

委託業務名称：宇都宮女子高等学校他耐震診断関連業務

施設名称：県体育館分館

建物名称：県体育館分館

# 耐震診断業務報告書 (概要版)

平成20年12月26日

(株)本澤建築設計事務所

# 耐震診断業務報告書（概要版）

## 目 次

### 報告書（概要版）

1. 診断結果の概要	1
2. 建物一般事項	
1 建物概要	2
2 配置図・平面図・立面図	3
3. 現地調査	
1 強度測定結果	7
2 中性化測定結果	10
3 実態調査	12
4. 耐震診断	
1 耐震診断の方針	13
2 解析仮定	15
3 構造耐震指標（ $I_s$ 値）および 保有水平耐力に係わる指標 $q$ の算出	20
4 診断結果の総括	23
5. 屋根改修における検討	24

1. 診断結果の概要

対象施設	施設名 県体育館分館		所在地 栃木県宇都宮市今宮4丁目7番38号					
	建設年次 昭和53年		規模・面積 鉄骨造平屋建 (RC造地上1階) 1288.0m <sup>2</sup>					
	資料 構造計算書							
建物の特徴	建物の特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>昭和53年に建設された建物で、経過年数は30年となる。</li> <li>鉄骨造(下部鉄筋コンクリート造 地下1階地上1階)2階建の体育館である。</li> <li>本診断建物は、X方向40.00m、Y方向25.00m、軒高9.70mである。</li> <li>階の中間に窓の開閉及びメンテナンス用に幅1.0m程のギャラリーが桁行方向に沿って存在する。</li> <li>経年指標は、<math>T=0.96</math>とした。</li> </ul>							
	構造的特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>下層が鉄筋コンクリート造、上層が鉄骨造である</li> <li>基礎は杭基礎(RC杭 300φ 杭耐力:250kN/本)である。</li> <li>切妻形の屋根構造は山形鋼を弦材とする平行弦トラスにより構成されている。</li> <li>梁間方向は、一定間隔で側面柱があり、剛接合されたラーメン架構を形成している。</li> <li>側面の柱は、山形鋼を弦材としたトラス柱となっている。</li> <li>桁行方向は、山形鋼を使用した軸組筋かい工法となっている。</li> </ul>							
コンクリート	試験方法			X	$\sigma_{n-1}$	n		
	コアによる強度	S53	34.9	34.9	5.8	3	設計基準強度 21.0 N/mm <sup>2</sup>	
							診断採用強度 26.0 N/mm <sup>2</sup>	
	中性化	$\bar{v}=0.40$	かぶり厚さが充分にあり、中性化も進んでいないことから、残余年数は、充分であると判断される。					
診断の方針	診断の方針 <ul style="list-style-type: none"> <li>構造計算書を基本とするが現状を優先させる。</li> <li>本建物は、2層として診断を行った。</li> <li>鉄骨部分は <math>I_s=0.70</math>、<math>q=1.0</math> を判定値とし、これに不足する場合に補強提案を行う。</li> <li>RC部分は <math>I_s=0.70</math>、<math>C_T \cdot S_D=0.30</math> を判定値とし、これに不足する場合に補強提案を行う。</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.耐診RCI&amp;II:耐震2次診断(Ver.4.60)</li> <li>使用ソフト(構造システム社製)</li> <li>FAP-3.(Ver.4.0.1.5):任意形状立体フレームの弾性応力解析プログラム</li> </ul>							
	主な計算仮定 <ul style="list-style-type: none"> <li><math>F_c=26.0\text{N/mm}^2</math> SD295:<math>\sigma_y=344\text{N/mm}^2</math>, SR235:<math>\sigma_{wy}=294\text{N/mm}^2</math> (但し、柱の端部は端部のフックが135°のため、低減は行わない。)</li> <li>基礎は杭基礎(RC杭 杭径300φ 杭耐力250kN/本)</li> <li>S<sub>D</sub>値及び階位置補正:1/F<sub>e</sub>s及び1/A<sub>i</sub>による。</li> <li>ヒンジ位置は柱、梁壁のフェイス位置とする。</li> <li>その他は計算ソフトによる。</li> </ul>							
診断結果	方向	指標	RC造	判定	指標	鉄骨造	判定	
	X	I <sub>s</sub>	0.77	○	XY方向ともに判定値を上回ることから、補強を必要としない。	I <sub>s</sub>	0.76	○
		C <sub>T</sub> ・S <sub>D</sub>	0.45			q	1.39	
Y	I <sub>s</sub>	2.11	○		I <sub>s</sub>	0.73	○	
	C <sub>T</sub> ・S <sub>D</sub>	2.76			q	1.85		
<p>X方向 桁行方向の鉄骨部分において、I<sub>s</sub>値は0.76となり、判定値を上回る。よって、補強を必要としない。下層のRC部分において第2次診断を行った結果、I<sub>s</sub>値は0.77となり、判定値を上回る。よって、補強を必要としない。</p> <p>Y方向 梁間方向の崩壊メカニズムは、接合部の破断により崩壊形が決定される。I<sub>s</sub>値は0.73となり、判定値を上回る。よって、補強を必要としない。下層のRC部分において第2次診断を行った結果、I<sub>s</sub>値は2.11となり、判定値を上回る。よって、補強を必要としない。</p>								

## 2. 建物一般事項

## 建物概要

## 1. 1 名称等

建築物 名称 県体育館分館  
 所在地 栃木県宇都宮市今宮4丁目7番38号  
 用途 屋内運動場  
 設計者 名称 田村忠設計事務所  
 設計年月日 不明  
 施工者 名称 不明  
 住所 不明  
 竣工年月日 昭和53年3月

## 1. 2 建物規模等

調査建物 : 鉄骨造(下部鉄筋コンクリート)2階建 延床面積 1288.0m<sup>2</sup>

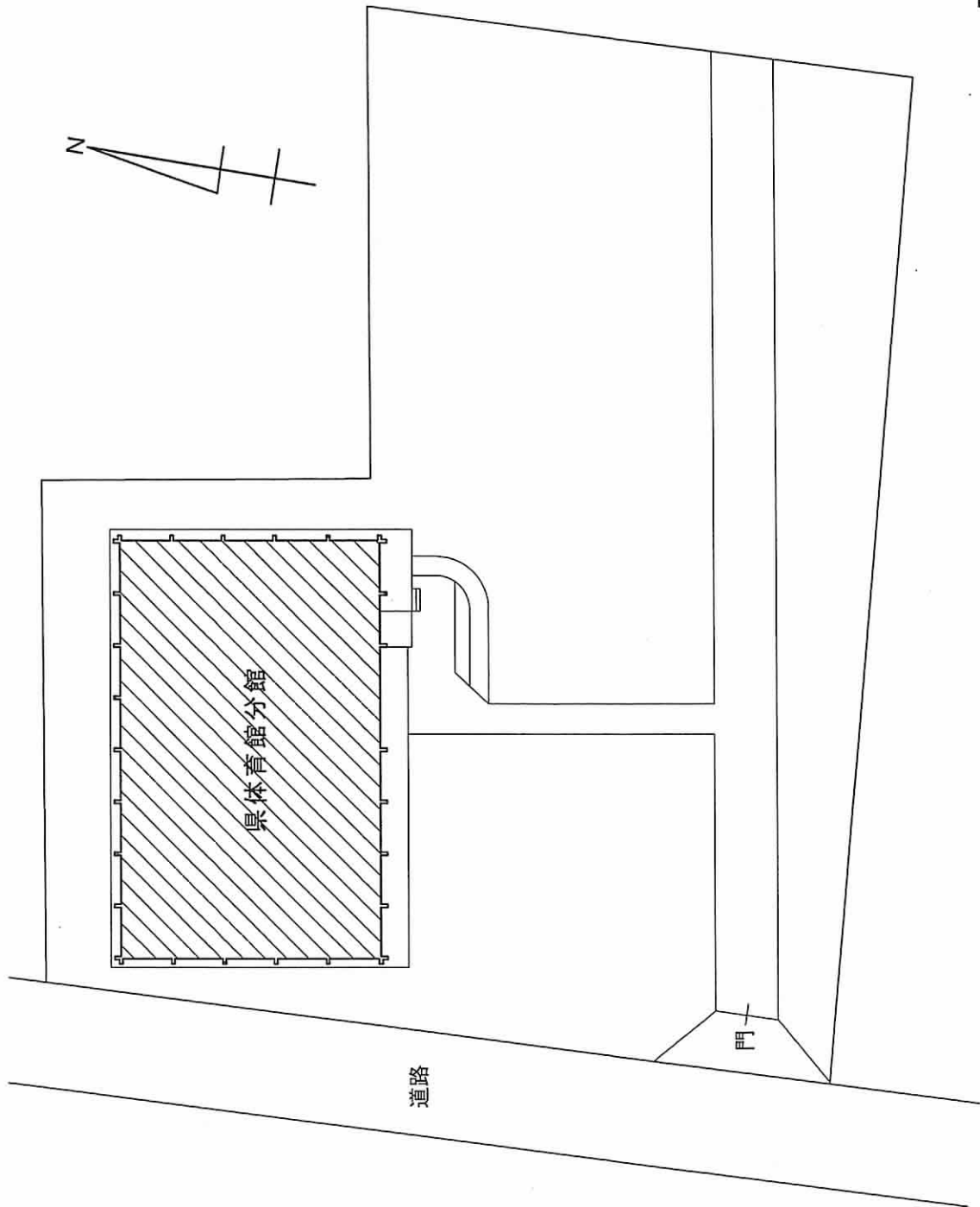
構造的特徴 : ・昭和53年に建設された建物で、経過年数は30年となる。  
 ・下層がRC造、上層がS造の屋内運動場である。  
 ・基礎は杭基礎である。長期杭地耐力は、250 kN/m<sup>2</sup>となっている。  
 ・山形鋼を弦材とした平行弦トラス梁により、切り妻屋根版を構成している。  
 ・梁間方向は、ほぼ一定間隔で側面柱があり、剛接合されたラーメン架構を形成している。剛接合部はガセットプレートを用いて、高力ボルト(F10T)により接合されている。  
 ・側面の柱は山形鋼を弦材とするトラス柱となっている。  
 ・桁行方向は、軸組筋かい架構となっている。  
 ・階の中間に窓の開閉やメンテナンスの目的で幅1.00mのギャラリーが桁行方向に沿って存在する。

階	鉄骨部分		
面積(m <sup>2</sup> )	1000.0		
重量(kN)	990.66		
単位面積重量(kN/m <sup>2</sup> )	0.99		

## 1. 3 設計図書の保存

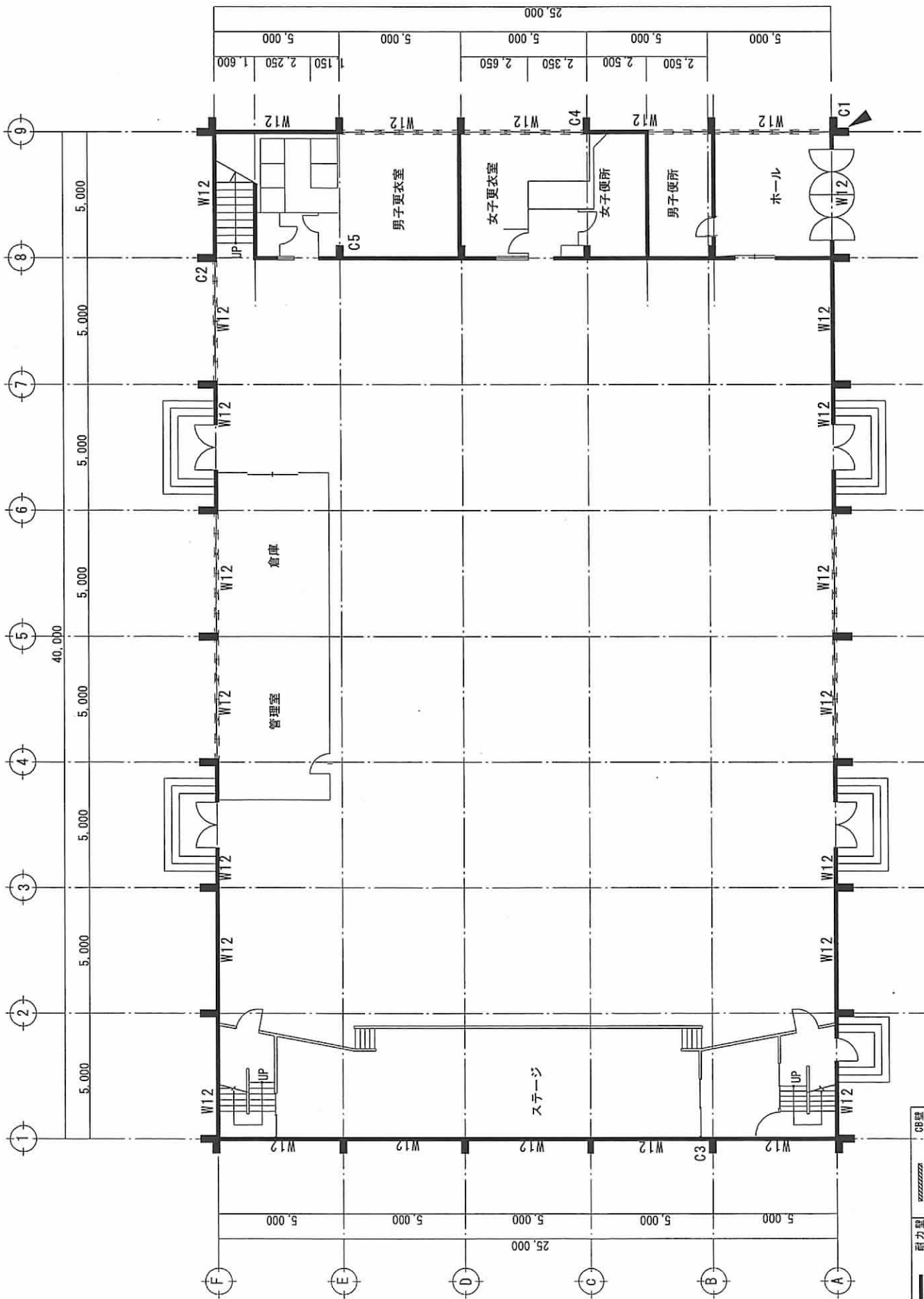
意匠図 有  無  
 構造図 有  無  
 構造計算書  有  無  
 地質調査資料 有  無

2 配置図・平面図・立面図



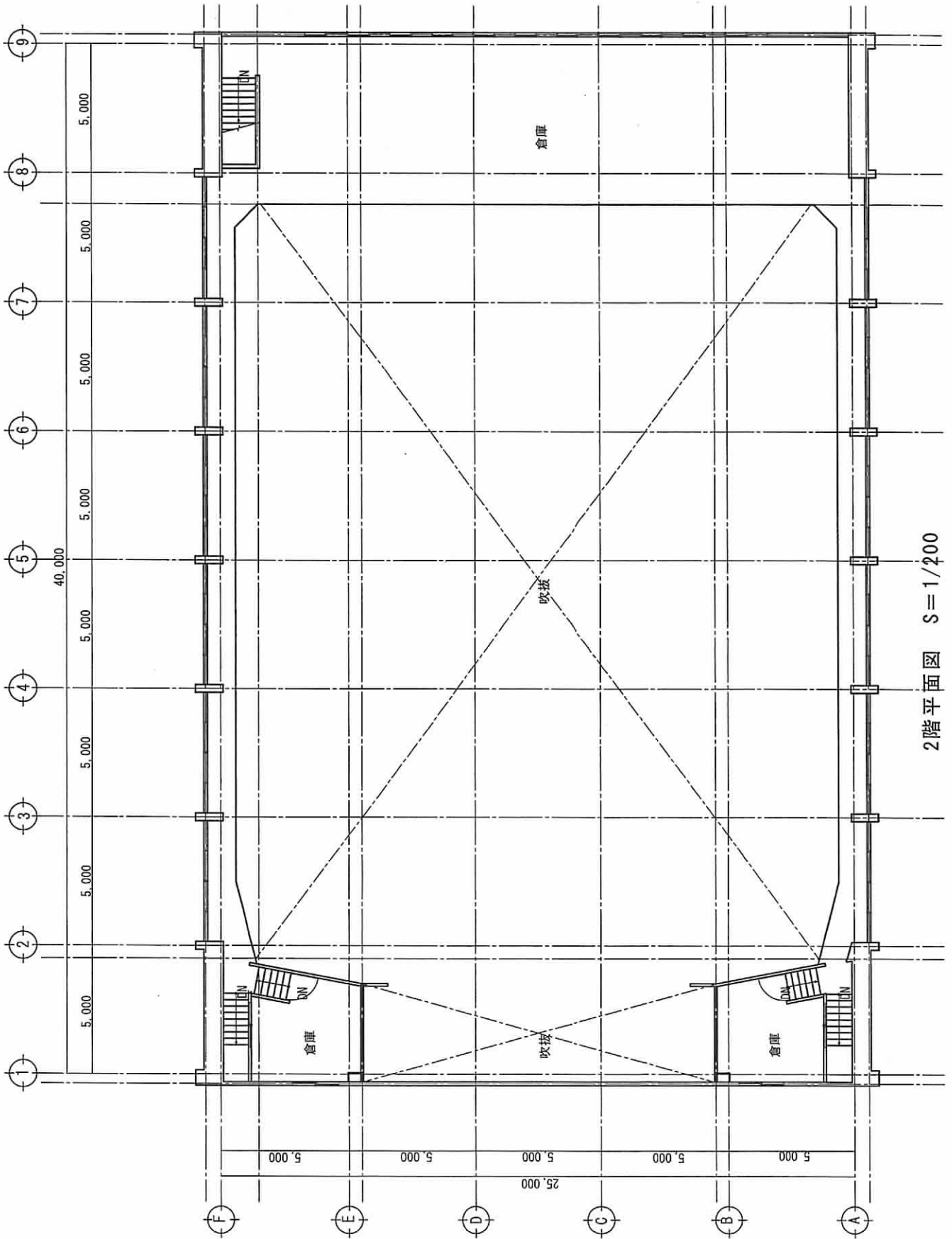
▨ : 調査建物

配置図 S = 1/600

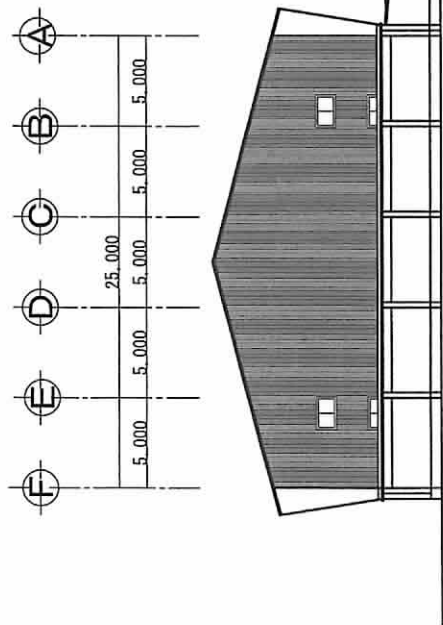


1階平面図 S=1/200

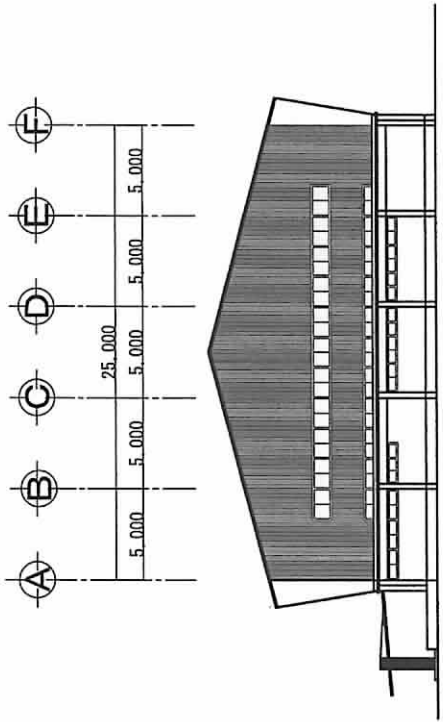
凡例	耐力壁	CB壁
	壁壁	木軸
	RC壁	



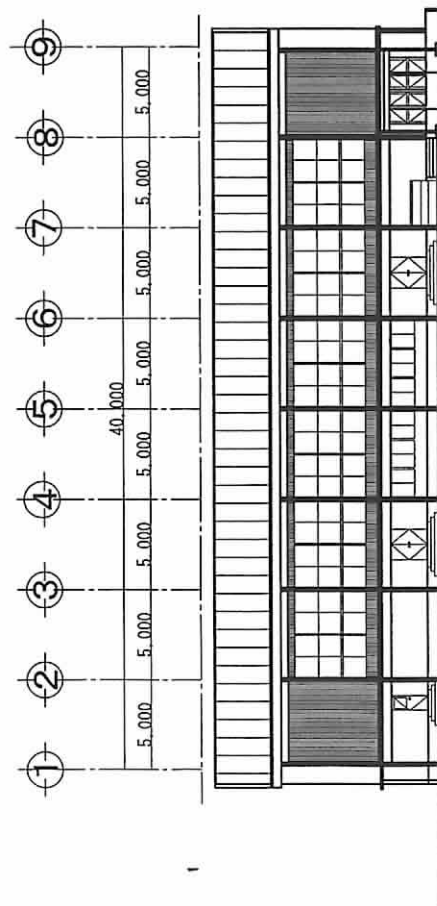
2階平面図 S=1/200



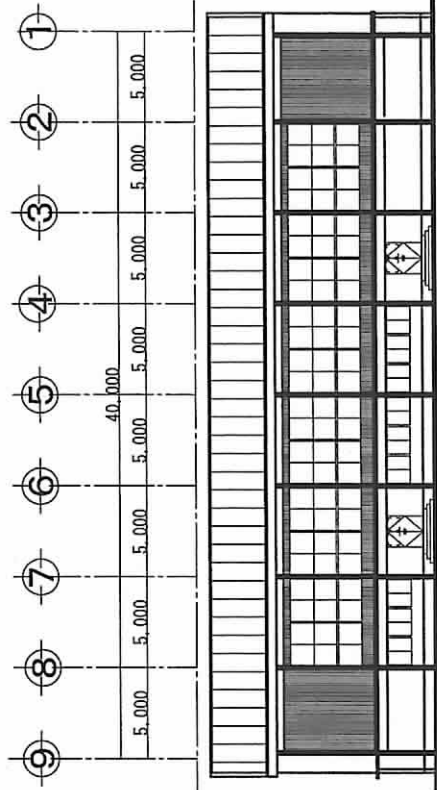
西面立面图



東面立面图



南面立面图



北面立面图



### 3. 現地調査

#### 3-1 強度測定結果

##### コンクリート強度試験

○壁に対して、コア採取による圧縮試験を行う。

- ①採取機械          ダイヤモンド（ $\phi 100$ ）ドリルを使用。
- ②採取位置の確認
- ③試験方法          JISA1108コンクリート圧縮強度試験による。

採取壁の調査位置は別図-2による。

##### ◎結果

供試体番号	単位質量 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
No.1 (C-1-1-1)	2.277	28.5 (291)
No.2 (C-1-1-2)	2.302	39.7 (405)
No.3 (C-1-1-3)	2.305	36.6 (373)

※ 供試体は、No.1 ~ No.3  $\phi 100$  L=別表に切断成型後 試験を実施した。

※ 結果通知書添付

## 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、3箇所行われた。コンクリートコアによる強度測定の結果は、下表の通りである。

コンクリートコアによるコンクリート強度測定結果 (N/mm<sup>2</sup>)

		階別	
階			
	1	28.5	$\bar{X} = 34.9$
		39.7	$\sigma_{n-1} = 5.8$
		36.6	$n = 3$
		階別	全体
		$\bar{X} = 34.9$	$\bar{X} = 34.9$
		—	$\sigma_{n-1} = 5.8$
		$n = 3$	$n = 3$

平均  $\bar{X} = 34.9 \text{ N/mm}^2$   
標準偏差  $\sigma_{n-1} = 5.8 \text{ N/mm}^2$

コンクリートコアによるコンクリート強度としては、  
 $\bar{X} - \sigma_{n-1} / 2 = 32.0 \text{ N/mm}^2$   
となった。

本診断において、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、設計基準強度  $21.0 \text{ N/mm}^2$  を上回っており、測定箇所を3箇所としていることから、 $26.0 \text{ N/mm}^2$  を診断採用強度とした。

試料番号	年次	階	採取位置	直径(mm)	高さ	嵩比重	コンクリート強度
C-1-1-1	S53	1	壁	103.4	110.1	22.77	28.5
C-1-1-2	S53	1	壁	103.4	115.9	23.02	39.7
C-1-1-3	S53	1	壁	103.4	113.1	23.05	36.6
					平均	22.95	34.9

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	$\bar{X} - \frac{1}{2} \sigma_{n-1} \rightarrow X_+$	採用強度
①	S53	21		0/3		34.9-5.8/2→32.0	26.0

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

## 3-2 中性化測定結果

## 研り調査による中性化試験結果

測定箇所	H-1-1-1		H-1-1-2		H-1-1-3				備考
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
位置	屋内1階		屋外1階		屋外1階				
測定高さ	FL+71.0		FL+71.0		FL+70.0				
仕上げ	モルタル吹き付け		吹き付け		吹き付け				
かぶり厚さ (cm)	3.4	2.2	7.5	4.5	7.5	7.6			
中性化深さ (cm)	0.0	0.0	1.1	0.7	1.5	2.1			
中性化係数 (注)	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	0.4			
	0.0		0.2		0.4				
中性化 残余年数 (注)	充分	充分	充分	充分	充分	適正			
	充分		充分		適正				
備考									

(注) 中性化係数:  $\nu = \frac{n}{\sqrt{t}}$

(注) 中性化残余年数:  $l = (X/V)^2 - t$

t=30 (昭和53年建設)

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

(注) 中性化係数はX、Y方向のうちの大きいものとする。

(注) 残余年数はX、Y方向のうち小さいものとする。

(注) 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。

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	35 ~ 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られる。

斫り調査によるかぶり厚さと配筋状況

測定箇所	H-1-1-1		H-1-1-2		H-1-1-3				備考
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
位置	屋内1階		屋外1階		屋外1階				
測定高さ	FL+71.0		FL+71.0		FL+70.0				
仕上げ	モルタル吹き付け		吹き付け		吹き付け				
仕上げ厚さ (cm)	2.1	3.0							
かぶり厚さ (cm)	上	3.4	2.2	7.5	4.5	7.5	7.6		
	下								
	平均	3.4	2.2	7.5	4.5	7.5	7.6		
主筋径	D19.4		D20.0		D20.5				
帯筋径	8.8φ		8.8φ		8.9φ				
帯筋間隔	90		90		105				
錆の状況	主筋A 帯筋A		主筋A 帯筋A		主筋A 帯筋A				

発錆のランク

鉄筋の発錆状態	発錆ランク	記号
錆がほとんど認められない	1	A
部分的に点食を認める	2	B
大部分が赤錆におおわれている	3	C
亀裂、打継ぎ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。

### 3-3 実態調査

#### (1) 構造計算書との相違

部材断面及び柱寸法等については、構造計算書と相違する点は、確認出来なかった。

#### (2) 局部座屈の測定

目視調査の結果、局部座屈の個所は見られなかった。

#### (3) 腐食度調査

目視調査の結果、塗膜はがれに伴う表面錆が一部に見られた。肉厚の減少等、構造的に影響を及ぼす腐食は見られなかったことから、診断は設計部材寸法で行った。

#### 4. 耐震診断

##### 4-1 耐震診断の方針

###### (1) 準拠基準

診断は、文部科学省大臣官房文教施設部編集「屋内運動場等の耐震性能診断基準(平成18年版)」に準拠して行う。

###### (2) 判定値

判定値は  $I_{so}=0.70$  とする。

###### (3) 資料

資料としては、構造計算書が利用できた。設計図書(意匠図、構造図)及び地質調査資料は入手できなかった。

###### (4) 現況と構造計算書との相違

診断は構造計算書を参照し、現地調査結果に基づいて行った。現地調査の結果、柱スパン及び部材断面は、概ね計算書通りであった。発錆については、構造耐力に影響を及ぼさないものと判断できることから、考慮していない。

###### (5) 使用材料

構造計算書より、使用材料は、コンクリート強度が  $F_c=21 \text{ N/mm}^2$ 、鉄筋が SD295 及び SR235 となる。使用鋼材については、SS400 と仮定した。また、HTBは現地において、F10Tであることを確認した。

###### (6) 使用ソフト

柱の長期軸力及び建物重量の算定は構造システム社製の計算ソフトを用いた。

BUS-5 : (Ver. 1.0 DATABASE NUMBER 6.0.0.14)

保有水平耐力の算定は構造システム社製の計算ソフトを用いた。

FAP-3 : 任意形状立体フレームの弾性応力解析プログラム (Ver. 4.0.1.5)

###### (7) 準備計算

構造計算書及び現況をもとに手計算により算定。

#### 4-1 耐震診断の方針（RC造部分）

##### （1）診断の回数

第2次診断により診断を行った。

（注）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」に準拠して行う。

##### （2）判定値

判定値は  $I_{so} = 0.70$  とする。

##### （3）資料

資料としては、構造計算書が利用出来た。設計図書（意匠図、構造図）及び地質調査書は入手できなかった。

##### （4）現況

設計図書が入手出来なかったことから、現況と図面の照合が出来なかった。

##### （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  $21 \text{ N/mm}^2$  である。強度測定結果によるコンクリート強度は、設計基準強度を上回っており、3箇所強度の測定を行っていることから、設計基準強度の割増を行い、診断採用強度を  $26 \text{ N/mm}^2$  とする。

##### （6）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耐診RC I & II : 耐震2次診断 (Ver. 4.60 評価番号 : P評価12-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。

設計図書をもとに手計算により

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、算定した。



#### 4-2 解析仮定

- (1) 本建物は、桁行方向は2層として、明確な層をなしていない梁間方向は1層として耐震診断を行う。
- (2) 梁間方向は、保有水平耐力の算定を各フレームにて計算を行う。
- (3) 柱は、ギャラリーから下部がRC柱に埋め込まれているので、基礎下部を固定と見なし、保有水平耐力の算定を行う。
- (4) 梁間方向の保有水平耐力は、診断基準に基づき、
  - ・ 各部材が終局耐力に達した時点
  - ・ 直接基礎が転倒限界モーメントに達した時点 のいずれかの小さい条件によって求める。
- (5) 桁行方向における妻面の面外方向の荷重伝達は、梁間方向の地震時応力が支配的なので検討を省略する。
- (6) 桁行方向は筋かい架構であり、一般の鉄骨造と同様に保有水平耐力を算定する。

鉄骨ラーメン部材(フルウェブ)				
曲げ(局部座屈-幅厚比ランク、横座屈)				せん断
FA	FB	FC	FD	
4.0	3.3	2.9	2.5	2.2
<3.3>	<2.9>	<2.5>	<2.0>	

横座屈耐力が全塑性耐力未満の場合をFC、全塑性耐力の0.6倍未満をFDとする。冷間成形角形鋼管の場合、<>内の数値とする。

鉄骨トラス部材		鉄骨軸組筋かい部材	鉄筋コンクリート部材	
曲げ	せん断	軸力	曲げ	せん断
(弦材の座屈)	(斜材の座屈)	(引張側軸部降伏)		
2.2	1.5	2.2	2.2	1.0

鉄骨接合部	柱脚・鉄骨のRCへの定着部	基礎フーチング	
曲げ・せん断・引張	曲げ・せん断・軸力	曲げによる	引張による
(非保有耐力接合)		転倒	浮き上がり
1.3	1.3	1.8	1.3
<2.9>	<2.9>		

実験等の特別の調査に基づき、曲げで決まり、かつ回転能力が十分に保証される接合ディテールが用いられている場合に限り、<>内の数値としてよい。

- (7) 建物の形状特性を表す  $F_{es}$  は、梁間方向の中間フレームにおいて 1.00 とする。梁間方向の妻面フレーム及び桁行方向においては、下層部がRC造であることから 1.50 とする。
- (8) 建物重量及び柱軸力は、改修工事及び現地調査結果より仕上重量を仮定した上で、求める。

(9) 標準計算及び部材の終局耐力算定は、全て手計算、架構の応力解析は任意形状立体フレームの弾性応力解析プログラム (FAP-3) を用いて行う。

(10) 使用材料強度 (SI 単位による)

鋼材 : SS400  $\sigma_y = 235 \times 1.1 = 258.5 \text{ N/mm}^2$

コンクリート : Fc21

鉄筋 : SR235  $\sigma_y = 294 \text{ N/mm}^2$

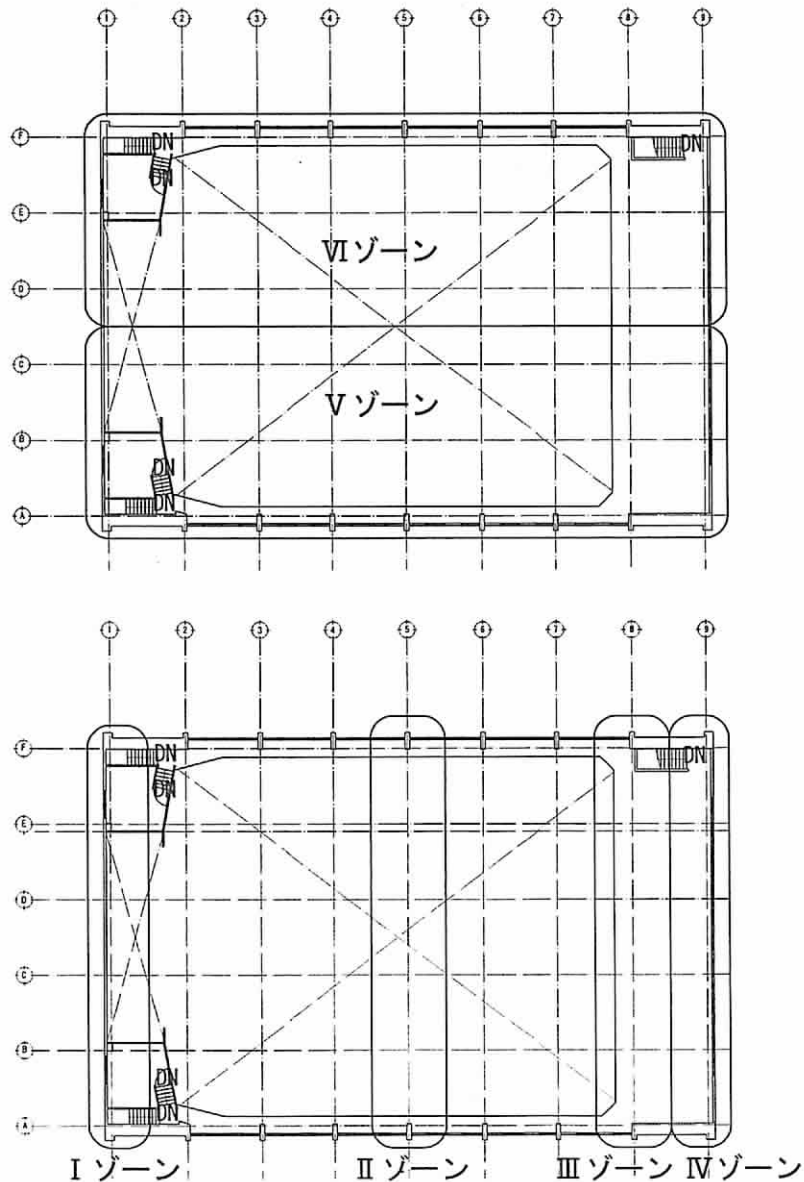
地耐力 :  $200 \text{ kN/m}^2$

(11) ギャラリー部分の扱い

床面の剛性が小さいことから成層架構と見なさない。ギャラリー部分の重量は、高さ比により軒高位置に集中させ保有水平耐力の評価を行う。

(12) 建物の区分

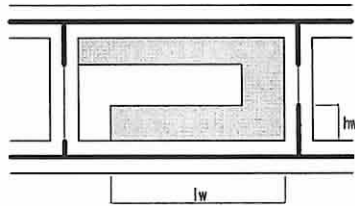
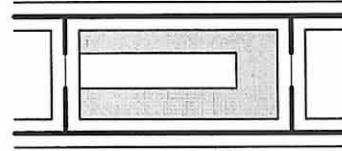
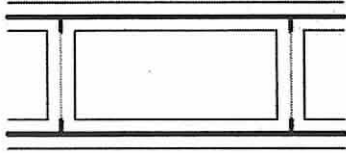
本診断において、下図のようにゾーニングを行い、耐震性の評価を行うこととする。





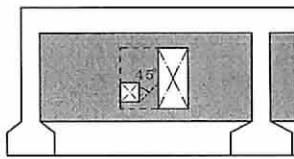
## (8) 曲げ降伏位置

- 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。

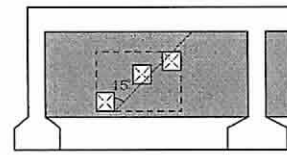


$lw/hw$ が2以上場合、腰壁の剛域を考慮する。

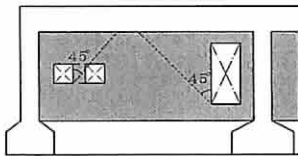
- b. 壁に複数開口がある場合は、隣り合う2つの開口の左右で小さい方の開口のそれぞれの角から45°の線を引いたとき、その線が大きい方の開口と接触するのであれば、その2つの開口は包絡し、1つの開口としてモデル化することとする。



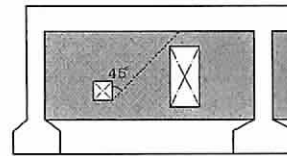
A・包絡をする。



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により検討を行った。

## (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) 部材の靱性

- a. BUILD耐診RC I & II の出力によった。

## (12) 形状指標

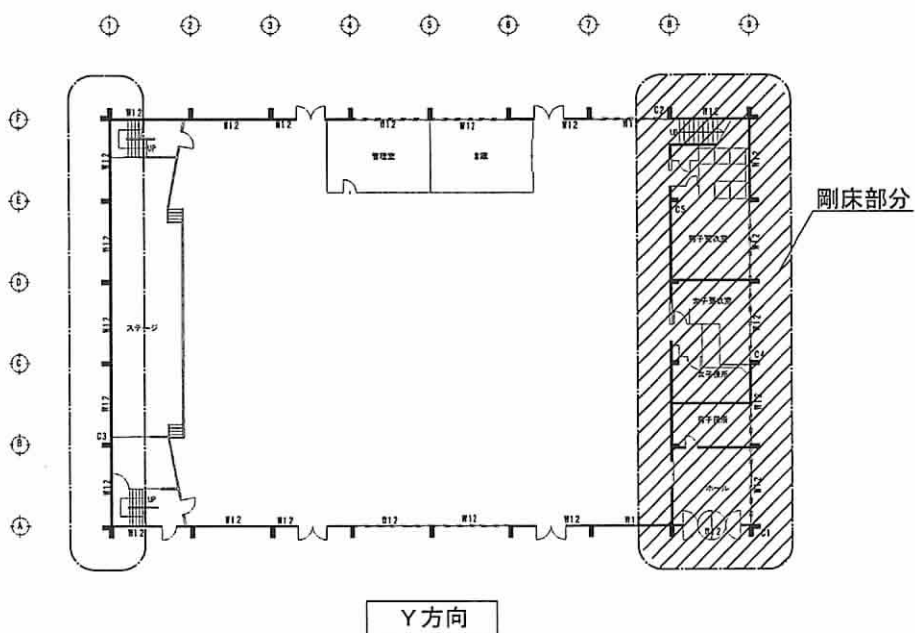
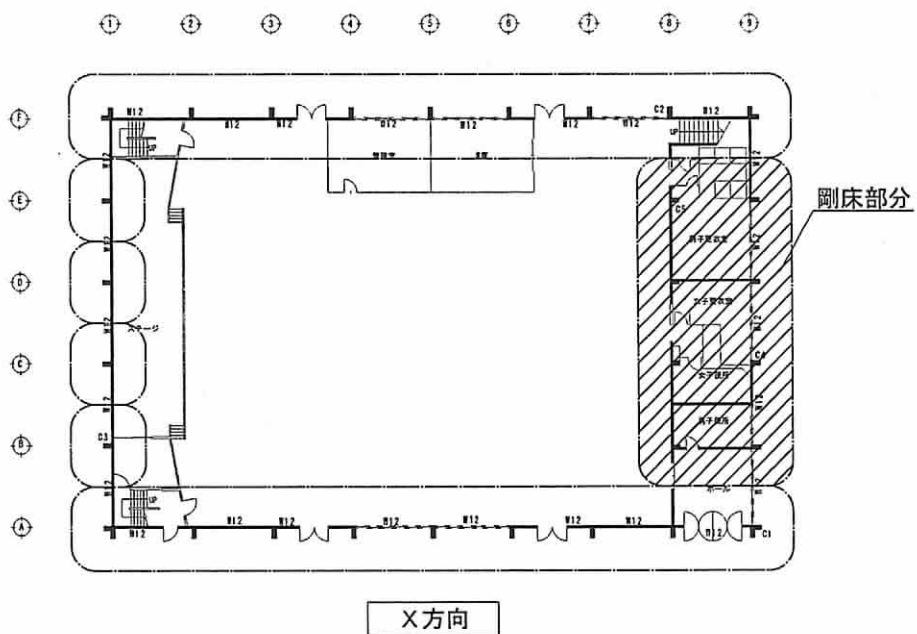
耐震診断基準によるが、平面剛性、断面剛性の値には、 $1/Fes$ を用いる。

## (13) 経年指標

経年指標は経過年数30年より $T=0.96$ とした。

## (14) 建物の区分

本診断において、下図のようにゾーニングを行い、耐震性の評価を行うこととする。



## 4-3 構造耐震指標 (I s値) および保有水平耐力に係わる指標 q の算出

## (1) 構造耐震指標 (I s値) の算出

桁行方向 (Vゾーン: 上部)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{324.15 \times 2.2}{495.33 \times 1.251} = 1.15$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{1.15}{1.5 \times 1.0 \times 1.0} = 0.76 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

桁行方向 (VIゾーン: 上部)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{324.15 \times 2.2}{495.33 \times 1.252} = 1.14$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{1.14}{1.5 \times 1.0 \times 1.0} = 0.76 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

梁間方向 (Iゾーン: 上部)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{127.65 \times 1.59}{135.37 \times 1.352} = 1.1$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{1.1}{1.5 \times 1.0 \times 1.0} = 0.73 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

梁間方向 (IIゾーン)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{91.81 \times 1.82}{205.86 \times 1.0} = 0.81$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{0.81}{1.0 \times 1.0 \times 1.0} = 0.81 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

梁間方向 (IIIゾーン)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{90.04 \times 1.55}{143.43 \times 1.000} = 0.97$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{0.97}{1.0 \times 1.0 \times 1.0} = 0.97 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

梁間方向 (IVゾーン)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{123.6 \times 1.61}{98.54 \times 1.663} = 1.21$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{1.21}{1.5 \times 1.0 \times 1.0} = 0.80 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

梁間方向 (Vゾーン)

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{W_i \times A_i} = \frac{140.98 \times 1.97}{116.06 \times 1.566} = 1.52$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = \frac{1.52}{1.5 \times 1.0 \times 1.0} = 1.01 > I_{so} (=0.70) \quad \underline{\underline{OK}}$$

(2) 保有水平耐力に係わる指標  $q$  の算出

桁行方向 (Vゾーン: 上部)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{324.15}{0.25 \times 1.50 \times 495.33 \times 1.00 \times 1.251}$$

$$= 1.39 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

桁行方向 (VIゾーン: 上部)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{324.15}{0.25 \times 1.50 \times 495.33 \times 1.00 \times 1.252}$$

$$= 1.39 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

梁間方向 (Iゾーン: 上部)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{127.65}{0.25 \times 1.50 \times 135.37 \times 1.00 \times 1.352}$$

$$= 1.85 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

梁間方向 (IIゾーン)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{91.81}{0.25 \times 1.00 \times 205.86 \times 1.00 \times 1.000}$$

$$= 1.78 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

梁間方向 (IIIゾーン)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{90.04}{0.25 \times 1.00 \times 143.43 \times 1.00 \times 1.000}$$

$$= 2.51 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

梁間方向 (IVゾーン)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{123.6}{0.25 \times 1.50 \times 98.54 \times 1.00 \times 1.663}$$

$$= 2.01 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

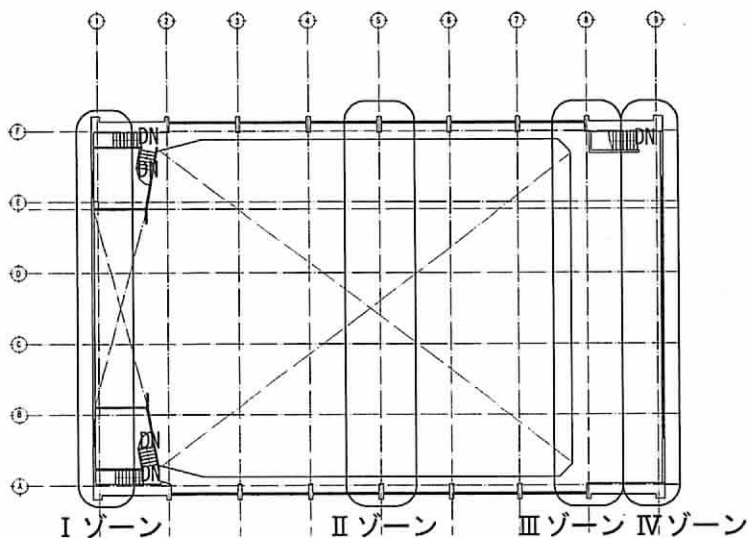
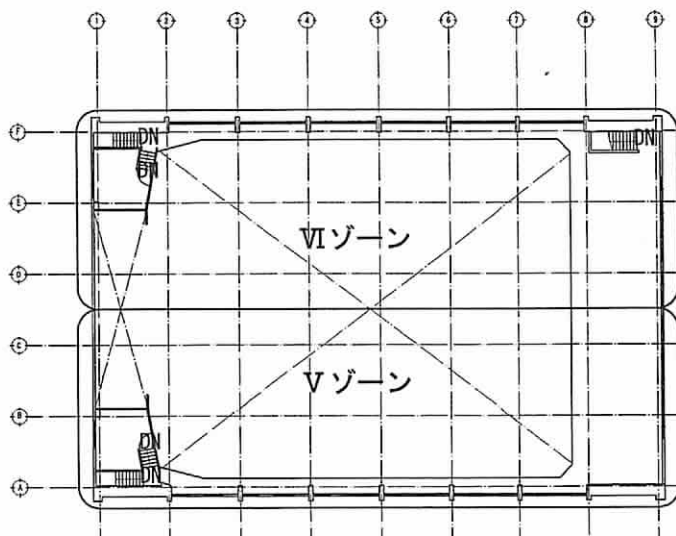
梁間方向 (Vゾーン)

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W_i \times R_t \times A_i} = \frac{140.98}{0.25 \times 1.50 \times 116.06 \times 1.00 \times 1.566}$$

$$= 2.06 > 1.0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

Iso=0.70

方向	Wi	Ai	Fes	F	Qu	Eo	Is	q	判定	
桁行方向	VIゾーン	495.33	1.251	1.500	2.20	324.15	1.15	0.76	1.39	OK
	VIIゾーン	495.33	1.252	1.500	2.20	324.15	1.14	0.76	1.39	OK
梁間方向	Iゾーン	135.37	1.359	1.500	1.59	127.65	1.10	0.73	1.85	OK
	IIゾーン	205.86	1.000	1.000	1.82	91.81	0.81	0.81	1.78	OK
	IIIゾーン	143.43	1.000	1.000	1.55	90.04	0.97	0.97	2.51	OK
	IVゾーン	98.54	1.663	1.500	1.61	123.60	1.21	0.80	2.01	OK
	Vゾーン	116.06	1.566	1.500	1.97	140.98	1.52	1.01	2.06	OK





#### 4-4 診断結果の総括

- (1) 診断対象建物は、昭和53年に建設された鉄骨造（下部鉄筋コンクリート）2階建ての体育館である。切り妻形の屋根構造は、山形鋼の平行弦トラスにより構成されている。階の中間に窓の開閉及びメンテナンスなどを目的としてギャラリーが桁行方向にそって設けられている。下部の柱梁は、鉄筋コンクリート造となっている。
- (2) 診断は構造計算書を参照し、現地調査結果に基づいて行った。現地調査の結果、柱スパン、部材断面は、概ね構造計算書通りであった。  
構造耐力に影響を与える鋼材の腐蝕は見られなかった。梁間方向の中間フレームにおいては、明確な層を成していないことから、1層と見なし診断を行った。桁行方向及び梁間方向における妻面においては、1階を鉄筋コンクリート造、2階を鉄骨造として診断を行った。
- (3) 使用鋼材の種類は構造計算書より、SS400とした。また高力ボルトは現地でF10Tであることを確認した。
- (4) X方向フレーム（桁行方向）  
桁行方向の鉄骨部分のIs値は0.76となり、判定値を上回る。1階の鉄筋コンクリート造部分は2次診断を行った結果、A通り及びE通りにおいて、Is値はそれぞれ4.90、4.46となり、判定値を上回る。B通り1軸、C通り1軸及びD通り1軸においては、面外方向の力に対する検討を行っており、検討の結果、Is値は、0.77となり判定値を上回る。よって、補強を必要としない。
- (5) Y方向フレーム（梁間方向）  
梁間方向の鉄骨部分のIs値は、0.73となり、判定値を上回る。1階の鉄筋コンクリート造部分は2次診断を行った結果、1通り及び8・9通りにおいて、Is値はそれぞれ10.89、2.11となり、判定値を上回る。よって、補強を必要としない。
- (5) 耐震性能の判定  
耐震性能の判定は屋体基準に基づき、下記の方法によった。

##### 耐震性能の判定

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| (1) $Is \geq 0.7$ かつ $q \geq 1.0$ : | 倒壊の危険性が低く、原則として補強の対象としないが、局所的な地形等による地震入力の増幅や脆性的破壊モードが予想される場合などは、適切な耐震性能の増強を図る。 |
| (2) (1) 及び (3) 以外の場合 :              | 倒壊の危険があるので、補強が必要である。   |
| (3) $0.3 > Is$ または $q < 0.5$ :      | 倒壊の危険が高い。  |

方向	Is値	q値	耐震性能の判定
X方向 (桁行方向)	0.76	1.39	倒壊の危険性が低く、原則補強の対象としない。
Y方向 (梁間方向)	0.73	1.85	倒壊の危険性が低く、原則補強の対象としない。

## 5. 屋根改修における検討

### 屋根改修における荷重増に対する検討

本建物においては、 $I_s$ 値が判定値である  $I_{so}$ 値を上回るため補強を必要としないが、将来的に屋根の改修が行われる計画があることから、それらの荷重を考慮した検討を行うこととする。

以下に、荷重の増加を考慮した  $I_s$ 値一覧を示す。荷重増加量は、 $100.0 \text{ N/m}^2$ とし、全体としての荷重増加量は、 $107.04 \text{ (kN)}$ とする。

#### 屋根改修後の $I_s$ 値一覧

	方向	$W_i$	$A_i$	$F_{es}$	$F$	$Q_u$	$E_o$	$I_s$	$q$	判定
桁行方向	Ⅵゾーン	548.85	1.231	1.500	2.20	324.15	1.05	0.70	1.27	OK
	Ⅶゾーン	548.85	1.237	1.500	2.20	324.15	1.05	0.70	1.27	OK
梁間方向	Ⅰゾーン	142.35	1.350	1.500	1.59	127.65	1.05	0.70	1.77	OK
	Ⅱゾーン	213.79	1.000	1.000	1.82	91.81	0.78	0.78	1.71	OK
	Ⅲゾーン	156.37	1.000	1.000	1.55	90.04	0.89	0.89	2.30	OK
	Ⅳゾーン	111.84	1.663	1.500	1.61	123.60	1.06	0.70	1.77	OK
	Ⅴゾーン	123.02	1.566	1.500	1.97	140.98	1.44	0.96	1.95	OK

この結果、鉄骨造部分における桁行方向の  $I_s$ 値は 0.76から0.70となり、梁間方向の  $I_s$ 値は0.73から0.70となる。よって、 $I_s$ 値が判定値である  $I_{so}=0.70$  を上回る結果となることを確認できた。なお、RC造部分においては、十分に  $I_s$ 値が高い値を示していることから、検討を略す。