

南基礎

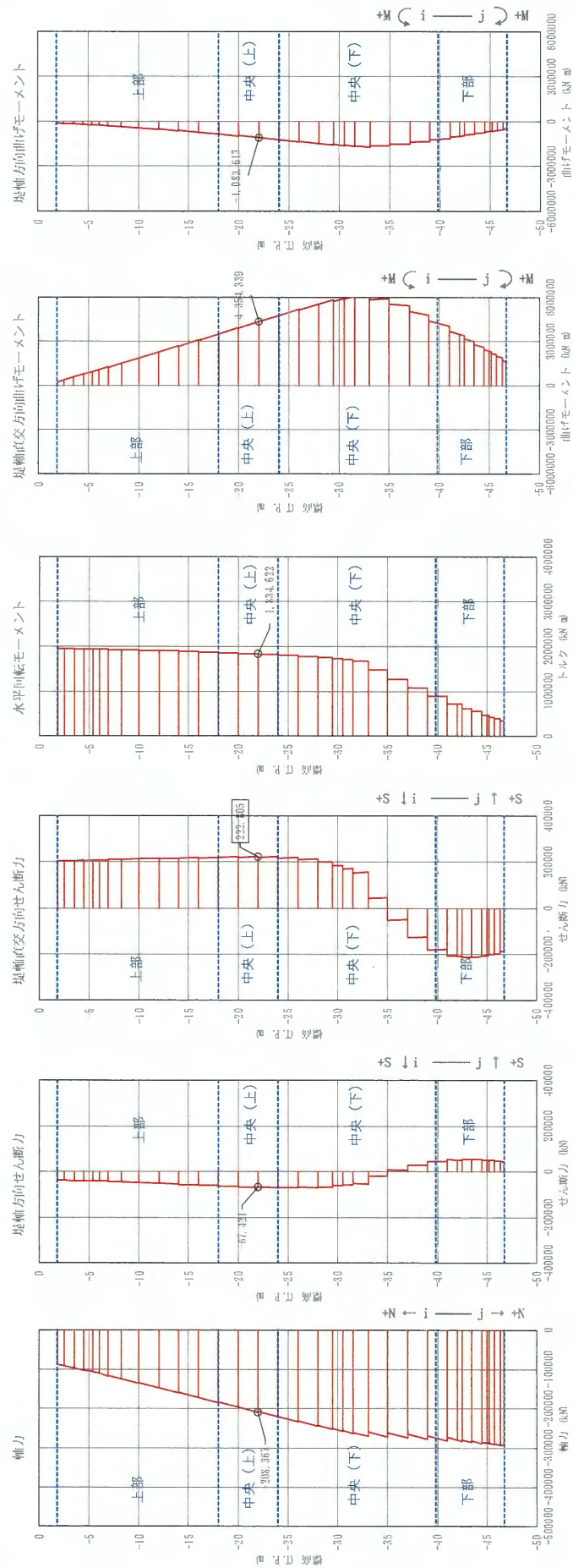


図 4.2-67 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

③-③断面 (重畳時: 敷地に遡上する津波, 南基礎 中央 (上), 地盤バネ4)

南基礎

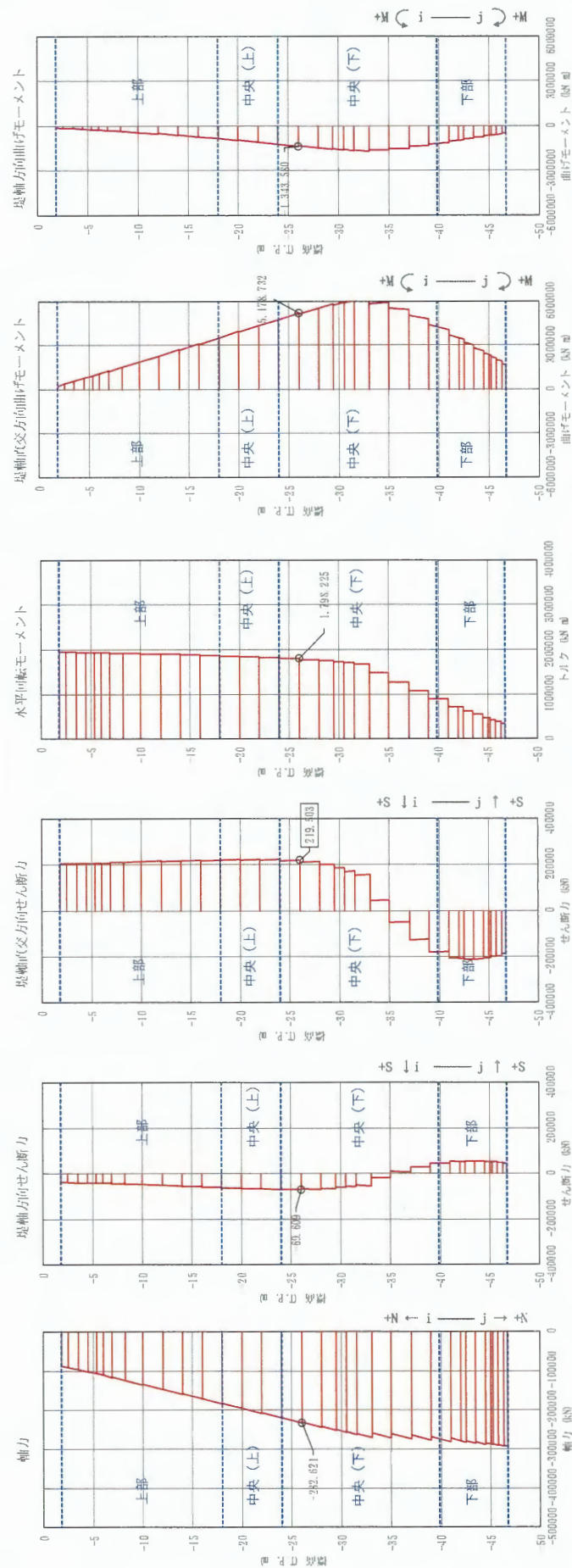


図 4.2-68 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

③-③断面 (重畳時: 敷地に遡上する津波, 南基礎 中央 (下), 地盤バネ 4)

南基礎

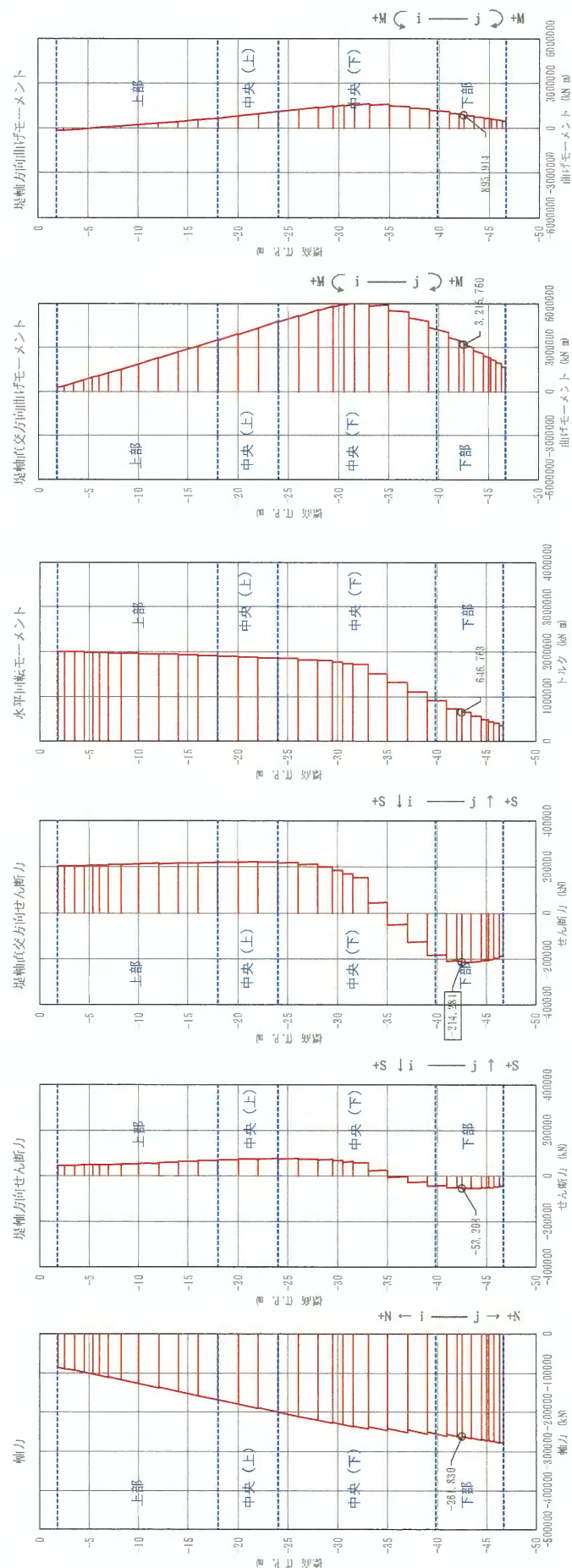


図 4.2-69 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

③-③断面 (重畳時：敷地に遡上する津波、南基礎 下部、地盤バネ 4)

南基礎

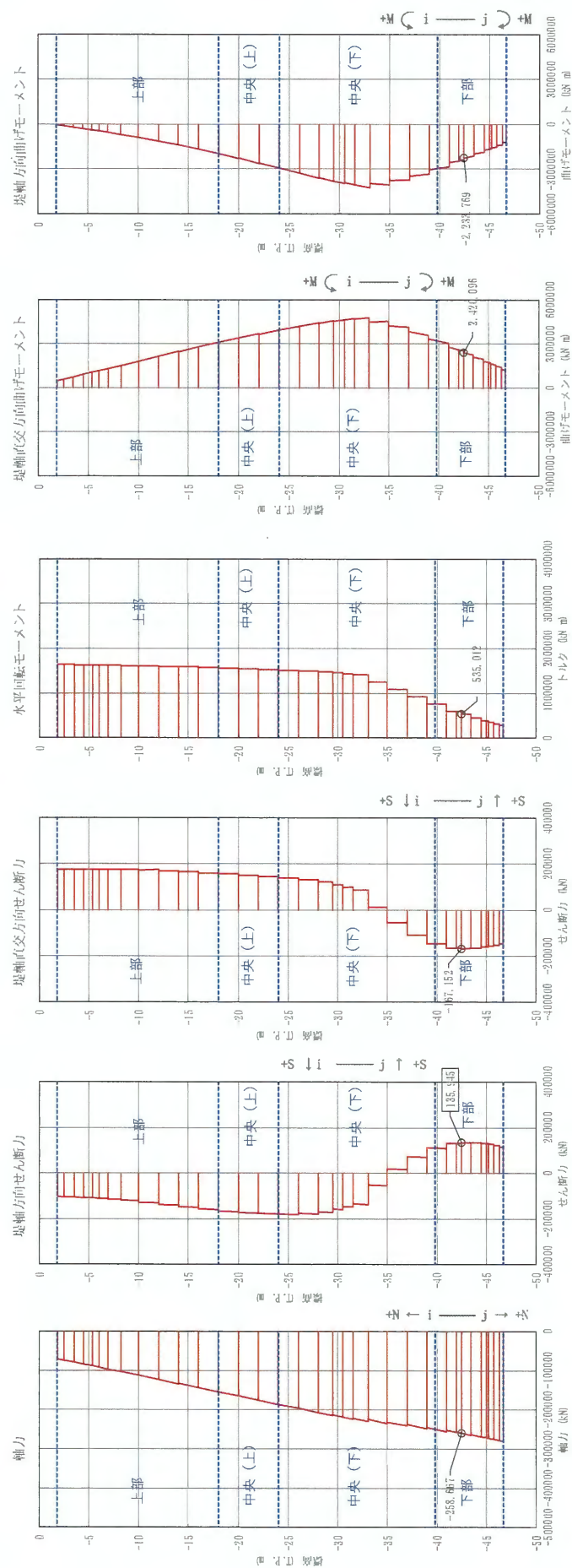


図 4.2-70 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面 (重畳時：敷地に遡上する津波、南基礎 下部、地盤バネ 4)

北基礎

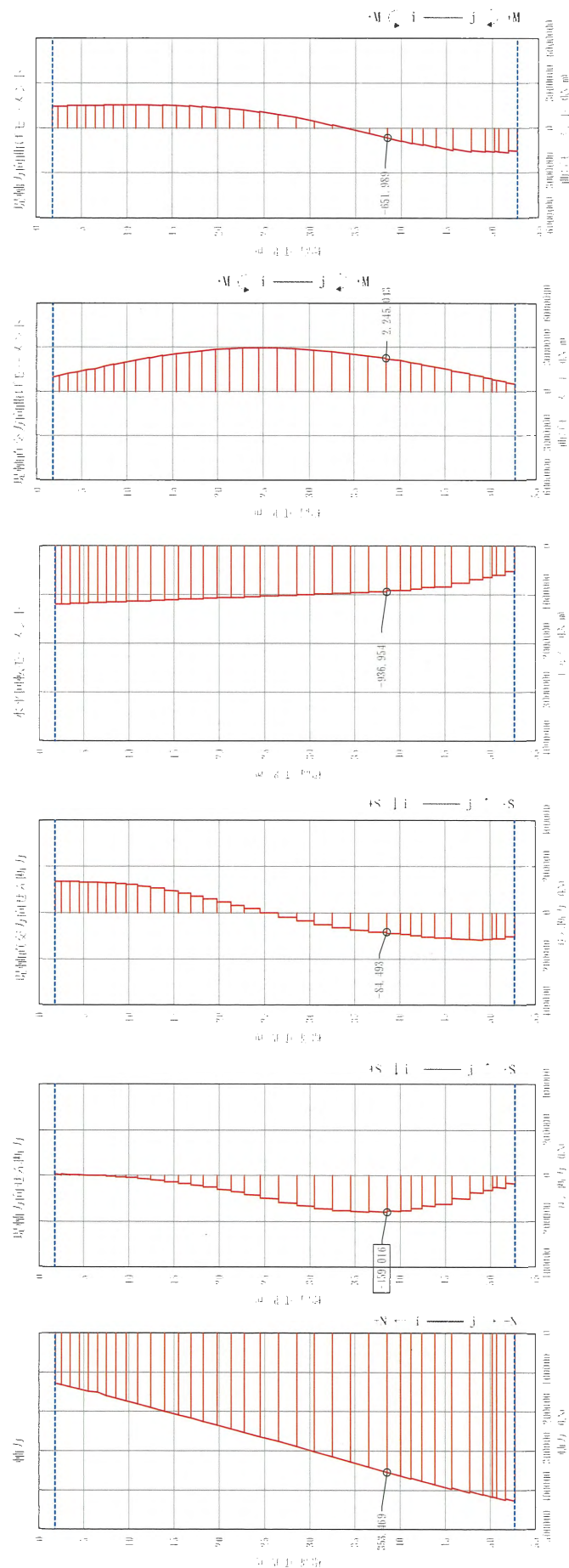


図 4.2-71 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面 (重畳時：敷地に遡上する津波、北基礎、地盤バネ5)

南基礎

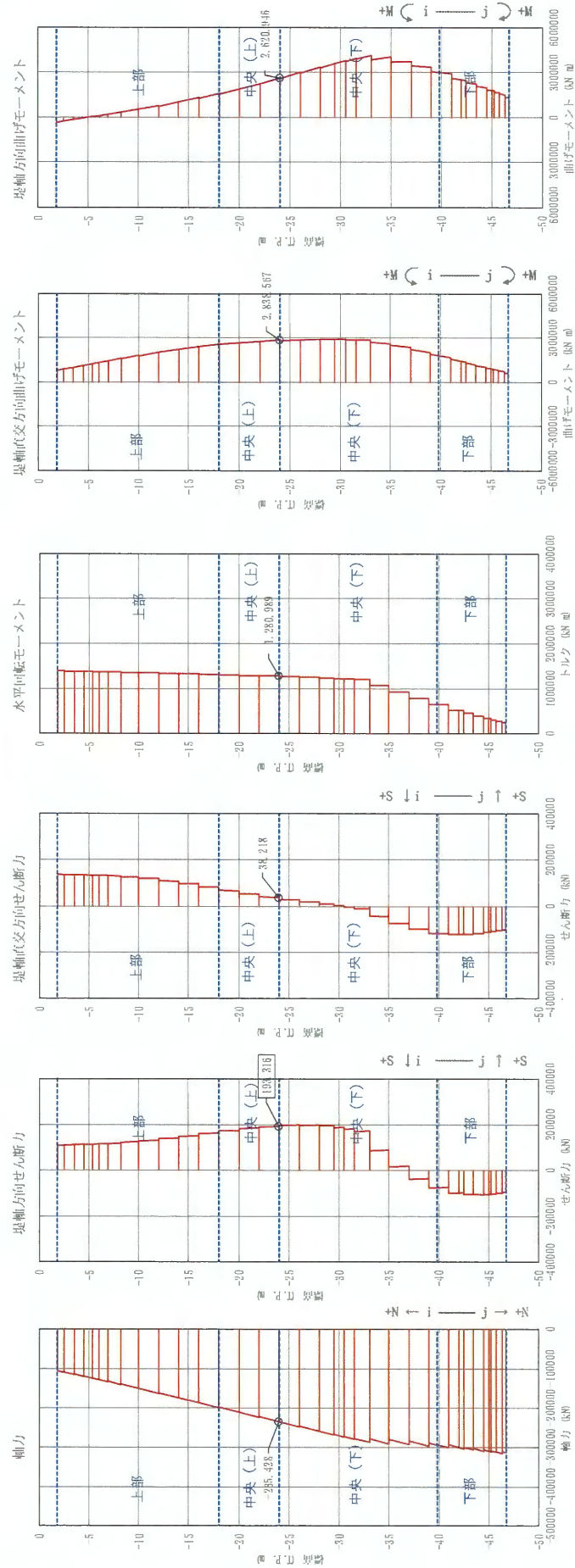


図 4.2-72 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面 (重畳時: 敷地に遡上する津波, 南基礎 中央 (上), 地盤バネ5)

南基礎

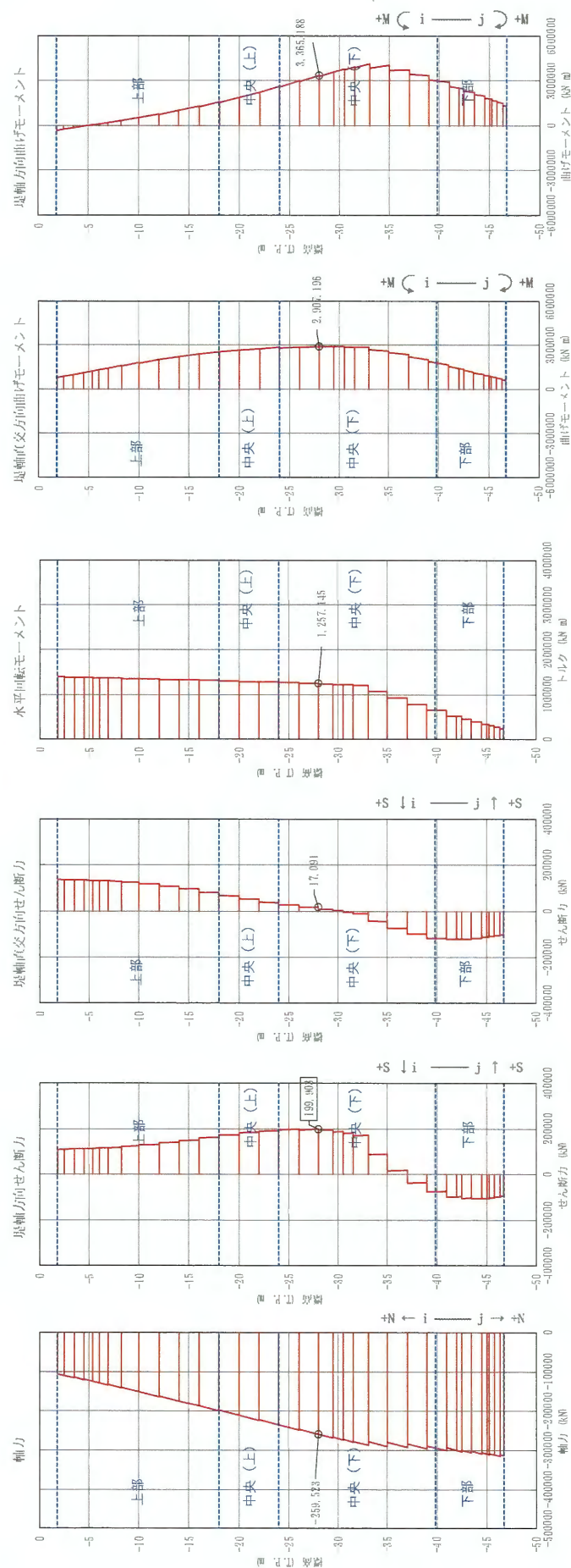


図 4.2-73 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図
①—①断面 (重畳時: 敷地に遡上する津波, 南基礎 中央 (下), 地盤バネ 5)

b. 鋼管杭

(a) 曲げ軸力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査は、鋼管杭に発生する圧縮応力度及び引張応力度が許容限界以下であることを確認する。

曲げ軸力評価に対する評価は、図 4.2-74 に示す評価位置図の鋼管杭に対して行う。同図に示す鋼管杭の名称は、以下のルールに従う。最初のアルファベットは、Nが北基礎の鋼管杭であり、Sが南基礎の鋼管杭であることを示す。2番目のアルファベットは、Eが東側の鋼管杭であり、Wが西側の鋼管杭であることを示す。末尾の数字は、南端の鋼管杭を1として北に向かって昇順で設定し、北端の鋼管杭を6とする。

鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-23 に示す。表 4.2-23 に示す照査結果では、北基礎及び南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分布を図 4.2-75 及び図 4.2-76 に示す。

鋼管杭における許容応力度法による照査を行った結果、評価位置において鋼管杭の曲げ圧縮応力度と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、鋼管杭の圧縮応力度に対する最大照査値は 0.56、引張応力度に対する最大照査値は 0.66 であり、ともに地盤バネ5の照査値である。発生位置は、圧縮応力度が北基礎のNW6 鋼管杭であり、引張応力度が北基礎のNE1 鋼管杭である。表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表から、引張応力度に対する最大照査値 0.66 は、工認設計モデルの最大照査値 0.91 よりも小さい。これは、残置する地中連続壁部を考慮することで、地中連続壁部及び中実鉄筋コンクリートの荷重負担率が増加することになり、巻立て鉄筋コンクリート及び鋼管杭の荷重負担が、工認設計モデルよりも軽減されたためと考えられる。したがって、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても鋼管杭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。

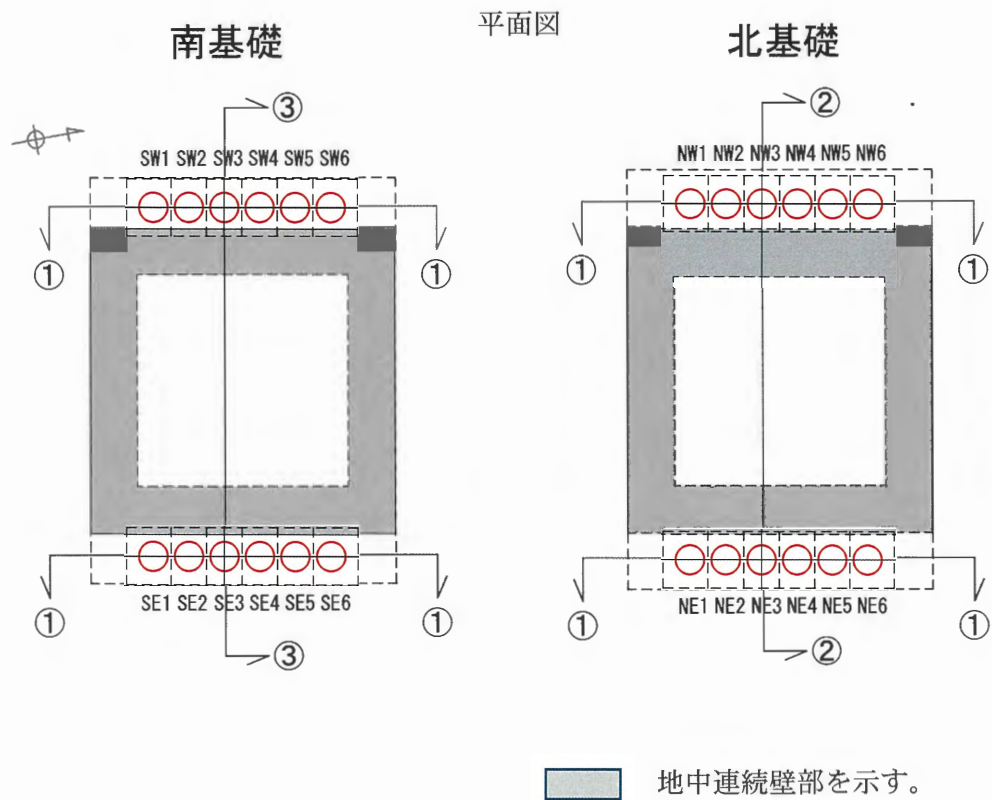


図 4.2-74 評価位置図（鋼管杭）

表 4.2-23 曲げ軸力に対する照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置				鋼管杭仕様			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
					材質	外径 ϕ (mm)	肉厚 t (mm)	曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)				
地盤 パネ 3	北基礎	圧縮 応力度	NW1	②-②断面	SBHS500	1500	50	-4896	-26122	189.2	500	0.38	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	2767					
		引張 応力度	NE1	②-②断面	SBHS500	1500	50	-2284	19160	184.4	500	0.37	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-7349					
	南基礎	圧縮 応力度	SW6	③-③断面	SBHS500	1500	50	-3884	-24697	171.2	500	0.35	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-2715					
		引張 応力度	SE6	③-③断面	SBHS500	1500	50	-2276	19577	192.4	500	0.39	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	7860					
地盤 パネ 4	北基礎	圧縮 応力度	NW6	②-②断面	SBHS500	1500	50	-3089	-15710	267.7	500	0.54	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	15084					
		引張 応力度	NE1	②-②断面	SBHS500	1500	50	-2624	24427	304.0	500	0.61	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-14943					
	南基礎	圧縮 応力度	SW6	③-③断面	SBHS500	1500	50	-3632	-26213	196.0	500	0.40	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-4942					
		引張 応力度	SE6	③-③断面	SBHS500	1500	50	-2338	23030	232.6	500	0.47	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	9836					
地盤 パネ 5	北基礎	圧縮 応力度	NW6	②-②断面	SBHS500	1500	50	-2478	-15010	275.3	500	0.56	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	16041					
		引張 応力度	NE1	②-②断面	SBHS500	1500	50	-3163	26732	327.6	500	0.66	○
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-15903					
	南基礎	圧縮 応力度	SW6	③-③断面	SBHS500	1500	50	-3460	-28208	220.0	500	0.44	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-6427					
		引張 応力度	SE6	③-③断面	SBHS500	1500	50	-2815	25215	257.5	500	0.52	○
				①-①断面	SBHS500	1500	50	10952					

注記 評価位置は図 4.2-74 に示す。
赤線枠内は最大照査値を示す。

北基礎

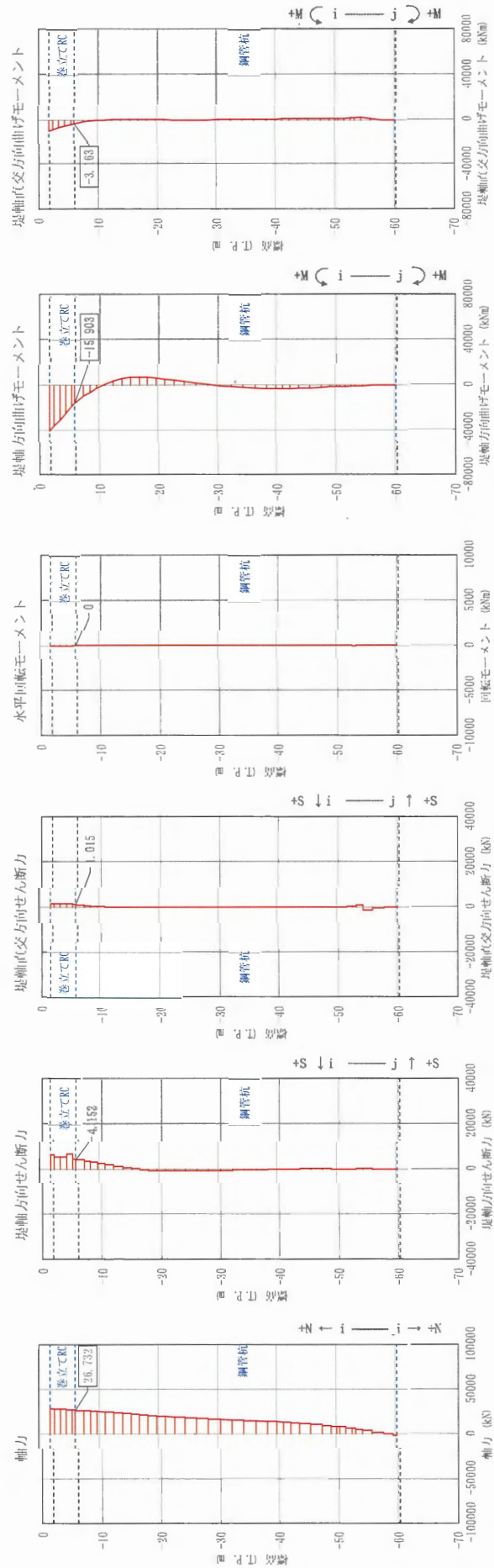


図 4.2-75 鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳時: 敷地に遡上する津波, 北基礎, 地盤バネ 5)

南基礎

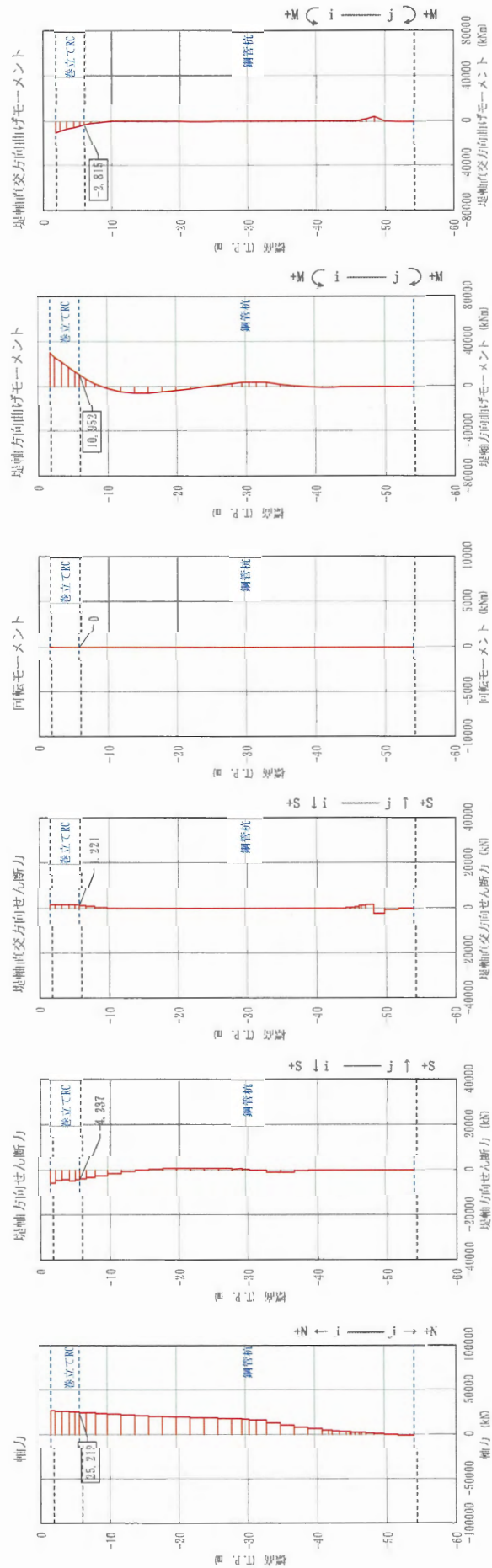


図 4.2-76 鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (重畳時：敷地に遡上する津波, 南基礎, 地盤バネ 5)

(b) せん断力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、鋼管杭のせん断力に対する照査では、発生せん断応力度が短期許容せん断力以下であることを確認する。

せん断力に対する評価は、図 4.2-77 に示す評価位置図の鋼管杭に対して行う。同図に示す鋼管杭の名称は、曲げ軸力に対する評価において示したものと同様である。

せん断力に対する照査結果を表 4.2-24 に示す。表 4.2-24 に示す照査結果では、北基礎及び南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分布を図 4.2-78～図 4.2-81 に示す。

鋼管杭における許容応力度法による照査を行った結果、評価位置における鋼管杭の発生せん断応力度が短期許容せん断力以下であることを確認した。なお、鋼管杭のせん断力に対する最大照査値は 0.15 であり、地盤バネ 4 の南基礎の SE 1 鋼管杭の③-③断面の照査値である。表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表から、最大照査値 0.15 は、工認設計モデルの最大照査値 0.16 よりも小さい。これは、残置する地中連続壁部を考慮することで、地中連続壁部及び中実鉄筋コンクリートの荷重負担率が増加することになり、巻立て鉄筋コンクリート及び鋼管杭の荷重負担が、工認設計モデルよりも軽減されるためと考えられる。したがって、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても鋼管杭の構造部材の発生せん断応力度が許容限界以下であることを確認した。

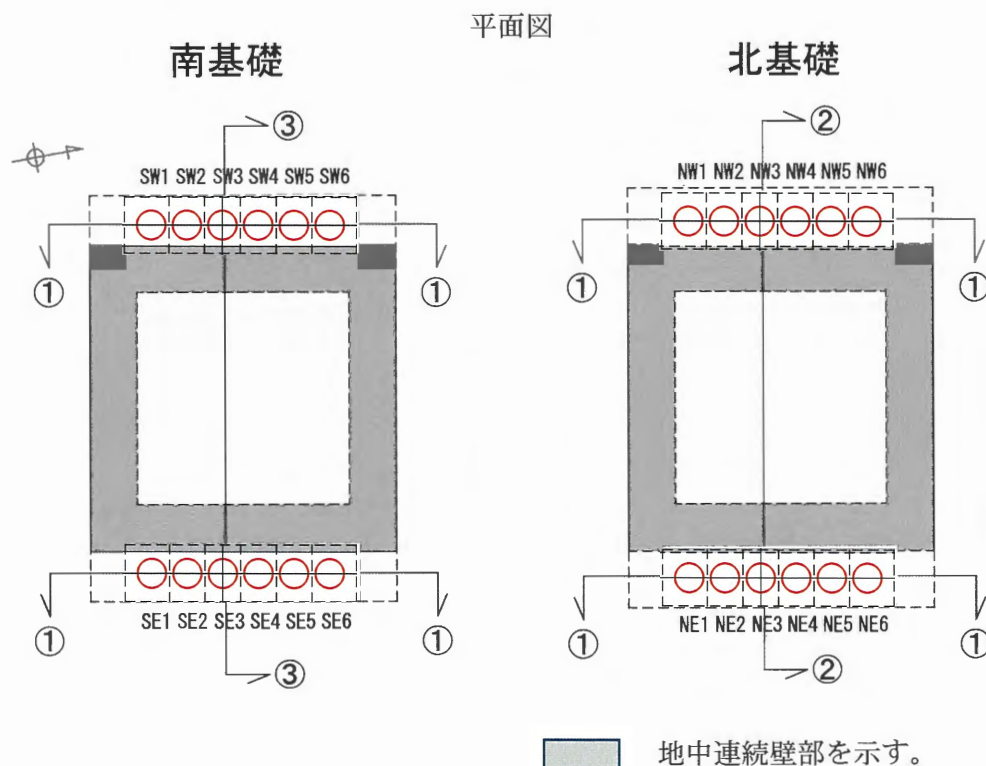


図 4.2-77 評価位置図（鋼管杭）

（図 4.2-74 の再掲）

表 4.2-24 セン断力に対する照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置				鋼管杭仕様			発生断面力 せん断力 (kN)	発生 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ / τ_{sa}	断面力図
					材質	外径 ϕ (mm)	肉厚 t (mm)					
地盤 パネ 3	北基礎	NE6	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	2998	26.9	285	0.10	—
		NW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	2817	25.3	285	0.09	—
	南基礎	SE2	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	4075	36.5	285	0.13	—
		SE6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	3267	29.3	285	0.11	—
地盤 パネ 4	北基礎	NE6	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	3292	29.5	285	0.11	○
		NW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	3996	35.8	285	0.13	—
	南基礎	SE1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	4481	40.2	285	0.15	○
		SE6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	3626	32.5	285	0.12	—
地盤 パネ 5	北基礎	NE6	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	3104	27.8	285	0.10	—
		NW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	4173	37.4	285	0.14	○
	南基礎	SE1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	3797	34.0	285	0.12	—
		SE6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	3942	35.3	285	0.13	○

注記 評価位置は図 4.2-77 に示す。
赤線枠内は最大照査値を示す。

北基礎

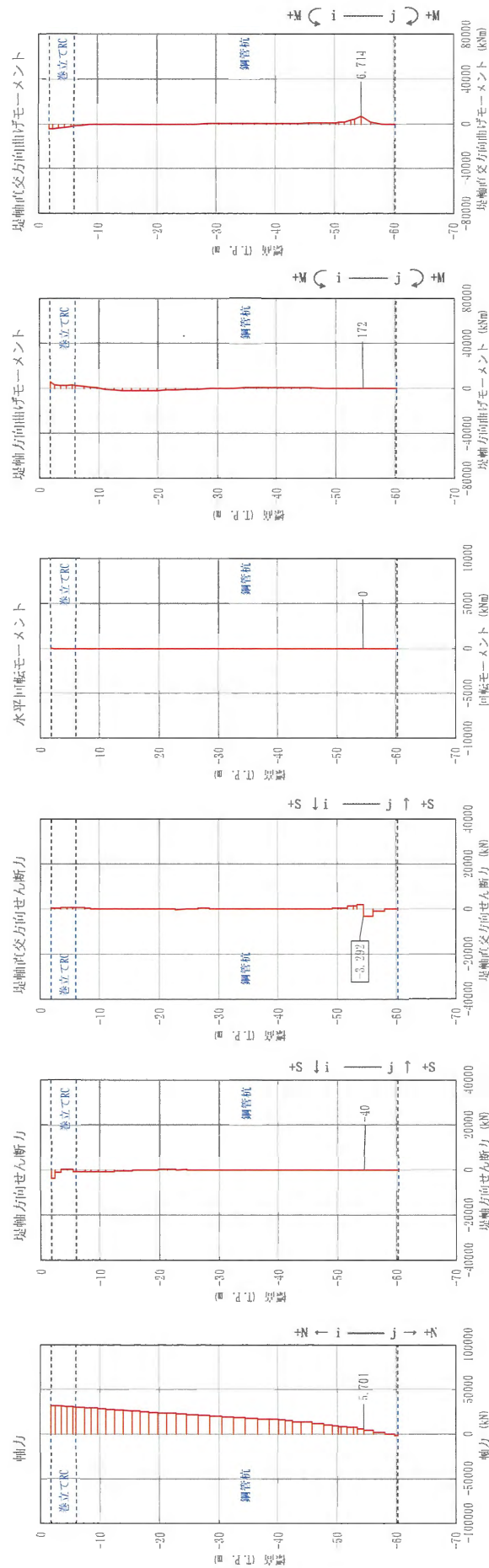


図 4.2-78 鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

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

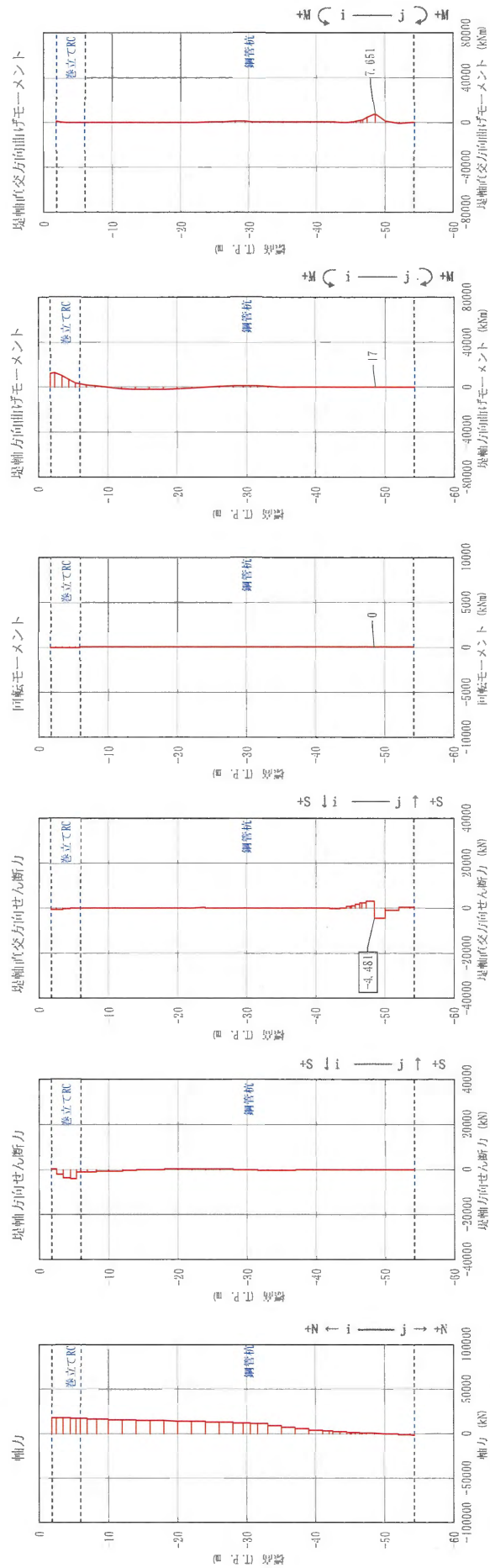


図 4.2-79 鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

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

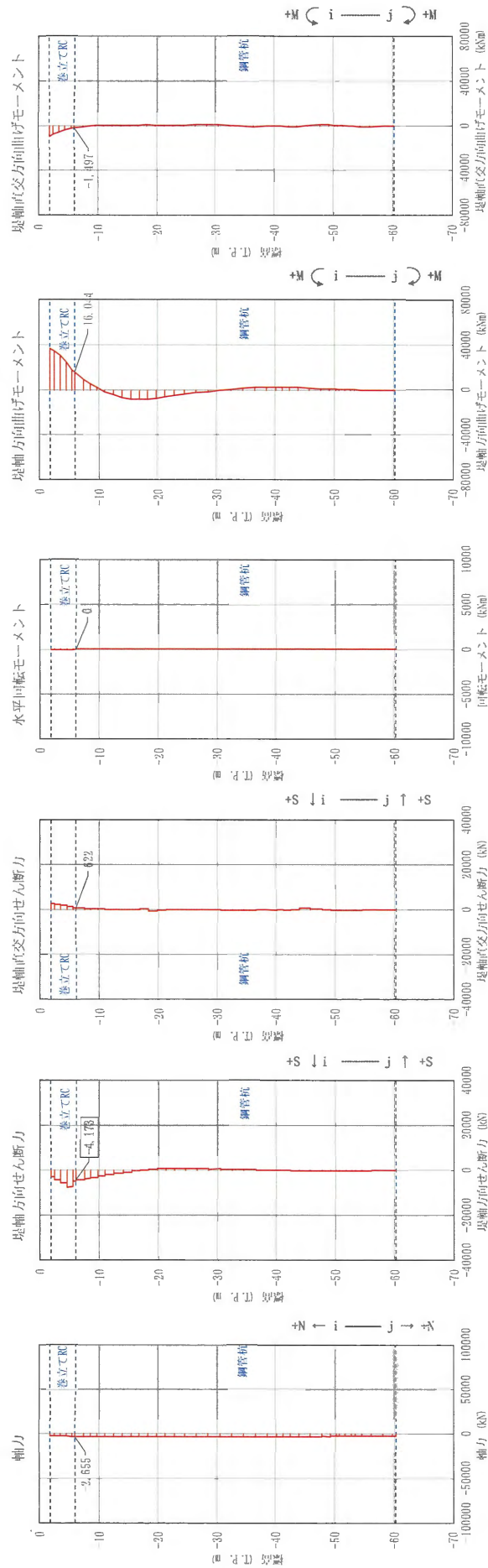


図 4.2-80 鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面（重置時：敷地に遡上する津波、北基礎、地盤バネ5）

南基礎

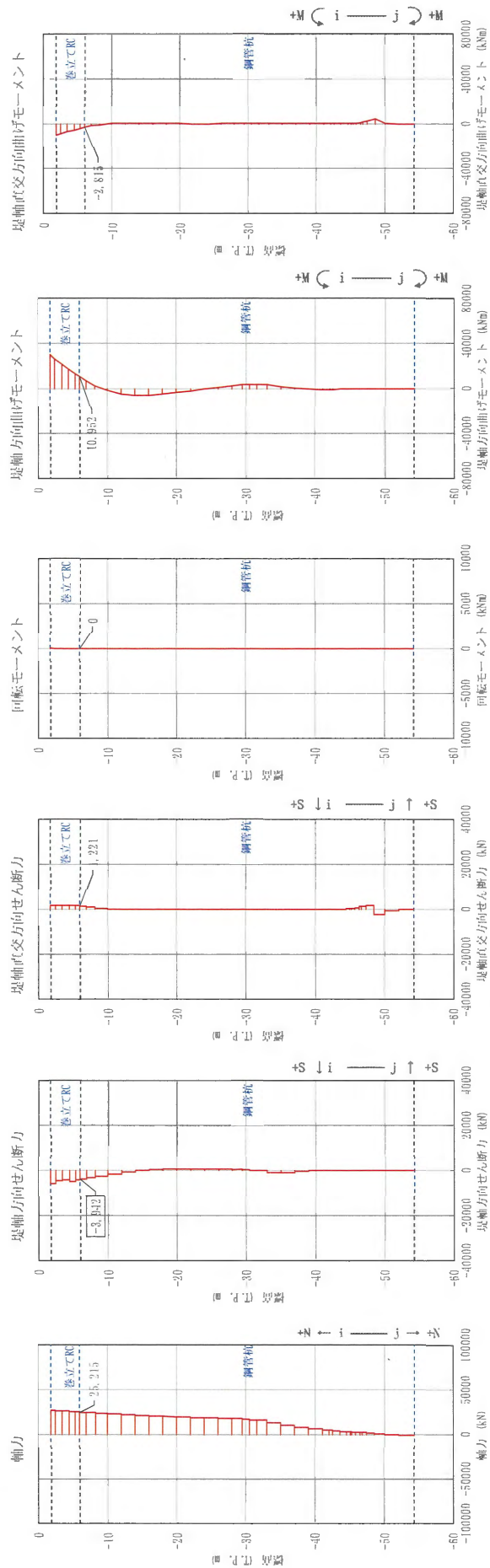


図 4.2-81 鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面（重畳時：敷地に遡上する津波、南基礎、地盤バネ5）

c. 巻立て鉄筋コンクリート

(a) 巻立て鉄筋コンクリート

イ. 曲げ軸力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、巻立て鉄筋コンクリートの曲げ軸力照査においては、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する。

曲げ軸力評価に対する評価は、図 4.2-82 に示す評価位置図の鋼管杭に対して行う。同図に示す巻立て鉄筋コンクリートの名称は、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。

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-25 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-26 にそれぞれ示す。表 4.2-25 及び表 4.2-26 に示す照査結果では、北基礎及び南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分布を図 4.2-83 及び図 4.2-84 に示す。

鉄筋コンクリートに分担される発生応力度に対して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0.57、鉄筋の曲げ軸力照査の最大照査値は0.51であり、ともに地盤バネ5の北基礎の端部杭NW1の照査値である。表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表から、これらの照査値は、工認設計モデルの照査値（コンクリートの曲げ軸力照査の最大照査値0.80、鉄筋の曲げ軸力照査の最大照査値0.63）よりも小さい。これは、残置する地中連続壁部を考慮することで、地中連続壁部及び中実鉄筋コンクリートの荷重負担率が増加することになり、巻立て鉄筋コンクリート及び鋼管杭の荷重負担が、工認設計モデルよりも軽減されるためと考えられる。したがって、巻立て鉄筋コンクリートの曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても巻立て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。

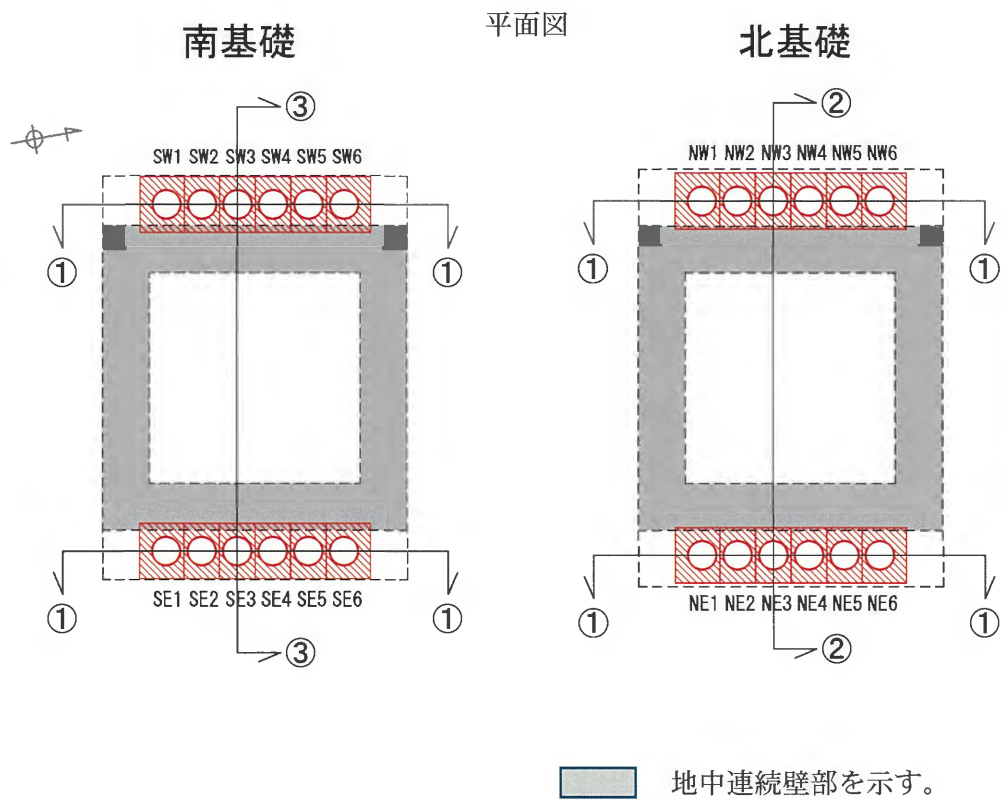


図 4.2-82 評価位置図 (巻立て鉄筋コンクリート)

表 4.2-25 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）

検討 ケース	評価位置				断面性状			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_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ_c/σ_{ca}	断面力図
					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	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-17229	-23984	12.4	32	0.39	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	23074					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-13886	-20614	11.1	32	0.35	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	11834					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-13348	-23894	12.0	32	0.38	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-23416					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-12595	-18432	10.7	32	0.34	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-11414					
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-18442	-25930	17.3	32	0.54	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	37840					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-14751	-21959	15.3	32	0.48	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	19924					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-13637	-26839	13.4	32	0.42	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-27278					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-12932	-19226	11.7	32	0.37	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-13182					
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-17691	-27386	18.1	32	0.57	○
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	40908					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-14135	-22814	15.9	32	0.50	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	21511					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-13447	-29404	14.7	32	0.46	○
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-31193					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-12718	-20345	12.7	32	0.40	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-15166					

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、巻立て鉄筋コンクリートの軸方向鉄筋（鉛直方向）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 は鉄筋の材質を示す。
発生断面力は鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面として算出した値を示す。
発生応力度は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出した値を示す。
評価位置は図 4.2-82 に示す。
赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.2-26 鉄筋の曲げ軸力照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置			断面性状			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	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-6419	20733	200.7	660	0.31	－
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-21754					
		中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-5657	17784	163.6	660	0.25	－
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-11252					
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-6510	21011	210.5	660	0.32	－
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	22455					
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-5608	17747	166.7	660	0.26	－
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	11589					
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-8170	26262	303.7	660	0.47	－
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-36872					
		中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-7327	22632	242.7	660	0.37	－
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-19377					
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-6686	24626	244.4	660	0.38	－
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	26510					
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-5714	20212	188.8	660	0.29	－
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	13557					
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-9782	28608	333.4	660	0.51	－
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-40094					
		中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-8673	24374	266.2	660	0.41	－
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-21014					
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-9873	27008	283.9	660	0.44	－
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	30338					
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-8281	21817	221.0	660	0.34	－
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	15534					

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、巻立て鉄筋コンクリートの軸方向鉄筋（鉛直方向）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 は鉄筋の材質を示す。
発生断面力は鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面として算出した値を示す。
発生応力度は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出した値を示す。
評価位置は図 4.2-82 に示す。
赤線枠内は最大照査値を示す。

北基礎

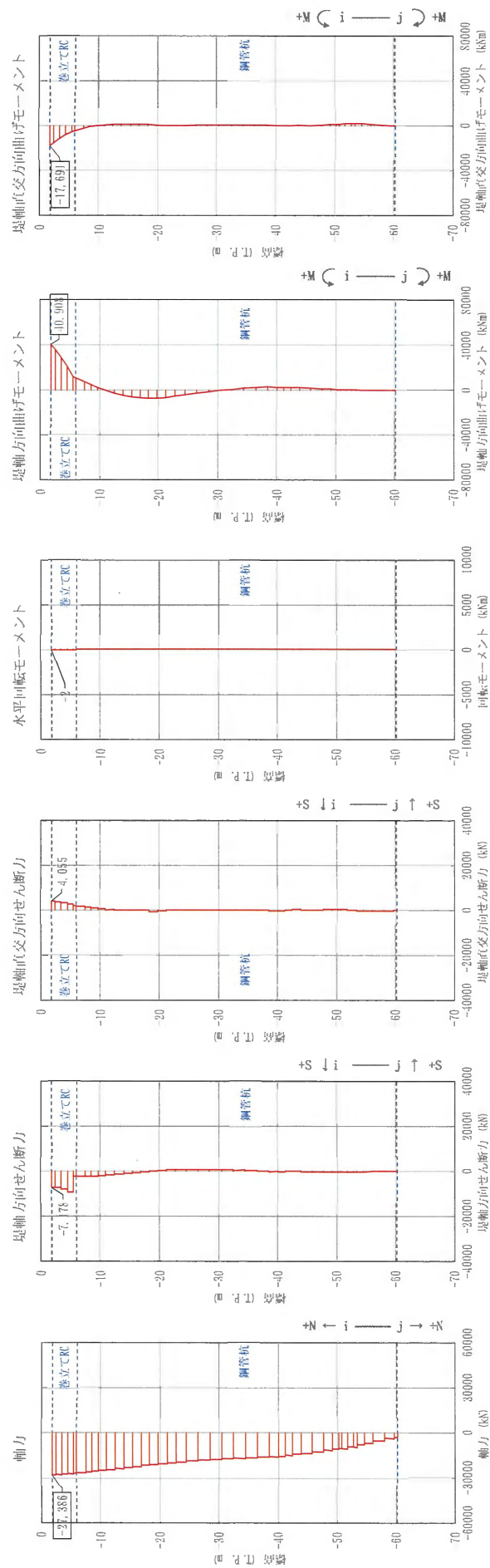


図 4.2-83 巻立て鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳時: 敷地に遡上する津波, 北基礎, 地盤バネ5)

南基礎

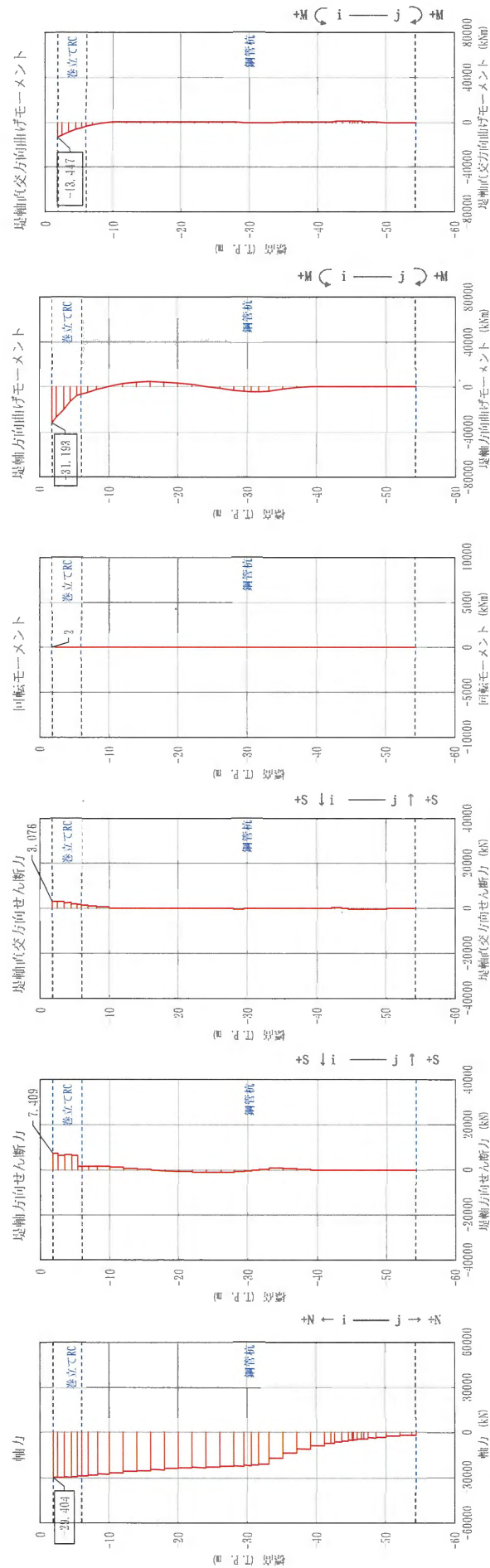


図 4.2-84 巻立て鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (重畳時：敷地に遡上する津波, 南基礎, 地盤バネ5)

ロ. せん断力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、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。

せん断力に対する評価は、曲げ軸力に対する評価と同様に図 4.2-85 に示す評価位置図の巻立て鉄筋コンクリートに対して行う。同図に示す巻立て鉄筋コンクリートの名称は、曲げ軸力に対する評価において示したものと同様である。

せん断力に対する照査結果を表 4.2-27 に示す。表 4.2-27 に示す照査結果では、北基礎及び南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分布を図 4.2-37～図 4.2-40 に示す。断面力分布を図 4.2-86～図 4.2-89 に示す。

鉄筋コンクリートに分担される発生せん断力に対して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、せん断力に対する最大照査値は 0.81 であり、地盤バネ 5 の北基礎の NE 6 端部杭の①－①断面の照査値である。この照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表のとおり工認設計モデルの照査値（せん断力に対する最大照査値 0.97）よりも小さい。これは、残置する地中連続壁部を考慮することで、地中連続壁部及び中実鉄筋コンクリートの荷重負担率が増加することになり、巻立て鉄筋コンクリート及び鋼管杭の荷重負担が、工認設計モデルよりも軽減されるためと考えられる。したがって、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても中実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。

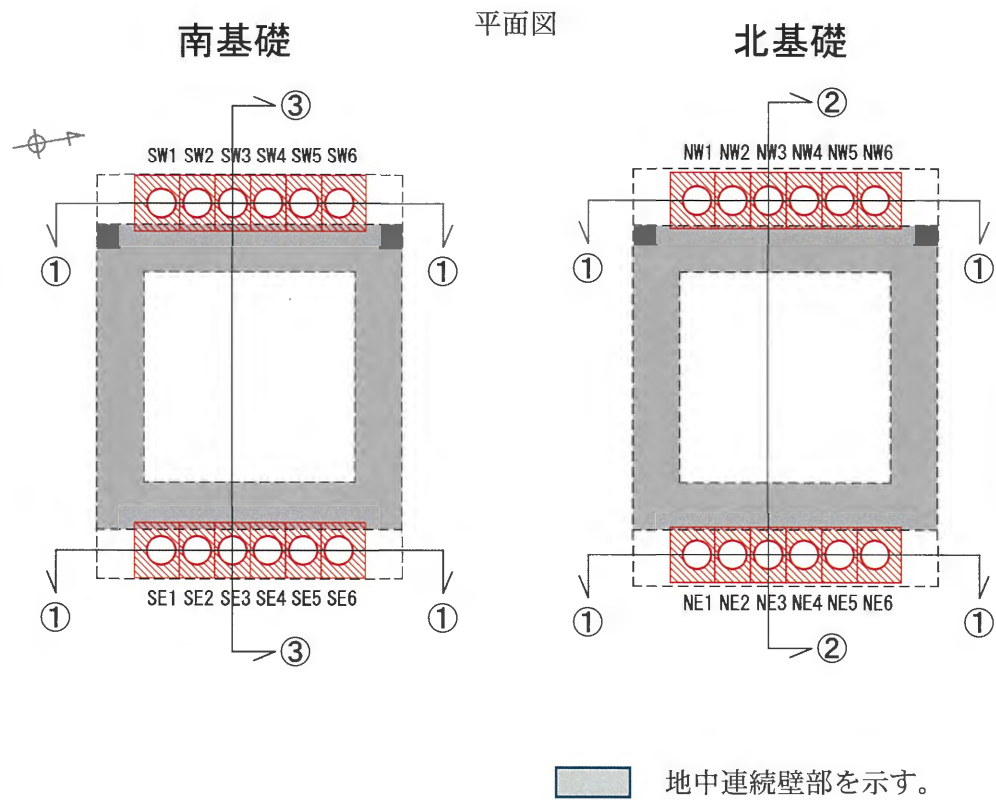


図 4.2-85 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート）
（図 4.2-82 の再掲）

表 4.2-27 セン断力に対する照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置				断面性状			鉄筋仕様 (せん断補強鉄筋)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a	断面力図
					部材幅 b (mm)	部材高 h (mm)	有効高 d (mm)					
地盤 バネ 3	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	2229	7754	0.29	—
			NE6	①-①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3229	7187	0.45	—
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	1684	4999	0.34	—
			NE2	①-①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1006	4887	0.21	—
	南基礎	端部杭	SW1	③-③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	1550	6405	0.25	—
			SE1	①-①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3093	7187	0.44	—
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	1281	4115	0.32	—
			SE3	①-①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	905	4887	0.19	—
地盤 バネ 4	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	2320	7754	0.30	—
			NE6	①-①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5433	7187	0.76	—
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	1747	4999	0.35	○
			NE4	①-①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1462	4887	0.30	—
	南基礎	端部杭	SW1	③-③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	1582	6405	0.25	—
			SE1	①-①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3567	7187	0.50	—
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	1296	4115	0.32	—
			SE5	①-①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	959	4887	0.20	—
地盤 バネ 5	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	2256	7754	0.30	—
			NE6	①-①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5794	7187	0.81	○
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	1701	4999	0.35	—
			NE2	①-①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1547	4887	0.32	—
	南基礎	端部杭	SW1	③-③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	1452	6405	0.23	—
			SE1	①-①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	4006	7187	0.56	○
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	1311	4115	0.32	○
			SE5	①-①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1067	4887	0.22	—

注記 鉄筋仕様の表記について一例を示す。D35@300 は、巻立て鉄筋コンクリートのせん断補強鉄筋の仕様であり、公称直径 34.9mm の異形棒鋼 D35 を鉄筋間隔 300mm で配置することを示す。せん断補強鉄筋の材質は SD390 である。他の鉄筋仕様の表記についても同様で鉄筋径のみが異なる。

発生せん断力は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出した値を示す。

評価位置は図 4.2-85 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

複合断面力 2603 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 1311 kN
 鋼管杭 1292 kN
 南基礎

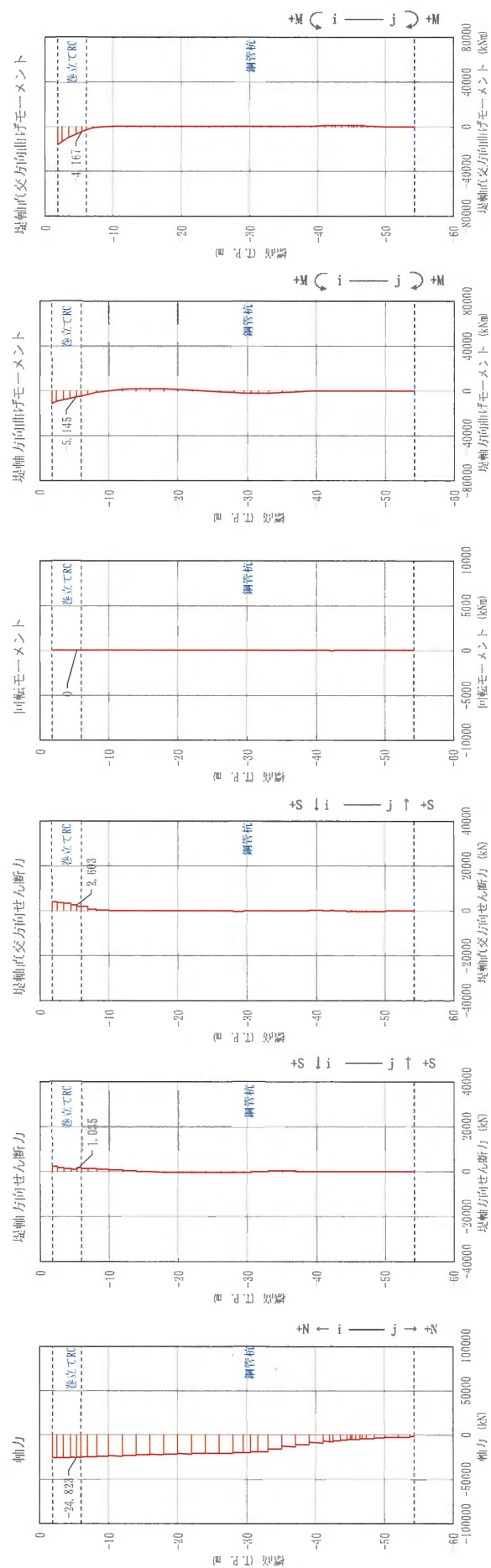


図 4.2-86 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ③-③断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，南基礎，地盤バネ 5)

複合断面力 2858 kN
巻立て鉄筋コンクリート 1747 kN
鋼管杭 1111 kN
北基礎

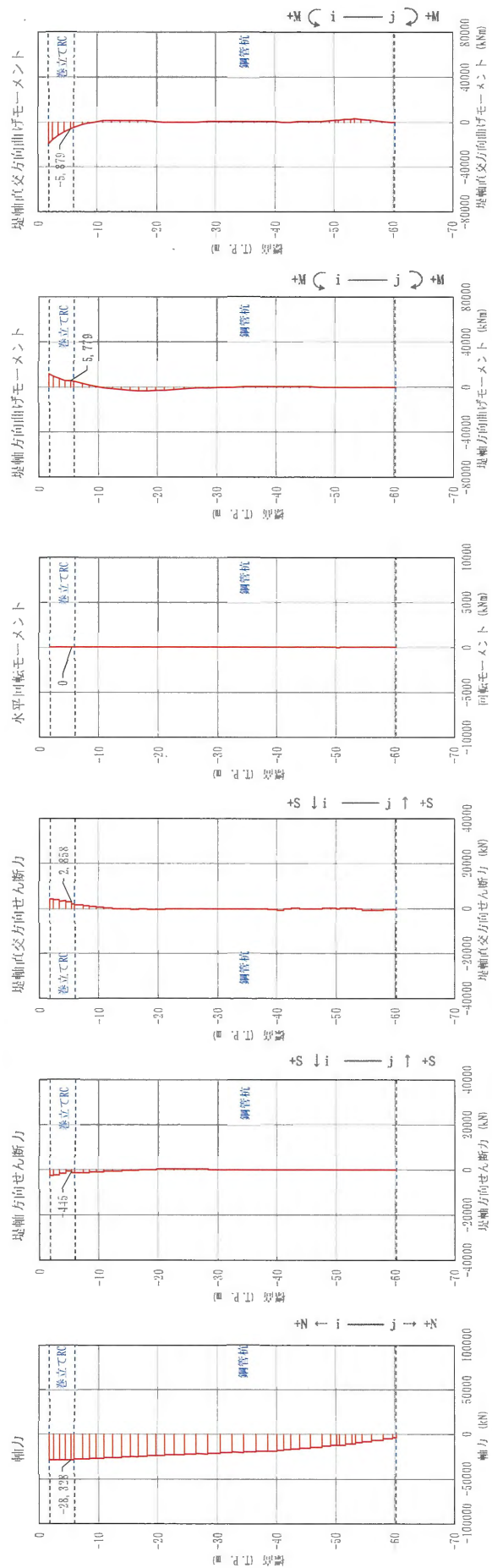


図 4.2-87 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
②-②断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，北基礎，地盤バネ4)

複合断面力 9296 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 5794 kN
 鋼管杭 3502 kN

北基礎

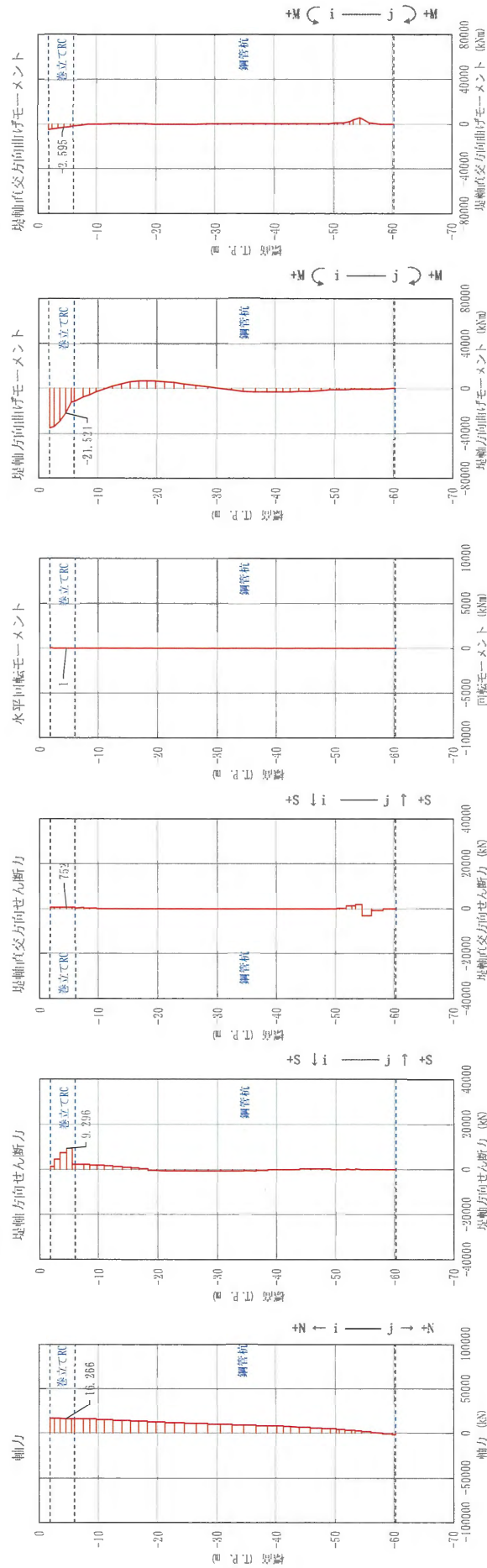


図 4.2-88 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ①-①断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，北基礎，地盤バネ 5)

南基礎

複合断面力 6624 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 4006 kN
 鋼管杭 2618 kN

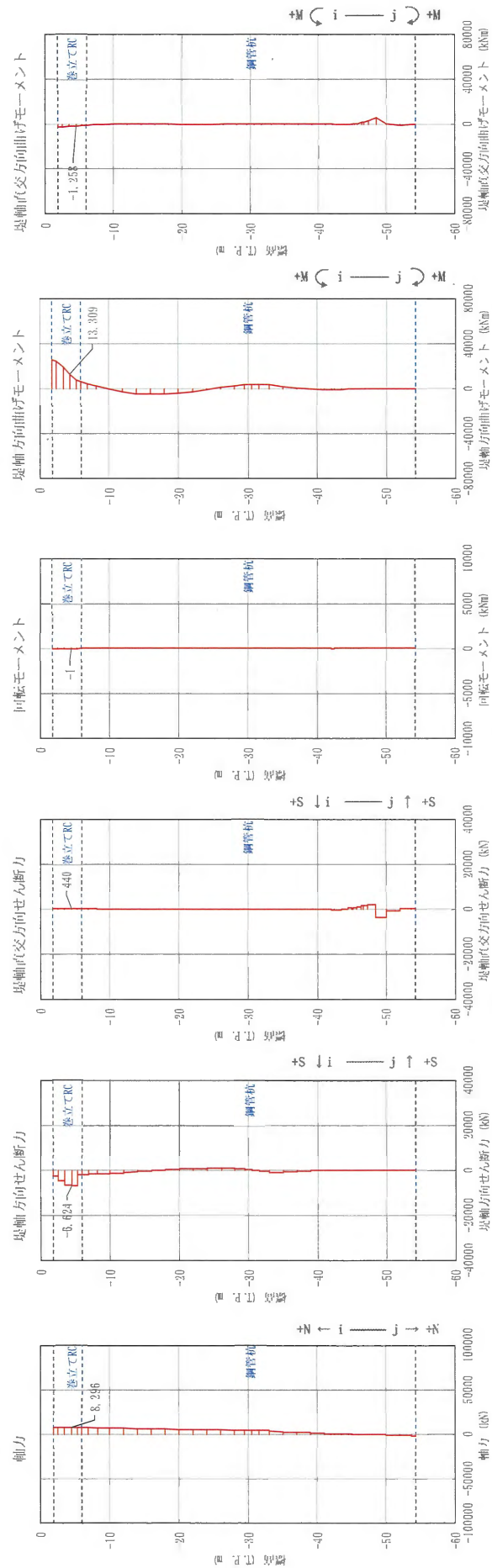


図 4.2-89 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ①-①断面 (重畳時：敷地に遡上する津波，南基礎，地盤バネ 5)

(b) 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭

イ. 曲げ軸力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の曲げ軸力に対する照査においては、鋼管杭に発生する圧縮応力度及び引張応力度が許容限界以下であることを確認する。

曲げ軸力に対する評価は、図 4.2-90 に示す評価位置図の鋼管杭に対して行う。同図に示す鋼管杭の名称は、以下のルールに従う。最初のアルファベットは、Nが北基礎の鋼管杭であり、Sが南基礎の鋼管杭であることを示す。2番目のアルファベットは、Eが東側の鋼管杭であり、Wが西側の鋼管杭であることを示す。末尾の数字は、南端の鋼管杭を1として北に向かって昇順で設定し、北端の鋼管杭を6とする。

鋼管杭の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-28 に示す。表 4.2-28 に示す照査結果では、北基礎及び南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分布を図 4.2-91 及び図 4.2-92 に示す。

鋼管杭に分担される発生応力度に対して許容応力度法による照査を行った結果、評価位置において鋼管杭の曲げ圧縮応力度と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、鋼管杭の圧縮応力度に対する最大照査値は0.32、引張応力度に対する最大照査値は0.49であり、ともに地盤バネ2の照査値である。発生位置は、圧縮応力度が北基礎のNE 2 鋼管杭であり、引張応力度が北基礎のNE 2 鋼管杭である。これらの照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表のとおり工認設計モデルの照査値（曲げ軸力に対する最大照査値0.63）よりも小さい。これは、残置する地中連続壁部を考慮することで、地中連続壁部及び中実鉄筋コンクリートの荷重負担率が増加することになり、巻立て鉄筋コンクリート及び鋼管杭の荷重負担が、工認設計モデルよりも軽減されるためと考えられる。したがって、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても鋼管杭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。

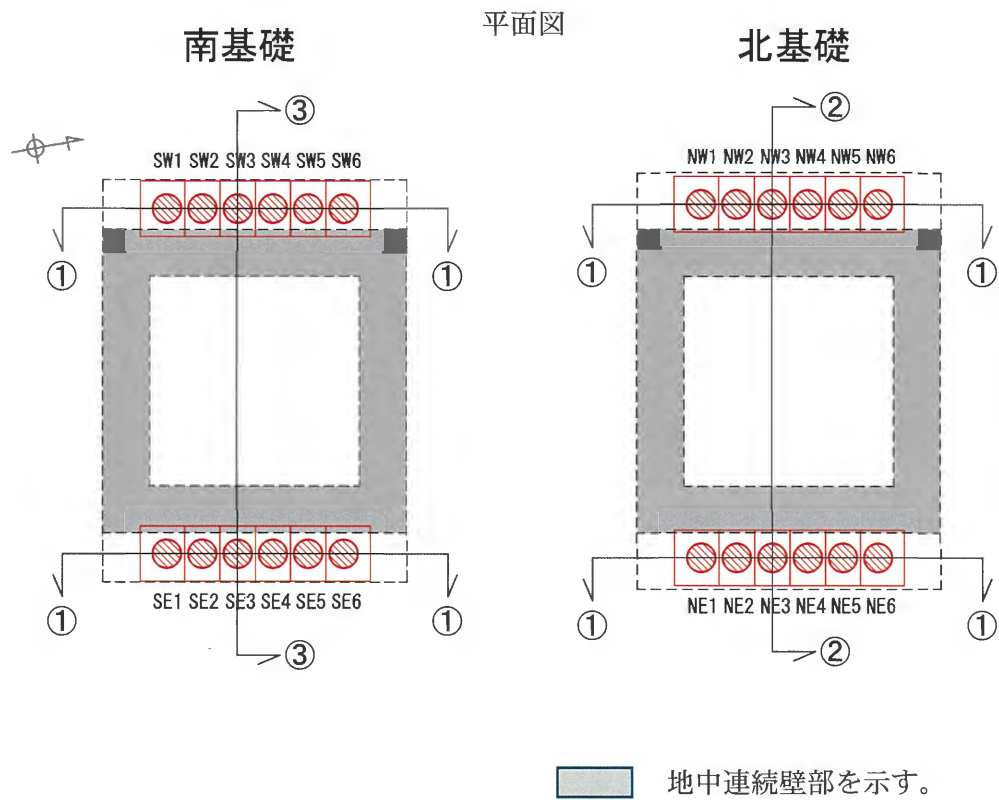


図 4.2-90 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭）

表 4.2-28 曲げ軸力照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置				鋼管杭仕様			発生断面力		発生 応力度	短期許容 応力度	照査値	断面力図
					材質	外径 ϕ (mm)	肉厚 t (mm)	曲げ モーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$)	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	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-13886	-20614	102.9	500	0.21	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	11834					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-5657	17784	146.1	500	0.30	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-11252					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-10820	-20411	101.9	500	0.21	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-11924					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-5608	17747	153.9	500	0.31	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	11589					
地盤 パネ 4	北基礎	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-14751	-21959	146.5	500	0.30	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	19924					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-7327	22632	224.0	500	0.45	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-19377					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-11043	-22231	114.7	500	0.23	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-13806					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-5714	20212	178.0	500	0.36	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	13557					
地盤 パネ 5	北基礎	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-14135	-22814	155.5	500	0.32	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	21511					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-8673	24374	242.8	500	0.49	○
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-21014					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-10890	-23841	127.7	500	0.26	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-15825					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-8281	21817	199.7	500	0.40	○
				①-①断面	SBHS500	1500	50	15534					

注記 評価位置は図 4.2-90 に示す。

発生断面力は鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面として算出した値を示す。

発生応力度は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出した値を示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

北基礎

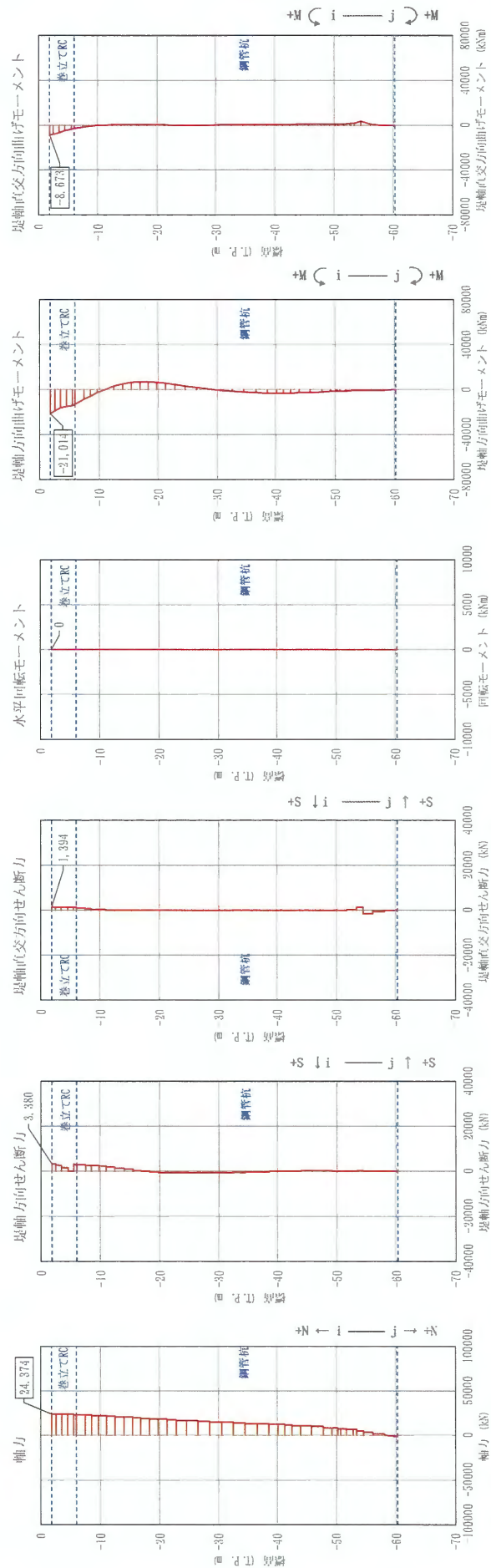


図 4.2-91 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳時: 敷地に遡する津波, 北基礎, 地盤バネ5)

南基礎

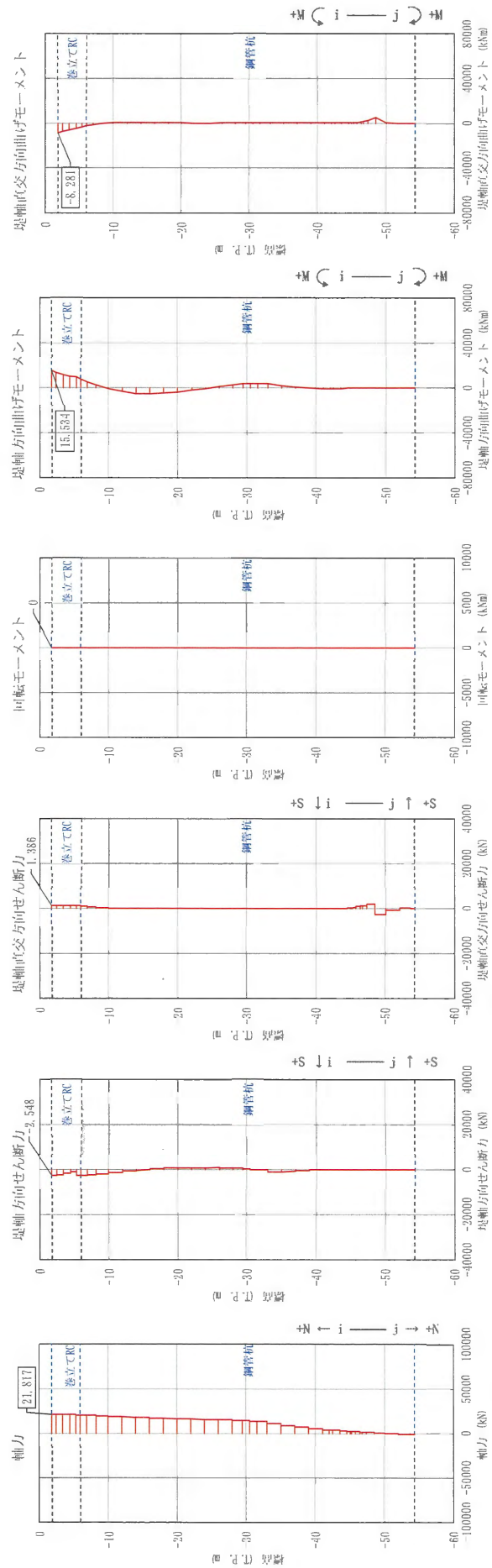


図 4.2-92 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (重畳時: 敷地に遡上する津波, 南基礎, 地盤バネ5)

ロ. せん断力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、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。

せん断力に対する評価は、曲げ軸力に対する評価と同様に図 4.2-93 に示す評価位置図の鋼管杭に対して行う。同図に示す鋼管杭の名称は、曲げ軸力に対する評価において示したものと同様である。

せん断力に対する照査結果を表 4.2-29 に示す。表 4.2-29 に示す照査結果では、北基礎及び南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分布を図 4.2-94～図 4.2-97 に示す。

鋼管杭に分担される発生せん断力に対して許容応力度法による照査を行った結果、評価位置における鋼管杭の発生せん断応力度が短期許容せん断応力度以下であることを確認した。なお、鋼管杭のせん断力に対する最大照査値は 0.30 であり、地盤バネ 5 の北基礎の NE 6 鋼管杭の①－①断面の照査値である。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても鋼管杭の構造部材の発生せん断応力が許容限界以下であることを確認した。

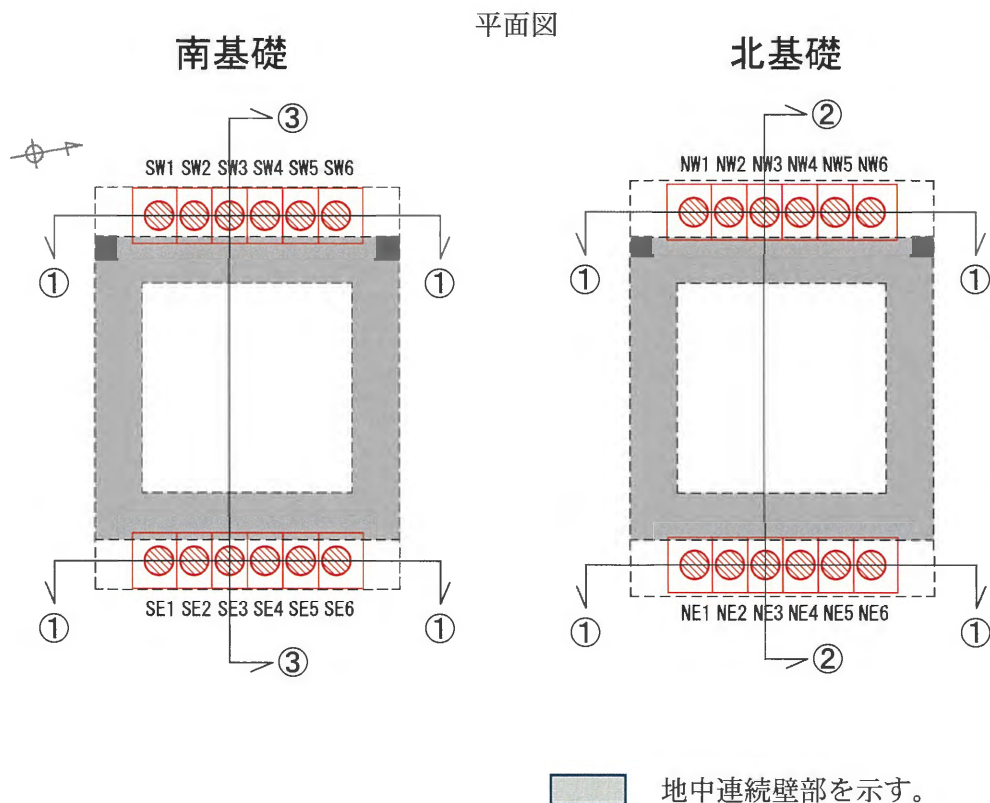


図 4.2-93 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭）
（図 4.2-90 の再掲）

表 4.2-29 セン断力に対する照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置				鋼管杭仕様			発生断面力 せん断力 (kN)	発生 応力度 τ (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ/τ_{sa}	断面力図
					材質	外径 ϕ (mm)	肉厚 t (mm)					
地盤 バネ 3	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	5122	45.9	285	0.17	—
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	5831	52.3	285	0.19	—
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	4678	41.9	285	0.15	—
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	6071	54.4	285	0.20	—
地盤 バネ 4	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	5266	47.2	285	0.17	○
		NE6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	8717	78.2	285	0.28	—
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	4692	42.1	285	0.15	○
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	6785	60.8	285	0.22	—
地盤 バネ 5	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	5165	46.3	285	0.17	—
		NE6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	9296	83.4	285	0.30	○
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	4375	39.2	285	0.14	—
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	7409	66.4	285	0.24	○

注記 評価位置は図 4.2-93 に示す。

発生断面力は鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面として算出した値を示す。

発生応力度は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出した値を示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

北基礎

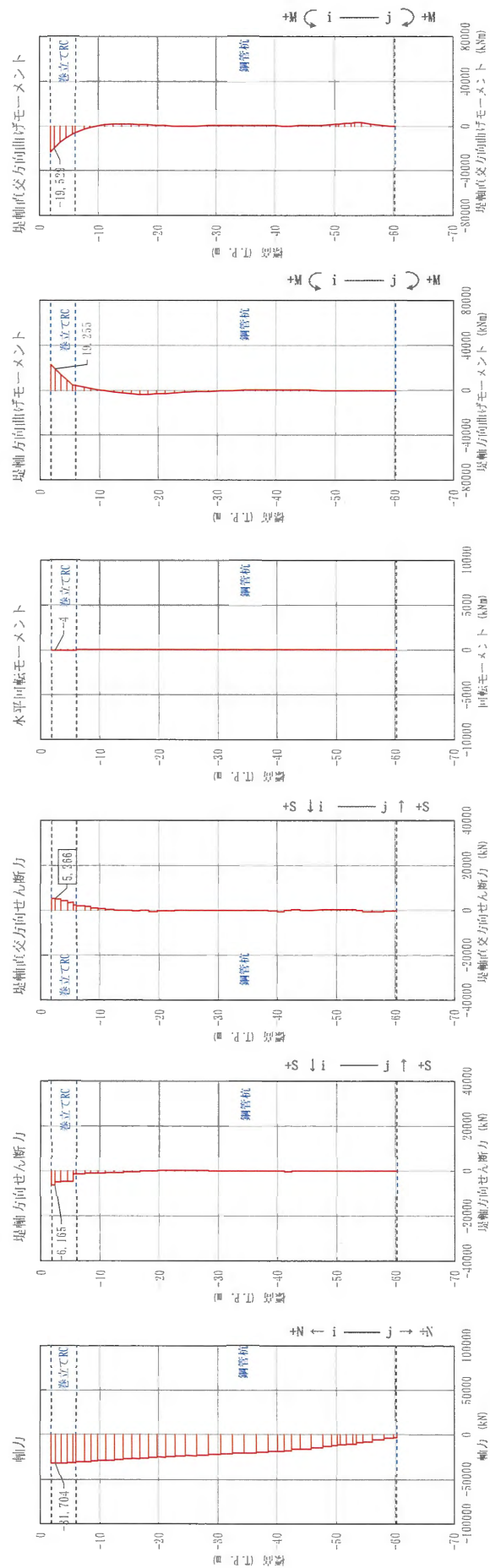


図 4.2-94 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

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

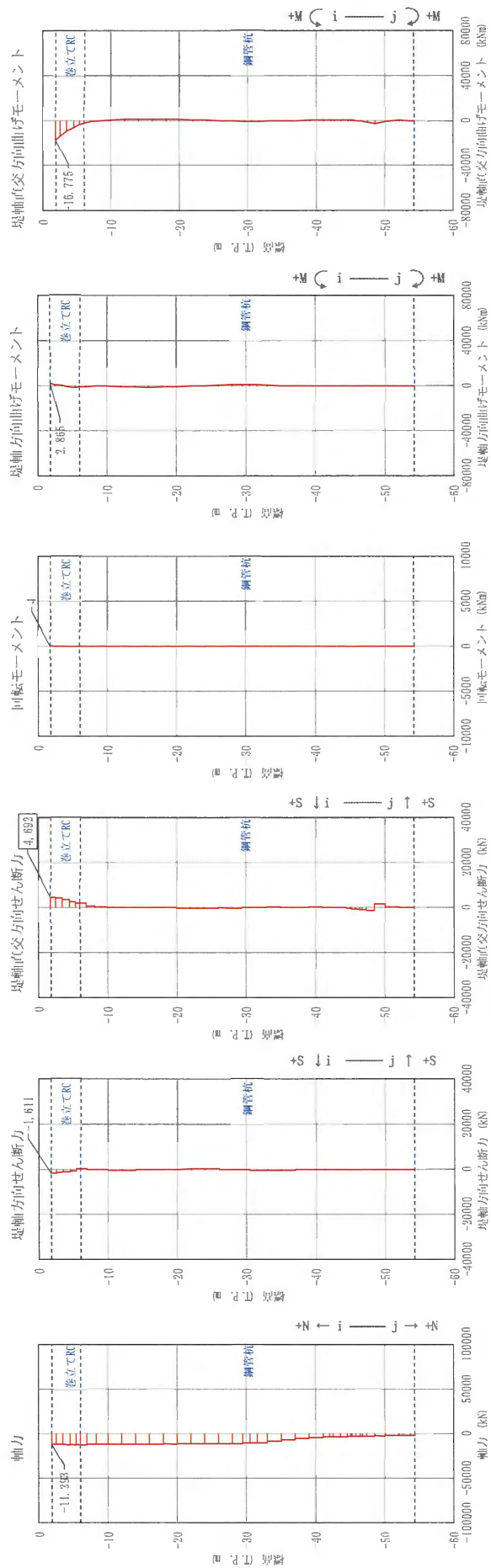


図 4.2-95 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

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

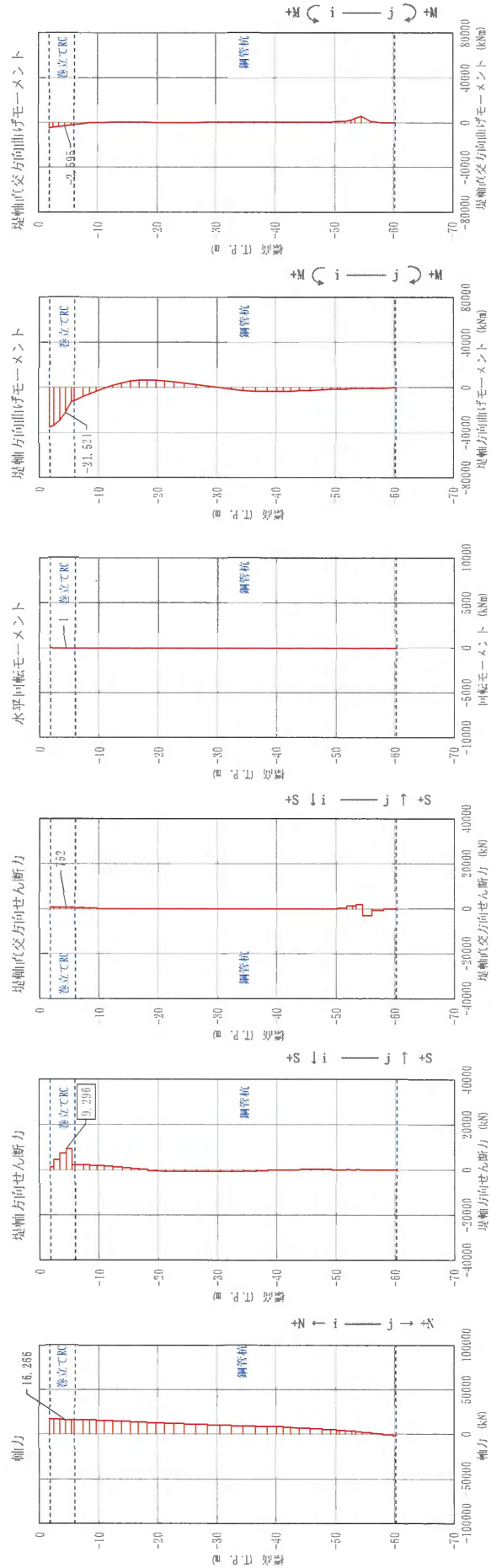


図 4.2-96 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

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

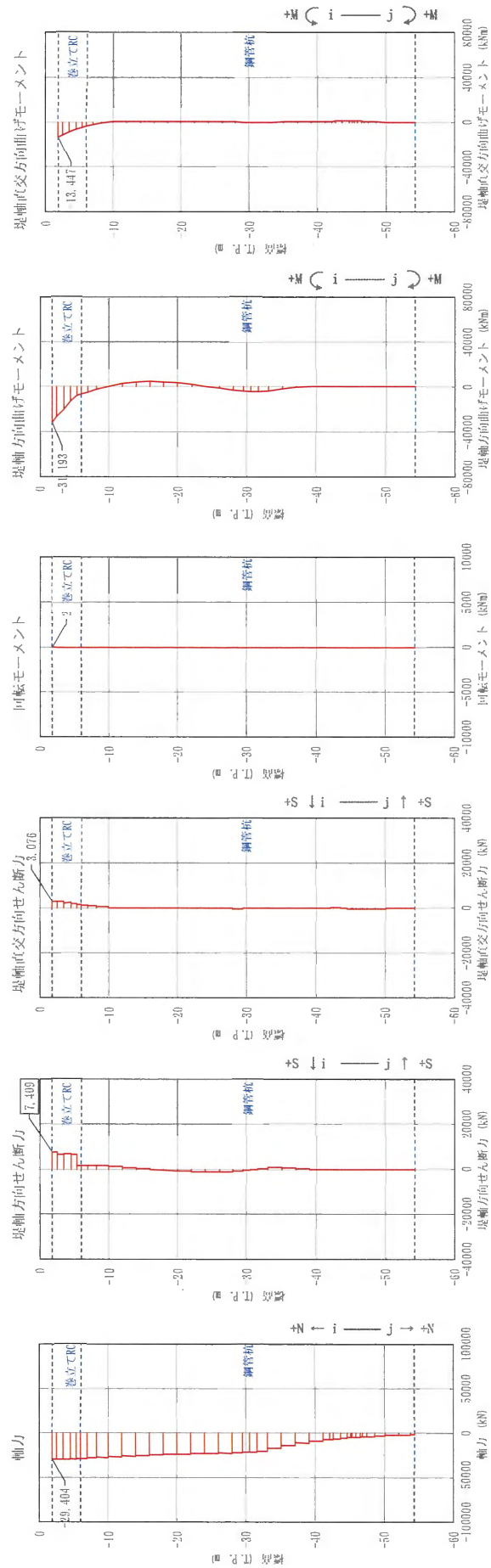


図 4.2-97 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面（重畳時：敷地に遡上する津波，南基礎，地盤バネ5）

d. 杭頭接合部（仮想RC断面）

(a) 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

重畳時（敷地に遡上する津波）において、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照査では、接合部の鉄筋コンクリートのコンクリートが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する。

曲げ軸力評価に対する評価は、図 4.2-98 に評価位置図の巻立て鉄筋コンクリートに対して行う。同図に示す巻立て鉄筋コンクリートの名称は、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。

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-30 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-31 にそれぞれ示す。杭頭接合部（仮想RC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0.70（発生位置は北基礎のNW1端部杭の接合部）であり、鋼管杭断面の接合部が0.33（発生位置は北基礎のNE1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0.78（発生位置は北基礎のNE2中間杭の接合部）であり、鋼管杭断面の接合部が0.65（発生位置は北基礎のNE6鋼管杭の接合部）である。これらの最大照査値は全て地盤バネ5の北基礎における照査値である。

これらの照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表のとおり工認設計モデルの照査値（コンクリート曲げ軸力の最大照査値は、巻き立て鉄筋コンクリート接合部0.94、鋼管杭接合部0.38、鉄筋曲げ軸力の最大照査値は、巻き立て鉄筋コンクリート接合部0.92、鋼管杭接合部0.73）よりも小さい。これは、残置する地中連続壁部を考慮することで、地中連続壁部及び中実鉄筋コンクリートの荷重負担率が増加することになり、巻立て鉄筋コンクリート及び鋼管杭の荷重負担が、工認設計モデルよりも軽減されるためと考えられる。したがって、鋼管杭の曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても杭頭接合部（仮想RC断面）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。

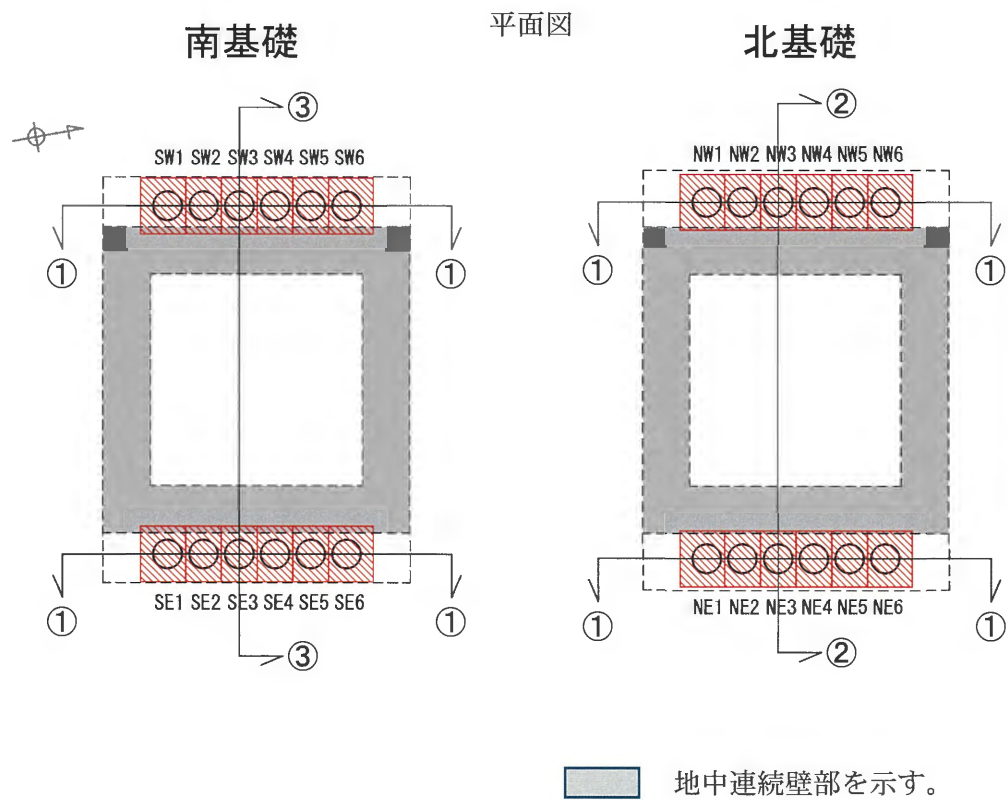


図 4.2-98 評価位置図（杭頭接合部）

表 4.2-30 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）

検討 ケース	評価位置				断面性状			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_{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)	-17229	-23984	14.6	32	0.46
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	23074				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-13886	-20614	14.3	32	0.45
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	11834				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	3140	-3233	5.8	32	0.19
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-13348	-23894	14.5	32	0.46
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	-23416				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-12595	-18432	14.4	32	0.45
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	-11414				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	3384	-3442	6.3	32	0.20
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)	-18442	-25930	21.1	32	0.67
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	37840				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-14751	-21959	20.9	32	0.66
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	19924				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	5091	-3869	9.5	32	0.30
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-13637	-26839	16.3	32	0.52
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	-27278				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-12932	-19226	16.0	32	0.50
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	-13182				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	3985	-4026	7.4	32	0.24
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)	-17691	-27386	22.2	32	0.70
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	40908				
			中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D51φ150 (SD685)	-14135	-22814	22.0	32	0.69
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	21511				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE1	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	5545	-4232	10.4	32	0.33
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-13447	-29404	18.0	32	0.57
					①－①断面	2800	2250	1875	D51φ150 (SD685)	-31193				
			中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D51φ150 (SD685)	-12718	-20345	17.6	32	0.55
					①－①断面	2800	1800	1275	D51φ150 (SD685)	-15166				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE6	—	φ 1900			D51φ150 (SD685)	4544	-4393	8.4	32	0.27

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結合部（仮想 RC 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 4.2-98 に示す。赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.2-31 鉄筋の曲げ軸力照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置				断面性状			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}	
					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	D510150 (SD685)	-6419	20733	262. 2	660	0. 40
					①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	-21754				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D510150 (SD685)	-5657	17784	310. 1	660	0. 47
					①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	-11252				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE2	—	φ 1900			D510150 (SD685)	2869	-5266	165. 4	660	0. 26
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D510150 (SD685)	-6510	21011	278. 0	660	0. 43
					①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	22455				
			中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D510150 (SD685)	-5608	17747	327. 2	660	0. 50
					①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	11589				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE1	—	φ 1900			D510150 (SD685)	-1492	-12513	210. 5	660	0. 32
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	D510150 (SD685)	-8170	26262	397. 4	660	0. 61
					①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	-36872				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D510150 (SD685)	-7327	22632	467. 3	660	0. 71
					①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	-19377				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE6	—	φ 1900			D510150 (SD685)	-3074	-21961	390. 8	660	0. 60
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D510150 (SD685)	-6686	24626	323. 3	660	0. 49
					①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	26510				
			中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D510150 (SD685)	-5714	20212	374. 0	660	0. 57
					①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	13557				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE1	—	φ 1900			D510150 (SD685)	-2105	-16582	284. 9	660	0. 44
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	D510150 (SD685)	-9782	28608	435. 9	660	0. 67
					①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	-40094				
			中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D510150 (SD685)	-8673	24374	509. 9	660	0. 78
					①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	-21014				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		NE6	—	φ 1900			D510150 (SD685)	-3354	-23987	426. 7	660	0. 65
	南基礎	仮想RC 断面 (RC)	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D510150 (SD685)	-9873	27008	374. 5	660	0. 57
					①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	30338				
			中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D510150 (SD685)	-8281	21817	430. 4	660	0. 66
					①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	15534				
		仮想RC断面 (鋼管杭)		SE1	—	φ 1900			D510150 (SD685)	-1840	-18518	294. 2	660	0. 45

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結合部（仮想 RC 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 4.2-98 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

e. 頂版鉄筋コンクリート

(a) 曲げ軸力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、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、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する。

曲げ軸力評価に対する評価は、図 4.2-99 に示す評価位置図の巻立て鉄筋コンクリートに対して行う。

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-32 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.2-33 にそれぞれ示す。表 4.2-32 及び表 4.2-33 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分布を図 4.2-100 及び図 4.2-101 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、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 0.40 であり、鉄筋の曲げ軸力に対する最大照査値は 0.63 である。これらの照査値は、ともに地盤バネ 5 の北基礎のものであり、コンクリートの曲げ軸力に対する最大照査値は北基礎東側の堤軸直交方向の照査値、鉄筋の曲げ軸力に対する最大照査値は北基礎の堤軸方向の照査値である。

これらの照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表のとおり工認設計モデルの照査値（コンクリートの曲げ軸力に対する最大照査値は 0.68、鉄筋の曲げ軸力に対する最大照査値は 0.90）よりも小さい。したがって、頂版鉄筋コンクリートの曲げ軸力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても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。

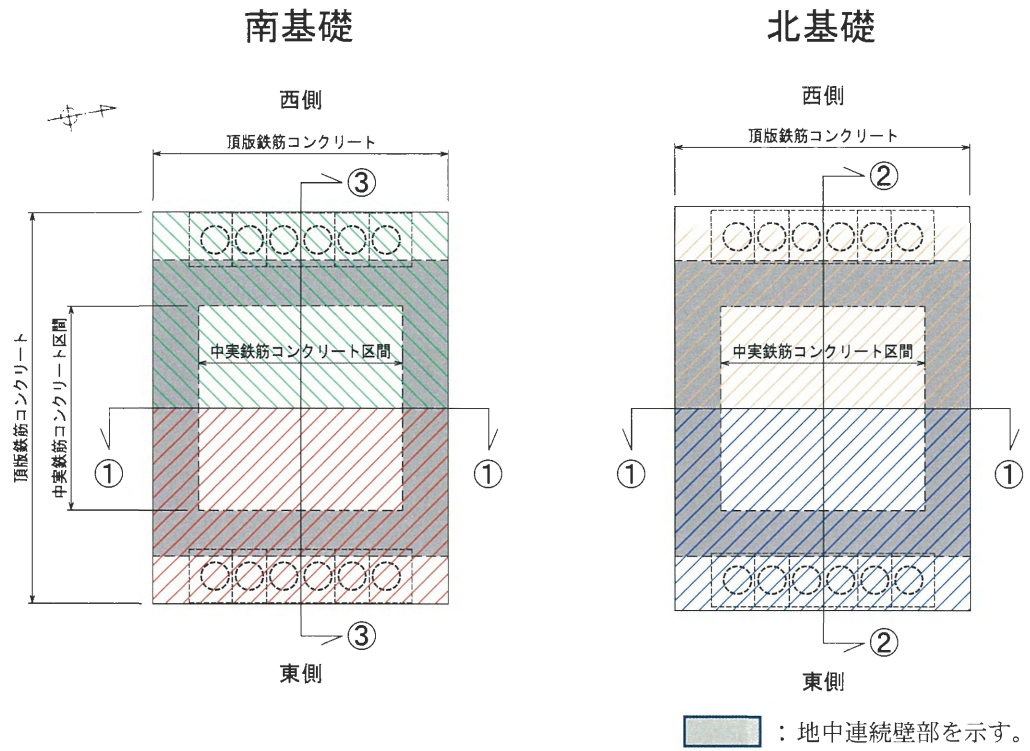


図 4.2-99 評価位置図（頂版鉄筋コンクリート）

表 4.2-32 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）

検討 ケース	評価位置			断面形状 部材高 h (mm)	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}
						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 ϕ 150	-115779	-283	9.5	32	0.30
			西側	5040	D51 ϕ 150	48353	4962	8.1	32	0.26
		堤軸方向		5040	D29 ϕ 150*	-21414	1363	3.5	32	0.12
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51 ϕ 150	-100226	-13	8.3	32	0.26
			西側	5040	D51 ϕ 150	42025	4354	7.1	32	0.23
		堤軸方向		5040	D29 ϕ 150*	-20899	1220	3.7	32	0.12
地盤 パネ 4	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51 ϕ 150	-147907	44	12.2	32	0.39
			西側	5040	D51 ϕ 150	58858	5186	9.8	32	0.31
		堤軸方向		5040	D29 ϕ 150*	-28119	1795	4.7	32	0.15
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51 ϕ 150	-108063	-458	8.9	32	0.28
			西側	5040	D51 ϕ 150	45025	4469	7.6	32	0.24
		堤軸方向		5040	D29 ϕ 150*	-24153	1379	4.3	32	0.14
地盤 パネ 5	北基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51 ϕ 150	-153636	-515	12.6	32	0.40
			西側	5040	D51 ϕ 150	63493	5143	10.6	32	0.34
		堤軸方向		5040	D29 ϕ 150*	-30185	1886	5.0	32	0.16
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51 ϕ 150	-108573	-2062	8.8	32	0.28
			西側	5040	D51 ϕ 150	50947	4755	8.5	32	0.27
		堤軸方向		5040	D29 ϕ 150*	-26958	1534	4.8	32	0.15

注記 鉄筋仕様に示す D51 ϕ 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。括弧内の SD685 は鉄筋材質である。同様に、D29 ϕ 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。

*：最小鉄筋量に基づき鉄筋仕様を決定

評価位置は図 4.2-99 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.2-33 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果（重畳時：基準津波）

検討 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)	-115508	-1101	263.9	660	0.40	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-60802	741	182.2	478.5	0.39	—
		西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51 (SD685)	46909	3675	237.3	660	0.36	—	
			5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	41994	1749	144.2	478.5	0.31	—	
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35 (SD490)	-21414	1363	213.0	478.5	0.45	—
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD685)	-100086	-771	228.0	660	0.35	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-53067	-1317	170.4	478.5	0.36	—
		西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51 (SD685)	42026	4223	202.9	660	0.31	—	
			5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	38791	3651	119.9	478.5	0.26	—	
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35 (SD490)	-20899	1220	211.3	478.5	0.45	—
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)	-148410	-2101	341.8	660	0.52	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-79275	-228	244.4	478.5	0.52	—
		西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51 (SD685)	57587	3879	298.0	660	0.46	—	
			5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-24353	-1567	244.5	478.5	0.52	—	
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35 (SD490)	-28119	1795	279.5	478.5	0.59	—
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD685)	-107876	-911	246.1	660	0.38	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-57186	-1501	184.1	478.5	0.39	—
		西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51 (SD685)	44924	4318	218.9	660	0.34	—	
			5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	39551	2436	130.6	478.5	0.28	—	
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35 (SD490)	-24153	1379	244.9	478.5	0.52	—
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)	-154169	-2764	357.3	660	0.55	○
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-82534	-435	255.6	478.5	0.54	—
		西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51 (SD685)	62252	3764	326.7	660	0.50	—	
			5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-26697	-2018	273.8	478.5	0.58	—	
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35 (SD490)	-30185	1886	301.1	478.5	0.63	○
	南基礎	堤軸直 交方向	東側	5040	D51-7段 (SD685)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD685)	-107855	-3009	254.2	660	0.39	—
				5040	D51-3.5段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	-57769	-2198	189.9	478.5	0.40	—
		西側	5040	D51-2段 (SD490)	D51-2段 (SD685)	D51 (SD685)	50779	4548	250.9	660	0.39	—	
			5040	D38-2段 (SD490)	D51-2段 (SD490)	D51 (SD490)	44114	1939	150.8	478.5	0.32	—	
		堤軸方向		5040	D32-2段 (SD490)	D35-2段 (SD490)	D35 (SD490)	-26958	1534	273.5	478.5	0.58	—

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 4.2-99 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

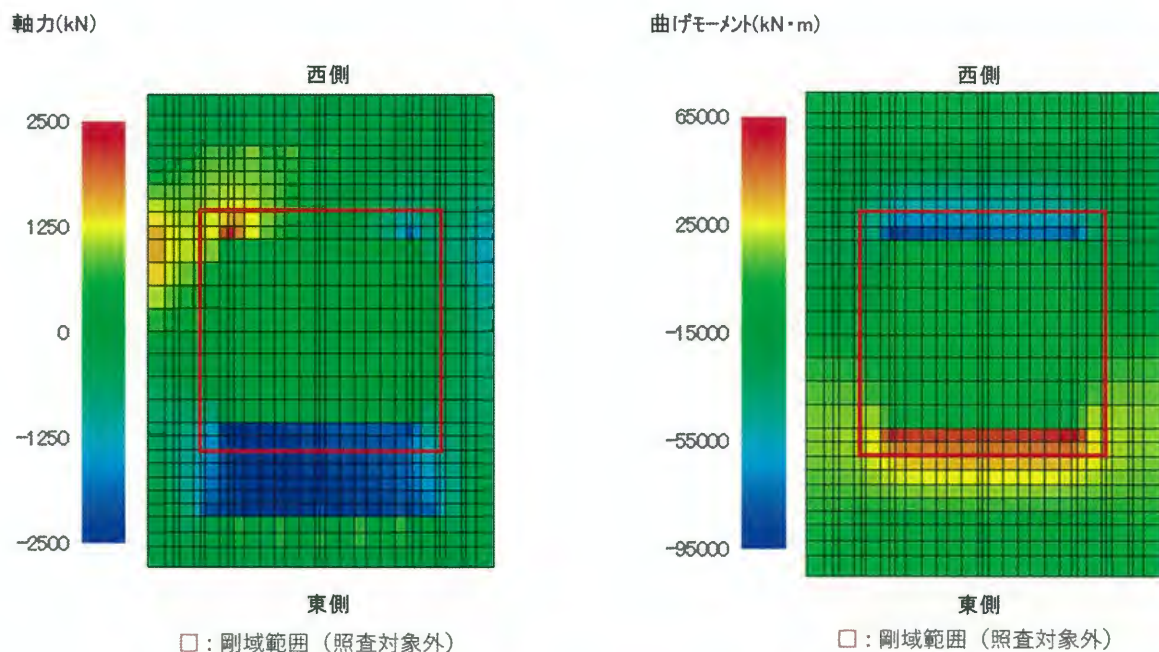


図 4.2-100 鉄筋の曲げ軸力が最も厳しい断面力図
堤軸直交方向 (重畳時：敷地に遡上する津波，北基礎，地盤バネ5)

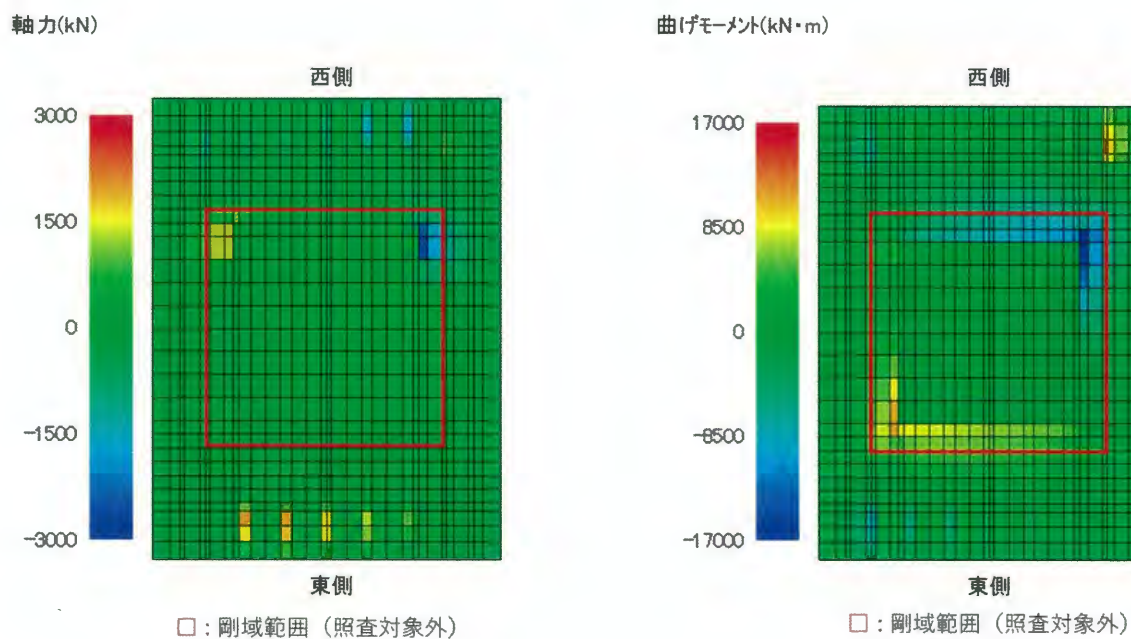


図 4.2-101 鉄筋の曲げ軸力が最も厳しい断面力図
堤軸方向 (重畳時：敷地に遡上する津波，南基礎，地盤バネ5)

(b) せん断力に対する評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、頂版鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査は、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した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。

せん断力に対する評価は、図 4.2-102 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。

せん断力に対する照査結果を表 4.2-34 に示す。表 4.2-34 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分布を図 4.2-103 及び図 4.2-104 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 0.58 である。この照査値は、地盤バネ 5 の北基礎東側の照査値である。これらの照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表のとおり工認設計モデルの照査値（せん断力に対する最大照査値は 0.91）よりも小さい。したがって、頂版鉄筋コンクリートのせん断力に対する照査は、工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても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

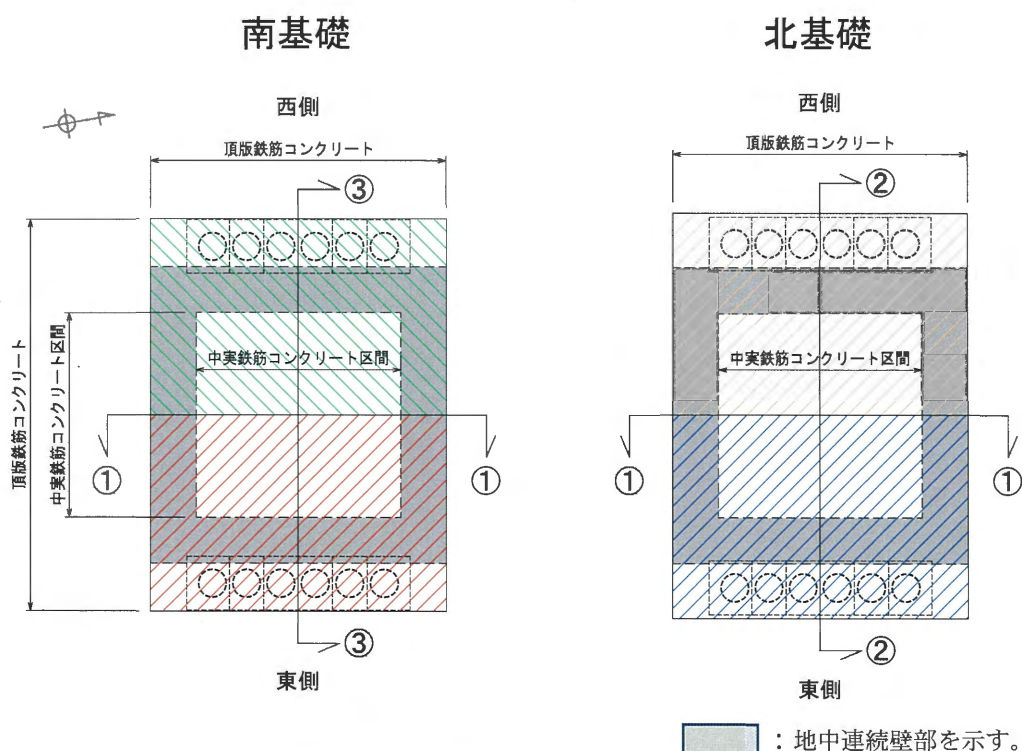


図 4.2-102 評価位置図（頂版鉄筋コンクリート）

（図 4.2-99 の再掲）

表 4.2-34 せん断力に対する照査結果（重畳時：敷地に遡上する津波）

検討 ケース	評価位置		断面形状	鉄筋仕様 (材質)	発生 せん断力 V (kN)	短期許容 せん断力 V _a (kN)	照査値 V/V _a	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)	12896	31785	0.41	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	14275	31712	0.46	—
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	12726	31785	0.41	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	14091	31712	0.45	—
地盤 パネ 4	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	17120	31785	0.54	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	16678	31712	0.53	—
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	14609	31785	0.46	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	15665	31712	0.50	—
地盤 パネ 5	北基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	18247	31785	0.58	○
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	17477	31712	0.56	—
	南基礎	東側	5040	3.333- D38@150 (SD390)	16224	31785	0.52	—
		西側	5040	3.333- D35@150 (SD390)	17158	31712	0.55	○

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 4.2-102 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

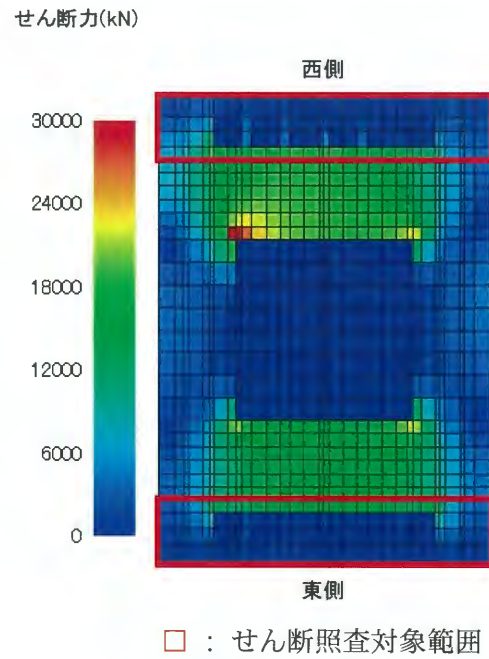


図 4.2-103 せん断力が最も厳しい断面力図
(重畳時：敷地に遡上する津波，北基礎，地盤バネ5)

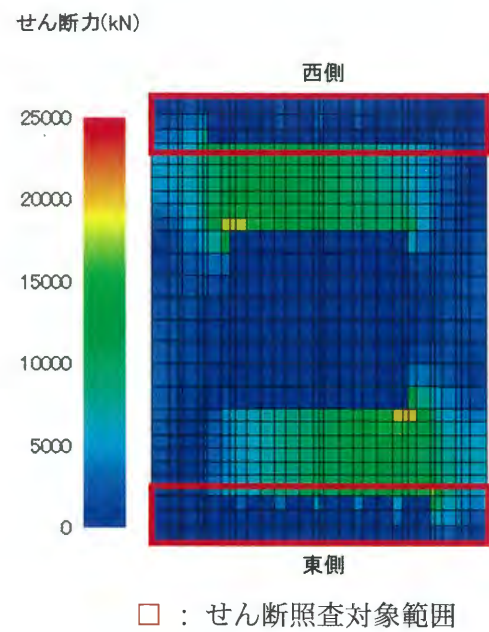


図 4.2-104 せん断力が最も厳しい断面力図
(重畳時：敷地に遡上する津波，南基礎，地盤バネ5)

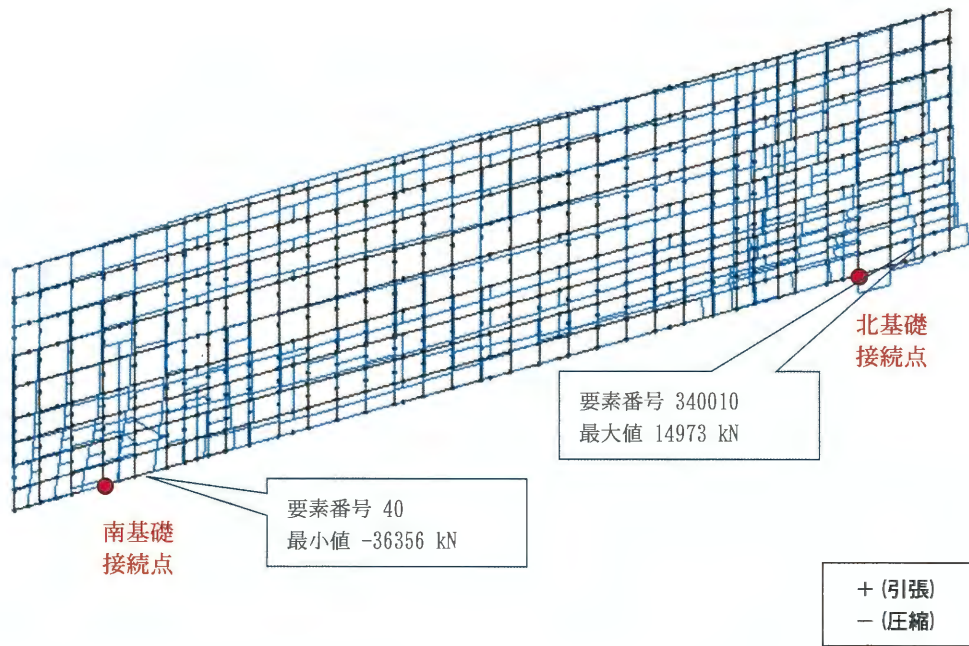
(3) 鋼製防護壁

重畳時（敷地に遡上する津波）においては、地盤バネ3～5のうち、工認設計モデルにおいて照査値が最大となる地盤バネ5に対して評価する。

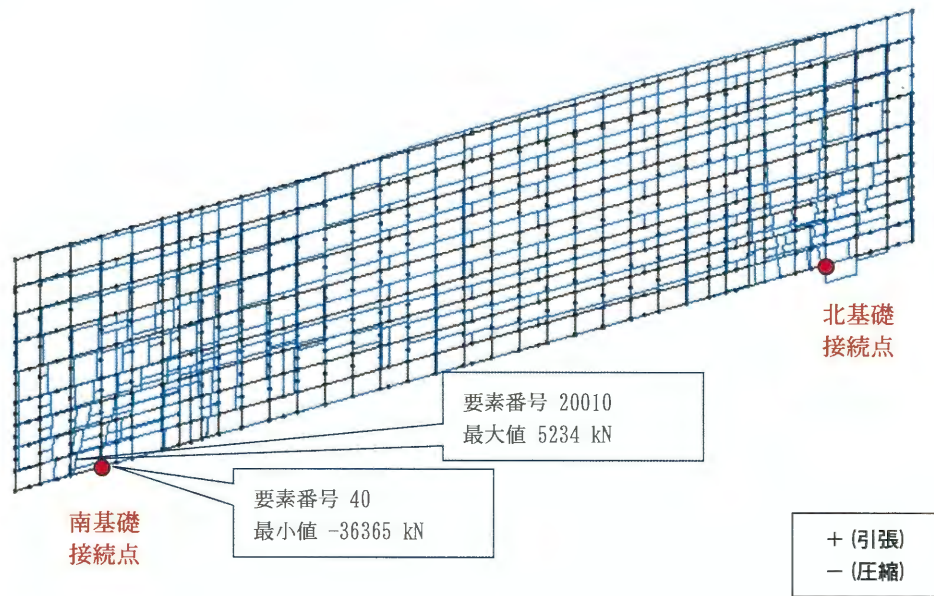
また、重畳時は、津波波圧の他に余震による慣性力、動水圧及び地盤の応答変位荷重が堤軸直交方向に作用する。一方、津波時は、津波波圧及び漂流物荷重が堤軸直交方向に作用する。これらの荷重については、「2. 防潮堤（鋼製防護壁）の強度計算書に関する補足説明」の「4.9.8 評価条件」に示すとおりであり、地盤バネ5の動水圧の合力46500kN及び水平方向の慣性力の合力94774kNに対して衝突荷重1035kNは小さい荷重である。したがって、鋼製防護壁及び鋼製防護壁基礎に対して重畳時の方が津波時よりも大きな荷重が作用するため、津波時に発生する鋼製防護壁・接合部の断面力は、重畳時の断面力に包絡されることから、耐津波評価については重畳時のみ行う。

a. 最大断面力の比較

3次元フレーム解析によって算出された地盤バネ5の断面力図を図4.2-105～図4.2-110に示す。

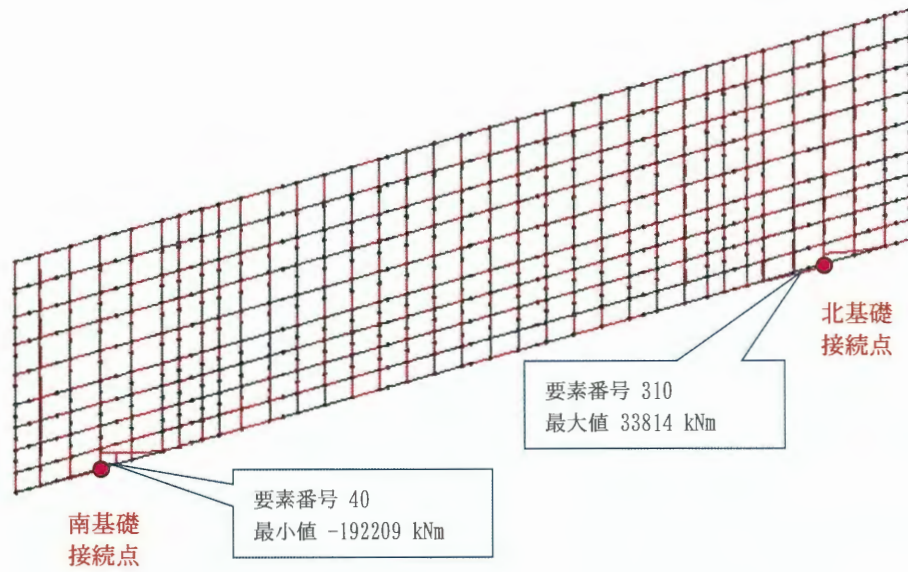


(工認設計モデル)

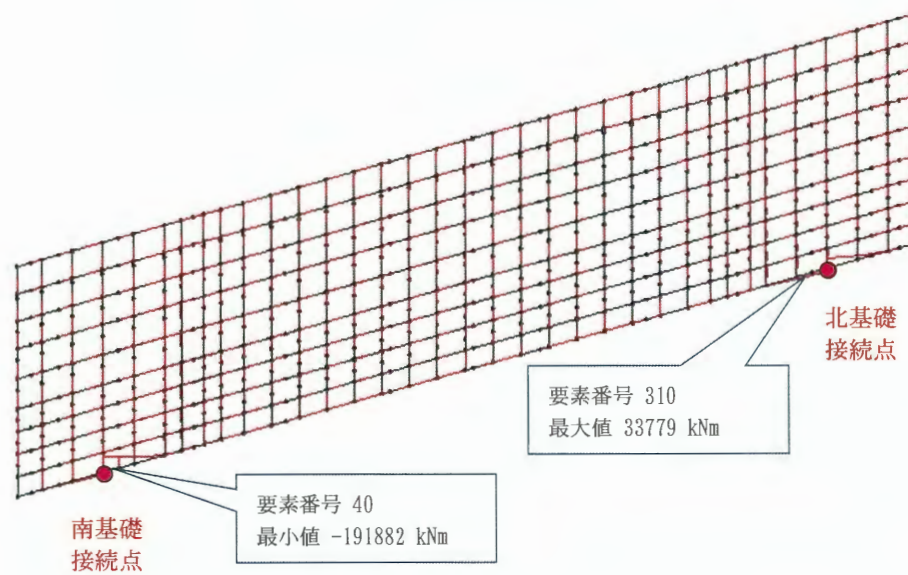


(残置影響評価モデル)

図 4.2-105 主部材の最大断面力分布図 (軸力)
(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤バネ5)

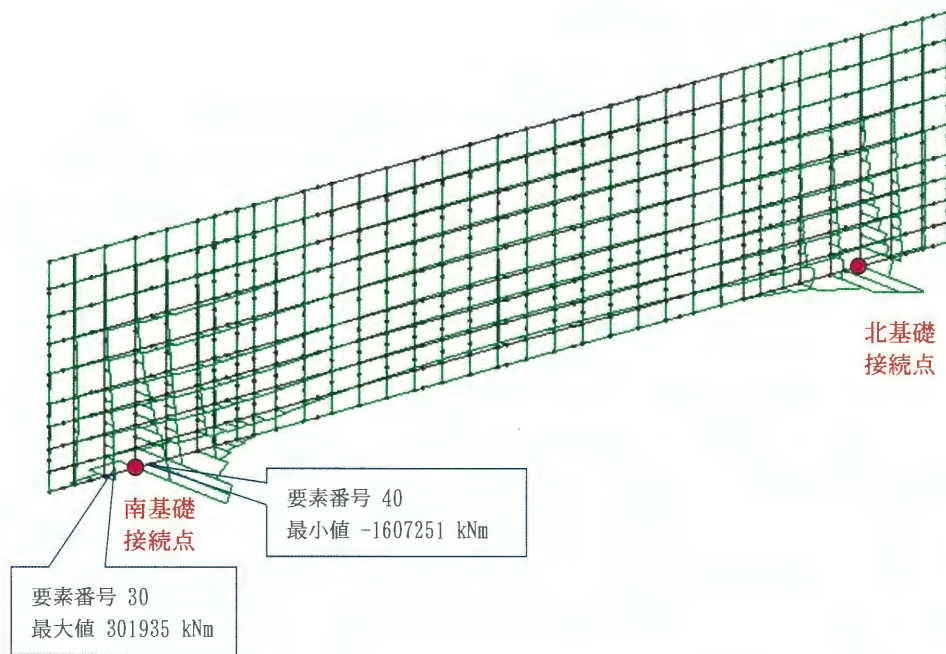


(工認設計モデル)

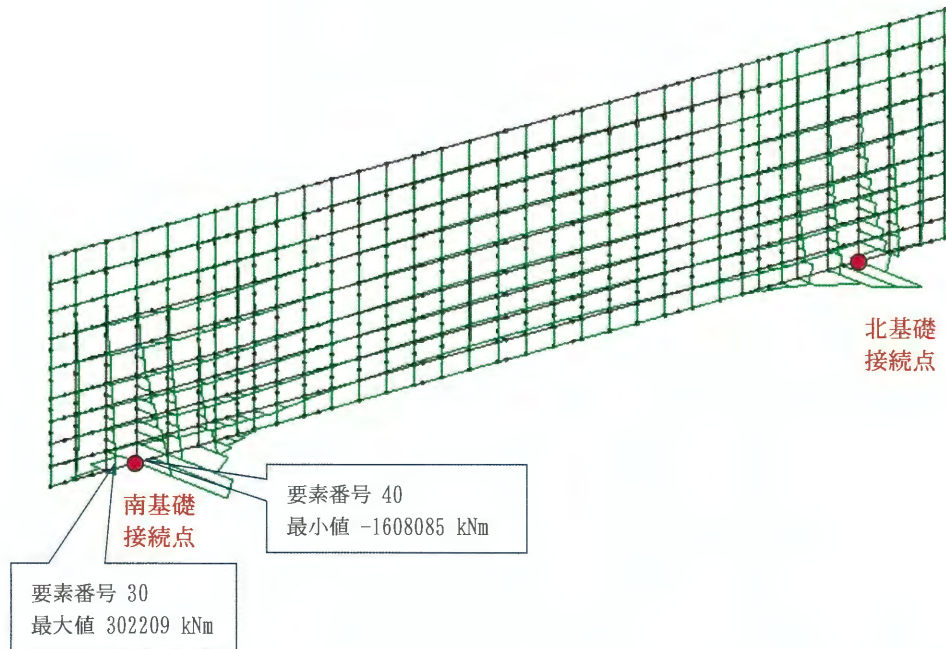


(残置影響評価モデル)

図 4.2-106 主部材の最大断面力分布図 (面内曲げモーメント)
(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤バネ5)

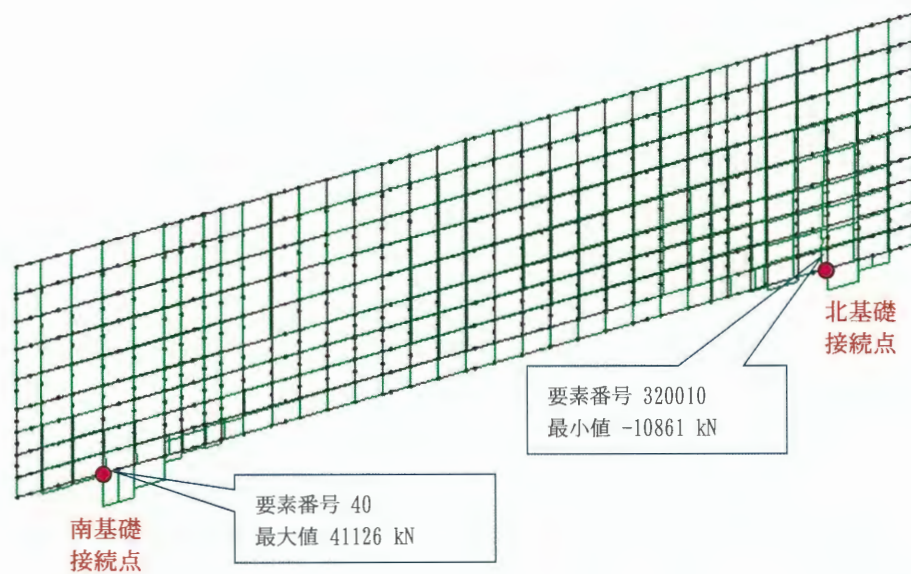


(工認設計モデル)

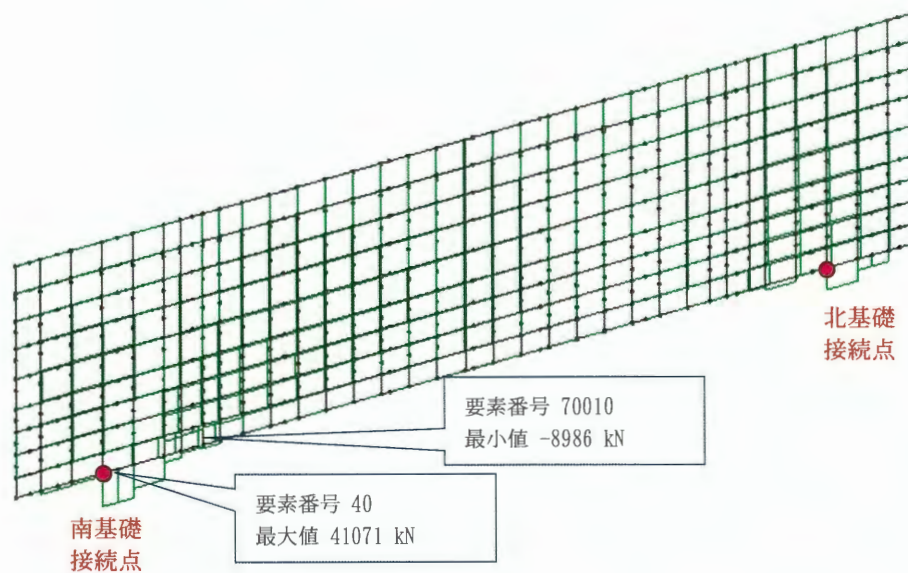


(残置影響評価モデル)

図 4.2-107 主部材の最大断面力分布図 (面外曲げモーメント)
(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤パネ5)

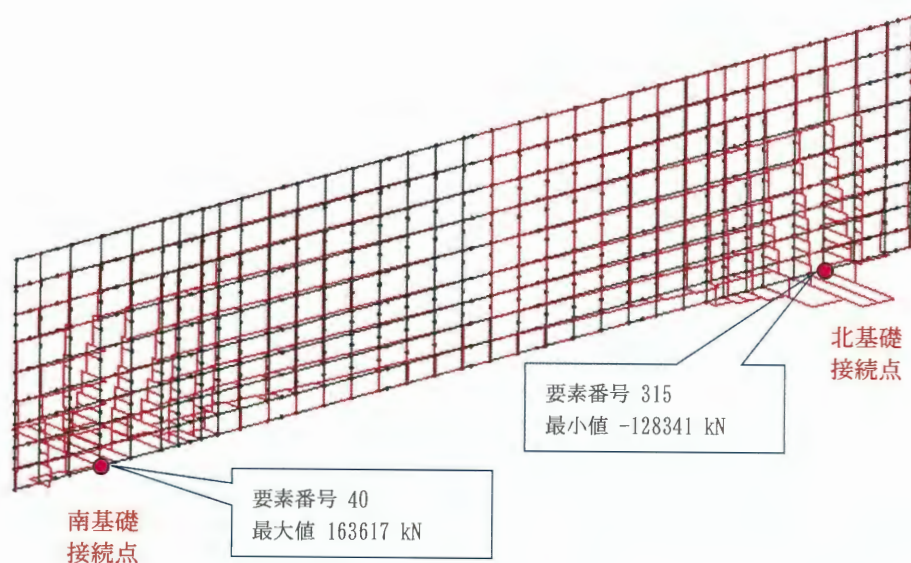


(工認設計モデル)

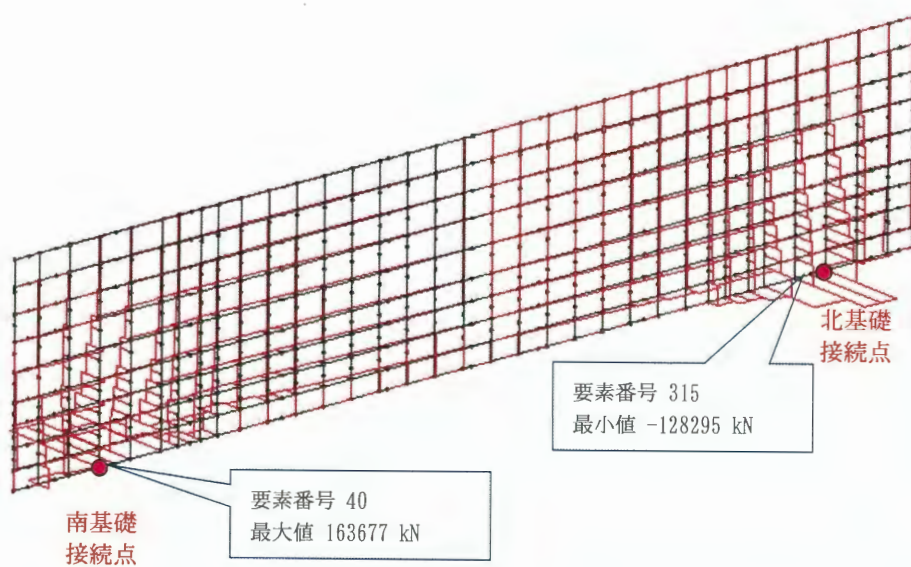


(残置影響評価モデル)

図 4.2-108 主部材の最大断面力分布図 (面内せん断力)
(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤バネ5)

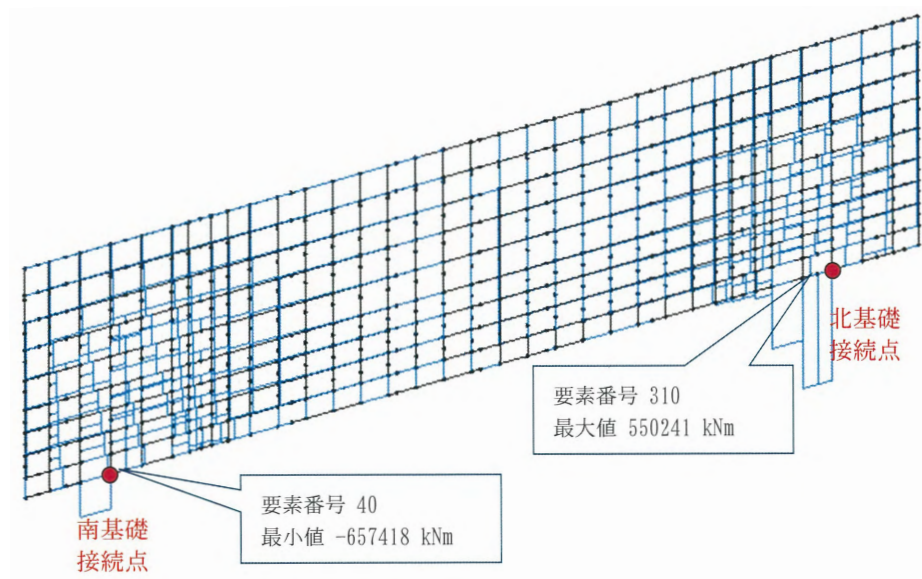


(工認設計モデル)

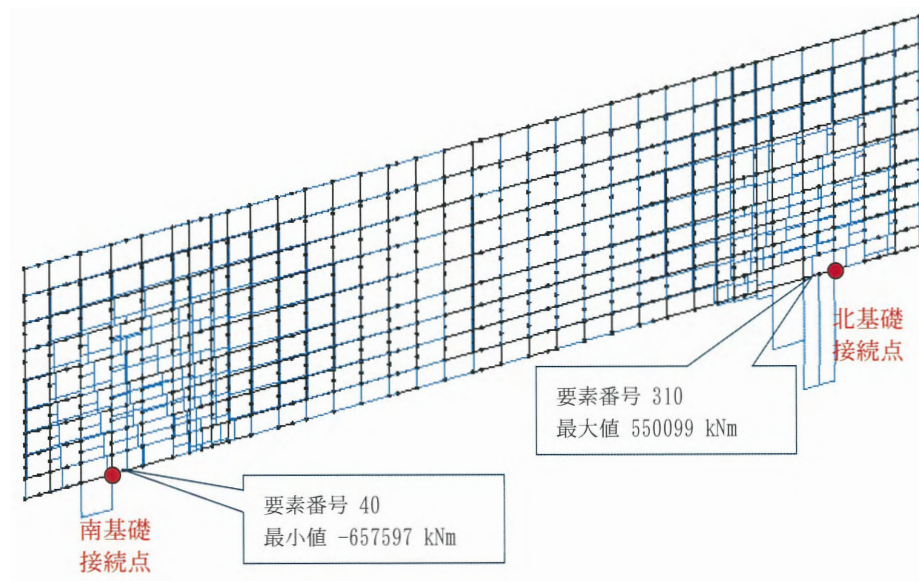


(残置影響評価モデル)

図 4.2-109 主部材の最大断面力分布図 (面外せん断力)
(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤バネ5)



(工認設計モデル)



(残置影響評価モデル)

図 4.2-110 主部材の最大断面力分布図 (ねじりモーメント)

(重畳時：敷地に遡上する津波 地盤バネ5)

b. 頂板鋼板、外面鋼板及び隔壁からなる主部材の評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、鋼製防護壁の主部材の垂直応力度、せん断応力度及び合成応力度を算出し、許容値以下であることを確認する。3次元フレーム解析によって求められた断面力に基づき各応力度を算出する。垂直応力度は曲げ軸力から、せん断応力度はせん断力から、剛性応力度は、直応力度とせん断応力度の各々の照査値を二乗した和として算出する。

外壁及び隔壁からなる主部材の照査結果を表 4.2-35 に、各成分の最大応力発生箇所を図 3.2-84 に示す。直応力度の最大照査値は 0.46 であり、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表の工認設計モデルの最大照査値 0.47 を下回る。以下、せん断応力度の最大照査値は 0.57 であり、工認設計モデルの最大照査値 0.62 を下回る。合成応力度の最大照査値は 0.40 であり、工認設計モデルの最大照査値 0.47 を下回る。したがって、残置影響評価モデルよりも工認設計モデルの方が保守的な評価結果になることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても、頂板鋼板、外面鋼板及び隔壁からなる主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。

表 4.2-35 外壁及び隔壁からなる主部材の照査結果 (SBHS700)

検討ケース	材質	照査項目*1	発生応力度	許容限界	照査値
敷地に遡上する 津波時 (地盤バネ5)	SBHS700	直応力度 σ (N/mm ²)	316.1	697	0.46
	SBHS700	せん断応力度 τ (N/mm ²)	227.0	399.5	0.57
	SBHS700	合成応力度 k (-)	0.47	1.2	0.40

注記 *1: 直応力度 $\sigma = M/Z + AX/A$

せん断応力度 $\tau = S/A_w$

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

ここで、

M : 曲げモーメント (N・mm)

AX : 軸力 (N)

S : せん断力 (N)

Z : 断面係数 (mm³)

A : 全断面積 (mm²)

A_w : ウェブ断面積 (mm²)

σ_a : 許容引張応力度 (N/mm²)

τ_a : 許容せん断応力度 (N/mm²)

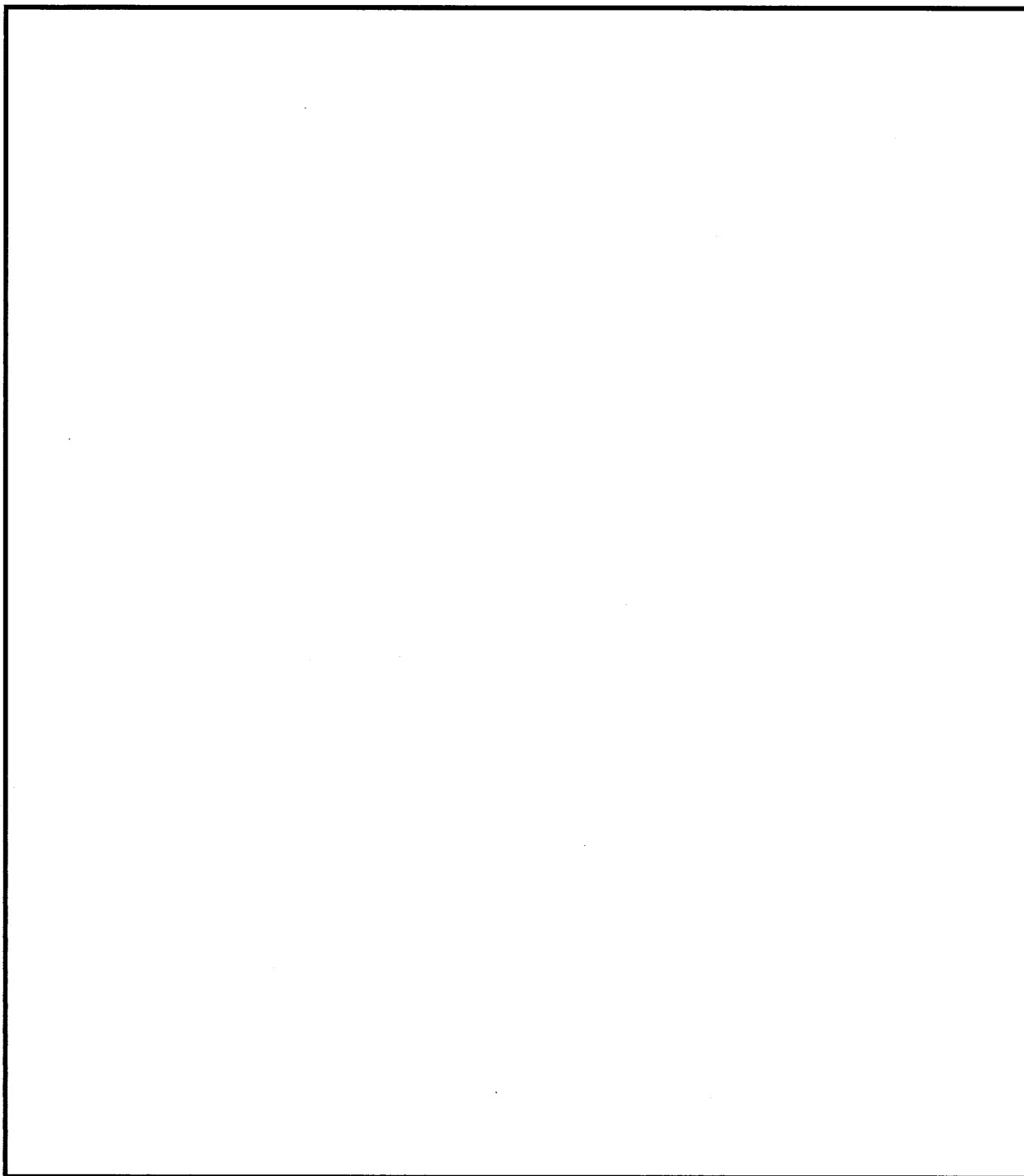


図 4.2-111 最大応力度発生箇所

(4) 接合部

a. 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。断面力の概念図を図 4.2-112 に示す。

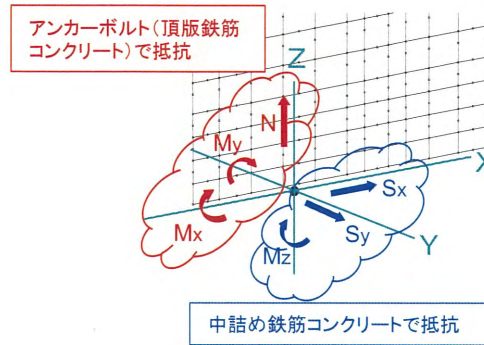


図 4.2-112 断面力の概念図

b. アンカーボルトの評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、アンカーボルトの評価結果を表 4. 2-36 に示す。アンカーボルトの評価では、発生引張応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。引張応力度は、堤軸方向（南北基礎ともに①-①断面）、堤軸直交方向（北基礎②-②断面，南基礎③-③断面）に対して算出する。

アンカーボルトの引張応力度に対する照査を行った結果，表 4. 2-36 に示すとおり発生引張応力度が短期許容応力度以下であることを確認した。なお，照査値は，津波荷重が卓越する堤軸直交方向の方が堤軸方向よりも大きく，最大照査値は南基礎③-③断面の 0. 59 である。この照査値は，表 4. 2-1～表 4. 2-4 に示す評価結果総括表の工認設計モデルの最大照査値 0. 61 よりも若干小さい。したがって，残置影響評価モデルよりも工認設計モデルの方が保守的な照査結果になることを確認した。

以上のことから，地中連続壁部の残置を考慮しても，アンカーボルトの発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4. 2-36 アンカーボルトの照査結果（残置影響評価モデル）

基礎	断面	地盤バネ	断面力		アンカーボルトの照査結果		
					引張応力度 (N/mm ²)		照査値*
			曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生 応力度	短期許容 応力度	
北基礎	堤軸方向 (①-①断面)	地盤バネ 5	-581477	-38364	-100. 6	355. 0	0. 29
	堤軸直交方向 (②-②断面)	地盤バネ 3	1336397	50417	194. 4	355. 0	0. 55
南基礎	堤軸方向 (①-①断面)	地盤バネ 5	97800	37438	15. 3	355. 0	0. 05
	堤軸直交方向 (③-③断面)	地盤バネ 5	1411746	-47540	209. 4	355. 0	0. 59

注記 *：3次元静的フレーム解析から算出される断面力を各方向に分解して評価する。
赤線枠内は最大照査値を示す。

c. ベースプレートの評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、ベースプレートの評価結果を表 4.2-37 に示す。ベースプレートの評価では、ベースプレートに発生する軸方向圧縮応力度、曲げ応力度、せん断応力度及び合成応力度の 4 種類の発生応力度が、許容限界以下であることを確認する。

ベースプレートの発生応力度に対する照査を行った結果、4 種類の発生応力が全て許容限界以下であることを確認した。なお、各応力度の最大照査値は、堤軸直交方向断面の照査値であり、北基礎の最大照査値は軸圧縮応力度の 0.34（地盤バネ 3）、南基礎の最大照査値は軸圧縮応力度の 0.36（地盤バネ 5）である。これらの照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表の工認設計モデルの照査値（北基礎の最大照査値 0.33、北基礎の最大照査値 0.37）と同等である。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても、ベースプレートの発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-37 ベースプレートの評価結果

基礎	断面	地盤バネ	照査項目	発生値	許容限界	照査値
北基礎	堤軸直交方向	地盤バネ 3	軸圧縮応力度 (N/mm ²)	150.7	450	0.34
			曲げ応力度 (N/mm ²)	42.5	355	0.12
			せん断応力度 (N/mm ²)	35.8	260	0.14
			合成応力度	0.031	1.2	0.03
南基礎	堤軸直交方向	地盤バネ 5	軸圧縮応力度 (N/mm ²)	160.8	450	0.36
			曲げ応力度 (N/mm ²)	45.3	355	0.13
			せん断力応力度 (N/mm ²)	38.2	260	0.15
			合成応力度	0.035	1.2	0.03

注記 赤線枠内は最大照査値を示す。

d. アンカーボルトのコーンせん断の評価結果

重畳時（敷地に遡上する津波）において、アンカーボルトの定着部のコーンせん断応力度に対する評価結果を表 4. 2-38 に示す。アンカーボルトの定着部のコーンせん断の評価では、定着部のコーンせん断応力度が短期許容コーンせん断応力度以下であることを確認する。短期許容コーンせん断応力度は、コンクリート強度により決定する短期許容コーンせん断応力度と補強鉄筋による短期許容コーンせん断応力度の増分の和である。コーンせん断に対する補強鉄筋の配置鉄筋量は 1m^2 当たり 3378 mm^2 であり、D25 の鉄筋 2 本を鉄筋間隔 300 mm で配置する。

アンカーボルトのコーンせん断の発生応力度に対する照査を行った結果、アンカーボルトの定着部のコーンせん断応力度が短期許容コーンせん断応力度以下であることを確認した。最大照査値は、地盤バネ 3 において北基礎が 0. 72、地盤バネ 5 において南基礎が 0. 73 である。これらの照査値は、表 4. 2-1～表 4. 2-4 に示す評価結果総括表の工認設計モデルの最大照査値（北基礎の最大照査値 0. 70、南基礎の最大照査値 0. 73）と同等である。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても、アンカーボルトのコーンせん断に対する発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4. 2-38 アンカーボルトのコーンせん断に対する照査結果

基礎	地盤 バネ	定着部の コーンせん断 応力度 τ_{coa} (N/mm^2)	① コンクリート強度で 決まる 短期許容コーン せん断応力度 τ_{coa1} (N/mm^2)	② 鉄筋補強に よる 短期許容コーン せん断応力度の増分 Δ_{coa} (N/mm^2)	①+② 短期許容コーン せん断応力度 (N/mm^2)	照査値
北基礎	地盤 バネ 3	1. 028	0. 825	0. 615	1. 440	0. 72
南基礎	地盤 バネ 5	1. 106	0. 825	0. 693	1. 518	0. 73

（コーンせん断に対する補強のために配置する鉄筋量）

基礎	②の補強に 必要となる鉄筋量 (mm^2/m^2)	鉄筋仕様 2-D25@300 (mm^2/m^2)
南基礎	1751	3378
北基礎	2505	3378

注記 : 鉄筋仕様の表記：本数-異形鉄筋径@水平間隔 mm
赤線枠内は最大照査値を示す。

e. 中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力の評価結果

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 4.2-39 に示す。中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力に対する評価では、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。また、せん断力の照査は、堤軸方向及び堤軸直交方向断面ごとに行う。

中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力に対する評価を行った結果、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。最大照査値は、南北基礎ともに津波荷重が卓越する堤軸直交方向断面の照査値であり、北基礎の最大照査値が 0.82 (地盤バネ 3)、南基礎の最大照査値が 0.87 (地盤バネ 5) である。これらの最大照査値は、表 4.2-1 ~ 表 4.2-4 に示す評価結果総括表の工認設計モデルの最大照査値 (北基礎の最大照査値 0.79、南基礎の最大照査値 0.89) と同等である。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても、中詰め鉄筋コンクリートの発生水平せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-39 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	鉄筋仕様	地盤バネ	作用方向	発生せん断力 (kN)	短期許容せん断力 (kN)	照査値
北基礎	14 本-D35@200 (SD390)	地盤バネ 4	堤軸方向	53763	252547	0.22
		地盤バネ 3	堤軸直交方向	205261	252547	0.82
南基礎	14 本-D35@200 (SD390)	地盤バネ 5	堤軸方向	79762	252547	0.32
			堤軸直交方向	218542	252547	0.87

注記 鉄筋仕様に示す 14 本-D35@200 は、中詰め鉄筋コンクリートの水平せん断力に対するせん断補強鉄筋の配置鉄筋量である。同一水平面上に異形棒鋼 D35 を 14 本配置し、鉛直方向の鉄筋間隔を 200 mm で配置する。括弧内の SD390 は鉄筋の材質を示す。
赤線枠内は最大照査値を示す。

f. 中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメント

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 4.2-40 に示す。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では、水平回転により水平鉄筋及び鉛直鉄筋に発生する応力度が、短期許容応力度以下であることを確認する。配置鉄筋は、材質 SD490 の D38 鉄筋 7 本を鉛直方向の鉄筋間隔 200 mm で配置した水平鉄筋と、水平方向の鉄筋間隔 150 mm の材質 SD490 の D51 を 7 段配置した鉛直鉄筋で構成する。

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を行った結果、水平及び鉛直鉄筋の発生応力度が短期許容応力度以下であることを確認した。最大照査値は、北基礎の水平鉄筋の最大照査値が 0.53（地盤パネ 3）、鉛直鉄筋の最大照査値が 0.31（地盤パネ 3）である。南基礎の水平鉄筋の最大照査値は 0.68（地盤パネ 5）、鉛直鉄筋の最大照査値は 0.39（地盤パネ 5）である。これらの最大照査値は、表 4.2-1～表 4.2-4 に示す評価結果総括表の工認設計モデルの最大照査値（北基礎の水平鉄筋の最大照査値 0.43 及び鉛直鉄筋の最大照査値 0.25、南基礎の水平鉄筋の最大照査値 0.70 及び鉛直鉄筋の最大照査値 0.40）と同等である。

以上のことから、地中連続壁部の残置を考慮しても、中詰め鉄筋コンクリートの水平回転モーメントによる発生応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 4.2-40 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	地盤 パネ	設計 水平 回転 モーメント M_z (kN・m)	水平鉄筋				鉛直鉄筋			
			鉄筋仕様	発生 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照 査 値	鉄筋仕様	発生 応力度 (N/mm ²)	短期許容 応力度 (N/mm ²)	照 査 値
北基礎	地盤 パネ 3	1660915	7 本-D38@200 (SD490)	250.1	478.5	0.53	D51@150-7 段 (SD490)	143.9	478.5	0.31
南基礎	地盤 パネ 5	2143026	7 本-D38@200 (SD490)	322.7	478.5	0.68	D51@150-7 段 (SD490)	185.6	478.5	0.39

注記 水平鉄筋の鉄筋仕様に示す 7 本-D38@200 は、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水平鉄筋の配置鉄筋量である。同一水平面上に異形棒鋼 D38 をフープ状に 7 本配置し、鉛直方向の鉄筋間隔を 200 mm で配置する。括弧内の SD490 は鉄筋の材質を示す。

鉛直鉄筋の鉄筋仕様に示す D51@150-7 段は、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鉛直鉄筋の配置鉄筋量である。異形棒鋼 D51 を水平方向の鉄筋間隔 150 mm で配置し、中詰め鉄筋コンクリートの中心に向かって 7 段で配置する。括弧内の SD490 は鉄筋の材質を示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

g. 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となる発生断面力を考慮して必要スタッド量を算定した。

評価結果を表 4. 2-41 に、スタッドの仕様及び配置図を図 4. 2-113 に示す。表 4. 2-41 に示す必要スタッド量は、地盤バネ 5 の断面力に基づき算出されたものであり、スタッドの配置間隔が最も密になった算出結果（南北面の配置間隔 119 mm×119 mm）である。これに対し、設定したスタッドの配置間隔は 100 mm×100 mm であるため、発生断面力により算出される必要スタッド量以上のスタッドを配置できていることを確認した。なお、スタッドは外面鋼板の内面及び隔壁の両面に配置する。

表 4. 2-41 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 S_y (kN)	面内 せん断力 S_x (kN)	水平回転 モーメント M_z (kN・m)	面外回転 モーメント M_x (kN・m)	面内回転 モーメント M_y (kN・m)	必要 スタッド量 (配置間隔)	配置可能 スタッド量 (配置間隔)
南北面	218542	33119	2141799	1427186	-206770	119 mm ×119 mm	100 mm ×100 mm
東西面	161543	42204	-1342438	1112759	870401	157 mm ×157 mm	

注記 赤線枠内は最大照査値を示す。



図 4. 2-113 スタッドの仕様及び配置図

(5) 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

鋼製防護壁基礎地盤の重畳時の支持性能について、中実鉄筋コンクリート底面における評価結果を表 4.2-42 及び表 4.2-43 に、基礎地盤における接地圧分布を図 4.2-115～図 4.2-138 に示す。また、鋼管杭下端においては、評価位置図を図 4.2-114 に、群杭効果を考慮した評価結果を表 4.2-44 及び表 4.2-45 に示す。

中実鉄筋コンクリート底面は、南基礎において基準津波の検討ケース⑥で 1642 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、北基礎において基準津波の検討ケース⑤で 1918 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。

鋼管杭底面は、南基礎において、敷地に遡上する津波の検討ケース③で 3849 kN/m^2 であり、基礎地盤の極限支持力度 5039 kN/m^2 以下である。また、北基礎においては、敷地に遡上する津波の検討ケース③で 4338 kN/m^2 であり、基礎地盤の極限支持力度 5092 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支持性能を有することを確認した。

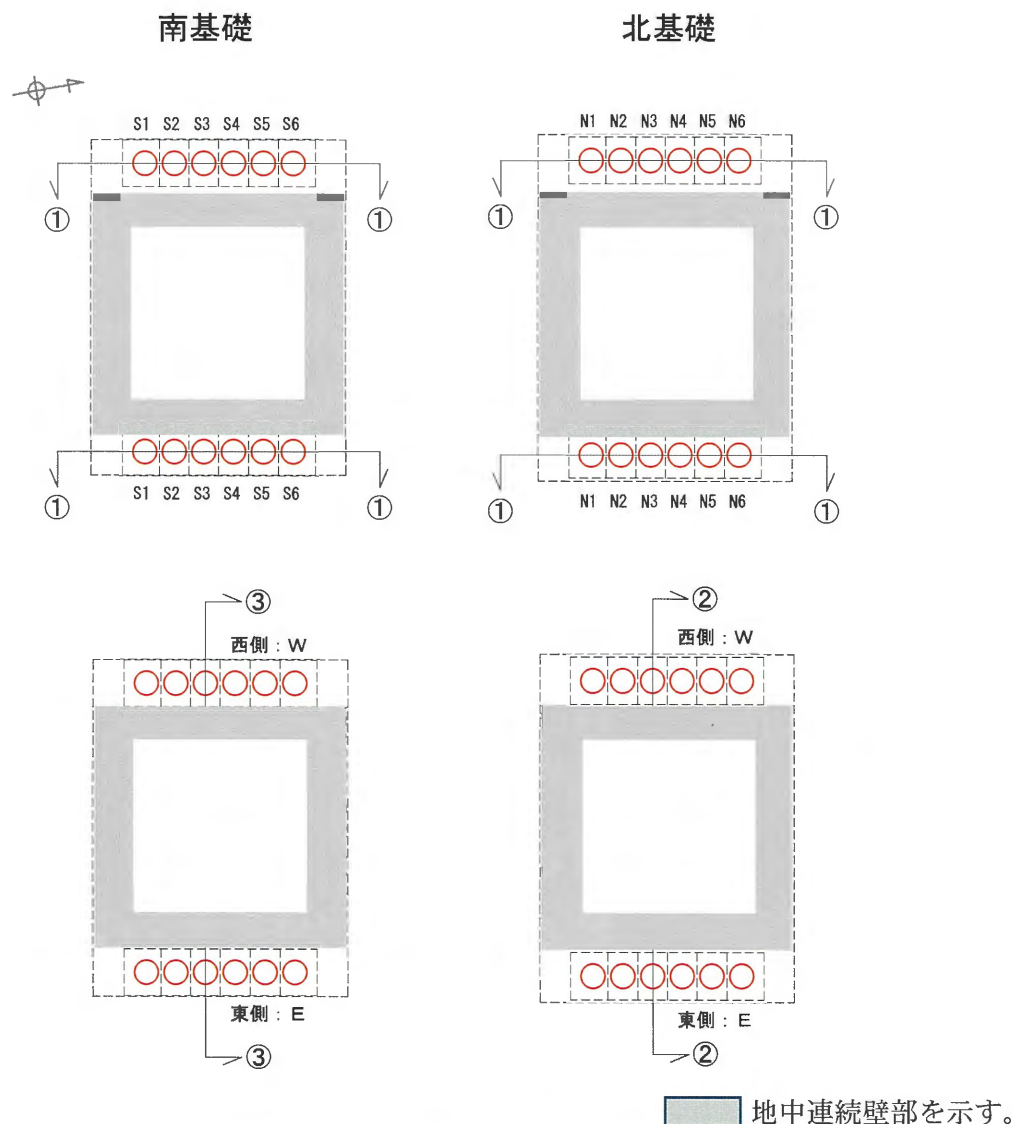


図 4.2-114 評価位置図（鋼管杭）

表 4.2-42 重畳時における基礎地盤の支持性能評価結果
(南基礎：中実鉄筋コンクリート)

検討ケース		最大接地圧	極限支持力度
		(kN/m ²)	(kN/m ²)
基準津波	①	1356	5991
	②	1355	5991
	③	1352	5991
	④	1357	5991
	⑤	1373	5991
	⑥	1370	5991
敷地に遡上する 津波	①	1332	5991
	②	1307	5991
	③	1360	5991
	④	1344	5991
	⑤	1348	5991
	⑥	1327	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 4.2-43 重畳時における基礎地盤の支持性能評価結果
(北基礎：中実鉄筋コンクリート)

検討ケース		最大接地圧	極限支持力度
		(kN/m ²)	(kN/m ²)
基準津波	①	1957	6116
	②	1896	6116
	③	1981	6116
	④	1944	6116
	⑤	1929	6116
	⑥	1958	6116
敷地に遡上する 津波	①	1815	6116
	②	1746	6116
	③	1845	6116
	④	1819	6116
	⑤	1787	6116
	⑥	1781	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（+1σ）した解析ケース
 ③：地盤物性のばらつきを考慮（-1σ）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（+1σ）して非液状化の条件を仮定した解析ケース

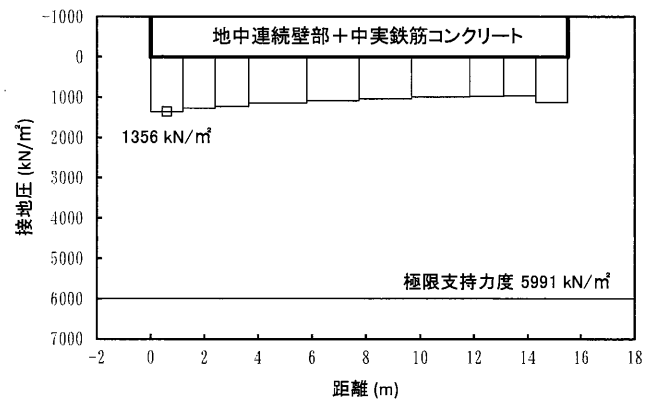


図 4.2-115 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（基準津波）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

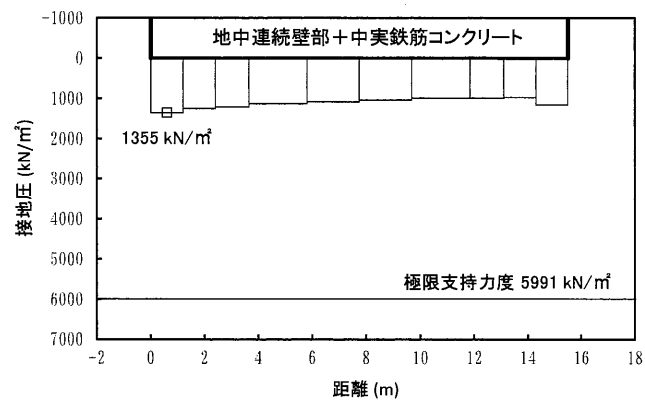


図 4.2-116 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（基準津波）
（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（ $+1\sigma$ ）した解析ケース）

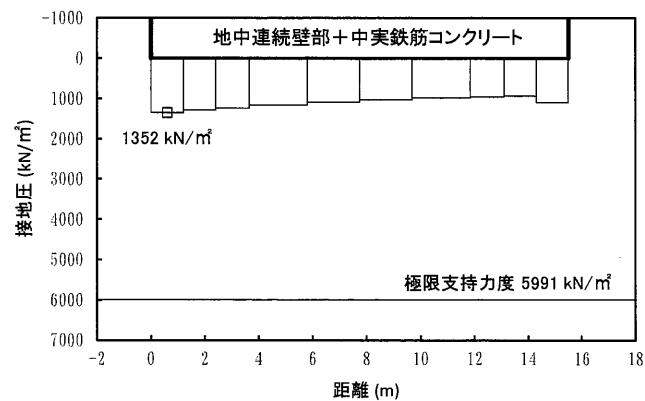


図 4.2-117 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（基準津波）
（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（ -1σ ）した解析ケース）

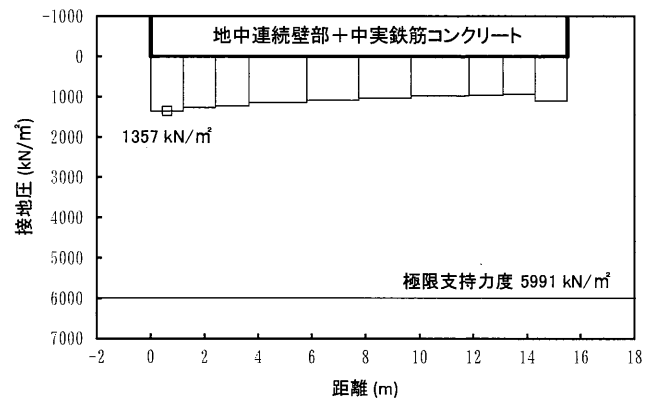


図 4.2-118 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（基準津波）
 （検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

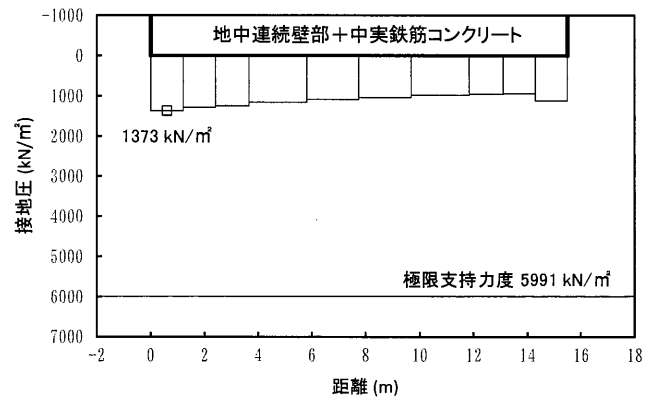


図 4.2-119 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（基準津波）
 （検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

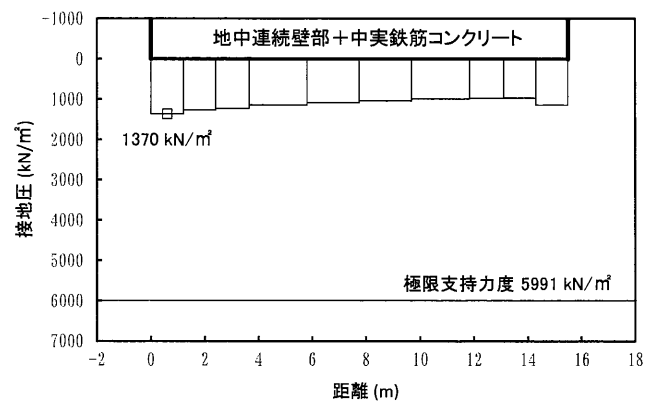


図 4.2-120 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（基準津波）
 （検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）して
 非液状化の条件を仮定した解析ケース）

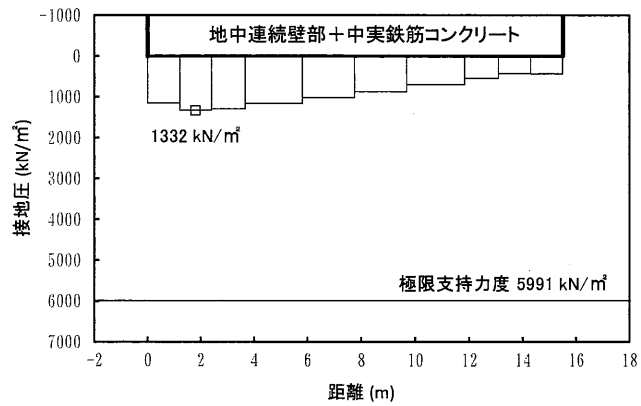


図 4.2-121 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

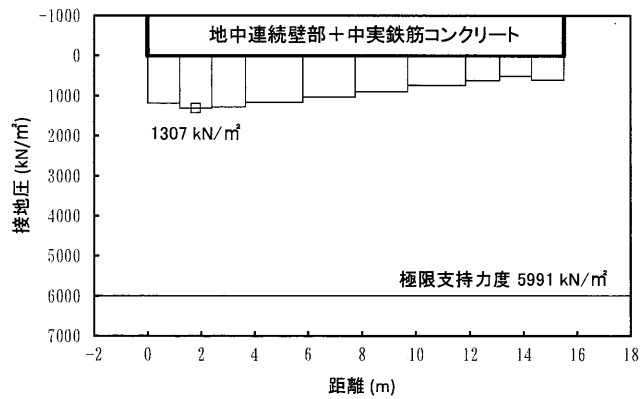


図 4.2-122 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース）

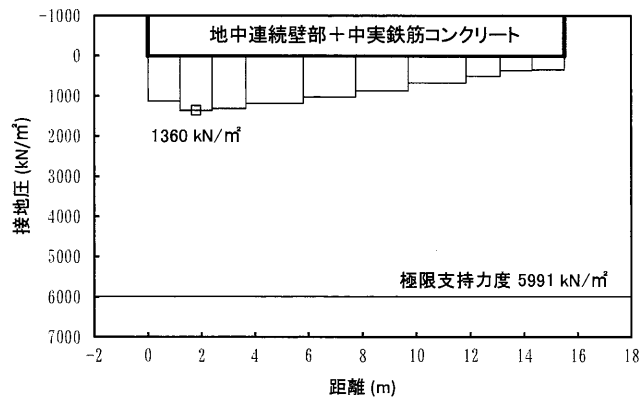


図 4.2-123 最大接地圧分布図（南基礎：③－③断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース）

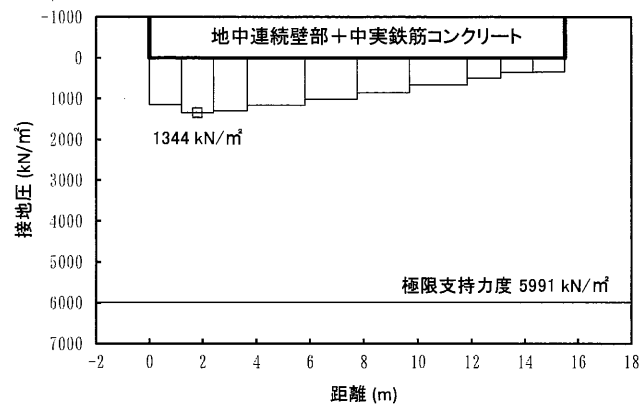


図 4.2-124 最大接地圧分布図（南基礎：③-③断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

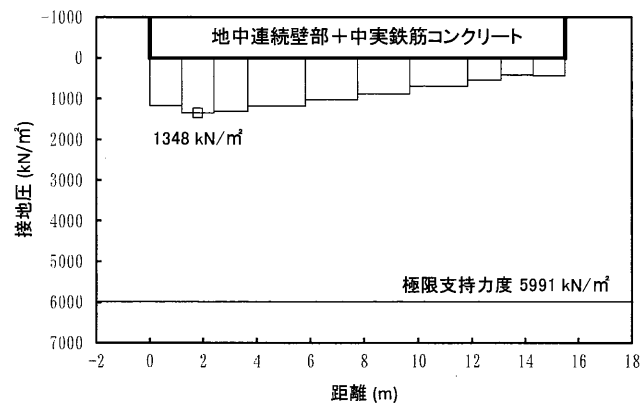


図 4.2-125 最大接地圧分布図（南基礎：③-③断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

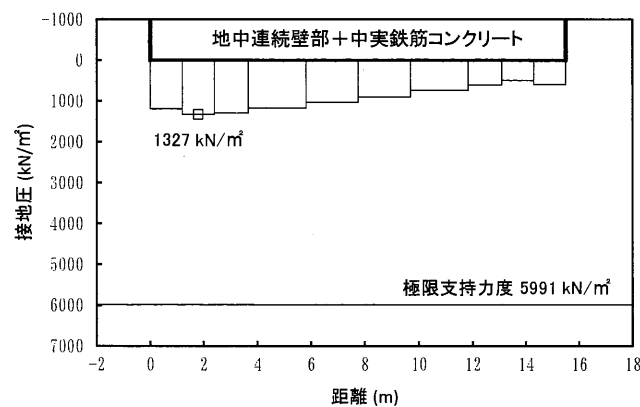


図 4.2-126 最大接地圧分布図（南基礎：③-③断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）して
非液状化の条件を仮定した解析ケース）

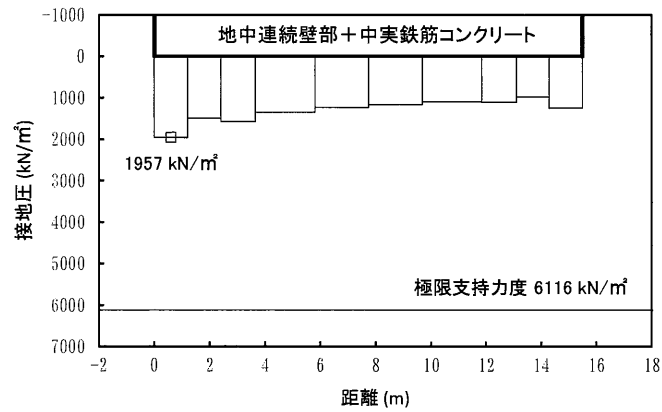


図 4.2-127 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（基準津波）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

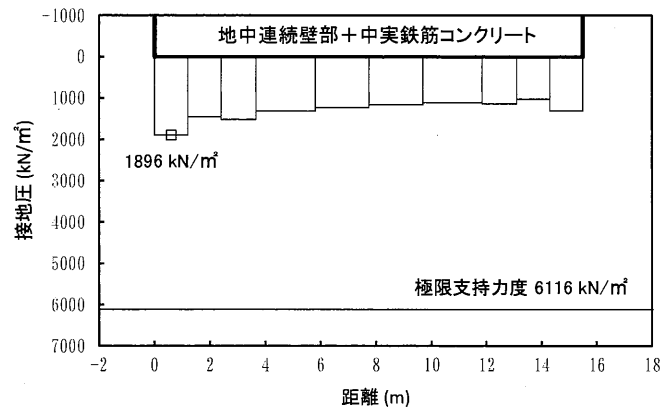


図 4.2-128 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（基準津波）
（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（ $+1\sigma$ ）した解析ケース）

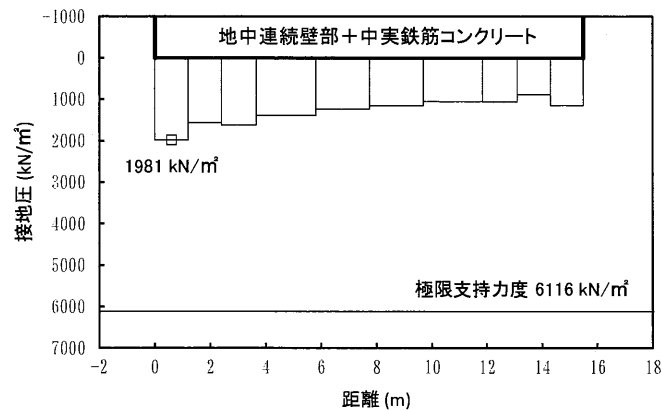


図 4.2-129 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（基準津波）
（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（ -1σ ）した解析ケース）

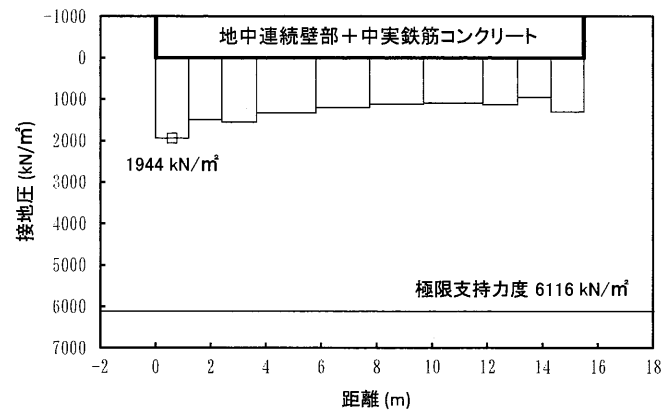


図 4.2-130 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（基準津波）
 （検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

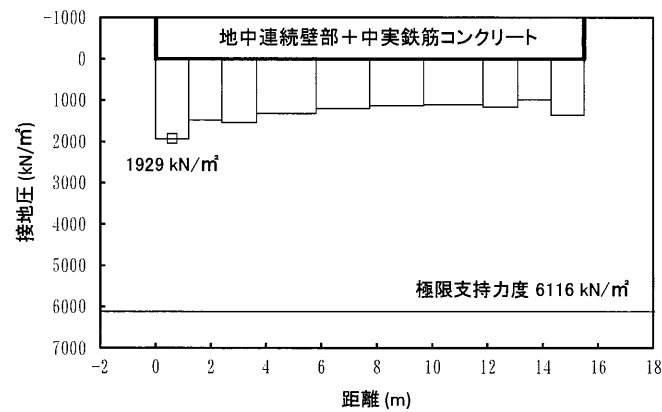


図 4.2-131 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（基準津波）
 （検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

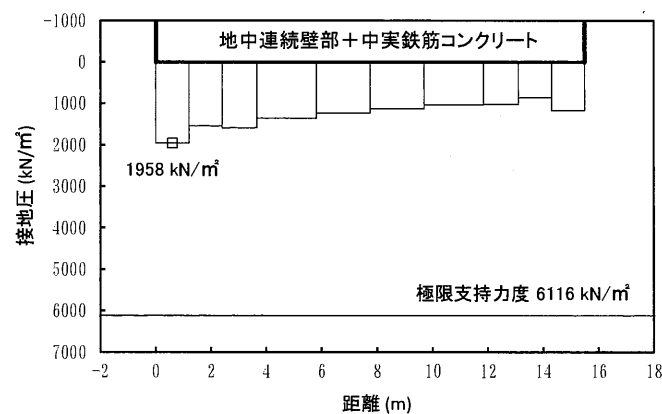


図 4.2-132 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（基準津波）
 （検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）して
 非液状化の条件を仮定した解析ケース）

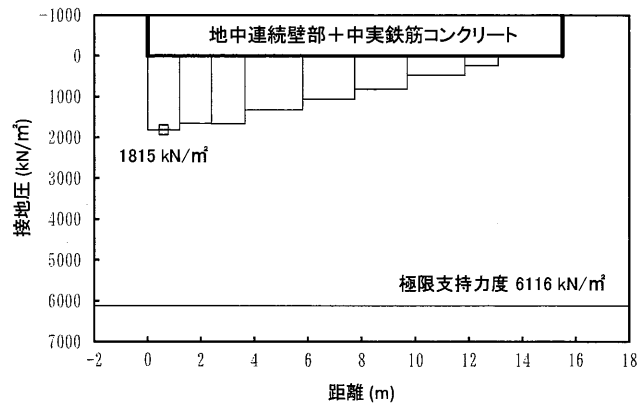


図 4.2-133 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース①：原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース）

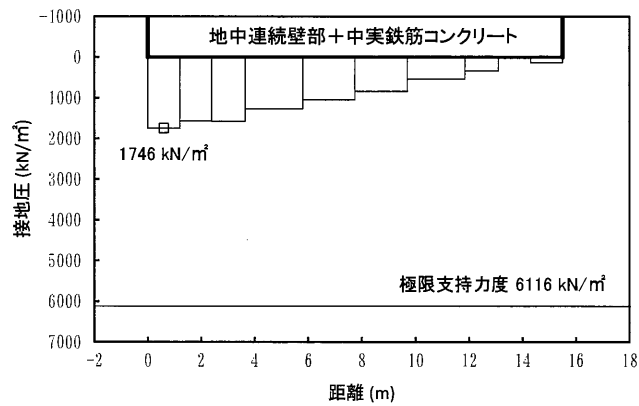


図 4.2-134 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース②：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）した解析ケース）

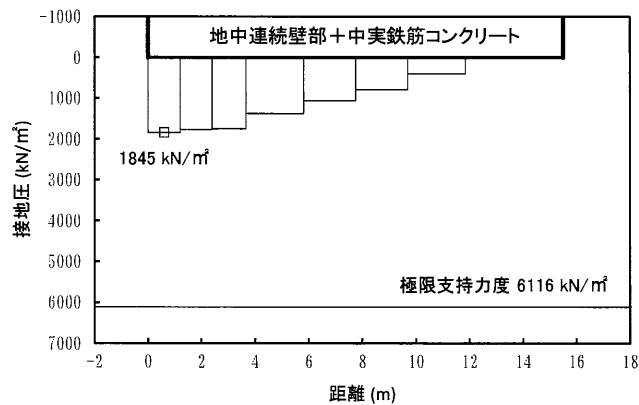


図 4.2-135 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（敷地に遡上する津波）
（検討ケース③：地盤物性のばらつきを考慮（-1 σ ）した解析ケース）

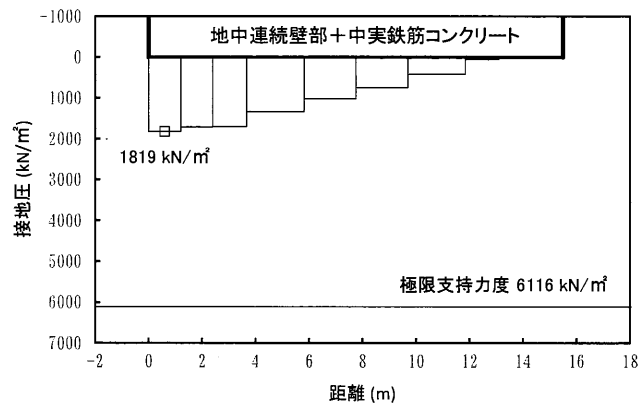


図 4.2-136 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（敷地に遡上する津波）
 （検討ケース④：敷地に存在しない豊浦標準砂の液状化強度特性により
 地盤を強制的に液状化させることを仮定した解析ケース）

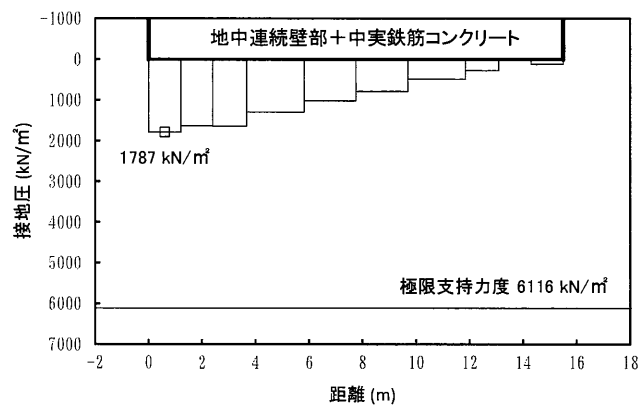


図 4.2-137 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（敷地に遡上する津波）
 （検討ケース⑤：原地盤において非液状化の条件を仮定した解析ケース）

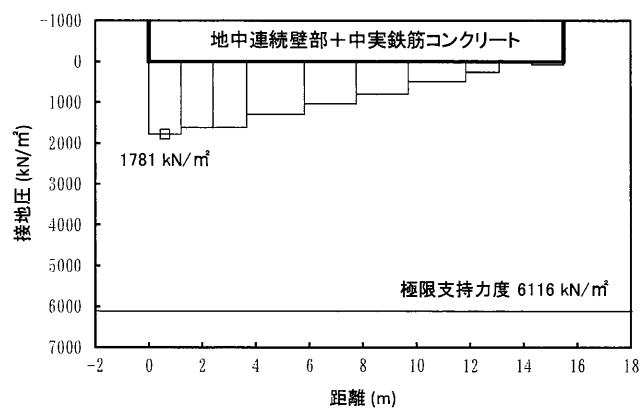


図 4.2-138 最大接地圧分布図（北基礎：②－②断面）（敷地に遡上する津波）
 （検討ケース⑥：地盤物性のばらつきを考慮（+1 σ ）して
 非液状化の条件を仮定した解析ケース）

表 4.2-44 重畳時における基礎地盤の支持性能評価結果
(③-③断面 南基礎：鋼管杭)

検討ケース		杭 位置	最大接地圧	極限支持力度
			(kN/m ²)	(kN/m ²)
基準津波	①	西側	3123	5039
	②	西側	3091	5039
	③	西側	3168	5039
	④	西側	3102	5039
	⑤	西側	3113	5039
	⑥	西側	3094	5039
敷地に遡上する 津波	①	西側	3226	5039
	②	西側	3189	5039
	③	西側	3277	5039
	④	西側	3208	5039
	⑤	西側	3215	5039
	⑥	西側	3193	5039

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 (+1σ) した解析ケース
 ③ : 地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) 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 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース

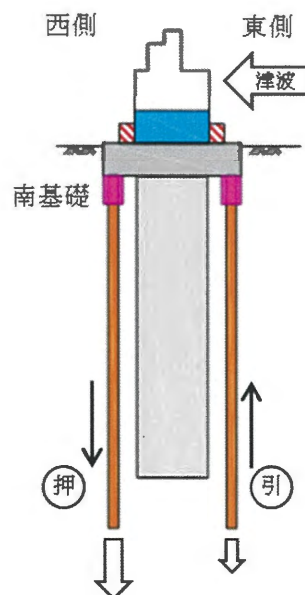
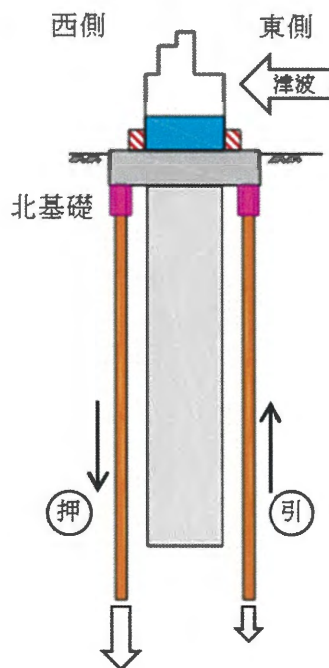


表 4.2-45 重畳時における基礎地盤の支持性能評価結果

(②-②断面 北基礎：鋼管杭)

検討ケース		杭 位置	最大接地圧	極限支持力度
			(kN/m ²)	(kN/m ²)
基準津波	①	西側	3162	5092
	②	西側	3161	5092
	③	西側	3393	5092
	④	西側	3347	5092
	⑤	西側	3416	5092
	⑥	西側	3417	5092
敷地に遡上する 津波	①	西側	4194	5092
	②	西側	3974	5092
	③	西側	4657	5092
	④	西側	4629	5092
	⑤	西側	4448	5092
	⑥	西側	4230	5092

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 (+1σ) した解析ケース
 ③：地盤物性のばらつきを考慮 (-1σ) 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 (+1σ) して非液状化の条件を仮定した解析ケース



4.3 耐津波評価のまとめ

耐津波評価において、残置される地中連続壁部の影響について検討を行った。

鋼製防護壁基礎について、中実鉄筋コンクリートは工認設計モデルに比べ残置影響評価モデルの照査値が大きくなるが、発生応力が許容限界以下であることを確認した。鋼管杭、巻立て鉄筋コンクリート、杭頭接合部及び頂版鉄筋コンクリートについては、工認設計モデルに比べ残置影響評価モデルの照査値が小さくなり、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

鋼製防護壁及び接合部は、工認設計モデルに比べ残置影響評価モデルの照査値が同等で、発生応力が許容限界以下であることを確認した。

基礎地盤の支持性能について、南基礎は工認設計モデルに比べ残置影響評価モデルの接地圧が小さくなる傾向となり、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、北基礎は工認設計モデルに比べ残置影響評価モデルの接地圧が大きくなる傾向となったが、地盤の接地圧は許容限界以下となることを確認した。

以上のことから、地中連続壁部を仮に健全と仮定した場合でも、津波時及び重畳時に対して、要求機能を維持できることを確認した。

5. 概略配筋図及び構造仕様

5.1 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図

耐震及び耐津波評価で用いた中実鉄筋コンクリートの概略配筋を図 5.1-1～図 5.1-7 に示す。

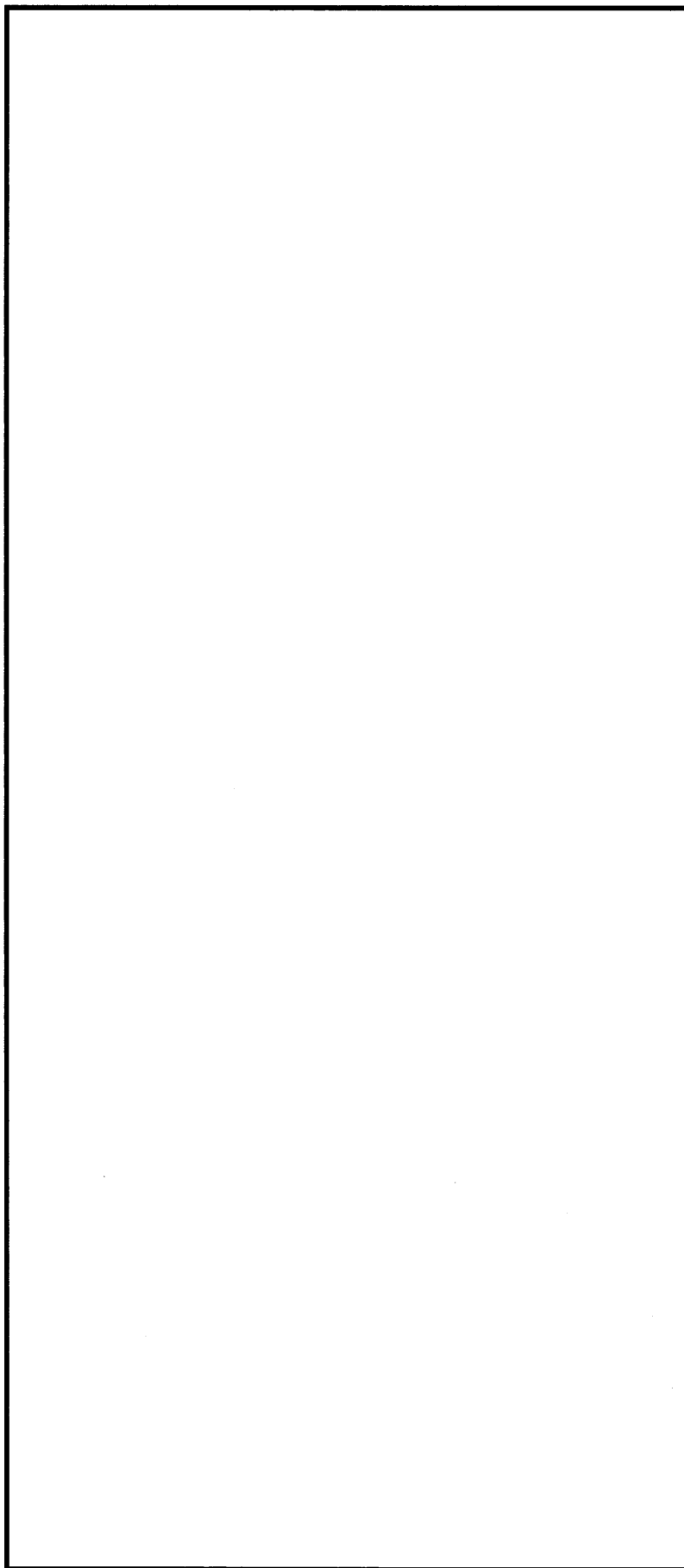


図 5. 1-1 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（南基礎：鉛直断面）

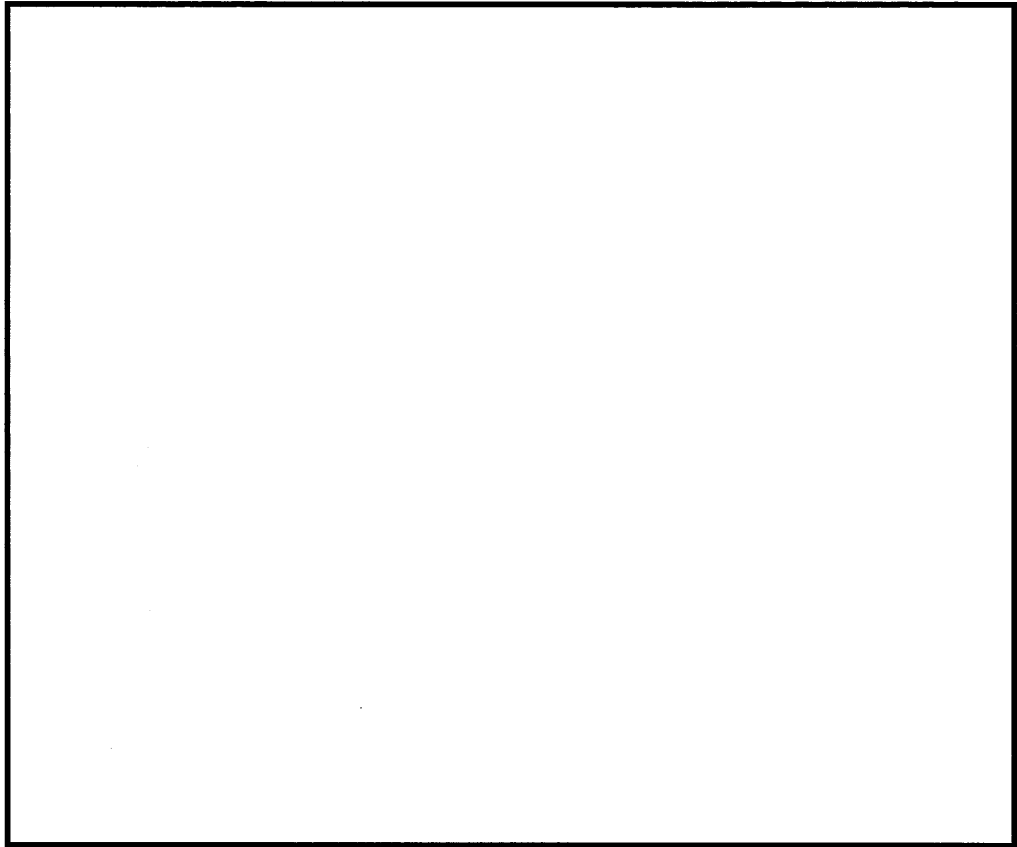


図 5.1-2 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（南基礎上部：A－A断面）

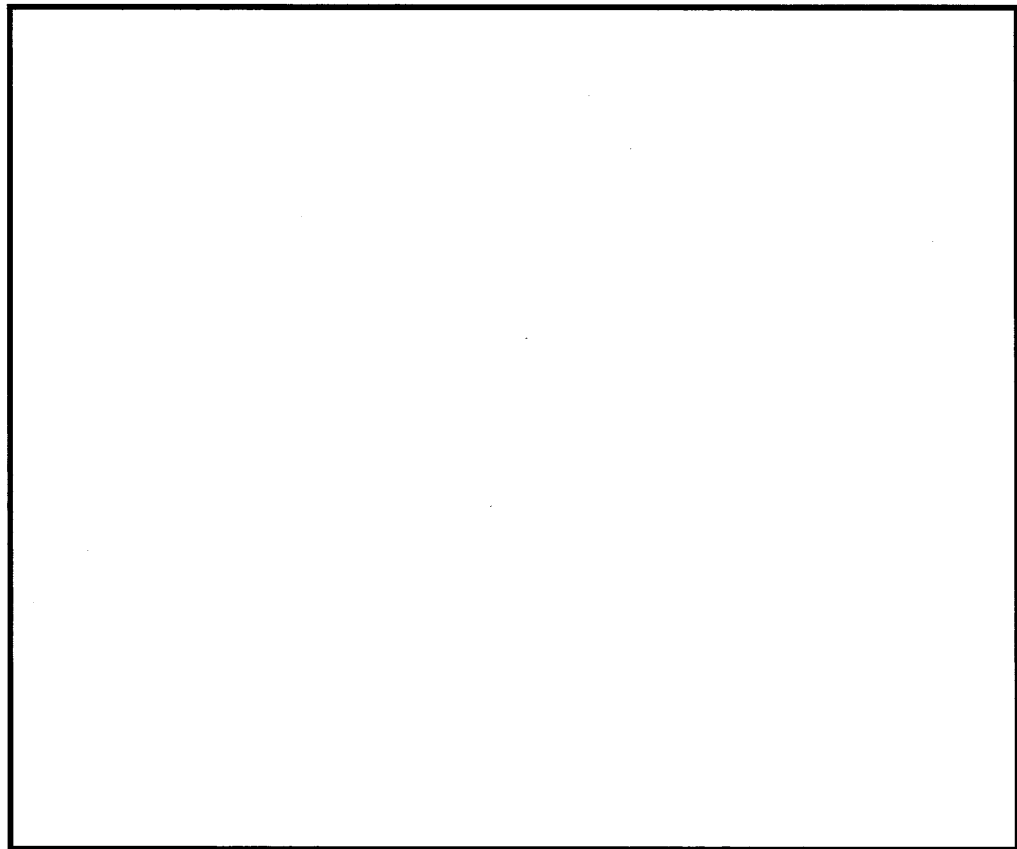


図 5.1-3 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（南基礎中央上：B－B断面）

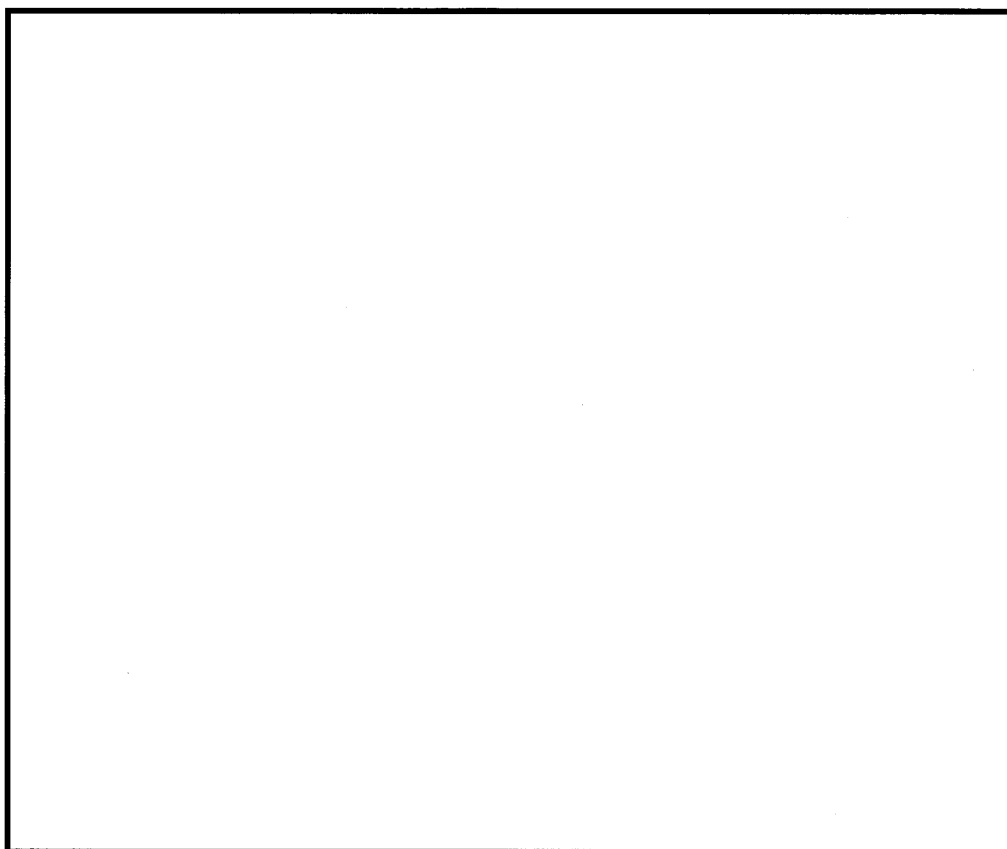


図 5.1-4 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（南基礎中央下：C－C断面）

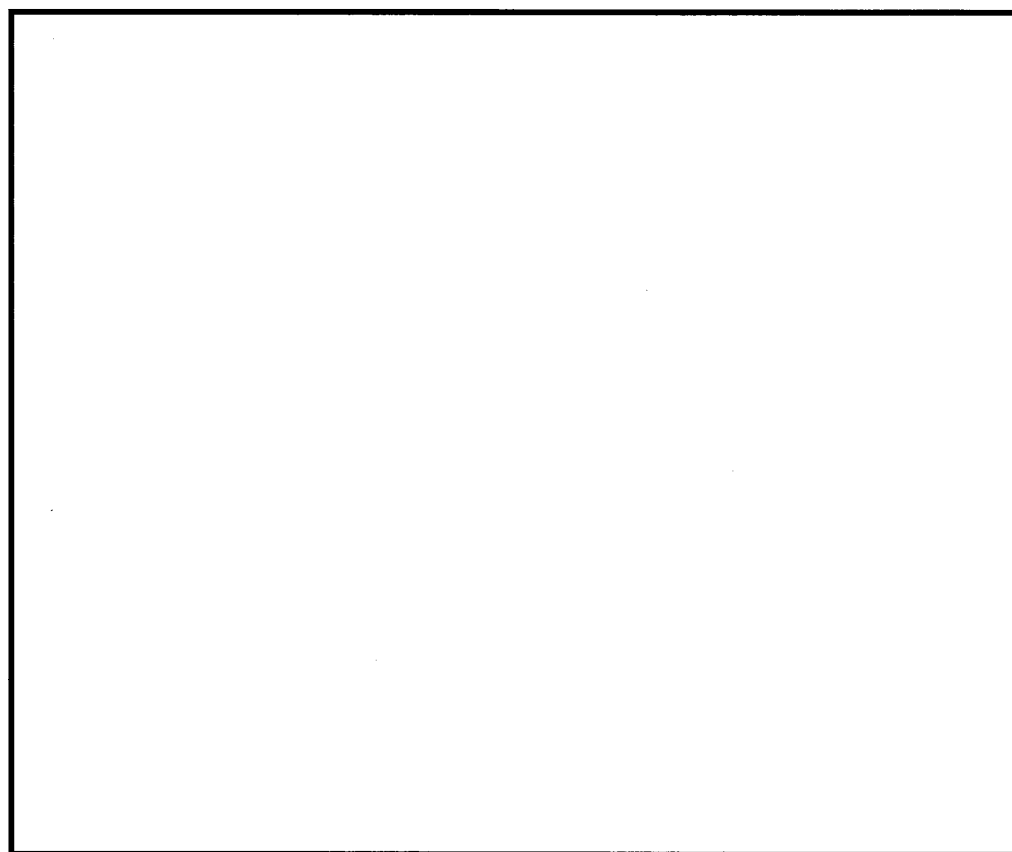


図 5.1-5 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（南基礎下部：D－D断面）

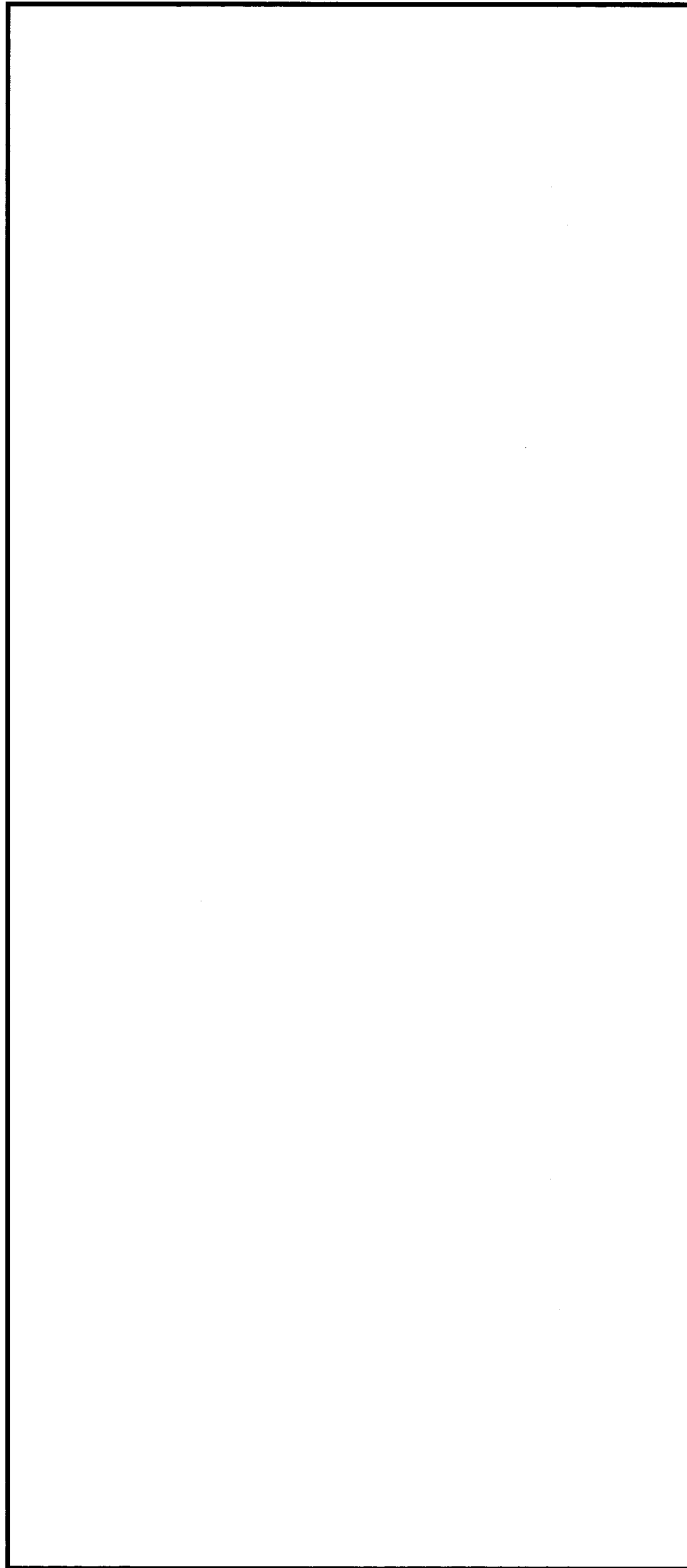


図 5.1-6 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（北基礎：鉛直断面）

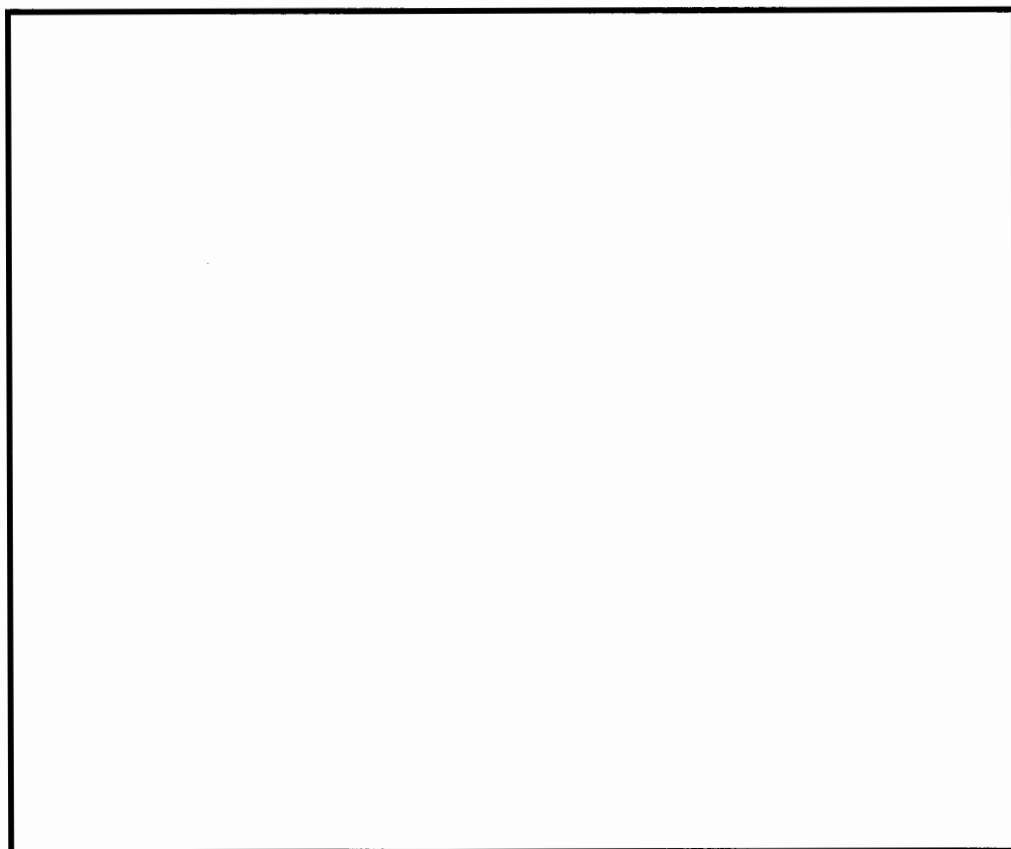


図 5.1-7 中実鉄筋コンクリートの概略配筋図（北基礎：水平断面）

5. 2 鋼管杭の構造仕様

耐震及び耐津波評価で用いた鋼管杭及び巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の構造仕様を図 5. 2-1 に示す。

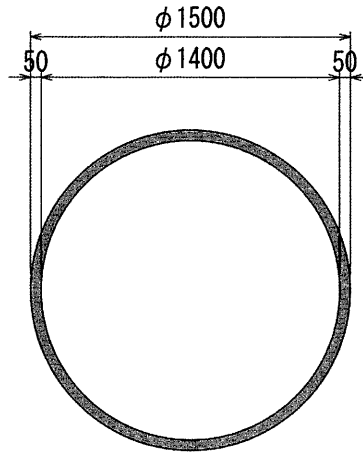


図 5. 2-1 鋼管杭の構造仕様 (SBHS500)

5.3 巻立て鉄筋コンクリートの概略配筋図

耐震及び耐津波評価で用いた中実鉄筋コンクリートの概略配筋を図 5.3-1～図 5.3-3 に示す。

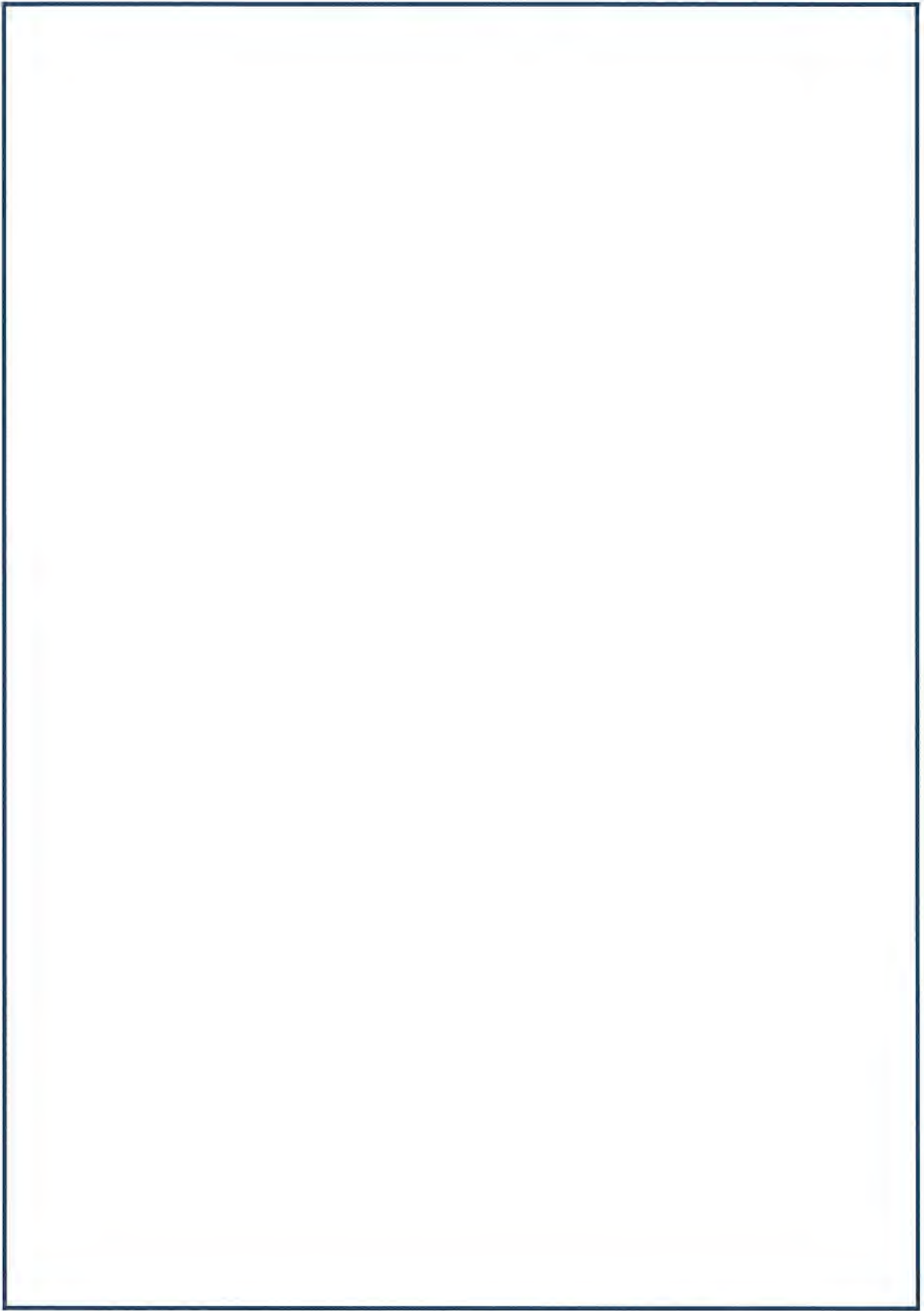


図 5.3-1 巻立て鉄筋コンクリートの概略配筋図（南北基礎：東側）

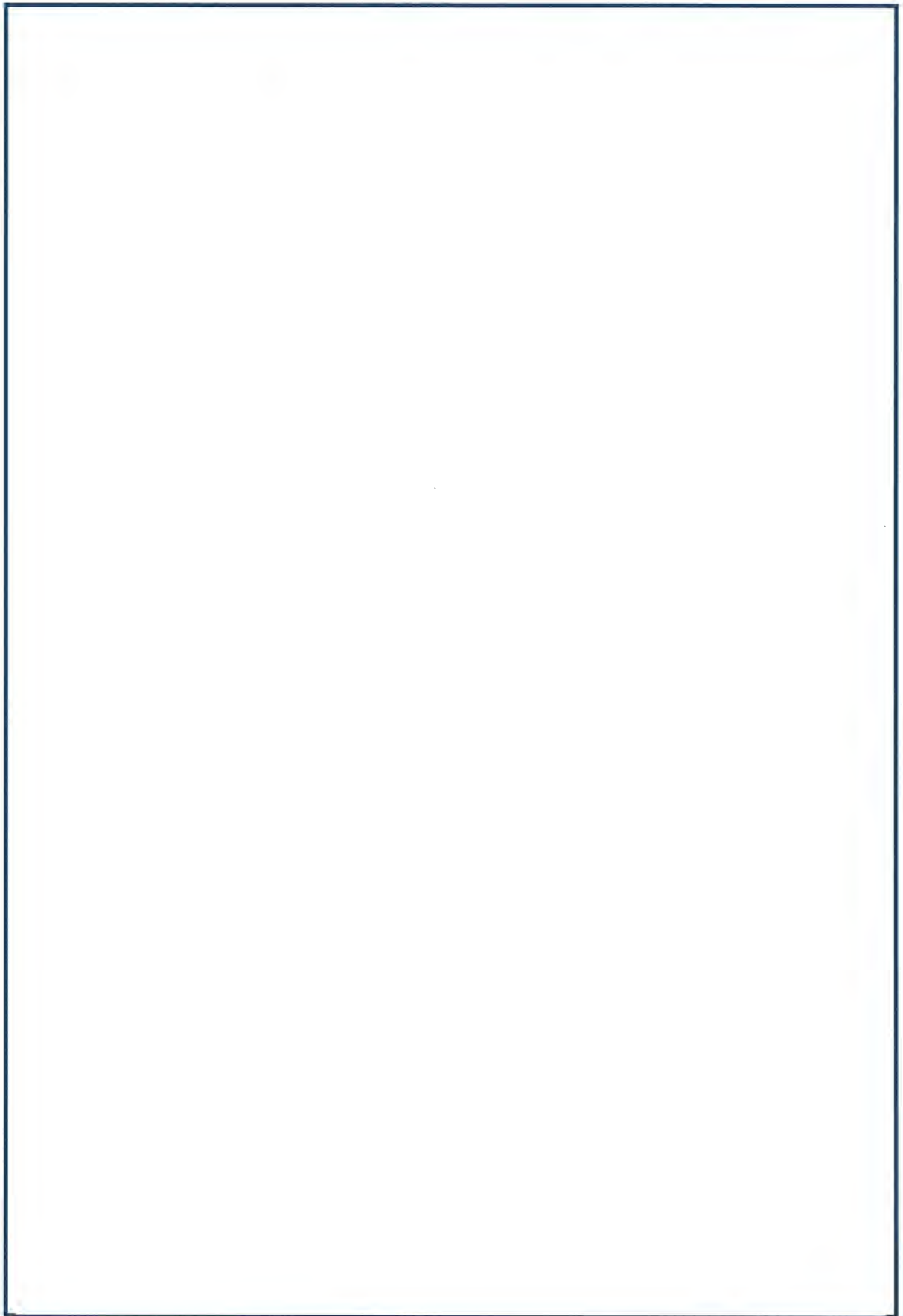


図 5.3-2 巻立て鉄筋コンクリートの概略配筋図（南基礎：西側）

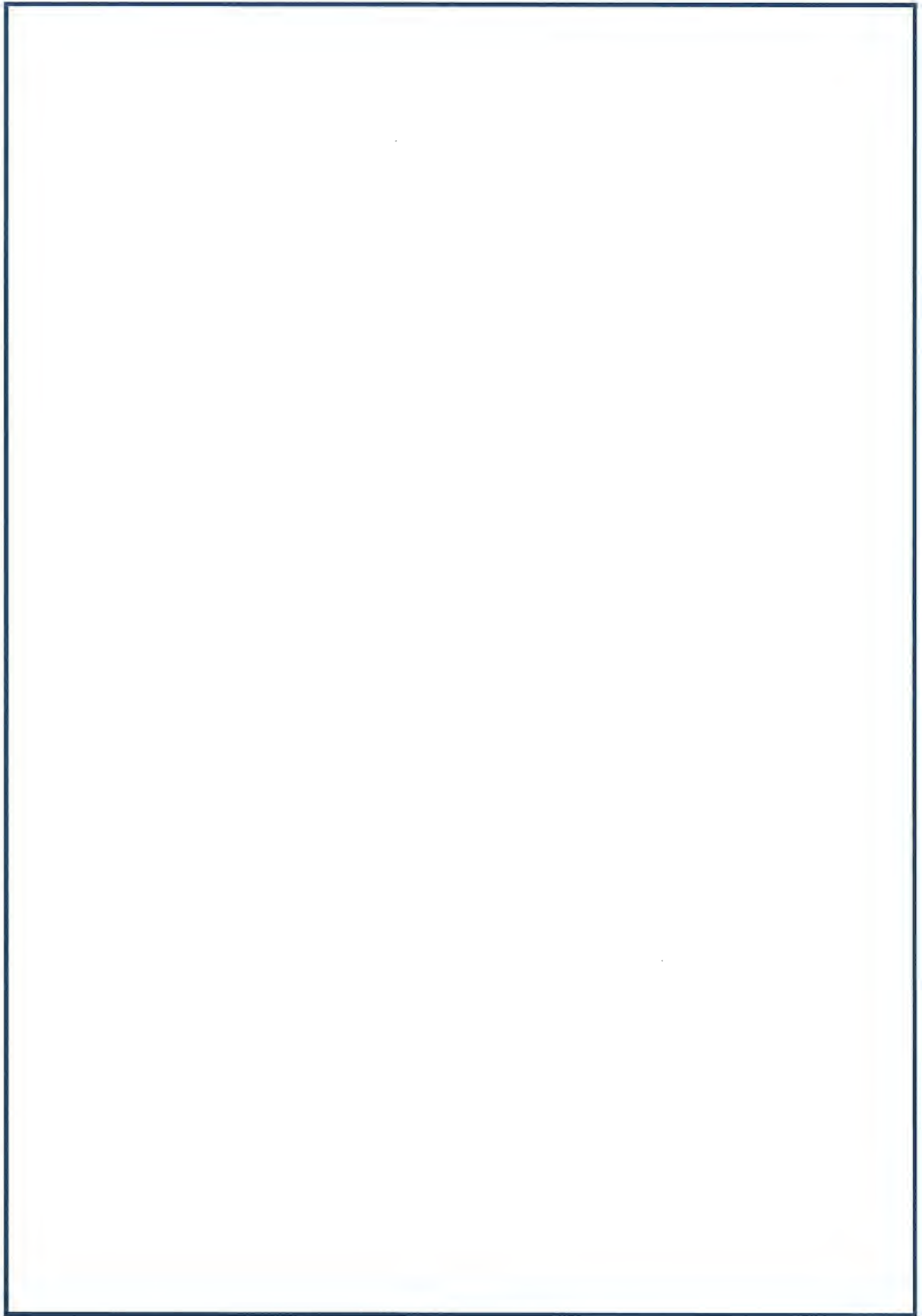


図 5.3-3 巻立て鉄筋コンクリートの概略配筋図（北基礎：西側）

5.4 杭頭接合部（仮想R C断面）の概略配筋図

耐震及び耐津波評価で用いた杭頭接合部（仮想R C断面）の概略配筋図を図 5.4-1，図 5.4-2 に示す。

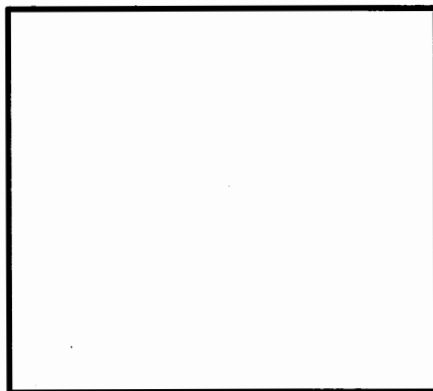


図 5.4-1 鋼管杭頭部（仮想R C断面）

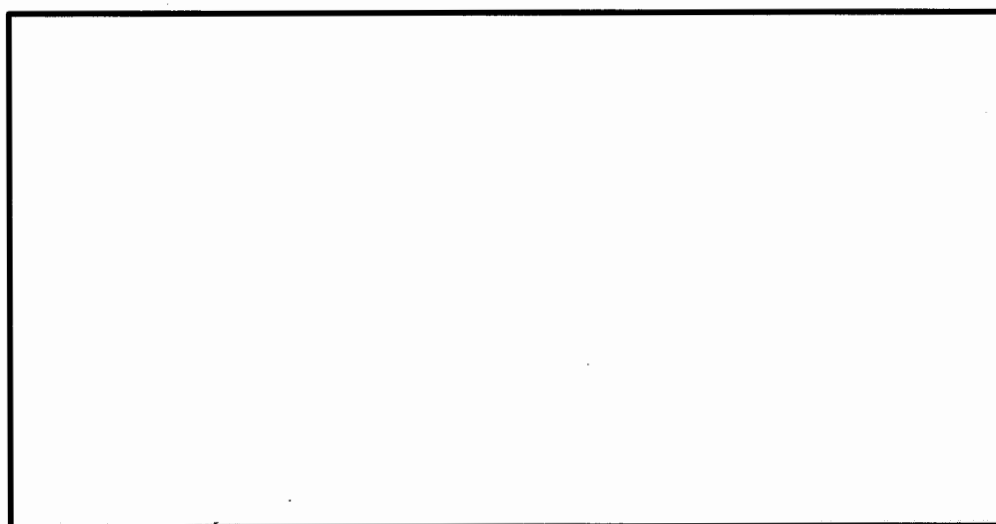
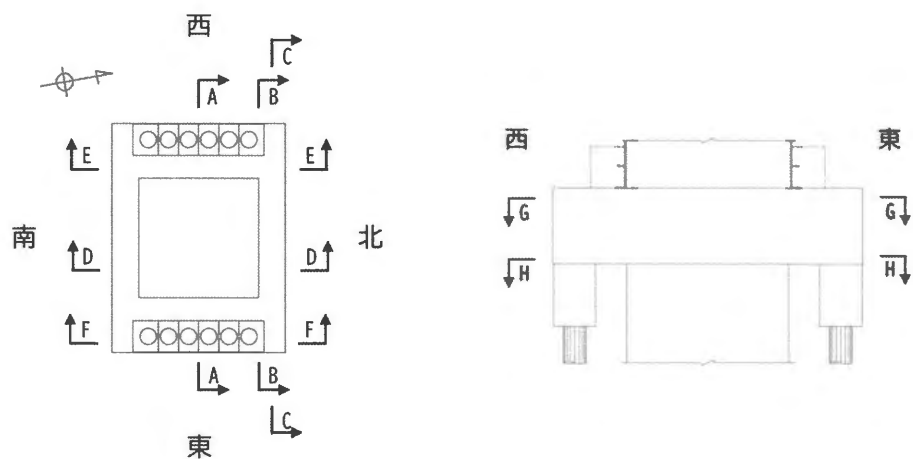


図 5.4-2 巻立て鉄筋コンクリート部（仮想R C断面）

5.5 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図

耐震及び耐津波評価で用いた頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図を図 5.5-1～図 5.5-8 に示す。



頂版鉄筋コンクリートの矢視図



図 5.5-1 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図（A－A断面）

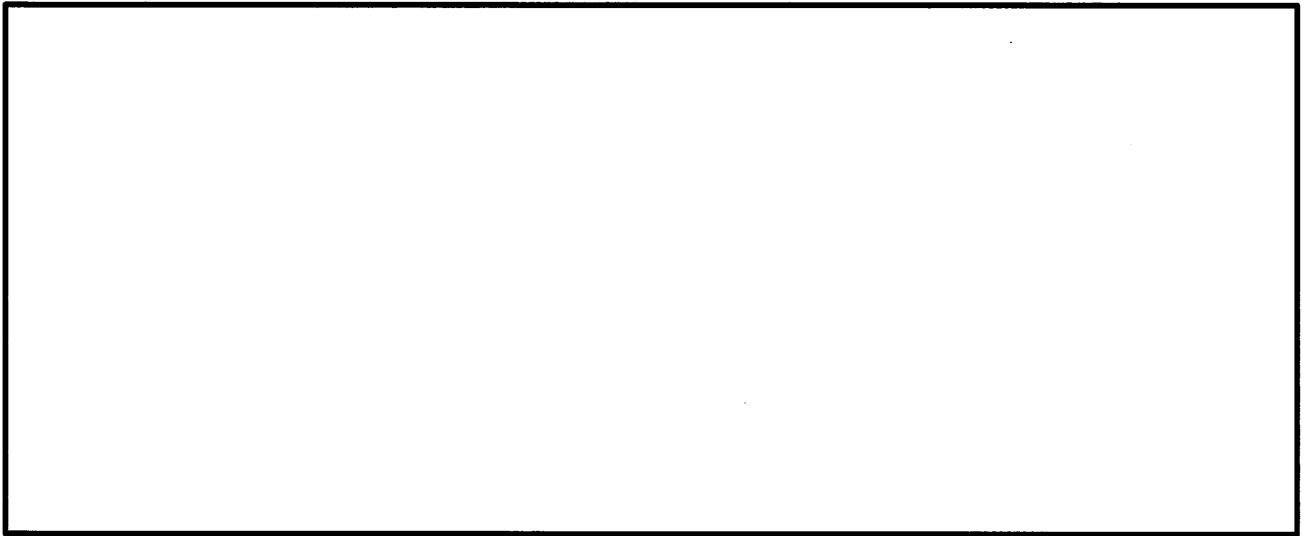


図 5.5-2 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図（B－B断面）

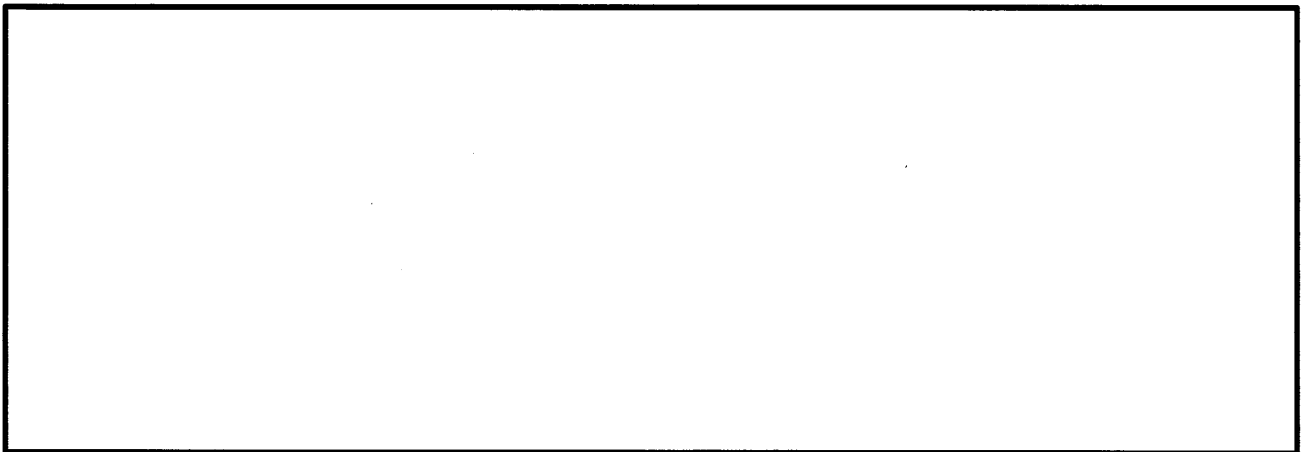


図 5.5-3 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図（C－C断面）

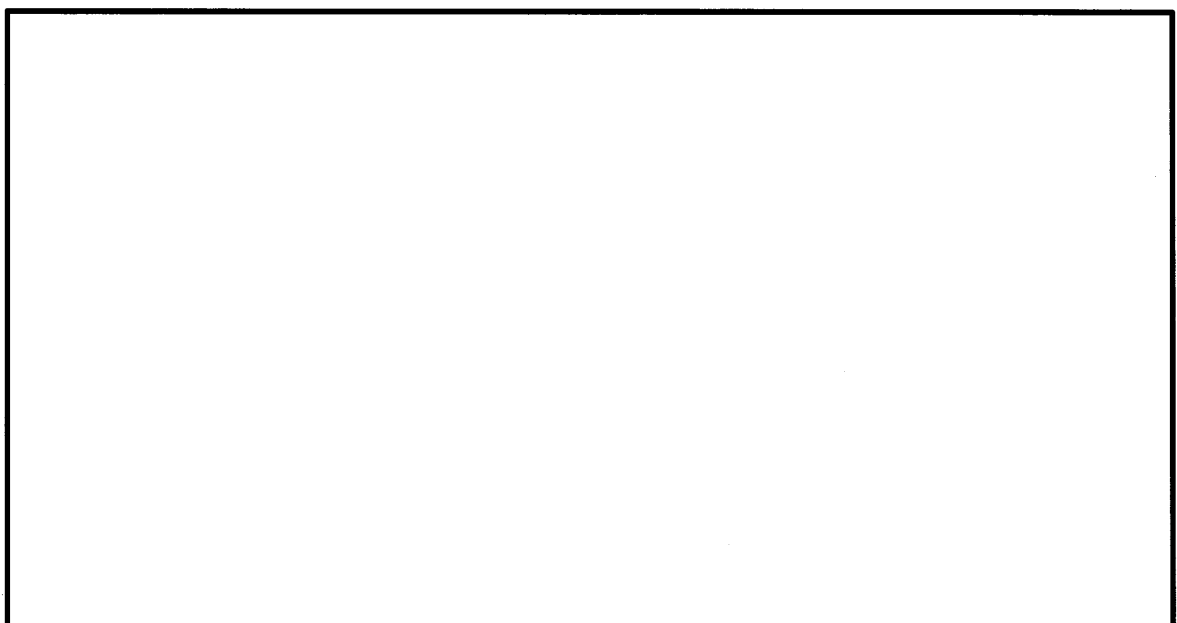


図 5.5-4 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図（D－D断面）

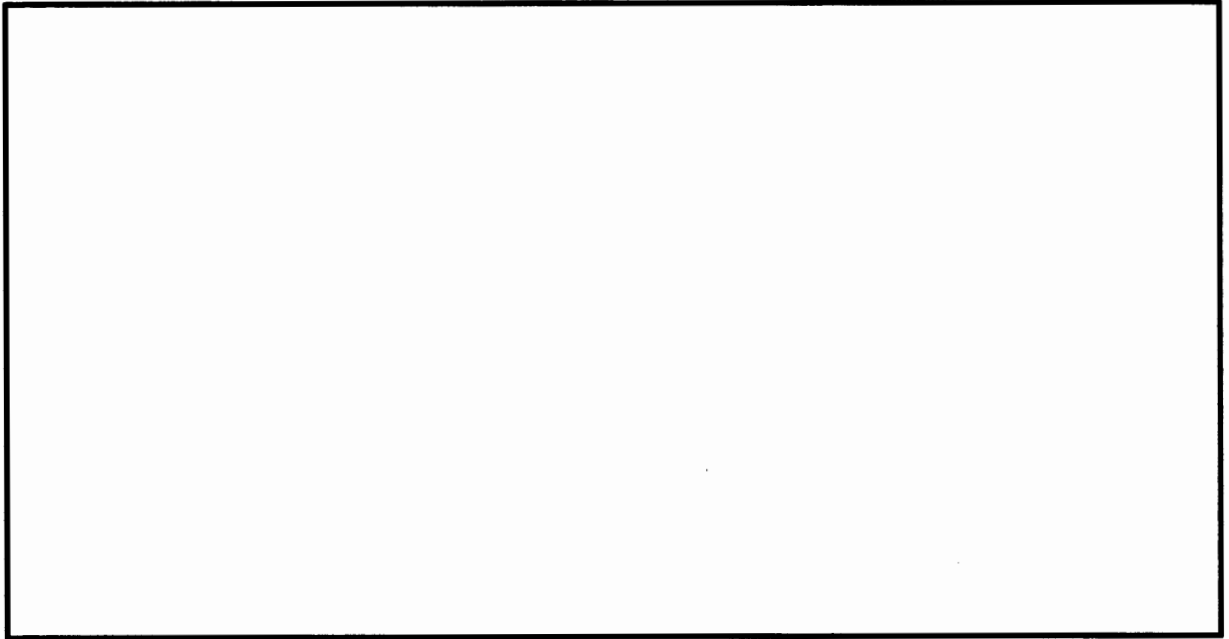


図 5.5-5 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図 (E-E断面)

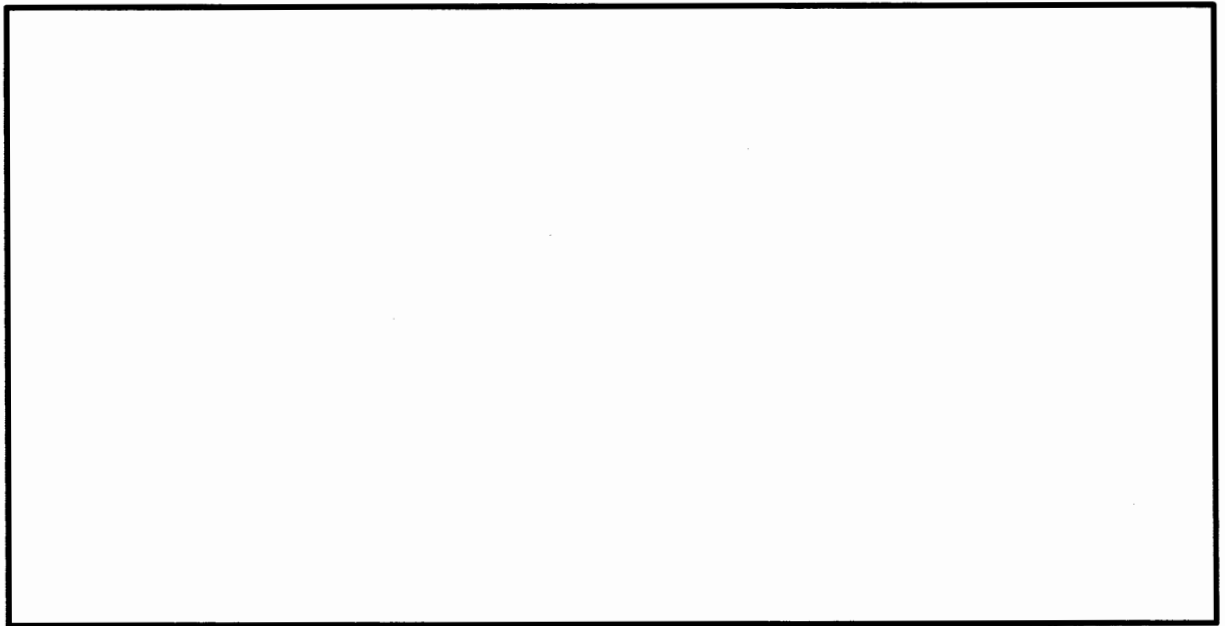


図 5.5-6 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図 (F-F断面)

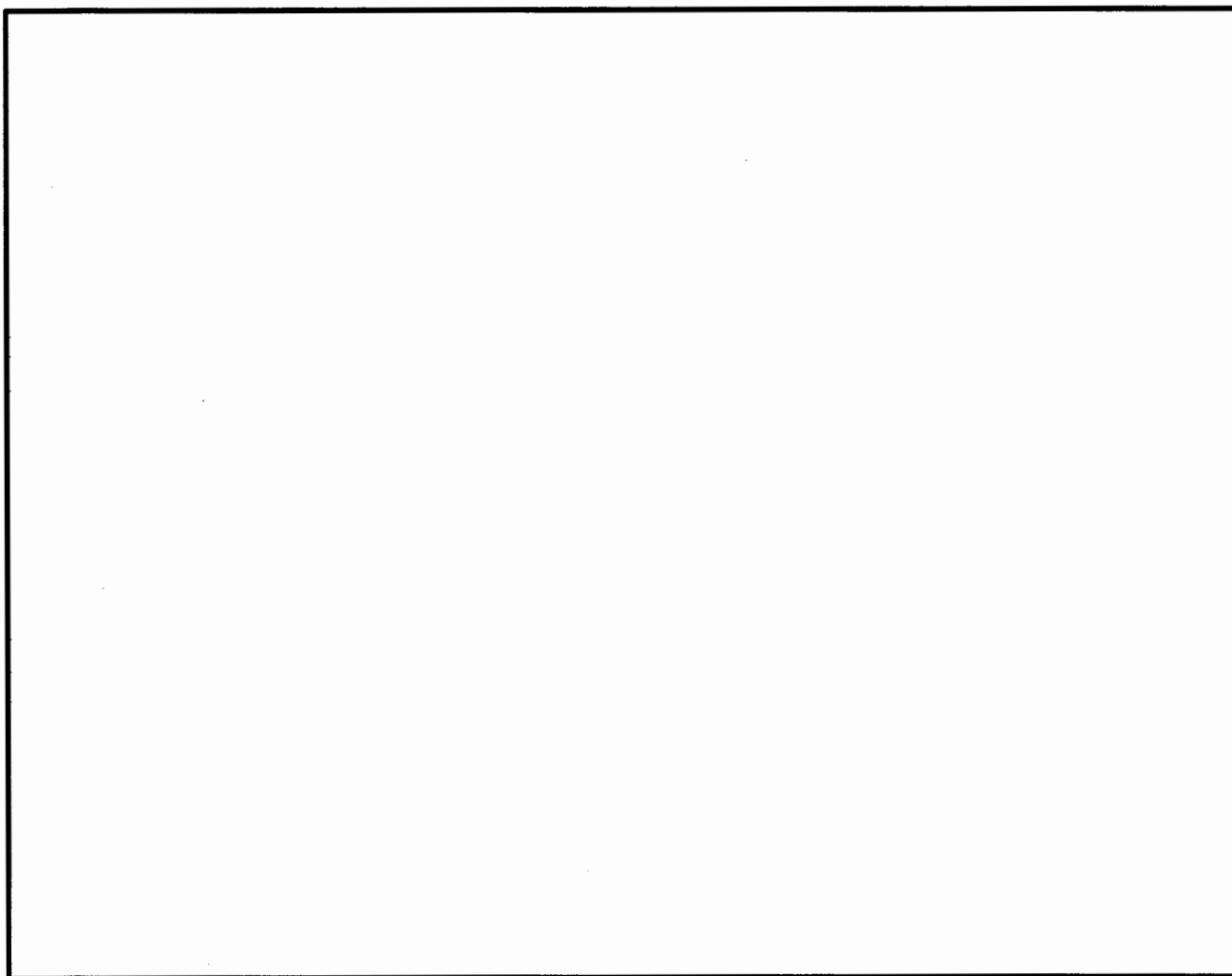


図 5.5-7 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図（G－G断面）

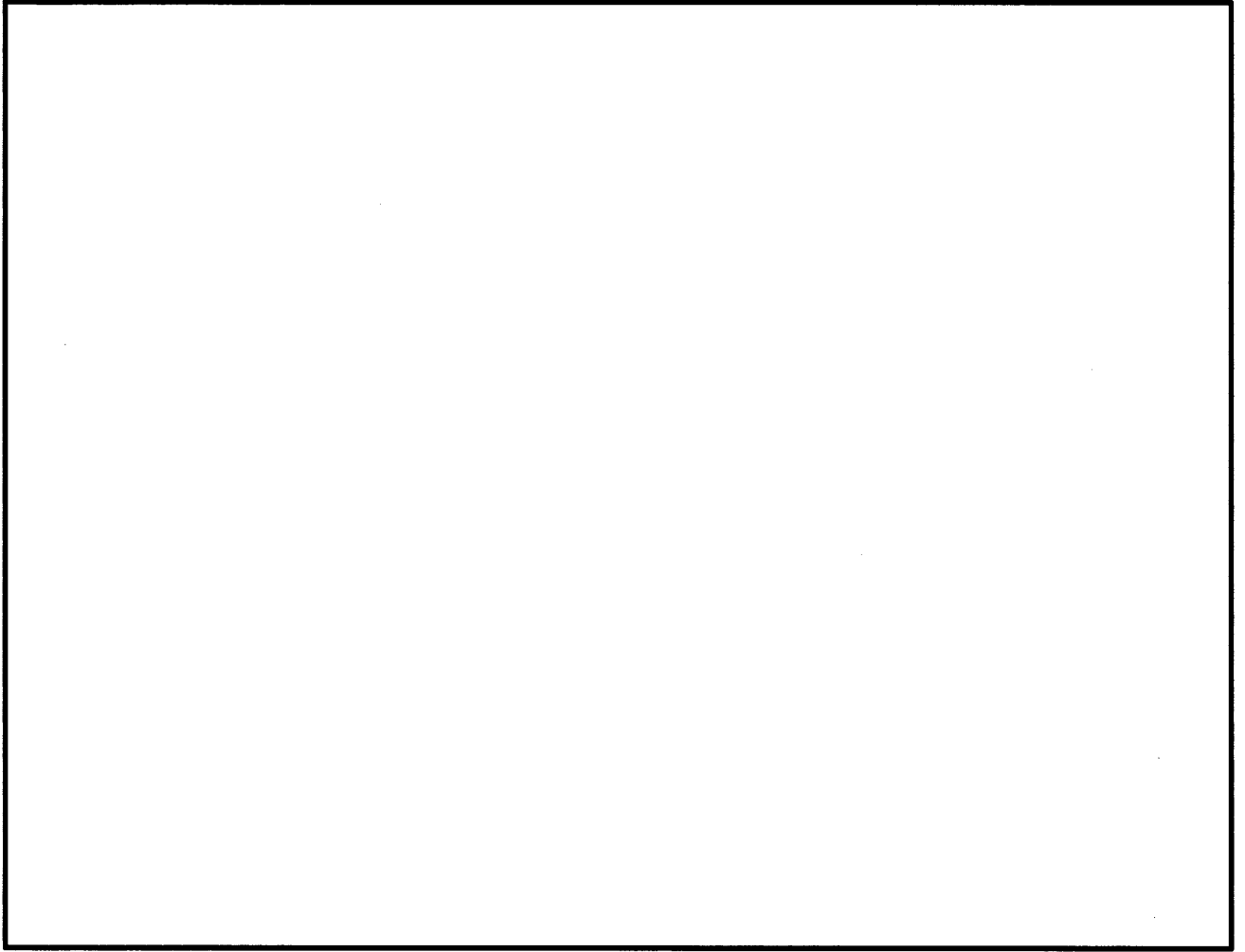


図 5.5-8 頂版鉄筋コンクリートの概略配筋図（H－H断面）

5. 6 中詰め鉄筋コンクリートの概略配筋図

耐震及び耐津波評価で用いた中詰め鉄筋コンクリートの概略配筋図を図 5. 6-1 に示す。

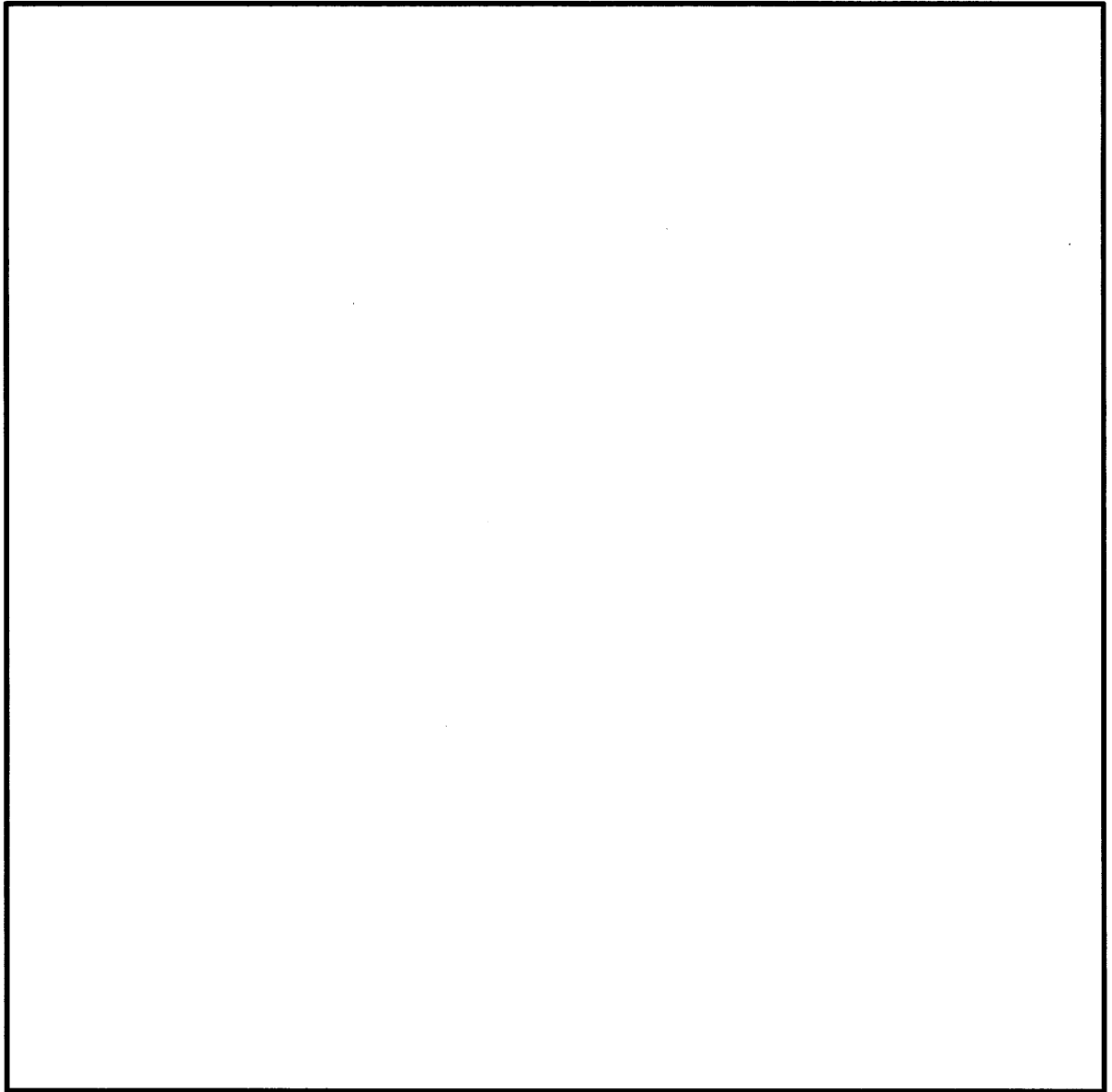


図 5. 6-1 中詰め鉄筋コンクリートの概略配筋図
(南北基礎では南北方向に線対称)

6. 防潮堤（鋼製防護壁）の地中連続壁部の残置影響評価に関する参考資料

(参考1) 残置影響評価の保守性について

1. 目的

残置影響評価モデルでは、地中連続壁部が健全であると仮定することで、中実鉄筋コンクリートの発生断面力が最大となるケースを想定しているが、本参考資料では、不具合の発生した地中連続壁部の強度・剛性の不均一性を網羅的に評価するため、地中連続壁部の一部区間の強度・剛性を低下させたモデル（以下、「部分欠損モデル」という。）による評価を行う。部分欠損モデルは、地中連続壁部の一部区間を健全な鉄筋コンクリート、それ以外の区間を原地盤（非液状化）と仮定した極端なモデルであり、本モデルにより算出した中実鉄筋コンクリートの断面力を用いて、中実鉄筋コンクリートの部材評価を実施する。

工認設計モデルと部分欠損モデルの概念図を図1に示す。

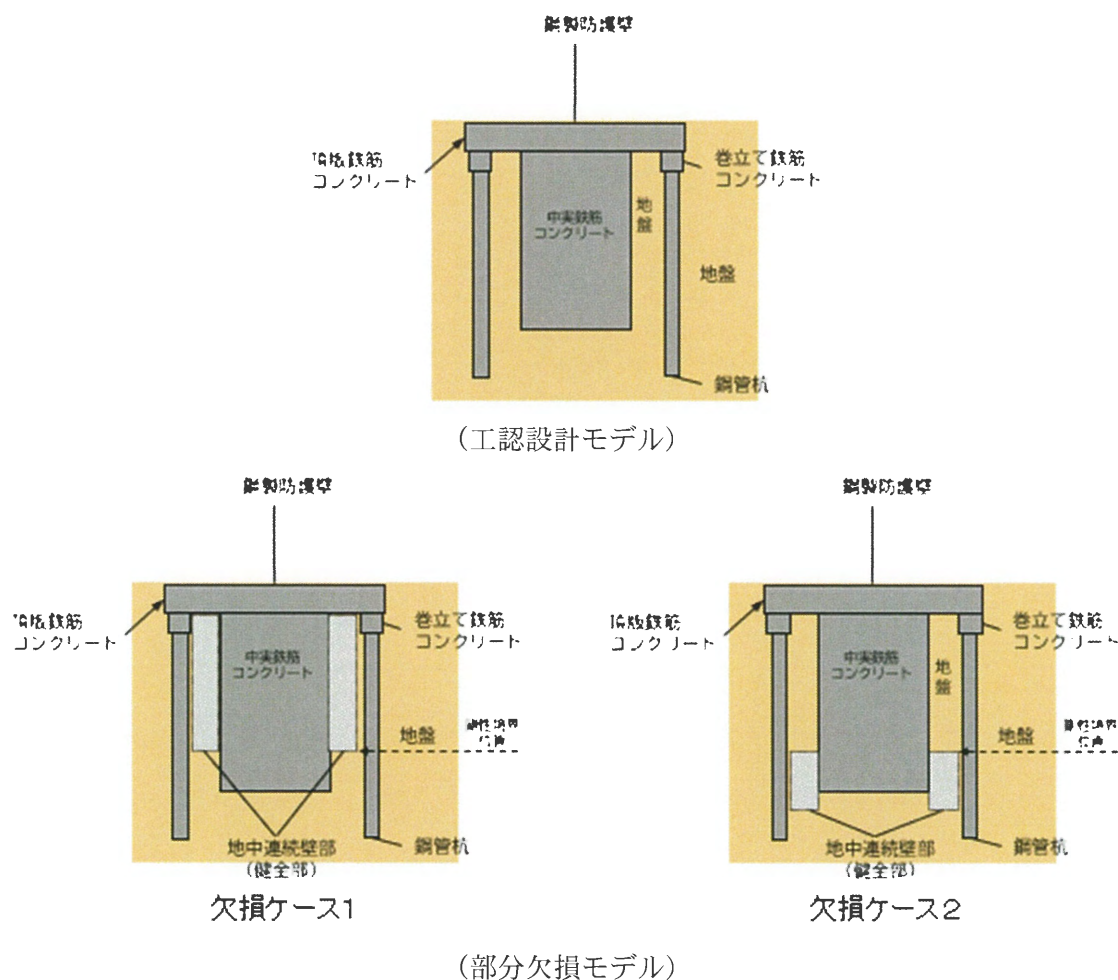


図1 工認設計モデルと部分欠損モデルの概念図

2. 部分欠損モデルの設計条件について

部分欠損モデルにおいて設定する剛性境界（健全な鉄筋コンクリートと原地盤（非液状化）の境界部）の考え方を図2及び図3に示す。剛性境界は、工認設計モデル及び残置影響評価モデルにおける断面力分布や、基礎周辺地盤の剛性分布を参照し設定する。

また、本評価は中実鉄筋コンクリートの耐震及び耐津波の残置影響評価において最も厳しい結果となる検討ケースに対して実施する。なお、剛性境界に対する健全な鉄筋コンクリートと原地盤（非液状化）の範囲については、図4に示すとおり双方を逆転させたパターンを考慮し、欠損ケースとして2ケースに対して評価を実施する。

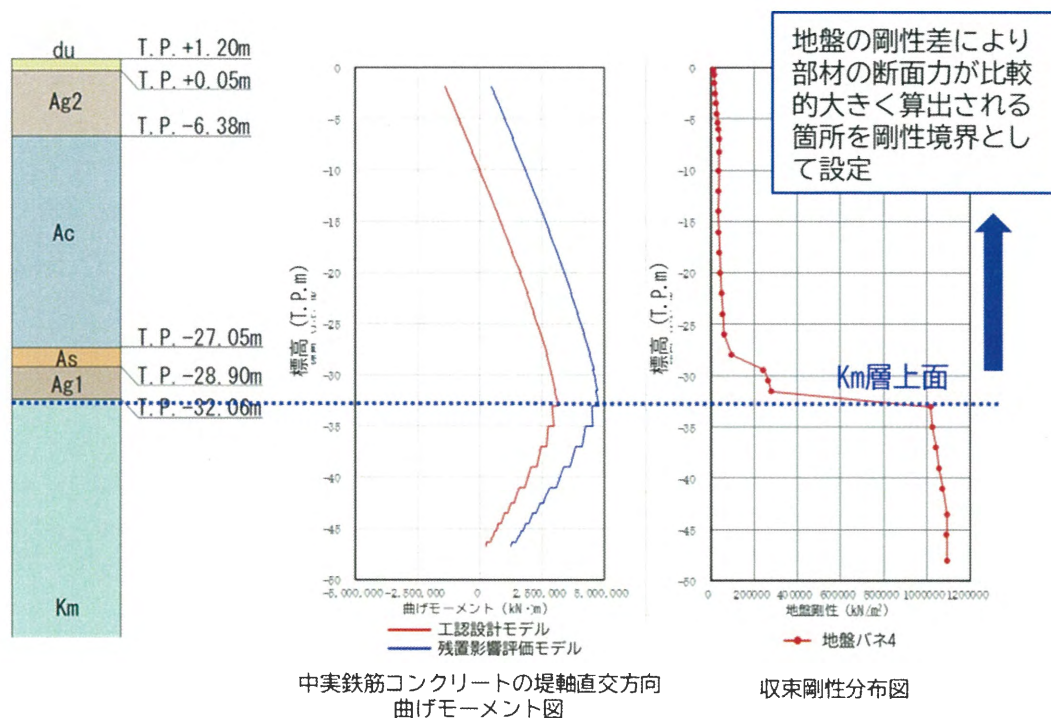


図2 中実鉄筋コンクリート（南基礎）の断面力図と地盤剛性の関係
(地盤バネ4)

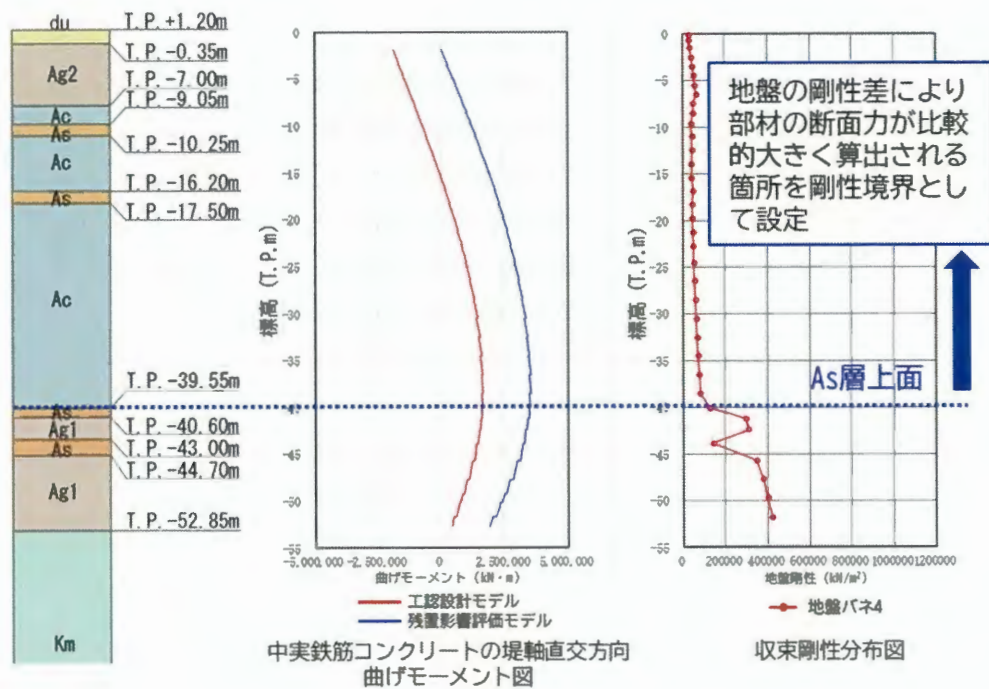
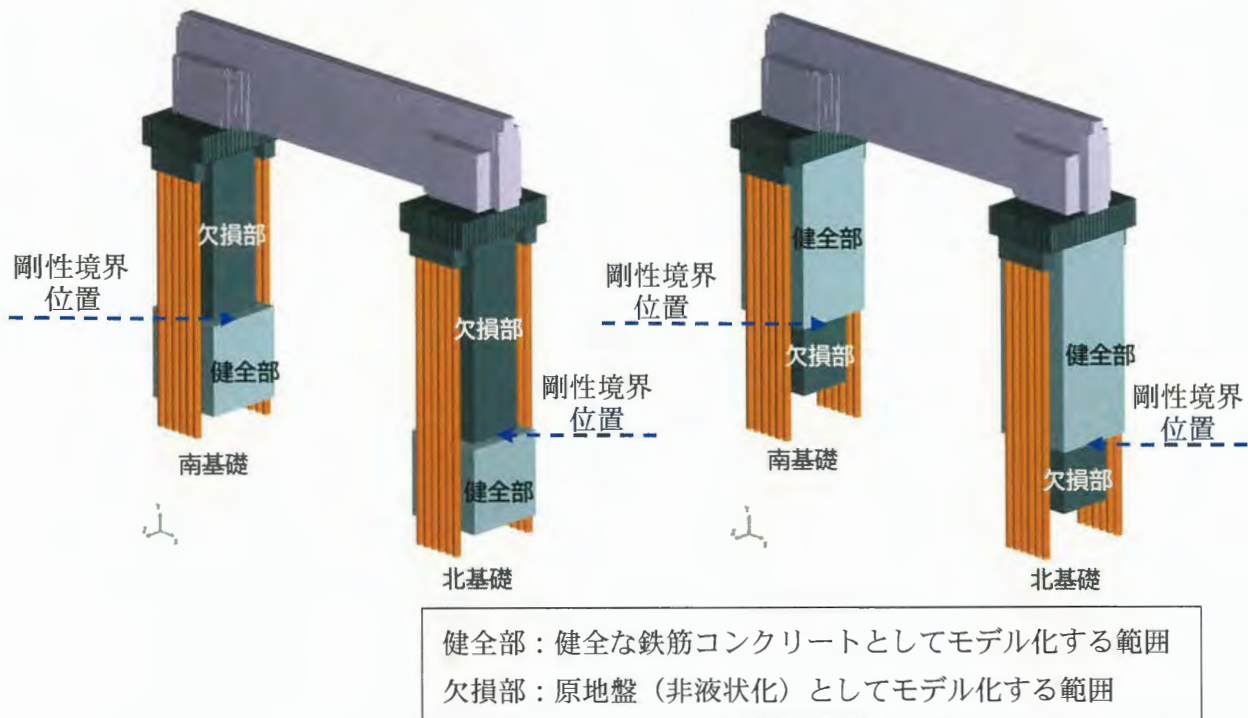


図3 中実鉄筋コンクリート（北基礎）の断面力図と地盤剛性の関係
（地盤バネ4）



欠損ケース1

欠損ケース2

図4 局所的な応力集中を仮定した欠損ケース

3. 耐震評価に係る部分欠損モデルの評価結果

部分欠損モデルによる耐震評価では、残置影響評価モデルにおいて最大照査値が発生している南基礎の中実鉄筋コンクリートに着目し、地震動及び検討ケースを選定する。部分欠損モデルによる評価結果を表1に示す。

いずれのケースにおいても各照査項目に対して最大照査値が1.0を下回ることを確認した。また、部分欠損モデルによる照査値は、残置影響評価モデルによる照査値と同等または小さくなる傾向であることを確認した。

表1 中実鉄筋コンクリートにおける評価結果

基礎	断面	地震動	検討 ケース	照査項目	照査値			
					工認 モデル	残置影響 評価 モデル	部分欠損モデル	
							欠損 ケース1	欠損 ケース2
南基礎	堤軸	S _s -31 (H+, V+)	④	コンクリート 圧縮応力度	0.27	0.39	0.26	0.25
				鉄筋 引張応力度	0.36	0.32	0.35	0.27
				せん断力	0.80	0.99	0.81	0.82

注記 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

4. 耐津波評価に係る部分欠損モデルの評価結果

部分欠損モデルによる耐津波評価では、残置影響評価モデルにおいて最大照査値が発生している南基礎の中実鉄筋コンクリートに着目し、荷重ケース及び地盤バネを選定する。部分欠損モデルによる評価結果を表2に示す。

いずれのケースにおいても各照査項目に対して最大照査値が1.0を下回ることを確認した。また、部分欠損モデルによる照査値は、残置影響評価モデルによる照査値よりも小さくなる傾向であることを確認した。

表2 中実鉄筋コンクリートにおける評価結果

箇所	断面	荷重ケース	地盤バネ	照査項目	照査値			
					工認設計 モデル	残置影響評価 モデル	部分欠損モデル	
							欠損 ケース1	欠損 ケース2
南基礎	二軸曲げ 合成照査	敷地に遡上 する津波 重畳時	地盤 バネ4	コンクリート 圧縮応力度	0.53	0.83	0.63	0.65
				鉄筋 引張応力度	0.56	0.90	0.67	0.69
	堤軸直交			せん断力	0.87	0.97	0.88	0.80

5. 部分欠損モデルによる評価のまとめ

上記3.及び4.の結果より、部分欠損モデルによる耐震及び耐津波評価は、残置影響評価モデルによる耐震及び耐津波評価に概ね包絡されることを確認した。以上より、残置影響評価は、地中連続壁の部分的な欠損を考慮してもなお保守的であると判断した。

(参考2) 鉄筋の腐食(経年劣化)について

1. 鉄筋コンクリート内部の鉄筋の腐食

鉄筋コンクリート中の鉄筋は、pH12以上の強アルカリの環境であり、鉄筋の表面は不働態皮膜に覆われており、鉄筋の腐食はほとんど発生しない。しかし、鉄筋コンクリート構造物の供用期間中は、空気中の二酸化炭素(CO₂)、塩化物イオン(Cl⁻)がコンクリートへ浸透することに伴う中性化や塩害による鉄筋の不働態皮膜の破壊、水分、酸素の供給による鉄イオンの反応に伴う鉄さびの生成、鉄さびの膨張に伴うコンクリート内部応力の増加によるひび割れ発生過程が繰返して進行し、最終的にはコンクリートの劣化(剥離・崩落)に至る。鉄筋コンクリート内部の鉄筋腐食のメカニズムを図1に示す。また、図1中の鉄筋の腐食が発生する化学反応式を以下に示し、地下水に露出している鉄筋の腐食のメカニズムの詳細を図2に示す。

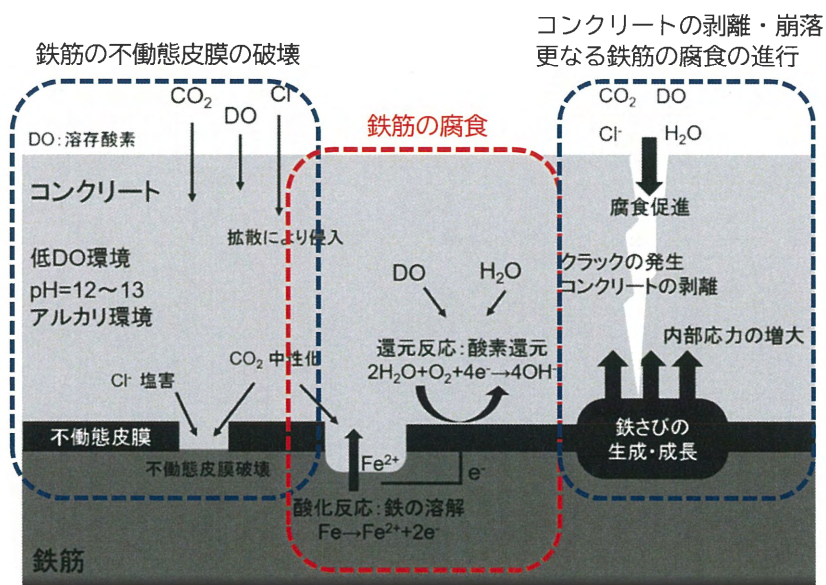
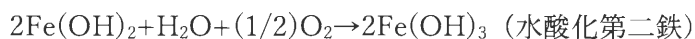
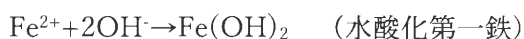
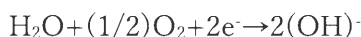
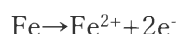


図1 鉄筋コンクリート内部の環境及び鉄筋腐食のメカニズムの概要¹⁾

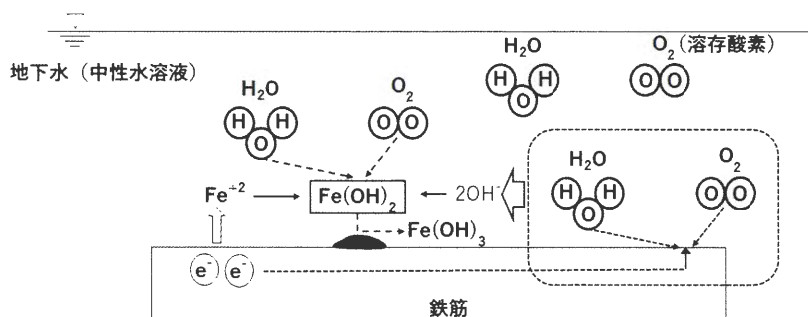


図2 地下水中の鉄筋の腐食のメカニズム²⁾

一般的に、健全な鉄筋コンクリートの鉄筋の腐食及びコンクリートの劣化は、施工、使用環境条件の影響があるものの、建設されてから数十年の期間にかけて徐々に進行する。図3は日本の橋梁建設と補修の数を年代毎の推移を示し、1960年代の高度経済成長期に施工された構造物の鉄筋コンクリート設計耐用年数50年が経過した現在にコンクリートの剥離や崩落の劣化、補修、再建設が必要と報告されている。

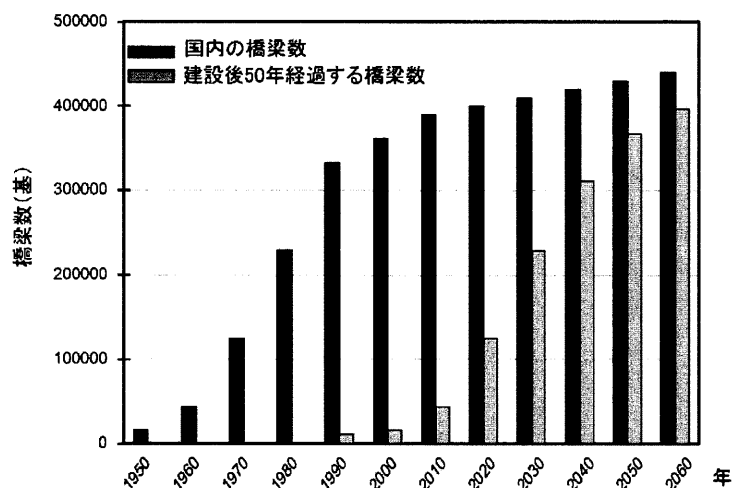


図3 日本の総橋梁数の推移予測¹⁾

(国土交通省のデータをもとに作成。2020年以降の橋梁数は、図の作成時にデータがないため、2010年から2020年にかけての橋梁数の増加と同様の増加をたどると仮定している)

注記：1) 土井康太郎：コンクリート中鉄筋の腐食診断技術，まてりあ（日本金属学会会報）第59巻，第6号，pp. 313-320，2020年

2) 多田英司，西方篤：金属の腐食のしくみ，化学と教育，65巻，12号，pp. 612-615，2017年

2. 地中連続壁部の鉄筋の腐食

鋼製防護壁基礎の中実鉄筋コンクリートは、施工時の不具合（コンクリート未充填，鉄筋の変形・脱落，鉄筋の高止まり）が発生している地中連続壁部を残置し，その内部を掘削後に築造する。地中連続壁部のコンクリート未充填箇所は，中実鉄筋コンクリート側は掘削後の目視調査，地山側は物理探査及びコアボーリング調査により確認している。地中連続壁部のコンクリート未充填箇所においては鉄筋が露出している状態であり，掘削が完了している中実鉄筋コンクリート側は大気中に露出している状態である。また，地中連続壁部の地山側のコンクリート未充填箇所の鉄筋は，地中連続壁部の天端はT.P. -1.84mであるため，地下水中に露出されている状態である。

鉄筋が気中に露出している地中連続壁部の中実鉄筋コンクリート側は，露出鉄筋の防錆処理後にコンクリートの充填を行い，壁面は平坦に補修を行う。当作業により，中実鉄筋コンクリートは，設計上の寸法及び鉄筋のコンクリートかぶりを確保する健全な鉄筋コンクリートが築造でき，既存の鉄筋コンクリート構造物と同等の腐食に対する耐性を有すると判断した。

一方，地中連続壁部の地山側のコンクリート未充填箇所の鉄筋は，地下水中に露出した状態となるため，地下水中の鉄筋の腐食及び腐食の進行について以下に示す。

前節の鉄筋の腐食の化学反応式からは、鉄の腐食は水と酸素が主な要因であり、腐食が進行するには両要因の同時供給が必要となる。また、鉄筋の腐食の要因として塩害があるが、塩分の付着、または塩水との接触のみでの腐食は発生しない。塩分は周辺の水分を吸収する性質及び電気を流れやすくする性質を持っており、前者は大気中に露出されている鉄筋の腐食を促進する要因となり、後者は地下水中の鉄筋の表面に電位差の発生を活性化させ、水と酸素の供給がある場合に腐食を促進する要因となる。

地下水以深での鉄筋の腐食は、地下水中の溶存酸素が主な原因となる。地下水の起源は雨水や雪であり、降雨や降雪時は大気との接触、土中への浸透時は土中の間隙の空気との接触により空気中の酸素が溶け込まれ、地下水に溶存酸素として存在する。溶存酸素量は、地下水深が深く、流速が小さいほど少なくなるとされており、その原因としては、地下水は長い年月を経て地盤中を浸透して流れることにより地層の酸化に酸素を消費されること、流速が小さいと酸素の供給が少なくなるためである。道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編 Ⅳ下部構造編）（日本道路協会、平成24年）では、地下水中の鋼管杭において、腐食の要因となる水、酸素及び鋼管杭表面の電位差の一つが欠けても腐食の反応は進行せず、腐食は防止されるとしている。

建設省土木研究所の調査報告では、表1に示すように、地中の鋼管杭の腐食速度は平均0.001～0.024mm/年であり、小さい値であるとされている。また、地中の腐食速度は、鉄の錆による遮蔽効果が働くことにより、図4に示すように経過年数とともに腐食速度は低下することがわかっている。図4には、建設省土木研究所の腐食状況調査による最大腐食速度の経過年数17年の腐食減量（以下、「腐食量」という。）を追記し、おおむね包含していることを確認した。

鋼管杭は腐食しるを考慮する設計となっており、道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編 Ⅳ下部構造編）（日本道路協会、平成24年）、鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物 抗土圧構造物、鉄道総合研究所）、建築基礎構造物設計指針（日本建築学会）では腐食しろ1mmと規定している。腐食しろを設定する設計方法は、構造物の設計耐用年数期間中に鋼材の腐食量に見合った肉厚を、あらかじめ腐食しろとして見込む方法であり、図4より鋼管杭の腐食しろ1mmは100年経過時の鋼管杭の腐食量に相当し、設計耐用年数は100年となる。

表1 鋼管杭の腐食調査結果³⁾

深 さ (m)	土 質 等	表面 状態	初期推定 平均肉厚 (mm)	実測肉厚 (mm)		腐食速度 (mm/yr)		外 観
				最小値	平均値	最大値	平均値	
-0.3～0.0	大 気 中	塗装	15.81	14.04	15.61	0.104	0.024	塗膜劣化部分の腐食著しい。
0.0～0.2	土 中	〃	15.81	15.26	15.76	0.032	0.003	部分的に腐食が認められる程度。
0.2～0.9	細 砂	裸	15.81	15.14	15.65	0.039	0.009	全体的に腐食している他、局部腐食もある。
1.7～2.5	シルト混り 細 砂	〃	15.81	14.76	15.41	0.062	0.024	全体的に腐食している他、局部腐食も多い。
5.2～6.1	粘 土 混 り シ ル ト	〃	15.42	15.28	15.39	0.008	0.002	ほとんど腐食が認められない。
10.2～11.1	〃	〃	9.02	8.90	8.99	0.007	0.002	〃
17.2～18.1	〃	〃	9.21	8.86	9.15	0.021	0.004	〃
24.2～25.1	〃	〃	8.74	8.61	8.73	0.008	0.001	〃
28.2～29.1	〃	〃	8.74	8.21	8.70	0.031	0.002	〃
35.2～36.1	細 砂	〃	9.57	9.38	9.52	0.011	0.003	〃

以上より、地下水中の鉄の腐食速度は 100 年で 1mm と十分小さいことを確認した。また、地中連続壁部の地山側の鉄筋の腐食は、地中連続壁部が一定の厚さを有すること、中実鉄筋コンクリートは鉄筋のかぶりを確保することにより、中実鉄筋コンクリートへの影響はないと判断した。

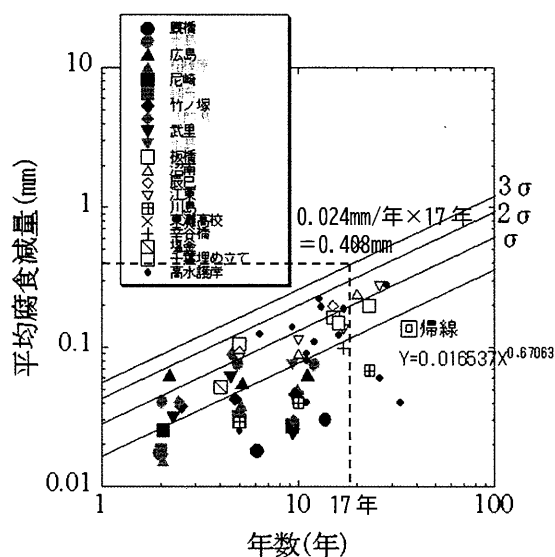


図 4 地中での腐食減量の経年変化⁵⁾

(図中の赤字は建設省土木研究所の設置後 17 年経過した鋼管杭腐食調査の最大腐食速度による腐食減量を示す)

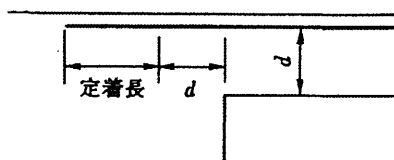
注記：3) 森芳徳，片脇清他：幸谷橋において 17 年間共用された鋼管ぐい橋脚の土中腐食，土木技術資料，23-6，1981 年

4) 大崎順彦：鋼ぐいの腐食，p. 66，鋼材倶楽部（現社団法人日本鉄鋼連盟），1980 年

5) 守屋進，村瀬正次，中瀬啓眞：鋼管，鋼矢板の土中腐食性状の統計的検討，土木技術資料 47-3，p. 54，2005 年

(参考 3) 中実鉄筋コンクリートの軸方向鉄筋（鉛直方向）における定着長について

中実鉄筋コンクリート内の鉄筋定着は、道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）に示す図 1 (a) の場合として「基本定着長 + d 」以上とする。



(a) 上下から拘束されていない場合

d : 部材の有効高さ

図 1 中実鉄筋コンクリート内における必要定着長（軸方向鉄筋（鉛直方向））

また，中実鉄筋コンクリートから頂版鉄筋コンクリートへの鉄筋定着は，道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）の図 2 に示す場所打ち杭の接続方法の場合として「基本定着長 + 10ϕ 」以上とする。

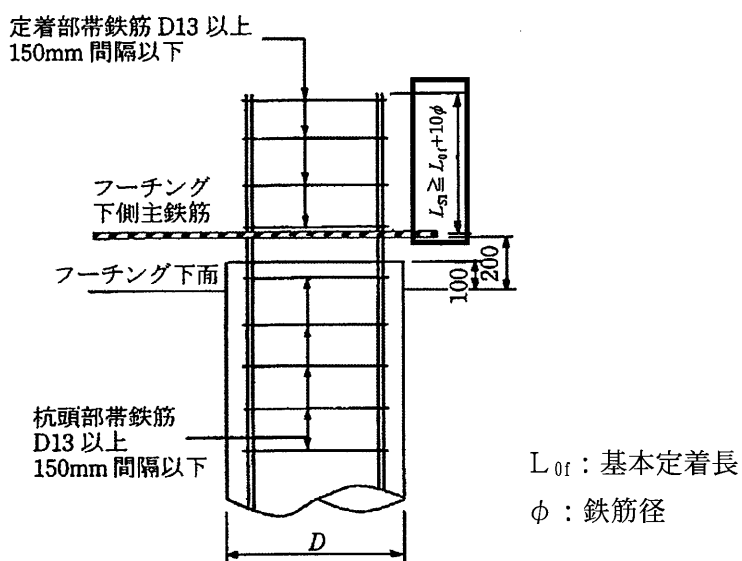


図 2 中実鉄筋コンクリートから頂版鉄筋コンクリートに定着させる必要定着長（軸方向鉄筋（鉛直方向））

基本定着長については、道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会、平成 24 年 3 月）に示す図 3 より算出する。図 3 より算出した鉄筋の基本定着長を表 1 に示す。D51 の場合、基本定着長は 1850 mm（36.25φ）となる。

$$l_a = \frac{\sigma_{ss}}{4\tau_{0a}}\phi \dots\dots\dots (7.8.1)$$

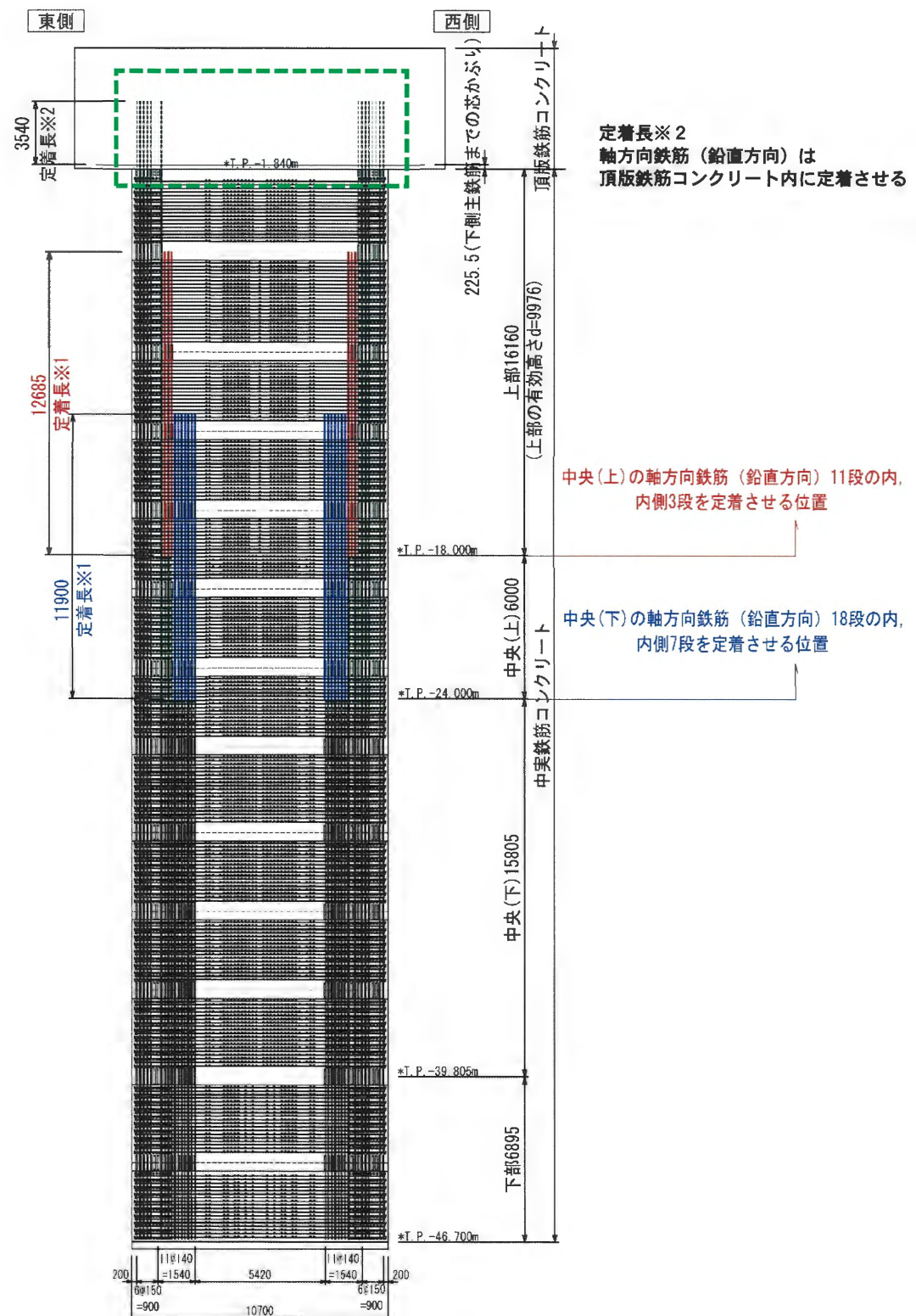
- ここに、
 l_a : 付着応力度より算出する重ね継手長（mm）
 σ_{ss} : 鉄筋の許容引張応力度（N/mm²）
 τ_{0a} : コンクリートの許容付着応力度（N/mm²）
 ϕ : 鉄筋の直径（mm）

図 3 付着応力度より算出する重ね継手長（基本定着長）

表 1 鉄筋の基本定着長

種別	コンクリート 設計基準 強度	許容 付着 応力度 (N/mm ²)	鉄筋種別 (許容引張応力度 N/mm ²)		
			SD345	SD390	SD490
			200	230	290
気中	24	1.6	31.25φ	35.94φ	45.31φ
	40	2.0	25.00φ	28.75φ	36.25φ
	50	2.0	25.00φ	28.75φ	36.25φ
水中(連壁)	40	1.55	32.26φ	37.10φ	46.77φ

図 4 に軸方向鉄筋（鉛直方向）における鉄筋定着の概要図を示す。



※ 1. 定着長は基本定着長+d以上とする
よって、 $1850+9976=11826\text{mm}$ 以上を確保する。

※ 2. 定着長は頂版鉄筋コンクリート下面鉄筋中心から基本定着長+10φとする。
よって、頂版鉄筋コンクリート下面鉄筋中心から $1850+510=2360\text{mm}$ 以上を確保する。
(頂版鉄筋コンクリート下面からは $2360+225.5=2585.5\text{mm}$ 以上とする)

図 4 軸方向鉄筋（鉛直方向）の鉄筋定着概要図（南基礎）

中実鉄筋コンクリート先端部における鉄筋定着については、道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）の「15 章 深礎基礎」「15.9 構造細目」に準じて決定する。ただし、「15.9 構造細目」には「軸方向鉄筋は 12.11.2(3)1) の規定に準じて配置する」との記載があり，12.11.2(3)1) によれば，図 5 に示すとおり，基礎先端の軸方向鉄筋においてはフックをつけなくてよいと記載されている。以上のとおり，道路橋示方書では深礎基礎先端において必要な定着性能は明記されておらず，“フックをつけなくてよい”との記載から，基礎先端部においては，可能な範囲で軸方向鉄筋（鉛直方向）を延長することで構造上の問題はないと解釈できる。

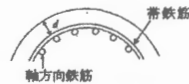


図-12.11.1 鉄筋のかぶり d

- (3) 軸方向鉄筋及び帯鉄筋は，施工性に配慮したうえで有効に機能するよう，次により配置する。
- 1) 軸方向鉄筋の鉄筋量，寸法及び間隔は表-12.11.1 による。なお，軸方向鉄筋は一重配筋としフックをつけなくてよい。

図 5 道路橋示方書 12.11.2(3)1) の抜粋

道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成 24 年 3 月）

上記の解釈によると，中実コンクリート先端部において必ずしも必要定着長を確保する必要はないことから，定着長に係る特段の照査は実施しない方針とする。ただし，基礎先端部の発生断面力に対し鉄筋とコンクリートが一体として挙動することを設計上評価しておく必要があると判断したことから，図 6 に示す鉄筋コンクリート設計計算指針・同解説（日本建築学会，2024）に基づき，最大発生せん断力に対して局部付着力応力度を算出し，許容付着力応力度を下回ることを確認する。許容付着力応力度を表 1 に示す。

3) 曲げ付着力応力度の算定
解説図 16.1 において，微小長さ dx だけ離れた 2 面に，せん断力 Q が加わることで，引張鉄筋には $(T+dT)-T=dT$ の引張力差を生じる。この差 dT は曲げモーメントの増分 dM によって生じるので，次式となる。

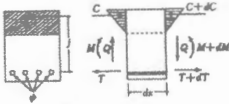
$$dT = \frac{dM}{j} \quad (\text{解 16.1})$$

一方， dT は，長さ dx ，周長 ϕ の鉄筋表面に付着力 τ_{ei} を生じさせるので，次式となる。

$$dT = \tau_{ei} \phi dx \quad (\text{解 16.2})$$

(解 16.1) 式および (解 16.2) 式を等置し，さらに $dM/dx = Q$ の条件を代入すると，次式が得られる。

$$\tau_{ei} = \frac{Q}{\sum \phi \cdot j} \quad \text{局部付着力応力度の算出式} \quad (\text{解 16.3})$$



解説図 16.1 曲げ付着力

(解 16.3) 式によって与えられる付着力は曲げ付着力とされ，曲げモーメントの増分する部分（せん断力の作用する部分）で平面保持仮定のもとで生じる局所的な付着力である。この付着力はせん断力の分布に応じて分布する性質のものであり，曲げ付着力が過大な大きさとなる場合，付着破壊によって局部的にコンクリートと鉄筋の一体性は損なわれる。その場合でも，付着破壊した断面の両側で鉄筋が十分に定着されていれば，局所の付着が一部分損なわれたとしても，部材の曲げ・せん断に対する終局強度は必ずしも損なわれない。そのため，次項の平均付着力に基づく検討方法も併用してよい。

図 6 局部付着力の算出

鉄筋コンクリート設計計算指針・同解説（日本建築学会，2024）

軸方向鉄筋（鉛直方向）の局部的付着応力度の算出においては、図7に示すとおり、引張側の軸方向鉄筋（鉛直方向）のうち赤線内の軸方向鉄筋（鉛直方向）のみを考慮する。

中実鉄筋コンクリートの各部位に発生する最大せん断力に対する軸方向鉄筋（鉛直方向）の局部付着応力度の照査結果を表2及び表3に示す。同表から、工認設計モデル及び残置影響評価モデルにおいて、耐震評価及び耐津波評価で算出した局所付着応力度が表1に示す許容付着応力度未満であることを確認した。

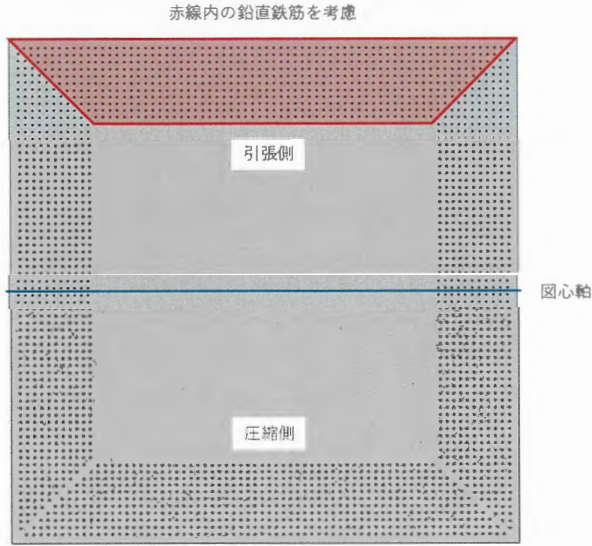


図7 局部付着応力度の算出に考慮する低減率

表2 工認設計モデルの局部付着応力度照査結果

基礎・配筋パターン		工認設計モデル											
		耐震						耐津波（敷地に遡上する津波）					
		堤軸方向			堤軸直交方向			堤軸方向			堤軸直交方向		
		せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値	せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値	せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値	せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値
北基礎		111296	0.200	0.10	102100	0.183	0.10	97299	0.175	0.09	185592	0.333	0.17
南基礎	上部	192433	0.314	0.16	137170	0.224	0.12	119881	0.196	0.10	215990	0.352	0.18
	中央（上）	209596	0.279	0.14	144634	0.192	0.10	129299	0.172	0.09	214108	0.285	0.15
	中央（下）	215000	0.232	0.12	135923	0.147	0.08	130817	0.141	0.08	203725	0.220	0.12
	下部	76410	0.102	0.06	96393	0.128	0.07	120417	0.160	0.09	166211	0.221	0.12

表3 残置影響評価モデルの局部付着応力度照査結果

基礎・配筋パターン		残置影響評価モデル											
		耐震						耐津波（敷地に遡上する津波）					
		堤軸方向			堤軸直交方向			堤軸方向			堤軸直交方向		
		せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値	せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値	せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値	せん断力の最大値 (kN)	付着応力度 (N/mm ²)	照査値
北基礎		148456	0.266	0.14	120242	0.216	0.11	159016	0.285	0.15	197607	0.355	0.18
南基礎	上部	212129	0.346	0.18	146350	0.239	0.12	167682	0.274	0.14	220389	0.360	0.18
	中央（上）	252757	0.336	0.17	158829	0.211	0.11	193316	0.257	0.13	222805	0.296	0.15
	中央（下）	264682	0.286	0.15	148785	0.161	0.09	199903	0.216	0.11	219503	0.237	0.12
	下部	75484	0.100	0.06	95495	0.127	0.07	135945	0.181	0.10	214281	0.285	0.15