

南基礎

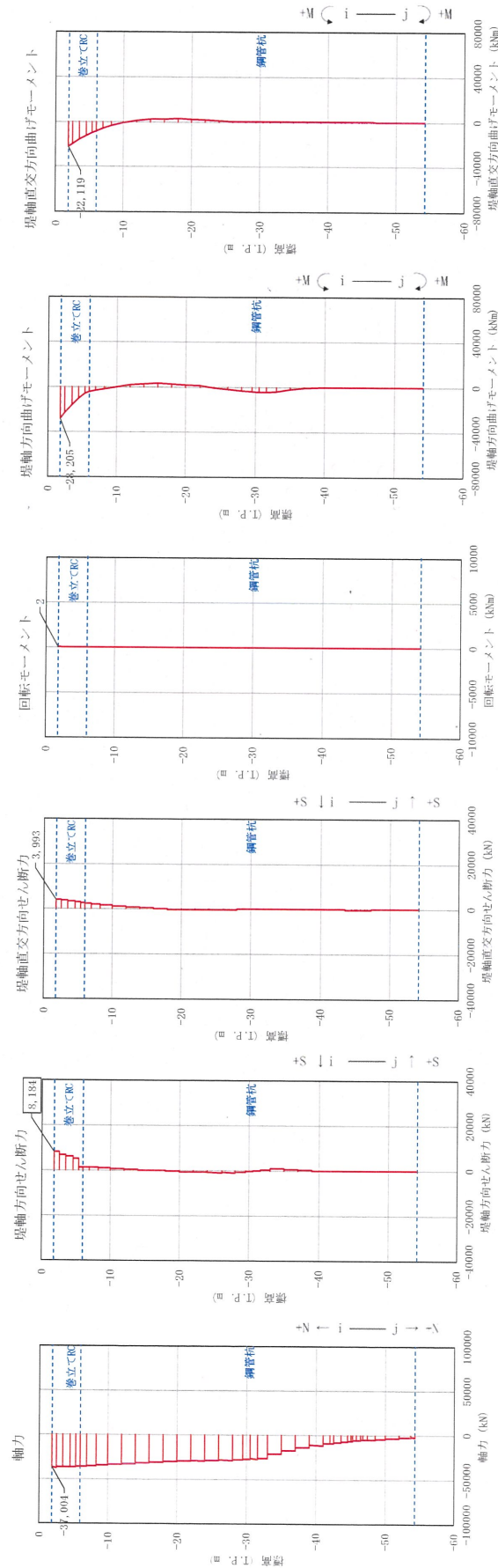


図 4.10-203 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①ー①断面 (重畳時 (基準津波), 南基礎, 地盤バネ 5)

北基礎

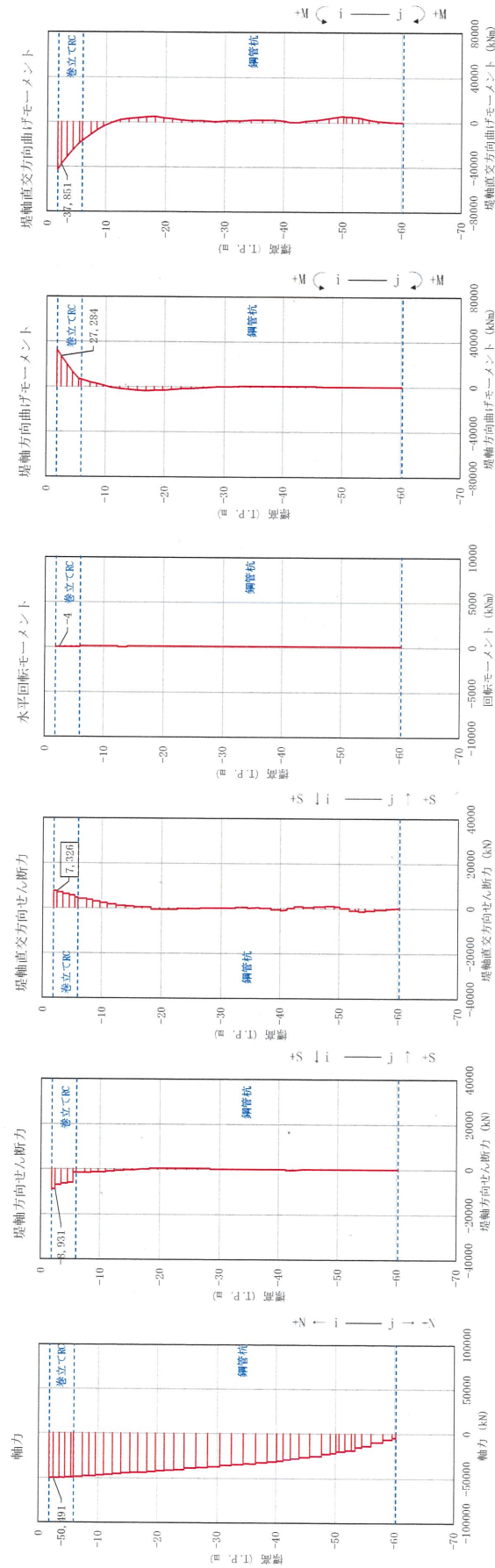


図 4.10-204 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
②-②断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ 4)

南基礎

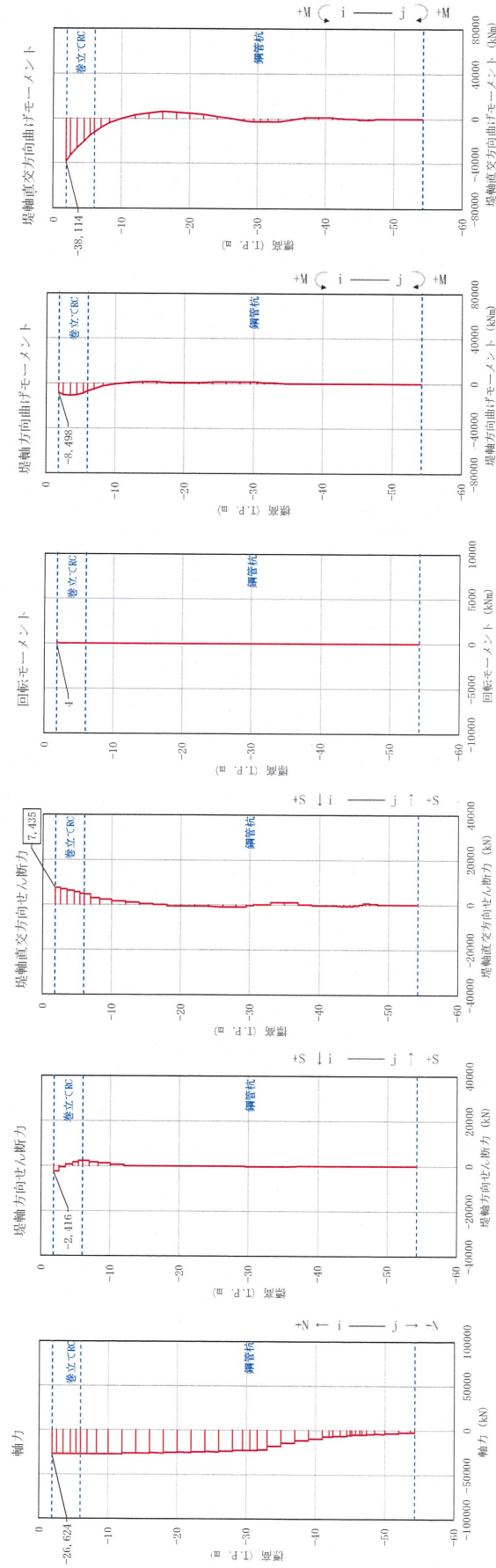


図 4.10-205 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
③-③断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ 4)

北基礎

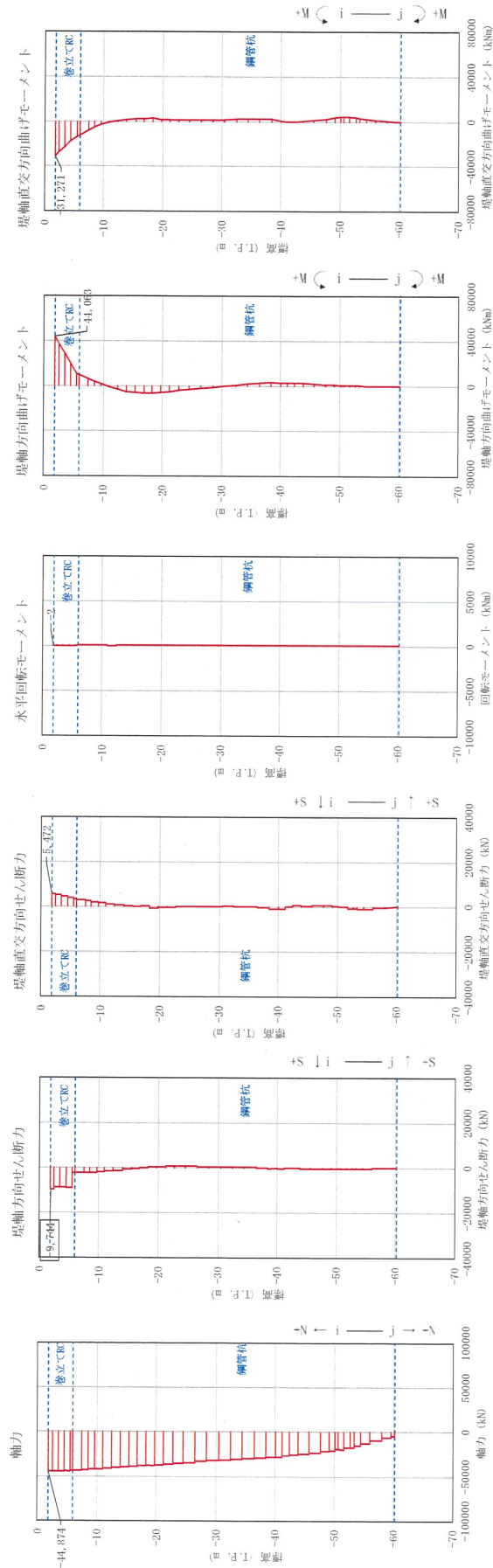


図 4.10-206 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ 5)

南基礎

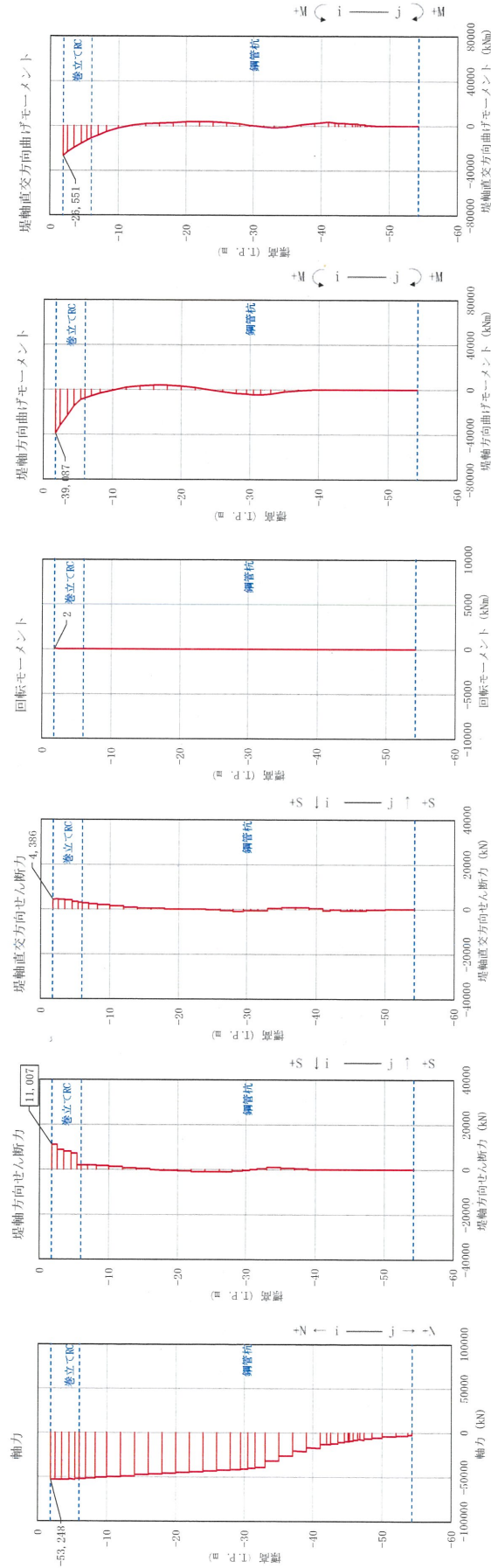


図 4.10-207 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ 5)

(ハ) 構造仕様

鋼管杭の構造仕様を図 4.10-64 に示す。鋼管杭の外径は 1500mm であり、肉厚 50mm である。材質は SBHS500 である。なお、鋼管杭の応力度算出及び鋼管杭の断面積と断面二次モーメントを算出する際は、腐食代 1mm を考慮する。

(d) 杭頭接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）

イ. 鋼管杭頭部及び巻立て鉄筋コンクリート頭部の曲げ軸力に対する評価結果

曲げ軸力評価に対する評価は、図 4.10-208 に示す評価位置図の鋼管杭頭部及び巻立て鉄筋コンクリート頭部に対して行う。同図に示す鋼管杭頭部及び巻立て鉄筋コンクリート頭部の名称は、鋼管杭と同様に以下のルールに従う。最初のアルファベットは、N が北基礎の巻立て鉄筋コンクリートであり、S が南基礎の巻立て鉄筋コンクリートであることを示す。2 番目のアルファベットは、E が東側の巻立て鉄筋コンクリートであり、W が西側の巻立て鉄筋コンクリートであることを示す。末尾の数字は、南端の巻立て鉄筋コンクリートを 1 として北に向かって昇順で設定し、北端の巻立て鉄筋コンクリートを 6 とする。また、末尾の番号が 1 及び 6 を端部杭、2～5 を中間杭として照査結果を区別する。端部杭と中間杭として区別したのは、部材幅が異なるためである。

3 次元静的フレーム解析によって得られる断面力に対して鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面で評価する。発生応力度は鋼管杭頭接合部と巻立て鉄筋コンクリート接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）の鉄筋及びコンクリートとして算出し、構造部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認する。鋼管杭頭部における仮想鉄筋コンクリート断面と照査断面位置を図 4.10-209 に、巻立て鉄筋コンクリート頭部における仮想鉄筋コンクリート断面と照査断面位置を図 4.10-210 に示す。

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4.10-56 及び表 4.10-57 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.10-58 及び表 4.10-59 にそれぞれ示す。なお、発生応力度は各地盤バネケースにおいて最大となる値を示している。

杭頭接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）における許容応力度法による照査を行った結果、評価位置においてコンクリートの曲げ圧縮応力度と鉄筋の曲げ引張応力度が許容限界以下であることを確認した。なお、コンクリートの曲げ軸力照査の最大照査値は、巻立て鉄筋コンクリート断面の接合部が重畳時（基準津波）において 0.94（発生位置は地盤バネ 5 の北基礎の NW 1 端部杭の接合部）であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において 0.85（地盤バネ 5 の南基礎の SW 6 端部杭の接合部）である。鋼管杭断面の接合部の最大照査値は、重畳時（基準津波）において 0.38（発生位置は地盤バネ 5 の北基礎の NE 1 鋼管杭の接合部）であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において 0.37（発生位置は地盤バネ 5 の北基礎の NE 1 鋼管杭の接合部）である。一方、鉄筋の曲げ軸力照査の最大照査値は、巻立て鉄筋コンクリート断面の接合部が重畳時（基準津波）において 0.74（発生位置は地盤バネ 4 の南基礎の SE 5 中間杭の接合部）であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において 0.96（発生位置は地盤バネ 4 の南基礎の SE 5 中間杭の接合部）である。鋼管杭断面の接合部が、重畳時（基準津波）において 0.41（発生位置は地盤バネ 5 の北基礎の NE 2 鋼管杭の接合部）であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において 0.55（発生位置は地盤バネ 3 の南基礎の SE 6 鋼管杭の接合部）である。

以上のことから、鋼管杭頭部及び巻立て鉄筋コンクリート頭部の構造部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

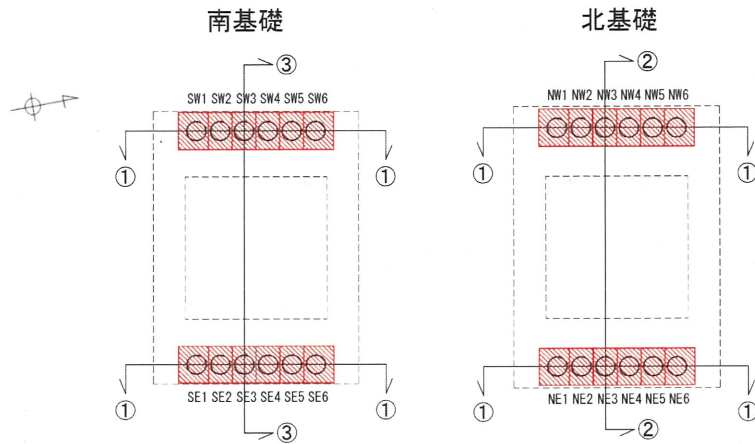


図 4.10-208 評価位置図 (杭頭接合部)

(図 4.10-100 の再掲)

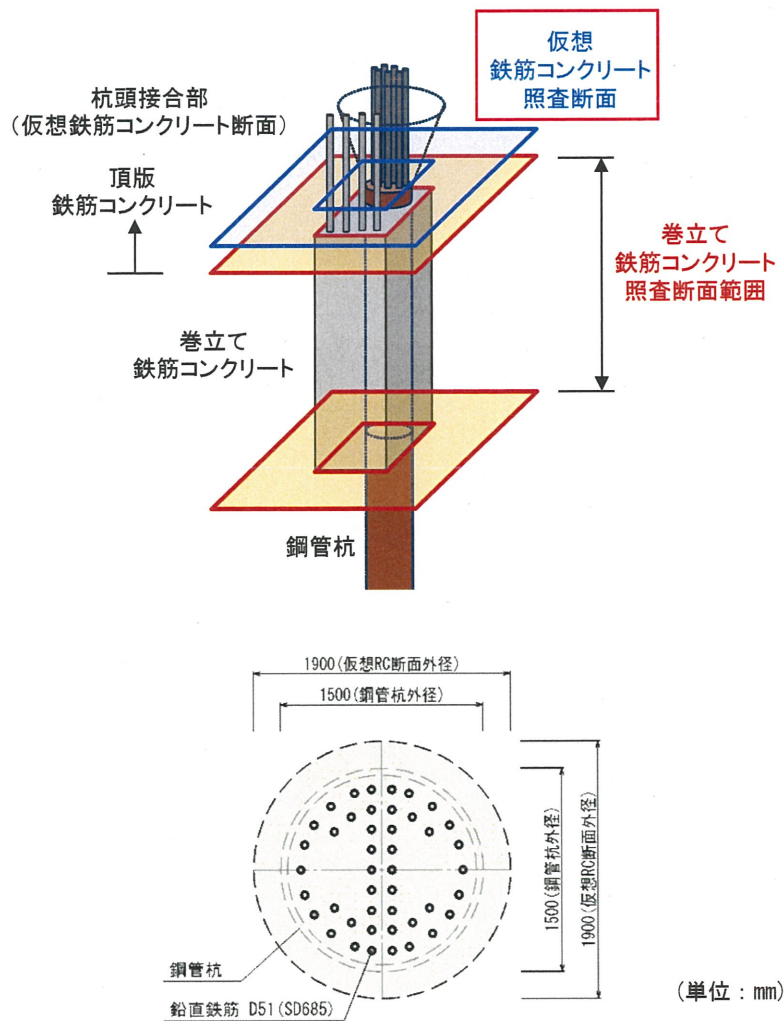


図 4.10-209 鋼管杭頭部における仮想鉄筋コンクリート断面

(図 4.10-101 の再掲)

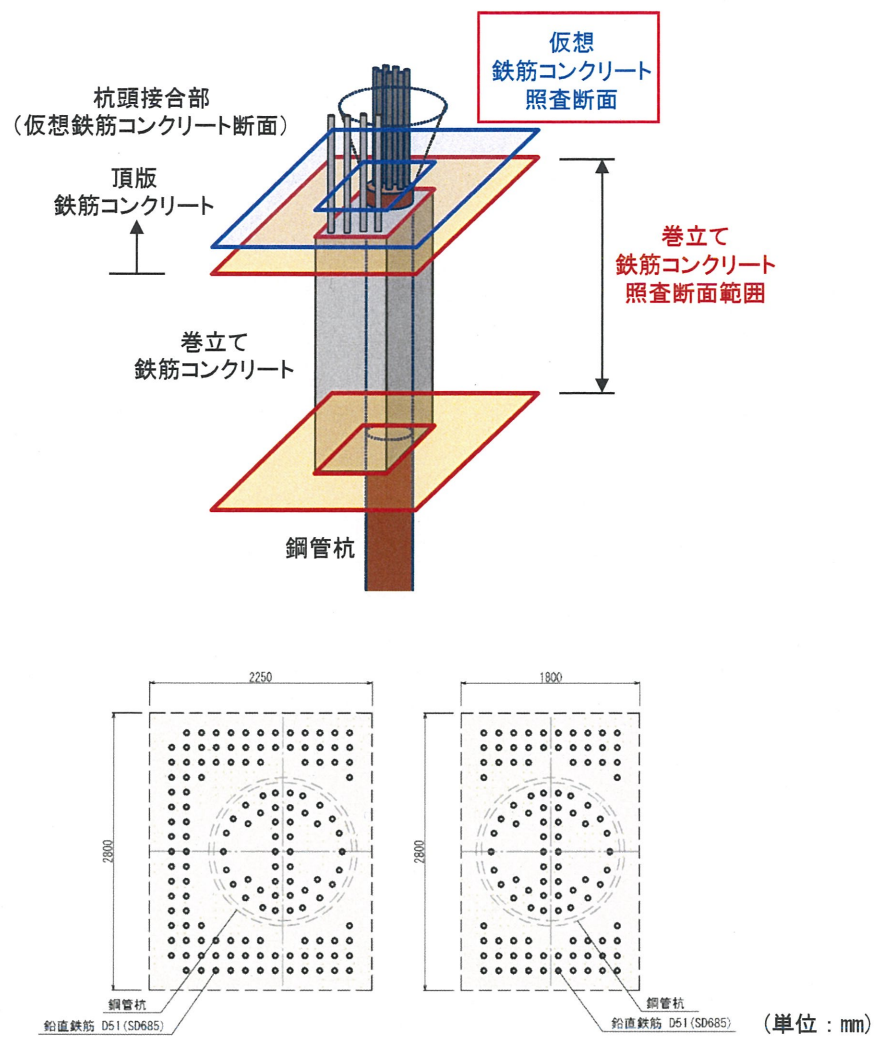


図 4.10-210 巻立て鉄筋コンクリート頭部における仮想鉄筋コンクリート断面
(図 4.10-102 の再掲)

表 4.10-56 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (重畳時 (基準津波))

地盤 パネ ケース	評価位置				断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c/σ_{ca}	
					部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)				
地盤 パネ 3	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D51 ϕ 150 (SD685)	-32487	-29711	18.1	24	0.76
					①－①断面	2800	2250	1875	D51 ϕ 150 (SD685)	21687				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51 ϕ 150 (SD685)	-27370	-26524	18.2	24	0.76
					①－①断面	2800	1800	1275	D51 ϕ 150 (SD685)	10955				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	ϕ 1900			D51 ϕ 150 (SD685)	3207	-3293	5.9	24	0.25
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51 ϕ 150 (SD685)	-27714	-30224	18.3	24	0.77
					①－①断面	2800	2250	1875	D51 ϕ 150 (SD685)	-22538				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51 ϕ 150 (SD685)	-26532	-25958	19.0	24	0.80
					①－①断面	2800	1800	1275	D51 ϕ 150 (SD685)	-10759				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	ϕ 1900			D51 ϕ 150 (SD685)	3824	-4165	7.1	24	0.30
	地盤 パネ 4	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D51 ϕ 150 (SD685)	-28880	-27880	22.4	24
①－①断面						2800	2250	1875	D51 ϕ 150 (SD685)	34820				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51 ϕ 150 (SD685)	-23884	-23339	22.1	24	0.93
					①－①断面	2800	1800	1275	D51 ϕ 150 (SD685)	18141				
仮想RC断面 (鋼管杭)			NE1	—	ϕ 1900			D51 ϕ 150 (SD685)	4678	-3904	8.7	24	0.37	
南基礎		仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51 ϕ 150 (SD685)	-28959	-33834	19.7	24	0.83
					①－①断面	2800	2250	1875	D51 ϕ 150 (SD685)	-24976				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51 ϕ 150 (SD685)	-27558	-27985	20.1	24	0.84
					①－①断面	2800	1800	1275	D51 ϕ 150 (SD685)	-11774				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	ϕ 1900			D51 ϕ 150 (SD685)	4332	-5294	8.0	24	0.34
地盤 パネ 5		北基礎	① 仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D51 ϕ 150 (SD685)	-26903	-28822	22.4	24
	①－①断面					2800	2250	1875	D51 ϕ 150 (SD685)	36199				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51 ϕ 150 (SD685)	-21930	-23744	21.9	24	0.92
					①－①断面	2800	1800	1275	D51 ϕ 150 (SD685)	18808				
	② 仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	ϕ 1900			D51 ϕ 150 (SD685)	4857	-4174	9.0	24	0.38	
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51 ϕ 150 (SD685)	-28332	-35904	20.4	24	0.86
					①－①断面	2800	2250	1875	D51 ϕ 150 (SD685)	-27216				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51 ϕ 150 (SD685)	-27285	-29144	20.9	24	0.88
					①－①断面	2800	1800	1275	D51 ϕ 150 (SD685)	-12936				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	ϕ 1900			D51 ϕ 150 (SD685)	4411	-5639	8.1	24	0.34

注記 鉄筋仕様に示す D51 ϕ 150 は、接合部の鉄筋の仕様であり、公称直径 50.8 mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。括弧内の SD685 は鉄筋材質である。

発生断面力は、鋼管杭頭部と巻立て鉄筋コンクリート頭部において算出した曲げモーメント及び軸力を示す。

発生応力度は、発生断面力を考慮して杭頭接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）において算出した鉄筋及びコンクリートの応力度を示す。

評価位置は図 4.10-208 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。①の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 1.0 倍、堤軸直交方向：西向き 0.4 倍、鉛直方向：下向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 0.4 倍であるが、津波荷重が他の荷重に対して顕著に大きいため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が南向き 1.0 倍であるため慣性力と応答変位による堤軸方向の曲げモーメントが大きく発生する。さらに、図 4.10-211 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転により堤軸方向の曲げモーメントが増大する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が下向きに 0.4 倍であるため、軸圧縮力が増加する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなり、中立軸が傾く。中立軸が傾くと、中立軸から圧縮縁までの距離が遠くなり、コンクリートの曲げ軸力（コンクリート曲げ圧縮応力度）が大きくなる。このため、この組合せケースにおいて、コンクリートの曲げ軸力の最大照査値が発生する。

一方、②の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：北向き 1.0 倍、堤軸直交方向：西向き 0.4 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 0.4 倍であるが、津波荷重が他の荷重に対して顕著に大きいため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が北向き 1.0 倍であるため慣性力と応答変位による堤軸方向の曲げモーメントが大きく発生する。さらに、図 4.10-211 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転により堤軸方向の曲げモーメントが増大する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が上向きに 0.4 倍であるため、軸圧縮力が低減する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなるため、この組合せケースにおいて、コンクリートの曲げ軸力の最大照査値が発生する。

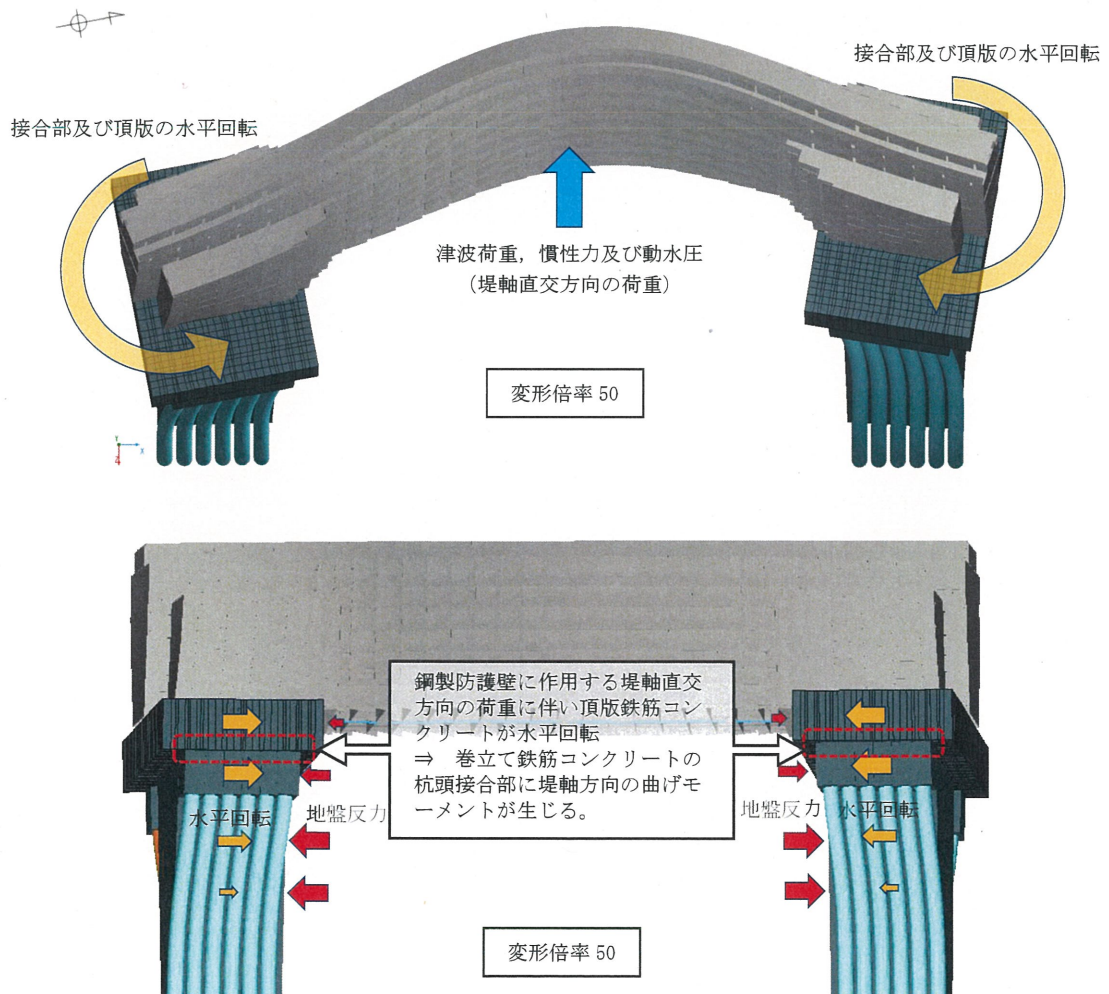


図 4.10-211 頂版鉄筋コンクリートの水平回転に伴う杭頭接合部の曲げモーメント発生状況

表 4.10-57 コンクリートの曲げ軸力照査結果 (重畳時 (敷地に遡上する津波))

地盤 パネ ケース	評価位置					断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 応力度 σ _c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ _{ca} (N/mm ²)	照査値 σ _c /σ _{ca}
						部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
地盤 パネ 3	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-38854	-47026	23.4	32	0.74
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	30083				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-33368	-42800	23.5	32	0.74
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	14878				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	4721	-6939	8.6	32	0.27
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-33139	-47668	25.0	32	0.79
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	-34728				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-31724	-42610	25.1	32	0.79
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	-16398				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	5708	-7232	10.5	32	0.33
地盤 パネ 4	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-33818	-43842	27.1	32	0.85
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	42741				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-28583	-38414	26.6	32	0.84
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	21832				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	6228	-7302	11.5	32	0.36
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-34854	-50913	26.4	32	0.83
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	-36761				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-33079	-44261	26.2	32	0.82
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	-17213				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	6146	-8295	11.2	32	0.36
地盤 パネ 5	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-31271	-44874	26.9	32	0.85
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	44063				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-26251	-38962	26.3	32	0.83
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	22460				
		① 仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	6426	-7662	11.8	32	0.37
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-33643	-53115	27.0	32	0.85
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	-39189				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-32312	-45526	26.8	32	0.84
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	-18456				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	6231	-8586	11.4	32	0.36

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、接合部の鉄筋の仕様であり、公称直径 50.8 mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。括弧内の SD685 は鉄筋材質である。

発生断面力は、鋼管杭頭部と巻立て鉄筋コンクリート頭部において算出した曲げモーメント及び軸力を示す。

発生応力度は、発生断面力を考慮して杭頭接合部 (仮想鉄筋コンクリート断面) において算出した鉄筋及びコンクリートの応力度を示す。

評価位置は図 4.10-208 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。①の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：北向き 1.0 倍、堤軸直交方向：西向き 0.4 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 0.4 倍であるが、津波荷重が他の荷重に対して顕著に大きいため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が北向き 1.0 倍であるため慣性力と応答変位による堤軸方向の曲げモーメントが大きく発生する。さらに、図 4.10-212 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転により堤軸方向の曲げモーメントが増大する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が上向きに 0.4 倍であるため、軸圧縮力が低減する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなるため、この組合せケースにおいて、コンクリートの曲げ軸力の最大照査値が発生する。

一方、②の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：北向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：下向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 1.0 倍であるため、慣性力、動水圧及び応答変位が最大になる。これらの荷重に津波荷重が加わるため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が北向き 0.4 倍であるため慣性力と応答変位による堤軸方向の曲げモーメントが発生する。さらに、図 4.10-212 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転により堤軸方向の曲げモーメントが増大する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が下向きに 0.4 倍であるため、軸圧縮力が増加する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなり、中立軸が傾く。中立軸が傾くと、中立軸から圧縮縁までの距離が遠くなりコンクリートの曲げ軸力（コンクリート曲げ圧縮応力度）が大きくなる。このため、この組合せケースにおいて、コンクリートの曲げ軸力の最大照査値が発生する。

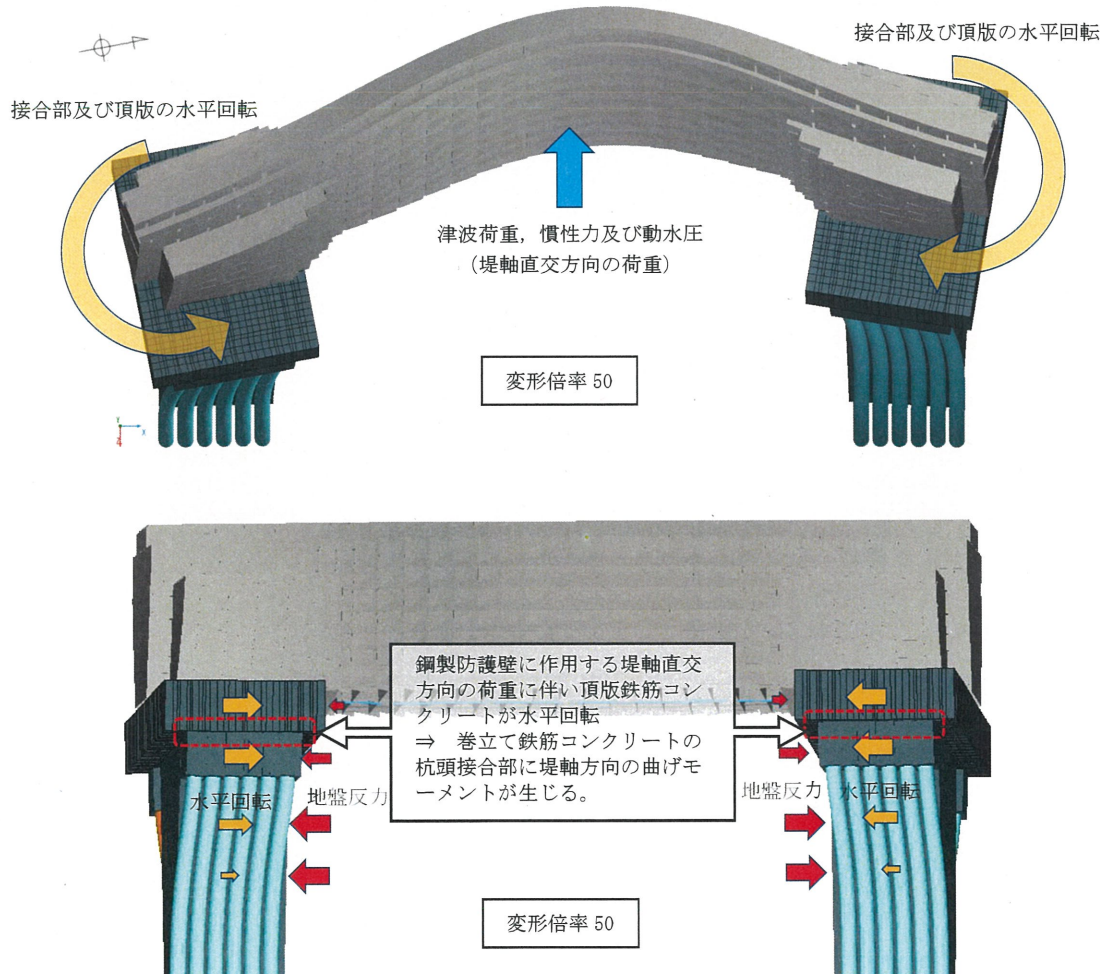


図 4.10-212 頂版鉄筋コンクリートの水平回転に伴う杭頭接合部の曲げモーメント発生状況
(図 4.10-211 の再掲)

表 4.10-58 鉄筋の曲げ軸力照査結果 (重畳時 (基準津波))

地盤 パネ ケース	評価位置				断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 応力度 σ _s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ _{sa} (N/mm ²)	照査値 σ _s /σ _{sa}	
					部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)				
地盤 パネ 3	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	2528	24077	246.0	600	0.42
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-20770				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	2085	21646	284.2	600	0.48
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-10526				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	φ 1900			D51@150 (SD685)	2769	-6045	173.3	600	0.29
		南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	6401	25264	317.8	600
	①－①断面					2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	22136				
	中間杭			SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	5758	22716	386.4	600	0.65
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	11194				
	仮想RC断面 (鋼管杭)		SE5	—	φ 1900			D51@150 (SD685)	3153	-7155	201.2	600	0.34	
地盤 パネ 4	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-1712	26393	340.2	600	0.57
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-33678				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-1633	22485	379.3	600	0.64
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-17459				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	φ 1900			D51@150 (SD685)	4273	-6860	232.5	600	0.39
		南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	8038	29328	366.0	600
	①－①断面					2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	24878				
	① 中間杭			SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	7196	25877	440.9	600	0.74
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	12454				
	仮想RC断面 (鋼管杭)		SE5	—	φ 1900			D51@150 (SD685)	3538	-8185	227.9	600	0.38	
地盤 パネ 5	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-3320	28120	360.8	600	0.61
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-34794				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-3088	23695	401.8	600	0.67
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-17951				
		② 仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	φ 1900			D51@150 (SD685)	4413	-7174	241.4	600	0.41
		南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	4273	31104	371.2	600
	①－①断面					2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	26939				
	中間杭			SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	3471	27135	437.7	600	0.73
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	13540				
	仮想RC断面 (鋼管杭)		SE5	—	φ 1900			D51@150 (SD685)	3750	-8355	237.1	600	0.40	

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、接合部の鉄筋の仕様であり、公称直径 50.8 mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。括弧内の SD685 は鉄筋材質である。

発生断面力は、鋼管杭頭部と巻立て鉄筋コンクリート頭部において算出した曲げモーメント及び軸力を示す。

発生応力度は、発生断面力を考慮して杭頭接合部 (仮想鉄筋コンクリート断面) において算出した鉄筋及びコンクリートの応力度を示す。

評価位置は図 4.10-208 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。①の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 1.0 倍であるため、慣性力、動水圧及び応答変位が最大になる。これらの荷重に津波荷重が加わるため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が南向き 0.4 倍であるため慣性力と応答変位による堤軸方向の曲げモーメントが発生するが、これに加えて堤軸直交方向の荷重に伴い図 4.10-213 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転が生じ、堤軸方向の曲げモーメントが大きく発生する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が上向きに 0.4 倍であるため、軸引張力が増加する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなり、中立軸が傾く。中立軸が傾くと、中立軸から引張縁の鉄筋までの距離が遠くなり鉄筋の曲げ軸力（鉄筋引張応力度）が大きくなる。このため、この組合せケースにおいて、鉄筋の曲げ軸力の最大照査値が発生する。

一方、②の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：北向き 1.0 倍、堤軸直交方向：西向き 0.4 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 0.4 倍であるが、津波荷重が他の荷重に対して顕著に大きいため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が北向き 1.0 倍であるため慣性力及び応答変位により堤軸方向の曲げモーメントが大きく発生する。さらに、図 4.10-213 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転により堤軸方向の曲げモーメントが増大する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が上向きに 0.4 倍であるため、軸圧縮力が低減する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなるため、この組合せケースにおいて、鉄筋の曲げ軸力の最大照査値が発生する。

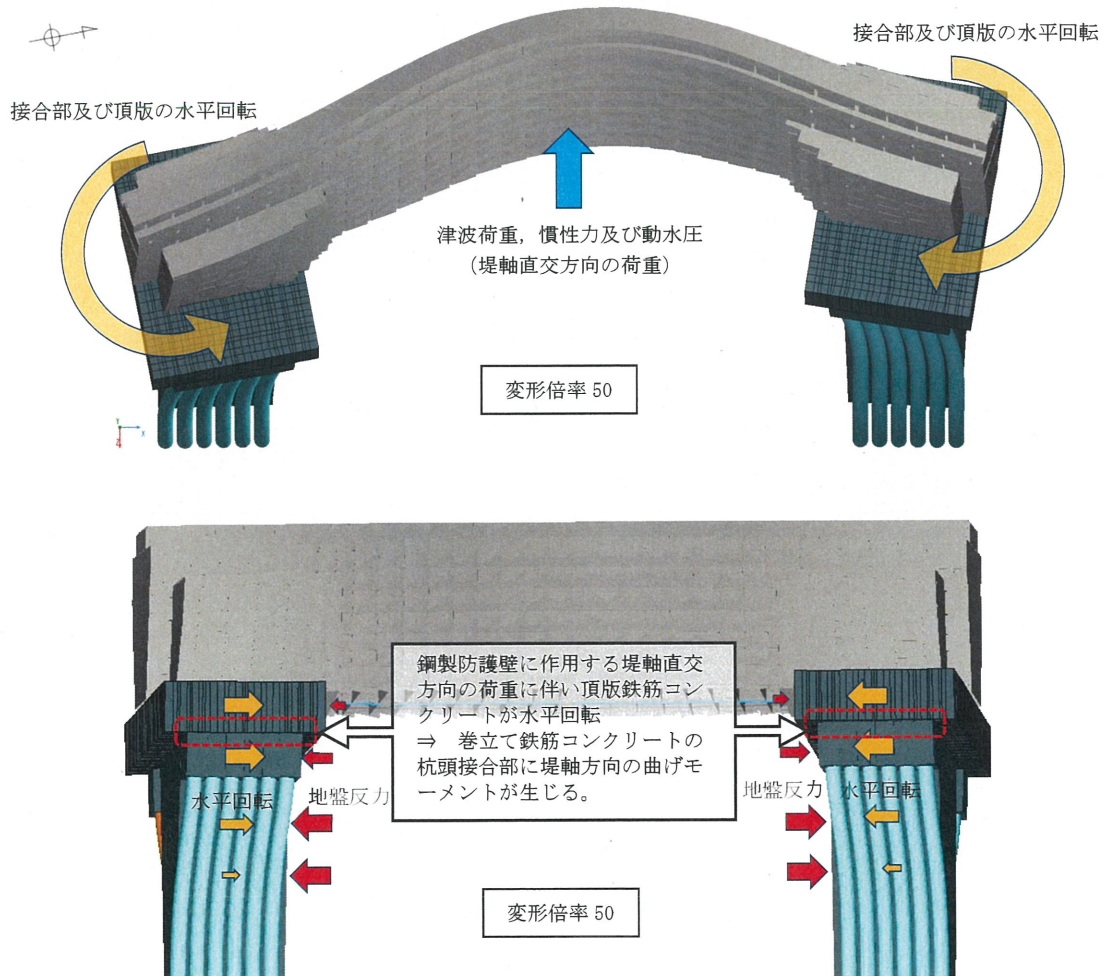


図 4.10-213 頂版鉄筋コンクリートの水平回転に伴う杭頭接合部の曲げモーメント発生状況
(図 4.10-211 の再掲)

表 4.10-59 鉄筋の曲げ軸力照査結果（重畳時（敷地に遡上する津波））

地盤 パネ ケース	評価位置				断面性状			鉄筋仕様 (引張鉄筋)	発生断面力		発生 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}	
					部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)				
地盤 パネ 3	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-7637	42649	407.7	660	0.62
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-30716				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-3504	42298	475.7	660	0.73
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-14866				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	ϕ 1900			D51@150 (SD685)	4134	-11422	292.5	660	0.45
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE1	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	8124	39110	479.1	660	0.73
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	22348				
			中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	1250	40649	581.9	660	0.89
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	17346				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE5	—	ϕ 1900			D51@150 (SD685)	4904	-12052	325.9	660	0.50
地盤 パネ 4	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-6878	46670	500.1	660	0.76
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-42487				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-6676	41439	578.1	660	0.88
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-21464				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	ϕ 1900			D51@150 (SD685)	5600	-11756	343.9	660	0.53
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	3575	47521	521.7	660	0.80
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	36941				
		①	中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	3080	43343	632.5	660	0.96
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	18388				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE5	—	ϕ 1900			D51@150 (SD685)	5219	-12958	348.7	660	0.53
地盤 パネ 5	北基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-9000	48591	524.1	660	0.80
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-43652				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-8593	43023	606.3	660	0.92
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-21975				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	ϕ 1900			D51@150 (SD685)	5760	-12221	355.5	660	0.54
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-1310	49312	522.7	660	0.80
					①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	39133				
			中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-1592	44629	623.3	660	0.95
					①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	19541				
		② 仮想RC断面 (鋼管杭)		SE5	—	ϕ 1900			D51@150 (SD685)	5480	-13116	359.3	660	0.55

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、接合部の鉄筋の仕様であり、公称直径 50.8 mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。括弧内の SD685 は鉄筋材質である。

発生断面力は、鋼管杭頭部と巻立て鉄筋コンクリート頭部において算出した曲げモーメント及び軸力を示す。

発生応力度は、発生断面力を考慮して杭頭接合部（仮想鉄筋コンクリート断面）において算出した鉄筋及びコンクリートの応力度を示す。

評価位置は図 4.10-208 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。①及び②の赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 1.0 倍であるため、慣性力、動水圧及び応答変位が最大になる。これらの荷重に津波荷重が加わるため、堤軸直交方向の曲げモーメントが大きく発生する。堤軸方向は組合せ係数が南向き 0.4 倍であるため慣性力と応答変位による堤軸方向の曲げモーメントが発生するが、これに加えて堤軸直交方向の荷重に伴い図 4.10-214 に示す頂版鉄筋コンクリートの水平回転が生じ、堤軸方向の曲げモーメントが大きく発生する。したがって、堤軸直交方向及び堤軸方向の 2 方向の曲げモーメントがともに発達する。また、鉛直方向の組合せ係数が上向きに 0.4 倍であるため、軸引張力が増加する。これに伴い 2 方向合成の曲げ軸力の影響が大きくなり、中立軸が傾く。中立軸が傾くと、中立軸から引張縁の鉄筋までの距離が遠くなり鉄筋の曲げ軸力（鉄筋引張応力度）が大きくなる。このため、この組合せケースにおいて、鉄筋の曲げ軸力の最大照査値が発生する。

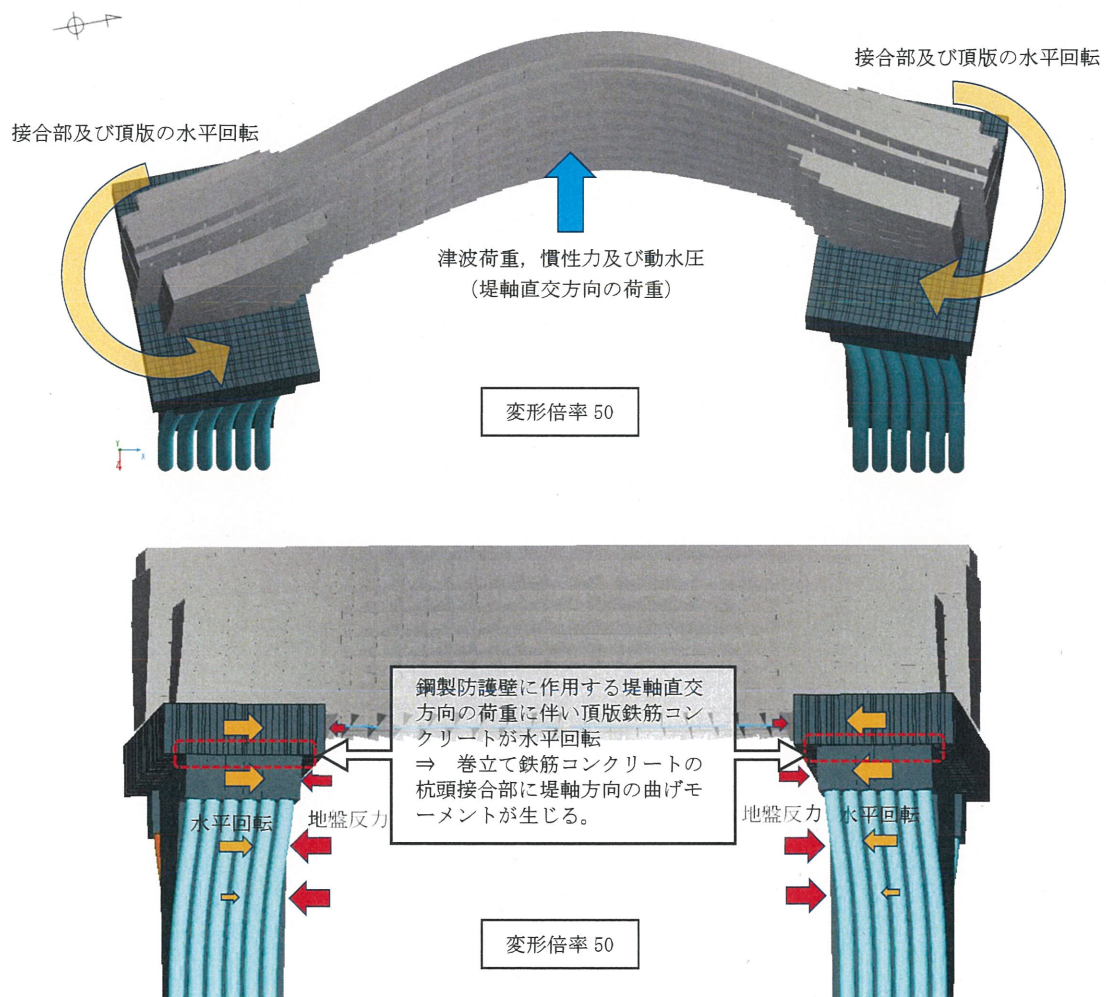


図 4.10-214 頂版鉄筋コンクリートの水平回転に伴う杭頭接合部の曲げモーメント発生状況
(図 4.10-211 の再掲)

ロ. 概略配筋図

評価結果で決定された配筋を図 4.10-103 及び図 4.10-104 に示す。

(e) 頂版鉄筋コンクリート

イ. 曲げ軸力に対する評価結果

曲げ軸力評価に対する評価は、図 4.10-215 に示す評価位置図の頂版鉄筋コンクリートに対して行う。

3次元静的フレーム解析によって得られる曲げ軸力によりコンクリート及び鉄筋に発生する応力度を算出し、構造部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認する。

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4.10-60 及び表 4.10-61 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.10-62 及び表 4.10-63 にそれぞれ示す。なお、発生応力度は各地盤バネケースにおいて最大となる値を示している。表 4.10-60～表 4.10-63 に示す照査結果では、堤軸方向及び堤軸直交方向において照査値が最大になるものに○印を付し、○印を付した照査値に対応する断面力図を図 4.10-216 及び図 4.10-217 に示す。

照査結果に示す発生断面力は、鉄筋配置の不均一性を考慮して一定範囲で平均化した値とする。これは、照査対象となる堤軸方向及び堤軸直角方向の軸方向鉄筋（水平方向）が、アンカーボルトや他の軸方向鉄筋（鉛直方向）との干渉を避けるために不等間隔で配置されるためである。具体的な発生断面力の算出方法は、各要素に発生した単位幅当たりの断面力に実際の要素幅を乗じて要素ごとの断面力を求め、鉄筋配置を考慮した対象範囲内の要素分を足し合わせるものとする。

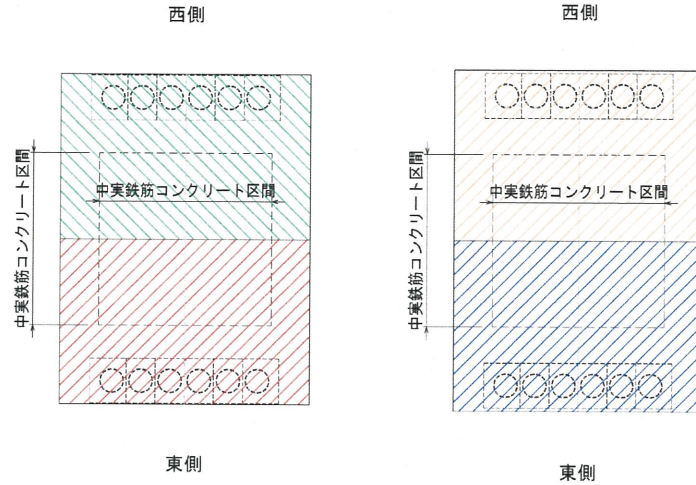
頂版鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、評価位置においてコンクリートの曲げ圧縮応力度と鉄筋の曲げ引張応力度が短期許容応力度（許容限界）以下であることを確認した。なお、頂版鉄筋コンクリートにおけるコンクリートの曲げ軸力に対する最大照査値は、重畳時（基準津波）において 0.58（地盤バネ 5 の北基礎東側の堤軸直交方向断面）であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において 0.68（地盤バネ 5 の北基礎東側の堤軸直交方向断面）である。一方、頂版鉄筋コンクリートにおける鉄筋の曲げ軸力に対する最大照査値は、重畳時（基準津波）において 0.85（地盤バネ 5 の北基礎西側の堤軸直交方向断面）であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において 0.91（地盤バネ 5 の南基礎の堤軸方向断面）である。

以上のことから、頂版鉄筋コンクリートの構造部材の発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

平面図

南基礎

北基礎



注記) 上図においては、頂版鉄筋コンクリートを中央で分割し、東側と西側の領域を異なる色の網掛け斜線で示す。この領域分割は、以降で示す照査表において堤軸直交方向のコンクリート及び鉄筋の曲げ軸力照査の評価位置を明確にするためのものである。

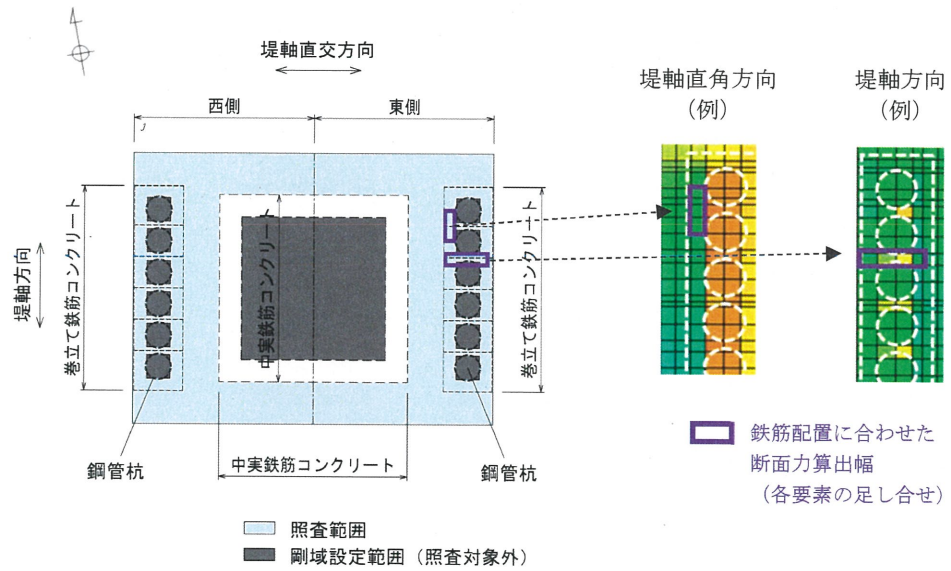


図 4.10-215 評価位置図 (頂版鉄筋コンクリート)

(図 4.10-105 の再掲)

表 4.10-60 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果（重畳時（基準津波））

地盤 パネ ケース	評価位置			断面形状 部材高 h (mm)	鉄筋仕様	発生断面力		発生 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{cs} (N/mm ²)	照査値 σ_c/σ_{cs}
						曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
地盤 パネ 3	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-129619	-1316	10.7	24	0.45
			西側	5040	D51@150	42891	-6592	7.4	24	0.31
		堤軸方向		5040	D29@150*	-23383	-1487	3.9	24	0.17
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-132810	-2213	11.0	24	0.47
			西側	5040	D51@150	41621	-5994	7.1	24	0.30
		堤軸方向		5040	D29@150*	-24703	-1429	4.4	24	0.19
地盤 パネ 4	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-164987	-3059	13.7	24	0.58
			西側	5040	D51@150	49168	-6863	8.4	24	0.35
		堤軸方向		5040	D29@150*	-28162	-1864	4.7	24	0.20
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-146948	-2244	12.2	24	0.51
			西側	5040	D51@150	46484	-6238	7.9	24	0.33
		堤軸方向		5040	D29@150*	-28919	-1570	5.1	24	0.22
地盤 パネ 5	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-166638	-2419	13.8	24	0.58
			西側	5040	D51@150	53835	-6663	9.1	24	0.39
		堤軸方向		5040	D29@150*	-29324	-1901	4.9	24	0.21
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-145048	-823	12.0	24	0.50
			西側	5040	D51@150	51140	-6406	8.7	24	0.37
		堤軸方向		5040	D29@150*	-30125	-1595	5.3	24	0.23

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋仕様であり、公称直径 50.8mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150mm で配置することを示す。同様に、D29@150 も、接合部の鉄筋の仕様であり、公称直径 28.6 mm の異形棒鋼 D29 を鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。

*：最小鉄筋に基づき鉄筋仕様を決定

評価位置は図 4.10-215 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。頂版鉄筋コンクリートの曲げ軸力に対する照査においては、堤軸直交方向の組合せ係数 1.0 倍を考慮した堤軸直交方向の慣性力、動水圧及び応答変位に津波荷重を重ね合わせた場合が最も厳しい条件になる。これらの荷重の作用に伴い、北基礎の頂版鉄筋コンクリートの東側に軸圧縮力と曲げモーメントが発生するため、上記の組合せケースにおいて、軸直交方向のコンクリートの曲げ軸力（コンクリートの曲げ圧縮応力度）に対する最大照査値が発生している。

表 4.10-61 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果（重畳時（敷地に遡上する津波））

地盤 パネ ケース	評価位置			断面形状 部材高 h (mm)	鉄筋仕様	発生断面力		発生 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{cs} (N/mm ²)	照査値 σ_c/σ_{cs}
						曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
地盤 パネ 3	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-227998	-877	18.8	32	0.59
			西側	5040	D51@150	88542	-7442	14.4	32	0.46
		堤軸方向		5040	D29@150*	-32898	-1568	5.4	32	0.17
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-214910	-1772	17.8	32	0.56
			西側	5040	D51@150	84854	-7125	14.1	32	0.45
		堤軸方向		5040	D29@150*	-35297	-1719	6.2	32	0.20
地盤 パネ 4	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-260709	-738	21.5	32	0.68
			西側	5040	D51@150	92156	-7656	15.4	32	0.48
		堤軸方向		5040	D29@150*	-37788	-1961	6.2	32	0.20
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-227703	-1265	18.8	32	0.59
			西側	5040	D51@150	87973	-7355	14.7	32	0.46
		堤軸方向		5040	D29@150*	-39265	-1851	6.9	32	0.22
地盤 パネ 5	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-262202	-1539	21.7	32	0.68
			西側	5040	D51@150	97778	-7417	16.2	32	0.51
		堤軸方向		5040	D29@150*	-38946	-1980	6.4	32	0.21
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51@150	-224014	490	18.4	32	0.58
			西側	5040	D51@150	93728	-7460	15.6	32	0.49
		堤軸方向		5040	D29@150*	-40458	-1853	7.1	32	0.23

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋仕様であり、公称直径 50.8mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150mm で配置することを示す。同様に、D29@150 も、接合部の鉄筋の仕様であり、公称直径 28.6 mm の異形棒鋼 D29 を鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。

*：最小鉄筋に基づき鉄筋仕様を決定

評価位置は図 4.10-215 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。頂版鉄筋コンクリートの曲げ軸力に対する照査においては、堤軸直交方向の組合せ係数 1.0 倍を考慮した堤軸直交方向の慣性力、動水圧及び応答変位に津波荷重を重ね合わせた場合が最も厳しい条件になる。これらの荷重の作用に伴い、北基礎の頂版鉄筋コンクリートの東側に軸圧縮力と曲げモーメントが発生するため、上記の組合せケースにおいて、軸直交方向のコンクリートの曲げ軸力（コンクリートの曲げ圧縮応力度）に対する最大照査値が発生している。

表 4.10-62 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果（重畳時（基準津波））

地盤 パネ ケース	評価位置			断面形状	鉄筋段数		鉄筋仕様	発生断面力		発生 応力度	短期許容 応力度	照査値	断面力図
				部材高 h (mm)	上面	下面		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	σ_s (N/mm ²)	σ_{sa} (N/mm ²)	σ_s/σ_{sa}	
地盤 パネ 3	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-129267	-737	287.8	600	0.48	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-66617	-1952	193.2	435	0.45	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	-30696	-5793	191.4	600	0.32	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-17559	-411	147.2	435	0.34	—
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-23383	-1487	232.6	435	0.54	—
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-132504	-1615	291.7	600	0.49	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-69132	969	217.6	435	0.51	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	-34665	-6589	215.3	600	0.36	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-20083	-2215	136.3	435	0.32	—
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-24703	-1429	250.1	435	0.58	—
地盤 パネ 4	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-164975	-712	368.1	600	0.62	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-87135	-1065	261.1	435	0.61	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	-44157	-4303	353.5	600	0.59	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-38491	654	351.8	435	0.81	—
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-28162	-1864	278.4	435	0.64	—
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-146856	-1578	324.1	600	0.55	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-76608	1184	241.8	435	0.56	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	-38090	-6804	244.8	600	0.41	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-25501	-2531	178.1	435	0.41	—
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-28819	-1570	295.2	435	0.68	—
地盤 パネ 5	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-166606	-27	374.5	600	0.63	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-88267	-886	265.6	435	0.62	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	-44936	-3622	374.9	600	0.63	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-38519	1566	369.4	435	0.85	—
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-29324	-1901	290.8	435	0.67	—
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-144311	499	326.4	600	0.55	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-75945	1752	243.1	435	0.56	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	51140	-6406	233.8	600	0.39	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-23508	-2421	162.6	435	0.38	—
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-30125	-1595	308.5	435	0.71	—

注記 D51-7 段等で示した鉄筋仕様、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋の仕様であり、D51-7 段は公称直径 50.8 mm の異形棒鋼 D51 を 7 段で配置することを示す。括弧内の SD490 及び SD685 は鉄筋材質である。
評価位置は図 4.10-215 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 0.4 倍、堤軸直交方向：東向き 1.0 倍、鉛直方向：上向き 0.4 倍である。この組合せケースの下では、頂版鉄筋コンクリートの西側（南北に張り出した軸方向鉄筋量の小さい部分）は、東向き慣性力の影響で軸引張力の曲げ軸力が発生する。この部分では、軸引張力が作用した状態で、津波波圧、慣性力及び動水圧の作用に基づく曲げモーメントが発生するため、鉄筋の引張応力度が大きく発生し、鉄筋の曲げ軸力の照査値が最大になる。また、最大照査値の発生位置は引張鉄筋量が小さい部分（D38-2 段）であり、このことも最大照査値が発生している要因の一つである。

表 4.10-63 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果 (重畳時 (敷地に遡上する津波))

地盤 パネ ケース	評価位置			断面形状	鉄筋段数		鉄筋仕様	発生断面力		発生 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s/σ_{sa}	断面力図
				部材高 h (mm)	上面	下面		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)				
地盤 パネ 3	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-228052	-324	511.4	660	0.78	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-118125	-968	356.7	478.5	0.75	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	84819	-5924	436.7	660	0.67	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	73305	-461	269.0	478.5	0.57	—
		堤軸方向			5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-20220	5746	378.5	478.5	0.80
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-214240	-357	480.3	660	0.73	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-112452	2519	359.5	478.5	0.76	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	84722	-6826	426.6	660	0.65	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	77391	-5371	251.6	478.5	0.53	—
		堤軸方向			5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-35297	-1719	365.1	478.5	0.77
地盤 パネ 4	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-260739	-217	585.3	660	0.89	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-136794	-147	418.7	478.5	0.88	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	90554	-5970	469.9	660	0.72	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	79678	-1215	287.6	478.5	0.61	—
		堤軸方向			5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-20265	6154	389.7	478.5	0.82
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-227010	-422	508.7	660	0.78	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-119077	2685	380.7	478.5	0.80	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	87877	-7024	443.0	660	0.68	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	72920	-1018	263.8	478.5	0.56	—
		堤軸方向			5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-39265	-1851	407.6	478.5	0.86
地盤 パネ 5	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-263124	581	593.8	660	0.90	○
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-138425	119	425.2	478.5	0.89	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	96230	-5680	508.5	660	0.77	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	84110	-935	305.9	478.5	0.64	—
		堤軸方向			5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-20883	6399	402.8	478.5	0.85
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51(SD685)	-223515	1397	507.9	660	0.77	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	-117532	3362	379.9	478.5	0.80	—
			西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51(SD685)	93572	-7082	475.9	660	0.73	—
				5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51(SD490)	76805	-81	284.6	478.5	0.60	—
		堤軸方向			5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35(SD490)	-25003	5712	432.3	478.5	0.91

注記 D51-7 段等で示した鉄筋仕様、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋の仕様であり、D51-7 段は公称直径 50.8 mm の異形棒鋼 D51 を 7 段で配置することを示す。括弧内の SD490 及び SD685 は鉄筋材質である。

評価位置は図 4.10-215 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：南向き 1.0 倍、堤軸直交方向：西向き 0.4 倍、鉛直方向：下向き 0.4 倍である。南基礎の西側は、津波荷重に基づく回転変位により南側へ変位するが、堤軸方向の南向き 1.0 倍の組合せ係数により南向きの慣性力が作用する。この相反する動きにより杭頭間に堤軸方向の軸引張力が大きく発生し、鉄筋の引張応力度を増加させる。さらに軸方向の曲げモーメントの作用により、引張側鉄筋の引張応力度はさらに増加するため、この組合せケースにおいて鉄筋曲げ軸力の最大照査値が発生する。

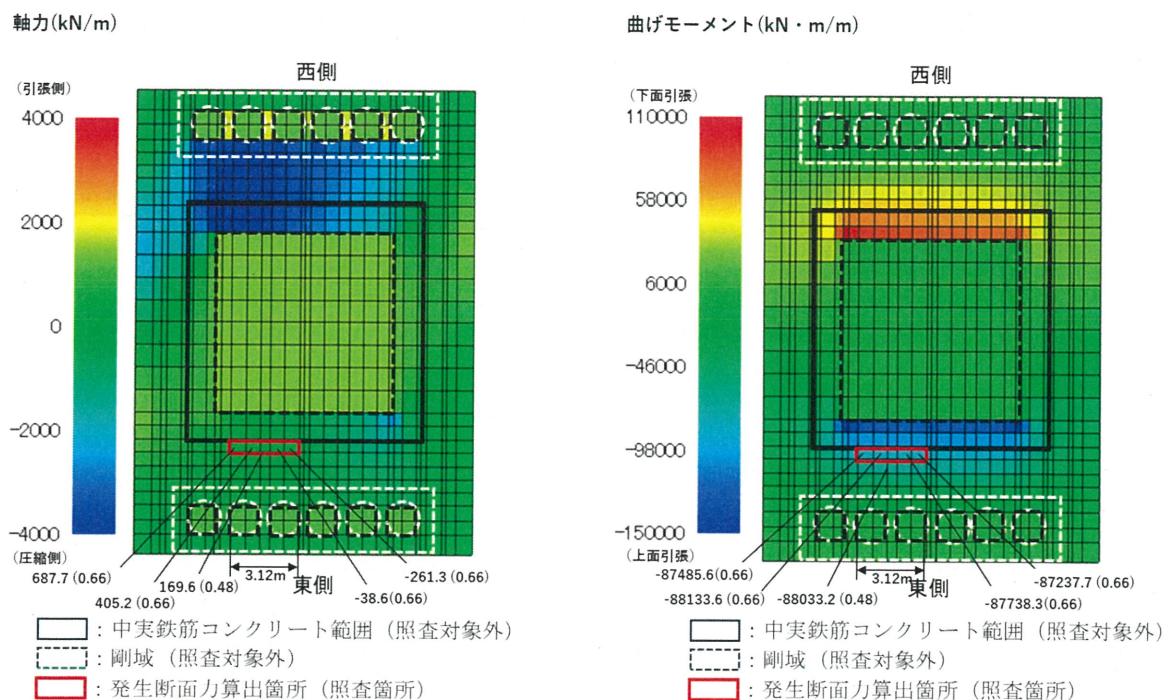


図 4.10-216 鉄筋の曲げ軸力が最も厳しい断面力図

堤軸直交方向 (重疊時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ5)

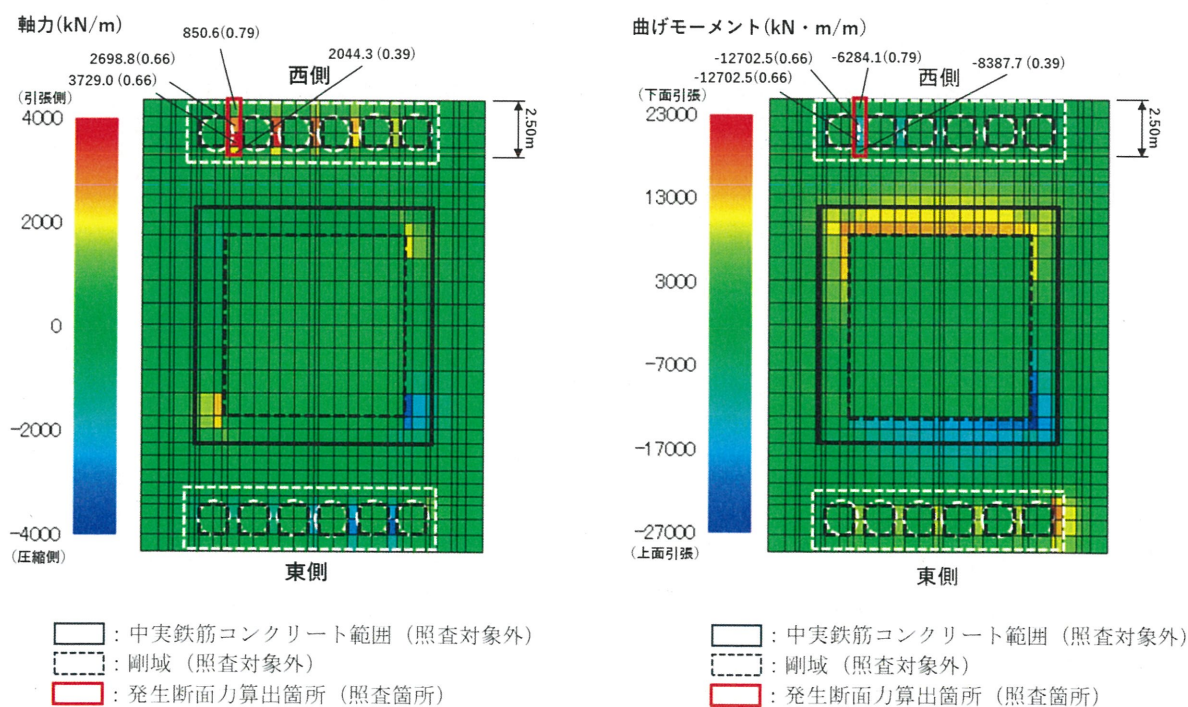


図 4.10-217 鉄筋の曲げ軸力が最も厳しい断面力図

堤軸方向 (重疊時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ5)

ロ. せん断力に対する評価結果

せん断力に対する評価は、図 4.10-218 に示す評価位置図の頂版鉄筋コンクリートに
対して行う。

3次元静的フレーム解析によって得られるせん断力を抽出し、構造部材の発生応力
度が許容限界以下であることを確認する。せん断力に対する照査では、発生せん断力
が、コンクリートの短期許容せん断力 (V_{ca}) と斜め引張鉄筋の短期許容せん断力
(V_{sa}) を合わせた短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを確認する。なお、発生
せん断力は、堤軸方向と堤軸直交方向の発生せん断力を合成して算出する。

せん断力に対する照査結果を表 4.10-64 及び表 4.10-65 に示す。なお、発生せん断
力は各地盤バネケースにおいて最大となる値を示している。表 4.10-64 及び表
4.10-65 に示す照査結果では、南基礎及び北基礎において照査値が最大になるものに○
印を付し、○印を付した照査値に対応する断面力図を図 4.10-219 及び図 4.10-220 に
示す。

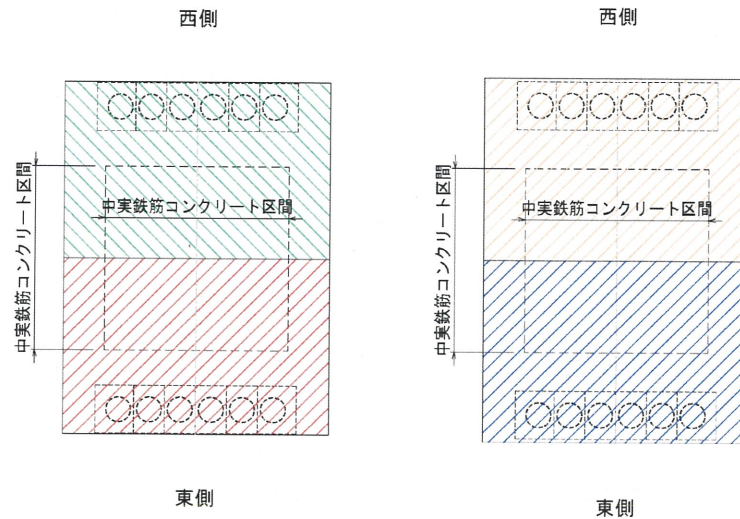
頂版鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、評価位置に
おける鉄筋コンクリートの発生せん断力が短期許容せん断力 (V_a) 以下であることを
確認した。なお、頂版鉄筋コンクリートにおけるせん断力に対する最大照査値は、重
疊時（基準津波）において 0.72（地盤バネ 5 の南基礎西側）であり、重疊時（敷地に
遡上する津波）において 0.94（地盤バネ 5 の南基礎西側）である。

以上のことから、頂版鉄筋コンクリートの構造部材の発生せん断力が許容限界以下
であることを確認した。

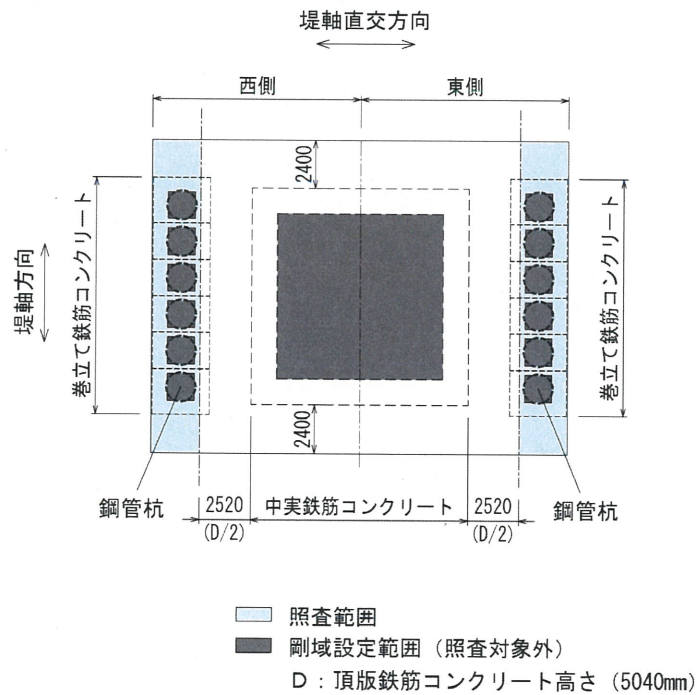
平面図

南基礎

北基礎



注記) 上図においては、頂版鉄筋コンクリートを中央で分割し、東側と西側の領域を異なる色の網掛け斜線で示す。この領域分割は、以降で示す照査表において堤軸直交方向のコンクリート及び鉄筋の曲げ軸力照査の評価位置を明確にするためのものである。



注記) 照査結果に示す発生せん断力は、要素に発生した単位幅当たりの断面力とする。

図 4.10-218 評価位置図 (頂版鉄筋コンクリート)

(図 4.10-108 の再掲)

表 4.10-64 セン断力に対する照査結果 (重畳時 (基準津波))

地盤 パネ ケース	評価位置		断面形状	鉄筋仕様	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _s (kN)	照査値 V/V _s
			部材高 h (mm)				
地盤 パネ 3	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	12853	28592	0.45
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	16224	28472	0.57
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	14035	28592	0.50
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	17523	28472	0.62
地盤 パネ 4	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	16614	28592	0.59
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	18083	28472	0.64
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	16590	28592	0.59
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	19339	28472	0.68
地盤 パネ 5	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	17412	28592	0.61
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	18548	28472	0.66
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	17468	28592	0.62
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	20470	28472	0.72

注記 鉄筋仕様に示す 3.333-D38@150 は、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋仕様であり、公称直径 38.1 mm の異形棒鋼 D38 を同一鉛直断面内に幅 1 m 当たり 3.333 本配置し、水平方向の鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。同様に 3.333-D35@150 は、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋仕様であり、公称直径 34.9 mm の異形棒鋼 D35 を同一鉛直断面内に幅 1 m 当たり 3.333 本配置し、水平方向の鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。括弧内の SD390 は鉄筋材質である。

評価位置は図 4.10-218 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：北向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：下向き 0.4 倍である。頂版鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査においては、堤軸直交方向の組合せ係数 1.0 倍（西向き）を考慮した堤軸直交方向の慣性力、動水圧及び応答変位に津波荷重を重ね合わせた場合が最も厳しい条件になる。この条件下では、南基礎の頂版鉄筋コンクリートの西側が押し下げられるが、巻立て鉄筋コンクリートと鋼管杭からは突き上げ方向の抵抗を受ける。これに伴い、巻立て鉄筋コンクリートの端部付近でせん断力が増加し、せん断力に対する最大照査値が発生する。

表 4.10-65 せん断力に対する照査結果 (重畳時 (敷地に遡上する津波))

地盤 パネ ケース	評価位置		断面形状	鉄筋仕様	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _s (kN)	照査値 V/V _s	断面力図
			部材高 h (mm)					
地盤 パネ 3	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	24361	31785	0.77	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	24498	31712	0.78	—
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	24053	31785	0.76	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	27007	31712	0.86	—
地盤 パネ 4	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	27748	31785	0.88	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	26270	31712	0.83	—
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	25875	31785	0.82	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	28627	31712	0.91	—
地盤 パネ 5	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	28748	31785	0.91	○
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	26761	31712	0.85	—
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	26977	31785	0.85	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	29790	31712	0.94	○

注記 鉄筋仕様に示す 3.333-D38@150 は、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋仕様であり、公称直径 38.1 mm の異形棒鋼 D38 を同一鉛直断面内に幅 1 m 当たり 3.333 本配置し、水平方向の鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。同様に 3.333-D35@150 は、頂版鉄筋コンクリートの鉄筋仕様であり、公称直径 34.9 mm の異形棒鋼 D35 を同一鉛直断面内に幅 1 m 当たり 3.333 本配置し、水平方向の鉄筋間隔 150 mm で配置することを示す。括弧内の SD390 は鉄筋材質である。

評価位置は図 4.10-218 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。赤線枠内に示す最大照査値の組合せケースは、堤軸方向：北向き 0.4 倍、堤軸直交方向：西向き 1.0 倍、鉛直方向：下向き 0.4 倍である。頂版鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査においては、堤軸直交方向の組合せ係数 1.0 倍（西向き）を考慮した堤軸直交方向の慣性力、動水圧及び応答変位に津波荷重を重ね合わせた場合が最も厳しい条件になる。この条件下では、南基礎の頂版鉄筋コンクリートの西側が押し下げられるが、巻立て鉄筋コンクリートと鋼管杭からは突き上げ方向の抵抗を受ける。これに伴い、巻立て鉄筋コンクリートの端部付近でせん断力が増加し、せん断力に対する最大照査値が発生する。

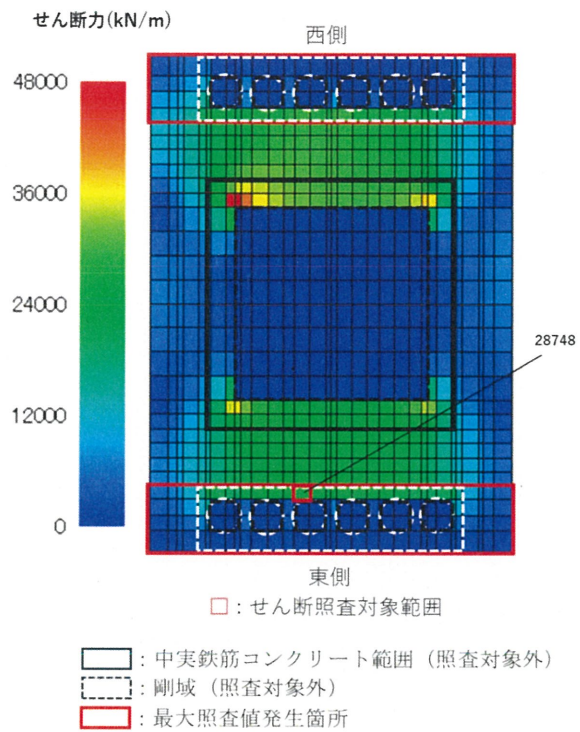


図 4.10-219 せん断力が最も厳しい断面力図
(重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ 5)

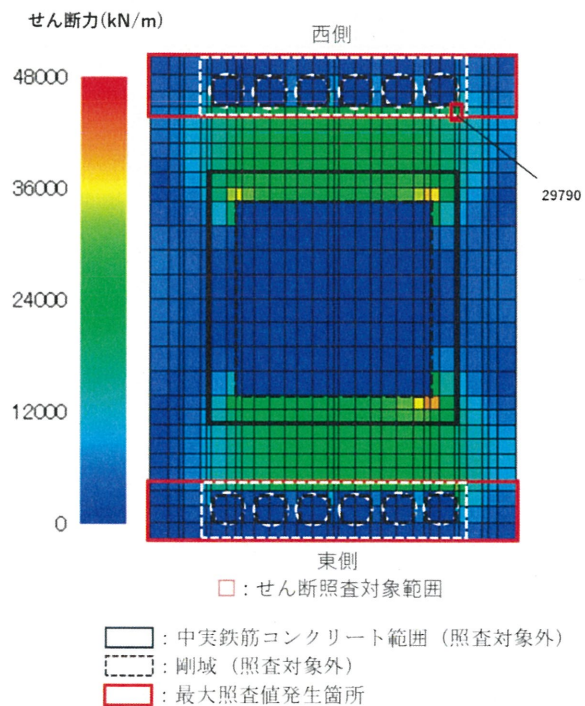


図 4.10-220 せん断力が最も厳しい断面力図
(重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ 5)

ハ. 概略配筋図

評価結果で決定された配筋を図 4.10-111～図 4.10-119 に示す。

b. 鋼製防護壁の評価結果

重畳時においては、重畳時（敷地に遡上する津波）の地盤バネ 3～5 に対して鋼製防護壁の評価を行う。評価対象として重畳時（敷地に遡上する津波）のみに絞ったのは、表 4.9-10 に示す基準津波の荷重条件及び表 4.9-11 に示す敷地に遡上する津波の荷重条件を比較すると、支配的な荷重である津波荷重が基準津波では敷地に遡上する津波の 60%程度に低減するためである。なお、基準津波の津波荷重の合力は 228050kN であり、敷地に遡上する津波の津波荷重の合力は 368061kN である。

また、重畳時は、津波荷重の他に余震による慣性力、動水圧及び地盤の応答変位荷重が堤軸直交方向に作用する。一方、津波時は、津波荷重及び漂流物荷重が堤軸直交方向に作用する。これらの荷重については、表 4.9-10 及び表 4.9-11 に示す荷重条件に示すとおりであり、地盤バネ 5 の動水圧の合力 46500kN 及び水平方向の慣性力の合力 94774kN に対して衝突荷重 1035kN は小さい荷重である。したがって、鋼製防護壁及び鋼製防護壁基礎に対して重畳時の方が津波時よりも大きな荷重が作用するため、津波時に発生する鋼製防護壁・接合部の断面力は、重畳時の断面力に包絡されることから、耐津波評価については重畳時（敷地に遡上する津波）のみ行う。

(a) 部材断面諸元

鋼製防護壁の板厚構成図を図 4.10-221～図 4.10-232 に示す。

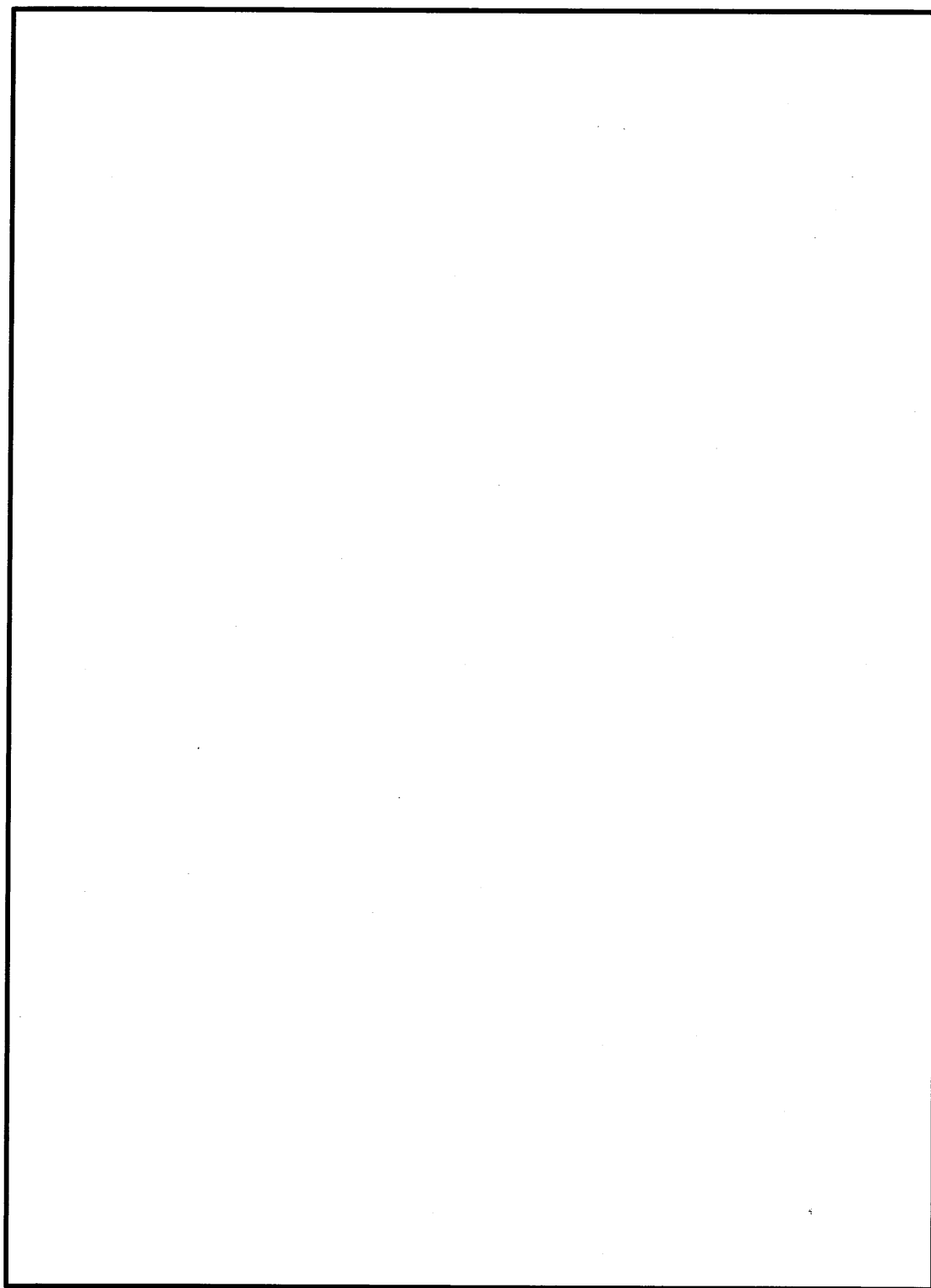


図 4.10-221 板厚構成図 (その1)

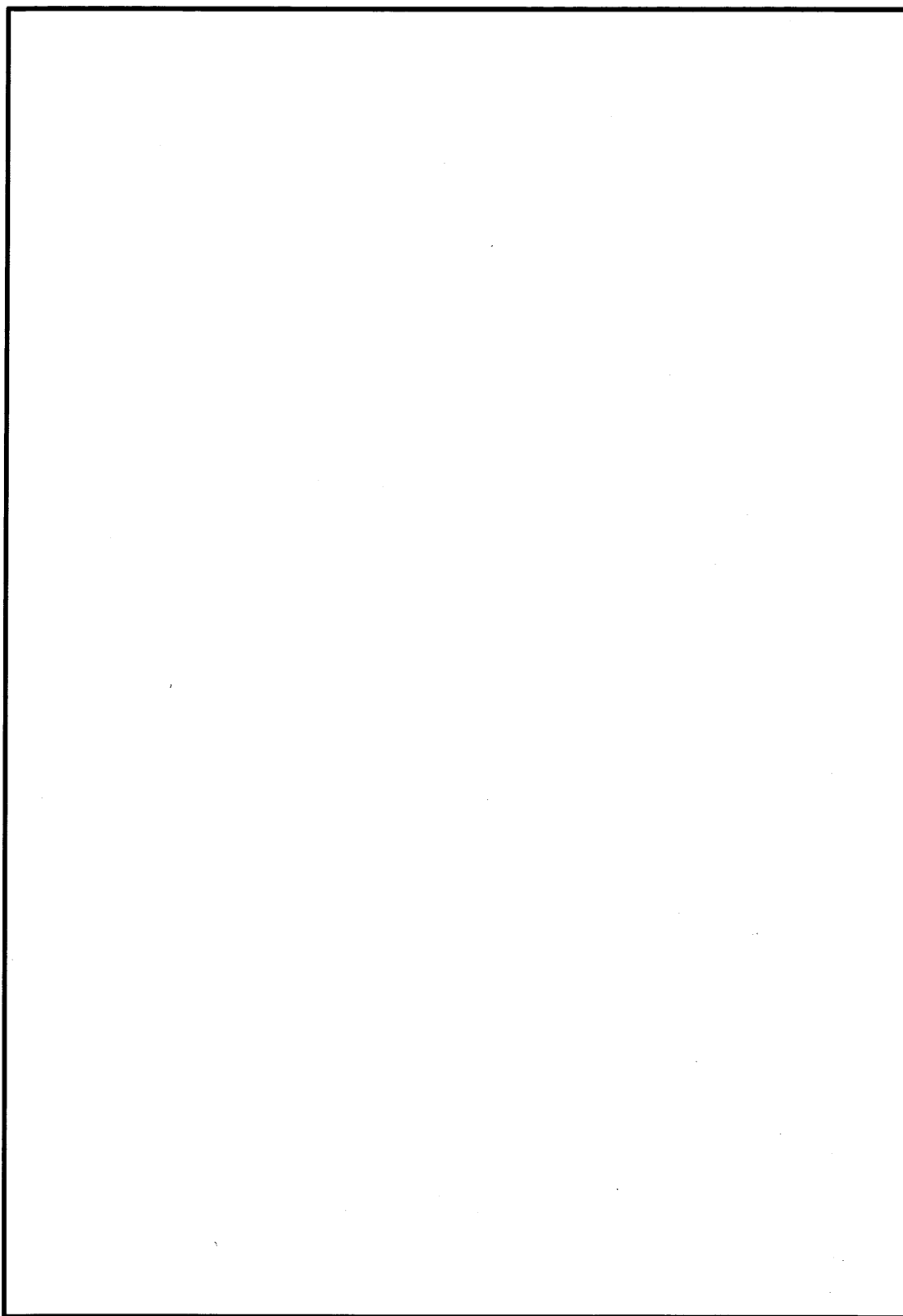


図 4.10-222 板厚構成図（その2）

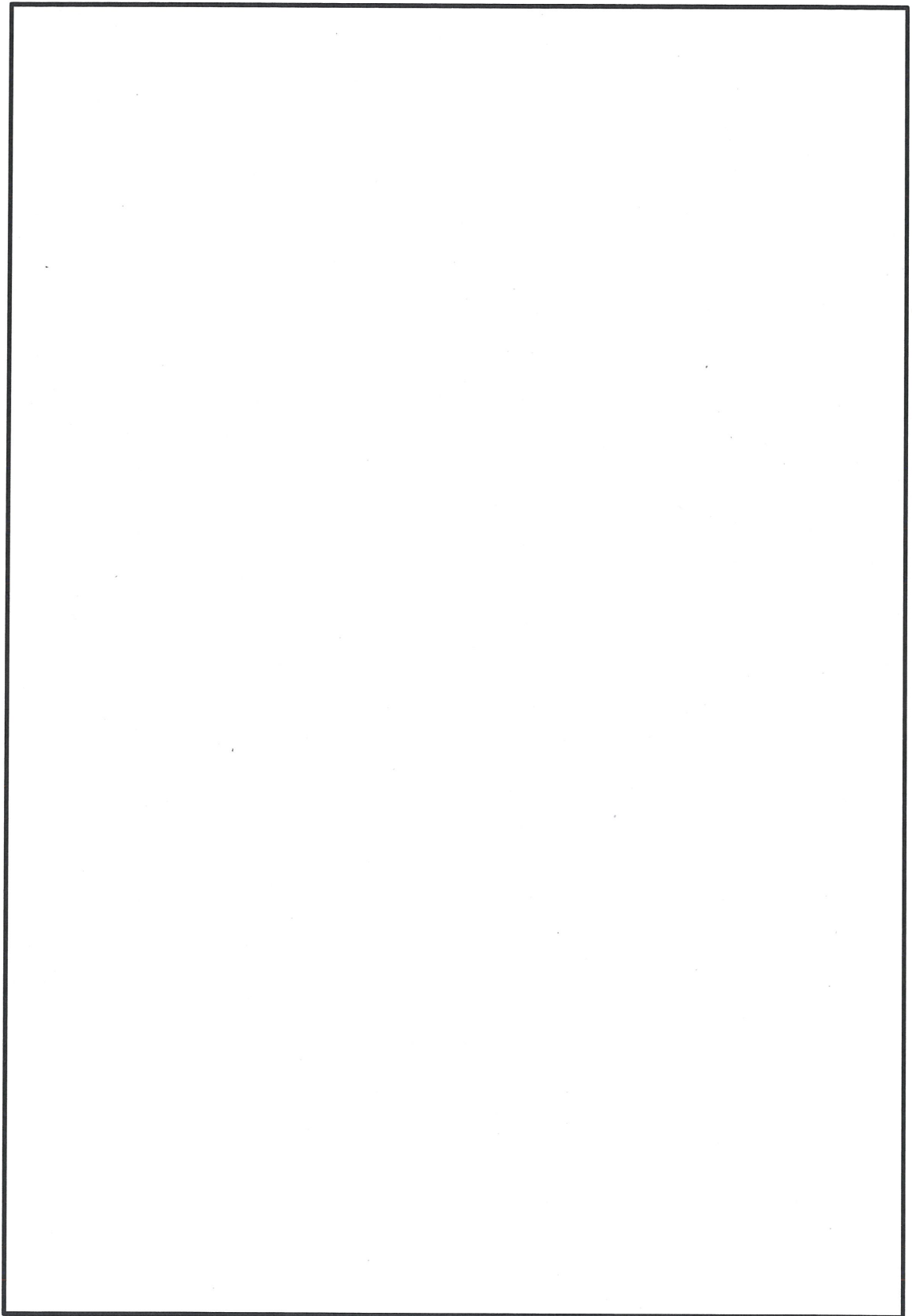


図 4.10-223 板厚構成図（その3）

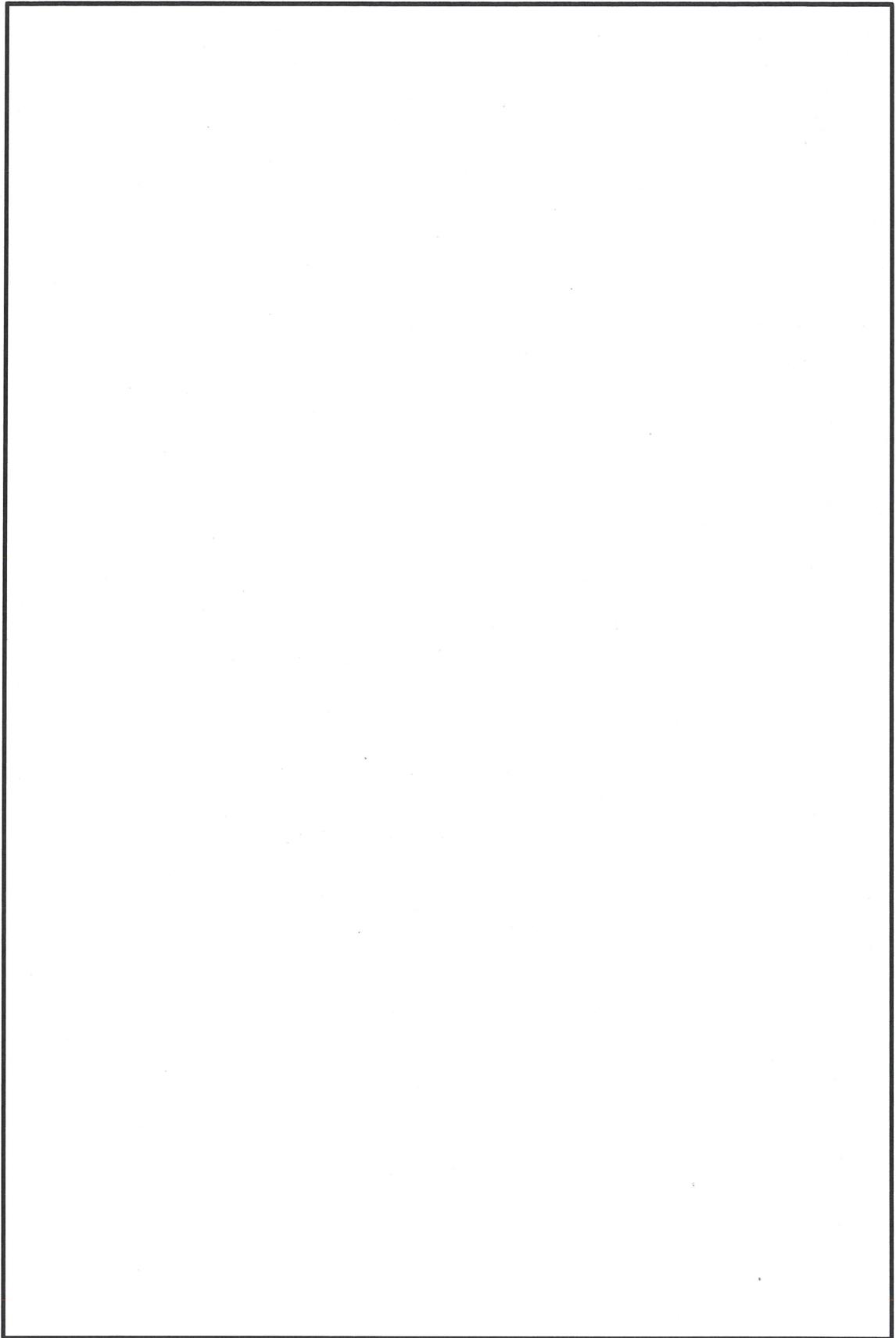


図 4.10-224 板厚構成図（その4）

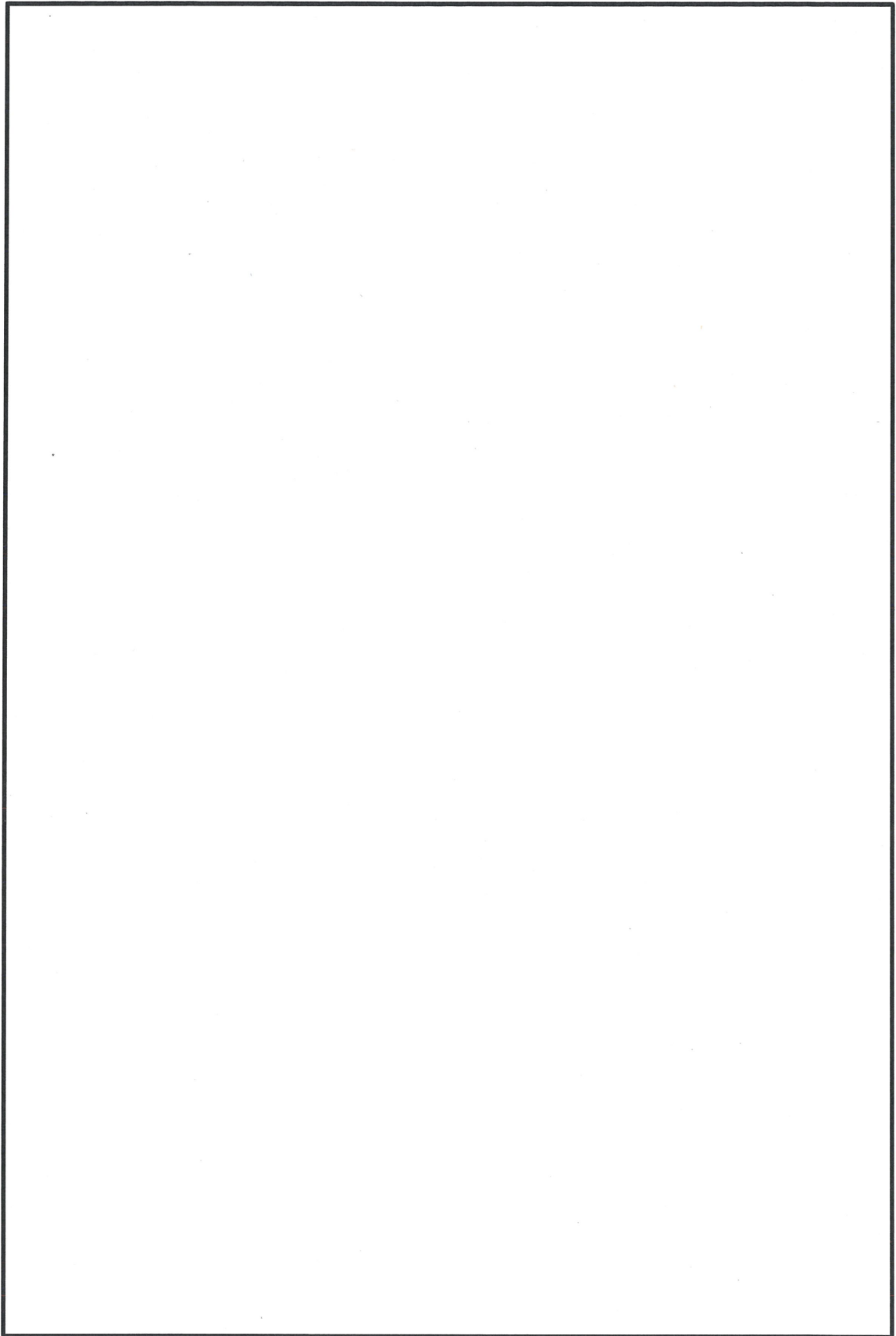


図 4.10-225 板厚構成図（その5）

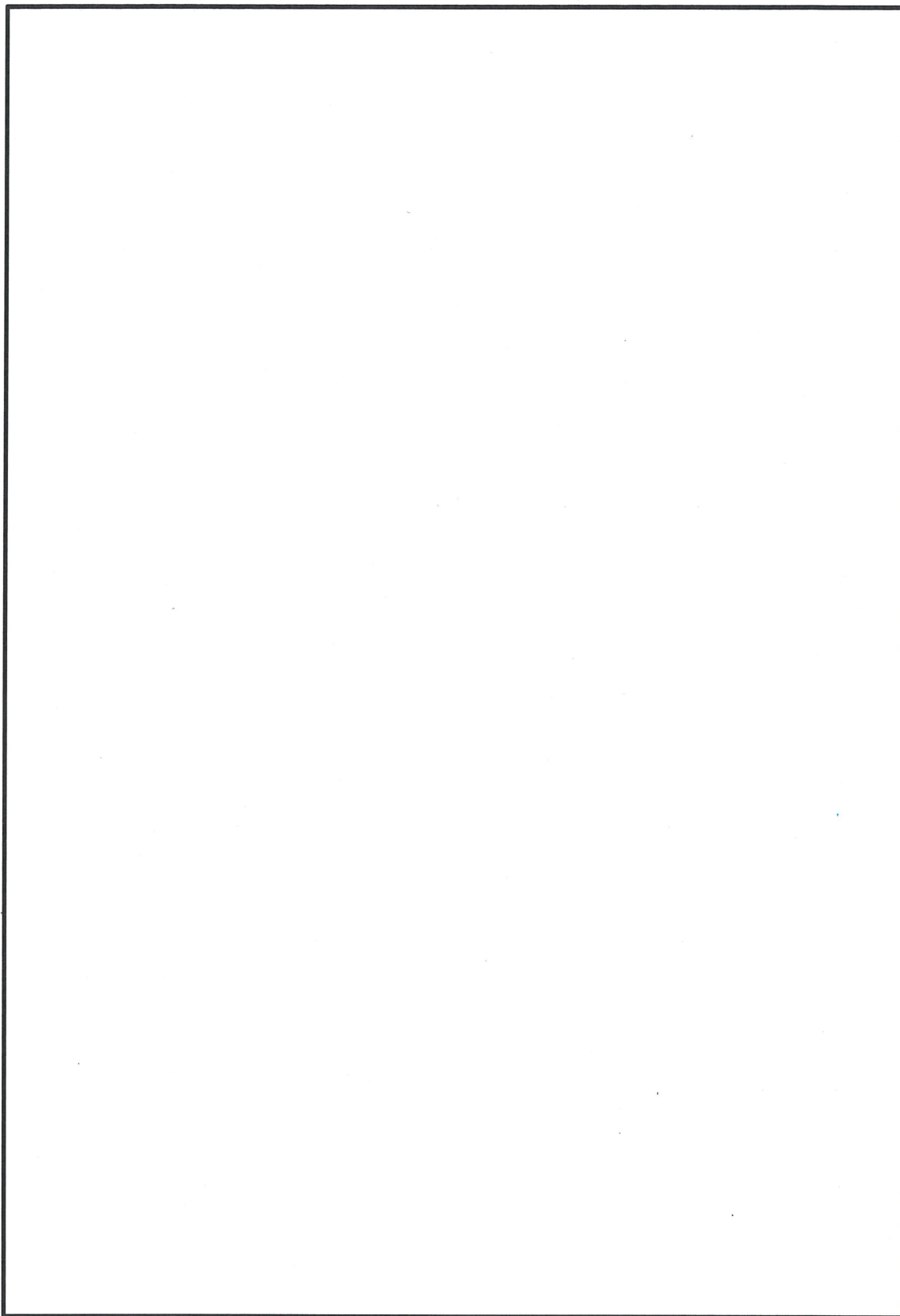


図 4.10-226 板厚構成図（その6）

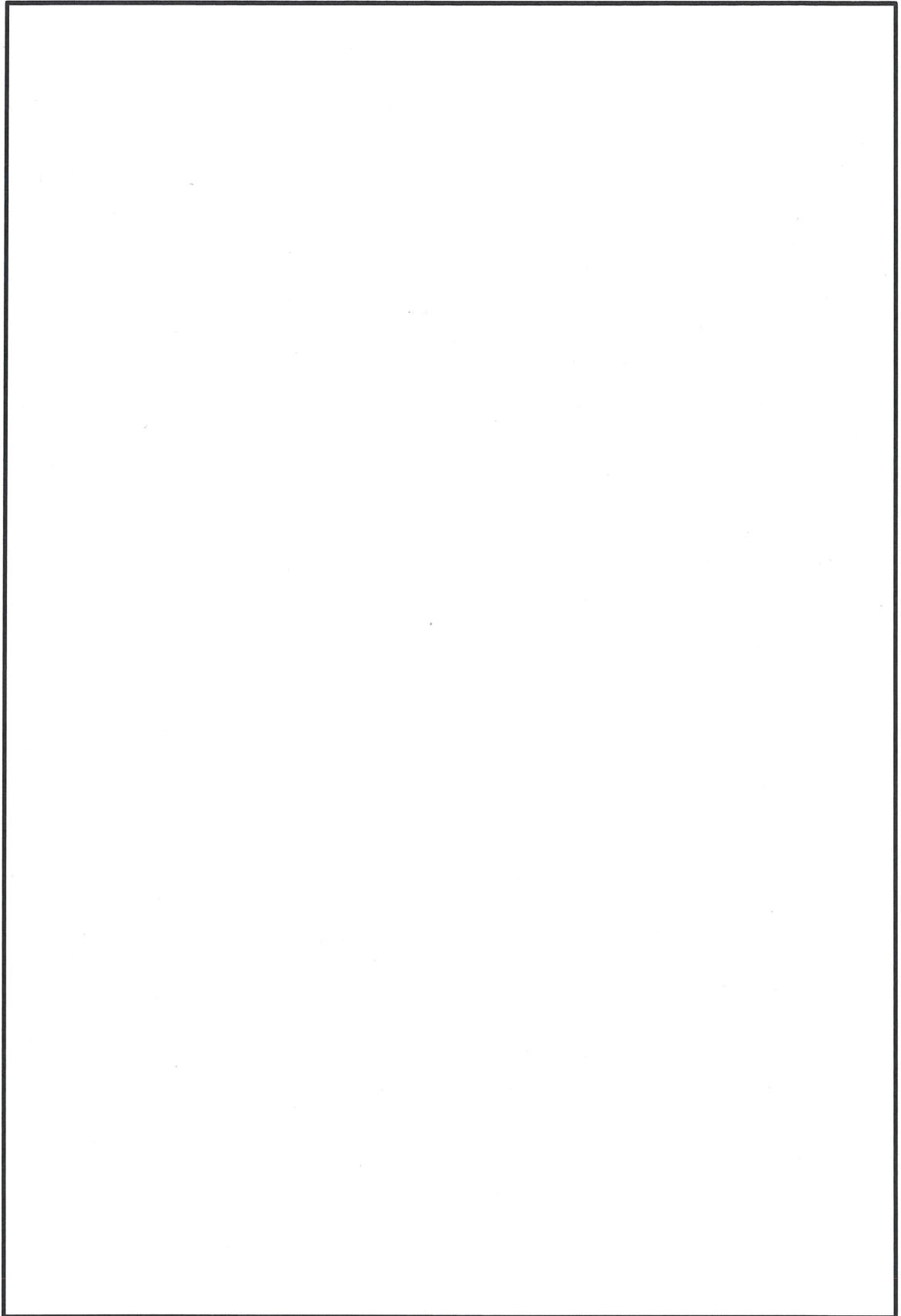


図 4.10-227 板厚構成図（その7）

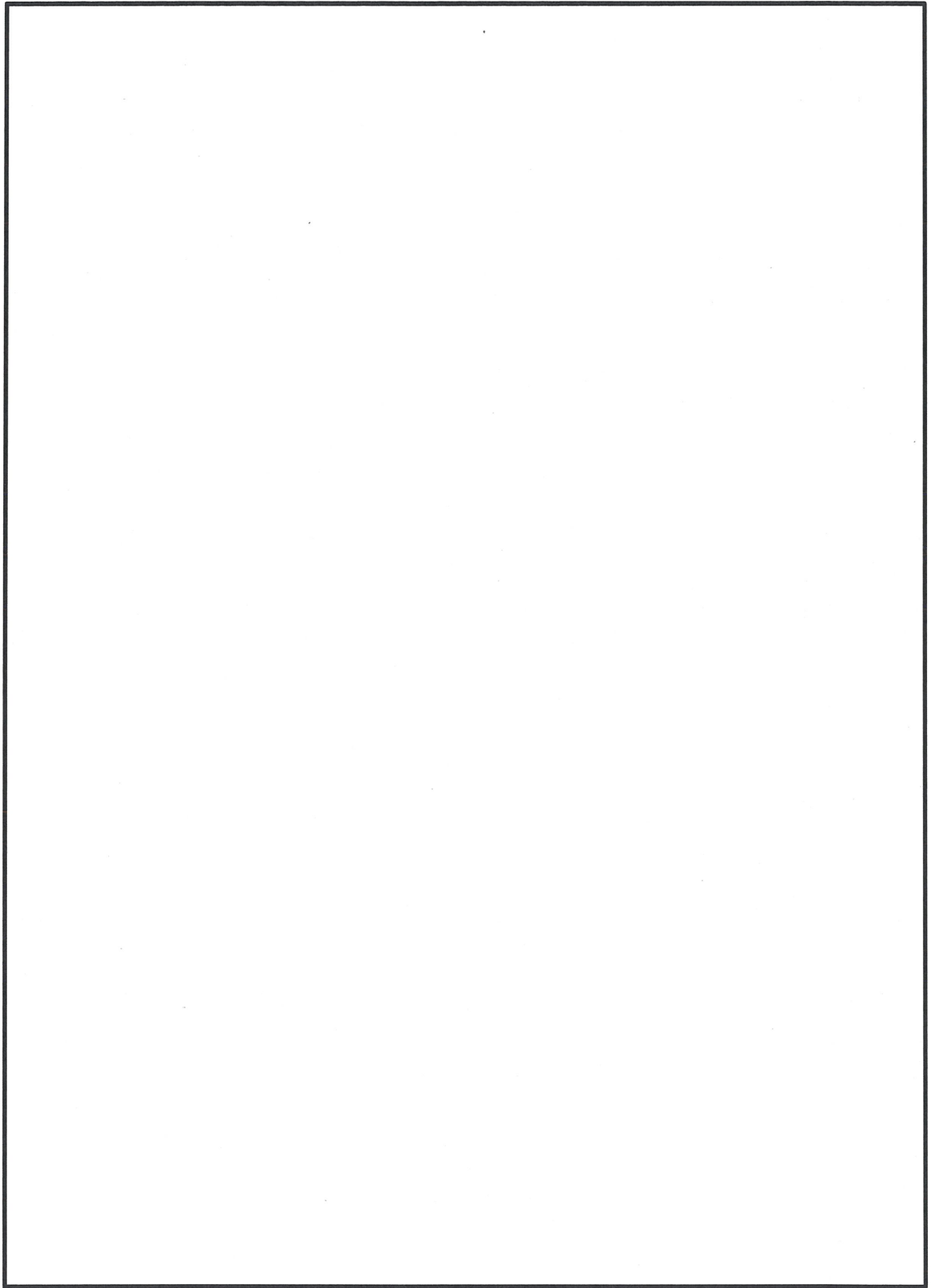


図 4.10-228 板厚構成図（その 8）

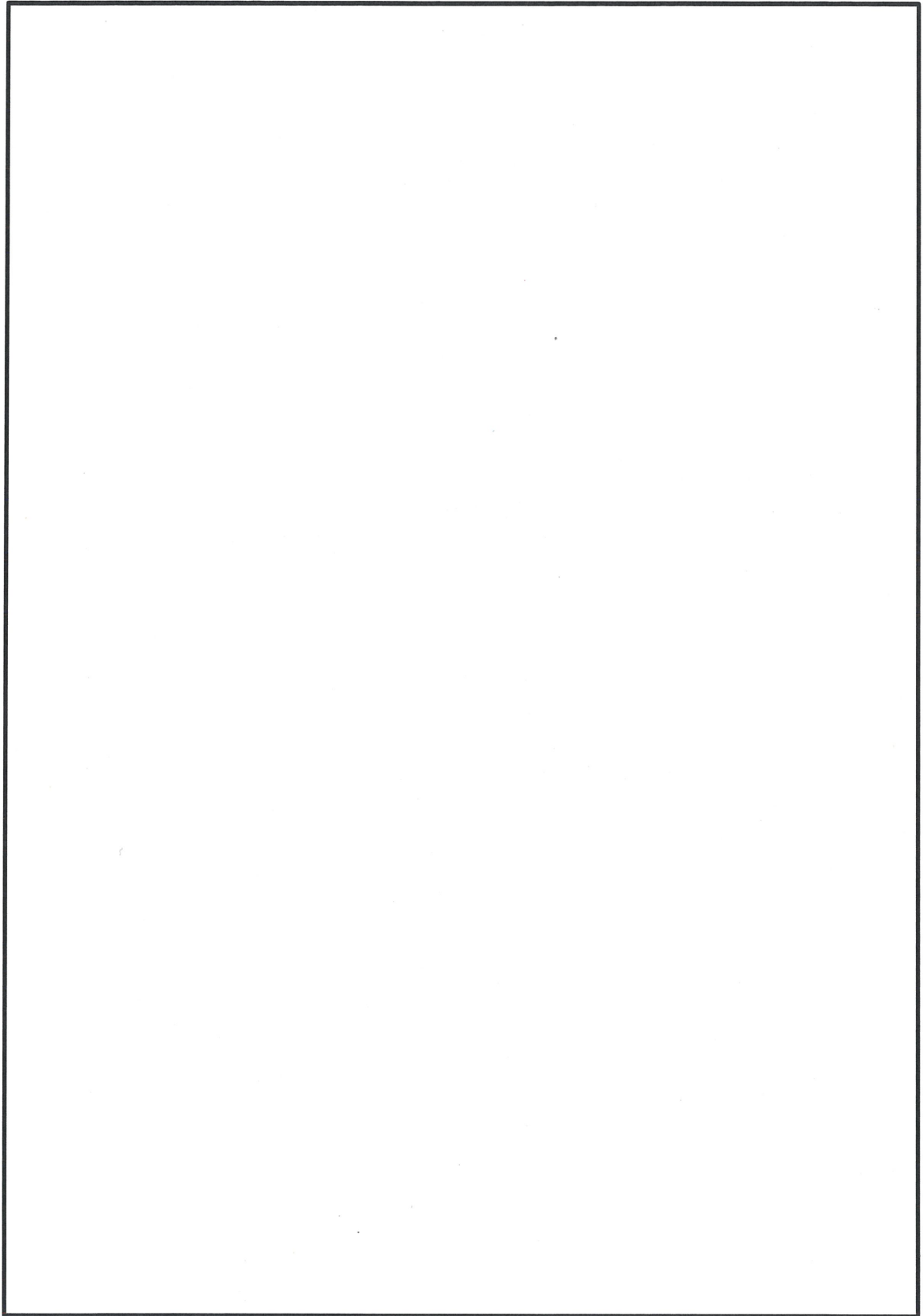


図 4.10-229 板厚構成図（その 9）