

技術資料 Vol.2

震度法による配水施設の耐震性能照査 及び補強検討



株式会社クリアテック

東京都千代田区西神田 2 丁目 5-8 共和 15 番館 6 階

TEL:03-6268-9108 / FAX:03-6268-9109

<http://www.createc-jp.com/>

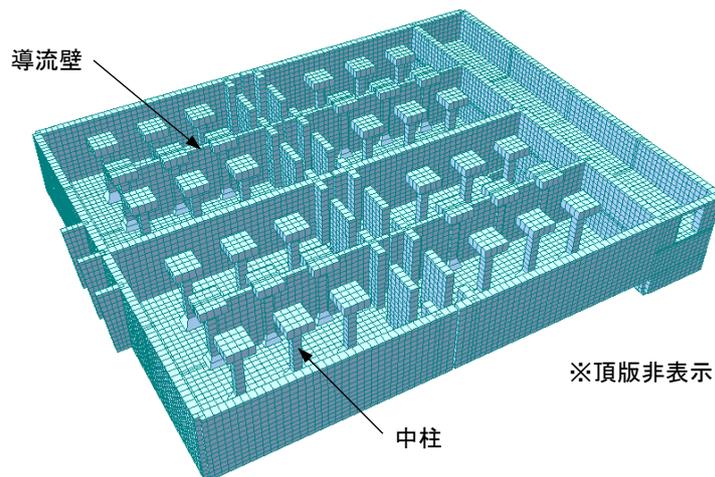
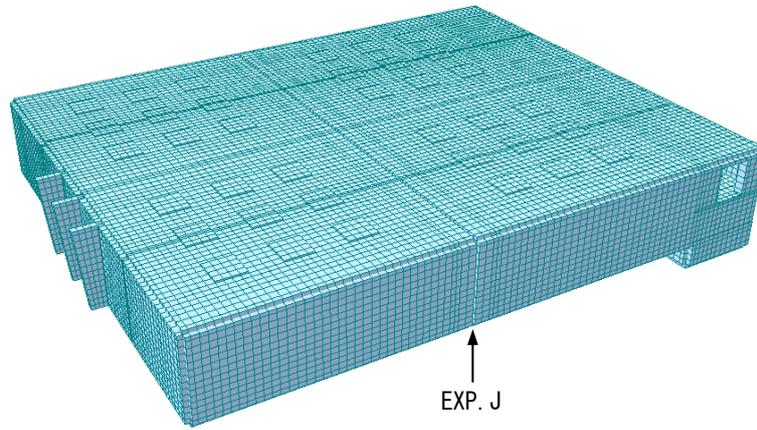
震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討

解析種別	3次元静的線形解析
キーワード	配水池、震度法、構造物特性係数、耐震照査
解析の目的	地表面近傍に建設された池状構造物（ランクA1）について、震度法によりL1地震時およびL2地震時における要求性能を満足するかを照査し、満足しない場合には適切な耐震補強方法を検討する。
解析の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時荷重および地震時の主働土圧、内容水による静水圧および動水圧、慣性力を長辺方向および短辺方向に載荷した際の断面力を算出し、部位、部材ごとに抽出する。 ・ L1では許容応力度照査を行い、L2では曲げ耐力およびせん断耐力による照査を行う。 ・ 照査の結果、要求性能を満足しない部位の補強を検討する。
検討の流れ	<pre> graph TD A[構造諸元（寸法、配筋等）の整理] --> B[解析モデルの作成] B --> C[常時荷重の設定] C --> D[L1地震時荷重の設定] C --> E[L2地震時荷重の設定] F[構造特性係数の設定] --> E D --> G[構造解析の実施] E --> H[構造解析の実施] G --> I[断面力の抽出・整理] H --> J[断面力の抽出・整理] I --> K[許容応力度照査] J --> L[部材耐力照査] L --> M[ジョイント部変形量照査] K --> N[NG箇所] M --> N N --> O[NG箇所の補強検討] </pre>
関連資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 社団法人日本水道協会
担当者の所見	<ul style="list-style-type: none"> ・ L2地震時には部材の非線形変形性を考慮した構造物特性係数により設計水平震度を低減するため、ジョイント部の変形量照査時には注意が必要である。 ・ 構造物特性係数は既定値を用いる場合と2次元非線形静的解析（プッシュオーバー解析）により設定する場合がある。 ・ 壁要素では応力集中により局所的に断面力が大きくなる場合があるが、照査時には壁部材として工学的に判断する。 ・ 頂版、底板、側壁等の板部材は、厚さが一様であっても位置により配筋が異なるため、同じ配筋を有するブロックに分け、ブロックごとに照査すると作業の効率化が図れる。 ・ 形状が対称でない場合、満水、空水のパターンや加震方向により荷重ケースが多くなる。

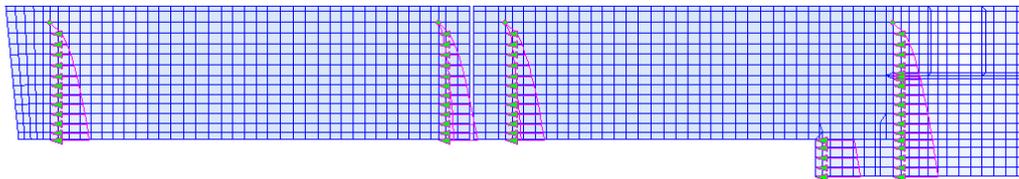
震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討

検討モデル

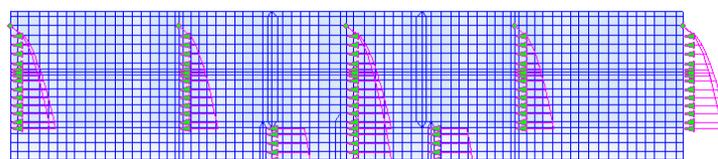
- ・ 配水池容積：約 12000m³
- ・ 底面及び受働側に地盤ばねを設定
- ・ 圧縮専用要素によるエクспанションジョイントの設定
- ・ 自由液面を有する矩形水槽のためウエスターガードの補正式による動水圧を設定



X方向動水圧

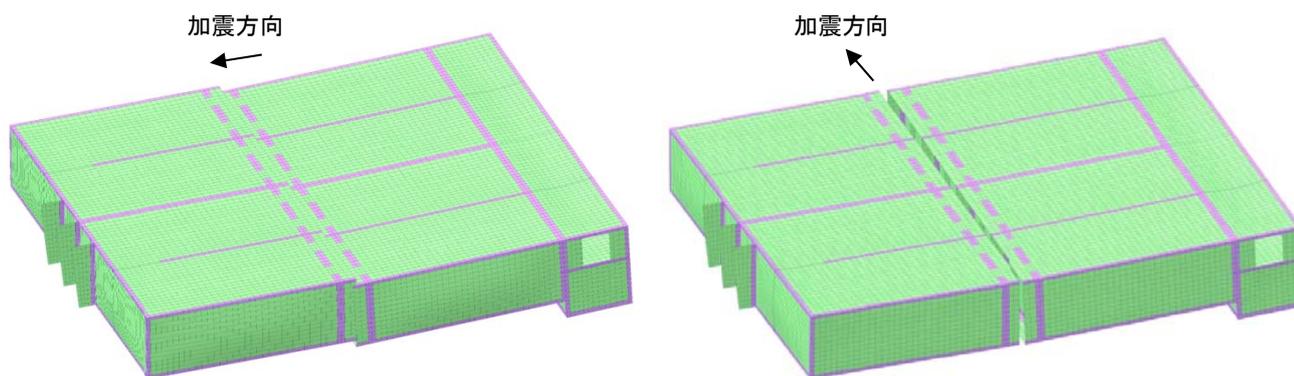


Y方向動水圧

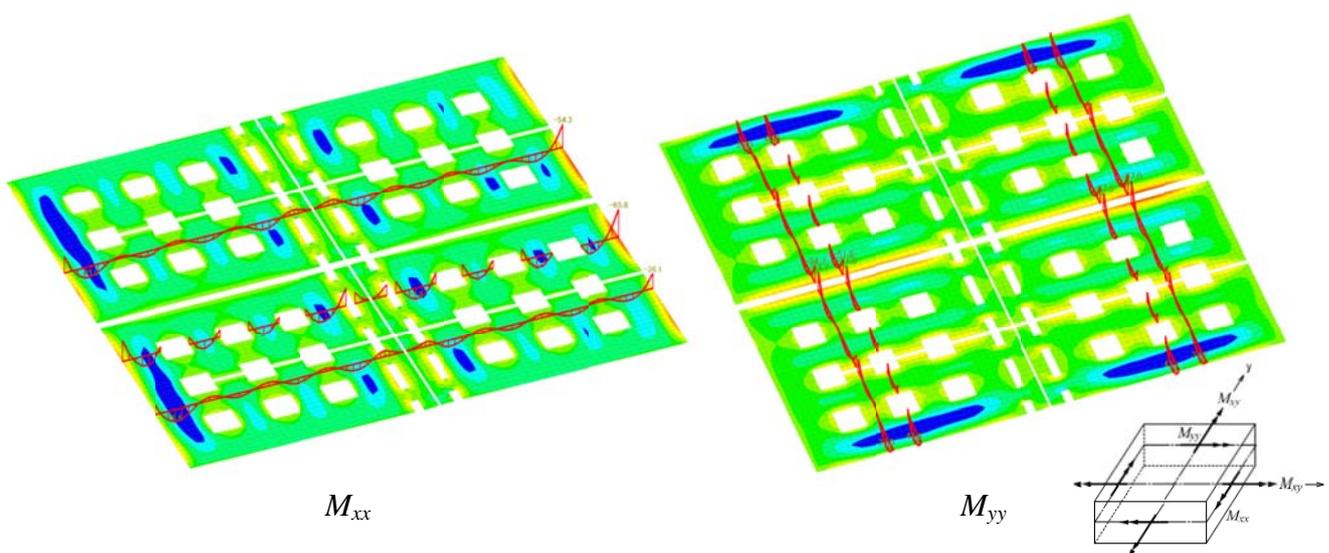


載荷荷重例

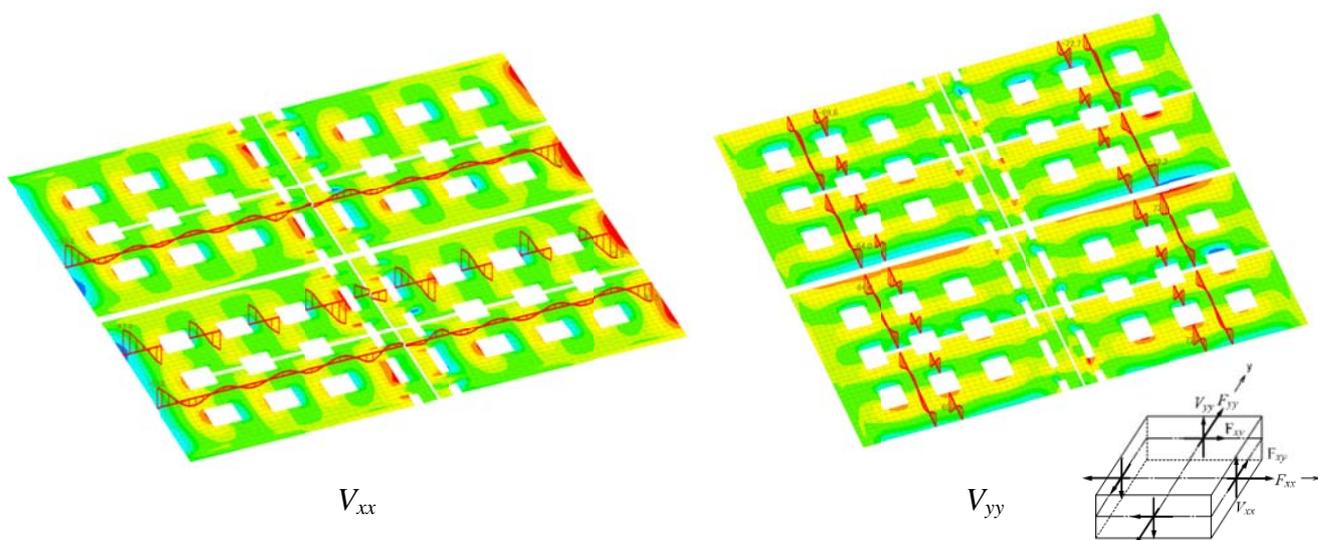
震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討



変形出力例



頂版モーメント(コンターおよび切断面におけるモーメント図)



頂版せん断力(コンターおよび切断面におけるせん断力図)

震度法による配水施設の耐震性能照査及び補強検討

部材の L1 地震時応力度照査出力例

				レベル1				発生断面力			発生応力度			許容応力度判定			応力比			
				+XL1	-XL1	+YL1	最大	軸力 (kN)	せん断 (kN)	曲げ (kN*m)	$\sigma_c(N/mm^2)$	$\sigma_s(N/mm^2)$	$\tau_m(N/mm^2)$	$\sigma_{ca}=12$	$\sigma_{sa}=240$	$\tau_a=0.6375$	σ_c/σ_{ca}	σ_s/σ_{sa}	τ/τ_a	
頂版	長辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	26.1	25.8	26.0	26.1	0.00	0.00	26.10	0.74	20.13	0.000	○	○	-	0.06	0.08	-
			負側(上側引張)	-63.8	-65.8	-64.2	-65.8	0.00	0.00	-65.80	2.24	57.05	0.000	○	○	-	0.19	0.24	-	
			V(kN/m)	正側	70.9	72.5	71.5	72.5	0.00	72.50	0.00	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27
		負側	-66.2	-67.3	-72.2	-72.2	0.00	-72.20	0.00	0.00	0.00	0.170	-	-	○	-	-	-	0.27	
		柱間	M(kNm/m)	正側(下側引張)	22.9	28.6	30.8	30.8	0.00	0.00	30.80	0.97	31.61	0.000	○	○	-	0.08	0.13	-
			負側(上側引張)	-53.8	-54.3	-54.5	-54.5	0.00	0.00	-54.50	2.06	62.85	0.000	○	○	-	0.17	0.26	-	
	V(kN/m)		正側	63.1	63.7	64.2	64.2	0.00	64.20	0.00	0.00	0.00	0.151	-	-	○	-	-	0.24	
	負側	-57.4	-58.2	-54.9	-58.2	0.00	-58.20	0.00	0.00	0.00	0.137	-	-	○	-	-	-	0.21		
	短辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	43.1	42.1	34.3	43.1	0.00	0.00	43.10	1.22	33.23	0.000	○	○	-	0.10	0.14	-
			負側(上側引張)	-58.3	-52.5	-61.2	-61.2	0.00	0.00	-61.20	2.09	53.06	0.000	○	○	-	0.17	0.22	-	
			V(kN/m)	正側	70.1	72.6	66.5	72.6	0.00	72.60	0.00	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27
		負側	-70.1	-72.7	-69.8	-72.7	0.00	-72.70	0.00	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27		
柱間		M(kNm/m)	正側(下側引張)	38.9	37.7	31.1	38.9	0.00	0.00	38.90	1.22	39.92	0.000	○	○	-	0.10	0.17	-	
		負側(上側引張)	-68.5	-67.0	-71.2	-71.2	0.00	0.00	-71.20	2.69	82.11	0.000	○	○	-	0.22	0.34	-		
	V(kN/m)	正側	72.6	72.2	74.4	74.4	0.00	74.40	0.00	0.00	0.00	0.175	-	-	○	-	-	0.27		
負側	-72.6	-72.2	-70.9	-72.6	0.00	-72.60	0.00	0.00	0.00	0.171	-	-	○	-	-	0.27				
底板	長辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	105.5	124.3	110.6	124.3	0.00	0.00	124.30	2.04	55.64	0.000	○	○	-	0.17	0.23	-
			負側(上側引張)	-55.5	-57.4	-45.8	-57.4	0.00	0.00	-57.40	0.94	25.69	0.000	○	○	-	0.08	0.11	-	
			V(kN/m)	正側	131.7	127.6	116.6	131.7	0.00	131.70	0.00	0.00	0.00	0.211	-	-	○	-	-	0.33
		負側	-129.9	-142.9	-131.7	-142.9	0.00	-142.90	0.00	0.00	0.00	0.229	-	-	○	-	-	0.36		
		柱間	M(kNm/m)	正側(下側引張)	70.0	37.8	45.7	70.0	0.00	0.00	70.00	1.26	40.46	0.000	○	○	-	0.10	0.17	-
			負側(上側引張)	-38.0	-58.5	-50.7	-58.5	0.00	0.00	-58.50	1.05	33.81	0.000	○	○	-	0.09	0.14	-	
	V(kN/m)		正側	72.7	79.6	83.5	83.5	0.00	83.50	0.00	0.00	0.00	0.134	-	-	○	-	-	0.21	
	負側	-56.4	-49.5	-54.8	-56.4	0.00	-56.40	0.00	0.00	0.00	0.090	-	-	○	-	-	0.14			
	短辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	139.8	118.0	156.2	156.2	0.00	0.00	156.20	2.56	69.91	0.000	○	○	-	0.21	0.29	-
			負側(上側引張)	-71.3	-75.7	-74.6	-75.7	0.00	0.00	-75.70	1.24	33.88	0.000	○	○	-	0.10	0.14	-	
			V(kN/m)	正側	161.2	133.9	164.0	164.0	0.00	164.00	0.00	0.00	0.00	0.262	-	-	○	-	-	0.41
		負側	-161.2	-134.0	-123.5	-161.2	0.00	-161.20	0.00	0.00	0.00	0.258	-	-	○	-	-	0.40		
柱間		M(kNm/m)	正側(下側引張)	131.7	109.0	148.2	148.2	0.00	0.00	148.20	2.67	85.66	0.000	○	○	-	0.22	0.36	-	
		負側(上側引張)	-68.6	-66.6	-70.0	-70.0	0.00	0.00	-70.00	1.26	40.46	0.000	○	○	-	0.10	0.17	-		
	V(kN/m)	正側	123.3	107.9	123.1	123.3	0.00	123.30	0.00	0.00	0.00	0.197	-	-	○	-	-	0.31		
負側	-123.3	-107.9	-103.6	-123.3	0.00	-123.30	0.00	0.00	0.00	0.197	-	-	○	-	-	0.31				

部材の L2 地震時耐力照査出力例

				レベル2				発生断面力			コンクリートのみの設計せん断耐力		せん断筋による設計せん断耐力		設計耐力			耐力比	
				+XL2	-XL2	+YL2	最大	軸力 (kN)	せん断 (kN)	曲げ (kN*m)	Vcd(kN)	Vsd(kN)	Vyd(kN)	せん断耐力判定	Mu(kN*m)	曲げ耐力判定	M/Mu	V/Vyd	
頂版	長辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	29.5	29.9	26.8	29.9	0.00	0.00	29.90	192.95	99.78	-	-	434.41	○	0.07	-
			負側(上側引張)	-64.0	-69.6	-68.9	-69.6	0.00	0.00	-69.60	184.21	89.28	-	-	-365.98	○	0.19	-	
			V(kN/m)	正側	70.9	75.2	71.1	75.2	0.00	75.20	0.00	184.21	89.28	273.49	○	-	-	-	-
		負側	-74.3	-70.9	-86.3	-86.3	0.00	-86.30	0.00	184.21	89.28	273.49	○	-	-	-	-	-	0.32
		柱間	M(kNm/m)	正側(下側引張)	19.1	25.0	37.0	37.0	0.00	0.00	37.00	174.53	99.78	-	-	333.82	○	0.11	-
			負側(上側引張)	-56.6	-68.3	-63.2	-68.3	0.00	0.00	-68.30	166.63	89.28	-	-	-280.14	○	0.24	-	
	V(kN/m)		正側	62.9	64.9	68.6	68.6	0.00	68.60	0.00	166.63	89.28	255.91	○	-	-	-	-	0.27
	負側	-60.4	-72.3	-78.2	-78.2	0.00	-78.20	0.00	166.63	89.28	255.91	○	-	-	-	-	-	0.31	
	短辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	45.8	44.5	49.7	49.7	0.00	0.00	49.70	192.95	99.78	-	-	434.41	○	0.11	-
			負側(上側引張)	-65.6	-56.7	-111.6	-111.6	0.00	0.00	-111.60	184.21	89.28	-	-	-365.98	○	0.30	-	
			V(kN/m)	正側	75.6	82.9	89.4	89.4	0.00	89.40	0.00	184.21	89.28	273.49	○	-	-	-	-
		負側	-75.6	-82.9	-88.4	-88.4	0.00	-88.40	0.00	184.21	89.28	273.49	○	-	-	-	-	-	0.32
柱間		M(kNm/m)	正側(下側引張)	42.2	38.6	38.6	42.2	0.00	0.00	42.20	174.53	99.78	-	-	333.82	○	0.13	-	
		負側(上側引張)	-69.9	-64.8	-116.4	-116.4	0.00	0.00	-116.40	166.63	89.28	-	-	-280.14	○	0.42	-		
	V(kN/m)	正側	72.8	71.5	78.7	78.7	0.00	78.70	0.00	166.63	89.28	255.91	○	-	-	-	-	0.31	
負側	-72.8	-71.5	-91.8	-91.8	0.00	-91.80	0.00	166.63	89.28	255.91	○	-	-	-	-	-	0.36		
底板	長辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	101.0	156.5	90.8	156.5	0.00	0.00	156.50	236.63	131.29	-	-	705.74	○	0.22	-
			負側(上側引張)	-90.0	-88.4	-44.5	-90.0	0.00	0.00	-90.00	236.63	131.29	-	-	-705.74	○	0.13	-	
			V(kN/m)	正側	189.4	170.1	114.3	189.4	0.00	189.40	0.00	236.63	131.29	367.93	○	-	-	-	-
		負側	-171.8	-192.1	-114.1	-192.1	0.00	-192.10	0.00	236.63	131.29	367.93	○	-	-	-	-	-	0.52
		柱間	M(kNm/m)	正側(下側引張)	182.5	50.2	90.5	182.5	0.00	0.00	182.50	216.32	131.29	-	-	548.69	○	0.33	-
			負側(上側引張)	-62.9	-74.3	-65.9	-74.3	0.00	0.00	-74.30	216.32	131.29	-	-	-548.69	○	0.14	-	
	V(kN/m)		正側	80.5	106.1	118.8	118.8	0.00	118.80	0.00	216.32	131.29	347.61	○	-	-	-	-	0.34
	負側	-84.2	-50.0	-111.7	-111.7	0.00	-111.70	0.00	216.32	131.29	347.61	○	-	-	-	-	-	0.32	
	短辺	柱列	M(kNm/m)	正側(下側引張)	208.5	141.7	272.4	272.4	0.00	0.00	272.40	236.63	131.29	-	-	705.74	○	0.39	-
			負側(上側引張)	-91.3	-83.0	-91.1	-91.3	0.00	0.00	-91.30	236.63	131.29	-	-	-705.74	○	0.13	-	
			V(kN/m)	正側	219.0	156.1	249.4	249.4	0.00	249.40	0.00	236.63	131.29	367.93	○	-	-	-	-
		負側	-219.0	-156.0	-124.5	-219.0	0.00	-219.00	0.00	236.63	131.29	367.93	○	-	-	-	-	-	0.60
柱間		M(kNm/m)	正側(下側引張)	172.1	90.3	219.0	219.0	0.00	0.00	219.00	216.32	131.29	-	-	548.69	○	0.40	-	
		負側(上側引張)	-72.3	-66.5	-86.6	-86.6	0.00	0.00	-86.60	216.32	131.29	-	-	-548.69	○	0.16	-		
	V(kN/m)	正側	150.5	94.0	151.3	151.3	0.00	151.30	0.00	216.32	131.29	347.61	○	-	-	-	-	0.44	
負側	-150.5	-93.9	-132.0	-150.5	0.00	-150.50	0.00	216.32	131.29	347.61	○	-	-	-	-	-	0.43		