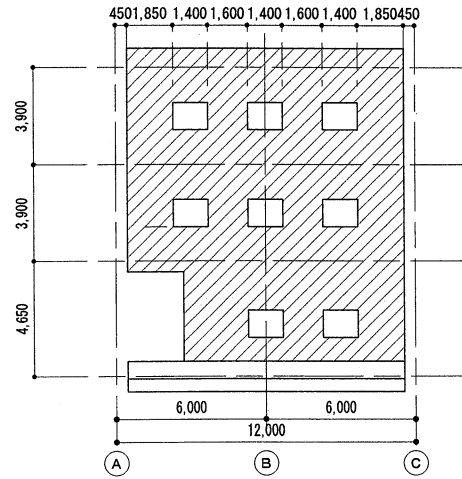
1通り-3200軸組図 1:300



4通り+3200軸組図 1:300



1通り-3200軸組図 1:200



4通り+3200軸組図 1:300

## 3. 現地調査

## 3-1 コンクリートコアによる強度測定結果

コンクリート強度はコンクリートコアによる強度について行われ、コンクリートコアによる測定は各階ともに3箇所ずつ行われた。コンクリートコアによる強度の測定結果は、下表の通りである。

テストピースによるコンクリート圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )			
昭和45年建設			
3階	25.6	N/mm <sup>2</sup>	x = 27.6
	28.2	N/mm <sup>2</sup>	σ = 1.7
	28.9	N/mm <sup>2</sup>	σB = 26.7
2階	28.4	N/mm <sup>2</sup>	x = 27.3
	23.4	N/mm <sup>2</sup>	σ = 3.4
	30.0	N/mm <sup>2</sup>	σB = 25.6
1階	31.9	N/mm <sup>2</sup>	x = 30.7
	27.9	N/mm <sup>2</sup>	σ = 2.5
	32.4	N/mm <sup>2</sup>	σB = 29.5
平均	個別		平均値
	x =	28.5	x = 28.5
	σ =	2.8	σ = 2.5
	n =	9	n = 3

$$\begin{aligned} \text{平均 } X &= 28.5 \text{ N/mm}^2 \\ \text{標準偏差 } \sigma_{n-1} &= 2.8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

コンクリートコアによるコンクリート強度は、  
 $X - \sigma_{n-1}/2 = 27.12 \text{ N/mm}^2$  となった。

設計基準強度は、不明なため、施工年より  $F_c = 18 \text{ N/mm}^2$  とする。  
 各階の採用コンクリート強度は、3階  $22 \text{ N/mm}^2$   
 2階  $22 \text{ N/mm}^2$   
 1階  $22 \text{ N/mm}^2$  とする。



資料番号	年次	階	採取位置	直径(mm)	高さ(mm)		嵩比重(kN/m <sup>3</sup> )	コンクリート強度
C-5-1-1	S.45	1	壁	104	113.4	(134)	22.33	31.9
C-5-1-2	S.45	1	壁	104	115.9	(154)	22.40	27.9
C-5-1-3	S.45	1	壁	104	120.3	(140)	22.82	32.4
C-5-2-1	S.45	2	壁	104	114.6	(156)	22.35	28.4
C-5-2-2	S.45	2	壁	104	142.6	(158)	21.88	23.4
C-5-2-3	S.45	2	壁	104	117.8	(135)	22.31	30.0
C-5-3-1	S.45	3	壁	104	136.9	(170)	22.20	25.6
C-5-3-2	S.45	3	壁	104	128.9	(160)	22.26	28.2
C-5-3-3	S.45	3	壁	104	137.5	(136)	22.02	28.9
							22.29	28.5

( )はカット前の高さ

#### 診断採用強度の決定

工期別	年次	Fc	設計基準強度以下の実測値	不良率	平均値	$X-1/2\sigma_{n-1} \rightarrow X_{1/2}$	採用強度
	S.45	18		0/9	28.5	$28.5-2.8/2=27.12$	1F 22
							2F 22
							3F 22

注)  $X-1/2\sigma_{n-1} \rightarrow X_{1/2}$  欄にはX及び $\sigma_{n-1}$ の値を示してある。

## 3-2 研り調査による中性化試験結果

測定箇所	H-5-1-1		H-5-1-2		H-5-2-1		H-5-2-2		備考
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
位置	1階 柱		1階 柱		2階 柱		2階 柱		
測定高さ (mm)	FL+ 740		FL+ 545		FL+ 600		FL+ 360		
仕上げ	コンクリート 打放し		コンクリート 打放し		コンクリート 打放し		コンクリート 打放し		
かぶり厚さ (cm)	4.7	4.6	4.6	0.6	7.2	5.9	2.4	7.0	
中性化深さ (cm)	3.8	4.0	2.9	3.9	0.1	0.03	2.9	2.4	
中性化係数	0.59	0.62	0.45	0.61	0.02	0.00	0.45	0.37	
	0.62		0.61		0.02		0.45		
中性化 残余年数 (年)	21.7	13.2	62.2	-40.0	充分	充分	-12.9	充分	
	13.2		0.0		充分		0.0		
備考									

(注) 中性化係数:  $\nu = \frac{n}{\sqrt{t}}$       中性化残余年数:  $L = \left(\frac{x}{\nu}\right)^2 - t$

また、t: 経過年数(年)      n: 中性化深さ(cm)      x: かぶり厚さ(cm)  
(t=41年)

(注) 中性化係数はX, Y方向のうちの大きいものとする。

(注) 中性化残余年数はX, Y方向のうちの小さいものとする。

(注) 中性化残余年数は100年以上を充分と表記した。また、 $n > x$ の場合は、現在鉄筋にほとんど錆が認められない場合でも、これを0と表記した。

$\bar{\nu} = 0.48$        $\bar{\nu}$ : 中性化係数平均値

ランク	中性化係数 $\nu$	推定耐用年数	評価
I	0.5以上	35年以下	耐久性は悪い。
II	0.5~0.4	35~55年	耐久性はやや低い。
III	0.4~0.3	55~100年	耐久性は適正である。
IV	0.3未満	約100年	耐久性は良好である。

※ 推定耐用年数は標準的なかぶり厚さの場合を示す。

※ 残余年数は耐用年数から経過年数を差し引いて求めた値である。

測定箇所	H-5-3-1		H-5-3-2						備考
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
位置	3階 柱		3階 柱						
測定高さ (mm)	FL+ 530		FL+ 515						
仕上げ	コンクリート 打放し		コンクリート 打放し						
かぶり厚さ (cm)	5.3	5.6	1.3	4.5					
中性化深さ (cm)	3.5	3.6	3.9	2.3					
中性化係数	0.55	0.56	0.61	0.36					
	0.56		0.61						
中性化 残余年数 (年)	53.0	58.2	-36.4	充分					
	53.0		0.0						
備考									

(注) 中性化係数:  $\nu = \frac{n}{\sqrt{t}}$       中性化残余年数:  $L = \left(\frac{x}{\nu}\right)^2 - t$

また、t: 経過年数(年)      n: 中性化深さ(cm)      x: かぶり厚さ(cm)  
(t=41年)

(注) 中性化係数はX, Y方向のうちの大きいものとする。

(注) 中性化残余年数はX, Y方向のうちの小さいものとする。

(注) 中性化残余年数は100年以上を充分と表記した。また、 $n > x$ の場合は、  
現在鉄筋にほとんど錆が認められない場合でも、これを0と表記した。

$\bar{\nu} = 0.48$        $\bar{\nu}$ : 中性化係数平均値

ランク	中性化係数 $\nu$	推定耐用年数	評 価
I	0.5以上	35年以下	耐久性は悪い。
II	0.5~0.4	35~55年	耐久性はやや低い。
III	0.4~0.3	55~100年	耐久性は適正である。
IV	0.3未満	約100年	耐久性は良好である。

※ 推定耐用年数は標準的なかぶり厚さの場合を示す。

※ 残余年数は耐用年数から経過年数を差し引いて求めた値である。

## 3-3 研り調査によるかぶり厚さと配筋状況

測定箇所	H-5-1-1		H-5-1-2		H-5-2-1		H-5-2-2		備考	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
位置	1階 柱		1階 柱		2階 柱		2階 柱			
測定高さ (mm)	FL+ 740		FL+ 545		FL+ 600		FL+ 360			
仕上げ	コンクリート 打放し		コンクリート 打放し		コンクリート 打放し		コンクリート 打放し			
仕上げ厚さ (cm)										
かぶり厚さ	4.7	4.6	4.6	0.6	7.2	5.9	2.4	7.0		
主筋径	D33.7		D31.1		D31.3		D34.3			
帯筋径	15.5φ		8.3φ		8.5φ		7.9φ			
帯筋間隔	@130		@285		@260		@160			
錆の 状況	主筋	A		A		B		A		
	帯筋	A		A		A		A		
備考	90° , 135° フック		90° , 90° フック		圧接継手有 R=+43.5φ H=2FL+770 ジャンカ有		90° , 90° フック			

## 発錆ランク

鉄筋の発生状況	発錆ランク	記号
錆がほとんど認められない。	1	A
大部分に点食を認める。	2	B
大部分が赤錆に覆われている。	3	C
亀裂、打ち継などに局所的な断面欠損がある。	4	D
層状錆の膨張力により、かぶりコンクリートを持ち上げている。	5	E

※ 発錆ランク（1～5）は耐力度調査票のもので、記号（A～E）は本報告書に記したものである。

全体的に中性化が進んでいるため経年指標の低減を行う。  
配筋状況について、設計図書との食い違いは、見られなかった。

測定箇所	H-5-3-1		H-5-3-2		備考
	X	Y	X	Y	
位置	3階 柱		3階 柱		
測定高さ (mm)	FL+ 530		FL+ 515		
仕上げ	コンクリート 打放し		コンクリート 打放し		
仕上げ厚さ (cm)					
かぶり厚さ	5.3	5.6	1.3	4.5	
主筋径	D32.2		D31.5		
帯筋径	8.0φ		8.3φ		
帯筋間隔	@290		@145		
錆 の 状 況	主筋	B		B	
	帯筋	A		B	
備考	圧接継手有 R=+41.8φ H=3FL+820				

#### 発錆ランク

鉄筋の発生状況	発錆ランク	記号
錆がほとんど認められない。	1	A
大部分に点食を認める。	2	B
大部分が赤錆に覆われている。	3	C
亀裂、打ち継などに局所的な断面欠損がある。	4	D
層状錆の膨張力により、かぶりコンクリートを持ち上げている。	5	E

※ 発錆ランク（1～5）は耐力度調査票のもので、記号（A～E）は本報告書に記したものである。

全体的に中性化が進んでいるため経年指標の低減を行う。  
配筋状況について、設計図書との食い違いは、見られなかった。

## 4 耐震診断

### 4-1 耐震診断の方針

#### (a) 診断の次数

第2次診断により診断を行った。

(注) 診断は、日本建築防災協会「改訂版・既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震基準」に準拠して行う。

#### (b) 判定値

判定値は、 $I_{so}=0.75$ とする。

1次診断  $I_{so}=1.0$

#### (c) 資料

設計図書（意匠図、構造図）が利用できた。

地質調査資料、構造計算書はなし。

#### (d) 現地と設計図書との相違

現地調査の結果、設計図書との相違がなかったため診断は設計図書をもとに行った。

#### (e) コンクリート強度

建設年によるコンクリートの推定設計基準強度は $18\text{N/mm}^2$ である。現地調査の結果、採用強度は1階 $22\text{N/mm}^2$ 、2階 $22\text{N/mm}^2$ 、3階 $22\text{N/mm}^2$ を採用とした。

#### (f) 鉄筋の強度

構造図によれば使用鉄筋は主筋が $28\phi$ で、帯筋が $9\phi@150$ （柱頭、柱脚）・ $9\phi@300$ （中間）となっている。帯筋は両端部 $90^\circ$ ・ $135^\circ$ であるのでピッチを2倍とした。

#### (g) 基礎

基礎は、直接基礎（長期耐力は不明）となっている。

#### (h) 使用ソフト

診断は構造ソフト社製の計算ソフトを用いた。

BUILD一貫IV+：データ入力、準備計算 (Version 1.513)

BUILD耐震RC：耐震2次診断 (Ver. 5.01 評価番号：P評価12-改2-RC)

#### (i) 準備計算

次の手順で準備計算を行った。

設計図書をもとに手計算により

①床の仕上げ重量を、算定した。

また、計算ソフト「BUILD. 一貫IV+」により、

②柱の長期軸力

③建物重量を算出した。

## 4-2 計算仮定

## (a) 使用構造部材の種類および強度

使用構造部材（耐震診断用）

- ・コンクリート  $F_c = 1$ 階 $22 \text{ N/mm}^2$ 、2階 $22 \text{ N/mm}^2$ 、3階 $22 \text{ N/mm}^2$
- ・鉄筋

柱主筋	28φ	SR235
柱帯筋	9φ (@300)	SR235
梁主筋	13・28φ	
梁あばら筋	9φ (@200・300)	
壁筋	9φ (@200・300)	

鉄筋の降伏点強度

28φ : SR235  $\sigma_y = 294 \text{ N/mm}^2$ 9φ・16φ : SR235  $\sigma_{wy} = 294 \text{ N/mm}^2$ 

（帯筋は、調査の結果端が  $90^\circ$ ・ $135^\circ$  フックであるので、帯筋のピッチを2倍とした。）  
基礎は直接基礎である。

## (b) 階位置補正

$E_o$ 、 $CT \cdot SD$ の算定にあたっては、 $A_i$  分布によった。

階	$1/A_i$
3階	1.381
2階	1.150
1階	1.000

## (c) 柱の軸力及び建物重量

- a. 柱の長期軸力及び建物重量は、一貫計算ソフトBUILD. 一貫IV+（構造ソフト）により算定する。

## (d) 開口の入力

- a. 開口は図面、現地調査による開口をBUILD. 一貫IV+（構造ソフト）に入力した。
- b. 開口部寸法は開口内法寸法に上下左右各100mmを加えた寸法とした。
- c. 450mm×450mm以下の開口は無視することとする。

## (e) 壁付柱の耐力の算定

- a. BUILD. 耐診（構造ソフト）の解析によった。

## (f) メカニズム時の柱耐力

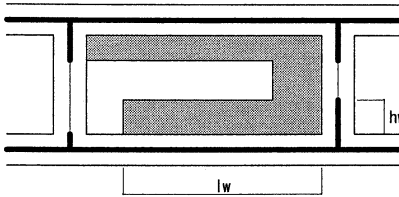
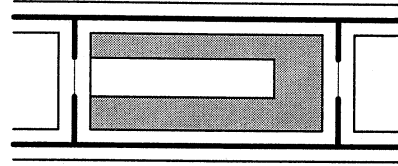
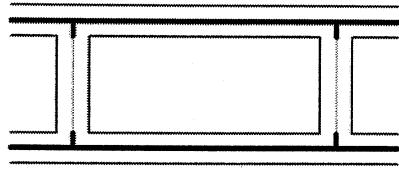
- a. メカニズム時の柱耐力は、BUILD. 耐診RC I & IIにより算出した。

## (g) 柱の帯筋の入力について

柱の帯筋が柱頭・柱中央・柱脚と同一ピッチで入力した。

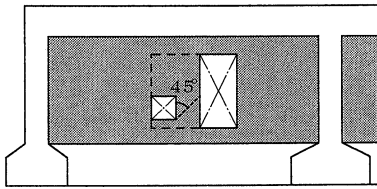
## (h) 曲げ降伏位置

a. ラーメン部材の節点での曲げ降伏位置は原則としてそれぞれの部材のフェイス位置とした。

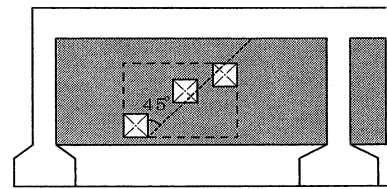


$lw/hw$ が2以上場合、腰壁の剛域を考慮する。

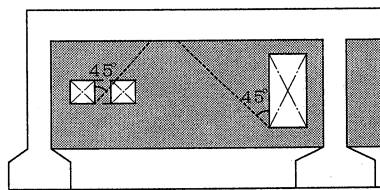
b. 壁に複数開口がある場合は、隣り合う2つの開口の左右で小さい方の開口のそれぞれの角から45°の線を引いたとき、その線が大きい方の開口と接触するのであれば、その2つの開口



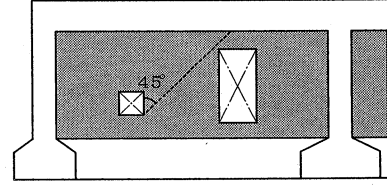
A・包絡をする。



B・包絡をする。



C・左側は包絡をするが、右側はしなくても良い。



D・包絡をしなくても良い。

## (i) 下階壁抜け柱のあるフレーム

下階壁抜けも一部ある。

## (j) 袖壁の扱い

柱に連続する壁の長さが30cm以下、かつ壁厚の3倍以下の壁については、無視するものとする。ただし、柱が小さくその影響を無視できないものと判断される場合は、考慮することとする。



## (k) 部材の靱性

BUILD耐診RC I & II の出力によった。

## (l) 形状指標

耐震診断基準によるが、平面剛性、断面剛性の値には、 $1/Fes$ を用いる。

## (m) 経年指標

経年指標は仕上がり、調査が不十分だったので経年を考慮して、 $T=0.93$ とした。

## (n) 壁式部分の取扱い

診断の方法について

1階～3階 は、本体の耐震診断とする。

塔屋部分は、別途1次診断とする。

## (o) 雑壁の耐力について

壁構造部の雑壁の耐力は $\tau=1.0N/mm^2$ として考慮する。

## 5.8 スラブ上の雑壁の一覧

X,Y : 基準グリッド左下点からの距離(cm)(負の場合は左下点より左側or下側)  
 N : 重心計算用の軸力(kN)  
 Mu : 壁脚部の曲げ終局強度(kN・m)      hw0 : 壁の反曲点高さ(m)  
 Qmu : 壁の曲げ終局時せん断力(kN)      Qsu : 壁のせん断終局強度(kN)  
 Qu : 壁の終局時せん断力(kN)       $\tau_u$  : 壁の終局時せん断応力度(N/mm<sup>2</sup>)(制限を受ける場合は\*を記す)  
 \* 直接入力値の場合は[]で囲まれて表示されます。  
 \* 壁筋の入力がない場合はMu,hw0,Qmu,Qsuは出力しません。

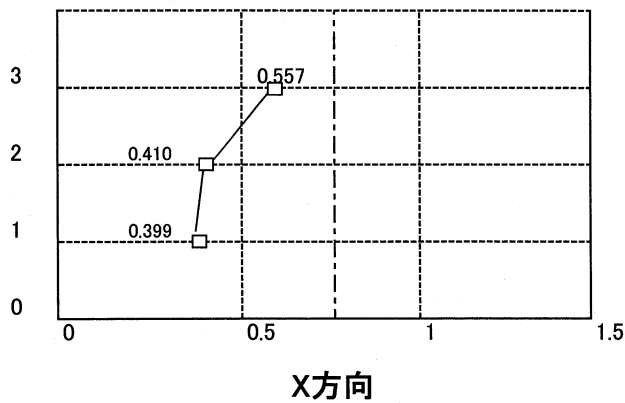
階名	方向	X	Y	符号	壁厚	壁長	N	Mu	hw0	Qmu	Qsu	Qu	$\tau_u$	F値	破壊モード
1F	X	-245.0	0.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	X	-245.0	1200.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	X	2730.0	0.0	A014	18.0	125.0	0.0					225.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	X	2730.0	1200.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	-320.0	45.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	-320.0	290.0	A016	18.0	250.0	0.0					450.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	-320.0	760.0	A017	18.0	70.0	0.0					126.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	-320.0	970.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	3020.0	270.0	A019	18.0	260.0	0.0					468.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	3020.0	670.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
1F	Y	3020.0	970.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	X	-245.0	0.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	X	-245.0	1200.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	X	2730.0	0.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	X	2730.0	1200.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	-320.0	45.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	-320.0	370.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	-320.0	670.0	A018	18.0	160.0	0.0					333.0]	1.16	[1.00]	[WS]
2F	Y	-320.0	970.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	3020.0	45.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	3020.0	370.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	3020.0	670.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
2F	Y	3020.0	970.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	X	-245.0	0.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	X	-245.0	1200.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	X	2730.0	0.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	X	2730.0	1200.0	A013	18.0	245.0	0.0					441.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	-320.0	45.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	-320.0	370.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	-320.0	670.0	A018	18.0	160.0	0.0					333.0]	1.16	[1.00]	[WS]
3F	Y	-320.0	970.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	3020.0	45.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	3020.0	370.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	3020.0	670.0	A018	18.0	160.0	0.0					288.0]	1.00	[1.00]	[WS]
3F	Y	3020.0	970.0	A015	18.0	185.0	0.0					333.0]	1.00	[1.00]	[WS]

4-3 構造耐震指標(Is値)一覧

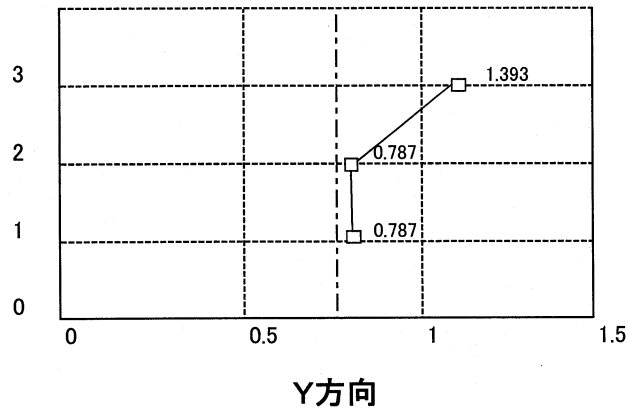
建物名		鹿沼市庁舎東館			建設年月日			昭和45年				
診断年月日		平成24年1月			解析方法			—				
診断次数		2次診断			構造耐震判定指標			Iso=Es×Z×G×U= 0.75				
方向	加力方向	階	C	F	破壊形式	EO	SD	T	Is	CTSD	qu	判定
X	L→R (左加力)	3	0.859	1.00	CS CB WB	0.599	1.000	0.930	0.557	0.599		NG
		2	0.514	1.00	CS WB	0.442	1.000	0.930	0.410	0.442		NG
		1	0.430	1.00	CS WB	0.43	1.000	0.930	0.399	0.430		NG
Y	L→R (左加力)	3	2.151	1.00	CS WS WB	1.499	1.000	0.930	1.393	1.499		OK
		2	1.235	1.00	CS WS WB	1.061	0.798	0.930	0.787	0.847		OK
		1	0.847	1.00	CS WS	0.847	1.000	0.930	0.787	0.847		OK

構造耐震指標(Is)分布図

▼第2次耐震判定指標値=0.75



▼第2次耐震判定指標値=0.75



凡例

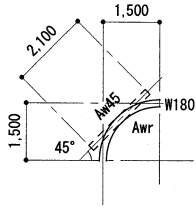
左加力	
□	□

4-4 附属部分の検討

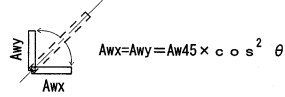
一次診断 モデル化

円弧状の壁W180は、X,Y両方向に等価断面として仮定する。

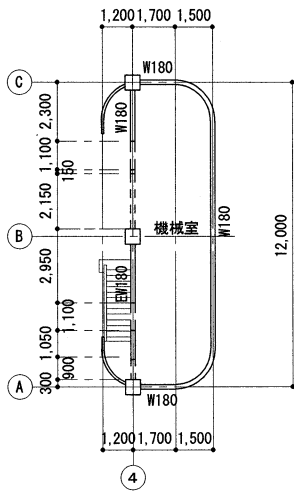
円弧面積 $A_{wr}$ は、下図の様に45°方向の壁と考え、X,Y方向に等価な壁として仮定する。



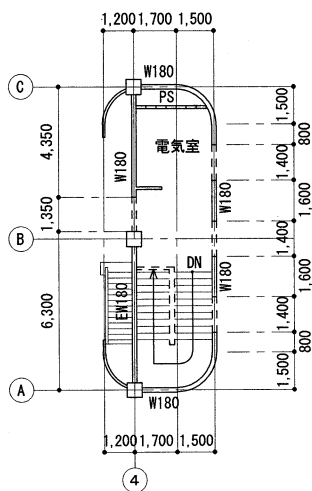
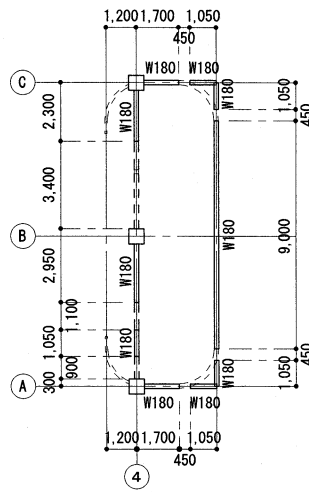
$A_{wr}$  : 円弧壁  
 $A_{w45}$  : 45° 方向壁 (点線部壁)  
 (t × L = 180 × 2100)  
 等価断面



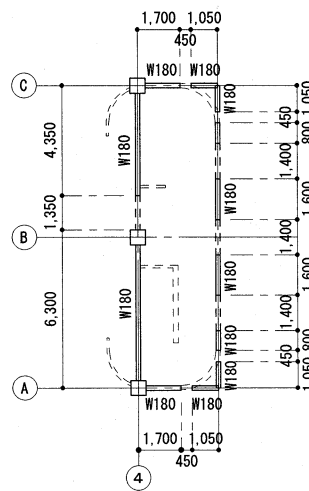
$A_{wx}$  : X方向等価壁面積  
 $A_{wy}$  : Y方向等価壁面積



東側PH2階階段室



東側PH1階階段室



## 塔屋の検討

## (a) 検討方針

- ① 診断次数  
一次診断により耐震性の検討を行う。
- ② 判定値  
判定値は、 $I_{so}=1.0$ とする。
- ③ 外力分布  
 $E_o$ の算定にあたっては本体の $A_i$ とする。PHの $A_i$ は重量比とする。  
R2F  $A_i = 3.000$   
R1F  $A_i = 3.000$
- ④ 形状指標  
形状指標は、 $S_D=1.0$ とする。
- ⑤ 建物重量  
手計算により  
WR2 = 624.20 kN  
WR1 = 1442.48 kN
- ⑥ コンクリート強度  
推定設計基準強度は $18.0\text{N/mm}^2$ とする。  
 $F_c = 22.0\text{ N/mm}^2$   
 $\beta_c = 1.0$   
 $F_c \leq 20\text{N/mm}^2$   $\beta_c = F_c/20$   
 $F_c > 20\text{N/mm}^2$   $\beta_c = \sqrt{F_c/20}$

## (b) 強度指標

## ① 壁

終局時平均せん断応力 柱なし壁 壁式  $\tau_w = 2.0\text{ N/mm}^2$

## 壁の強度指標

$$C_w = [\sum (\tau_w \cdot A_w) / \sum W] \cdot \beta_c$$

階	方向	t (cm)	lw (cm)	箇所数n (箇所)	t・lw・n (cm <sup>2</sup> )	A <sub>w</sub> (cm <sup>2</sup> )	$\tau_w \cdot A_w$ (kN)	C <sub>w</sub>
R2	X	18	275	2	9900	9900	1980	3.172
	Y	18	1770	1	31860	31860	6372	10.208
R1	X	18	275	2	9900	9900	1980	1.373
	Y	18	1755	1	31590	31590	6318	4.380

## (c) Is一覧表

施設名		鹿沼市庁舎東館 東側階段室							
診断年月日		平成23年11月		構造耐震判定指標 $I_{so} = E_s \cdot Z \cdot G \cdot U = 1.0$					
方向	階	1/A <sub>i</sub>	C	F	E <sub>o</sub>	SD	T	I <sub>s</sub>	判定
X	R2	0.333	3.172	1.0	1.057	1.00	0.80	0.85	NG
Y	R2	0.333	10.208	1.0	3.403	1.00	0.80	2.72	OK
X	R1	0.333	1.373	1.0	0.458	1.00	0.80	0.37	NG
Y	R1	0.333	4.380	1.0	1.460	1.00	0.80	1.17	OK

#### 4-5 診断結果の総括

##### a) 建物の特徴

- ・ 昭和45年に建設された建物で経過年数は41年である。
- ・ 建物の東西側に階段室・便所が本体の外側に壁式造で接続している。
- ・ 1階から3階までX方向外壁は片持ち床の先端に取付いている。
- ・ 3階は中柱が抜けている。
- ・ 塔屋が2階建てである。
- ・ X方向27.0m、Y方向12.0mと、長方形の平面で整形である。

##### b) コンクリートの強度及び品質

- ・ コンクリート設計基準強度は不明のため建設年次より $18\text{N/mm}^2$ とした。
- ・ 上記の結果、1階・2階・3階において設計基準強度を上回っている。よって、診断コンクリート強度を、1階・2階・3階において $22.0\text{N/mm}^2$ を採用する。

##### c) 構造的特徴

- ・ 基礎は直接基礎（独立基礎）である。
- ・ X方向は純ラーメンとなっている。
- ・ Y方向は耐震壁付ラーメンとなっている。
- ・ 柱主筋は、 $28\phi$ が使われている。帯筋は $9\phi@150$ （柱頭、柱脚）、 $9\phi@300$ （中間）となっている。両端は $90\cdot 135^\circ$ フックとなっているので帯筋ピッチを2倍とする。

##### d) S D, T 指標

- ・ 本診断建物におけるS D指標の値は、X方向については、1・2・3階は1.000、またY方向については、1階は1.000、2階は0.798、3階は1.000とした。
- ・ 経年（T）指標は、経過年数41年を考慮し、 $T=0.93$ とした。

##### e) $I_s$ 指標

判定値  $I_{so} = 0.75$  に対して

- ・ X方向の  $I_s$  値 は、1階0.39、2階0.41、3階0.55となり、1・2・3階が判定値を下回る。
- ・ Y方向の  $I_s$  値 は、1階0.78、2階0.78、3階1.39となり、全階で判定値を上回る。

##### f) 2次診断の要否

- ・ X方向は、1・2・3階で  $I_s$  値 が  $I_{so}=0.75$  を下回り、補強が必要である。
- ・ Y方向は、全階において  $I_s$  値 が  $I_{so}=0.75$  を上回り補強は不要である。
- ・ 塔屋の耐震性レベルはPH1階のX方向とPH2階のX方向で確保されていないので補強が必要である。

## 5. 補強提案

### 5-1 補強案の検討

- ・ X方向のフレームは、柱・梁のみのラーメンである。  
柱はCB・CSとなっている。壁はWBである。  
1階・2階・3階・塔屋階においてIso値を下回るので、補強が必要である。  
補強は鉄骨ブレース増設と鉄筋コンクリート壁増設及び開口閉鎖を行う。

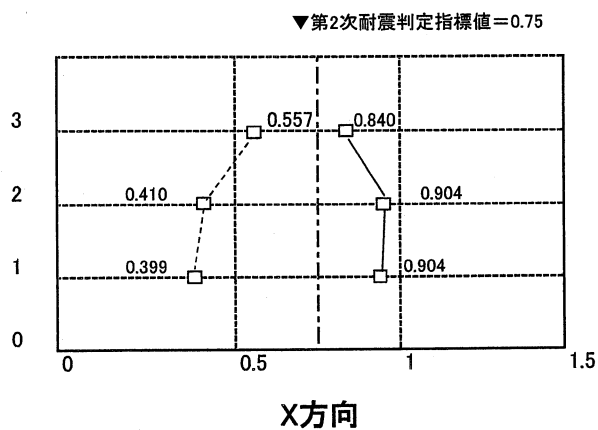
方向	加力方向	階	E <sub>o</sub>	SD	T	I <sub>s</sub>	CTSD	判定
X	-	PH1	1.563	1	0.800	1.25		OK
	L→R (左加力)	3	0.907	1.000	0.930	0.84	0.907	OK
		2	0.975	1.000	0.930	0.90	0.975	OK
		1	0.974	1.000	0.930	0.90	0.974	OK

- ・ T指標は診断時の値を用いることとして、補強後のI<sub>s</sub>値を求める。
- ・ この結果、X方向1階・2階・3階で Iso値を上回る結果になった。  
なお、塔屋2階は、撤去とする。  
コンクリート中性化が著しい部分については、中性化防止塗装により対策を行う。

## 5-2 補強後のIs 値一覧

建物名		鹿沼市庁舎東館				建設年月日			昭和45年				
診断年月日		平成24年1月				解析方法			—				
診断次数		2次診断				構造耐震判定指標			Iso=Es×Z×G×U= 0.75				
方向	加力方向	階	C	F	破壊形式	Eo	SD	T	Is	CTSD	qu	判定	補強前Is
X	L→R (左加力)	3	1.299	1.00	CS CB WB	0.904	1.000	0.930	0.840	0.904		OK	0.557
		2	1.134	1.00	CS WS	0.973	1.000	0.930	0.904	0.973		OK	0.410
		1	0.972	1.00	CS WS	0.972	1.000	0.930	0.904	0.972		OK	0.399
Y													

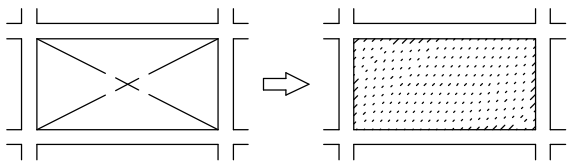
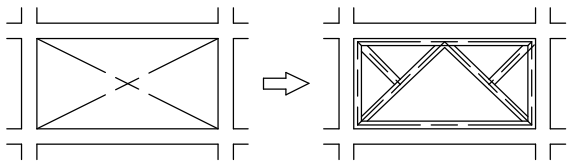
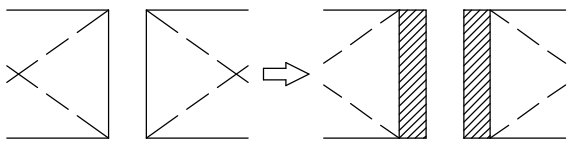
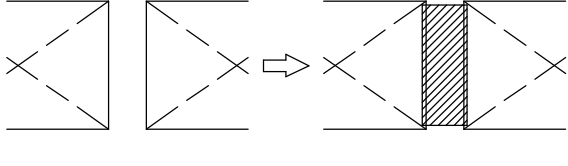
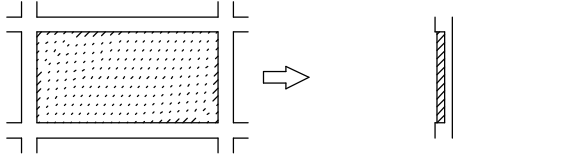
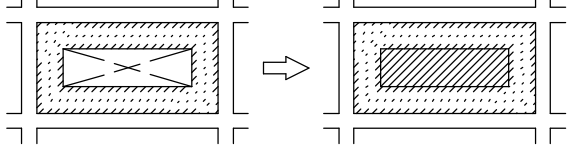
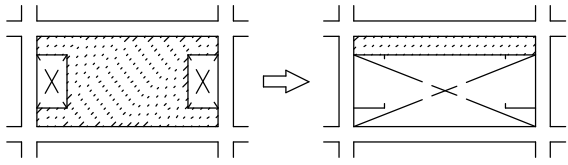
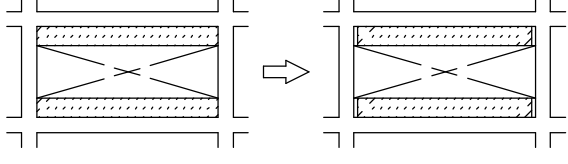
構造耐震指標(Is)分布図



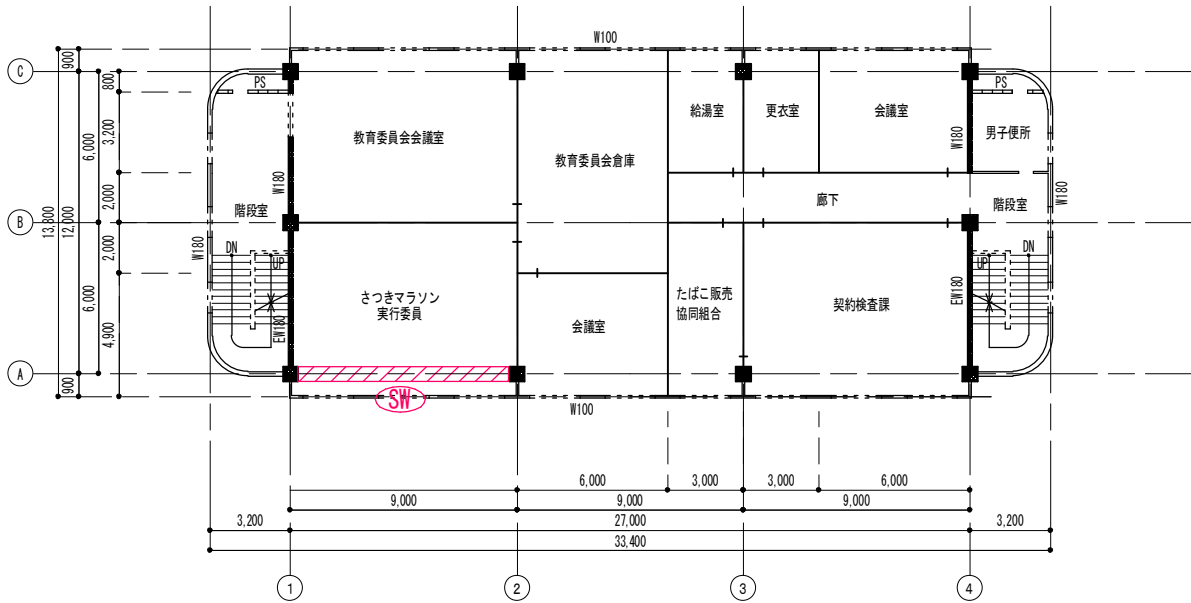
凡例

左加力	
補強後	□——□
補強前	□-----□

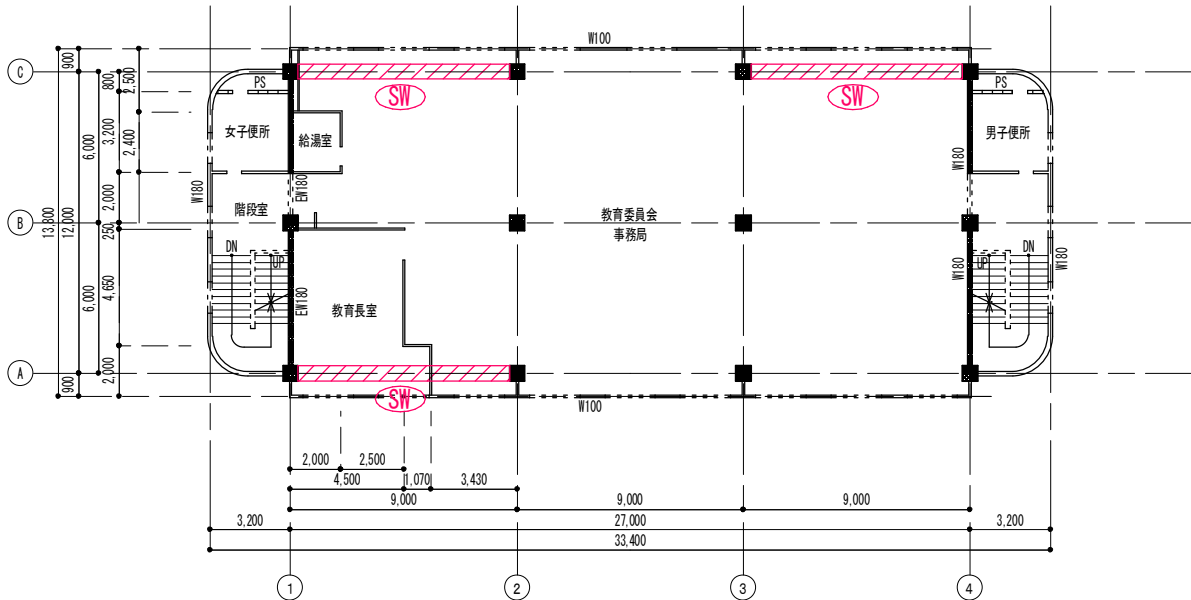
## 5-3 補強提案図

記号	補強方法	採用	箇所				補強方法図	合計箇所数
			1階	2階	3階	塔屋		
RW	鉄筋コンクリート耐震壁増設	●				1		1
SW	鉄骨ブレース増設	●	3	3	1			7
W	袖壁増設							
C	柱補強 (RC,S,その他)							
M	既存壁に増し打ち							
K	既存開口部の改修	●				1		1
T	既存壁撤去							
S	スリット長柱化							

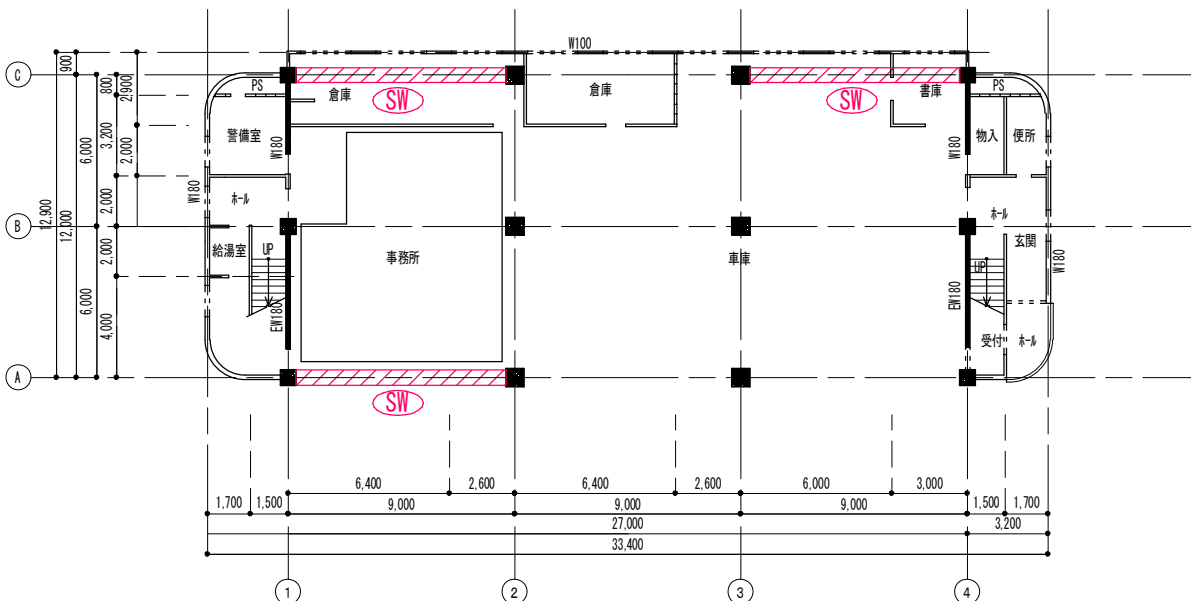




東館 3階平面図 1 : 300

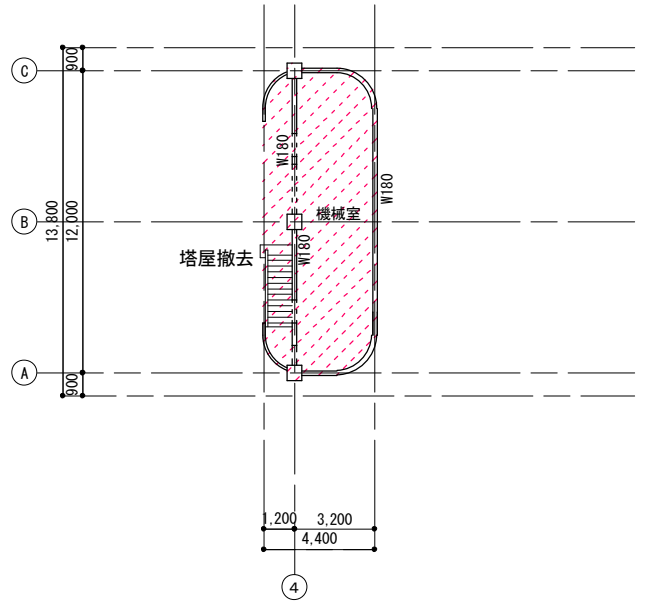


東館 2階平面図 1 : 300

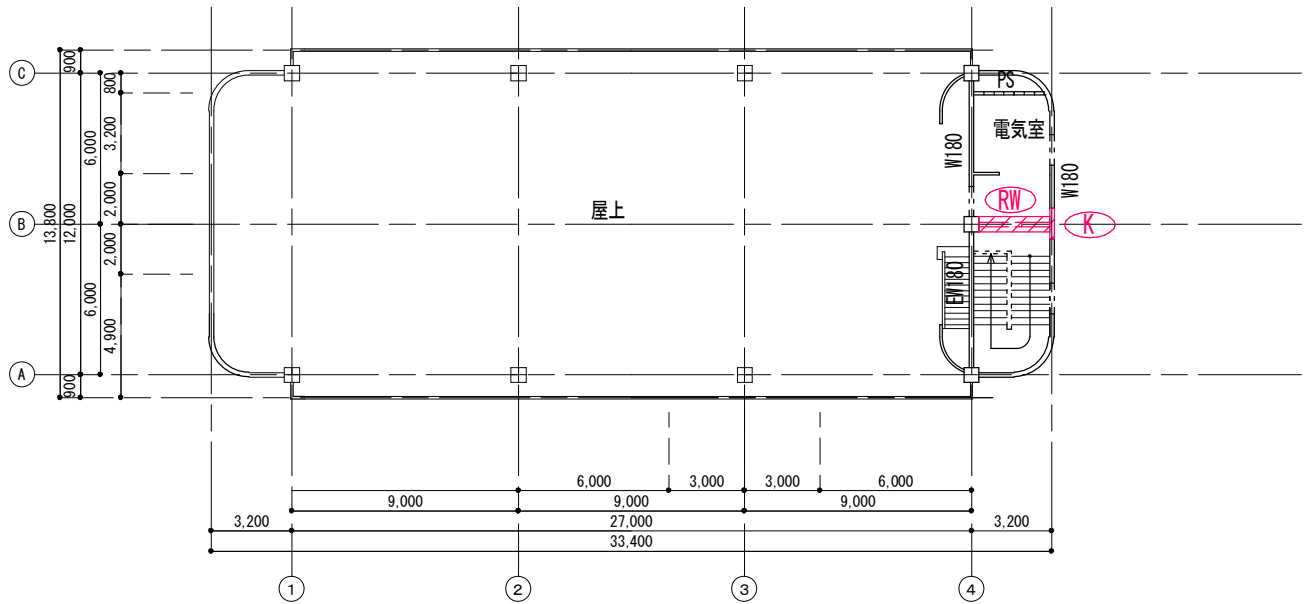


東館 1階平面図 1 : 300

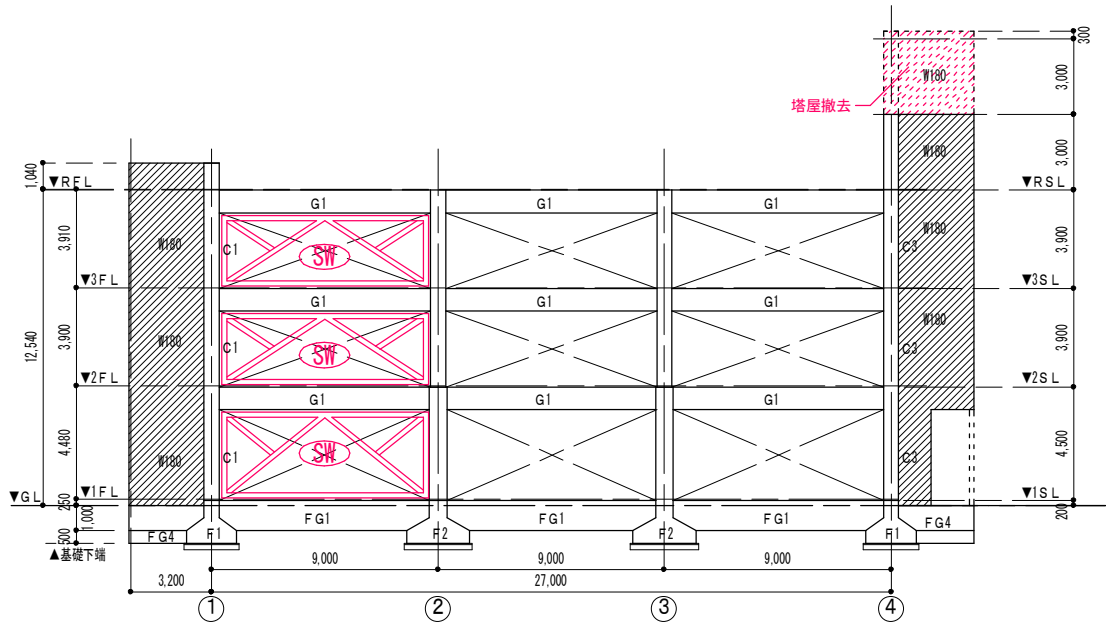
凡例	: 耐力壁	: 非耐力壁
	: 腰壁・垂れ壁	: 間仕切壁
	: CB壁	(7尺・木)



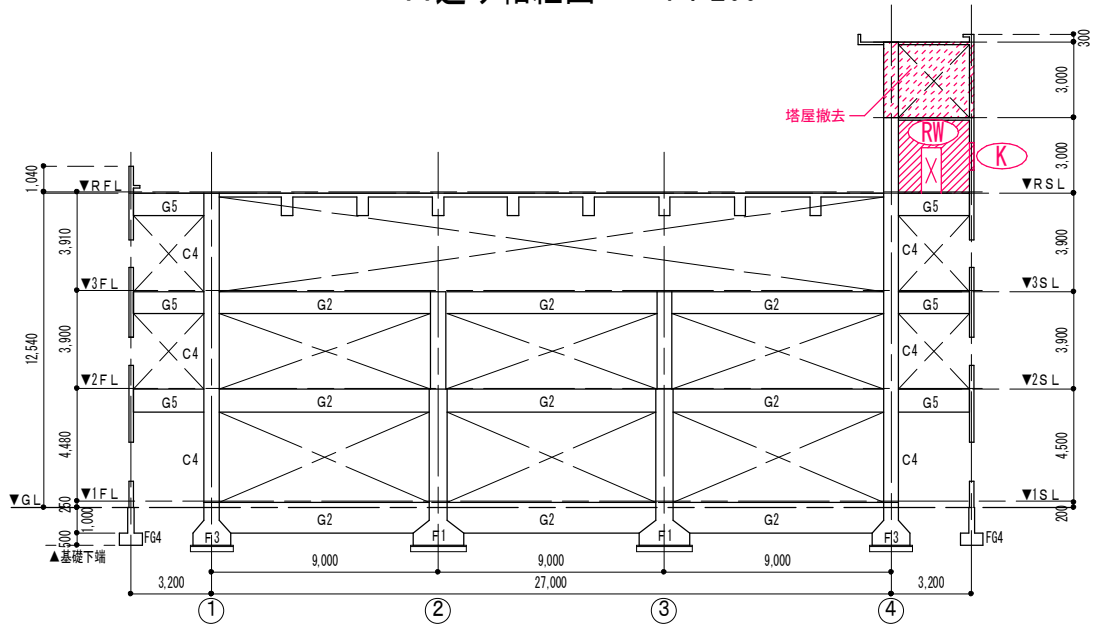
東館 R2階平面図 1:200



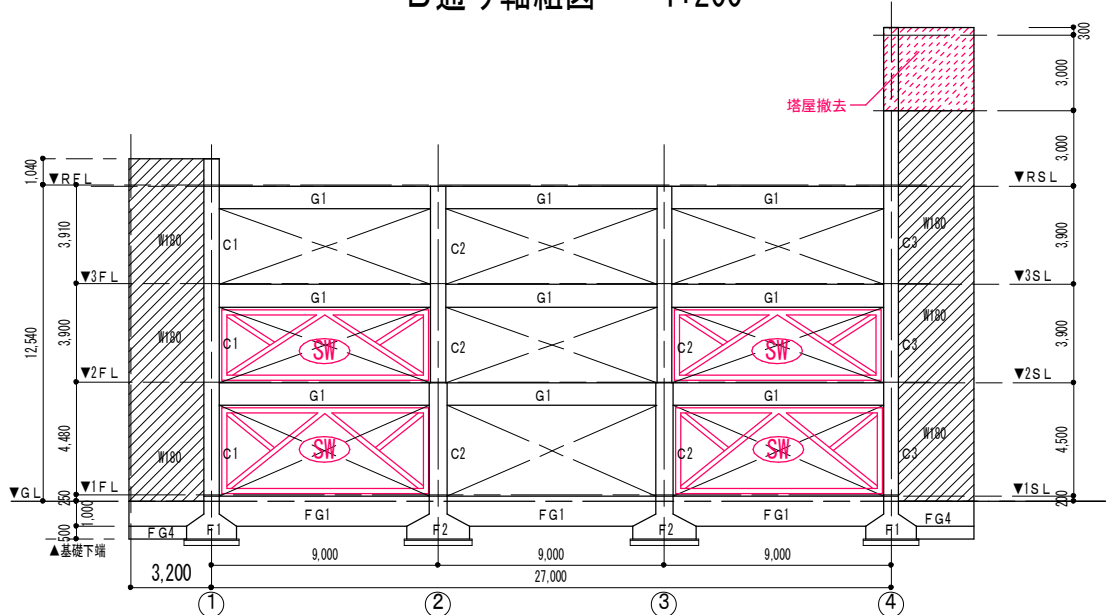
東館 R階平面図 1:200



A通り軸組図 1 : 200



B通り軸組図 1 : 200



C通り軸組図 1 : 300

## 5-4 概算工事費

改修項目	単位	金額	仕上(仕様)等	備考
耐震改修工事				
直接仮設	一式	2,030,000	墨出し、内部足場、養生等	
耐震補強	一式	35,630,000	鉄骨ブレース×7構面、鉄筋コンクリート壁×1構面、開口閉塞×1箇所、PH階撤去	
設備	一式	3,120,000	耐震改修に伴う設備工事	
計		40,780,000		
共通仮設費		1,910,000		
現場管理費		4,230,000		
一般管理費		4,830,000		
計		10,970,000		
合計(工事価格)		51,750,000		51,750,000
消費税(×0.05)		2,587,500		
合計		54,337,500		