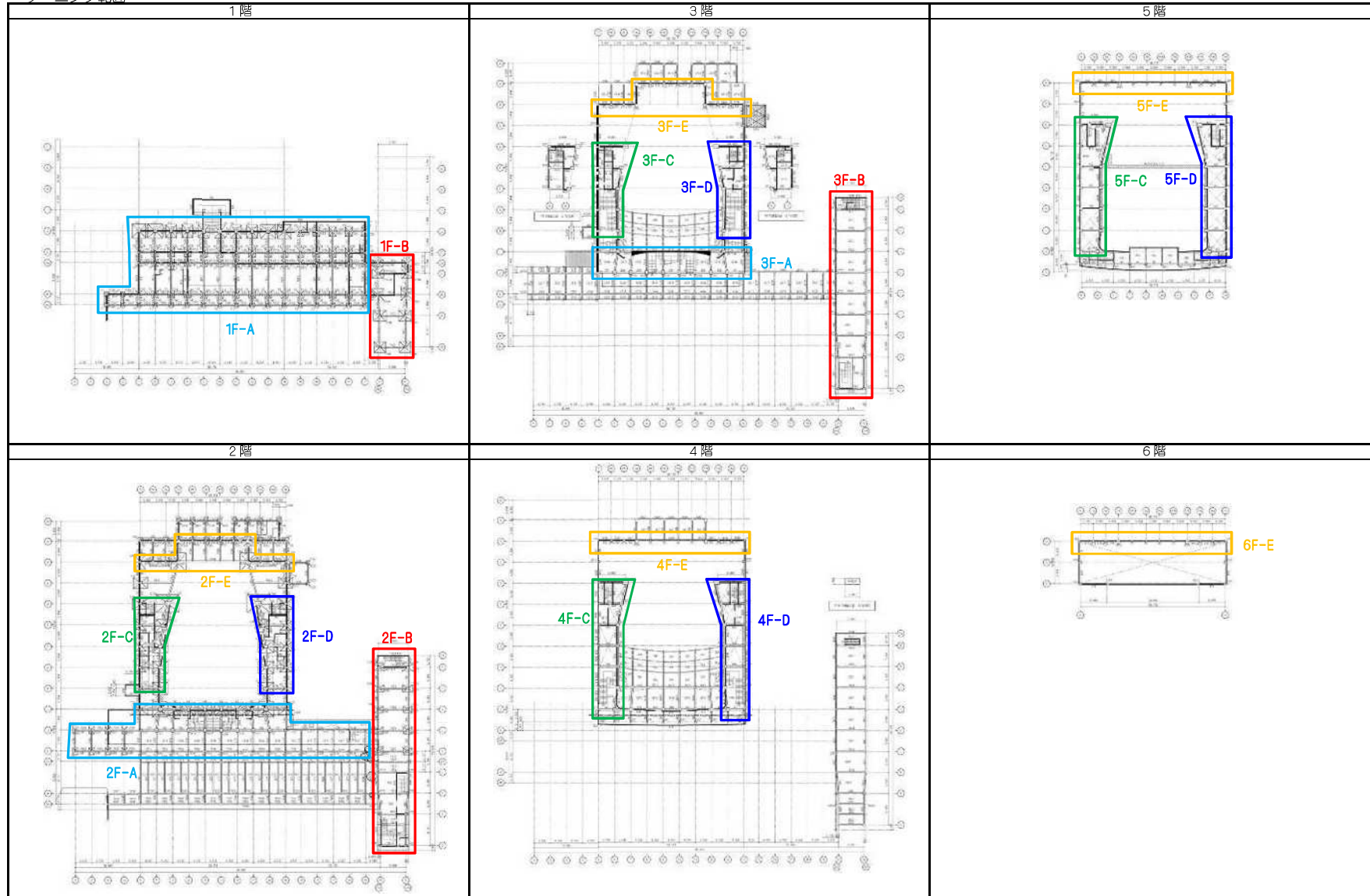


2. 5. 2 ゾーニング図

本建物は南側にホールのある市民会館、西側に美術展示室がありエキスパンションジョイント等はなく一体となっている。全体で診断を行う場合、一部の柱や壁に負担がかかり、耐震壁が有効に働かず偏心率が大きくなる事も踏まえ、全体の診断では適切な診断結果がでないと判断し、ゾーニングにより診断を行う。

・ゾーニング範囲



2. 5. 5 構造耐震指標 I_s 値および $C_{TU} \cdot S_D$ 値の算定

強度指標 : $C = Q_u / \Sigma W$

耐震性能指標 : $E_o = (1 / A_i) \cdot (C1 + \alpha_2 \cdot C2 + \alpha_3 \cdot C3) \cdot F1$

構造耐震指標 : $I_s = E_o \cdot S_D \cdot T / Z$

$C_{TU} S_D$ 指標 : $C_{TU} S_D = \Sigma \alpha C \cdot S_D \cdot (1 / A_i)$

採用数値

1/Ai	1F	1	T	0.946
	2F	0.832	Z	0.8
	3F	0.707	SD	1
	4F	0.608		
	5F	0.536		
	6F	0.368		

加力方向	階	ゾーン	Q_u	W_e	C	
X正	1F	A	58566	30067	1.948	
		B	7433	6388	1.164	
	2F	A	19403	25350	0.765	
		B	8317	8487	0.980	
		C	2667	12560	0.212	
		D	2683	12562	0.214	
		E	23466	10605	2.213	
	3F	A	16783	14695	1.142	
		B	4560	3196	1.427	
		C	3148	9810	0.321	
		D	5929	9765	0.607	
		E	17121	7479	2.289	
	4F	C	8759	10934	0.801	
		D	9407	10810	0.870	
		E	16250	5315	3.057	
	5F	C	4223	6905	0.612	
		D	6617	7025	0.942	
		E	16548	4038	4.098	
	6F	E	15244	2530	6.025	
	X負	1F	A	58297	30067	1.939
			B	6292	6388	0.985
		2F	A	19573	25350	0.772
			B	10201	8487	1.202
			C	2687	12560	0.214
D			2683	12562	0.214	
E			23467	10605	2.213	
3F		A	15092	14695	1.027	
		B	3928	3196	1.229	
		C	5331	9810	0.543	
		D	6609	9765	0.677	
		E	17120	7479	2.289	
4F		C	9428	10934	0.862	
		D	8618	10810	0.797	
		E	16250	5315	3.057	
5F		C	4289	6905	0.621	
		D	5772	7025	0.822	
		E	16548	4038	4.098	
6F		E	15244	2530	6.025	

1/Ai	C	F	E_o
1	1.948	1	1.948
1	1.164	1	1.164
0.832	0.765	1	0.637
0.832	0.98	1	0.815
0.832	0.212	2	0.353
0.832	0.214	2	0.355
0.832	2.213	1	1.841
0.707	1.142	1	0.807
0.707	1.427	1	1.009
0.707	0.321	1	0.227
0.707	0.607	1	0.429
0.707	2.289	1	1.618
0.608	0.801	1	0.487
0.608	0.87	1	0.529
0.608	3.057	1	1.859
0.536	0.612	1	0.328
0.536	0.942	1	0.505
0.536	4.098	1	2.197
0.368	6.025	1	2.217
1	1.939	1	1.939
1	0.985	1	0.985
0.832	0.772	1	0.642
0.832	1.202	1	1.000
0.832	0.214	2	0.356
0.832	0.214	2	0.355
0.832	2.213	1	1.841
0.707	1.027	1	0.726
0.707	1.229	1	0.869
0.707	0.543	1	0.384
0.707	0.677	1	0.479
0.707	2.289	1	1.618
0.608	0.862	1	0.524
0.608	0.797	1	0.485
0.608	3.057	1	1.859
0.536	0.621	1	0.333
0.536	0.822	1	0.440
0.536	4.098	1	2.197
0.368	6.025	1	2.217

E_o	T	Z	I_s
1.948	0.946	0.8	2.30
1.164	0.946	0.8	1.38
0.637	0.946	0.8	0.75
0.815	0.946	0.8	0.96
0.353	0.946	0.8	0.42
0.355	0.946	0.8	0.42
1.841	0.946	0.8	2.18
0.807	0.946	0.8	0.95
1.009	0.946	0.8	1.19
0.227	0.946	0.8	0.27
0.429	0.946	0.8	0.51
1.618	0.946	0.8	1.91
0.487	0.946	0.8	0.58
0.529	0.946	0.8	0.63
1.859	0.946	0.8	2.20
0.328	0.946	0.8	0.39
0.505	0.946	0.8	0.60
2.197	0.946	0.8	2.60
2.217	0.946	0.8	2.62
1.939	0.946	0.8	2.29
0.985	0.946	0.8	1.16
0.642	0.946	0.8	0.76
1	0.946	0.8	1.18
0.356	0.946	0.8	0.42
0.355	0.946	0.8	0.42
1.841	0.946	0.8	2.18
0.726	0.946	0.8	0.86
0.869	0.946	0.8	1.03
0.384	0.946	0.8	0.45
0.479	0.946	0.8	0.57
1.618	0.946	0.8	1.91
0.524	0.946	0.8	0.62
0.485	0.946	0.8	0.57
1.859	0.946	0.8	2.20
0.333	0.946	0.8	0.39
0.44	0.946	0.8	0.52
2.197	0.946	0.8	2.60
2.217	0.946	0.8	2.62

C	S_D	1/Ai	$C_{TU} S_D$
1.948	1.000	1.000	1.95
1.164	1.000	1.000	1.16
0.765	1.000	0.832	0.64
0.980	1.000	0.832	0.82
0.212	1.000	0.832	0.18
0.214	1.000	0.832	0.18
2.213	1.000	0.832	1.84
1.142	1.000	0.707	0.81
1.427	1.000	0.707	1.01
0.321	1.000	0.707	0.23
0.607	1.000	0.707	0.43
2.289	1.000	0.707	1.62
0.801	1.000	0.608	0.49
0.870	1.000	0.608	0.53
3.057	1.000	0.608	1.86
0.612	1.000	0.536	0.33
0.942	1.000	0.536	0.50
4.098	1.000	0.536	2.20
6.025	1.000	0.368	2.22
1.939	1.000	1.000	1.94
0.985	1.000	1.000	0.98
0.772	1.000	0.832	0.64
1.202	1.000	0.832	1.00
0.214	1.000	0.832	0.18
0.214	1.000	0.832	0.18
2.213	1.000	0.832	1.84
1.027	1.000	0.707	0.73
1.229	1.000	0.707	0.87
0.543	1.000	0.707	0.38
0.677	1.000	0.707	0.48
2.289	1.000	0.707	1.62
0.862	1.000	0.608	0.52
0.797	1.000	0.608	0.48
3.057	1.000	0.608	1.86
0.621	1.000	0.536	0.33
0.822	1.000	0.536	0.44
4.098	1.000	0.536	2.20
6.025	1.000	0.368	2.22

採用数値

1/Ai	1F	1	T	0.946
	2F	0.832	Z	0.8
	3F	0.707	SD	1
	4F	0.608		
	5F	0.536		
	6F	0.368		

加力方向	階	ゾーン	Qu	We	C
Y正	1F	A	46628	30067	1.551
		B	3312	6388	0.518
	2F	A	8694	25350	0.343
		B	11377	8487	1.341
		C	27821	12560	2.215
		D	23979	12562	1.909
	3F	E	11553	10605	1.089
		A	9636	14695	0.656
		B	5798	3196	1.814
		C	25049	9810	2.553
	4F	D	25015	9765	2.562
		E	5702	7479	0.762
		C	33479	10934	3.062
	5F	D	32645	13468	2.424
		E	406	5315	0.076
		C	23443	6905	3.395
	6F	D	23439	7025	3.337
		E	406	4038	0.101
Y負	1F	A	45845	30067	1.525
		B	3710	6388	0.581
	2F	A	12919	25350	0.510
		B	11377	8487	1.341
		C	27821	12560	2.215
		D	23979	12562	1.909
	3F	E	11755	10605	1.108
		A	9636	14695	0.656
		B	5798	3196	1.814
		C	25049	9810	2.553
	4F	D	25015	9765	2.562
		E	6263	7479	0.837
		C	33479	10934	3.062
	5F	D	32645	13468	2.424
		E	406	5315	0.076
		C	24027	6905	3.480
	6F	D	24019	7025	3.419
		E	406	4038	0.101
		E	406	2530	0.160

1/Ai	C	F	Eo
1	1.551	1	1.551
1	0.518	2	1.037
0.832	0.343	1.27	0.362
0.832	1.341	1	1.115
0.832	2.215	1	1.843
0.832	1.909	0.8	1.271
0.832	1.089	1	0.906
0.707	0.656	1	0.464
0.707	1.814	1	1.283
0.707	2.553	1	1.805
0.707	2.562	0.8	1.449
0.707	0.762	1	0.539
0.608	3.062	1	1.862
0.608	2.424	1	1.474
0.608	0.076	1	0.046
0.536	3.395	1	1.820
0.536	3.337	1	1.788
0.536	0.101	1	0.054
0.368	0.16	1	0.059
1	1.525	1	1.525
1	0.581	2	1.162
0.832	0.51	1.27	0.538
0.832	1.341	1	1.115
0.832	2.215	1	1.843
0.832	1.909	0.8	1.271
0.832	1.108	1	0.922
0.707	0.656	1	0.464
0.707	1.814	1	1.283
0.707	2.553	1	1.805
0.707	2.562	0.8	1.449
0.707	0.837	0.8	0.474
0.608	3.062	1	1.862
0.608	2.424	1	1.474
0.608	0.076	1	0.046
0.536	3.48	1	1.865
0.536	3.419	1	1.833
0.536	0.101	1	0.054
0.368	0.16	1	0.059

Eo	T	Z	Is
1.551	0.946	0.8	1.83
1.037	0.946	0.8	1.23
0.362	0.946	0.8	0.43
1.115	0.946	0.8	1.32
1.843	0.946	0.8	2.18
1.271	0.946	0.8	1.50
0.906	0.946	0.8	1.07
0.464	0.946	0.8	0.55
1.283	0.946	0.8	1.52
1.805	0.946	0.8	2.13
1.449	0.946	0.8	1.71
0.539	0.946	0.8	0.64
1.862	0.946	0.8	2.20
1.474	0.946	0.8	1.74
0.046	0.946	0.8	0.05
1.82	0.946	0.8	2.15
1.788	0.946	0.8	2.11
0.054	0.946	0.8	0.06
0.059	0.946	0.8	0.07
1.525	0.946	0.8	1.80
1.162	0.946	0.8	1.37
0.538	0.946	0.8	0.64
1.115	0.946	0.8	1.32
1.843	0.946	0.8	2.18
1.271	0.946	0.8	1.50
0.922	0.946	0.8	1.09
0.464	0.946	0.8	0.55
1.283	0.946	0.8	1.52
1.805	0.946	0.8	2.13
1.449	0.946	0.8	1.71
0.474	0.946	0.8	0.56
1.862	0.946	0.8	2.20
1.474	0.946	0.8	1.74
0.046	0.946	0.8	0.05
1.865	0.946	0.8	2.21
1.833	0.946	0.8	2.17
0.054	0.946	0.8	0.06
0.059	0.946	0.8	0.07

C	SD	1/Ai	C _{TU} S _D
1.551	1.000	1.000	1.55
0.518	1.000	1.000	0.52
0.343	1.000	0.832	0.29
1.341	1.000	0.832	1.12
2.215	1.000	0.832	1.84
1.909	1.000	0.832	1.59
1.089	1.000	0.832	0.91
0.656	1.000	0.707	0.46
1.814	1.000	0.707	1.28
2.553	1.000	0.707	1.81
2.562	1.000	0.707	1.81
0.762	1.000	0.707	0.54
3.062	1.000	0.608	1.86
2.424	1.000	0.608	1.47
0.076	1.000	0.608	0.05
3.395	1.000	0.536	1.82
3.337	1.000	0.536	1.79
0.101	1.000	0.536	0.05
0.160	1.000	0.368	0.06
1.525	1.000	1.000	1.52
0.581	1.000	1.000	0.58
0.510	1.000	0.832	0.42
1.341	1.000	0.832	1.12
2.215	1.000	0.832	1.84
1.909	1.000	0.832	1.59
1.108	1.000	0.832	0.92
0.656	1.000	0.707	0.46
1.814	1.000	0.707	1.28
2.553	1.000	0.707	1.81
2.562	1.000	0.707	1.81
0.837	1.000	0.707	0.59
3.062	1.000	0.608	1.86
2.424	1.000	0.608	1.47
0.076	1.000	0.608	0.05
3.480	1.000	0.536	1.87
3.419	1.000	0.536	1.83
0.101	1.000	0.536	0.05
0.160	1.000	0.368	0.06

2. 6 耐震性の判定

(1) 2次診断結果について

ゾーニングによる2次診断の結果、X方向はCゾーン、Dゾーンで判定基準を満足できなかった。
Y方向はAゾーンで判定基準を満足できなかった。Eゾーンは屋根面の剛性がとれないため、独立柱となり耐震性能を満足できなかった。
以下に結果の考察を記す。

形状指標 $S_0 = 1.00 \times 1 / F_{es}$ とした。

経年指標 現地調査結果より算出した経年指標と築年数1年につき 0.001 α 減点を考慮した結果を比較した場合、後者が低くなるため後者を採用し、 $T = 0.946$ とした。

X方向 X方向は、袖壁・腰壁を含むラーメン構造である。
診断の結果、Cゾーン 2階～5階、Dゾーン 2階～5階で判定基準 ($I_{so}=0.60, C_{T0} \cdot S_0 \geq 0.30$) を満足できなかった。

・ Aゾーン	(3階)	$I_s = 0.86$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.73$	OK	・ Dゾーン	(5階)	$I_s = 0.52$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.44$	NG
	(2階)	$I_s = 0.75$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.64$	OK		(4階)	$I_s = 0.57$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.49$	NG
	(1階)	$I_s = 2.29$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.94$	OK		(3階)	$I_s = 0.51$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.43$	NG
・ Bゾーン	(3階)	$I_s = 1.03$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.87$	OK	・ Eゾーン	(2階)	$I_s = 0.42$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.18$	NG
	(2階)	$I_s = 0.96$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.82$	OK		(6階)	$I_s = 2.62$	$C_{T0} \cdot S_0 = 2.22$	OK
	(1階)	$I_s = 1.16$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.99$	OK		(5階)	$I_s = 2.60$	$C_{T0} \cdot S_0 = 2.2$	OK
・ Cゾーン	(5階)	$I_s = 0.39$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.33$	NG	(4階)	$I_s = 2.20$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.86$	OK	
	(4階)	$I_s = 0.58$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.49$	NG	(3階)	$I_s = 1.91$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.62$	OK	
	(3階)	$I_s = 0.27$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.23$	NG	(2階)	$I_s = 2.18$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.84$	OK	
	(2階)	$I_s = 0.42$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.18$	NG					

Y方向 Y方向は1・2階の両妻面にのみ壁が取り付くラーメン構造である。中間は梁が鉄骨造の山形ラーメン架構である。
診断の結果、Aゾーン 2階～3階、Eゾーン 3階～6階で判定基準 ($I_{so}=0.60, C_{T0} \cdot S_0 \geq 0.30$) を満足できなかった。
Eゾーンについては屋根スラブによる荷重伝達が保障できないため、独立柱とした場合の結果である。屋根スラブの補強により5通り及び14通りの壁で負担が可能となるため、判定結果は参考値とする。

・ Aゾーン	(3階)	$I_s = 0.55$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.46$	NG	・ Dゾーン	(5階)	$I_s = 2.11$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.79$	OK
	(2階)	$I_s = 0.43$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.29$	NG		(4階)	$I_s = 1.74$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.47$	OK
	(1階)	$I_s = 1.80$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.53$	OK		(3階)	$I_s = 1.71$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.81$	OK
・ Bゾーン	(3階)	$I_s = 1.52$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.28$	OK	・ Eゾーン	(2階)	$I_s = 1.50$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.59$	OK
	(2階)	$I_s = 1.32$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.12$	OK		(6階)	$I_s = 0.07$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.06$	NG (参考値)
	(1階)	$I_s = 1.23$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.52$	OK		(5階)	$I_s = 0.06$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.05$	NG (参考値)
・ Cゾーン	(5階)	$I_s = 2.15$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.82$	OK	(4階)	$I_s = 0.05$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.05$	NG (参考値)	
	(4階)	$I_s = 2.20$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.86$	OK	(3階)	$I_s = 0.56$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.58$	NG (参考値)	
	(3階)	$I_s = 2.13$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.80$	OK	(2階)	$I_s = 1.07$	$C_{T0} \cdot S_0 = 0.91$	OK (参考値)	
	(2階)	$I_s = 2.18$	$C_{T0} \cdot S_0 = 1.84$	OK					

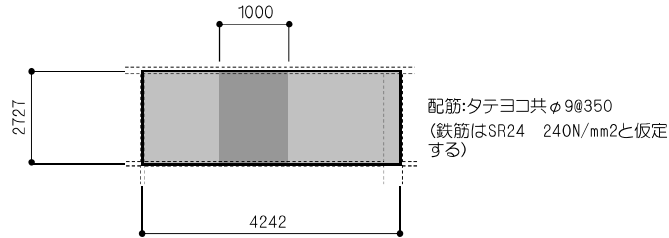
2.7 その他の検討

屋根スラブの検討

現地調査の結果、ホール全体の屋根が大きいたわんでいる為屋根の安全性の検討を行う。

- 平常時(長期荷重時)の屋根面スラブの検討。
- スラブは波板を型枠代わりとしてコンクリートの打設をおこなっている。
- 波板を支持している鉄筋はコンクリート打設時のたわみ防止用と考えられる。
- 端部支持条件はピンとし、短辺方向に2方向支持版として検討をおこなう。

•モデル



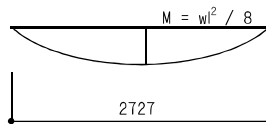
•荷重条件

固定荷重(自重)		
コンクリート	90mm	2160
シート防水		150
大波板		100
合計		2410 N/m ²

積載荷重は非歩行であると考え、0N/m²とする。

•応力算定

スラブ1m当たりの必要鉄筋量を算定する。



$$M = \frac{2.41 \times 2.727^2}{8} = 2.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$ft = 160 \text{ N/mm}^2$$

ft : 鉄筋長期引張強度

安全率: 建築基準法施行令第90条
長期許容応力度に対する材料強度
鋼材強度/1.5 = 240/1.5=160(N/mm²)

$$\text{必要鉄筋量 } at = M / ft \times j$$

$$j = \frac{\gamma}{8} \times d = \frac{\gamma}{8} \times (90 - 30) = 52.5$$

$$at = \frac{2.24 \times 10^6}{266.70 \text{ mm}^2} \times \frac{160}{52.5}$$

よって、必要な鉄筋本数は、現地調査のφ9(A=63.5mm²)より
(計算上の必要本数)

$$\frac{266.70}{63.5} = 4.20 \text{ 本} \quad (\text{安全率を考慮した場合})$$

現況スラブ配筋はφ9@350であるため、スラブ1m当たりの鉄筋量は下記となる。

$$\frac{1000}{350} = 2.86 \text{ 本} \rightarrow \text{NG} \quad (2.86 \text{本} < 4.20 \text{本となり必要本数を満足していない。})$$

※しかし、安全率を無視した場合の必要鉄筋量は下記の通りとなる。

$$at = \frac{2.24 \times 10^6}{177.80} \times \frac{160}{52.5} = 177.80$$

$$\frac{177.80}{63.5} = 2.80 \text{ 本} \rightarrow \text{OK} \quad (2.80 \text{本} < 2.86 \text{本})$$

*安全率を無視した場合は、必要鉄筋量を満足している。

考察)

屋根スラブ面は、建築基準法で必要な鉄筋量の2/3程度しか配筋されていないが、安全率(地震、積雪、台風等に対する荷重等)を無視した場合は、ぎりぎり自重に対しての必要鉄筋量を満足している。屋根面のたわみについても実測の結果40mm以上あり、1/68と現行の基準値1/250を大きく超えているが、進行度は計測できていない。しかし、福岡西方沖地震(八幡東区震度4程度)にも耐えており現行基準では算定できない波板等(型枠)もあるが、本来であれば、建築基準法に定められた安全率1.5(地震・積雪・台風等による荷重)や維持補修に対しての荷重を考慮し屋根面の安全性を確保しなければならないが、現状はそれらの荷重に対し満足していない。以上より、早急な対応が必要と判断する。