

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：鹿沼市庁舎新館 新館棟

# 耐震診断業務報告書 (概要版)

平成24年 2月

株式会社 荒井設計

# 診断結果の概要

対象施設	施設名 鹿沼市庁舎新館 新館棟 付属棟		所在地 栃木県鹿沼市今宮町1688-1									
	建設年次 昭和55年		規模・面積 SRC造 地上5階建 延床面積 1521.00 m <sup>2</sup> RC造 地上5階建+塔屋 延床面積 1840.46 m <sup>2</sup> S造 平屋 延床面積 55.08 m <sup>2</sup>									
	資料 意匠図・構造図											
建物の特徴	建物の特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>本館は昭和55年に建設されたSRC造及びRC造5階建ての庁舎建物で、経過年数は32年である。付属棟は、RC造屋根に設けられた鉄骨造の渡り廊下となっている。</li> <li>平面形状は、5階建てとなる部分はほぼ整形で、一部平屋となる部分が突出している。隣接する本館棟にはエクステンションジョイントが設けられているが、増築棟への渡り廊下にはエクステンションジョイントは設けられていない。</li> <li>屋上の付属物として、R階に空調室外ユニット、冷却塔があり、塔屋の屋根には高架水槽が載せられている。</li> </ul>											
	構造的特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>柱配置は、X方向が2-3通り間を1.2m程度の大スパンとしている。Y方向は、ほぼ均等な配置としている。</li> <li>柱主筋はD29~D16が使われ、帯筋は各階ともD10・D13となっている。又、帯筋の末端は90°フックとなっている。</li> <li>X方向において、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、建物の半分程度がSRC造であるが、1階において耐震性が乏しい。</li> <li>Y方向も同様に、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、Y方向は純RC造となるため、1階及び2階の耐震性が低い。</li> </ul>											
コンクリート	試験方法		1階	2階	3階	4階	5階	$\bar{x}$	$\sigma_{n-1}$	n	基準強度 21N/mm <sup>2</sup>	
	コアによる強度		S55	29.1	28.3	26.1	27.6	28.1	27.9	2.3	15	1F・2F・4F:26
	中性化		$\bar{v} = 0.01$	現地調査の結果、かぶり厚さが少ない箇所があるが、発錆が主筋に及んでいないので全体の平均値から判断した結果、耐久性は良いと思われる。								
診断の方法	診断の方針 <ul style="list-style-type: none"> <li>診断は第二次診断、判定値は0.75とし、これに不足する場合に補強をする。</li> <li>設計図書が無いので断面計算を行い、現状と比較検討のうえ断面を決定する。</li> <li>本診断建物のコンクリート強度は1・2・4階で、26N/mm<sup>2</sup>、3・5階で23N/mm<sup>2</sup>とした。</li> <li>X、Y方向とも計算ソフトによる解析結果を用いた。</li> </ul>											
	使用ソフト 「株式会社 構造システム社製」 データ入力・準備計算 : BUS-5(RC/SRC/S造建築物の一貫構造計算 Ver.1.0.4.4) 耐震2次診断 : DOC-RC/SRC(RC/SRC造建築物の1次・2次耐震診断 Ver.8.0.4.4) 評価番号 : P評価11-RC											
	主な計算仮定 <ul style="list-style-type: none"> <li><math>f_c=26\text{N/mm}^2</math> (1階)、<math>f_c=26\text{N/mm}^2</math> (2階)、<math>f_c=23\text{N/mm}^2</math> (3階)、<math>f_c=26\text{N/mm}^2</math> (4階)、<math>f_c=23\text{N/mm}^2</math> (5階)</li> <li>SM490: <math>\sigma_y=358\text{N/mm}^2</math></li> <li>SD295: <math>\sigma_y=344\text{N/mm}^2</math>      SR235: <math>\sigma_y=294\text{N/mm}^2</math>      S D値及び階位置補正: <math>1/F_{es}</math>及び<math>1/A_i</math>による。</li> <li>降伏ヒンジ位置は柱、梁、壁のフェイス位置とした。      その他は計算ソフトによる。</li> </ul>											
診断結果 $I_{so}=0.75$	方向	階	1階	2階	3階	4階	5階	塔屋 $I_{so}=1.0$				
	X(右)	Is	0.74	0.98	1.12	2.03	4.73	0.88	×	○	○	×
		CT・SD	0.77	1.02	1.16	2.11	1.48	0.82				
Y(左)	Is	0.45	0.64	0.93	1.60	4.31	0.78	×	○	○	×	
	CT・SD	0.47	0.66	1.02	1.67	4.49	0.81					
<ul style="list-style-type: none"> <li>本診断建物のX方向及びY方向に於けるS<sub>s</sub>指標の値は、エクステンションジョイントによる低減となった。又、各階において偏心率による低減となった。</li> <li>構造亀裂、変形、変質、老朽化のT指標は、T=0.96とした。</li> <li>X方向の1階及びY方向の1階、2階において判定値を下回っているため、補強の必要がある。塔屋は一次診断において両方向とも判定値を下回っているため荷重の軽減等が必要である。</li> <li>付属棟の鉄骨造渡り廊下は、X方向のIs値が、1.73、<math>q=1.73</math>となり、Y方向ではIs値が、1.04、<math>q=1.04</math>で判定値を上回っている。</li> </ul>												

## 補強計画の総括

施設名	施設名 鹿沼市庁舎新館 新館棟 付属棟					建設年次 昭和55年								
使用鉄筋	柱主筋 D29～D16					帯筋・ピッチ D13・D10@100(200)								
躯体の強度 (N/mm <sup>2</sup> )	建設	コア強度			標準偏差		設計強度		採用強度			品質		
	S55	1階	29.1 N/mm <sup>2</sup>		1階		21		1階	: 26 N/mm <sup>2</sup>		良		
		2階	28.3 N/mm <sup>2</sup>		2階				2階	: 26 N/mm <sup>2</sup>				
		3階	26.1 N/mm <sup>2</sup>		3階				3階	: 23 N/mm <sup>2</sup>				
		4階	27.6 N/mm <sup>2</sup>		4階				4階	: 26 N/mm <sup>2</sup>				
		5階	28.1 N/mm <sup>2</sup>		5階				5階	: 23 N/mm <sup>2</sup>				
診断結果	方向	階	1階		2階		3階		4階		5階		塔屋 I <sub>so</sub> =1.0	
補強計画	X	I <sub>s</sub>	0.74		0.98		1.12		2.03		4.73		0.88	
		CTSD	0.77		1.02		1.15		2.11		1.48		0.82	
	Y	I <sub>s</sub>	0.45		0.64		0.93		1.60		4.31		0.82	
		CTSD	0.47		0.66		1.02		1.67		4.49		0.81	
	補強設計、隣接建物など													
	補強方法として、耐力の向上を図るため、X方向の1階及びY方向の1階、2階において枠付鉄骨ブレースの増設を行うこととした。さらに、Y方向1階の耐力壁を増し打ちするものとした。その他、極脆性柱の解消のため、耐震スリットを設置することとした。													
補強数量	方向	補強工法		1階	2階	3階	4階	5階	計					
	X	SW 枠付鉄骨ブレース増設		1	—	—	—	—	1					
		S 耐震スリット設置		1	—	—	—	—	1					
	Y	SW 枠付鉄骨ブレース増設		2	1	—	—	—	3					
		M 既存壁に増し打ち		2	—	—	—	—	2					
		S 耐震スリット設置		—	1	—	—	—	1					
全体	H 支持柱の設置		2	渡り廊下：増築棟との切り離し及び支持柱の設置										
塔屋上部：目隠し壁の撤去（荷重の軽減）														
補強後	方向	階	1階		2階		3階		4階		5階		塔屋 I <sub>so</sub> =1.0	
	X	I <sub>s</sub>	0.82		0.98		1.12		2.03		5.18		1.03	
		CTSD	0.85		1.02		1.16		2.11		5.40		1.07	
	Y	I <sub>s</sub>	0.78		0.75		1.04		1.52		4.01		1.01	
		CTSD	0.81		0.78		1.08		1.59		4.17		1.05	
	備考													
この補強においてT指標は診断時の値を用いることとし、補強後のI <sub>s</sub> 値を求めた。この結果、X方向の1階から5階のI <sub>s</sub> 値はそれぞれ 0.82、0.98、1.12、2.03、5.18 となり、判定値であるI <sub>so</sub> 値=0.75を上回る結果となった。Y方向の1階から5階のI <sub>s</sub> 値はそれぞれ 0.78、0.75、1.04、1.52、4.01 となり、判定値であるI <sub>so</sub> 値=0.75を上回る結果となった。尚、I <sub>so</sub> 値=0.75を上回っている階において極脆性柱(袖壁付)があるので改善が望ましい。														

## 目 次

診断結果の概要

補強計画の概要

### 1. 建物一般事項

- 1) 建物概要 ----- 1
- 2) 配置図・平面図・立面図 ----- 2

### 2. 現地調査

- 1) 強度測定結果 ----- 12
- 2) 中性化試験結果 ----- 14

### 3. 耐震診断

- 1) 耐震診断の方針 ----- 17
- 2) 解析仮定 ----- 18
- 3)  $I_s$  値の一覧 ----- 22
- 4) 診断結果の総括 ----- 24

### 4. 補強提案

- 1) 補強案の検討 ----- 25
- 2) 補強後の $I_s$ 値 ----- 26
- 3) 補強位置図 ----- 28
- 4) 概算工事費 ----- 33

## 1. 建物一般事項

### 1) 建物概要

#### 1) 名称等

建築物	名称	鹿沼市庁舎新館 新館棟 付属棟：渡り廊下
	所在地	栃木県鹿沼市今宮町1688-1
	用途	庁舎
設計者	名称	(株)志村建築設計事務所
	住所	東京都中央区日本橋
	設計年月日	昭和54年3月
施工者	名称	佐野屋建設(株)
	住所	栃木県鹿沼市
	竣工年月日	昭和55年3月

#### 2) 建築規模等

調査建物	鉄骨鉄筋コンクリート造 地上5階	延床面積	1521.00 m <sup>2</sup>
	鉄筋コンクリート造 地上5階 塔屋付	延床面積	1840.46 m <sup>2</sup>
	鉄骨造平屋建	延床面積	55.08 m <sup>2</sup>
		合計	3416.54 m <sup>2</sup>

#### 建物の特徴

- ・ 本館は昭和55年に建設されたSRC造及びRC造5階建ての庁舎建物で、経過年数は32年である。付属棟は、RC造屋根に設けられた鉄骨造の渡り廊下となっている。
- ・ 平面形状は、5階建てとなる部分はほぼ整形で、一部平屋となる部分が突出している。隣接する本館棟にはエキスパンションジョイントが設けられているが、増築棟への渡り廊下にはエキスパンションジョイントは設けられていない。
- ・ 屋上の付属物として、R階に空調室外ユニット、冷却塔があり、塔屋の屋根には高架水槽が載せられている。

#### 構造的特徴

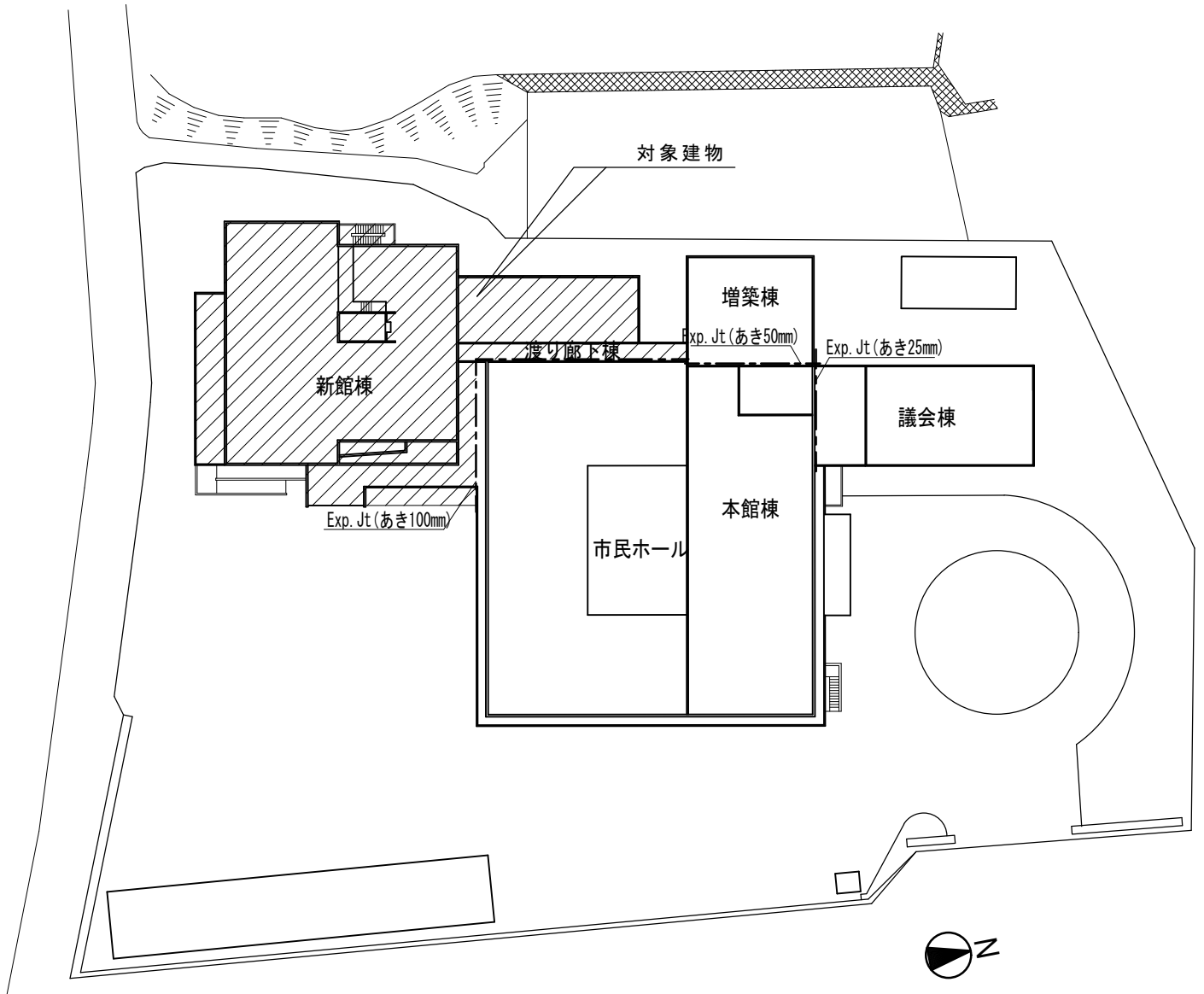
- ・ 柱配置は、X方向が2～3通り間を12m程度の大スパンとしている。Y方向は、ほぼ均等な配置としている。
- ・ 柱主筋はD29～D16が使われ、帯筋は各階ともD10・D13となっている。又、帯筋の末端は90°フックとなっている。
- ・ X方向において、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、建物の半分程度がSRC造であるが、1階において耐震性が乏しい。
- ・ Y方向も同様に、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、Y方向は純RC造となるため、1階及び2階の耐震性が低い。

階	1	2	3	4	5		計(平均)
面積(m <sup>2</sup> )	982.70	625.30	606.50	606.50	606.50		3427.50
重量(KN)	13457.1	8845.5	8564.5	8279.6	6518.5		45665.20
単位面積重量 (KN/m <sup>2</sup> )	13.70	14.15	14.12	13.65	10.74		13.32

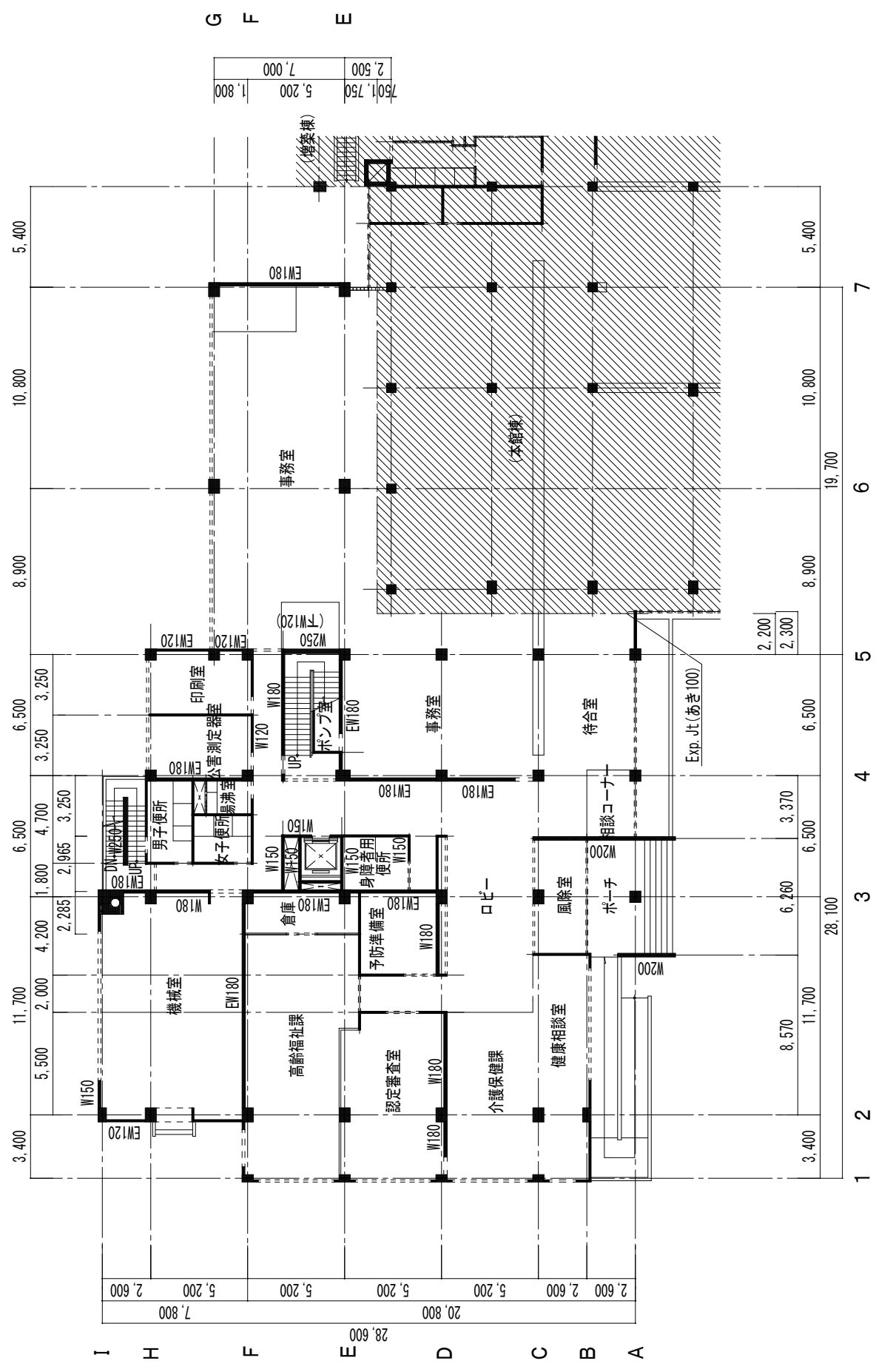
※面積は庇等を含む。 5階重量は塔屋を含む。

3) 設計図書の有無	意匠図	: 有	構造図	: 有
	構造計算書	: 無	地質調査資料	: 無

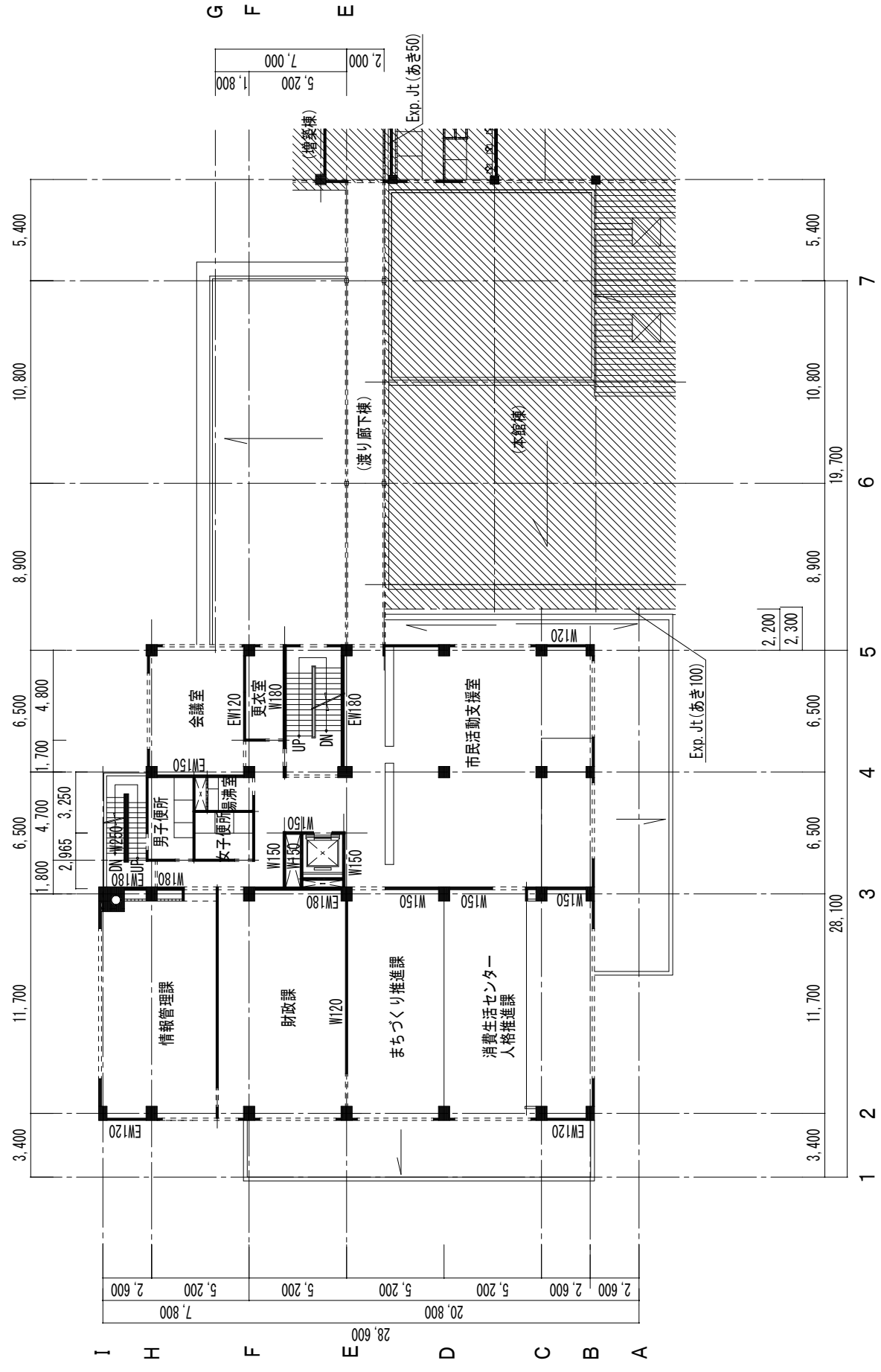
2) 配置図・平面図・立面図



配置図 S=1:700



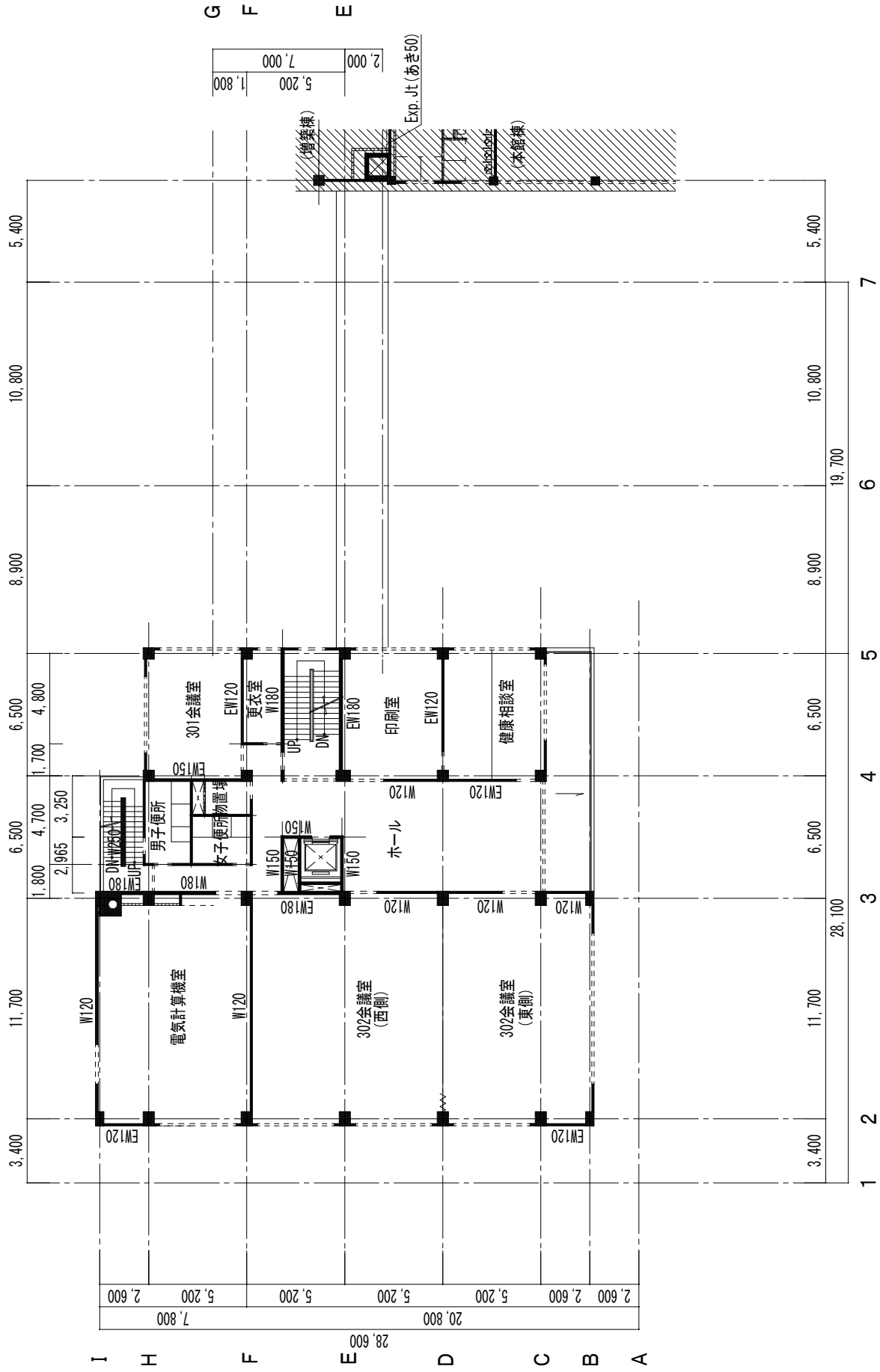
新館棟 1階平面図 1:300 特記なき壁はW120を示す。



新館棟 2階平面図 1:300

特記なき壁はW120を示す。





新館棟 3階平面図 1:300

特記なき壁はW120を示す。



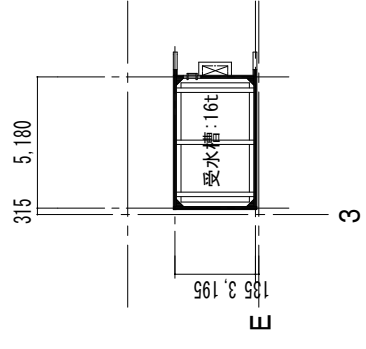
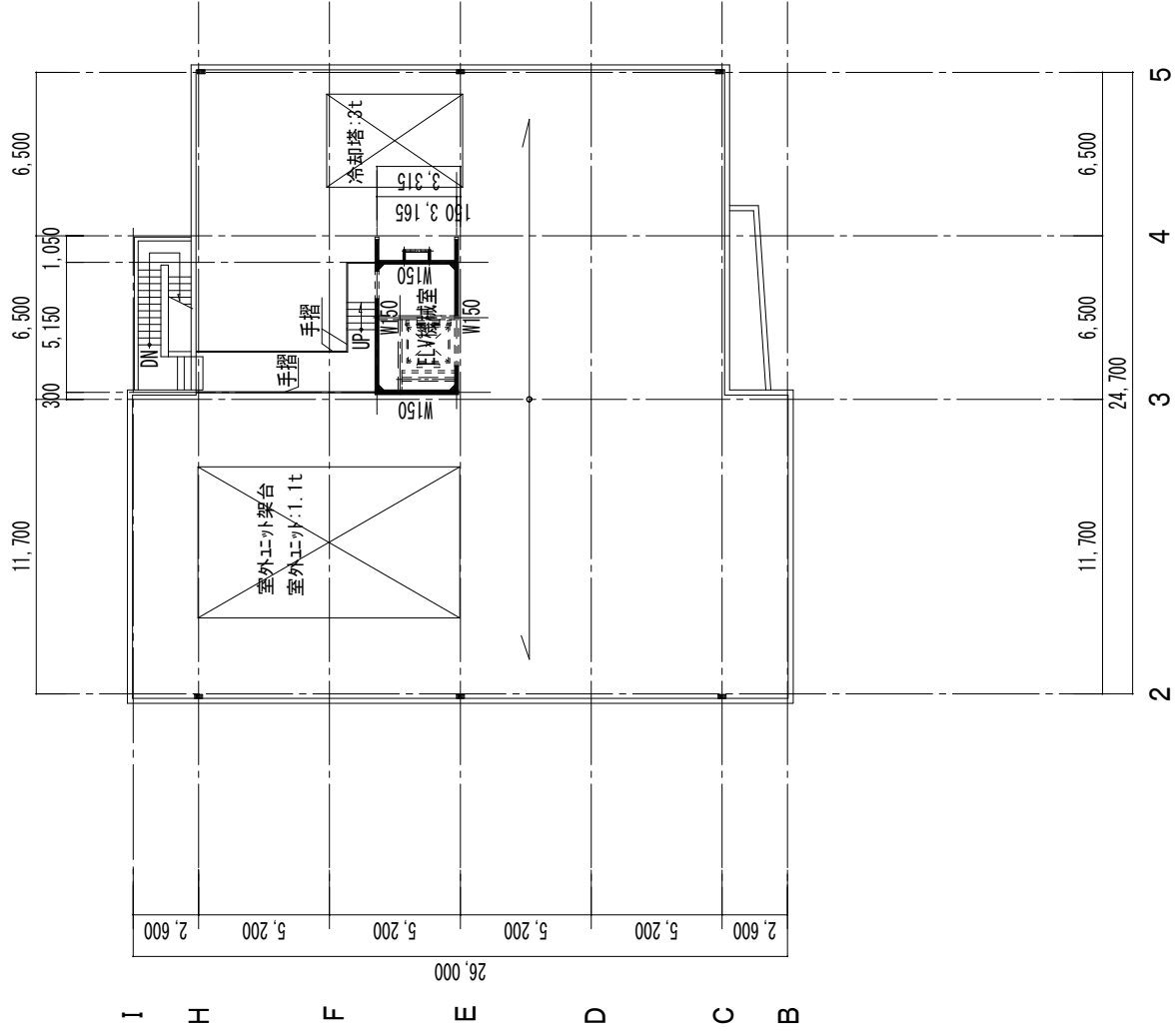
新館棟 4階平面図 1 : 300

特記なき壁はW120を示す。



新館棟 5階平面図 1 : 300

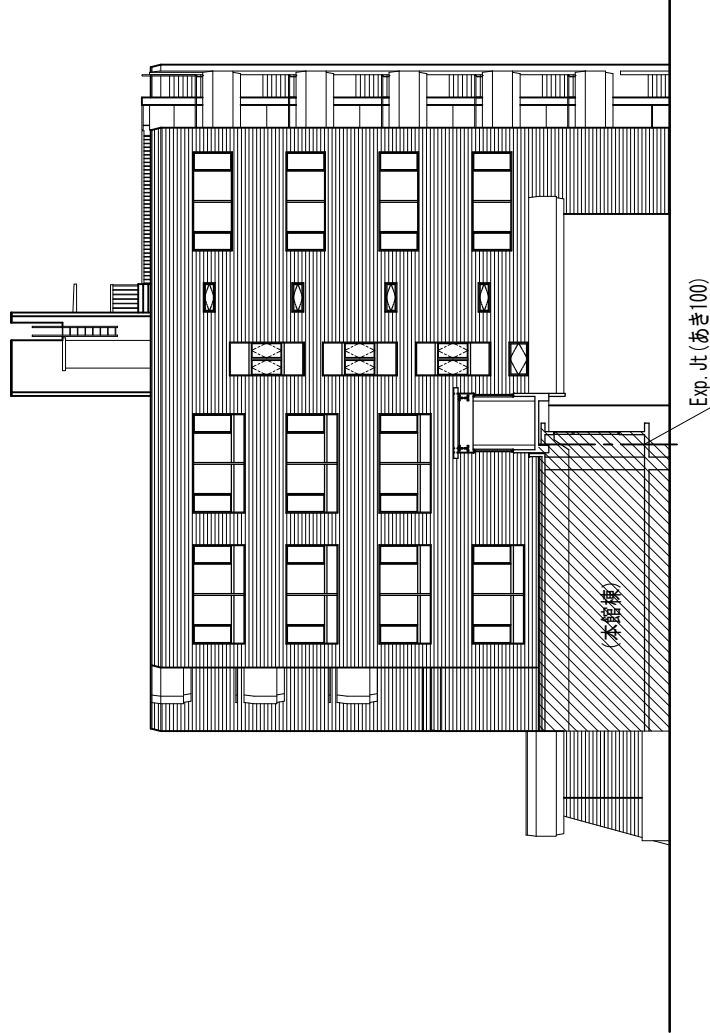
特記なき壁はW120を示す。



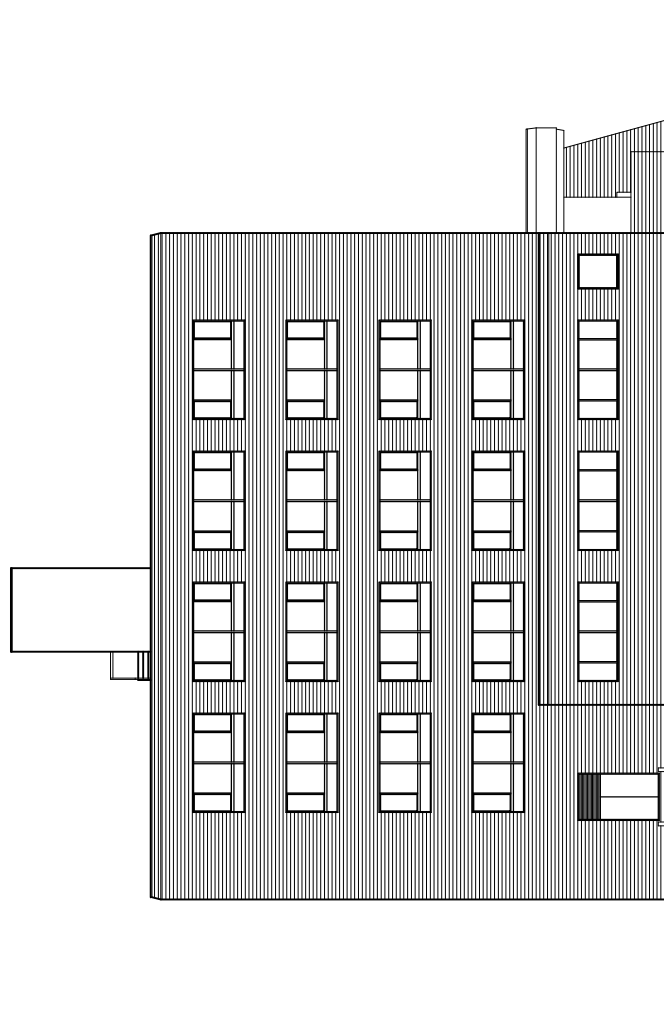
新館棟 塔屋 屋根平面図 1 : 300

新館棟 R階平面図 1 : 300

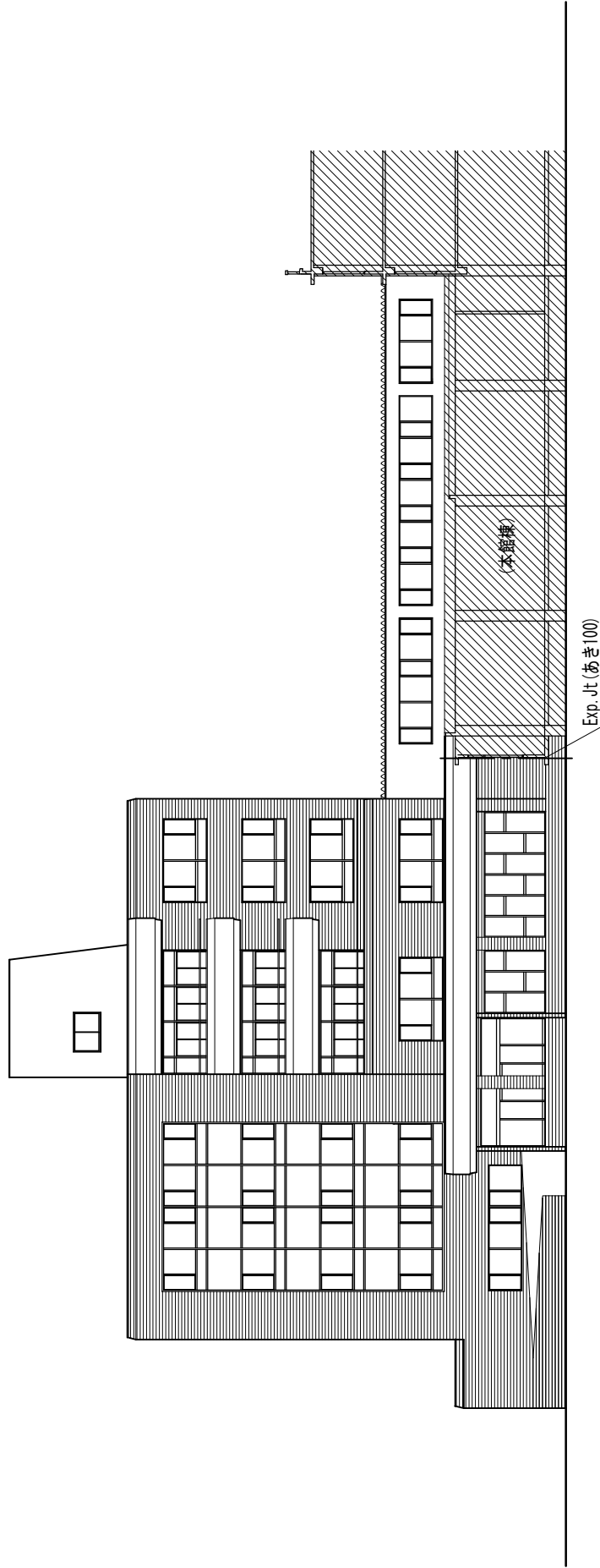
特記なき壁はW120を示す。



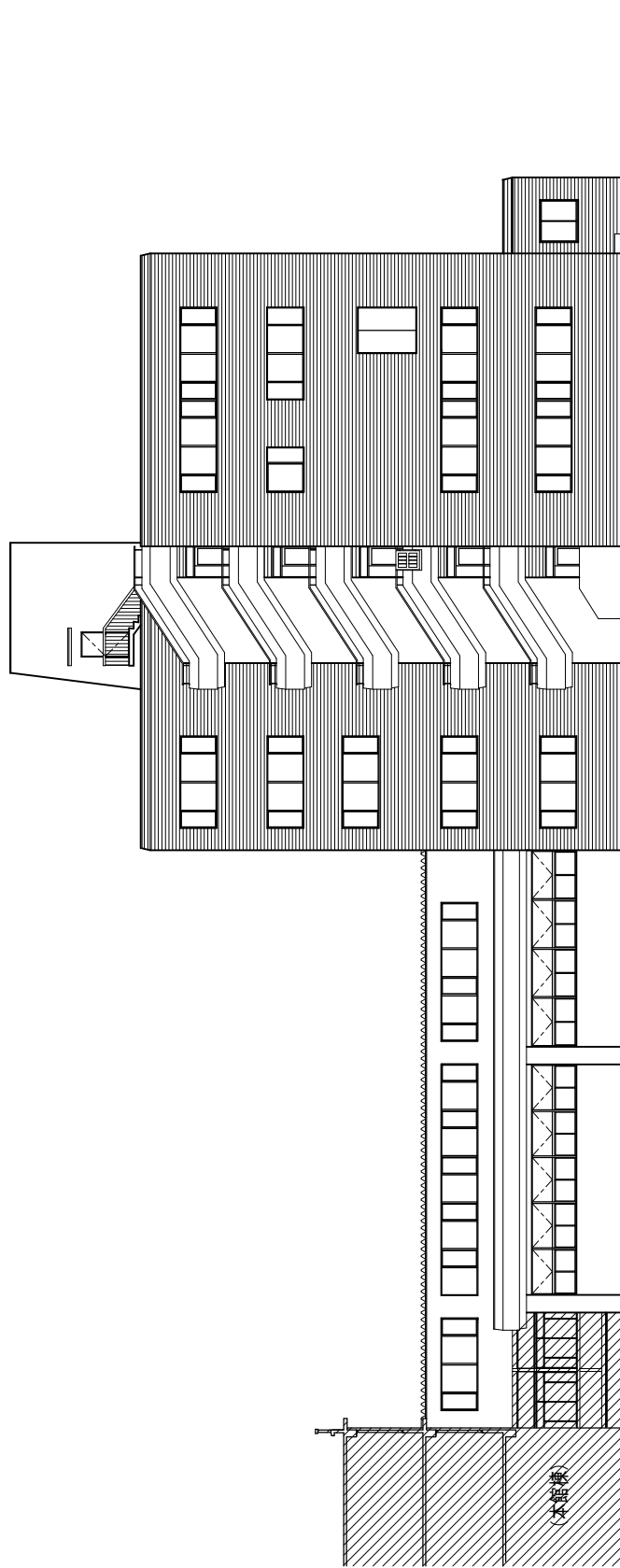
新館棟 北立面図 S = 1 : 300



新館棟 南立面図 S = 1 : 300



新館棟 東立面図 S = 1 : 300



新館棟 西立面図 S = 1 : 300

## 2. 現地調査

## 1) 中性化試験結果

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。

		昭和55年建設	
5階	31.0	N/mm <sup>2</sup>	x = 28.1
	29.8	N/mm <sup>2</sup>	σ = 4.0
	23.6	N/mm <sup>2</sup>	σB = 26.1
4階	26.2	N/mm <sup>2</sup>	x = 27.6
	26.8	N/mm <sup>2</sup>	σ = 1.9
	29.7	N/mm <sup>2</sup>	σB = 26.6
3階	26.3	N/mm <sup>2</sup>	x = 26.1
	23.7	N/mm <sup>2</sup>	σ = 2.4
	28.4	N/mm <sup>2</sup>	σB = 24.9
2階	27.6	N/mm <sup>2</sup>	x = 28.3
	30.9	N/mm <sup>2</sup>	σ = 2.3
	26.4	N/mm <sup>2</sup>	σB = 27.2
1階	30.1	N/mm <sup>2</sup>	x = 29.1
	28.2	N/mm <sup>2</sup>	σ = 1.0
	29.1	N/mm <sup>2</sup>	σB = 28.6
平均	個別		平均値
	x =	27.9	x = 27.9
	σ =	2.3	σ = 2.3
	n =	15	n = 5

$$\begin{aligned} \text{平均 } X &= 27.9 \text{ N/mm}^2 \\ \text{標準偏差 } \sigma_{n-1} &= 2.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

コンクリートコアによるコンクリート強度は、  
 $X - \sigma_{n-1}/2 = 26.70 \text{ N/mm}^2$  となった。

設計基準強度は、設計図書より、 $F_c = 21 \text{ N/mm}^2$ とする。

各階の採用コンクリート強度は、

5階	23 N/mm <sup>2</sup>	
4階	26 N/mm <sup>2</sup>	
3階	23 N/mm <sup>2</sup>	
2階	26 N/mm <sup>2</sup>	
1階	26 N/mm <sup>2</sup>	とする。



資料番号	年次	階	採取位置	直径(mm)	高さ(mm)		重さ(g)	嵩比重(kN/m <sup>3</sup> )	コンクリート強度
C-4-1-1	S.55	1	壁	103.7	114.0	(120)	2144	21.82	30.1
C-4-1-2	S.55	1	壁	103.7	126.1	(127)	2319	21.33	28.2
C-4-1-3	S.55	1	壁	103.7	115.5	(115)	2156	21.66	29.1
C-4-2-1	S.55	2	壁	103.7	110.9	(109)	2076	21.72	27.6
C-4-2-2	S.55	2	壁	103.7	117.8	(115)	2224	21.90	30.9
C-4-2-3	S.55	2	壁	103.7	132.9	(138)	2498	21.81	26.4
C-4-3-1	S.55	3	壁	103.7	113.0	(125)	2147	22.05	26.3
C-4-3-2	S.55	3	壁	103.7	118.1	(121)	2204	21.66	23.7
C-4-3-3	S.55	3	壁	103.3	127.9	(133)	2431	22.05	28.4
C-4-4-1	S.55	4	壁	103.7	112.0	(110)	2171	22.49	26.2
C-4-4-2	S.55	4	壁	103.7	118.5	(119)	2231	21.84	26.8
C-4-4-3	S.55	4	壁	103.7	119.9	(122)	2271	21.98	29.7
C-4-5-1	S.55	5	壁	103.7	108.5	(119)	2049	21.91	31.0
C-4-5-2	S.55	5	壁	103.7	126.7	(130)	2358	21.60	29.8
C-4-5-3	S.55	5	壁	103.7	122.1	(125)	2274	21.61	23.6
								21.83	27.9

( )はカット前の高さ

## 診断採用強度の決定

工期別	年次	F <sub>c</sub>	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.55	21			27.9	$27.9-2.3/2=26.70$	1階 26
							2階 26
							3階 23
							4階 26
							5階 23

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。

## 2) 中性化試験結果

測定箇所	H-4-1-1		H-4-1-2		H-4-2-1		H-4-2-2		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+ 660		FL+ 660		FL+ 710		FL+ 700		
仕上げ	モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上		
かぶり厚さ (cm)	0.9	5.3	3.6	4.8	5.0	2.1	4.7	2.3	
中性化深さ (cm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
中性化係数	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.00		0.00		0.00		0.00		
中性化 残余年数 (年)	充分	充分	充分	充分	充分	充分	充分	充分	
	充分		充分		充分		充分		
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=31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。

$\bar{\nu} = 0.01$        $\bar{\nu}$ : 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-4-3-1		H-4-3-2		H-4-4-1		H-4-4-2		備考
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
位置	3階 柱		3階 柱		4階 柱		4階 柱		
測定高さ (mm)	FL+ 685		FL+ 730		FL+ 770		FL+ 740		
仕上げ	モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上		
かぶり厚さ (cm)	3.9	1.5	5.2	4.3	3.2	1.9	1.2	3.6	
中性化深さ (cm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
中性化係数	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.00		0.00		0.00		0.00		
中性化 残余年数 (年)	充分	充分	充分	充分	充分	充分	充分	充分	
	充分		充分		充分		充分		
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 = 31 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。

$\bar{\nu} = 0.01 \cdot \bar{\nu}$  : 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-4-5-1		H-4-5-2					備考
	X	Y	X	Y				
位置	5階 柱		5階 柱					
測定高さ (mm)	FL+ 730		FL+ 720					
仕上げ	モルタル下地 VP仕上		モルタル下地 VP仕上					
かぶり厚さ (cm)	4.3	4.9	3.8	4.4				
中性化深さ (cm)	0.0	0.7	0.0	0.0				
中性化係数	0.00	0.13	0.00	0.00				
	0.13		0.00					
中性化 残余年数 (年)	充分	充分	充分	充分				
	充分		充分					
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=31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。

$\bar{\nu} = 0.01$        $\bar{\nu}$ : 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. 耐震診断

#### 1) 耐震診断の方針

(1) 診断の回数

第2次診断により診断を行った。

※ 診断は、(財)日本建築防災協会『2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準』及び『2009年改訂版 既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準』に準拠して行う。

(2) 判定値

判定値は  $I_{so}=0.75$  とした。又、 $CTSD=0.375$  とした。

(3) 資料

資料としては、設計図書（意匠図、構造図）が利用できた。

構造計算書は入手できなかった。

(4) 現況

現地調査結果に基づいて、現況と図面を照合した結果、概ね図面通りであった。

(5) コンクリート強度

コンクリート設計基準強度は、設計図書により  $21 \text{ N/mm}^2$  とした。

本建物において、コンクリートコア強度測定結果によるコンクリート強度は、15本中全てで設計基準強度  $21 \text{ N/mm}^2$  を上回っている。

よって診断採用強度は、1階から5階を設計基準強度の1.25倍の  $26 \text{ N/mm}^2$  を上限に採用した。塔屋は強度測定を行っていないので  $21 \text{ N/mm}^2$  とした。

(測定強度が設計基準強度を上回っている場合は、原則として設計基準強度の1.25倍程度かつ  $30 \text{ N/mm}^2$  を超えない範囲で、診断強度として測定強度を使ってもよい。)

(6) 使用ソフト

診断は(株)構造システム社製の計算ソフトを用いた。

データ入力・準備計算 : BUS-5(RC/SRC/S造建物の一貫構造計算 Ver.1.0.4.4)

耐震2次診断 : DOC-RC/SRC(RC/SRC造建物の1次・2次耐震診断 Ver.8.0.4.4)

評価番号 : P評価11-改1-RC

(7) 準備計算

構造計算書がないため、次の手順で準備計算を行った。

① 設計図書を基に床の仕上げ重量を手計算により算定した。

② 計算ソフト『BUS-5』により仕上げ重量を加味し、柱の長期軸力を算定した。

③ 上記同様に、建物重量を算定した。

## 2) 解析仮定

## (1) 使用構造部材の種類及び強度

使用構造部材 (耐震診断用)

- ・コンクリート
 

$F_c = 23$	N/mm <sup>2</sup>	(5階)
$F_c = 26$	N/mm <sup>2</sup>	(4階)
$F_c = 23$	N/mm <sup>2</sup>	(3階)
$F_c = 26$	N/mm <sup>2</sup>	(2階)
$F_c = 26$	N/mm <sup>2</sup>	(1階)
  
- ・鉄筋
 

柱主筋・梁主筋	D25・D29	: SD345	D22以下	: SD295
あばら筋		SD295		
帯筋・壁筋		SD295		
  
- ・鋼材
 

鉄骨柱・梁	SM490
-------	-------

接合部低減係数1.0 (梁通し型)
  
- ・鉄筋及び鋼材の降伏点強度
 

SD345	$\sigma_y =$	394N/mm <sup>2</sup>
SD295	$\sigma_{wy} =$	344N/mm <sup>2</sup>
SM490	$\sigma_y =$	358N/mm <sup>2</sup>

(各階柱の帯筋の末端は 90° フックとなっている)

## (2) 階位置補正

$E_o$ 、 $C_r$ 、 $S_o$ の算定にあたっての外力分布は  $1/A_i$  によるものとした。

階	$A_i$	$1/A_i$
5F	1.910	0.523
4F	1.521	0.657
3F	1.322	0.756
2F	1.176	0.850
1F	1.000	1.000

## (3) 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 BUS-5(構造システム)により算定した。

## (4) 開口の入力

- a. 開口は図面、現地調査による開口をBUS-5(構造システム)に入力した。  
 b. 開口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 x 450mm以下の開口は無視した。

## (5) 柱の帯筋の入力について

- a. 柱の帯筋は柱頭・中央・柱脚とも同じピッチとして入力した。  
 b. 各階帯筋の末端部が 90° フックなので、帯筋の間隔は設計数値の2倍の200mmとした。

## (6) 鉛直部材の終局強度の算定

- a. 鉛直部材の終局強度は、DOC-RC/SRC(構造システム)により算出した。  
 b. 終局強度の計算は、構成する材料の性質を表すいくつかの要素に分割し、それらの全塑性状態での強度を求めた。ただし30cm以下の袖壁は無視した。又、袖壁付柱の柱中央部の鉄筋は無視し各ピッチ内に含まれる鉄筋はピッチ内に均等に分布するものとした。

(7) メカニズム時の柱耐力

a. メカニズム時の柱耐力は、仕様により下記の通り算出した。

楕円構造システム DOC-RC/SRC 概要偏の抜粋

鉛直部材の終局強度の計算は、「SCREEN」で採用している計算手法と同じく完全塑性理論に基づいています。すなわち、計算精度を上げるために断面を、その構成する材料の性質をあらわすいくつかの要素に分割し、それらの全塑性状態での強度を求めるという方法です。この要素のことをここでは、ピースと呼びます。DOC-RC/SRCでは各鉛直部材のパターン別に、鉄筋コンクリート部分については、下表に示すように3～7個のピースに分割します。ただし、10cm未満のそで壁を無視します。(本診断は30cm未満を無視)

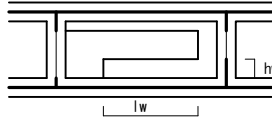
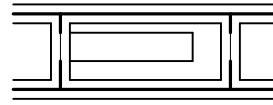
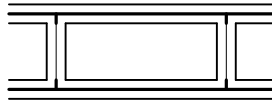
鉄筋コンクリート断面のピース分割図

断面タイプ	鉄筋コンクリート断面分割状態	セグメント数	断面ピース数	備考
1		3	7	④の鉄筋無視
2		2	5	
3		1	3	②の鉄筋無視
4		5	7	
5		4	5	
6		3	3	
7		1	3	45cm未満の雑壁を無視

Lc: 壁端部補強筋または柱主筋中心よりコンクリート縁までの距離

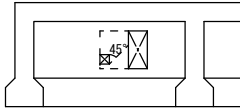
## (8) 曲げ降伏位置

- 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。

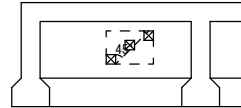


$l_w/h_w$ が2以上の場合、腰壁の剛域を考慮する。

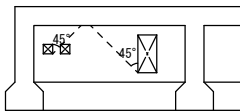
- b. 壁に複数開口がある場合は、隣り合う2つの開口の左右で小さい方の開口のそれぞれの角から $45^\circ$ の線を引いたとき、その線が大きい方の開口と接触するのであれば、その2つの開口は包絡し、1つの開口としてモデル化することとする。



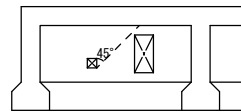
A・包絡をする。



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。

## (9) 下階壁抜け柱のあるフレーム

下階壁抜けのあるフレームは、手計算及び電算により柱軸力比を計算した。柱破壊タイプは電算結果を用いた。

## (10) 袖壁の扱い

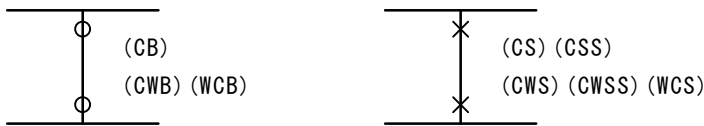
柱に連続する壁の長さが30cm以下、かつ壁厚の3倍以下の壁については、無視するものとする。ただし、柱が小さくその影響を無視できないものと判断される場合は、考慮することとする。



## (11) 破壊モードの決定

メカニズム時の柱の破壊モードは下記により決定した。

両端柱で耐力が決定している場合は、柱の破壊モードをそのまま用いた。



## 破壊モード及び靱性指標（F値）の範囲

<柱>

CB : 曲げ柱 (1.00 ≤ F ≤ 3.20)

CS : せん断柱 (1.00 ≤ F ≤ 1.27)

CSS : 極脆性柱 (F=0.80)

CWB : 曲げそで壁付柱 (1.00 ≤ F ≤ 1.10)

CWS : せん断そで壁付柱 (1.00 ≤ F ≤ 1.10)

CWSS : 極脆性そで壁付柱 (F=0.80)

<壁>

WB : 曲げ壁 (1.00 ≤ F ≤ 2.25)

WS : せん断壁 (1.00 ≤ F ≤ 1.10)

WCB : 柱付曲げ壁 (1.00 ≤ F ≤ 2.25)

WCS : 柱付せん断壁 (1.00 ≤ F ≤ 1.10)

※袖壁付柱と柱付壁の区分： $h_s$ (階高)/ $L_w$ (柱せいと壁長さの和)  $\geq 1.5$ の時、袖壁付柱とし  
それ以外を柱付壁とする。

## (12) 部材の靱性

DOC-RC/SRC(構造システム)の出力によるものとした。

## (13) 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、 $1/F_{es}$ を用いた。

## (14) 経年指標

経年指標は  $T = 0.96$  とした。

## (15) 外部階段又は突出物の取り扱い

片持ち梁の出の長さが2mを超えるので、地震時鉛直荷重1Gとして別途検討を行った。

## (16) 剛床等

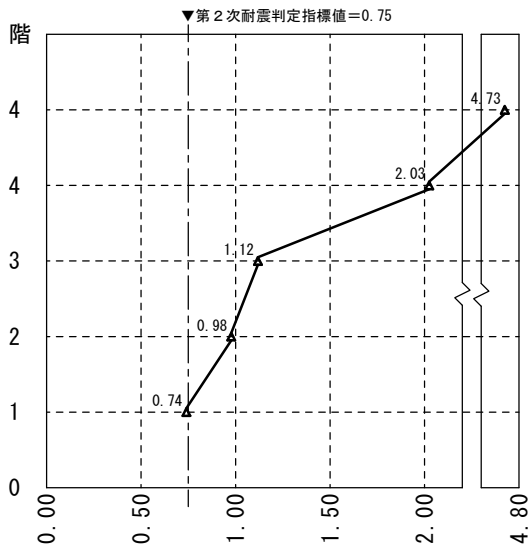
吹抜けは無いので、剛床は成り立つものとした。

## 3) I s 値の一覧

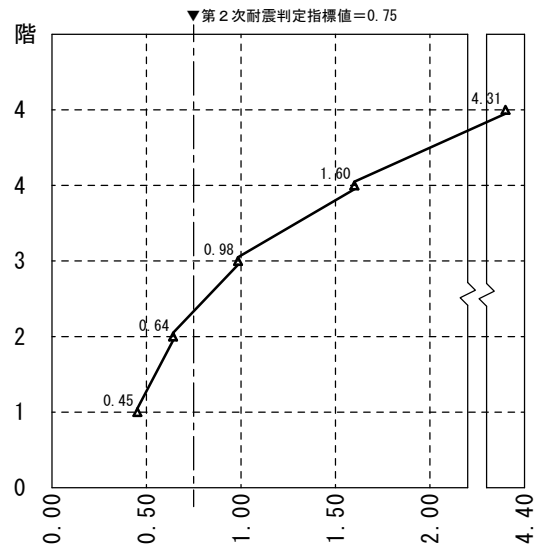
建物名称		鹿沼市庁舎新館 新館棟 付属棟				建設年月日			昭和55年3月				
診断年月日		平成24年1月				解析方法			———				
診断次数		2次診断				構造耐震判定指標			$I_{s0} = E_s \times Z \times G \times U = 0.75$				
方向	階	適用式	C	F	破壊形式	E <sub>o</sub>	S D	T	I <sub>s</sub>	CTUSD	qu	判定	
X (左)	5F	(7)	1.88	1.00	CB	5.190	0.950	0.96	4.73	1.48		OK	
			0.82	2.40	CWS								
	4F	(8)	1.48	1.00	CB	2.257	0.937	0.96	2.03	2.11		OK	
					CWS WS・WCB								
	3F	(8)	(8)	1.03	1.00	CB・CS	1.363	0.858	0.96	1.12	1.16		OK
					CWS WS・WCB								
2F	(8)	(8)	0.92	1.00	CB・CS	1.076	0.950	0.96	0.98	1.02		OK	
					CWS WS・WCB								
1F	(8)	(8)	0.81	1.00	CB・CS	0.813	0.950	0.96	0.74	0.77		NG	
					CWS WS・WCB								
Y (右)	5F	(5)	2.47	1.00	CB	4.728	0.950	0.96	4.31	4.49		OK	
					WB・WS								
	4F	(5)	(5)	1.16	1.00	CB・CS	1.759	0.950	0.96	1.60	1.67		OK
						WB・WS							
	3F	(5)	(5)	0.81	1.00	CB・CS	1.077	0.950	0.96	0.93	1.02		OK
					WB・WS								
2F	(5)	(5)	0.60	1.00	CB・CS	0.703	0.950	0.96	0.64	0.66		NG	
					WB・WS								
1F	(5)	(5)	0.75	1.00	CB・CS	0.749	0.950	0.96	0.45	0.47		NG	
					WB・WS								

構造耐震指標 (I<sub>s</sub> 値) 分布図

X 方向 (左加力)



Y 方向 (右加力)



#### 4) 診断結果の総括

##### (A) 建物の特徴

- ・ 本館は昭和55年に建設されたSRC造及びRC造5階建ての庁舎建物で、経過年数は32年である。付属棟は、RC造屋根に設けられた鉄骨造の渡り廊下となっている。
- ・ 平面形状は、5階建てとなる部分はほぼ整形で、一部平屋となる部分が突出している。隣接する本館棟にはエキスパンションジョイントが設けられているが、増築棟への渡り廊下にはエキスパンションジョイントは設けられていない。
- ・ 屋上の付属物として、R階に空調室外ユニット、冷却塔があり、塔屋の屋根には高架水槽が載せられている。

##### (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、設計図書により  $21 \text{ N/mm}^2$  とした。  
本建物において、コンクリートコア強度測定結果によるコンクリート強度は、15本中全てで設計基準強度  $21 \text{ N/mm}^2$  を上回っている。  
よって診断採用強度は、1階から5階を設計基準強度の1.25倍の  $26 \text{ N/mm}^2$  を上限に採用した。塔屋は強度測定を行っていないので  $21 \text{ N/mm}^2$  とした。
- ・ 研り調査の結果、かぶり厚さが少ない箇所があるが、中性化は進んでいない。又、鉄筋の発錆はほとんど見られなかった。

##### (C) 構造的特徴

- ・ 柱配置は、X方向が2-3通り間を12m程度の大スパンとしている。Y方向は、ほぼ均等な配置としている。
- ・ 柱主筋はD29~D16が使われ、帯筋は各階ともD10・D13となっている。又、帯筋の末端は90°フックとなっている。
- ・ X方向において、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、建物の半分程度がSRC造であるが、1階において耐震性が乏しい。
- ・ Y方向も同様に、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、Y方向は純RC造となるため、1階及び2階の耐震性が低い。

##### (D) $S_o$ 、T指標

- ・ 本診断建物のX方向及びY方向に於ける  $S_o$  指標の値は、エキスパンションジョイントによる低減となった。又、各階において偏心率による低減となった。
- ・ 構造亀裂、変形、変質、老朽化のT指標は、 $T=0.96$  とした。

##### (E) 判定値 $I_{s0}=0.75$ に対する $I_s$ 指標

- ・ X方向の  $I_s$  値は、1階、2階、3階、4階、5階でそれぞれ、0.74、0.98、1.12、2.03、4.73 となり1階において判定値を下回っている。
- ・ Y方向の  $I_s$  値は、1階、2階、3階、4階、5階でそれぞれ、0.45、0.64、0.98、1.60、4.31 となり1階及び2階において判定値を下回っている。
- ・ 付属棟の鉄骨造渡り廊下は、X方向の  $I_s$  値が、1.73、 $q=1.73$  となり、Y方向では  $I_s$  値が、1.04、 $q=1.04$  で判定値を上回っている。

##### (F) 補強の要否

- ・ X方向の1階及びY方向の1階、2階において判定値を下回っているため、補強の必要がある。塔屋は一次診断において両方向とも判定値を下回っているため荷重の軽減等が必要である。
- ・ 増築棟に渡り廊下が接続しているため、切り離し及び支持柱が必要である。

## 4 . 補強提案

### 1 ) 補強案の検討

#### 1) 補強案の概要

- ・ X方向において、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、建物の半分程度がSRC造であるが、1階において耐震性が乏しいため判定値である $I_{so}$ 値を下回っている。
- ・ Y方向も同様に、全般に曲げ柱及びせん断柱が多く、耐力壁は混在している。又、Y方向は純RC造となるため、1階及び2階の耐震性が低く、判定値である $I_{so}$ 値を下回っている。
- ・ 補強方法として、耐力の向上を図るため、X方向の1階及びY方向の1階、2階において枠付鉄骨ブレースの増設を行うこととした。さらに、Y方向1階の耐力壁を増し打ちするものとした。その他、極脆性柱の解消のため、耐震スリットを設置することとした。

#### 2) 補強後の $I_s$ 値

方向	階	$E_o$	SD	T	$I_s$	CTSD	判定
X(右)	5	5.685	0.950	0.96	5.18	5.40	OK
	4	2.258	0.937		2.03	2.11	OK
	3	1.363	0.858		1.12	1.16	OK
	2	1.079	0.950		0.98	1.02	OK
	1	0.900	0.950		0.82	0.85	OK

方向	階	$E_o$	SD	T	$I_s$	CTSD	判定
Y(左)	5	4.398	0.950	0.96	4.01	4.17	OK
	4	1.675	0.950		1.52	1.59	OK
	3	1.141	0.950		1.04	1.08	OK
	2	0.826	0.950		0.75	0.78	OK
	1	0.861	0.946		0.78	0.81	OK

- ・ この補強においてT指標は診断時の値を用いることとし、補強後の $I_s$ 値を求めた。この結果、X方向の1階から5階の $I_s$ 値はそれぞれ 0.82、0.98、1.12、2.03、5.18 となり、判定値である $I_{so}$ 値=0.75を上回る結果となった。Y方向の1階から5階の $I_s$ 値はそれぞれ 0.78、0.75、1.04、1.52、4.01 となり、判定値である $I_{so}$ 値=0.75を上回る結果となった。尚、 $I_{so}$ 値=0.75を上回っている階において極脆性柱(袖壁付)があるので改善が望ましい。

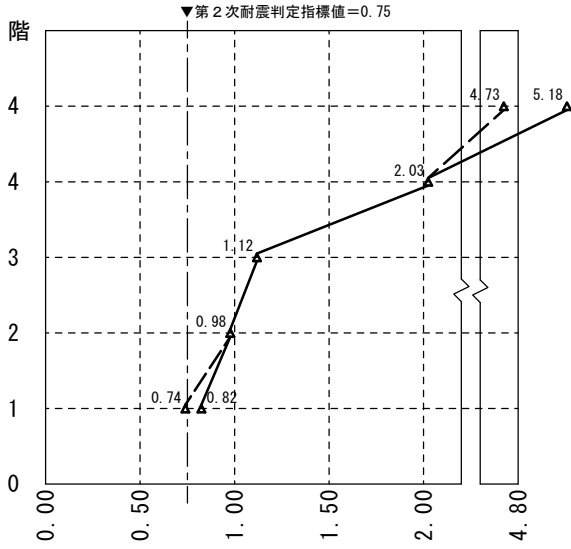
## 2) 補強後のI s 値

建物名称		鹿沼市庁舎新館 新館棟 付属棟				建設年月日			昭和55年3月			補強前のI s 値
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			$I_{s0} = E_s \cdot Z \cdot G \cdot U = 0.75$			
方向	階	適用式	C	F	破壊形式	E <sub>o</sub>	S D	T	I s	CTUSD	判定	
X (左)	5F	(8)	2.97	1.00	CB CWS	5.685	0.950	0.96	5.18	5.40	OK	4.73
	4F	(8)	1.48	1.00	CB CWS WS・WCB	2.258	0.937	0.96	2.03	2.11	OK	2.03
	3F	(8)	1.03	1.00	CB・CS CWS WS・WCB	1.363	0.858	0.96	1.12	1.16	OK	1.12
	2F	(8)	0.92	1.00	CB・CS CWS WS・WCB	1.079	0.950	0.96	0.98	1.02	OK	0.98
	1F	(8)	0.90	1.00	CB・CS CWS WS・WCB	0.900	0.950	0.96	0.82	0.85	OK	0.74
Y (左)	5F	(5)	2.30	1.00	CB WB・WS	4.398	0.950	0.96	4.01	4.17	OK	4.31
	4F	(5)	1.10	1.00	CB・CS WB・WS	1.675	0.950	0.96	1.52	1.59	OK	1.60
	3F	(5)	0.86	1.00	CB・CS WB・WS	1.141	0.950	0.96	1.04	1.08	OK	0.93
	2F	(5)	0.70	1.00	CB・CS WB・WS	0.826	0.950	0.96	0.75	0.78	OK	0.64
	1F	(5)	0.86	1.00	CB・CS WB・WS	0.861	0.946	0.96	0.78	0.81	OK	0.45

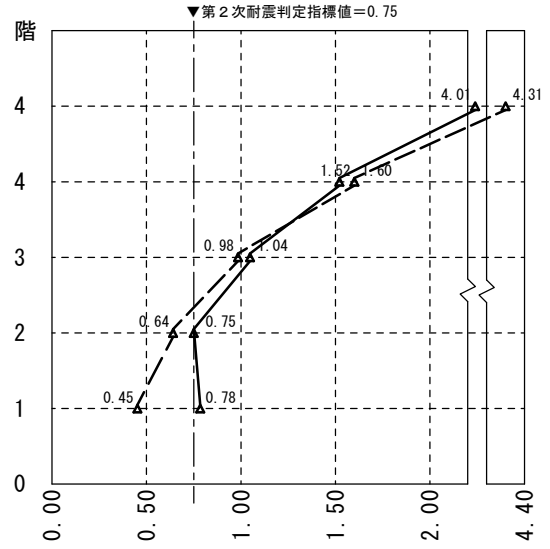
構造耐震指標 (I<sub>s</sub>値) 分布図

凡例	
補強後	▲——▲
補強前	▲- - -▲

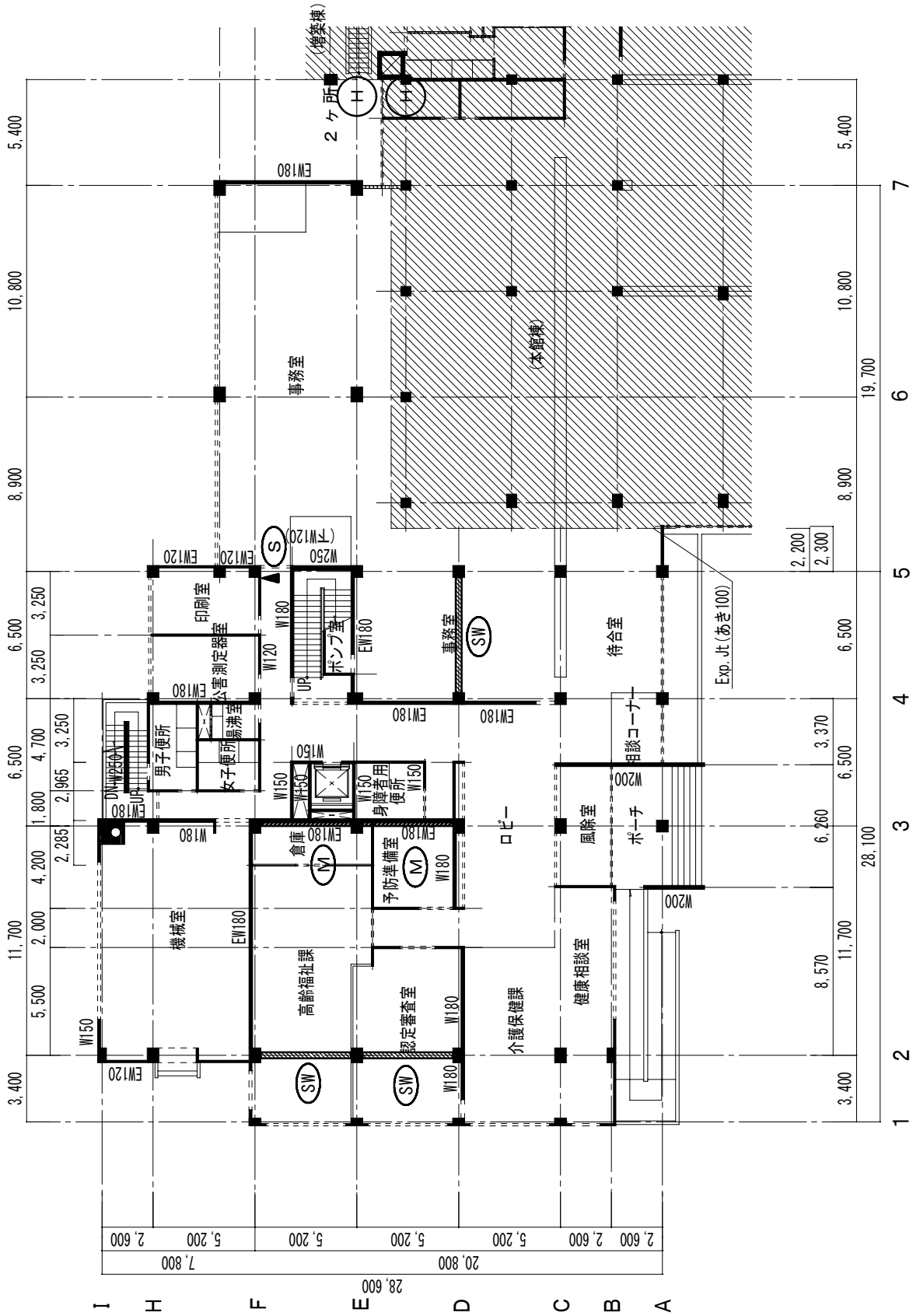
X 方向 (左加力)



Y 方向 (左加力)

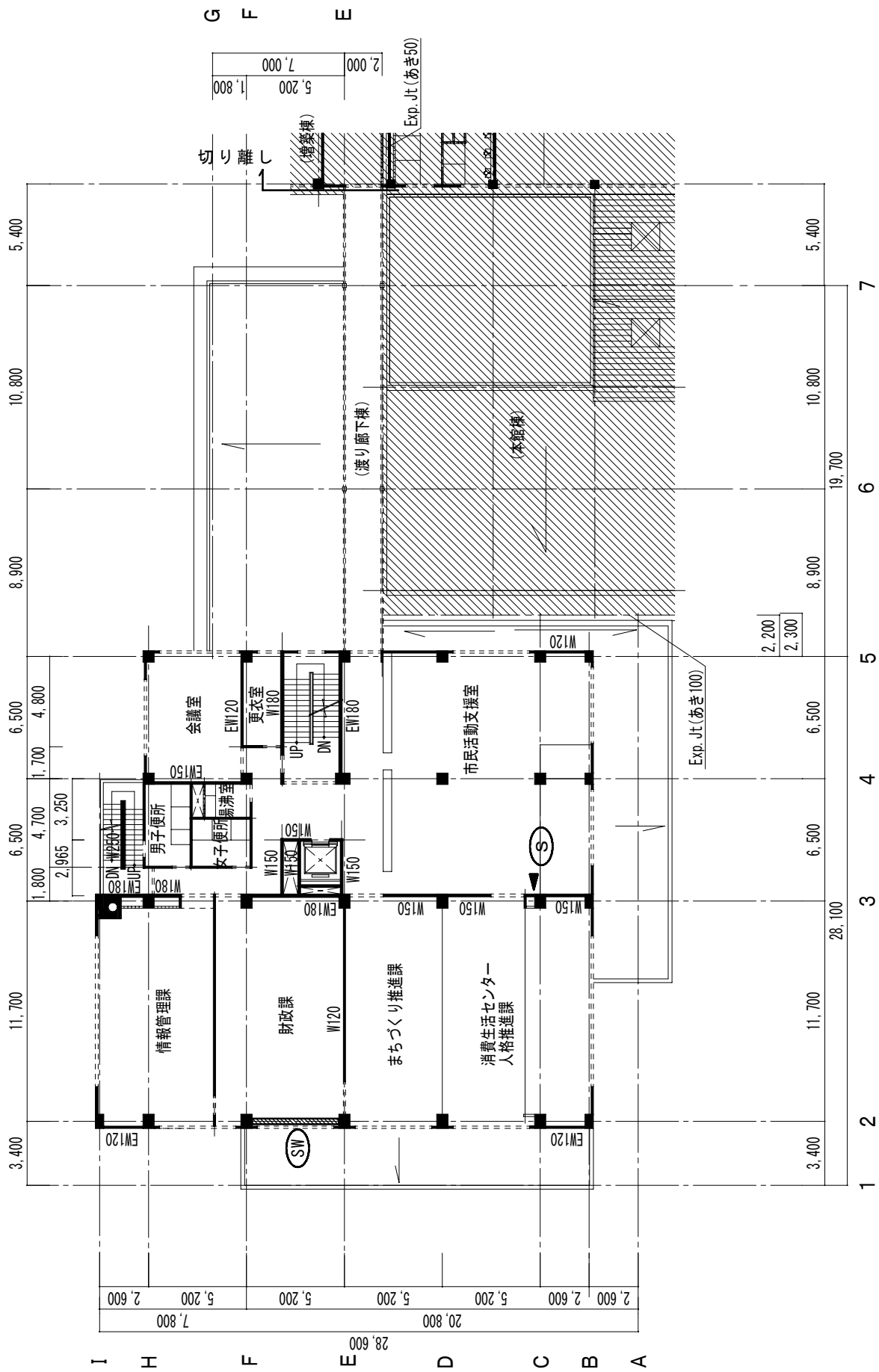


3) 補強位置図



新館棟 1階平面図 1:300



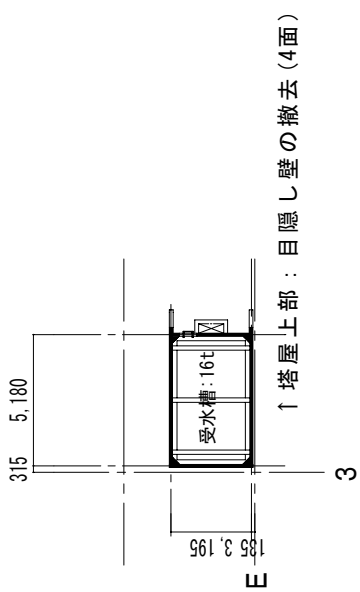


新館棟 2階平面図 1 : 300

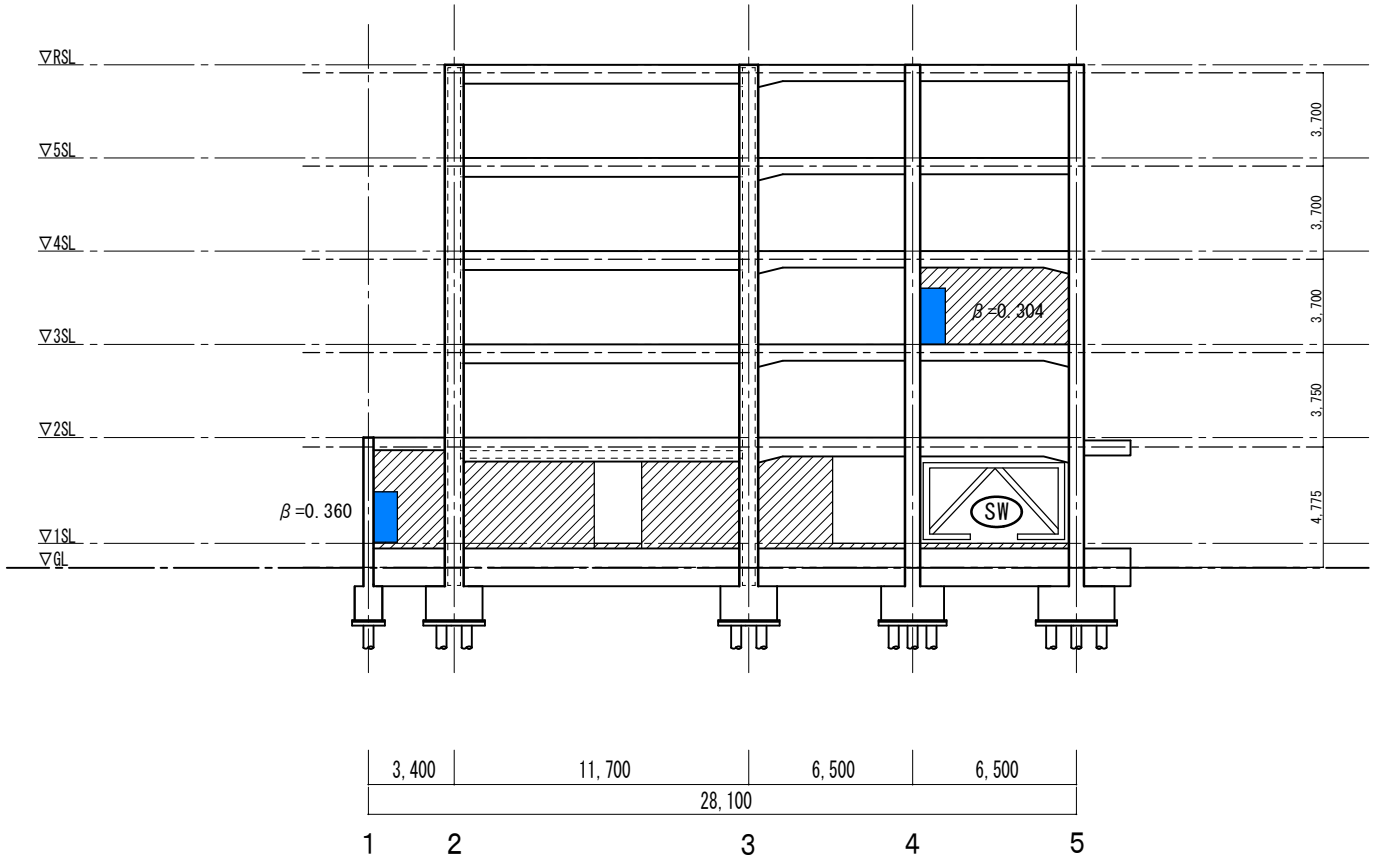
特記なき壁はW120を示す。



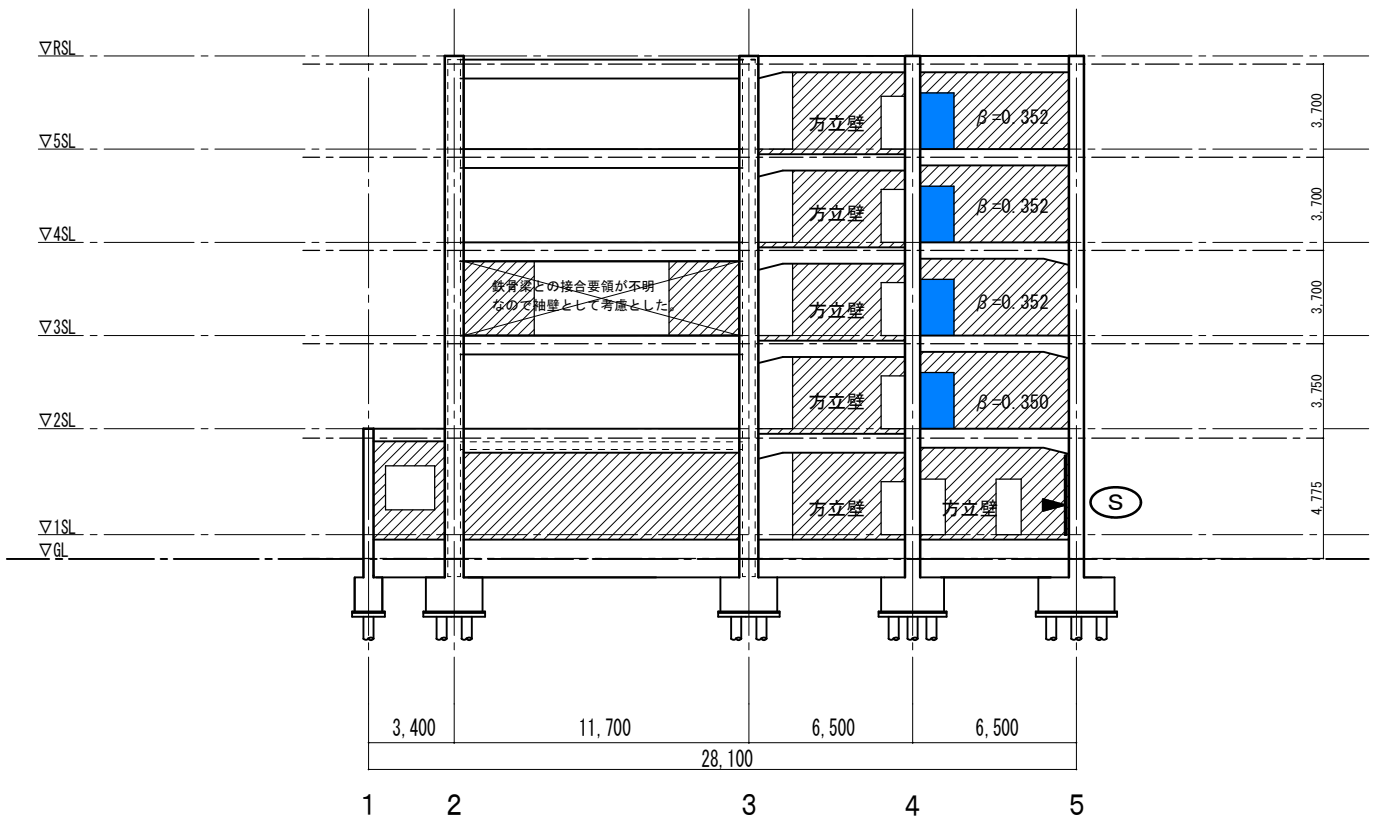
新館棟 5階平面図 1:300



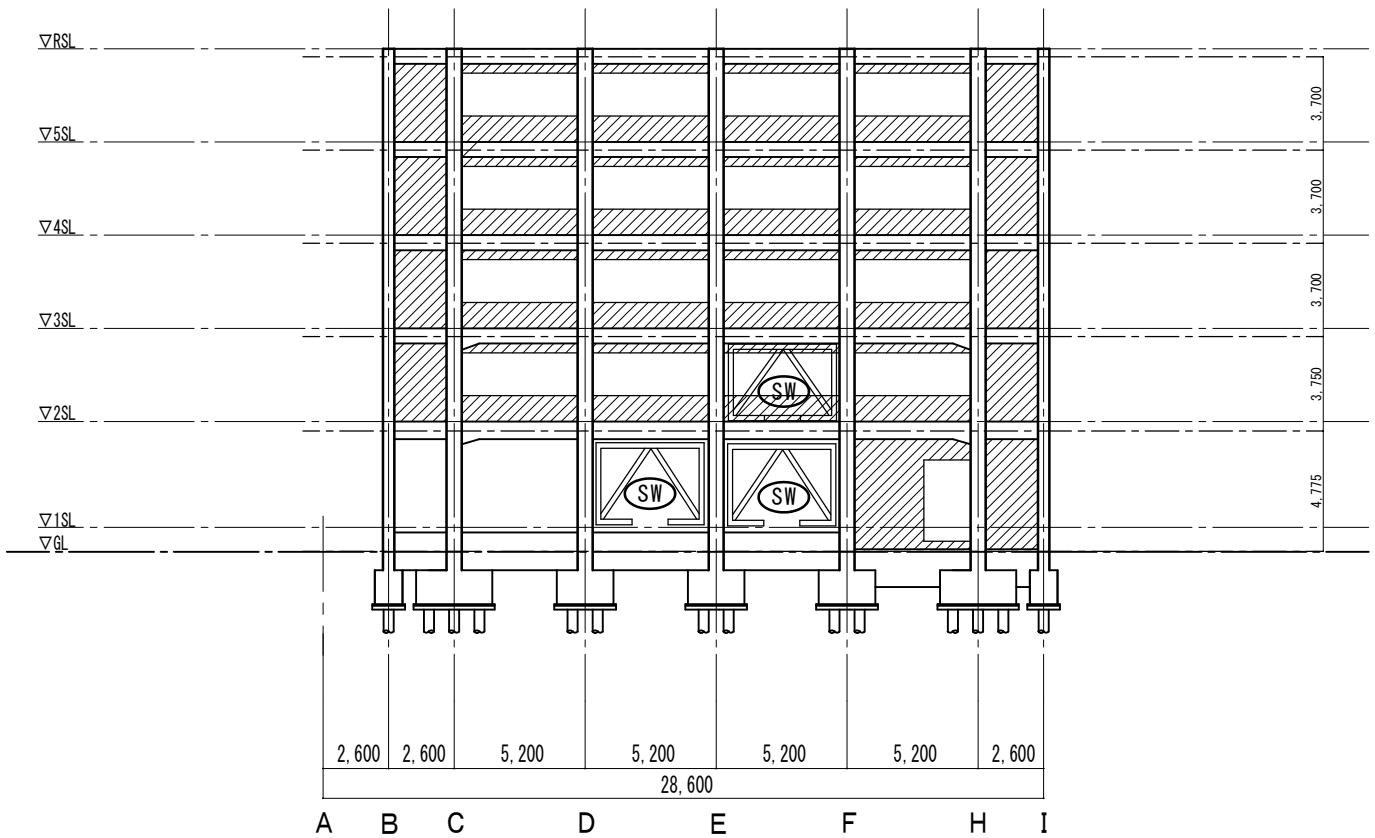
新館棟 塔屋 屋根平面図 1:300



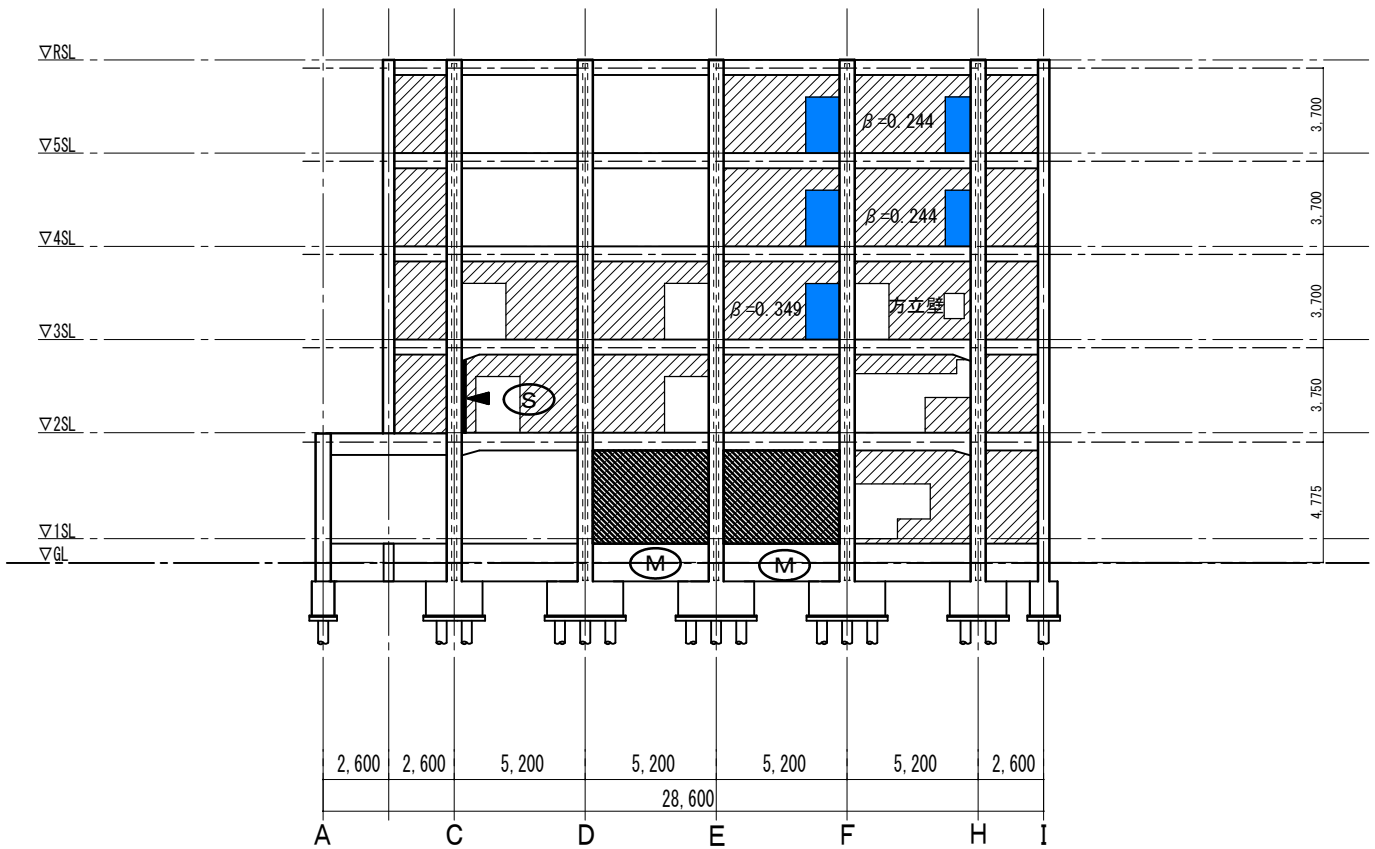
D通りモデル化図 1 : 300



F通りモデル化図 1 : 300



2通り行々化図 1 : 300



3通り行々化図 1 : 300

