

南側基礎

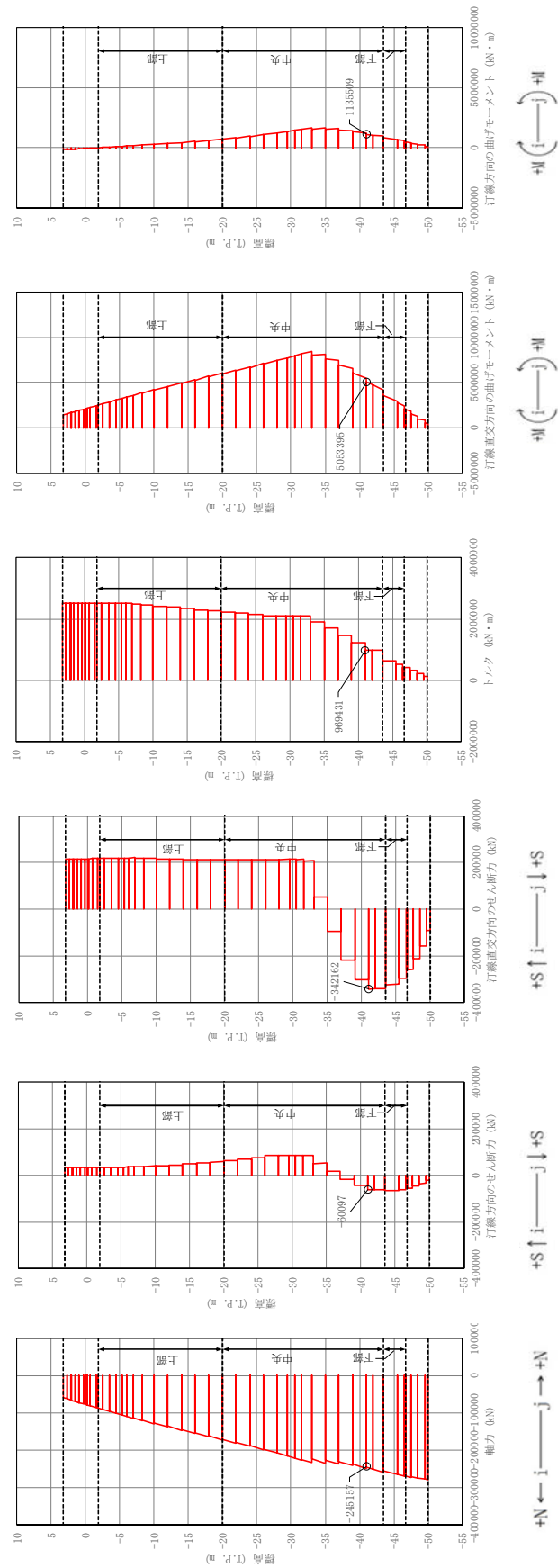


図 5.2-10 (14) 地中連続壁基礎においてせん断力照査結果が最も厳しい断面力

③-③断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，南-中央，地盤バネ 4)

北側基礎

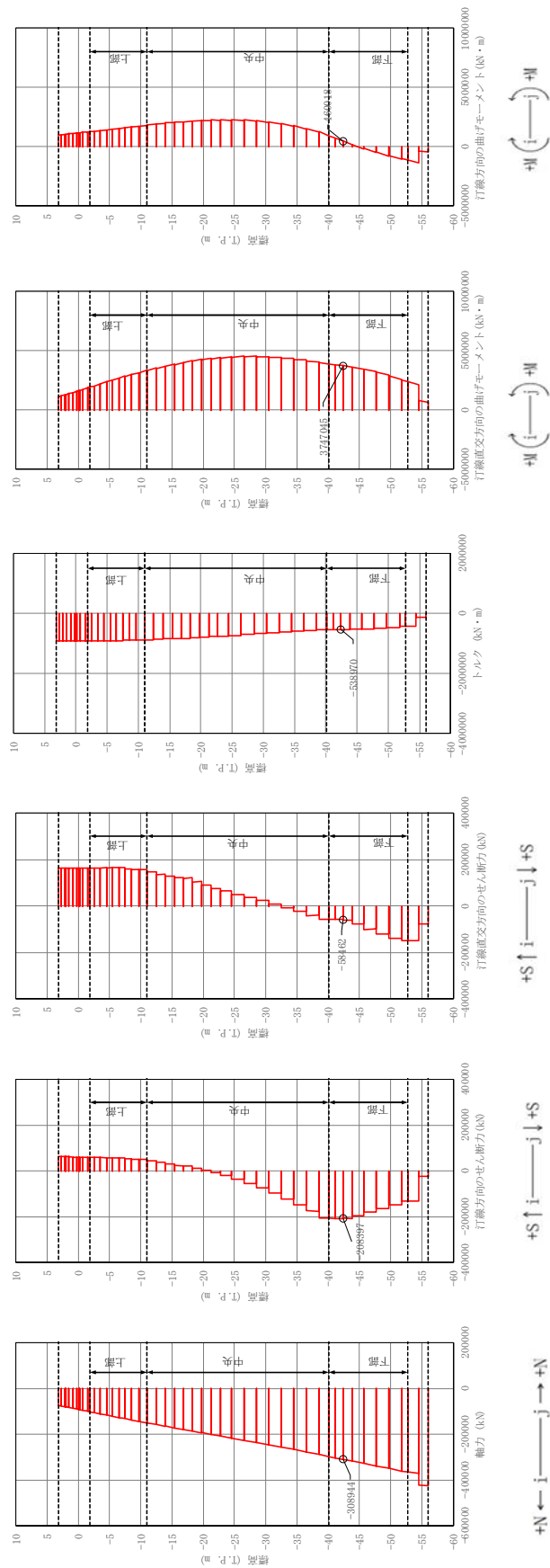


図 5.2-10 (15) 地中連続壁基礎においてせん断力照査結果が最も厳しい断面力

①-①断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，北-下部，地盤バネ 5)

南側基礎

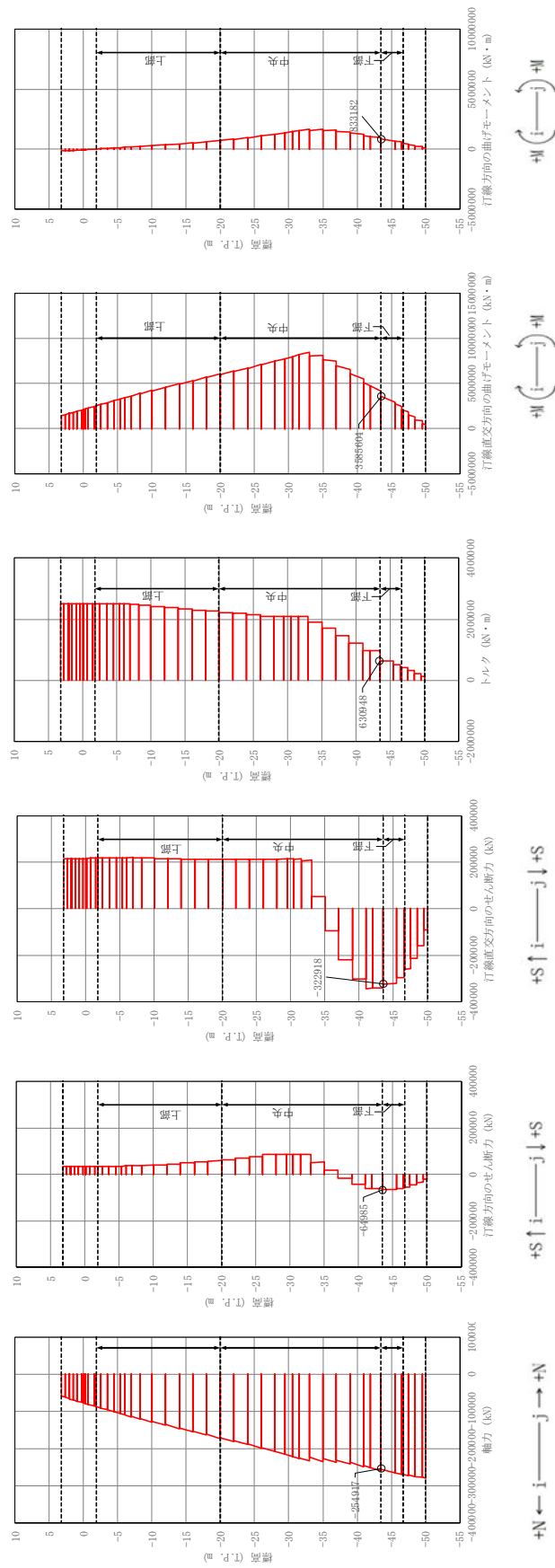


図 5.2-10 (16) 地中連続壁基礎においてせん断力照査結果が最も厳しい断面力

③-③断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，南-下部，地盤バネ 4)

(3) 概略配筋図

各部材の評価結果で決定された配筋を図 5.2-11 及び図 5.2-12 に、断面諸元一覧を表 5.2-9 及び表 5.2-10 に示す。

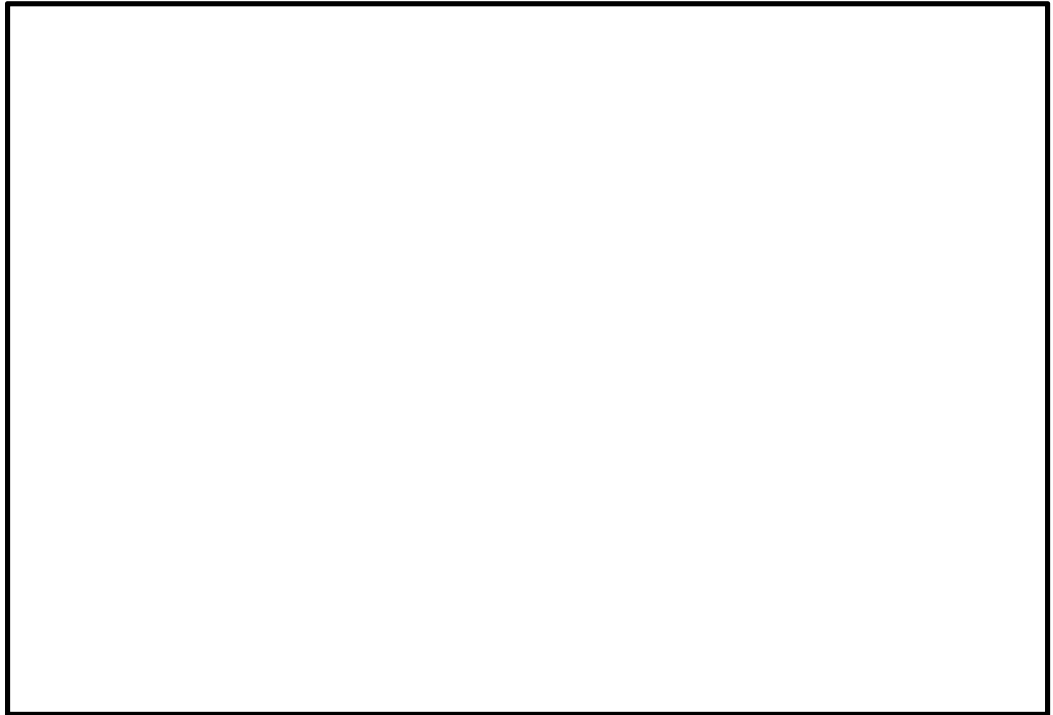


図 5.2-11 (1) 北基礎上部配筋要領図

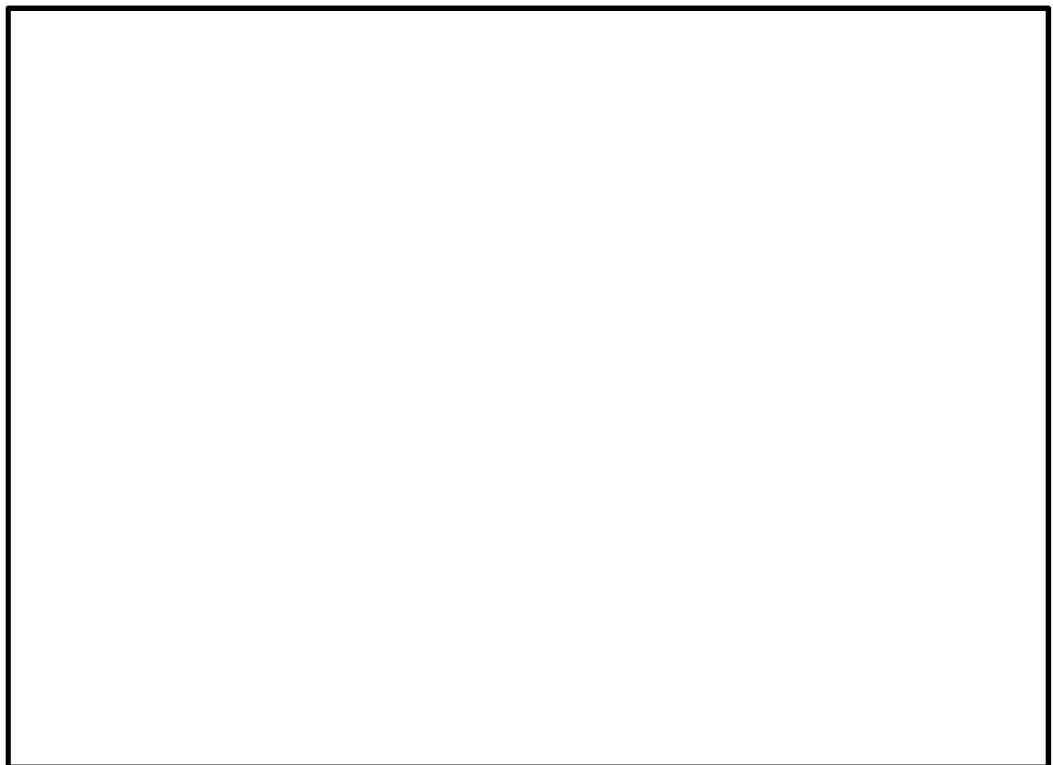


図 5.2-11 (2) 北基礎中央配筋要領図

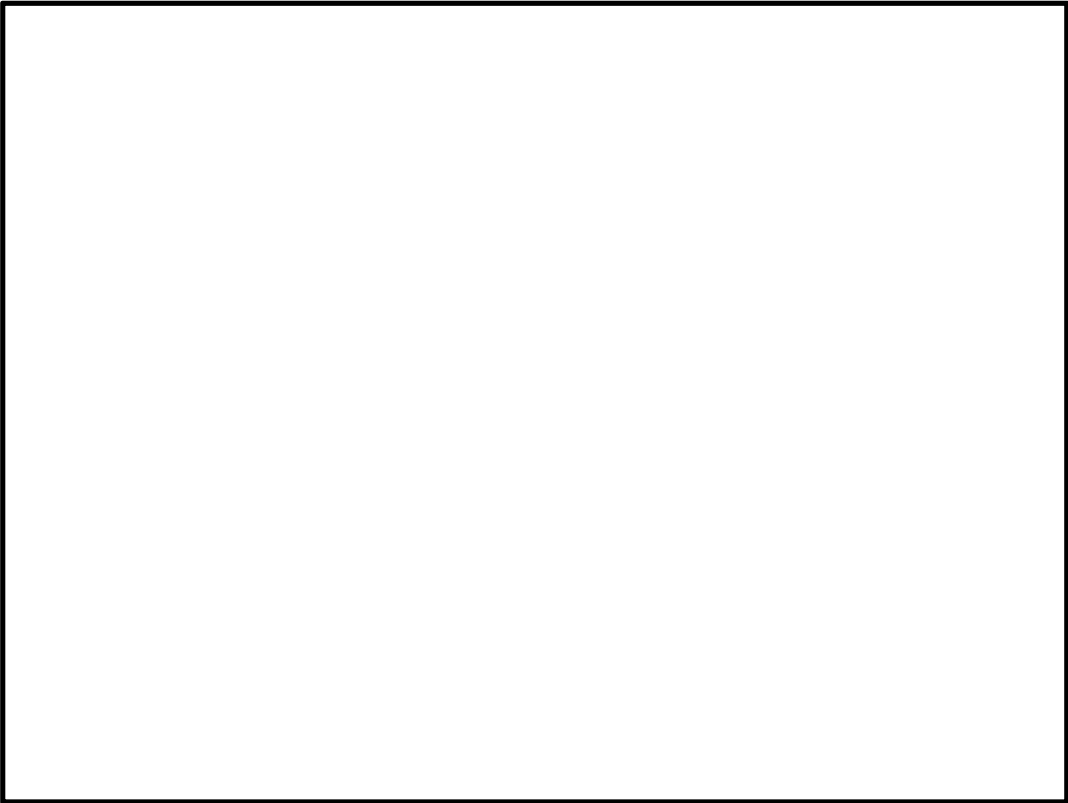


図 5.2－11 (3) 北基礎下部配筋要領図

表 5.2－9 断面諸元一覧（北側基礎）

評価部位	断面性状		部位	評価位置	主鉄筋						せん断補強筋				
	部材幅 b (m)	部材高 h (m)			鉄筋径 (mm)	間隔 (cm)	段数	箇所	1基当 り本数	断面積 Λ_s (cm ²)	鉄筋径 (mm)	本数	箇所	断面積 Λ_w (cm ²)	間隔 (cm)
地中連続壁 基礎	15.5	15.5	地中連続壁 (h=2.4m×2 =4.8m)	上部 ～下部	D51	15	2	2	696	14107.9	D38	2	2	45.6	30
			中実鉄筋 コンクリート (h=10.7m)	上部	D51	15	5	2	1300	26351.0	D38	5	2	114.0	30
				中央	D51	15	3	2	804	16297.1	D38 (帯鉄筋)	3	2	68.4	30
				下部	D51	15	2	2	544	11026.9	D38 (スターラップ)	14	1	159.6	30
											D38 (帯鉄筋)	2	2	45.6	30
											D38 (スターラップ)	16	1	182.4	30

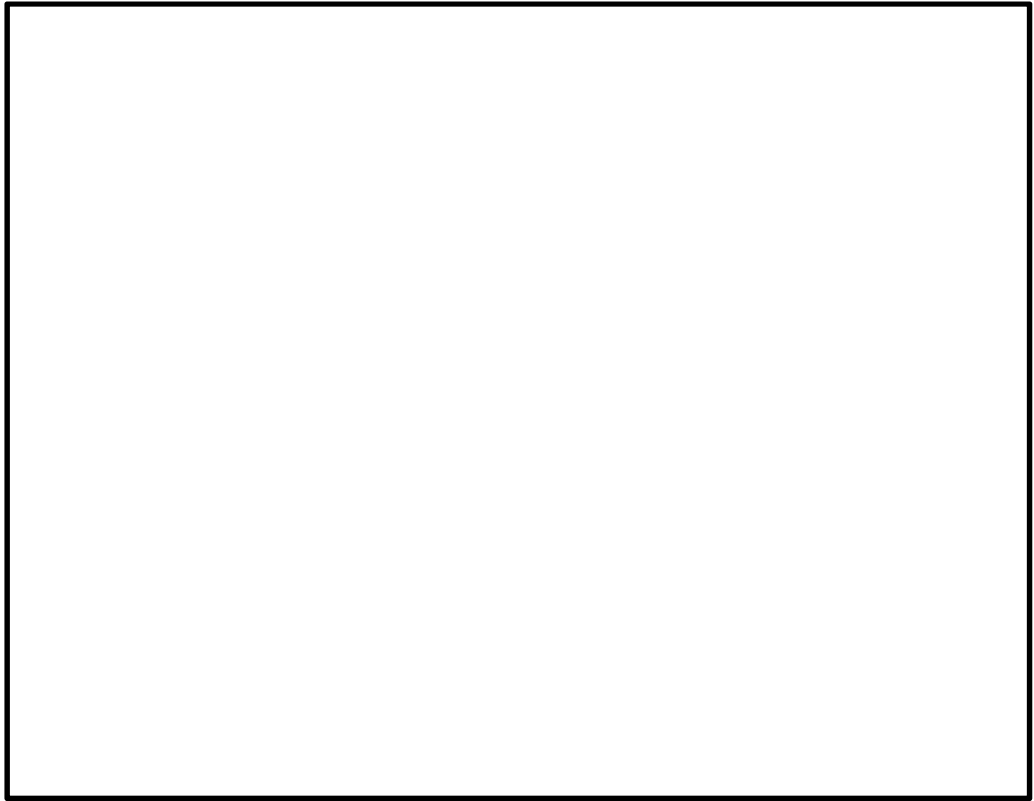


図 5.2-12 (1) 南基礎上部配筋要領図

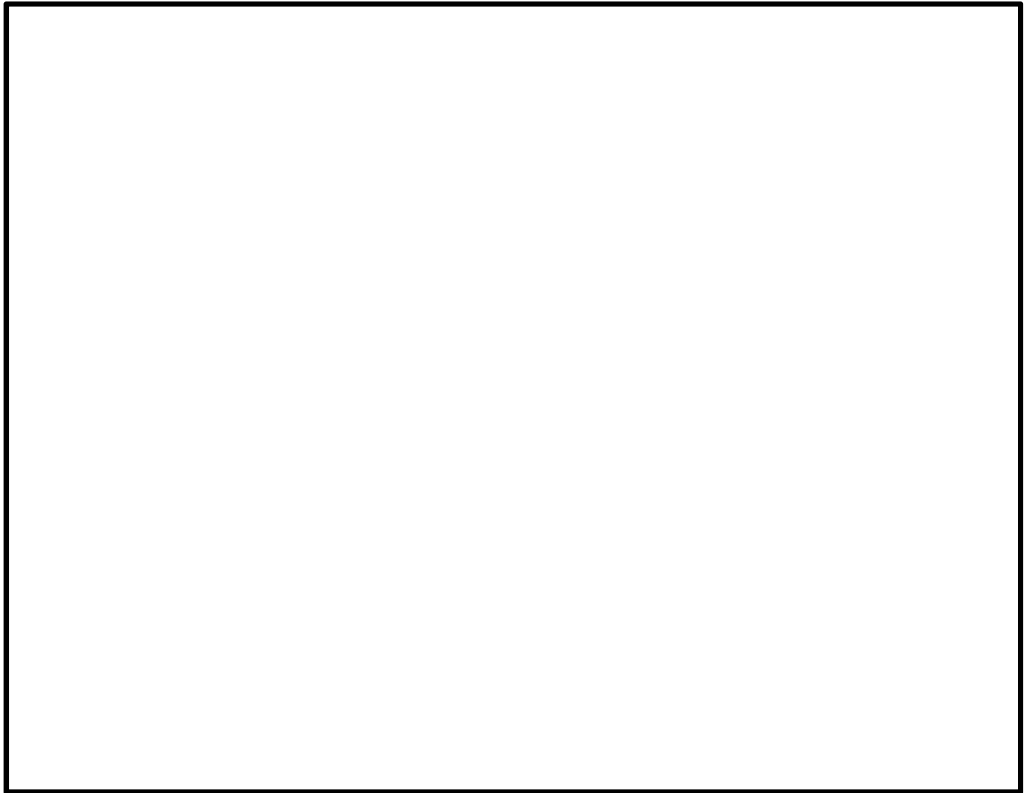


図 5.2-12 (2) 南基礎中央配筋要領図

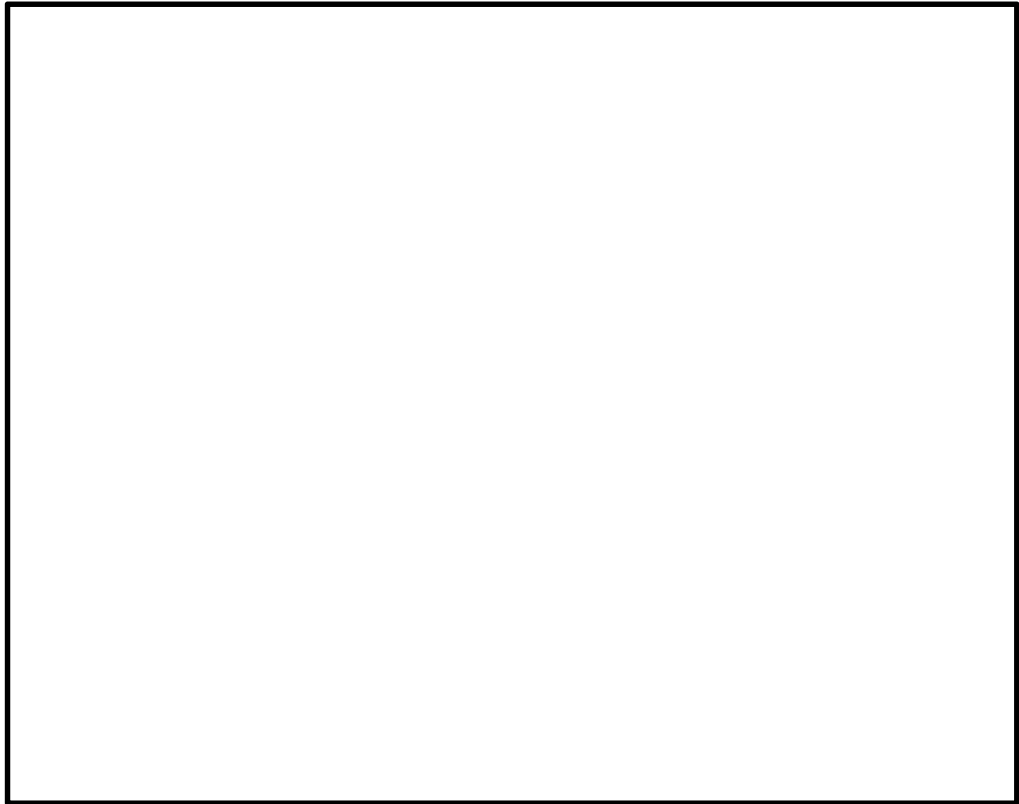


図 5.2－12 (3) 南基礎下部配筋要領図

表 5.2－10 断面諸元一覧（南側基礎）

評価部位	断面性状		部位	評価位置	主鉄筋						せん断補強筋				
	部材幅 b (m)	部材高 h (m)			鉄筋径 (mm)	間隔 (cm)	段数	箇所	1基当 り本数	断面積 A _s (cm ²)	鉄筋径 (mm)	本数	箇所	断面積 A _w (cm ²)	間隔 (cm)
地中連続壁 基礎	15.5	15.5	地中連続壁 (h=2.4m×2 =4.8m)	上部 ～下部	D51	15	2	2	696	14107.9	D38	2	2	45.6	30
				上部	D51	15	5	2	1300	26351.0	D38	5	2	114.0	30
			中実鉄筋 コンクリート (h=10.7m)	中央	D51	15	15	2	3300	66891.0	D38	15	2	342.0	30
				下部	D51	15	2	2	544	11026.9	D38 (帯鉄筋)	2	2	45.6	30
											D38 (スターラップ)	16	1	182.4	30

5.2.3 地中連続壁基礎と中実鉄筋コンクリートの一体化に対する評価結果

ジベル鉄筋の配置及びせん断力の照査結果を表 5.2-11 に示す。ジベル鉄筋の仕様及び配置図を図 5.2-13 に示す。

ジベル鉄筋の発生せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 5.2-11 ジベル鉄筋の配置及びせん断力の照査結果

評価部位		ジベル鉄筋配置		発生せん断力 (kN/m)	短期許容 せん断力 (kN/m)	照査値*
		水平方向	鉛直方向			
南基礎	上部	D29@300	D29@150	141755	149163	0.96
	中央	D29@150	D29@150	148669	224821	0.67
	下部	D29@300	D29@150	70206	116902	0.61
北基礎	上部	D29@300	D29@150	50457	82243	0.62
	中央	D29@150	D29@150	151825	299029	0.51
	下部	D29@300	D29@150	75000	87127	0.87

注記 *：照査値は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の独立載荷による最大断面力に対する組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）により算定

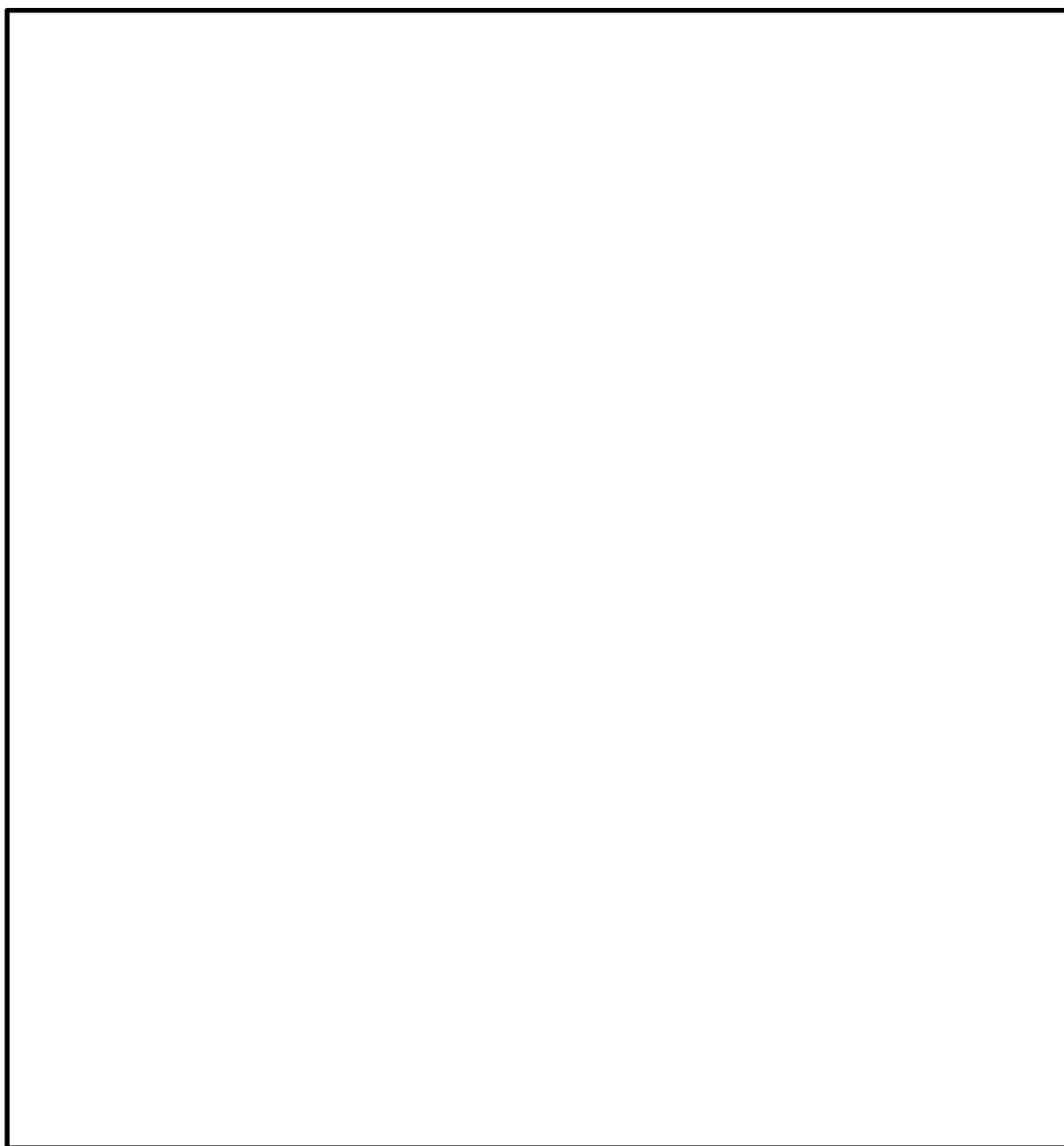


図 5.2-13 (1) ジベル鉄筋の仕様及び配置図（南基礎上部・北基礎上部）

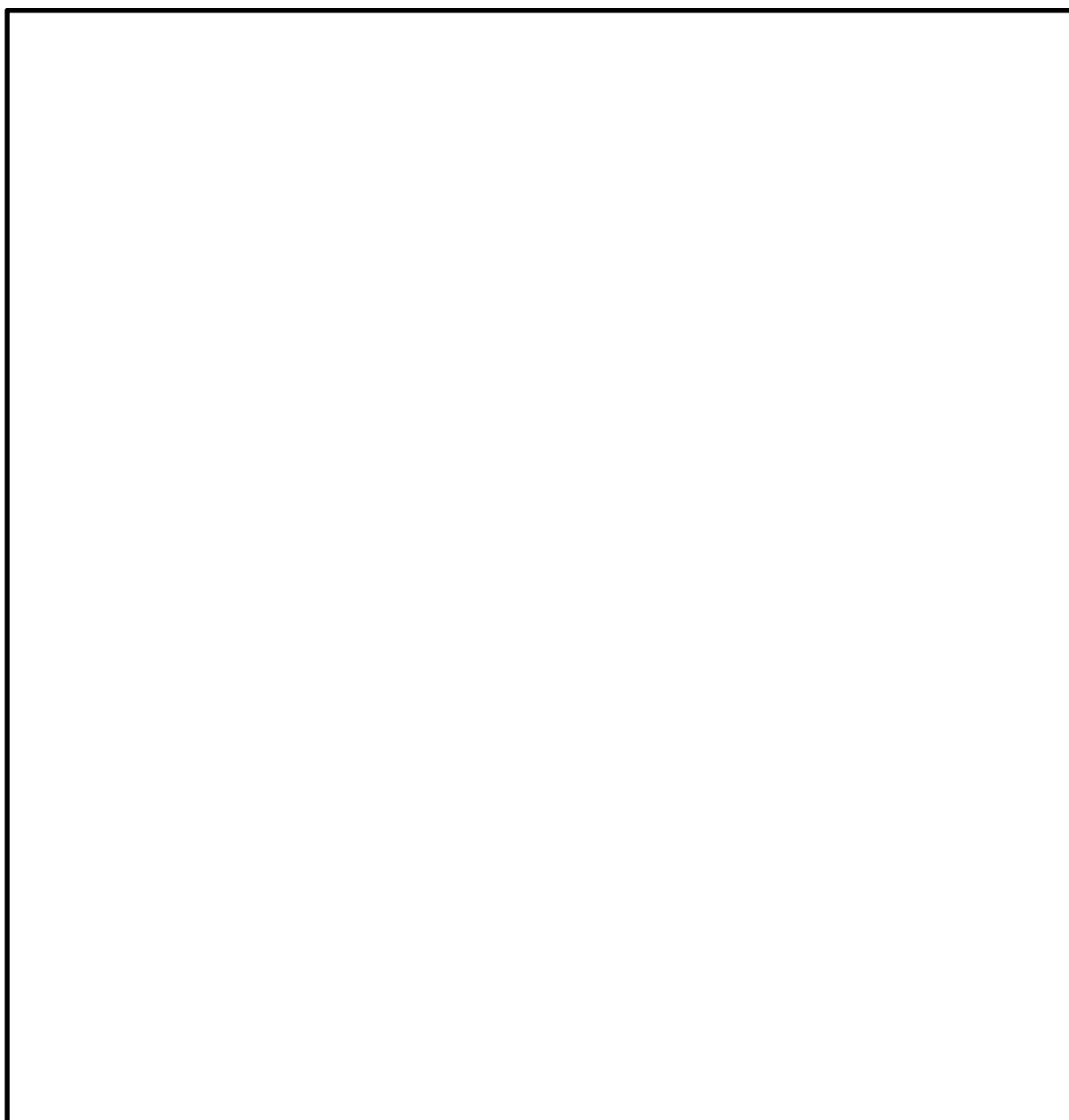


図 5.2-13 (2) ジベル鉄筋の仕様及び配置図 (南基礎中央)

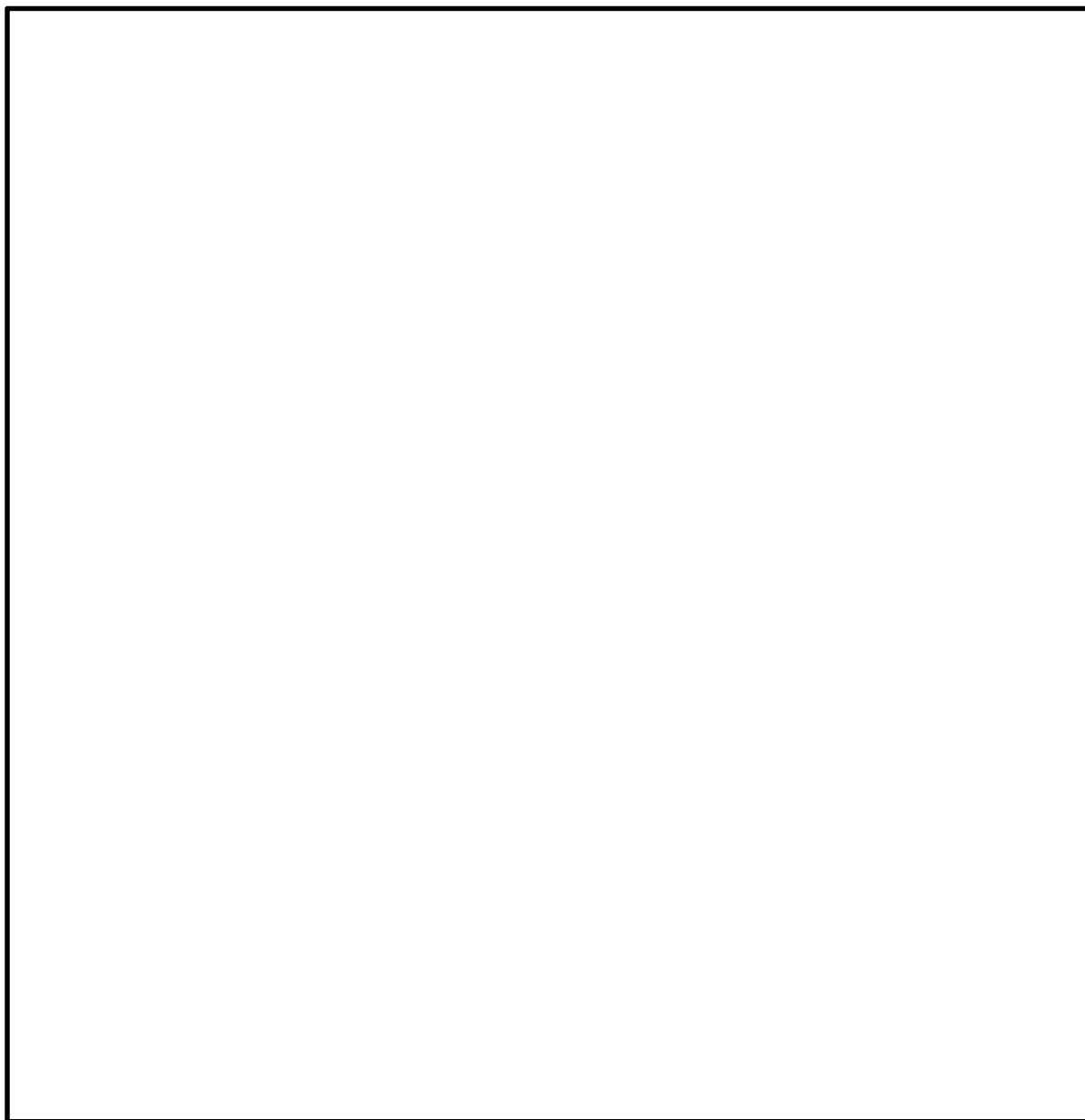


図 5.2-13 (3) ジベル鉄筋の仕様及び配置図 (北基礎中央)

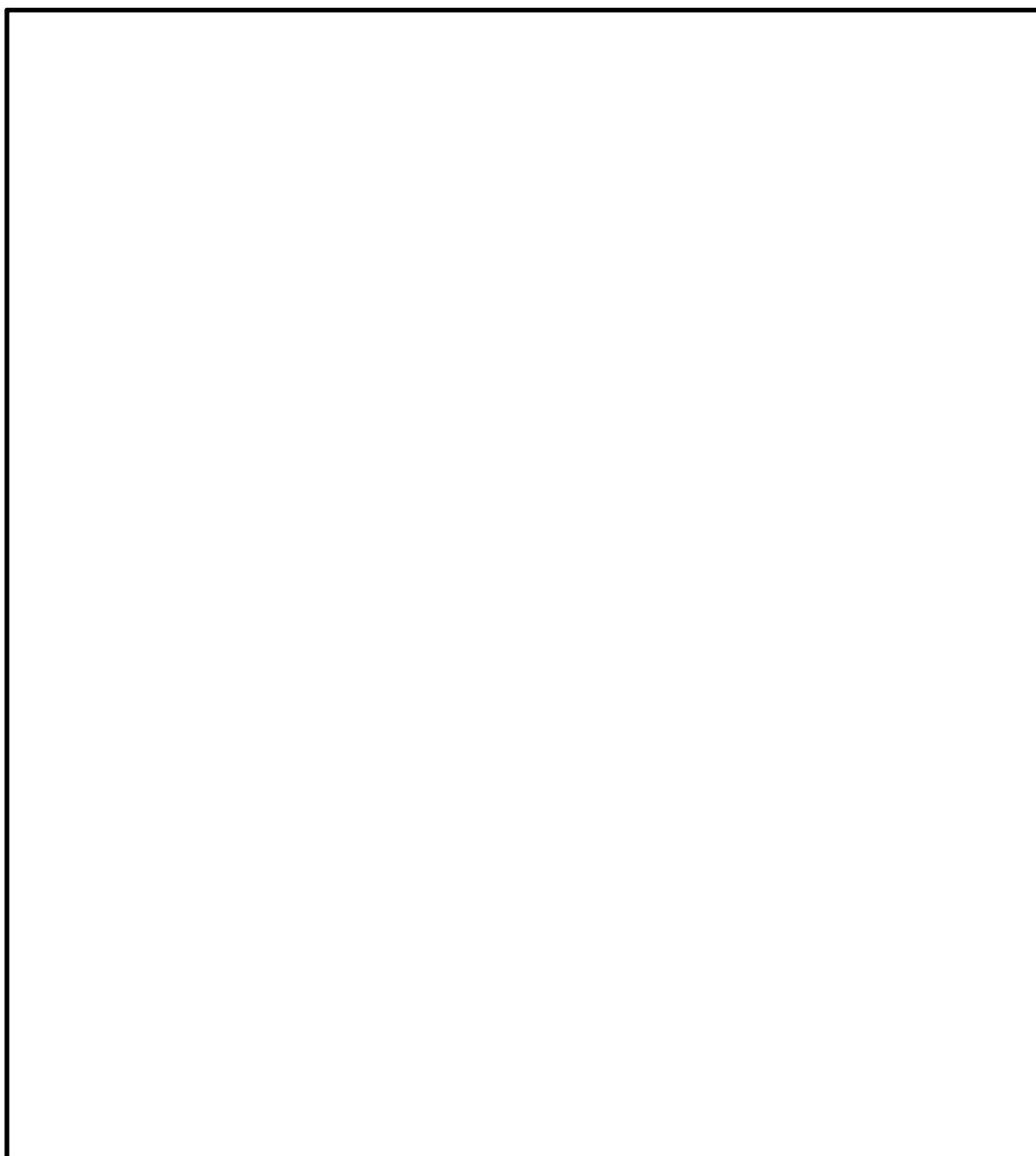


図 5.2-13 (4) ジベル鉄筋の仕様及び配置図（南基礎下部・北基礎下部）

5.2.4 鋼製防護壁（上部構造）

（1）部材断面諸元

鋼製防護壁の板厚構成図を図 5.2-14 に示す。

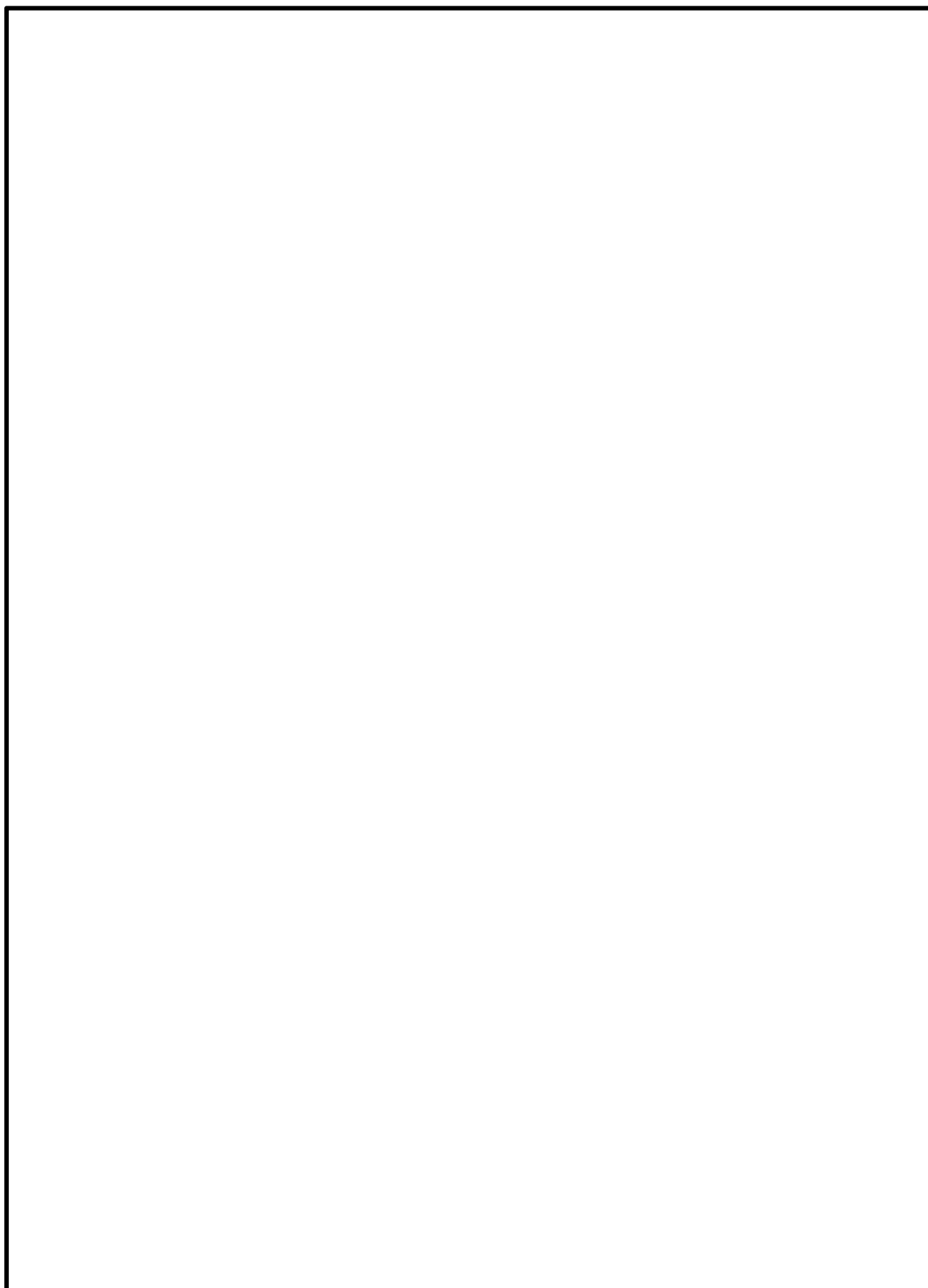


図 5.2-14 (1) 板厚構成図（その 1）

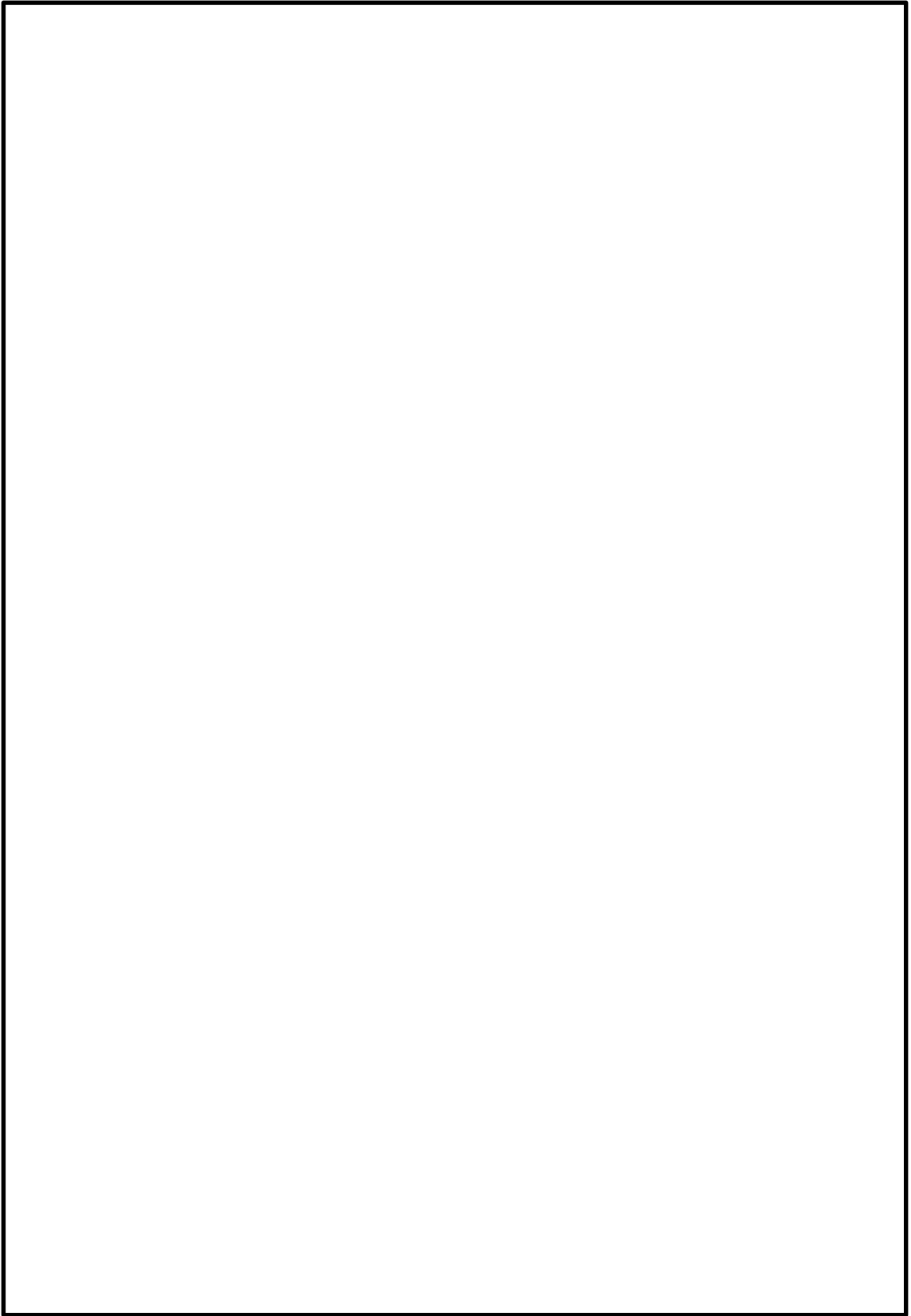


図 5.2-14 (2) 板厚構成図 (その2)

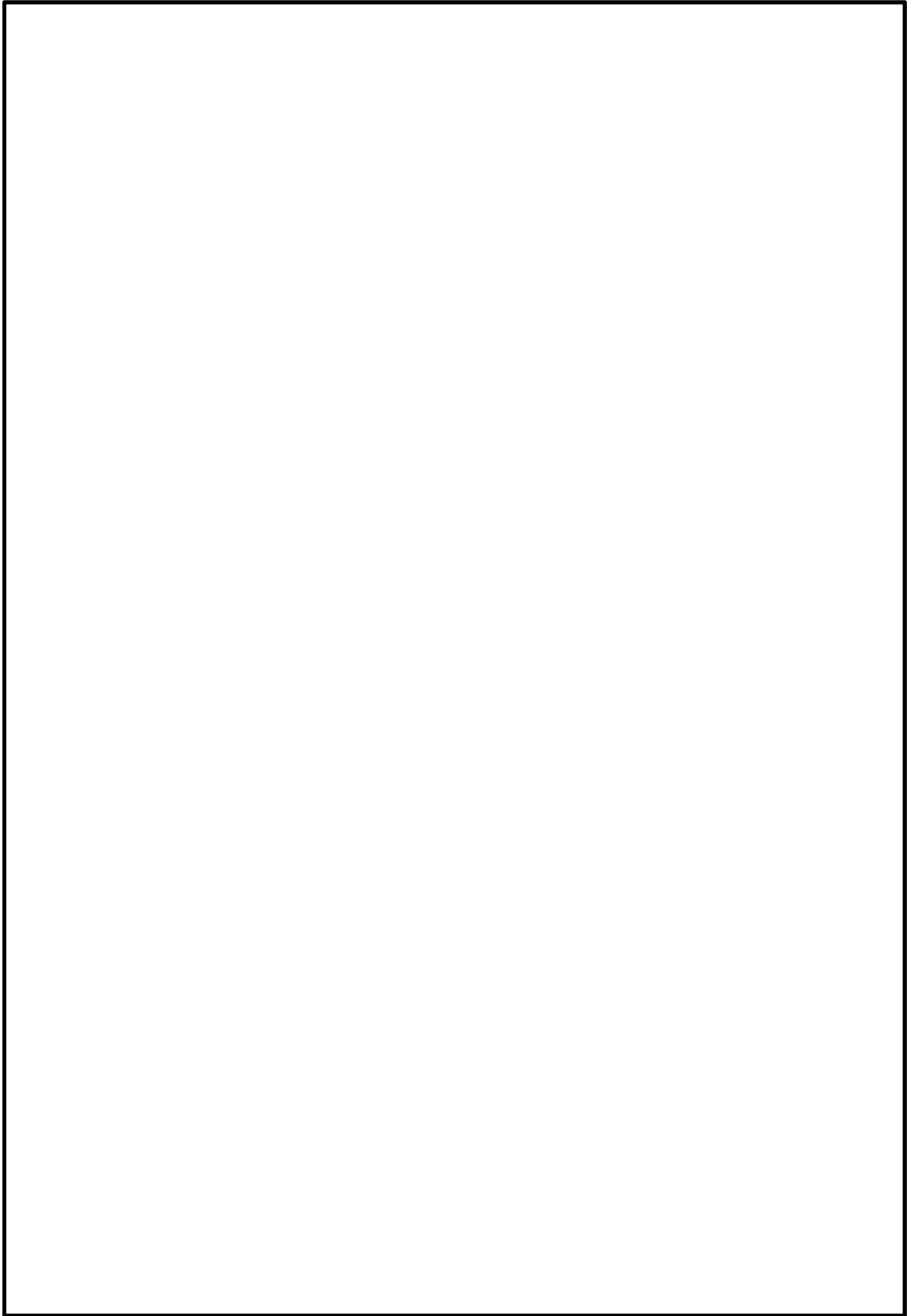


図 5.2-14 (3) 板厚構成図 (その 3)

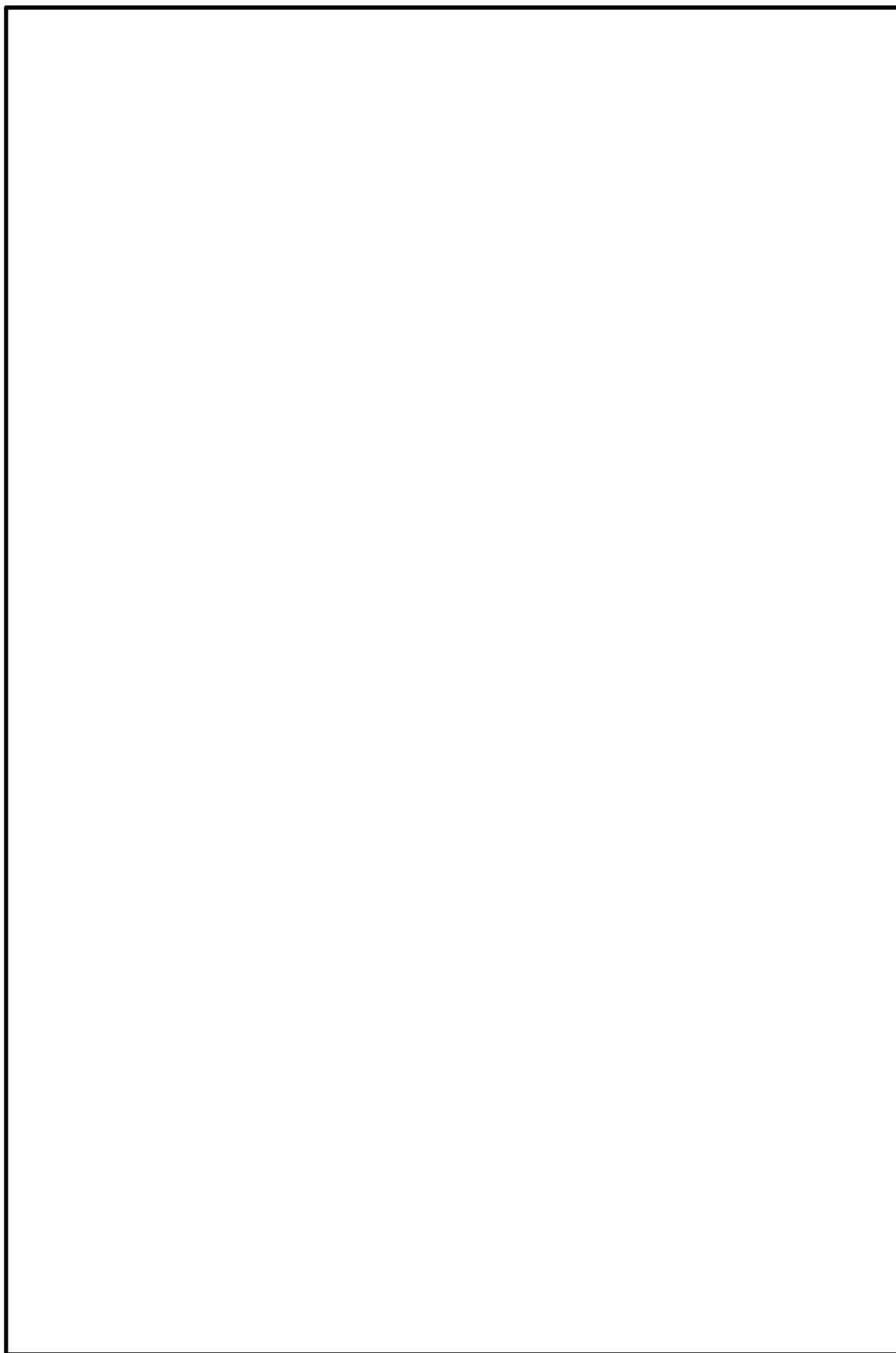


図 5. 2－14 (4) 板厚構成図 (その 4)

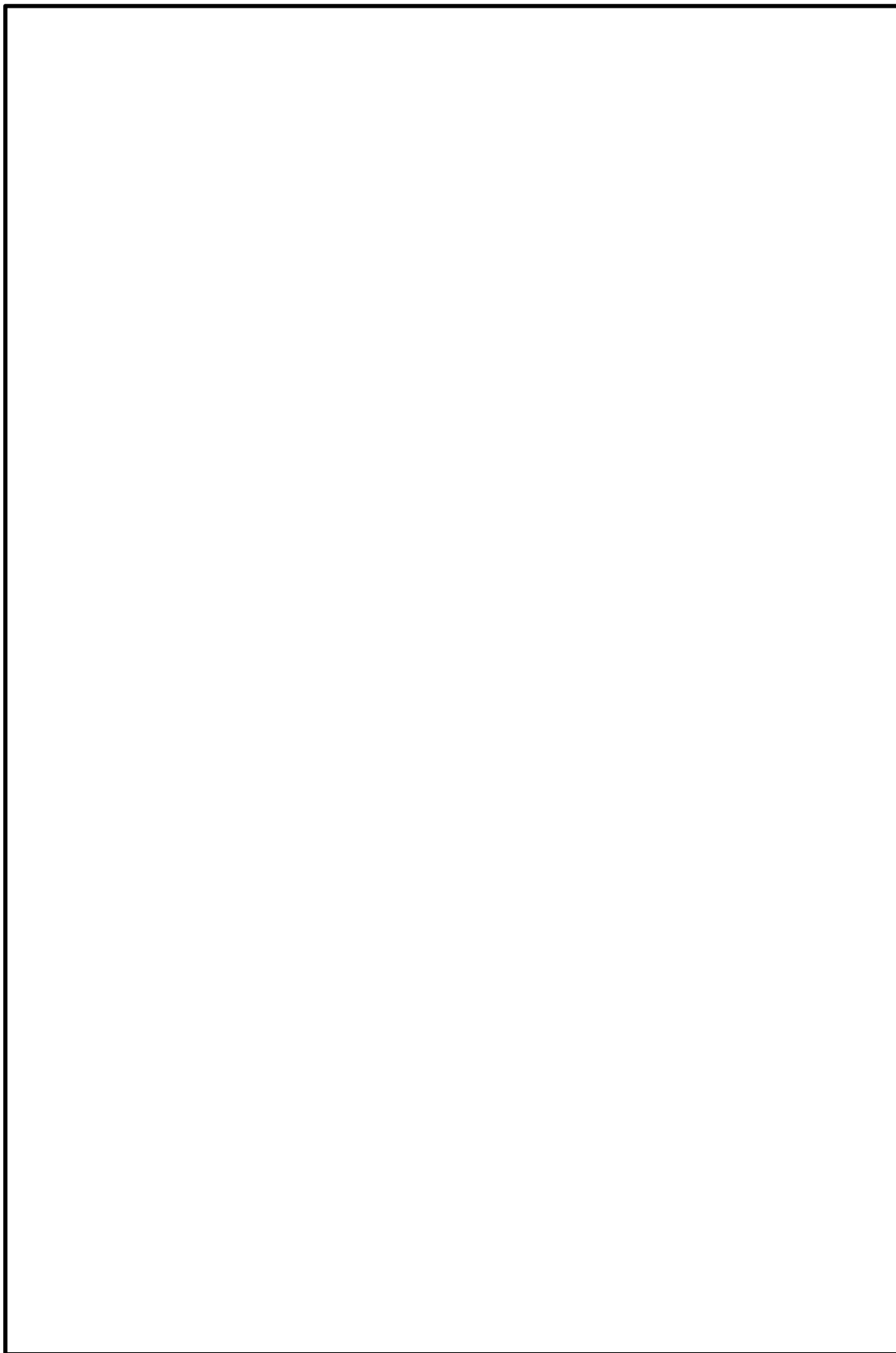


図 5.2-14 (5) 板厚構成図 (その 5)

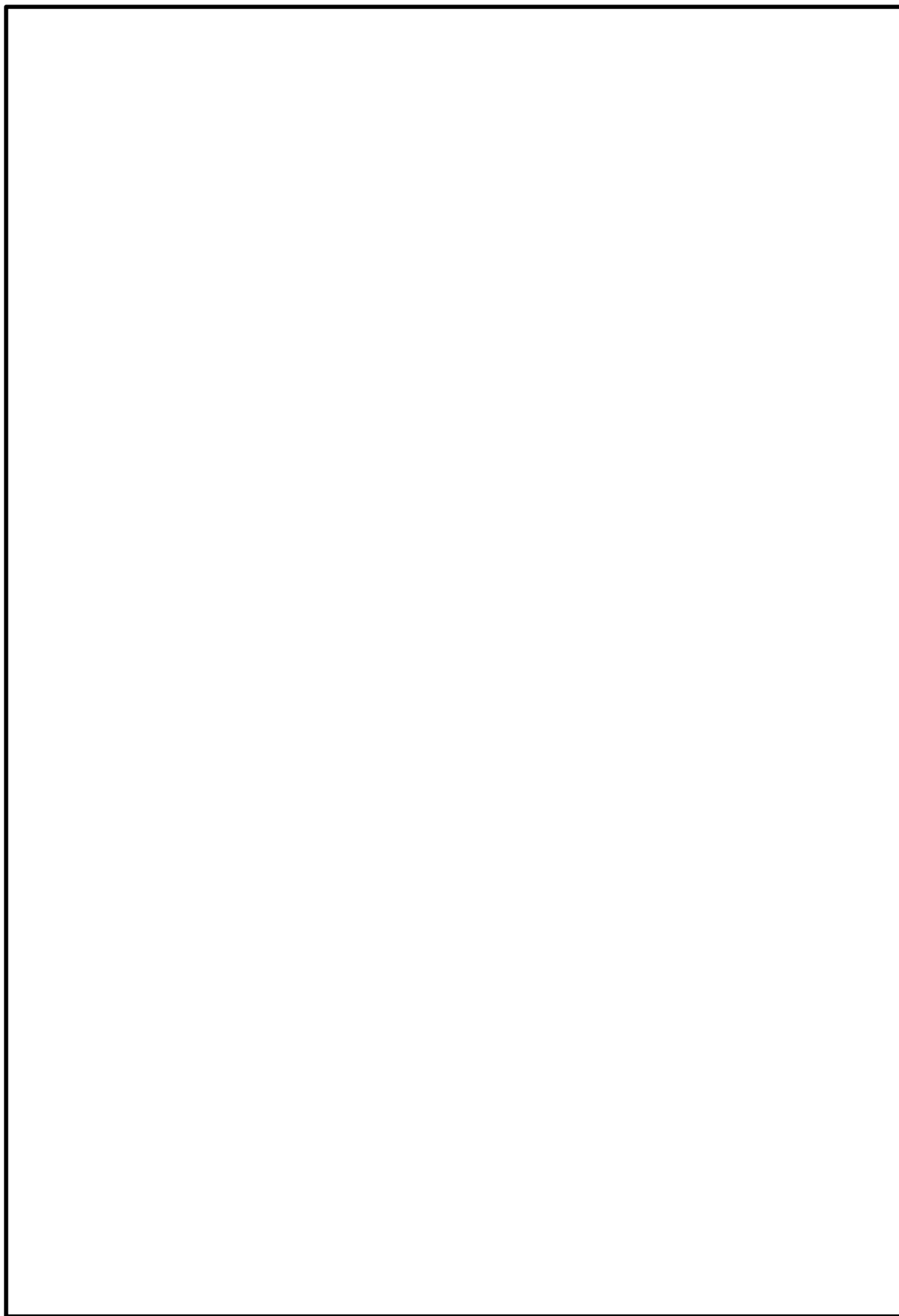


図 5.2-14 (6) 板厚構成図 (その 6)

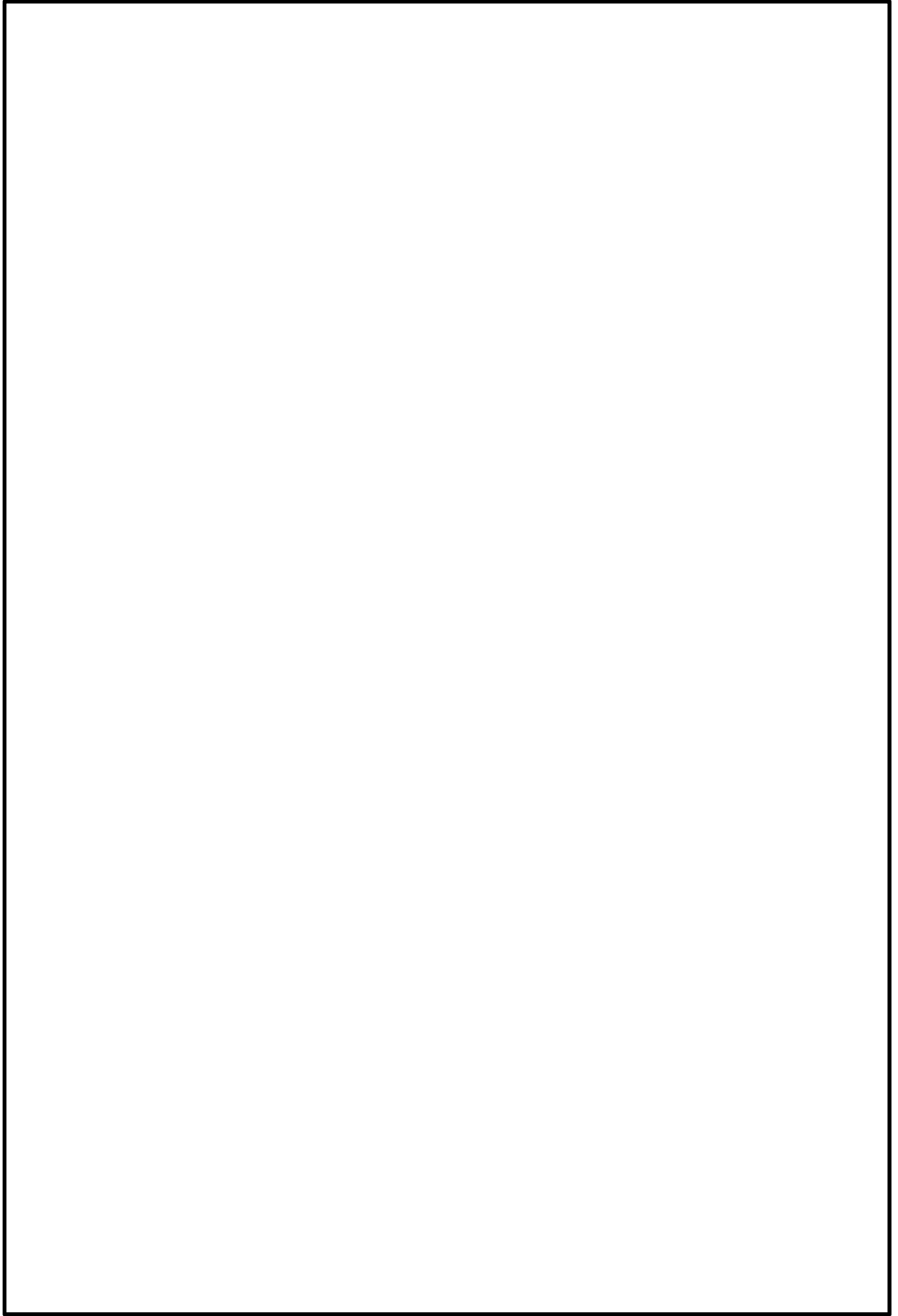


図 5.2-14 (7) 板厚構成図 (その 7)

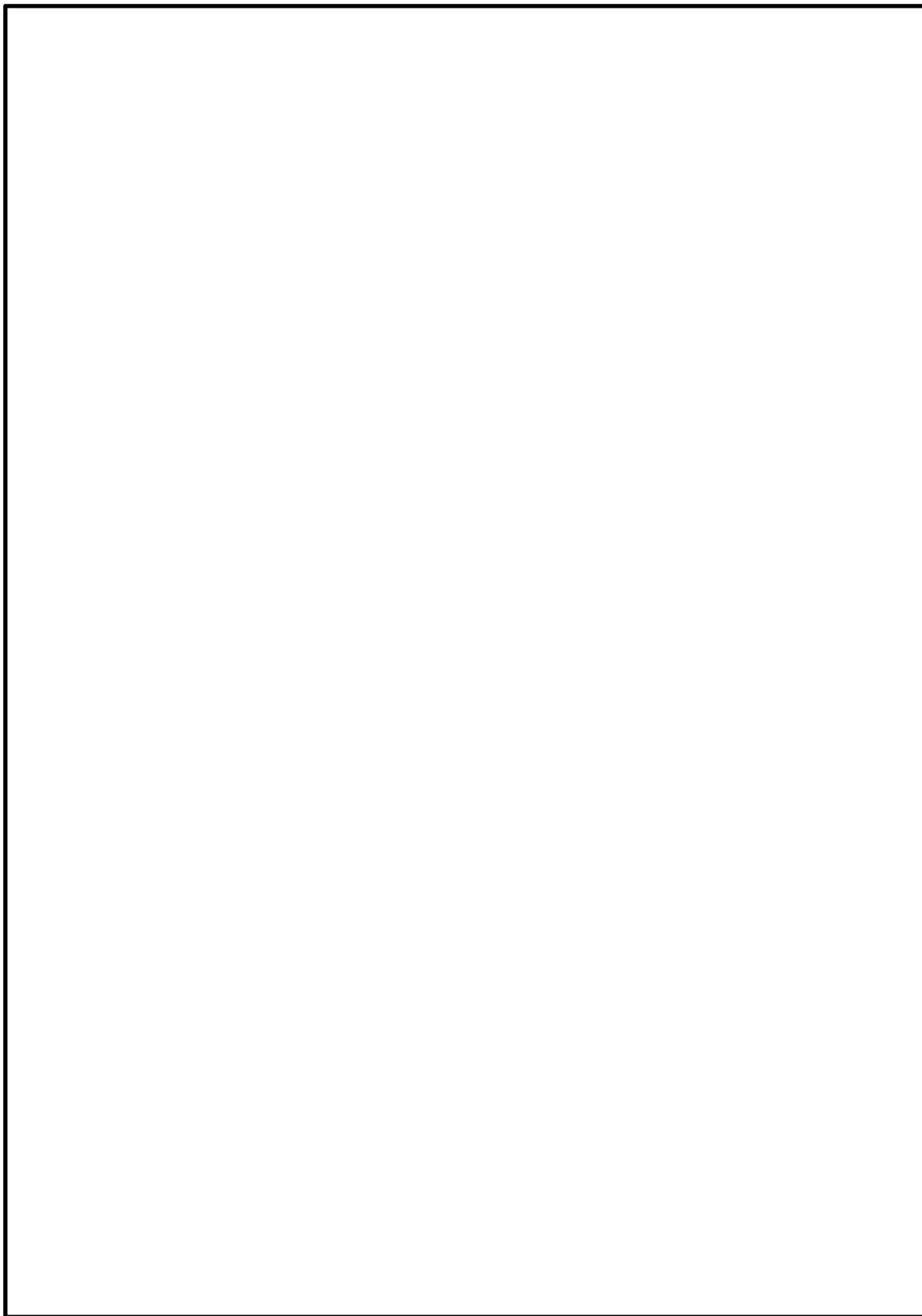


図 5.2-14 (8) 板厚構成図 (その 8)

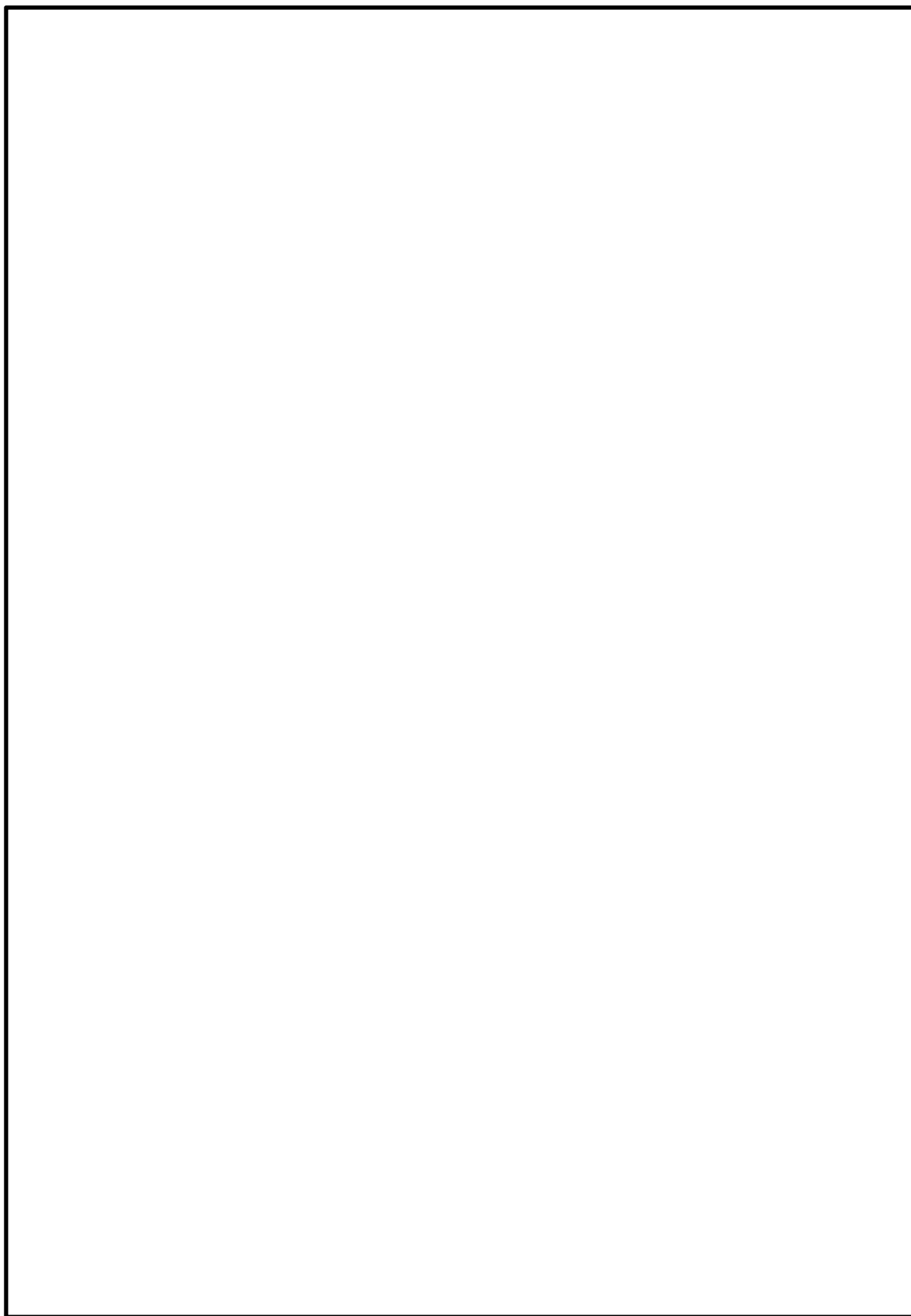


図 5.2-14 (9) 板厚構成図 (その 9)

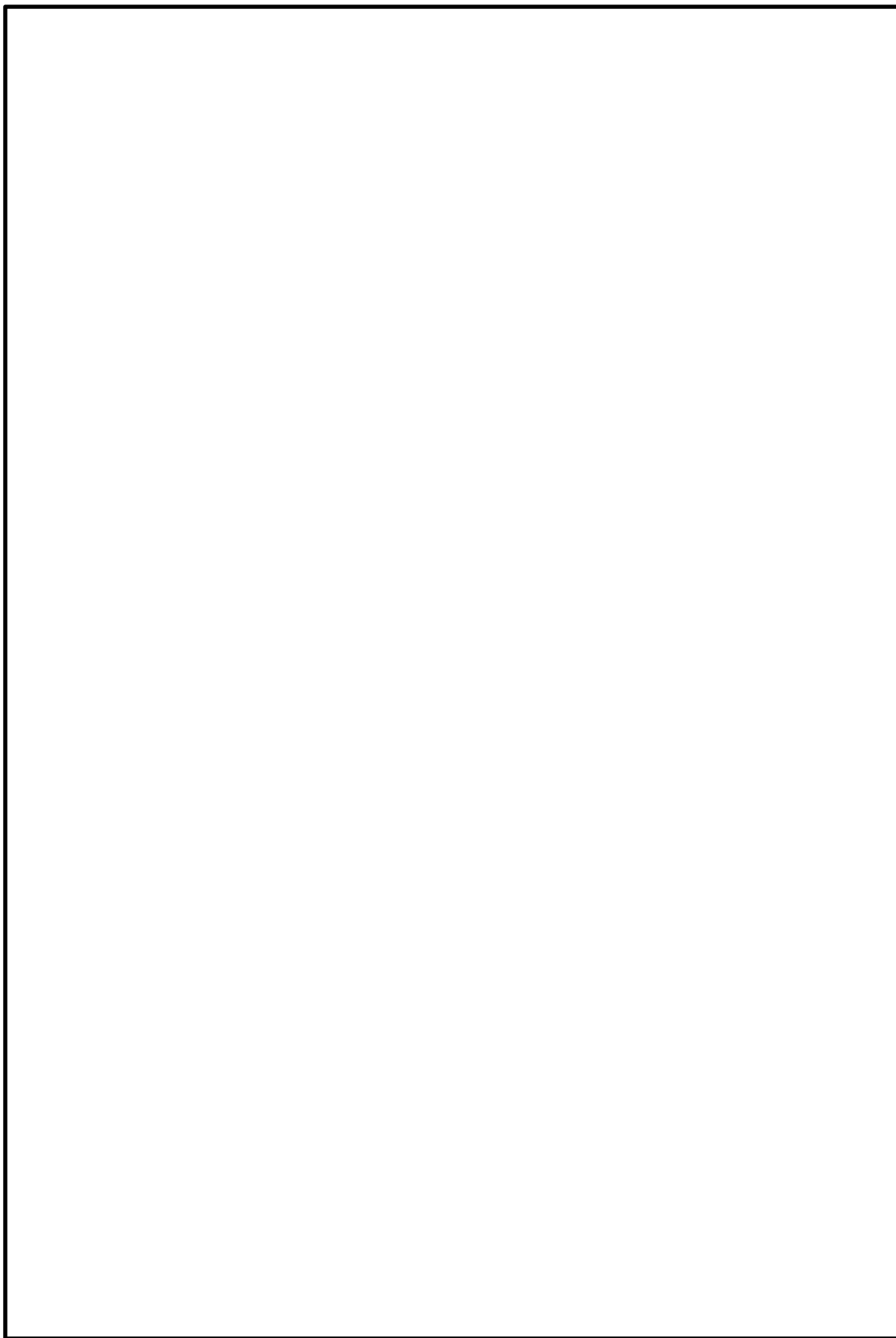


図 5.2-14 (10) 板厚構成図 (その 10)

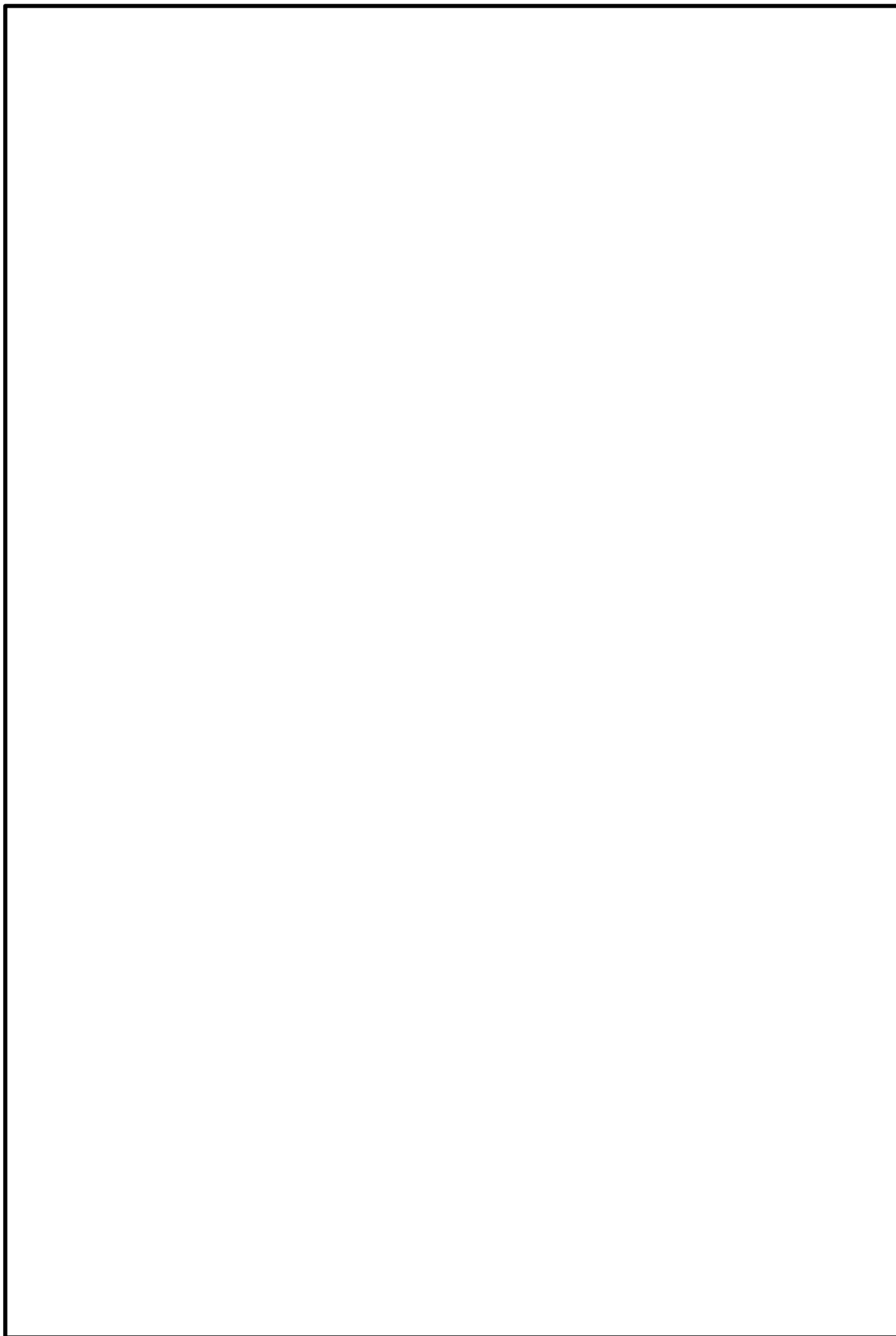


図 5.2-14 (11) 板厚構成図 (その 1 1)

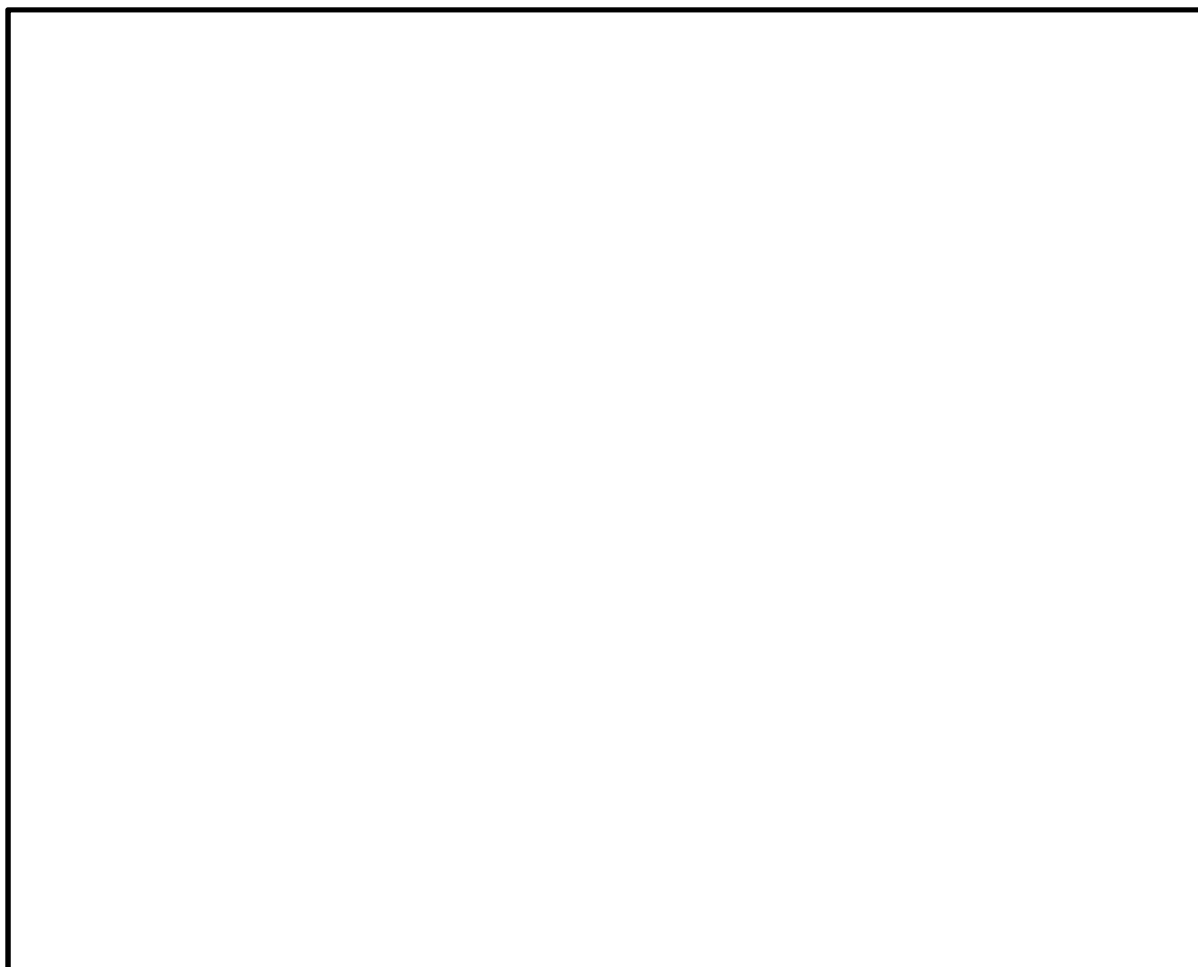


図 5.2-14 (12) 板厚構成図 (その 1 2)

(2) 断面力図

3次元フレーム解析によって求められた断面力図を図 5.2-15 に示す。

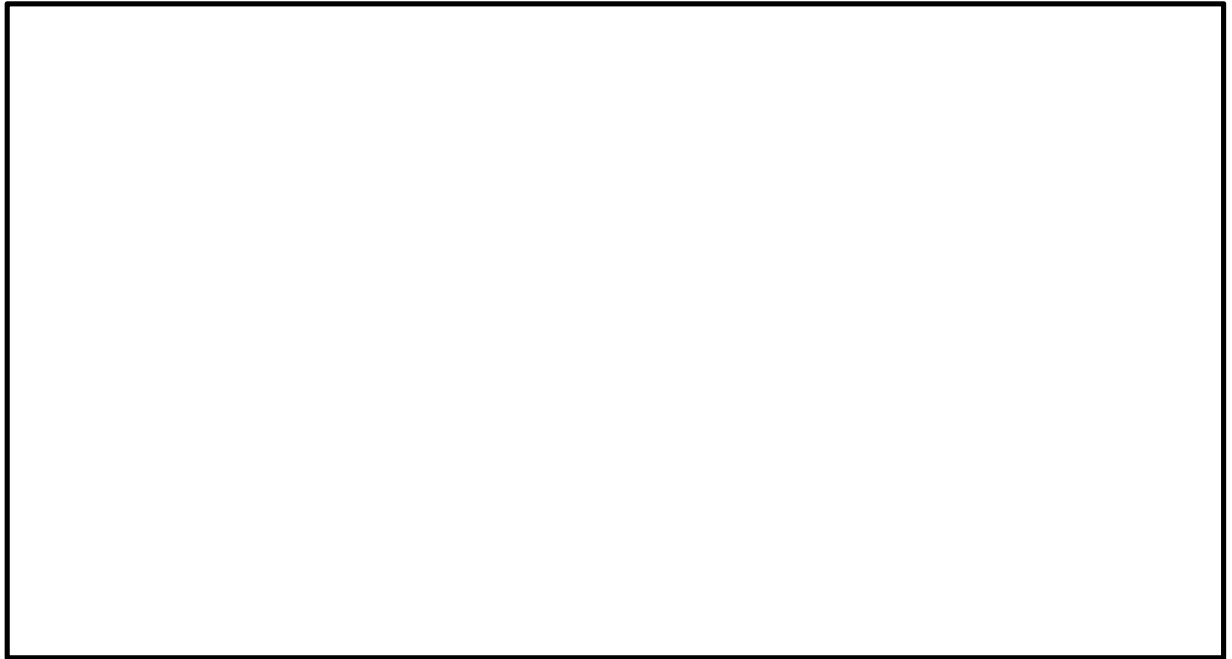


(軸力)

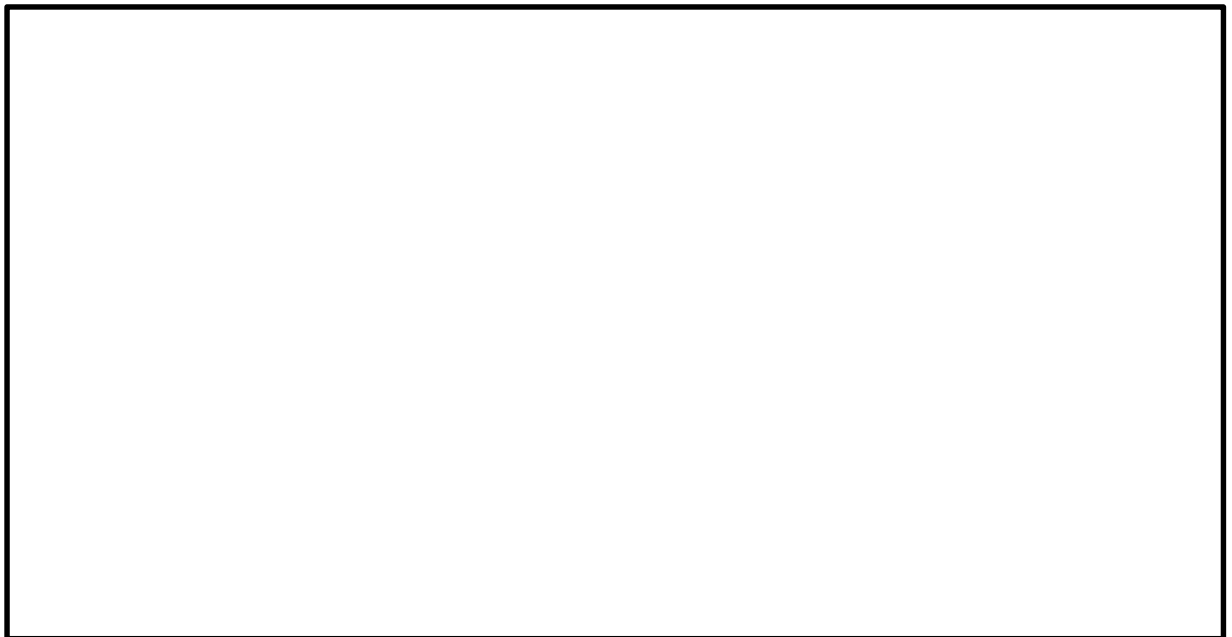


(面外せん断力)

図 5.2-15 (1) 断面力図 (その 1)
(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤バネ 5)

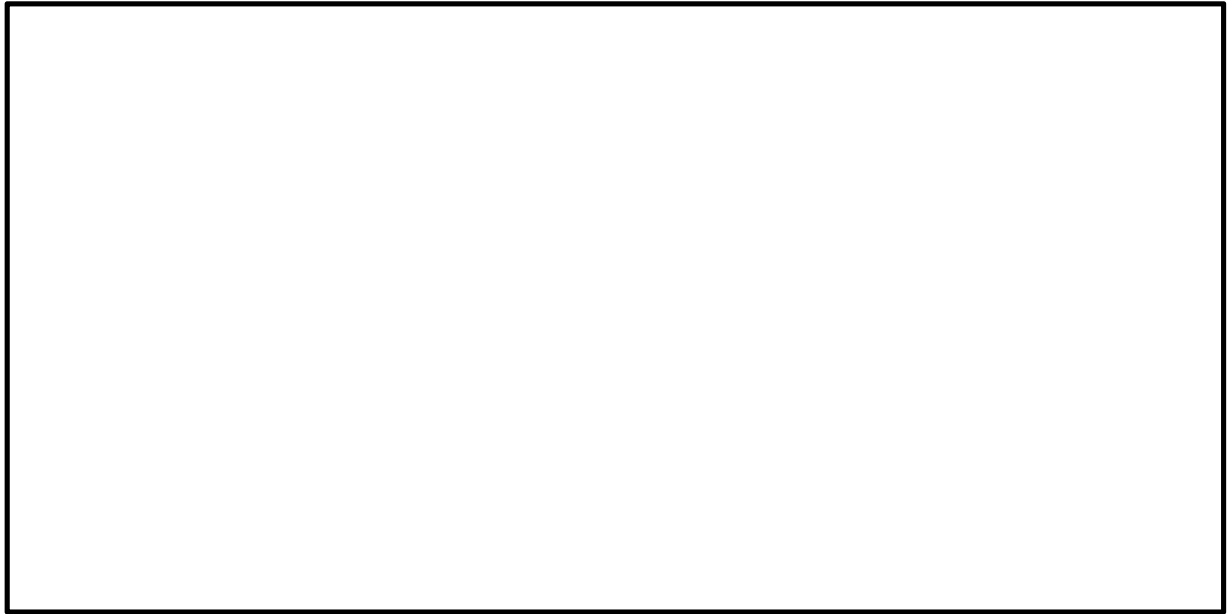


(面内せん断力)

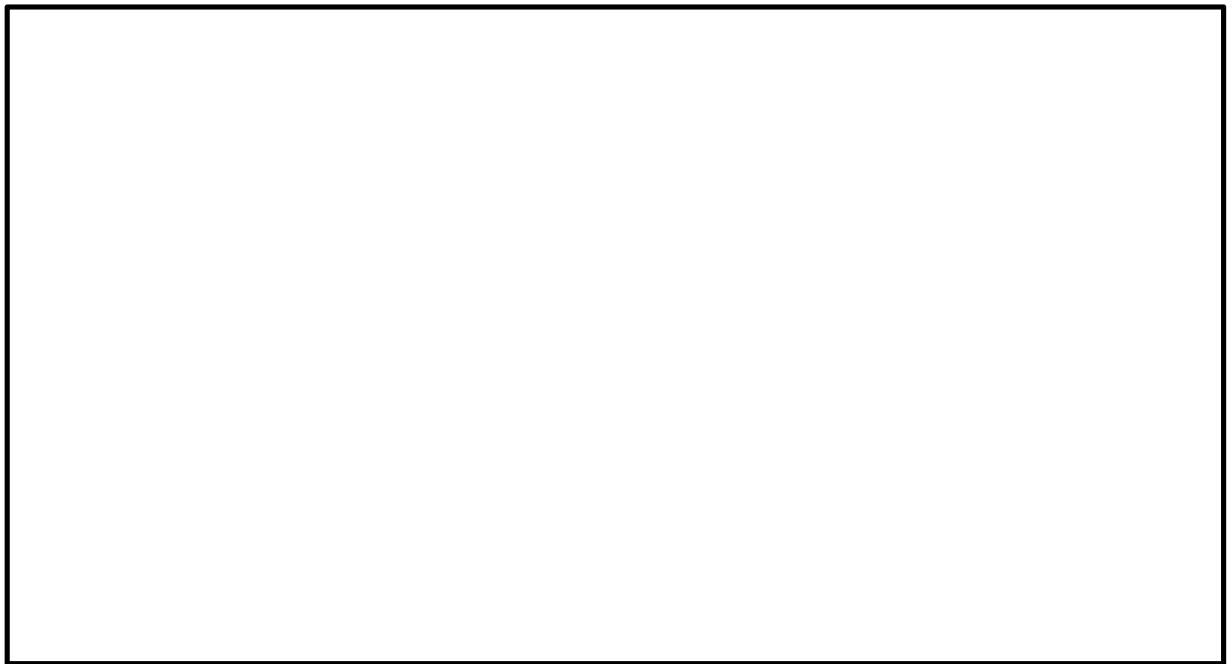


(ねじりモーメント)

図 5.2-15 (2) 断面力図 (その 2)
(重畳時 : 敷地に遡上する津波 地盤バネ 5)



(面外曲げモーメント)



(面内曲げモーメント)

図 5.2-15 (3) 断面力図 (その 3)
(重畳時 : 敷地に遡上する津波 地盤バネ 5)

(3) 部材照査

解析によって求められた断面力に対して、部材照査を行う。

主部材について、各荷重組合せ時の垂直応力度、合成応力度を算出し、許容値以下であることを確認する。

a. 外壁及び隔壁からなる主部材の評価結果

外壁及び隔壁からなる主部材の照査結果を表 5.2-12 に示す。

外壁及び隔壁からなる主部材の発生応力が許容限界以下であることを確認した。

表 5.2-12 外壁及び隔壁からなる主部材の照査結果

検討ケース	材質	応力成分	発生 応力	許容値	照査値*2
基準津波	SBHS700	直応力度 σ (N/mm ²)	352	615	0.57
	SBHS700	せん断応力度 τ (N/mm ²)	182	352.5	0.52
	SM490Y	合成応力度 k^{*1} (—)	0.85	1.2	0.71
敷地に遡上する 津波時	SBHS700	直応力度 σ (N/mm ²)	455	697	0.65
	SBHS700	せん断応力度 τ (N/mm ²)	253	399.5	0.63
	SM570	合成応力度 k^{*1} (—)	1.08	1.2	0.90

注記 *1: 合成応力度 $k = (\sigma / \sigma_a)^2 + (\tau / \tau_a)^2$

*2: 照査値は水平 2 方向及び鉛直方向地震力の独立载荷による最大断面力に対する組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) により算定

b. 補剛材

主部材に対する補剛材の評価結果を表 5.2-12 に示す。

表 5.2-13 (1) 補剛材の評価結果 (その 1)

主部材			補剛材		
部位	材質	板厚 (mm)	成分	必要量	配置量
Z0-Z1	SBHS700	65	断面積 (cm ²)	31.42	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	8347	37137
Z0-Z1	SBHS700	60	断面積 (cm ²)	29.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	22784	37137
Z0-Z1	SBHS700	30	断面積 (cm ²)	14.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	24382	37137
Z1-Z2	SBHS700	60	断面積 (cm ²)	33.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	31723	37137
Z1-Z2	SBHS700	40	断面積 (cm ²)	22.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	25715	37137
Z1-Z2	SBHS700	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	20475	37137
Z2-Z3	SBHS700	40	断面積 (cm ²)	22.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	25715	37137
Z2-Z3	SBHS700	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	20475	37137
Z3-Z4	SBHS700	40	断面積 (cm ²)	22.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	25715	37137
Z3-Z4	SBHS700	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	20475	37137
Z3-Z4	SBHS700	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	12879	37137
Z4-Z5	SBHS700	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	21515	37137
Z4-Z5	SBHS700	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13481	37137
Z5-Z6	SBHS700	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	11155	37137
Z6-Z7	SBHS700	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137

表 5.2-13 (2) 補剛材の評価結果 (その2)

主部材			補剛材		
部位	材質	板厚 (mm)	成分	必要量	配置量
Z7-Z8	SBHS700	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z0-Z1	SBHS500	60	断面積 (cm ²)	29.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10129	37137
Z0-Z1	SBHS500	40	断面積 (cm ²)	19.33	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	17073	37137
Z0-Z1	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	14.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	16827	37137
Z1-Z2	SBHS500	60	断面積 (cm ²)	33.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	15895	37137
Z1-Z2	SBHS500	40	断面積 (cm ²)	22.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	20480	37137
Z1-Z2	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	18931	37137
Z2-Z3	SBHS500	60	断面積 (cm ²)	33.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	15895	37137
Z2-Z3	SBHS500	40	断面積 (cm ²)	22.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	20480	37137
Z2-Z3	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	18931	37137
Z3-Z4	SBHS500	40	断面積 (cm ²)	22.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	20480	37137
Z3-Z4	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	18931	37137
Z3-Z4	SBHS500	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10717	37137
Z4-Z5	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	19971	37137
Z4-Z5	SBHS500	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13481	37137
Z5-Z6	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	19971	37137

表 5.2-13 (3) 補剛材の評価結果 (その3)

主部材			補剛材		
部位	材質	板厚 (mm)	成分	必要量	配置量
Z5-Z6	SBHS500	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13481	37137
Z5-Z6	SBHS500	20	断面積 (cm ²)	11.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	6366	37137
Z6-Z7	SBHS500	30	断面積 (cm ²)	15.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	15487	37137
Z6-Z7	SBHS500	20	断面積 (cm ²)	10.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	7354	37137
Z6-Z7	SBHS500	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z7-Z8	SBHS500	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z8-Z9	SBHS500	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z0-Z1	SM570	30	断面積 (cm ²)	14.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	11913	37137
Z1-Z2	SM570	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13630	37137
Z2-Z3	SM570	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13630	37137
Z2-Z3	SM570	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10717	37137
Z3-Z4	SM570	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13630	37137
Z3-Z4	SM570	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10717	37137
Z4-Z5	SM570	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	11155	37137
Z5-Z6	SM570	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	11155	37137
Z5-Z6	SM570	20	断面積 (cm ²)	11.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	6366	37137

表 5.2-13 (4) 補剛材の評価結果 (その4)

主部材			補剛材		
部位	材質	板厚 (mm)	成分	必要量	配置量
Z6-Z7	SM570	20	断面積 (cm ²)	10.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	7354	37137
Z6-Z7	SM570	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z7-Z8	SM570	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z8-Z9	SM570	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z0-Z1	SM490Y	30	断面積 (cm ²)	14.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10045	37137
Z0-Z1	SM490Y	25	断面積 (cm ²)	12.08	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	9699	37137
Z1-Z2	SM490Y	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	11391	37137
Z1-Z2	SM490Y	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10717	37137
Z2-Z3	SM490Y	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	9310	37137
Z2-Z3	SM490Y	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	10717	37137
Z3-Z4	SM490Y	30	断面積 (cm ²)	16.50	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	9310	37137
Z3-Z4	SM490Y	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	12879	37137
Z4-Z5	SM490Y	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13481	37137
Z5-Z6	SM490Y	25	断面積 (cm ²)	13.75	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	13481	37137
Z6-Z7	SM490Y	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z6-Z7	SM490Y	12	断面積 (cm ²)	6.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	1750	37137

表 5.2-13 (5) 補剛材の評価結果 (その5)

主部材			補剛材		
部位	材質	板厚 (mm)	成分	必要量	配置量
Z7-Z8	SM490Y	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	5161	37137
Z7-Z8	SM490Y	12	断面積 (cm ²)	6.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	2608	37137
Z8-Z9	SM490Y	16	断面積 (cm ²)	8.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	4272	37137
Z8-Z9	SM490Y	12	断面積 (cm ²)	6.00	108.80
			断面 2 次モーメント (cm ⁴)	2608	37137

5.2.5 鋼製防護壁（接合部）

(1) 強度評価に用いる断面力

接合部の強度評価に用いる断面力は、鋼製防護壁の3次元フレーム解析結果から抽出する。接合部の強度評価に用いる断面力を表 5.2-17 に示す。断面力の概念図を図 5.2-21 に示す。

表 5.2-17 接合部の強度評価に用いる断面力

基礎	荷重ケース	津波の種類	地盤バネ	①-①断面 曲げモーメント (kN・m)	②-②断面 曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	①-①断面 せん断力 (kN)	②-②断面 せん断力 (kN)	トルク (kN・m)
南 基 礎	重畳時	基準津波	地盤バネ 3	-82478	791585	-53200	-7952	135484	1184074
			地盤バネ 4	-194962	829235	-62191	36099	135355	1592946
			地盤バネ 5	-193051	827423	-62212	36688	135083	585379
		敷地に遡上する津波	地盤バネ 3	-69030	1394785	-50290	-10669	215068	1944874
			地盤バネ 4	-155837	1421815	-58730	34251	215027	2507607
			地盤バネ 5	-177793	1415344	-68924	35949	215026	2510806
北 基 礎	重畳時	基準津波	地盤バネ 3	-163920	622743	-47948	-11585	99653	-900532
			地盤バネ 4	-622662	624543	-41399	-72256	104970	-792358
			地盤バネ 5	-653010	627146	-32350	-72522	105184	-800430
		敷地に遡上する津波	地盤バネ 3	248709	1333037	-58147	-662	203458	-1565194
			地盤バネ 4	-124969	1074785	-49707	-29817	161793	-775517
			地盤バネ 5	-597741	1069652	-49442	-72176	162974	-1067226

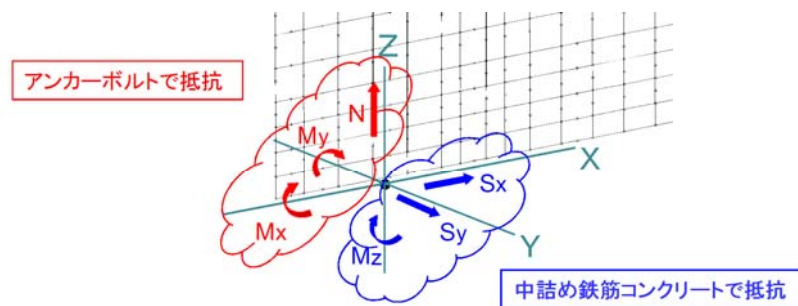


図 5.2-21 断面力の概念図

(2) アンカーボルトの評価結果

アンカーボルトの評価結果を表 5.2-18 に、アンカーボルトの仕様を図 5.2-22 に示す。
配置と仕様を図 5.2-24 (1) に示す。

表 5.2-18 アンカーボルトの照査結果

断面	基礎	津波の種類	解析 ケース	断面力		アンカーボルト		
				曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	引張応力度 (N/mm ²)		照査値*
						発生応力	短期許容 応力度	
①—①断面	南基礎	基準津波時	地盤バネ 3	334580	74597	15	315	0.05
			地盤バネ 4	389529	82019	19	315	0.07
			地盤バネ 5	388850	82211	19	315	0.07
		敷地に遡上 する津波	地盤バネ 3	296605	73401	10	355	0.03
			地盤バネ 4	327050	79144	12	355	0.04
			地盤バネ 5	326177	79303	12	355	0.04
	北基礎	基準津波時	地盤バネ 3	293378	68644	12	315	0.04
			地盤バネ 4	705683	46919	98	315	0.32
			地盤バネ 5	1054144	74046	144	315	0.46
		敷地に遡上 する津波	地盤バネ 3	248709	58147	10	355	0.03
			地盤バネ 4	586475	49601	73	355	0.21
			地盤バネ 5	597741	49442	76	355	0.22
②—②断面	北基礎	基準津波時	地盤バネ 3	869864	68644	107	315	0.34
			地盤バネ 4	707816	46919	93	315	0.30
			地盤バネ 5	710765	36663	101	315	0.33
		敷地に遡上 する津波	地盤バネ 3	1333037	58147	198	355	0.56
			地盤バネ 4	1074785	49707	157	355	0.45
			地盤バネ 5	1069652	49442	157	355	0.45
③—③断面	南基礎	基準津波時	地盤バネ 3	897130	60293	118	315	0.38
			地盤バネ 4	939800	70483	118	315	0.38
			地盤バネ 5	937746	70507	118	315	0.38
		敷地に遡上 する津波	地盤バネ 3	1394785	50290	215	355	0.61
			地盤バネ 4	1421815	58730	214	355	0.61
			地盤バネ 5	1415344	68924	205	355	0.58

注記 * : 照査値は水平 2 方向及び鉛直方向地震力の独立載荷による最大断面力に対する組合せ係数法
(1.0 : 0.4 : 0.4) により算定

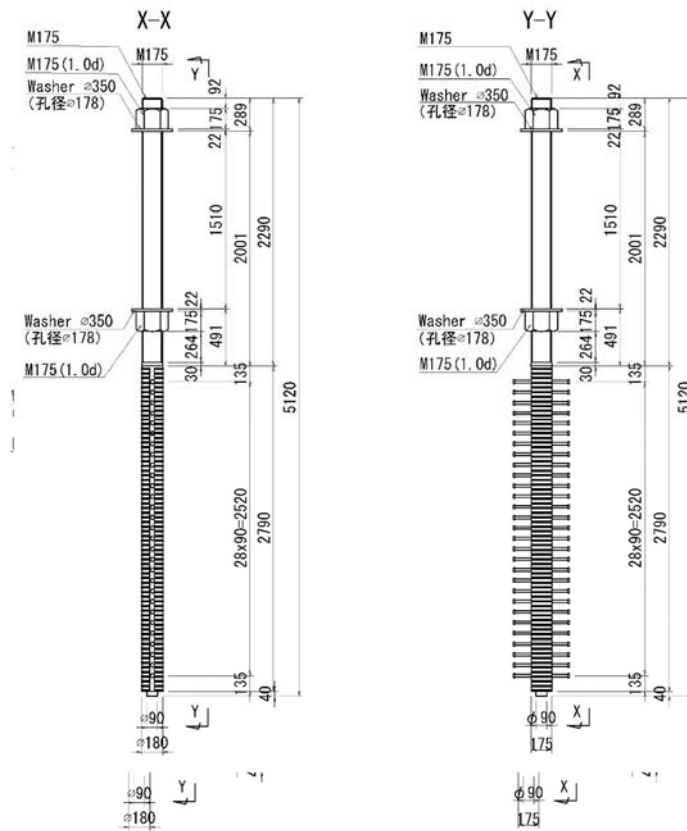


図 5.2-22 アンカーボルトの仕様

(3) アンカーボルトの定着長

アンカーボルトの定着長を表 5.2-19 に示す。

表 5.2-19 アンカーボルトの定着長

定着長 (cm)	必要定着長 (cm)	照査値*
270.0	236.9	0.88

注記 * : 照査値は水平 2 方向及び鉛直方向地震力の独立載荷による最大断面力に対する組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) により算定

(4) アンカーボルトのコーンせん断

アンカーボルトのコーンせん断に対する評価結果を表 5.2-20 に示す。

表 5.2-20 アンカーボルトのコーンせん断

基礎	定着部の コーンせん断に 対する 許容応力度 (N/mm ²)	コンクリート 強度で 決まる コーン せん断力強度 (N/mm ²)	鉄筋補強 による コーンせん断力 強度の増加 (N/mm ²)	必要 鉄筋量 (mm ² /m ²)	配置 鉄筋量 2-D25@ 300 (mm ² /m ²)	照査値 *
南基礎	1.004	0.825	0.592	1746	3377	0.52
北基礎	0.924	0.825	0.512	1510	3377	0.45

注記 * : 照査値は水平 2 方向及び鉛直方向地震力の独立載荷による最大断面力に対する組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) により算定

(5) 頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力

頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力に対する評価結果を表 5.2-21 に示す。

表 5.2-21 頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力に対する照査結果

基礎	部位	設計 せん断力 (kN)	必要 鉄筋量 (mm ²)	配置 鉄筋	配置 鉄筋量 (mm ²)	照査値* ¹
南基礎	頂版鉄筋コンクリート	203458	6527	15-D35* ²	14349	0.46
	中詰め鉄筋コンクリート	203458	15783	24-D32	19061	0.83
北基礎	頂版鉄筋コンクリート	215086	7373	15-D35* ²	14349	0.52
	中詰め鉄筋コンクリート	215086	17017	24-D32	19061	0.90

注記 *¹ : 照査値は水平 2 方向及び鉛直方向地震力の独立載荷による最大断面力に対する組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) により算定

*² : 「鋼製防護壁の接合部アンカーに関する補足説明」において実施した 3 次元解析の結果を反映して安全余裕を高める目的で鉄筋量を増加。

(6) 頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメント

頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメントに対する評価結果を表 5.2-22 に示す。

表 5.2-22 頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメントに対する照査結果

基礎	部位	設計 水平回転 モーメント (kN・m)	水平鉄筋				鉛直鉄筋			
			配置 鉄筋	発生 応力 (N/mm ²)	短期 許容応力度 (N/mm ²)	照査値	配置 鉄筋	発生 応力 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照査値
南 基 礎	頂版 鉄筋 コンク リート	2510806	8-D35	368	478.5	0.77	7-D51	99	478.5	0.21
	中詰め 鉄筋 コンク リート	2510806	5-D38	413	478.5	0.87	5-D51	232	478.5	0.49
北 基 礎	頂版 鉄筋 コンク リート	1565194	8-D35	230	478.5	0.48	7-D51	62	478.5	0.13
	中詰め 鉄筋 コンク リート	1565194	5-D35	307	478.5	0.65	5-D51	145	478.5	0.31

注記 *：照査値は水平2方向及び鉛直方向地震力の独立載荷による最大断面力に対する組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）により算定

(7) 中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻の接合部の評価結果

中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻とは、鋼殻側にずれ止めのためのスタッドを配置し一体化する。南北基礎の各断面力成分が最大値をとる時刻の発生断面力の足し合わせを設計断面力として必要スタッド量を算定した。評価結果を表 5.2-23 に示す。

表 5.2-23 中詰め鉄筋コンクリートと鋼殻の一体化のためのスタッドの検討結果

部位	面外 せん断力 (kN)	面内 せん断力 (kN)	水平回転 モーメント (kN・m)	面外回転 モーメント (kN・m)	面内回転 モーメント (kN・m)	必要 スタッド量
南北面	215026	35949	2510806	1415344	177793	115 mm 格子
東西面	215026	35949	2510806	1415344	177793	145 mm 格子

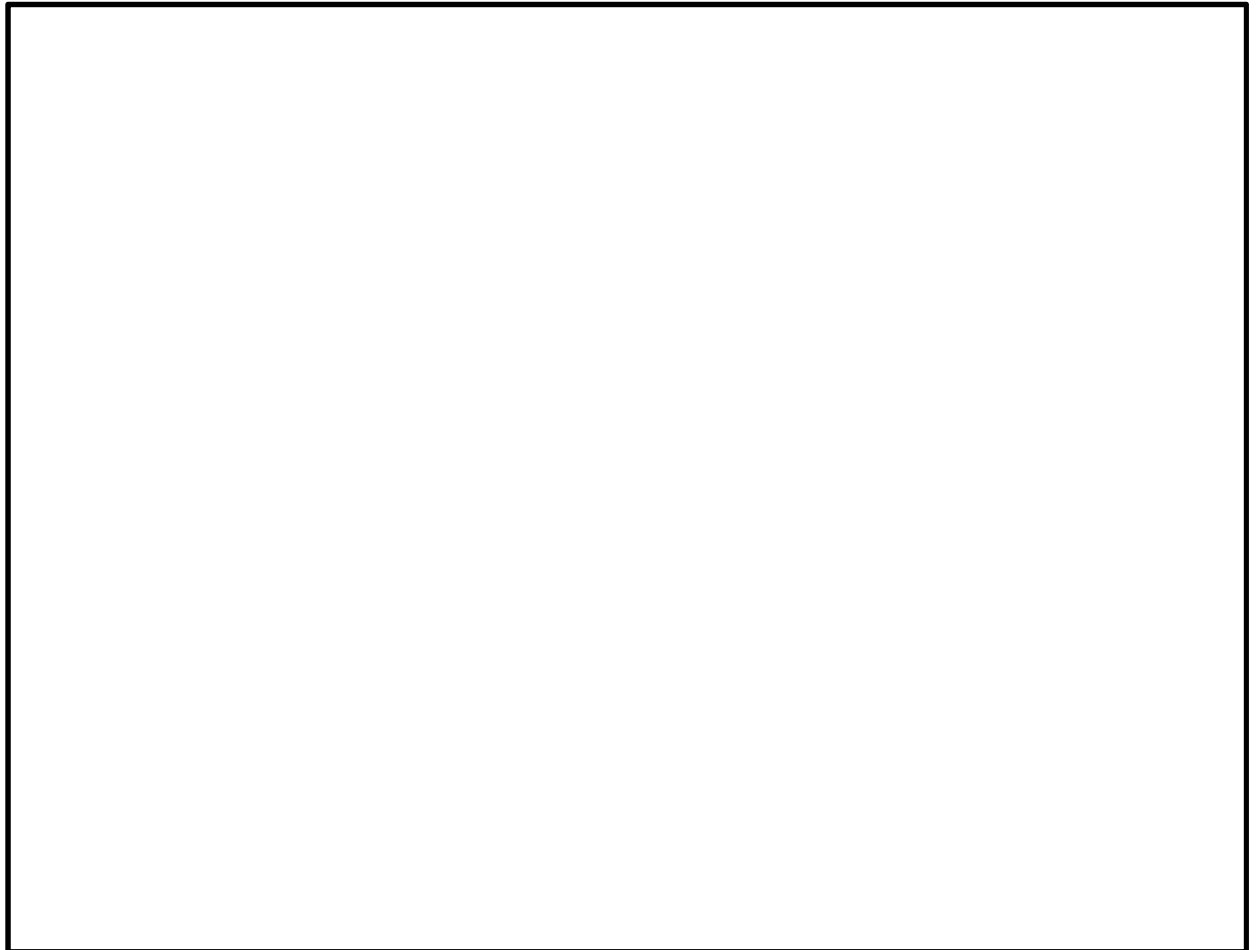


図 5.2-23 スタッドの仕様及び配置図

- (8) アンカーボルトの配置，頂版鉄筋コンクリート及び中詰め鉄筋コンクリートの概略配筋図

アンカーボルトの配置，頂版鉄筋コンクリート及び中詰め鉄筋コンクリートの概略配筋図を図 5.2-24 に示す。

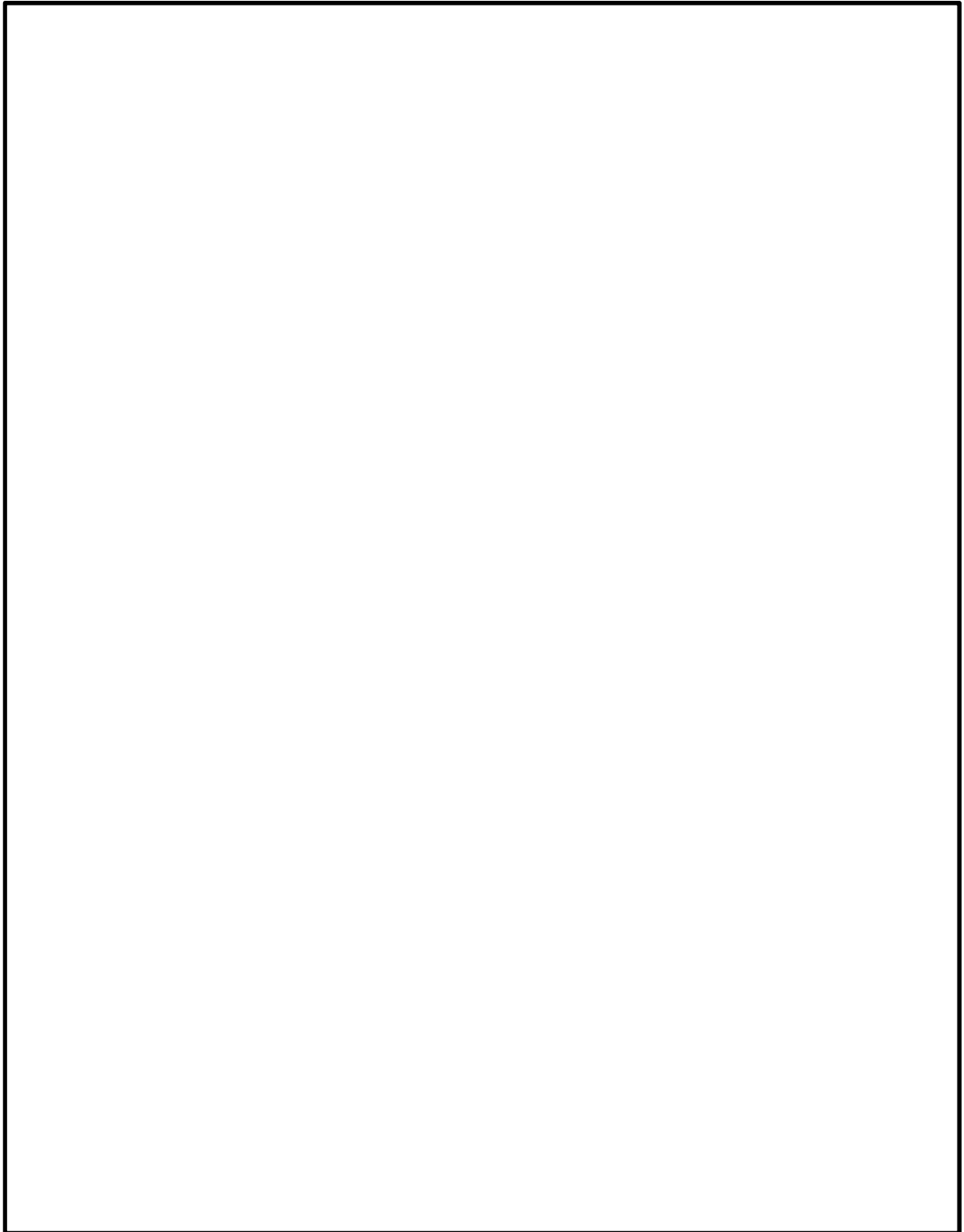


図 5.2-24 (1) アンカーボルトの配置，頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図

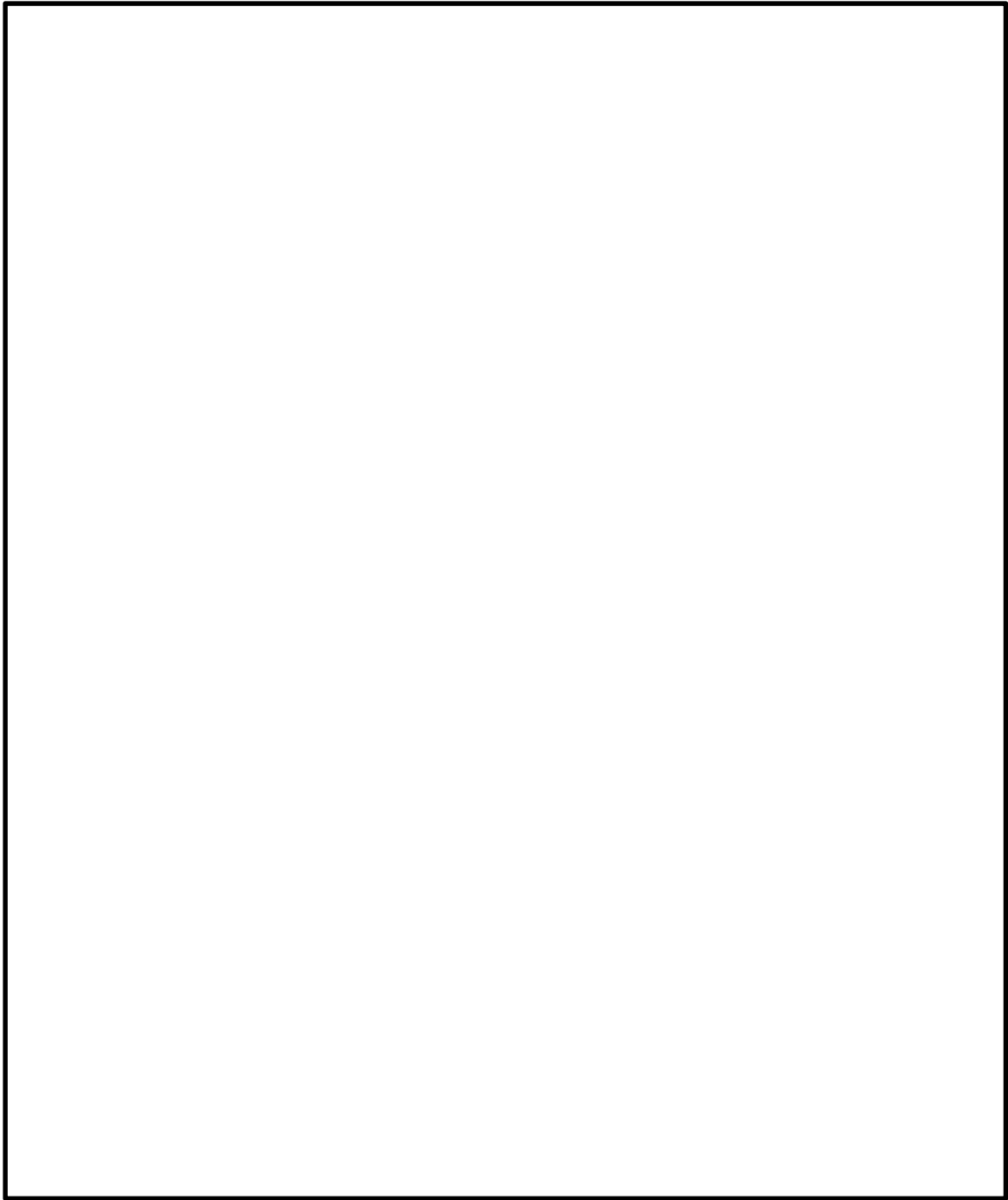


図 5.2-24 (2) 中詰め鉄筋コンクリートの概略配筋図

(9) 鋼製防護壁（接合部）の設計の妥当性について

鋼製防護壁（接合部）におけるアンカーボルト，頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの設計について，3次元解析にて妥当性を確認した。

5.2.6 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

支持性能評価結果を表 5.2-24 に、基礎地盤の接地圧分布を図 5.2-25 に示す。

鋼製防護壁による最大接地圧は、南基礎において敷地に遡上する津波時の検討ケース③で 2475 kN/m^2 であり、基礎地盤の極限支持力度 5991 kN/m^2 以下である。また、北基礎において敷地に遡上する津波時の検討ケース③で 3632 kN/m^2 であり、基礎地盤の極限支持力度 6116 kN/m^2 以下である。

以上のことから、鋼製防護壁の基礎地盤は、重畳時に対し、支持性能を有することを確認した。

表 5.2-24 (1) 重畳時における基礎地盤の支持性能評価結果（南基礎）

検討ケース		最大接地圧 (kN/m^2)	極限支持力度 (kN/m^2)
基準津波	①	2134	5991
	②	2066	5991
	③	2147	5991
	④	2090	5991
	⑤	2152	5991
	⑥	2126	5991
敷地に遡上する津波	①	2446	5991
	②	2357	5991
	③	2475	5991
	④	2403	5991
	⑤	2468	5991
	⑥	2430	5991

注記 * : ① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース

③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース

④ : 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥ : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

表 5.2-24 (2) 重畳時における基礎地盤の支持性能評価結果（北基礎）

検討ケース		最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)
基準津波	①	2904	6116
	②	2797	6116
	③	3035	6116
	④	2930	6116
	⑤	2979	6116
	⑥	2868	6116
敷地に遡上する津波	①	3447	6116
	②	3285	6116
	③	3632	6116
	④	3482	6116
	⑤	3529	6116
	⑥	3379	6116

注記 * : ① : 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース

② : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース

③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1 σ) した解析ケース

④ : 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース

⑤ : 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース

⑥ : 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

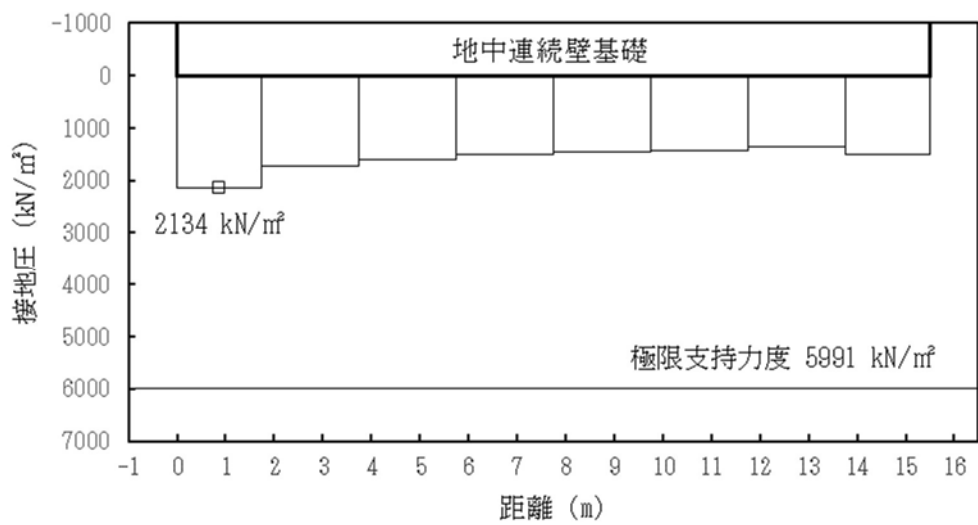


図 5.2-25 (1) 接地圧分布図 (③-③断面) (基準津波時)
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

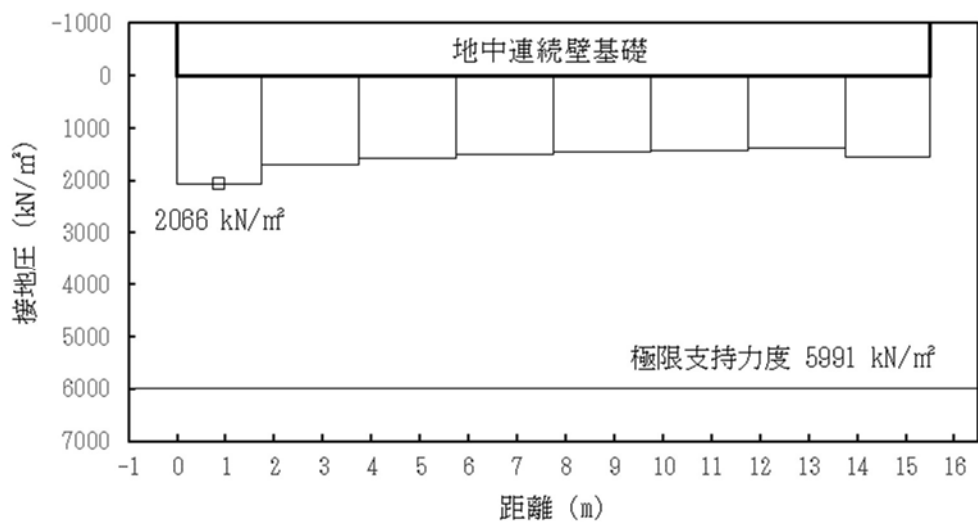


図 5.2-25 (2) 接地圧分布図 (③-③断面) (基準津波時)
(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

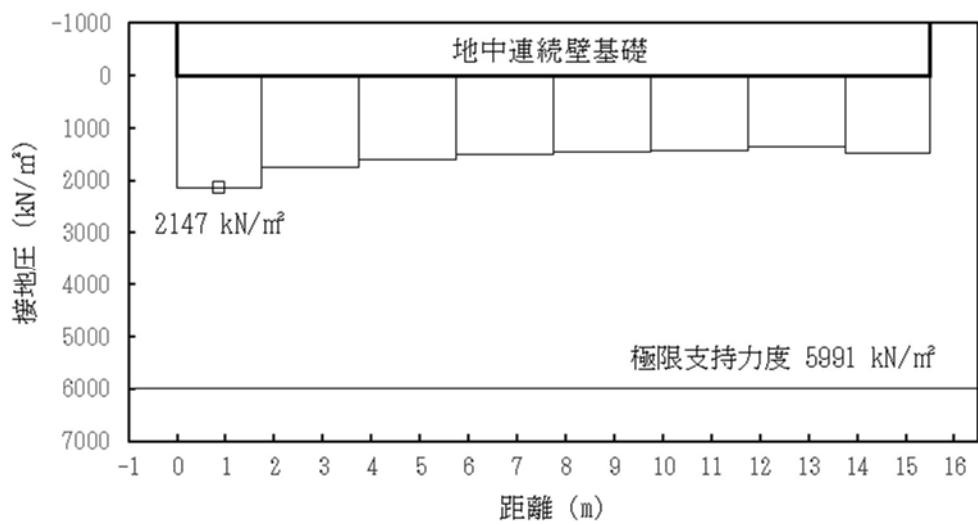


図 5.2-25 (3) 接地圧分布図 (③-③断面) (基準津波時)
(検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

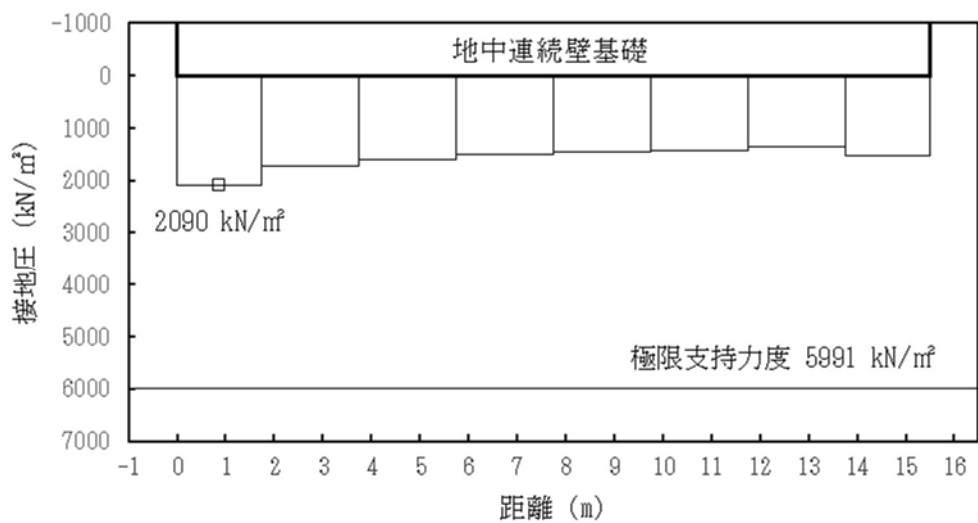


図 5.2-25 (4) 接地圧分布図 (③-③断面) (基準津波時)
(検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

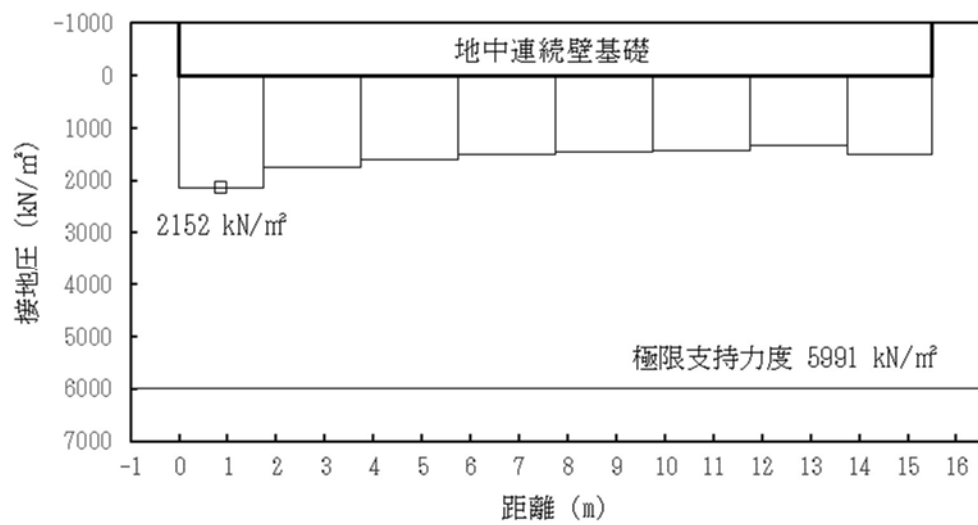


図 5.2-25 (5) 接地圧分布図 (③-③断面) (基準津波時)
(検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

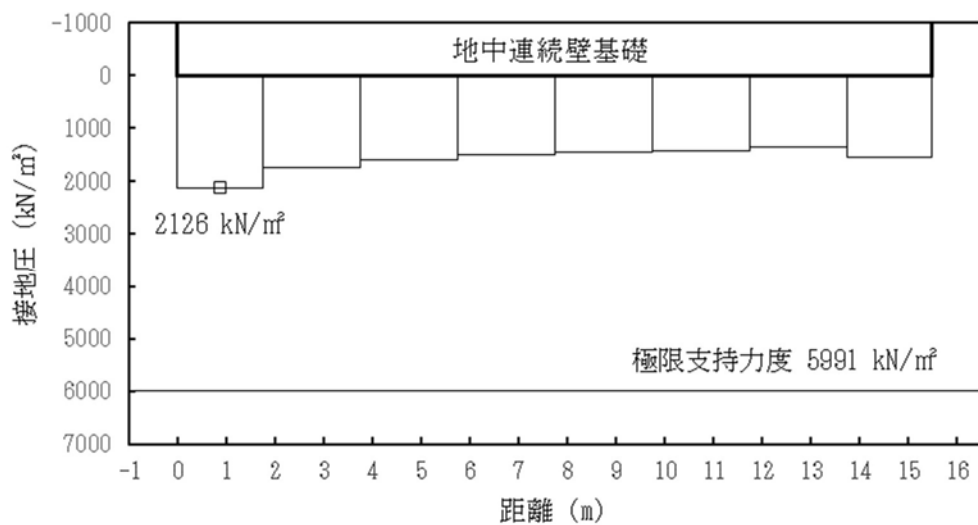


図 5.2-25 (6) 接地圧分布図 (③-③断面) (基準津波時)
(検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

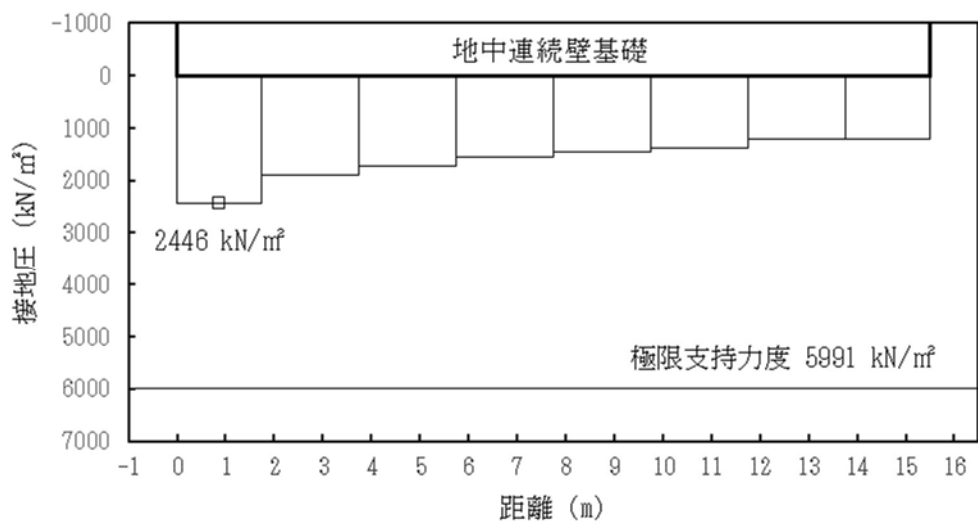


図 5.2-25 (7) 接地圧分布図 (③-③断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

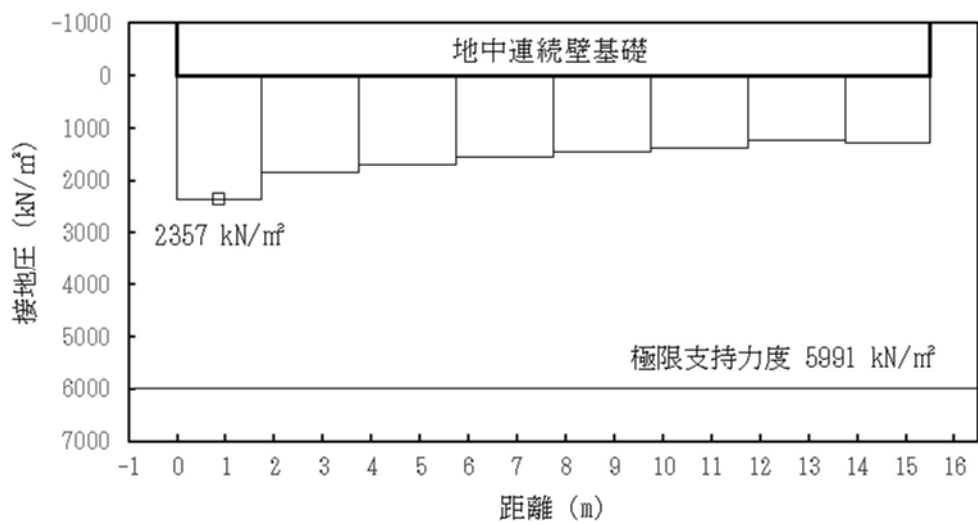


図 5.2-25 (8) 接地圧分布図 (③-③断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

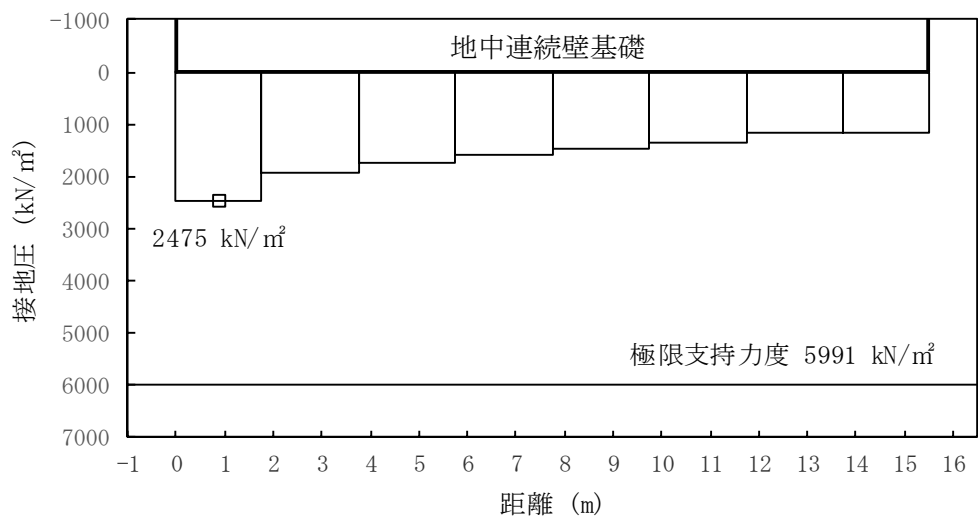


図 5.2-25 (9) 接地圧分布図 (③-③断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

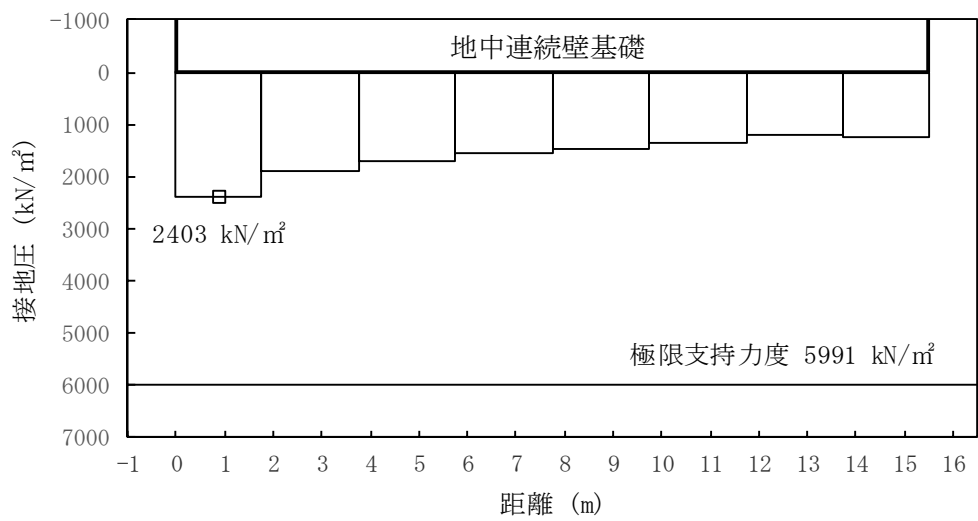


図 5.2-25 (10) 接地圧分布図 (③-③断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

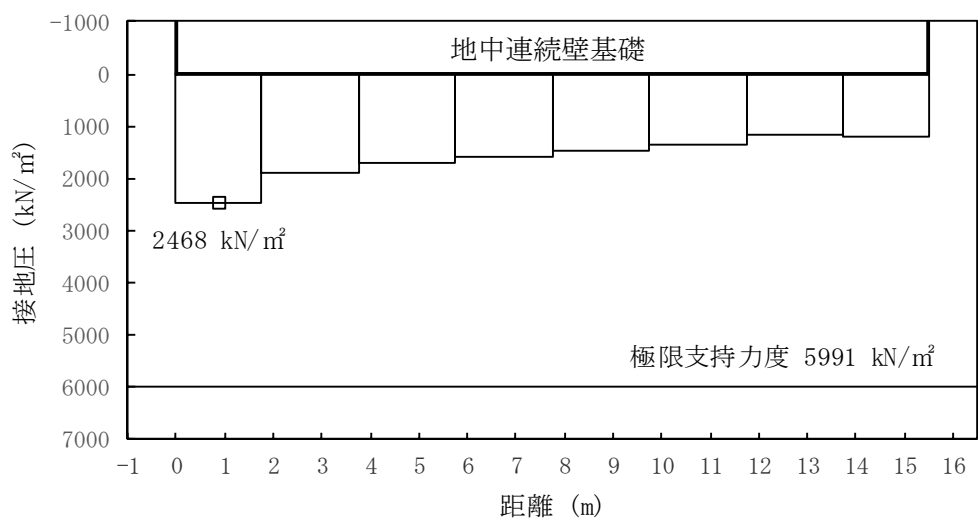


図 5.2-25 (11) 接地圧分布図 (③-③断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

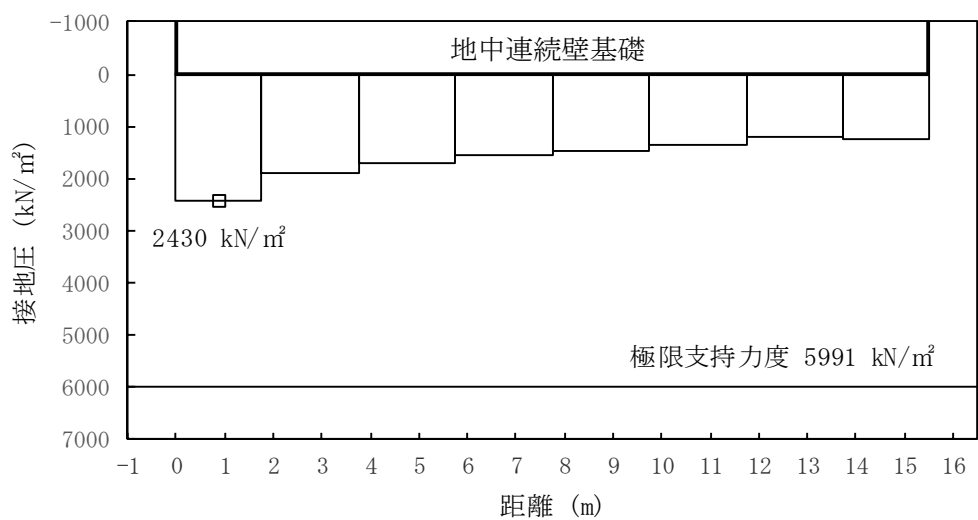


図 5.2-25 (12) 接地圧分布図 (③-③断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

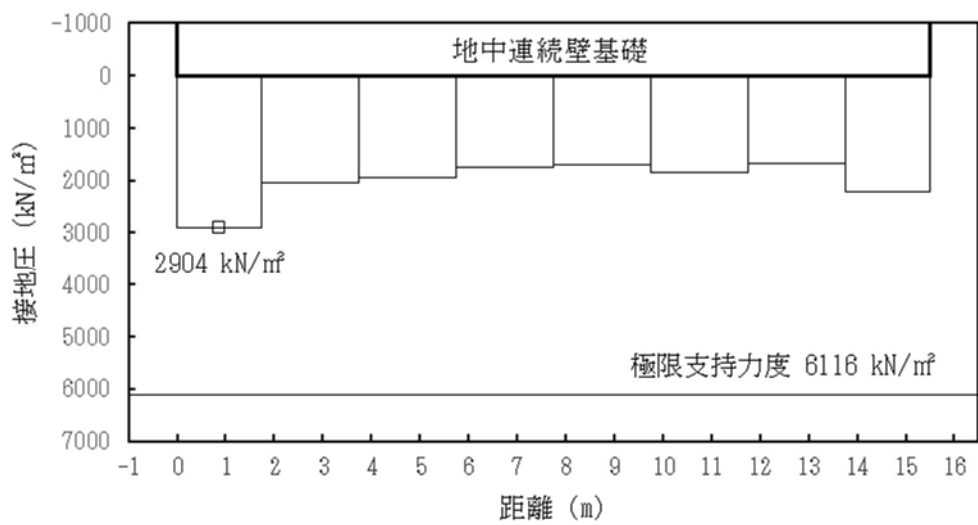


図 5.2-25 (13) 接地圧分布図 (②-②断面) (基準津波時)
(検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

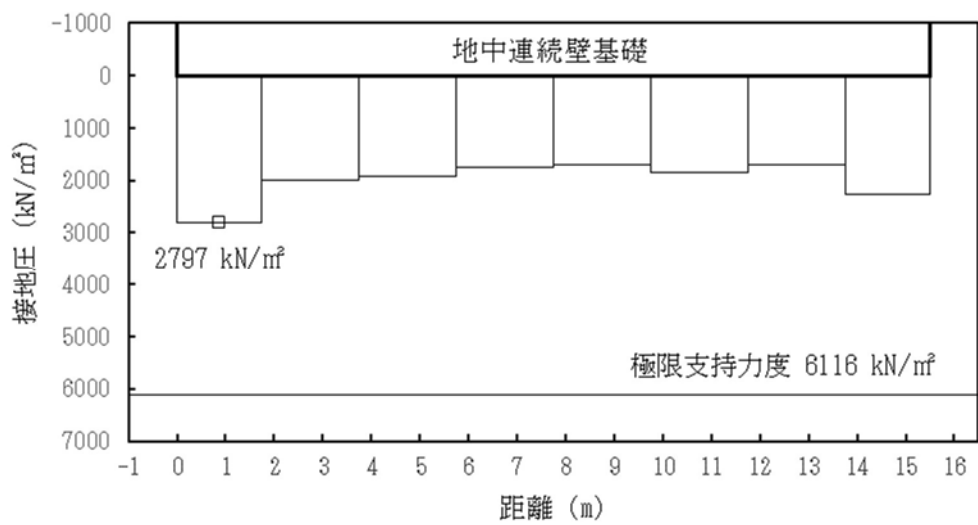


図 5.2-25 (14) 接地圧分布図 (②-②断面) (基準津波時)
(検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

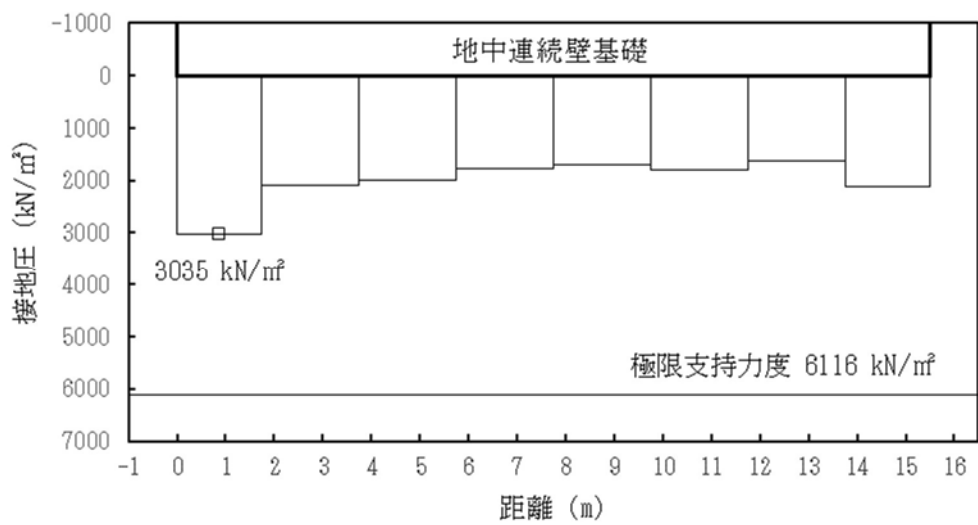


図 5.2-25 (15) 接地圧分布図 (②-②断面) (基準津波時)
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

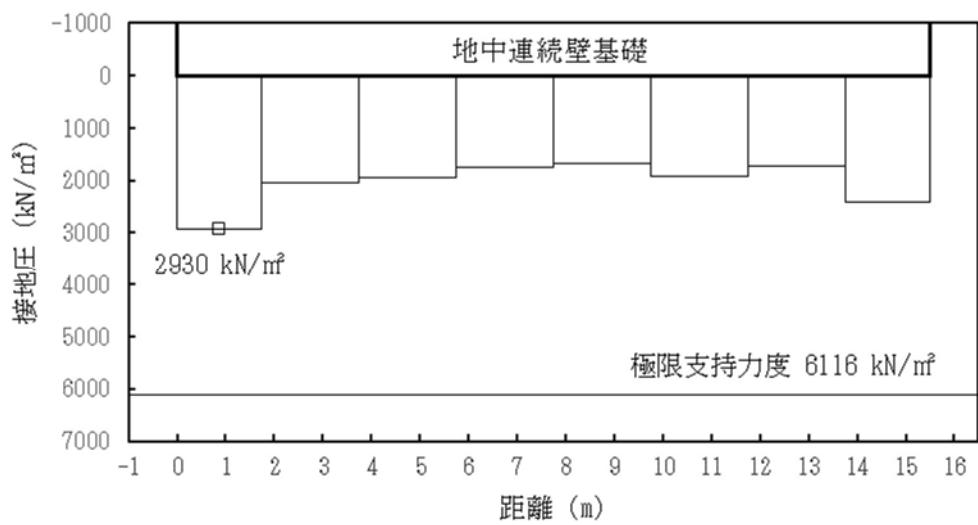


図 5.2-25 (16) 接地圧分布図 (②-②断面) (基準津波時)
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

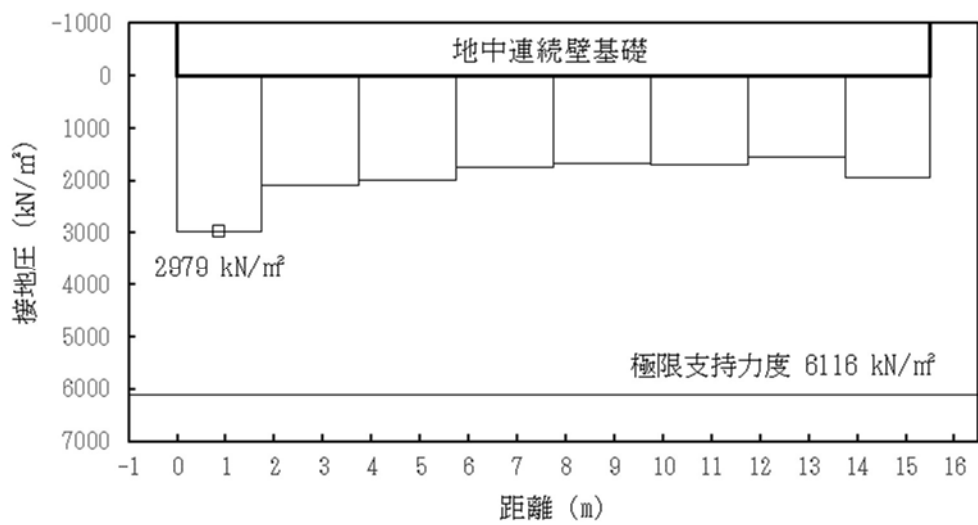


図 5.2-25 (17) 接地圧分布図 (②-②断面) (基準津波時)
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

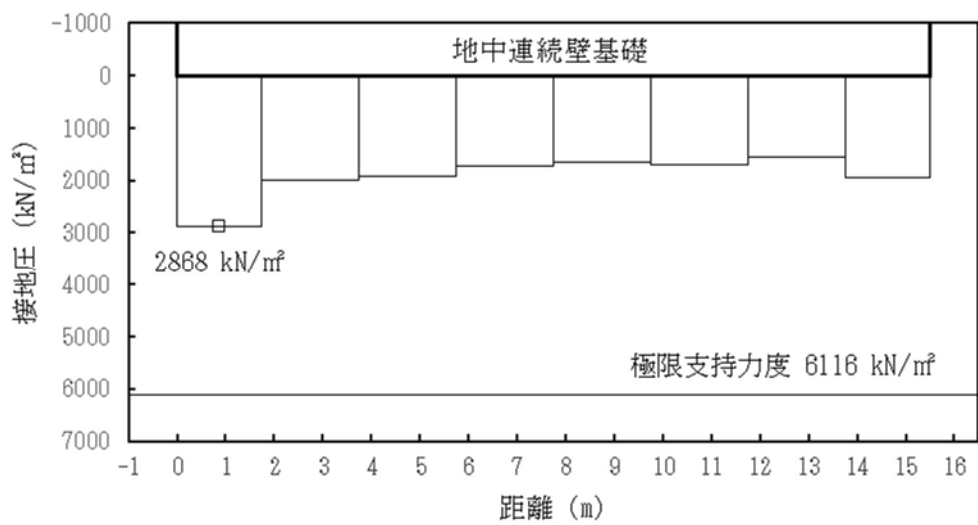


図 5.2-25 (18) 接地圧分布図 (②-②断面) (基準津波時)
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

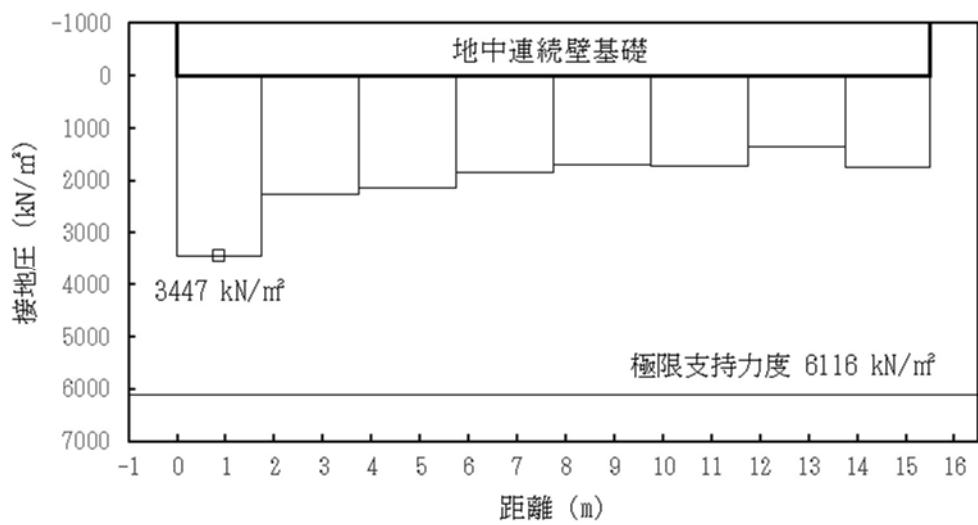


図 5.2-25 (19) 接地圧分布図 (②-②断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース①: 原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)

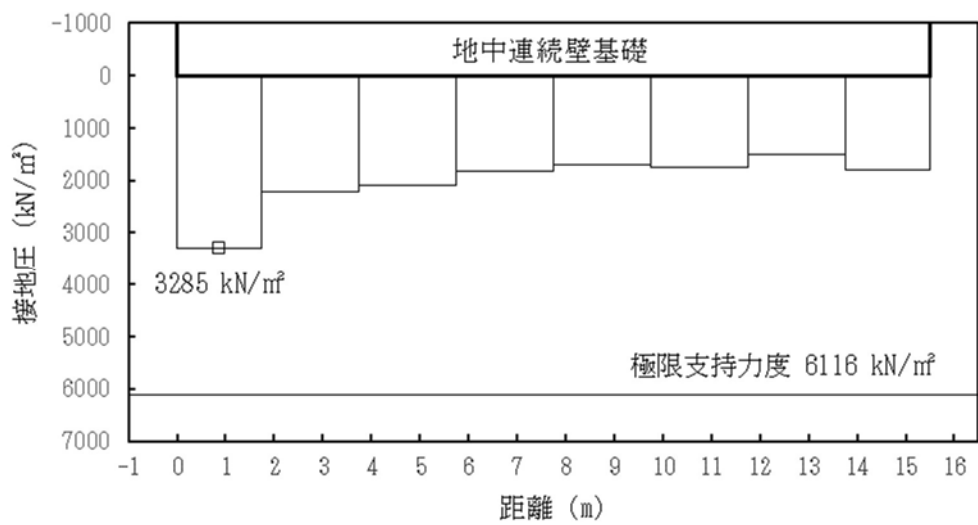


図 5.2-25 (20) 接地圧分布図 (②-②断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース②: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)

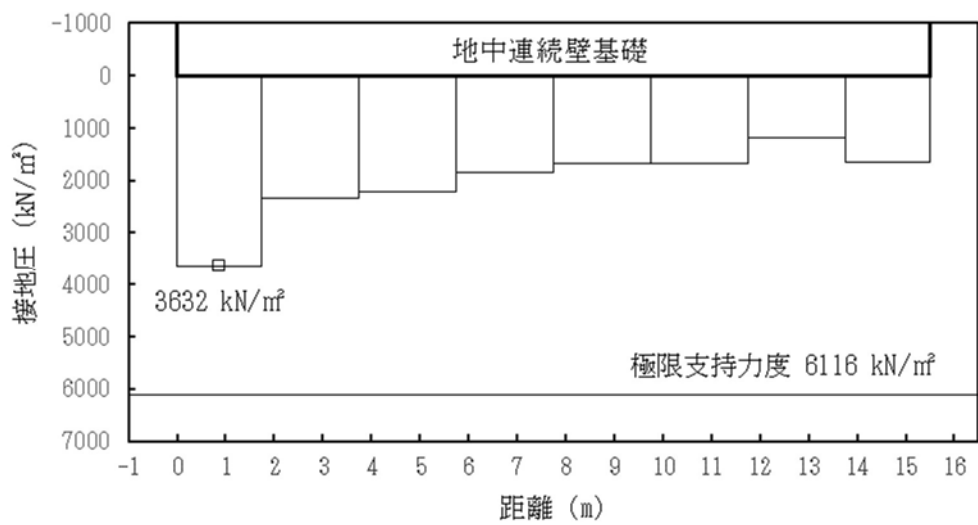


図 5.2-25 (21) 接地圧分布図 (②-②断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース③: 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)

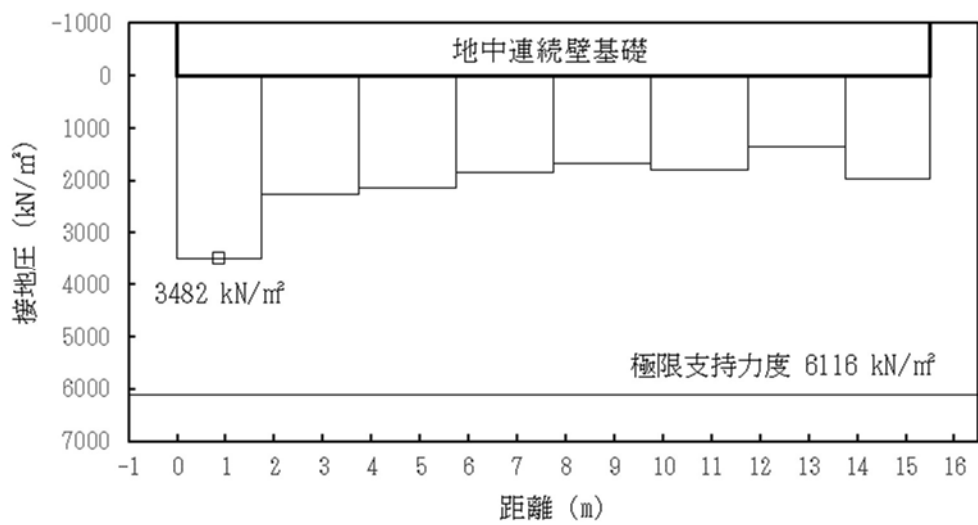


図 5.2-25 (22) 接地圧分布図 (②-②断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース④: 敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)

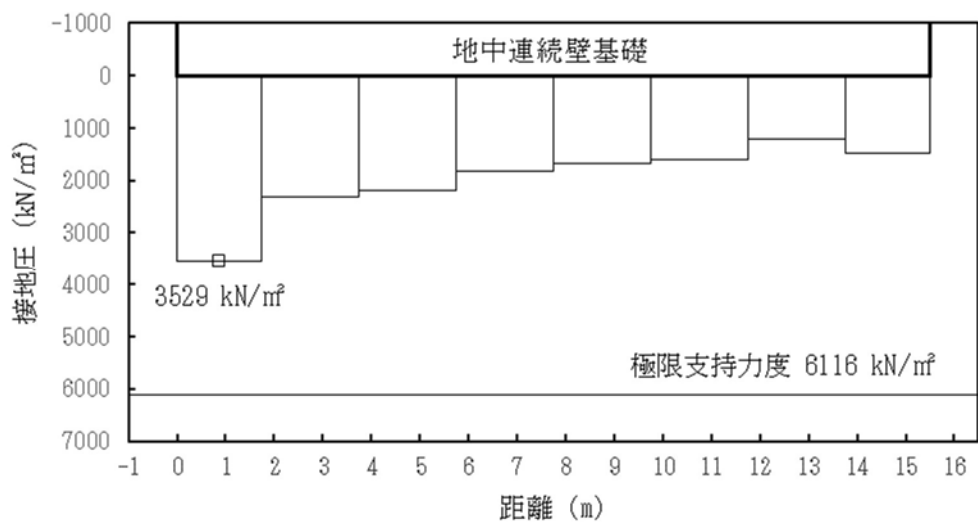


図 5.2-25 (23) 接地圧分布図 (②-②断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース⑤: 原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース)

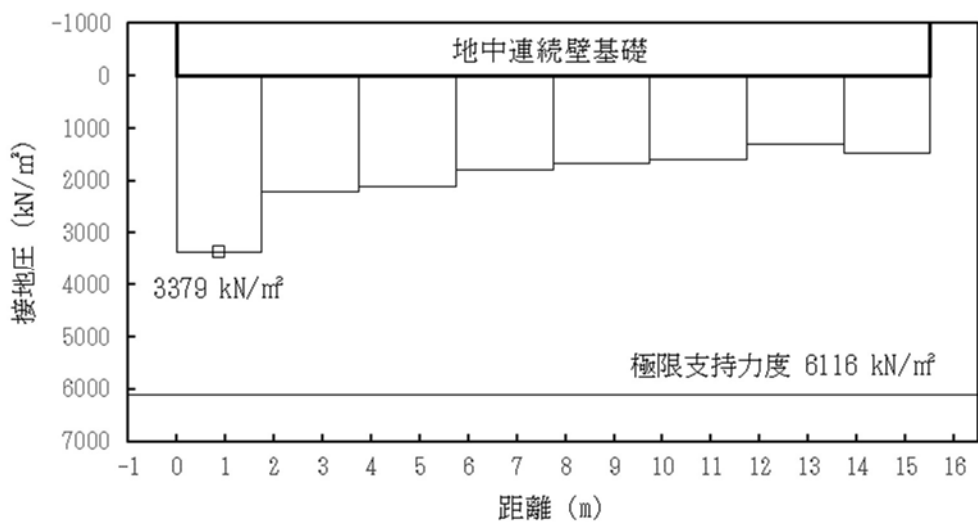


図 5.2-25 (24) 接地圧分布図 (②-②断面) (敷地に遡上する津波時)
(検討ケース⑥: 地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) して
非液状化の条件を仮定した解析ケース)

5.2.7 止水ジョイント部の相対変位量に対する評価結果

重畳時の止水ジョイント部の異種構造物間の相対変位量に対する照査結果を表 5.2-25 及び表 5.2-26 に示す。

表 5.2-25 重畳時相対変位量（天端）

	δ_x (m)	δ_y (m)	δ_z (m)	3 成分 合成 (m)	許容限界 (m)
地震時最終変位（鋼製防護壁）	0.031	0.240	0.014		
地震時最終変位（鉄筋コンクリート防潮壁）	0.198	0.408	0.019		
重畳時（鋼製防護壁）	0.079	0.437	0.006		
合計	0.308	1.085	0.039	1.129	2.0

表 5.2-26 重畳時相対変位量（地表面）

	δ_x (m)	δ_y (m)	δ_z (m)	3 成分 合成 (m)	許容限界 (m)
地震時最終変位（鋼製防護壁）	0.031	0.240	0.014		
地震時最終変位（鉄筋コンクリート防潮壁）	0.198	0.408	0.019		
重畳時（鋼製防護壁）	0.074	0.320	0.012		
合計	0.303	0.968	0.045	1.015	2.0

5.3 まとめ

鋼製防護壁について、津波時及び重畳時に対し、構造物の曲げ軸力及びせん断力並びに基礎地盤の接地圧が許容限界以下であることを確認した。また、重畳時における止水ジョイント部の異種構造物間の相対変位量が許容限界以下であることを確認した。

以上のことから、鋼製防護壁は、津波時及び重畳時に対して、要求機能を維持できる。

なお、鋼製防護壁（接合部）におけるアンカーボルト、頂版及び中詰め鉄筋コンクリートの設計については、「6.1.2 鋼製防護壁の接合部アンカーに関する補足説明」において実施した3次元解析にて妥当性を確認した。

鋼製防護壁の強度評価に関する参考資料

(参考 1) 1次元有効応力解析における減衰定数の設定について

有効応力解析における減衰定数については、固有値解析により求められ固有周期及び減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰にて与える。なお、Rayleigh 減衰を $\alpha=0$ となる剛性比例型減衰とする。Rayleigh 減衰の設定は、応答変位法において地盤の低次のモードの変形が特に支配的となることから、地盤全体系に対して、その特定の振動モードの影響が大きいことを考慮し、かつ、振動モードの影響が全体系に占める割合の観点から、刺激係数に着目し行う。設定した Rayleigh 減衰を図 6.1-1 に示す。

1 次の基準モードについては、地盤がせん断変形しているモードを選定している。

なお、初期減衰定数は、地盤については 1%（解析における減衰は、ひずみが大きい領域では履歴減衰が支配的となる。そのため、解析上の安定のためになるべく小さい値として 1%を採用している。）とする。

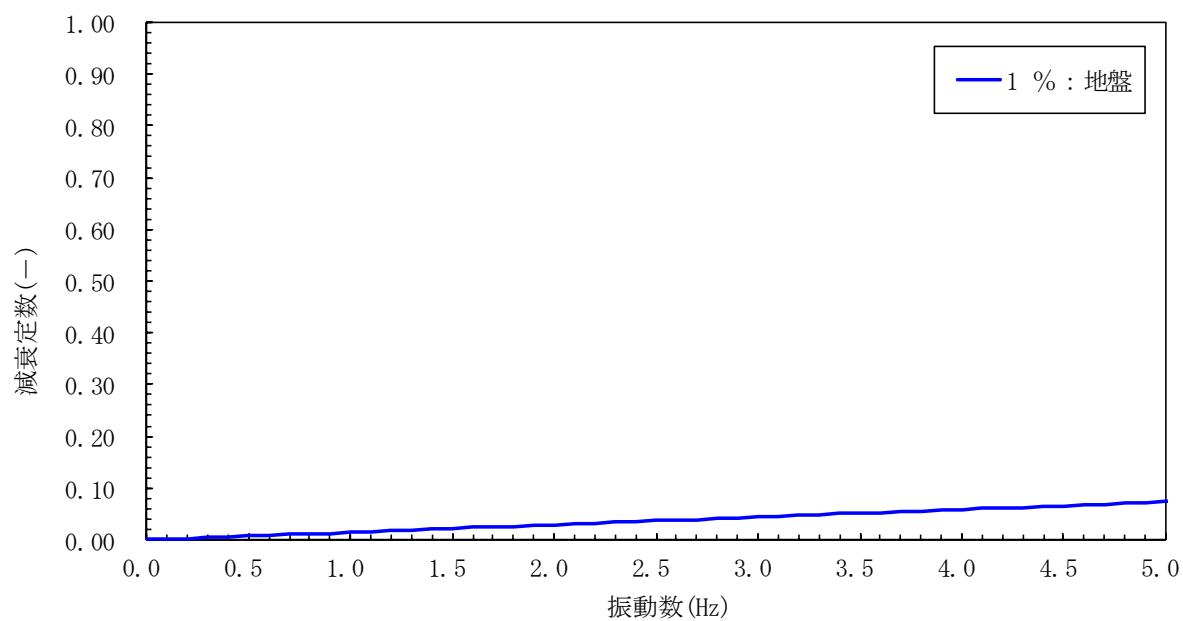


図 6.1-1(1) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)
 (地点①)

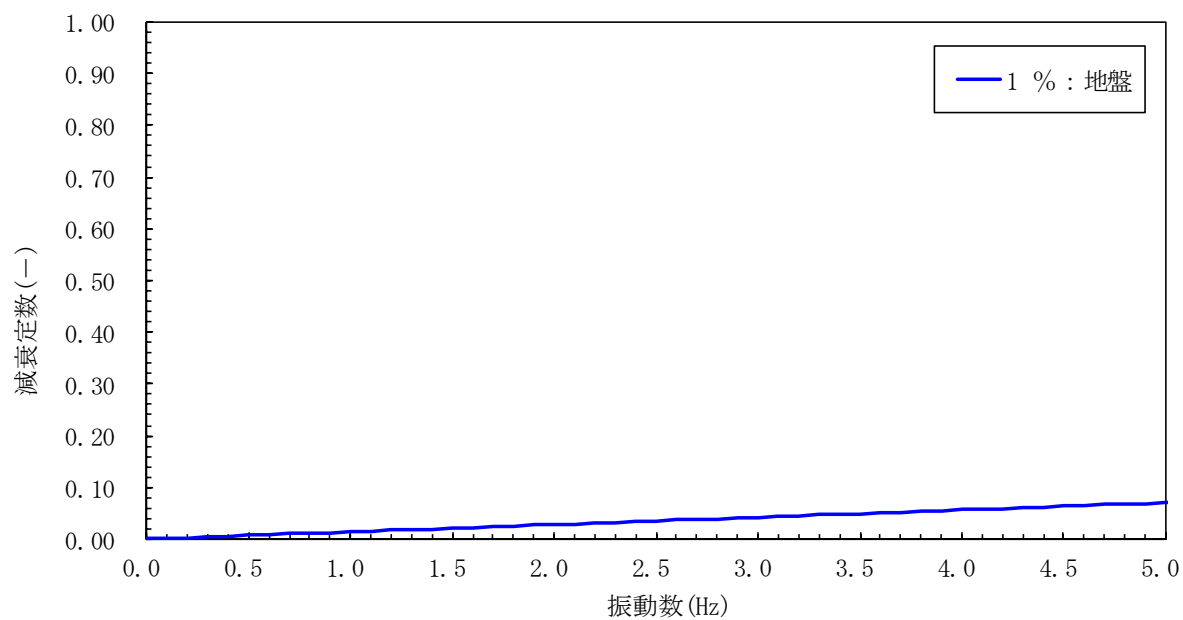


図 6.1-1(2) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1σ) した解析ケース)
 (地点①)

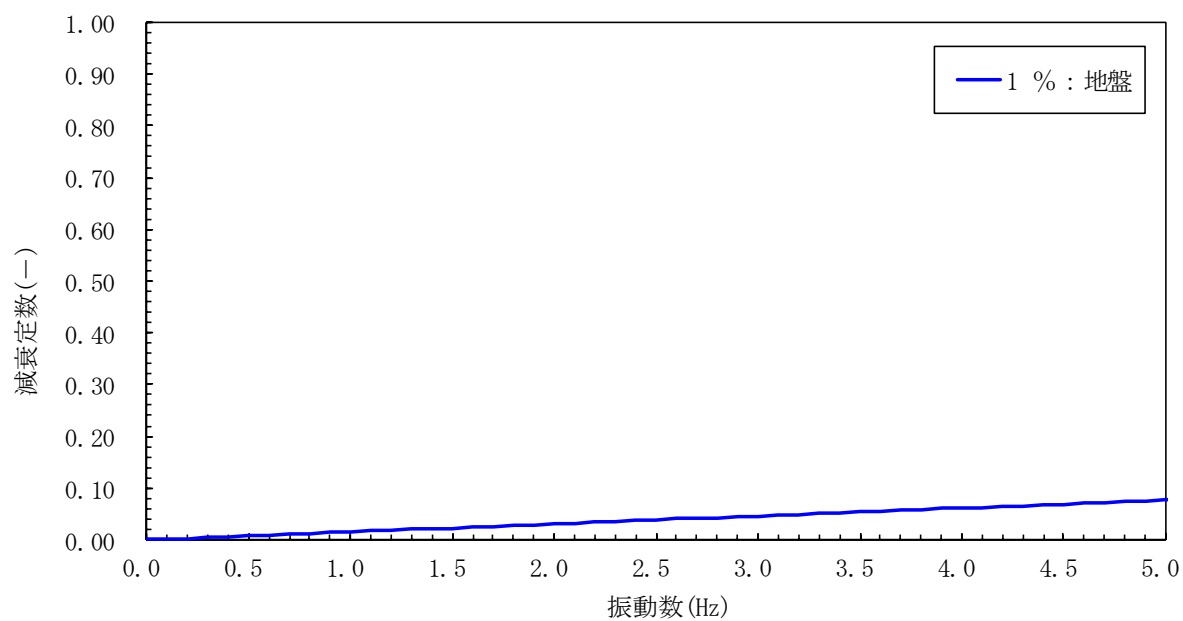


図 6.1-1(3) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)
 (地点①)

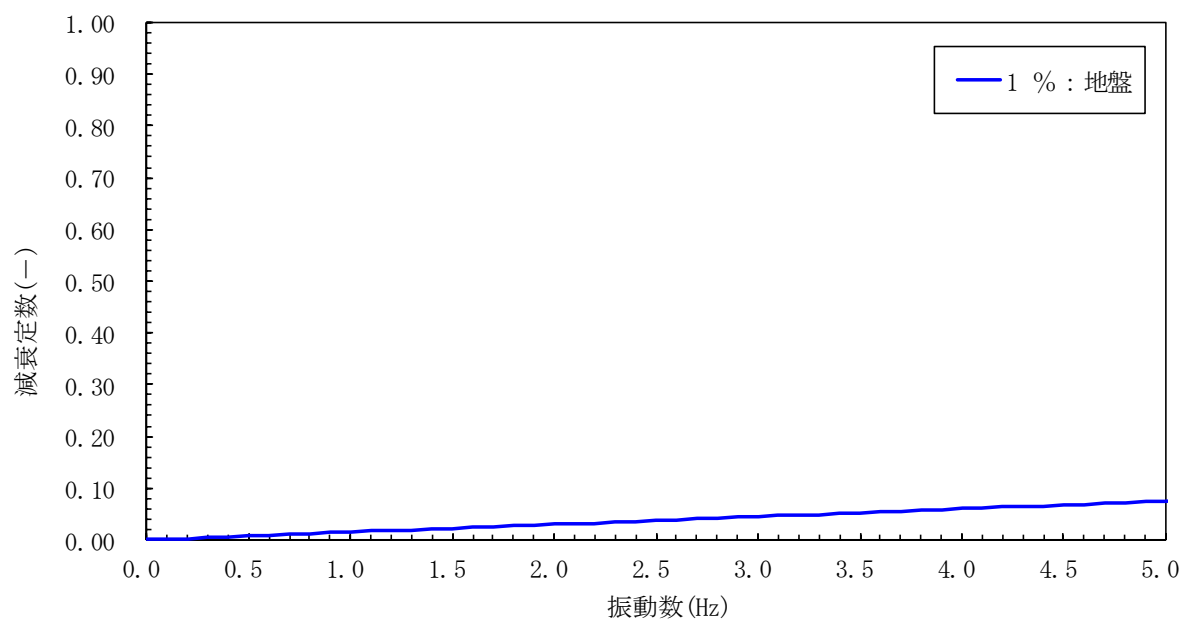


図 6.1-1(4) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)
 (地点①)

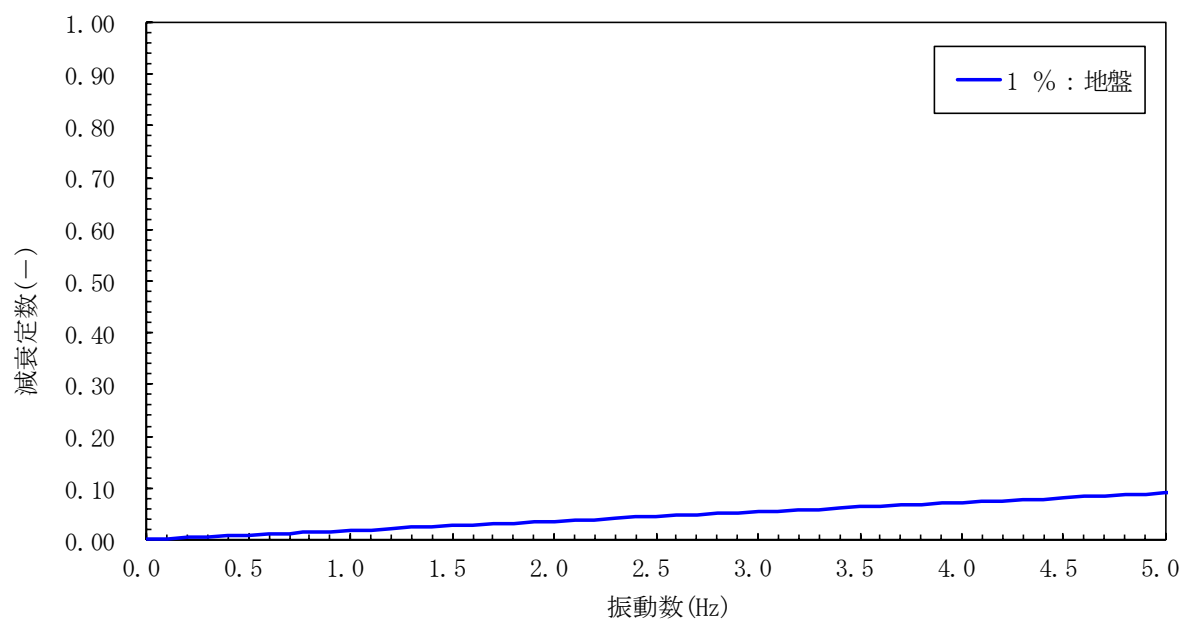


図 6.1-1(1) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース)
 (地点②)

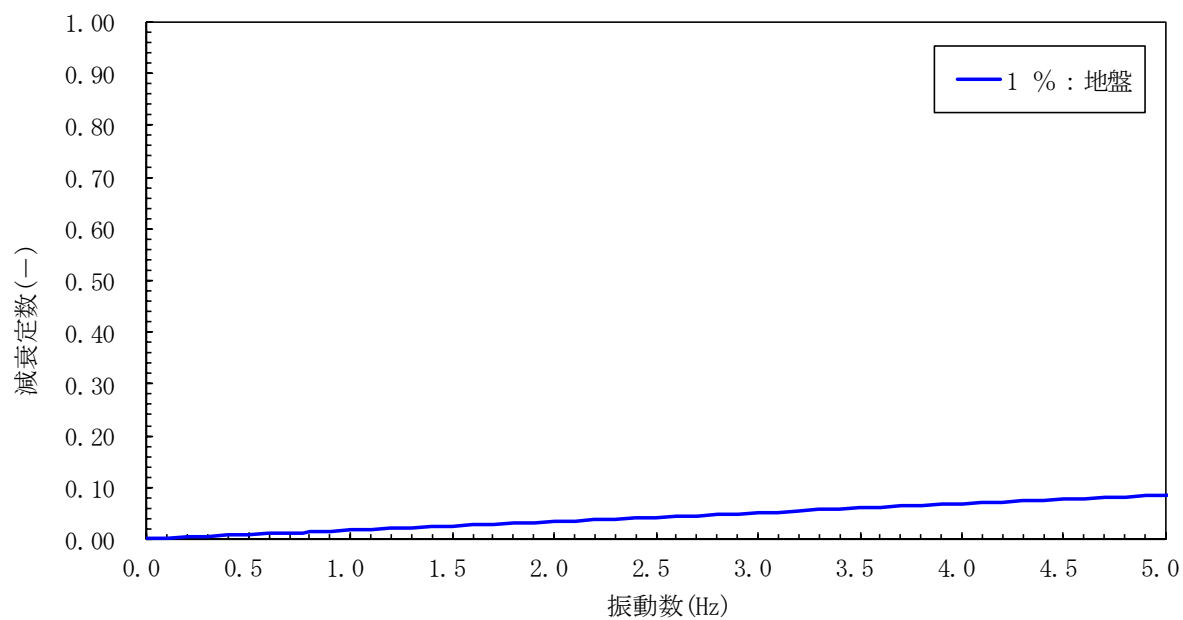


図 6.1-1(2) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮 (+1 σ) した解析ケース)
 (地点②)

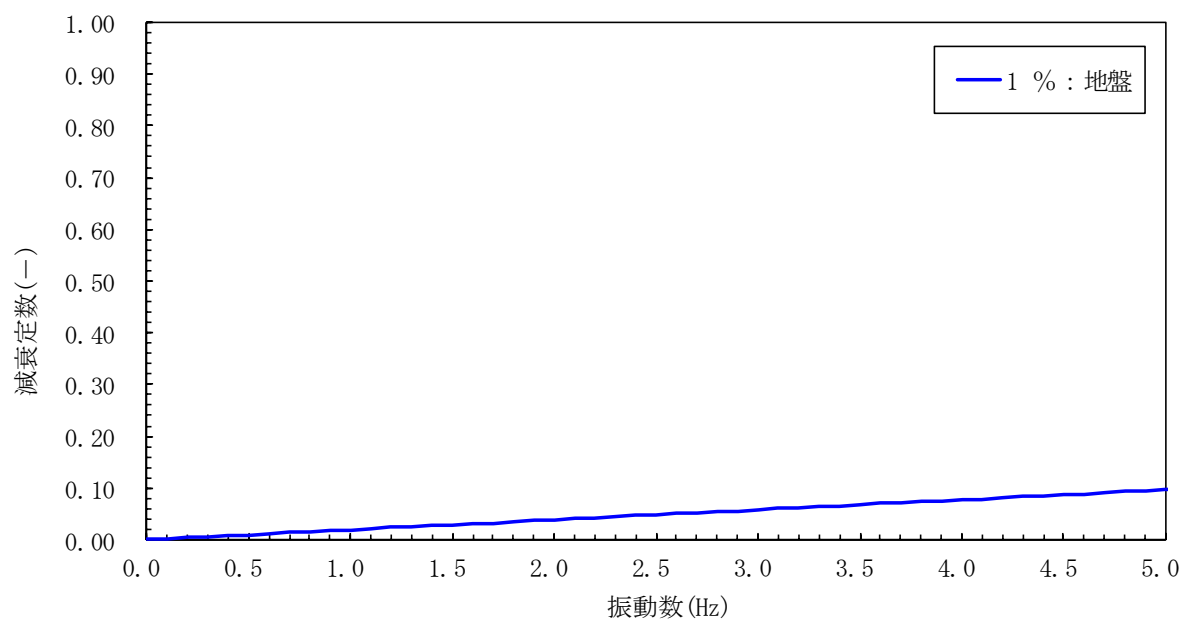


図 6.1-1(3) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) した解析ケース)
 (地点②)

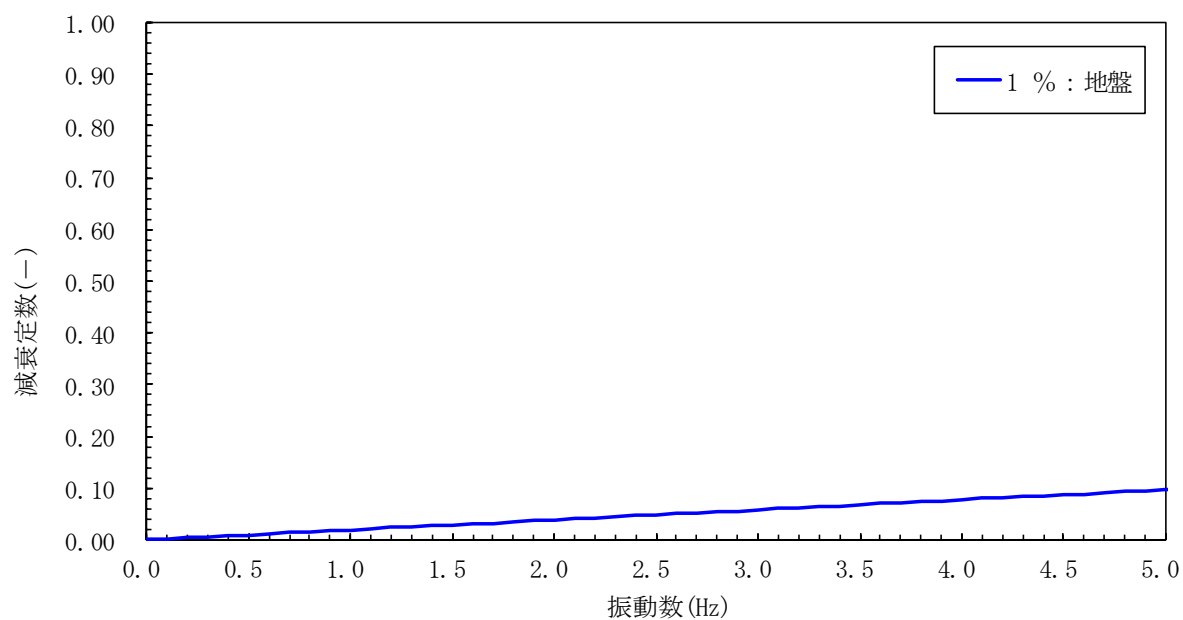


図 6.1-1(4) 設定した Rayleigh 減衰
 (検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース)
 (地点②)

(参考 2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による発生応力の算定における 3 次元組合せ係数法の保守性の確認

1. 検討概要

3 次元組合せ係数法を用いる耐津波設計のうち、敷地に遡上する津波と余震の重畳時について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査との比較を行うことにより、3 次元組合せ係数法の保守性を確認の上で適用する。検討フローを図 6.1-2 に示す。

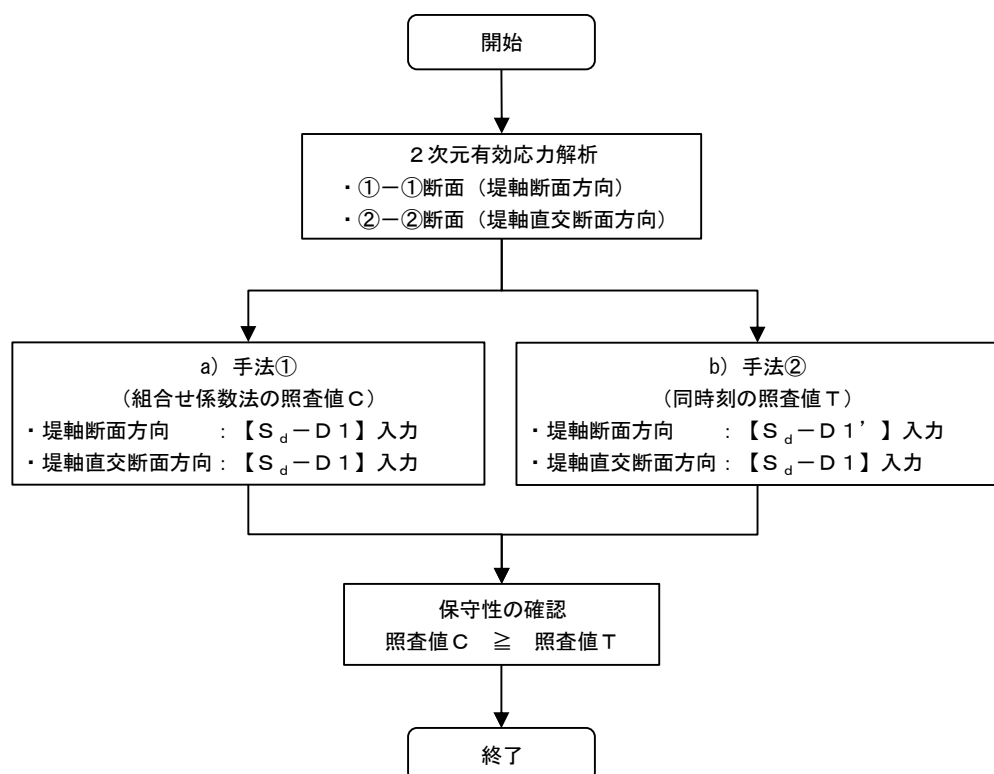


図 6.1-2 検討フロー

手法① (3 次元組合せ係数法) は、直交する 2 次元有効応力解析結果から得られる 3 方向の時刻歴応答を独立に入力し、各方向の入力による全時刻の最大断面力を求め組合せ係数 (1.0 : 0.4 : 0.4) を乗じた断面力の組合せに対して照査する。また、手法① (3 次元組合せ係数法) は、敷地に遡上する津波と余震の重畳時において、余震荷重に対して適用する。手法① (3 次元組合せ係数法) の考え方を図 6.1-3 に示す。

手法② (水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査) は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の地震力の同時入力による断面力の時刻歴を用いて、同要素及び同時刻の断面力を組合せて照査する。手法② (水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査) の考え方を図 6.1-4 に示す。

照査断面力

= 堤軸直交断面方向: 水平加振による最大断面力 $\{F1\} \times 1.0$

+ 堤軸直交断面方向: 鉛直加振による最大断面力 $\{F2\} \times 0.4$

+ 堤軸断面方向 : 水平加振による最大断面力 $\{F3\} \times 0.4$

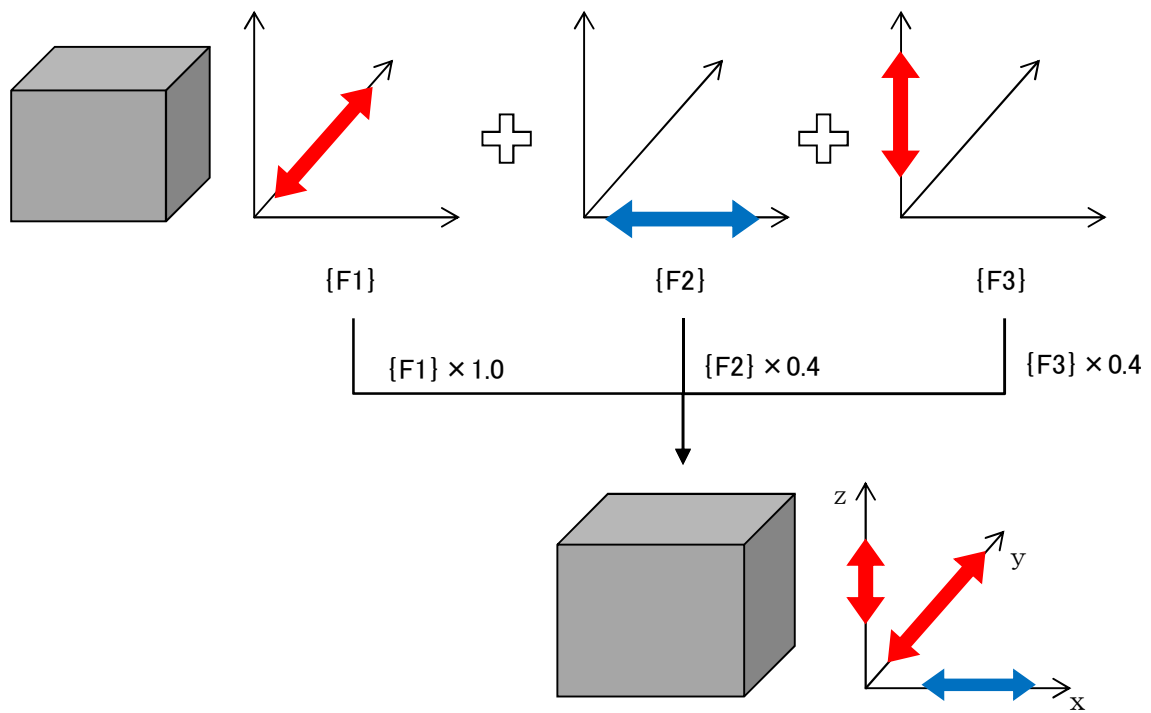


図 6.1-3 手法①（3次元組合せ係数法）の考え方

照査断面力

=堤軸直交断面方向:水平成分

+堤軸直交断面方向:鉛直成分

+堤軸断面方向:水平成分

の同時刻断面力の組合せ

$\{ M_{x\max}(t_1), M_y(t_1), M_z(t_1), F_x(t_1), F_y(t_1), F_z(t_1) \}$ $t_1: M_x$ 最大時刻

$\{ M_x(t_2), M_{y\max}(t_2), M_z(t_2), F_x(t_2), F_y(t_2), F_z(t_2) \}$ $t_2: M_y$ 最大時刻

$\{ M_x(t_3), M_y(t_3), M_{z\max}(t_3), F_x(t_3), F_y(t_3), F_z(t_3) \}$ $t_3: M_z$ 最大時刻

$\{ M_x(t_4), M_y(t_4), M_z(t_4), F_{x\max}(t_4), F_y(t_4), F_z(t_4) \}$ $t_4: F_x$ 最大時刻

$\{ M_x(t_5), M_y(t_5), M_z(t_5), F_x(t_5), F_{y\max}(t_5), F_z(t_5) \}$ $t_5: F_y$ 最大時刻

$\{ M_x(t_6), M_y(t_6), M_z(t_6), F_x(t_6), F_y(t_6), F_{z\max}(t_6) \}$ $t_6: F_z$ 最大時刻

* 各断面力最小時刻についても同様の組合せにて照査

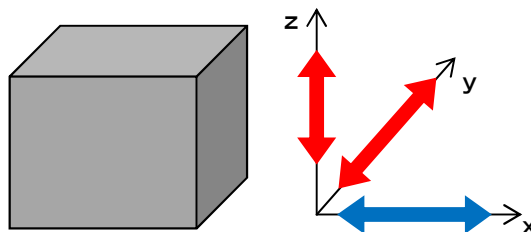


図 6.1-4 手法②（水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査）の考え方

2. 検討内容

水平2方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査と3次元組合せ係数法による最大照査を比較する。検討のモデル図を図6.1-5に示す。

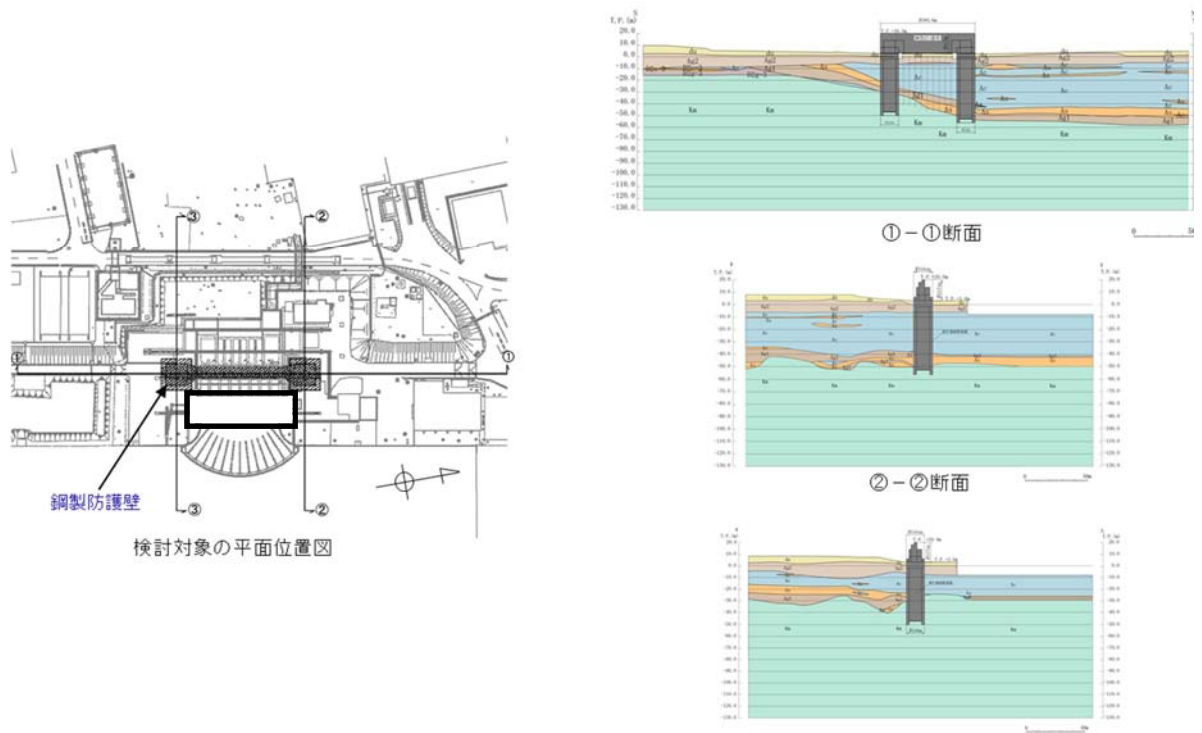


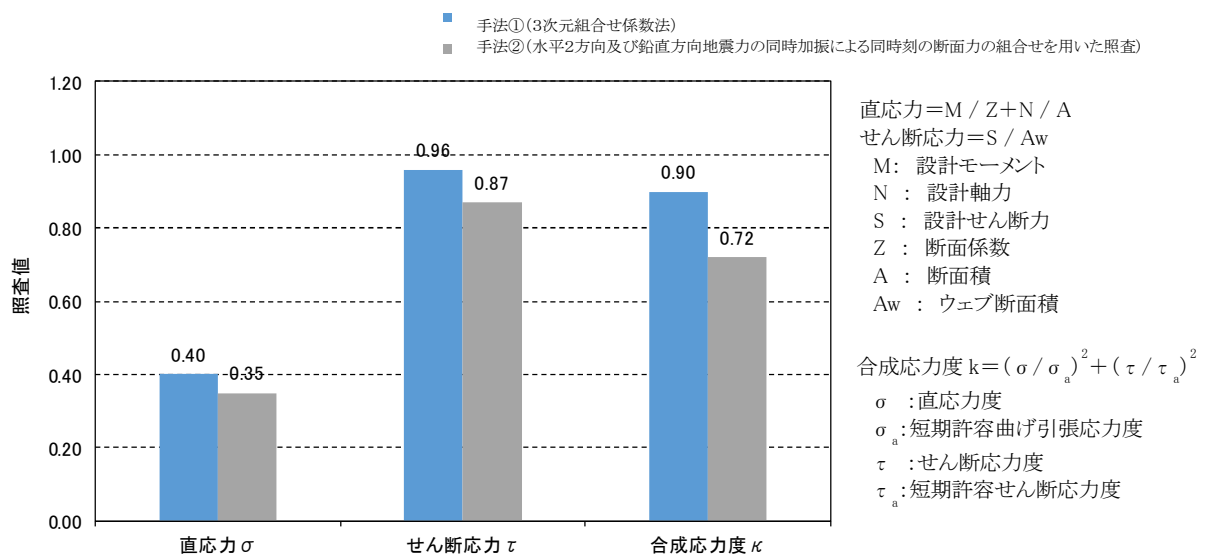
図 6.1-5 検討のモデル図

3. 検討結果

手法①（３次元組合せ係数法）、手法②（水平２方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査）の最大照査値を算定した。

算定の結果、手法②（水平２方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査）より手法①（３次元組合せ係数法）が大きくなり、手法①（３次元組合せ係数法）の保守性を確認した。

手法①（３次元組合せ係数法）と手法②（水平２方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査）による照査値の比較を図 6.1-6 に示す。



同一要素における照査値比較

図 6.1-6 手法①（３次元組合せ係数法）と手法②（水平２方向及び鉛直方向地震力の同時加振による同時刻の断面力の組合せを用いた照査）による照査値の比較