

(c) 巻立て鉄筋コンクリート

イ. 巻立て鉄筋コンクリート

(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 4.10-176 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、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曲げ軸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。発生応力度は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出し、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。巻立て鉄筋コンクリートの複合断面と照査断面位置を図 4.10-177 に示す。

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表 4.10-46 及び表 4.10-47 に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表 4.10-48 及び表 4.10-49 にそれぞれ示す。なお、発生断面力及び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 4.10-46～表 4.10-49 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図を図 4.10-178～図 4.10-181 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、コンクリートの曲げ軸力照査の最大照査値は、重畳時（基準津波）において地盤バネ4の北基礎の端部杭NE1の0.80、重畳時（敷地に遡上する津波）において地盤バネ5の南基礎の端部杭SW6の0.74である。鉄筋の曲げ軸力照査の最大照査値は、重畳時（基準津波）において地盤バネ5の北基礎の端部杭NE1の0.48であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において地盤バネ5の北基礎の端部杭NE1の0.63である。

以上のことから、巻立て鉄筋コンクリートの構造部材の発生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。

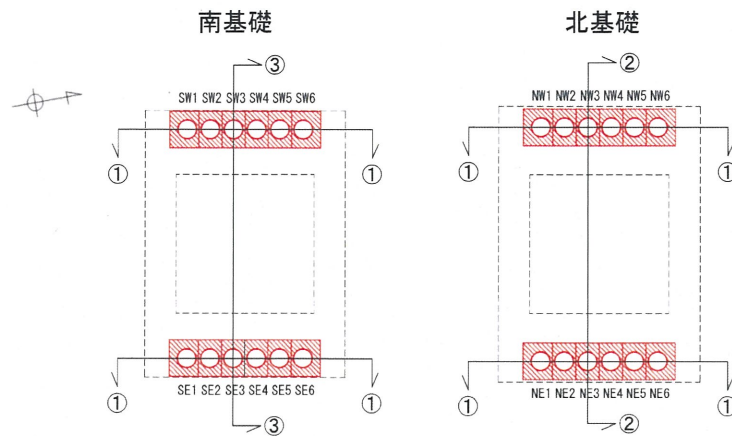


図 4.10-176 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート）

（図 4.10-65 の再掲）

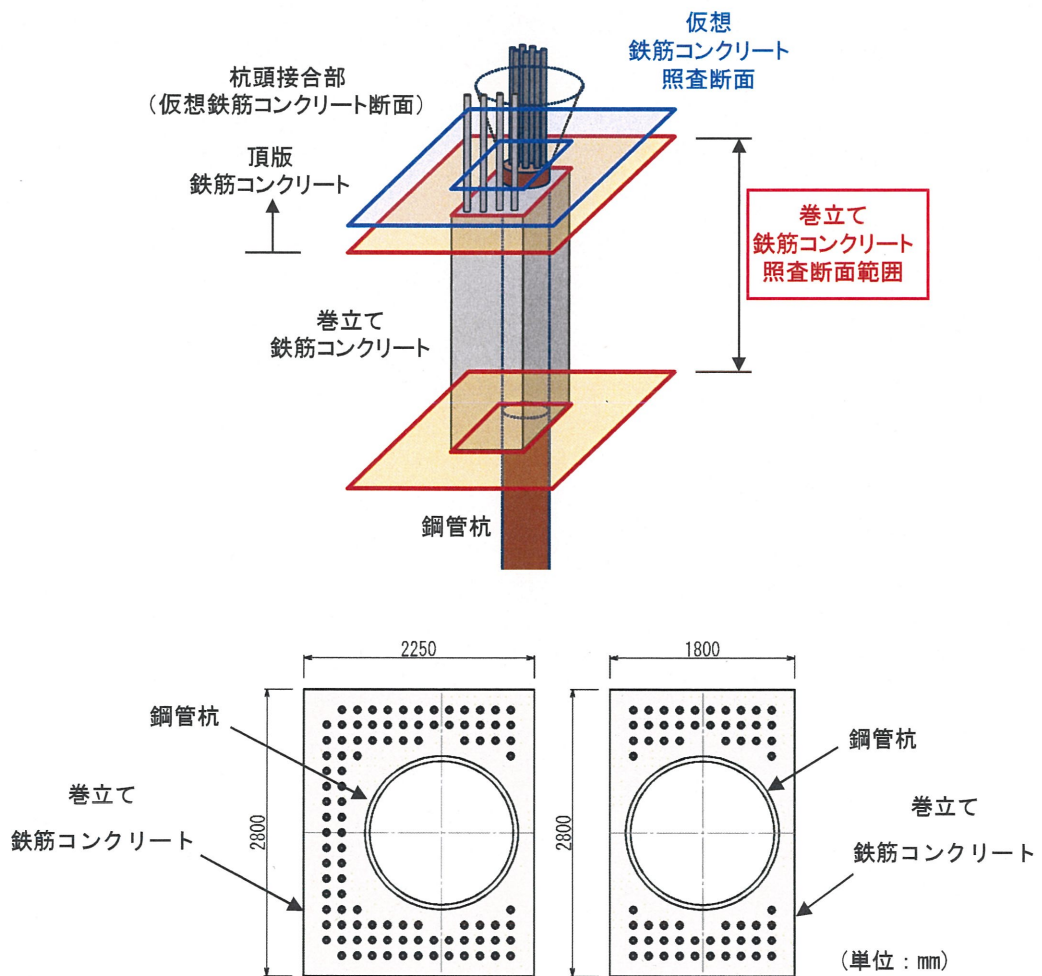


図 4.10-177 巻立て鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面

（図 4.10-66 の再掲）

表 4.10-46 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}	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)	-32487	-29711	16.0	24	0.67	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	21687					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-27370	-26524	15.2	24	0.64	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	10955					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-27714	-30224	15.7	24	0.66	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-22538					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-26532	-25958	15.4	24	0.65	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-10759					
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-28880	-27880	19.0	24	0.80	○
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	34820					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-23884	-23339	17.3	24	0.73	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	18141					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-28959	-33834	17.0	24	0.71	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-24976					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-27558	-27985	16.3	24	0.69	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-11774					
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-26903	-28822	19.0	24	0.80	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	36199					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-21930	-23744	17.1	24	0.72	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	18808					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-28332	-35904	17.6	24	0.74	○
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-27216					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-27285	-29144	16.9	24	0.71	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-12936					

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 4.10-176 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。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。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、中実鉄筋コンクリートの場合と同様に中立軸が約 45° に傾く。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。

表 4.10-47 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}	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)	-38854	-47026	21.0	32	0.66	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	30083					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-33368	-42800	19.9	32	0.63	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	14878					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-33139	-47668	21.7	32	0.68	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-34728					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-31724	-42610	20.7	32	0.65	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-16398					
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-33818	-43842	23.4	32	0.74	○
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	42741					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-36656	-45765	21.9	32	0.69	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	16431					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-34854	-50913	23.0	32	0.72	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-36761					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-33079	-44261	21.6	32	0.68	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-17213					
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NW1	②-②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-31271	-44874	23.3	32	0.73	—
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	44063					
		中間杭	NW2	②-②断面	1800	2800	2375	D51@150 (SD685)	-34196	-46765	21.4	32	0.67	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	16953					
	南基礎	端部杭	SW6	③-③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-33643	-53115	23.5	32	0.74	○
				①-①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	-39189					
		中間杭	SW4	③-③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-32312	-45526	22.0	32	0.69	—
				①-①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-18456					

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 4.10-176 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。堤軸直交方向は組合せ係数が西向き 1.0 倍であるため、堤軸直交方向の慣性力、動水圧及び応答変位が最大になる。これに津波荷重も加わるため、西側の鋼管杭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 倍であるが、慣性力と応答変位の影響とともに接続部及び頂版の回転変位等による影響も加わり、堤軸方向の曲げモーメントも大きく発生する。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、中実鉄筋コンクリートの場合と同様に中立軸が約 45° に傾く。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。

表 4.10-48 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	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D510150 (SD685)	2528	24077	192.4	600	0.33
				①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	-20770				
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D510150 (SD685)	-27370	-26524	192.8	600	0.33
				①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	10955				
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D510150 (SD685)	6401	25264	240.6	600	0.41
				①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	22136				
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D510150 (SD685)	5758	22716	202.3	600	0.34
				①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	11194				
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D510150 (SD685)	-1712	26393	265.6	600	0.45
				①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	-33678				
		中間杭	NW4	②－②断面	1800	2800	2375	D510150 (SD685)	-28111	126	221.9	600	0.37
				①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	12678				
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D510150 (SD685)	8038	29328	277.1	600	0.47
				①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	24878				
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D510150 (SD685)	7196	25877	232.1	600	0.39
				①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	12454				
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D510150 (SD685)	-3320	28120	282.1	600	0.48
				①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	-34794				
		中間杭	NE2	②－②断面	1800	2800	2375	D510150 (SD685)	-3088	23695	216.1	600	0.37
				①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	-17951				
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D510150 (SD685)	4273	31104	280.6	600	0.47
				①－①断面	2800	2250	1875	D510150 (SD685)	26939				
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D510150 (SD685)	3471	27135	223.1	600	0.38
				①－①断面	2800	1800	1275	D510150 (SD685)	13540				

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 4.10-176 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 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。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 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、中実鉄筋コンクリートの場合と同様に中立軸が約 45° に傾く。中立軸が傾くと、中立軸から引張縁の隅角部鉄筋までの距離が遠くなり、鉄筋引張応力度は大きくなる。このため、この組合せケースにおいて、鉄筋の曲げ軸力（鉄筋引張応力度）の最大照査値が発生する。

表 4.10-49 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	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-7637	42649	319.7	660	0.49
				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)	-6989	37894	264.9	660	0.41
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-15158				
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	1488	43986	359.8	660	0.55
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	34634				
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	1250	40649	290.9	660	0.45
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	17346				
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-6878	46670	391.6	660	0.60
				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	316.9	660	0.49
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-21464				
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	3575	47521	393.5	660	0.60
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	36941				
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	3080	43343	319.7	660	0.49
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	18388				
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NE1	②－②断面	2250	2800	2375	D51@150 (SD685)	-9000	48591	410.9	660	0.63
				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	335.4	660	0.51
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	-21975				
	南基礎	端部杭	SE6	③－③断面	2250	2800	2300	D51@150 (SD685)	-7517	50096	394.3	660	0.60
				①－①断面	2800	2250	1875	D51@150 (SD685)	39223				
		中間杭	SE5	③－③断面	1800	2800	2300	D51@150 (SD685)	-1592	44629	305.6	660	0.47
				①－①断面	2800	1800	1275	D51@150 (SD685)	19541				

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 4.10-176 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 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。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 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、中実鉄筋コンクリートの場合と同様に中立軸が約 45° に傾く。中立軸が傾くと、中立軸から引張縁の隅角部鉄筋までの距離が遠くなり、鉄筋引張応力度は大きくなる。このため、この組合せケースにおいて、鉄筋の曲げ軸力 (鉄筋引張応力度) の最大照査値が発生する。

北基礎

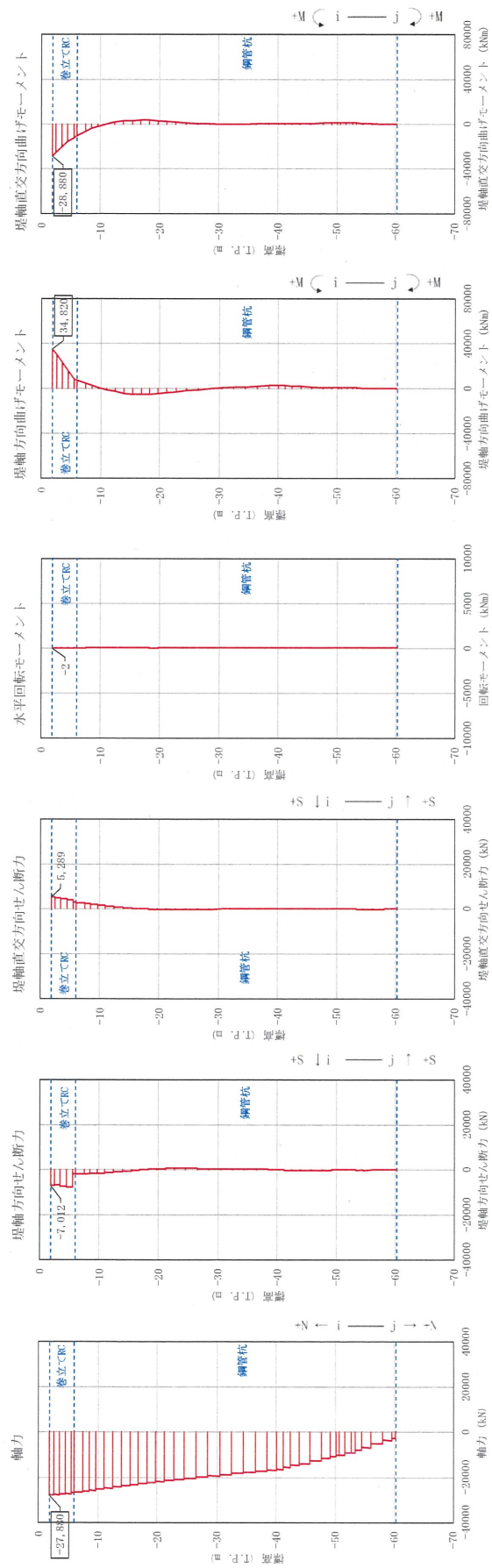


図 4.10-178 巻立て鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳津波), 北基礎, 地盤バネ4)

南基礎

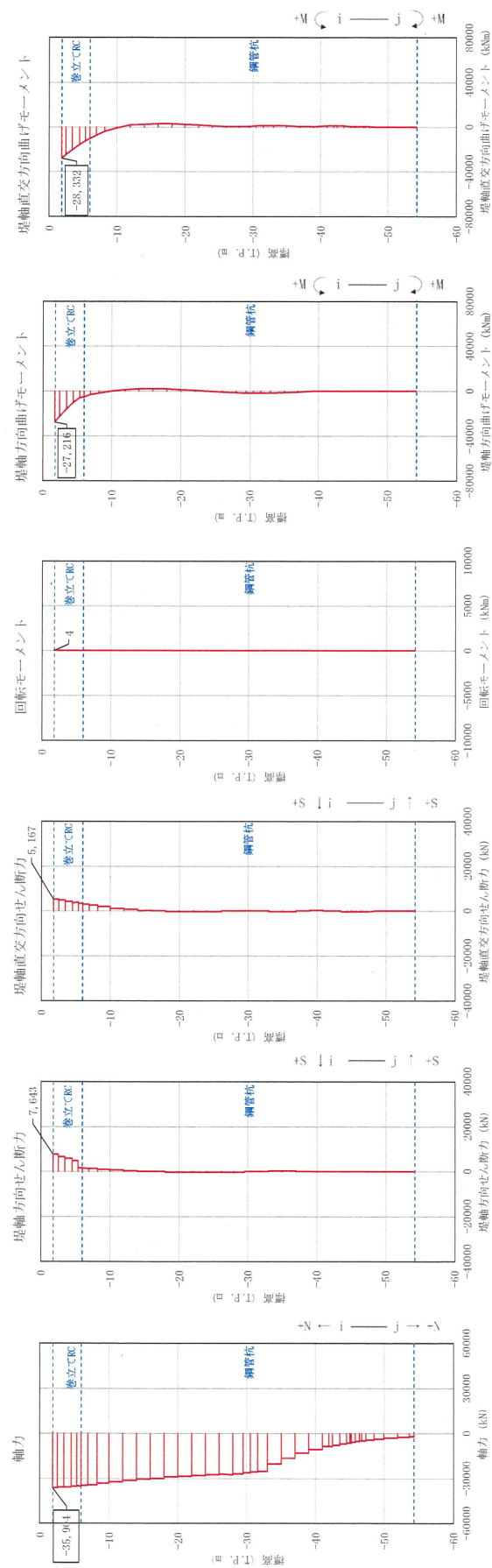


図 4.10-179 巻立て鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (重畳時 (基準津波), 南基礎, 地盤バネ5)

北基礎

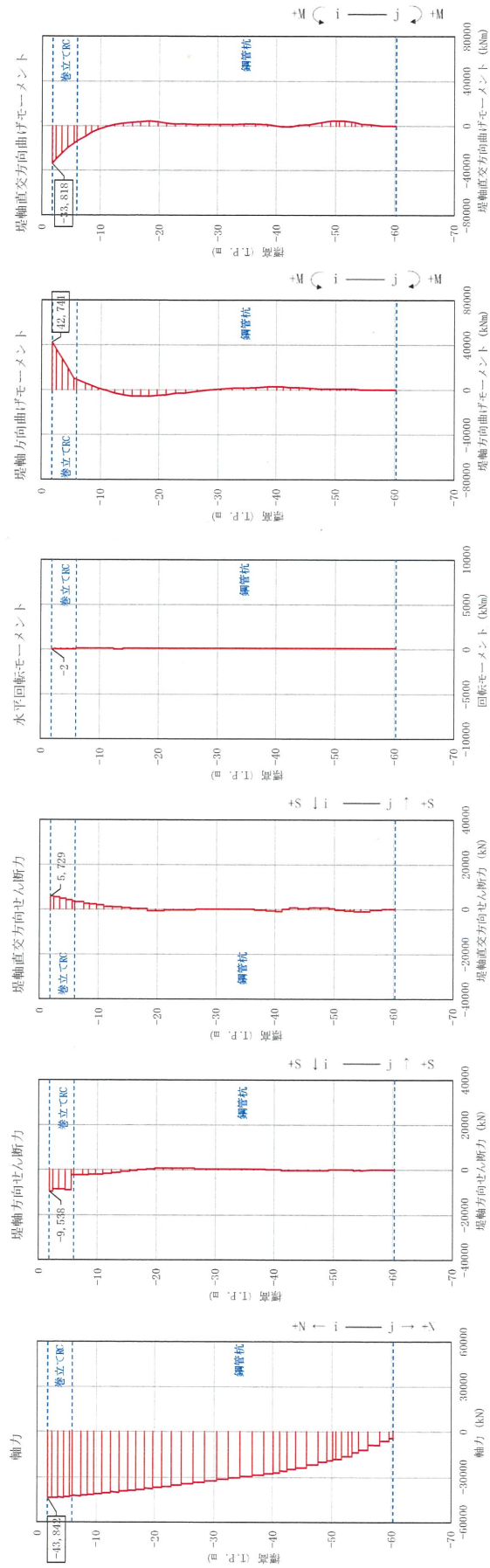


図 4.10-180 巻立て鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ4)

南基礎

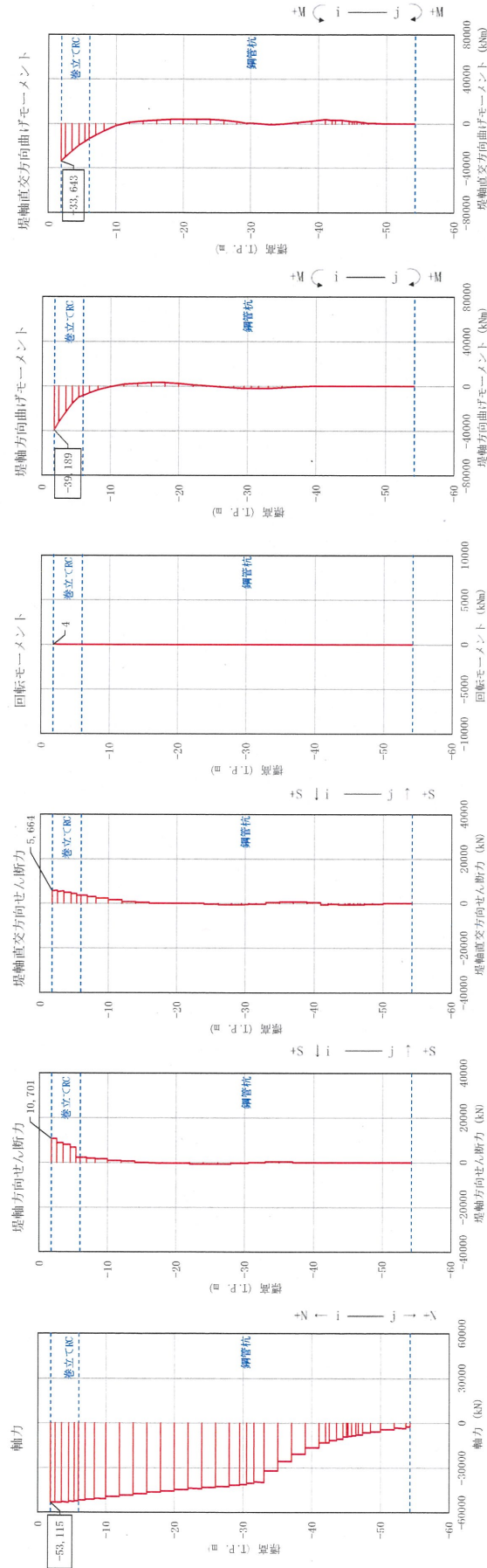


図 4.10-181 巻立て鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ5)

(ロ) せん断力に対する評価結果

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 4.10-182 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。

3次元静的フレーム解析によって得られるせん断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。発生応力は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出し、構造部材の発生応力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。せん断力照査における巻立て鉄筋コンクリートの考え方を図 4.10-183 に示す。

せん断力に対する照査結果を表 4.10-50 及び表 4.10-51 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 4.10-50 及び表 4.10-51 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図を図 4.10-184～図 4.10-191 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、重畳時（基準津波）において地盤バネ5の北基礎のNE 6 端部杭の①－①断面の 0.78 であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において地盤バネ5の北基礎のNE 1 端部杭の①－①断面の 0.82 である。

以上のことから、巻立て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。

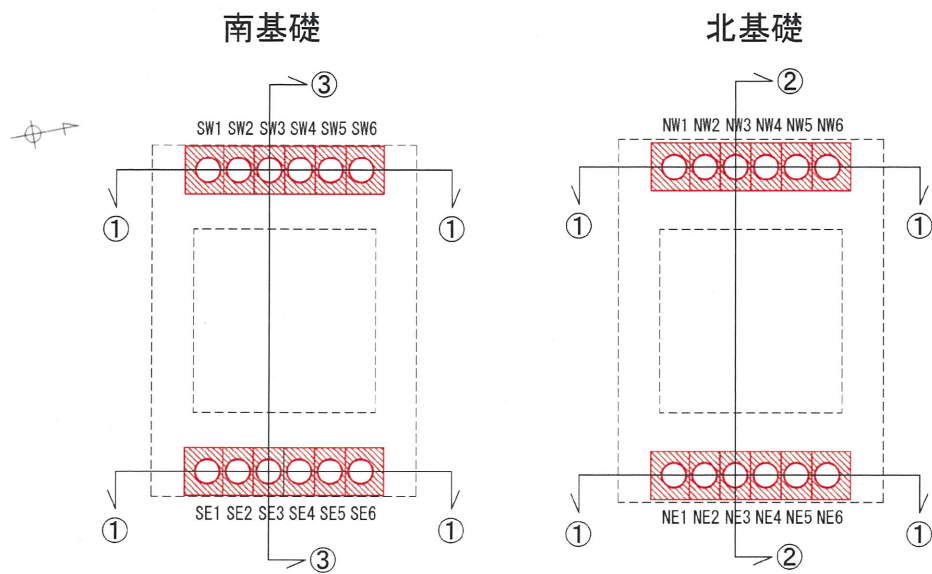


図 4.10-182 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート）

（図 4.10-65 の再掲）

【断面力の分担方法】

- ・ 鋼管杭のせん断力

$$V_s = \alpha_s \times V$$

$$\alpha_s = Z_s / (Z_s + A_s \times Z_{rc})$$

- ・ 巻立て鉄筋コンクリートのせん断力

$$V_{rc} = \alpha_{rc} \times V$$

$$\alpha_{rc} = A_s \times Z_{rc} / (Z_s + A_s \times Z_{rc})$$

ここで、 V : 鋼管杭と巻立て鉄筋コンクリート一体構造において算出したせん断力

A_s : 軸方向引張鉄筋の総断面積

Z_s : 鋼管杭の断面係数

Z_{rc} : 圧縮応力度の作用位置から引張鉄筋の図芯までの距離で、一般に $d/1.15$ としてよい (d は有効高さ)

【鉄筋コンクリートの有効断面】

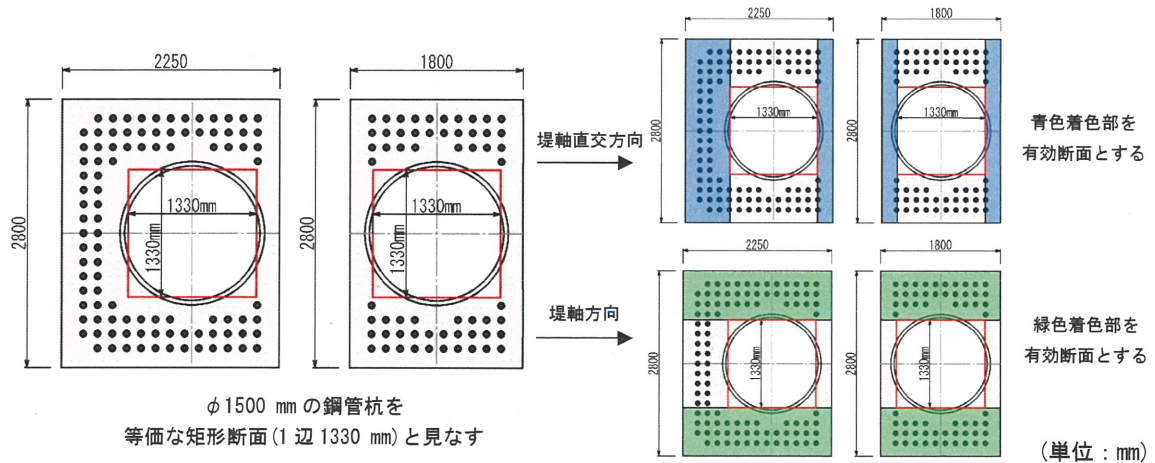


図 4.10-183 せん断力照査における巻立て鉄筋コンクリートの考え方

(図 4.10-72 の再掲)

表 4.10-50 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)*1					
地盤 パネ 3	北基礎	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	3079	6884	0.45	—
			NE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3164	6324	0.51	—
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	2394	4462	0.54	—
			NE2	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1025	4300	0.24	—
	南基礎	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	2836	5663	0.51	—
			SE1	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3413	6324	0.54	—
		中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	2312	3652	0.64	—
			SE5	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	957	4300	0.23	—
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	3358	6884	0.49	—
			NE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	4834	6324	0.77	—
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	2566	4462	0.58	○
			NE4	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1351	4300	0.32	—
	南基礎	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	2961	5663	0.53	—
			SE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3789	6324	0.60	—
		中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	2426	3652	0.67	○
			SE5	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1039	4300	0.25	—
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	3140	6884	0.46	—
			NE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	4929	6324	0.78	○
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	2416	4462	0.55	—
			NE2	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1363	4300	0.32	—
	南基礎	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	2667	5663	0.48	—
			SE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	3972	6324	0.63	○
		中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	2105	3652	0.58	—
			SE5	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1150	4300	0.27	—

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 4.10-182 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1.0倍、堤軸直交方向：東向き0.4倍、鉛直方向：上向き0.4倍である。堤軸方向の組合せ係数が北向き1.0倍であるため、堤軸方向の慣性力及び応答変位が最大になる。したがって、巻立て鉄筋コンクリートの堤軸方向のせん断力が大きく発生するため、このケースにおいて巻立て鉄筋コンクリートのせん断力に対する最大照査値が発生する。

表 4.10-51 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)*1					
地盤 パネ 3	北基礎	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	3537	7754	0.46	—
			NE1	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5241	7187	0.73	—
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	2794	4999	0.56	—
			NE2	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1511	4887	0.31	—
	南基礎	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	2984	6405	0.47	—
			SE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5063	7187	0.71	—
		中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	2467	4115	0.60	—
			SE5	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1458	4887	0.30	—
地盤 パネ 4	北基礎	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	3707	7754	0.48	—
			NE1	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5689	7187	0.80	—
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	2918	4999	0.59	○
			NE2	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1756	4887	0.36	—
	南基礎	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	3161	6405	0.50	—
			SE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5484	7187	0.77	—
		中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	2576	4115	0.63	○
			SE5	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1526	4887	0.32	—
地盤 パネ 5	北基礎	端部杭	NW1	②－②断面	2250	2800	2375	D35@300 (SD390)	3528	7754	0.46	—
			NE1	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5871	7187	0.82	○
		中間杭	NW2	②－②断面	1800	2800	2375	D35@300 (SD390)	2754	4999	0.56	—
			NE2	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1790	4887	0.37	—
	南基礎	端部杭	SW6	③－③断面	2250	2800	2300	D32@300 (SD390)	3130	6405	0.49	—
			SE6	①－①断面	2800	2250	1875	D32@300 (SD390)	5745	7187	0.80	○
		中間杭	SW4	③－③断面	1800	2800	2300	D32@300 (SD390)	2541	4115	0.62	—
			SE5	①－①断面	2800	1800	1275	D32@300 (SD390)	1619	4887	0.34	—

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 4.10-182 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：上向き 0.4 倍である。堤軸直交方向の組合せ係数が北向き 1.0 倍であるため、堤軸方向の慣性力、動水圧及び応答変位が最大になる。この場合には、慣性力、動水圧及び津波荷重により鋼製防護壁の支間部のたわみに伴い接合部に水平回転変位が発生し、頂版鉄筋コンクリートにも回転変位が生じる。頂版の水平回転に伴い、鋼管杭頭部付近に堤軸方向の曲げ変形及びせん断変形が生じる。したがって、巻立て鉄筋コンクリートの堤軸方向のせん断力が発生し、このケースにおいて巻立て鉄筋コンクリートのせん断力に対する最大照査値が発生する。

複合断面力 4198 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 2566 kN
 鋼管杭 1632 kN

北基礎

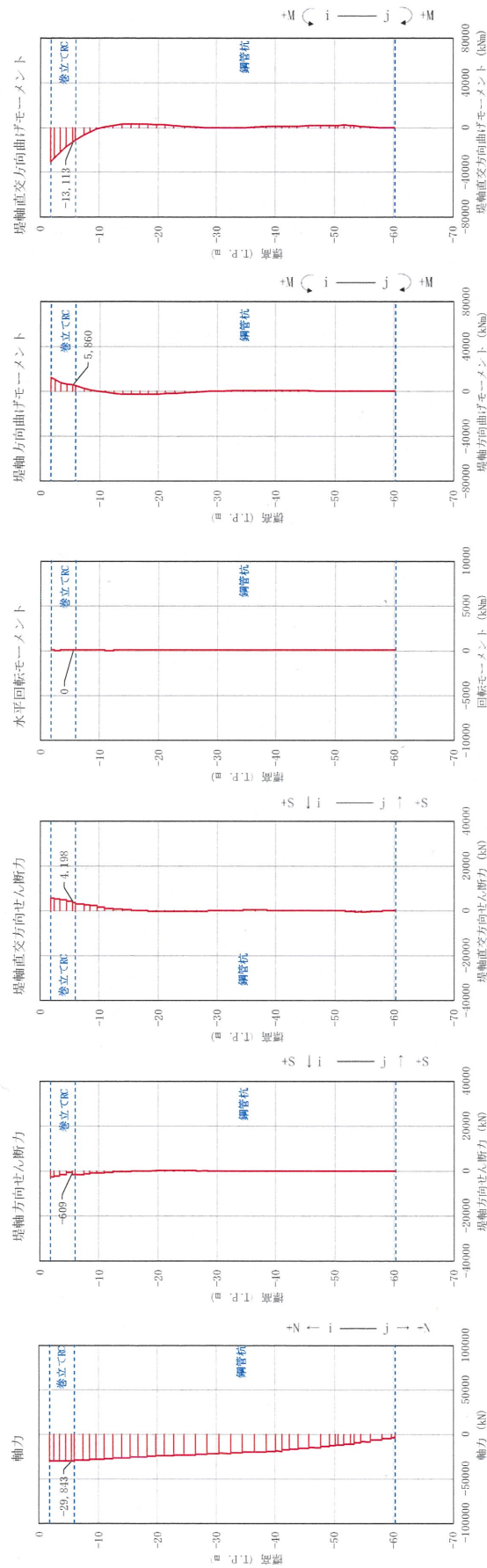


図 4.10-184 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ②-②断面 (重畳時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 4)

複合断面力 4816 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 2426 kN
 鋼管杭 2390 kN

南基礎

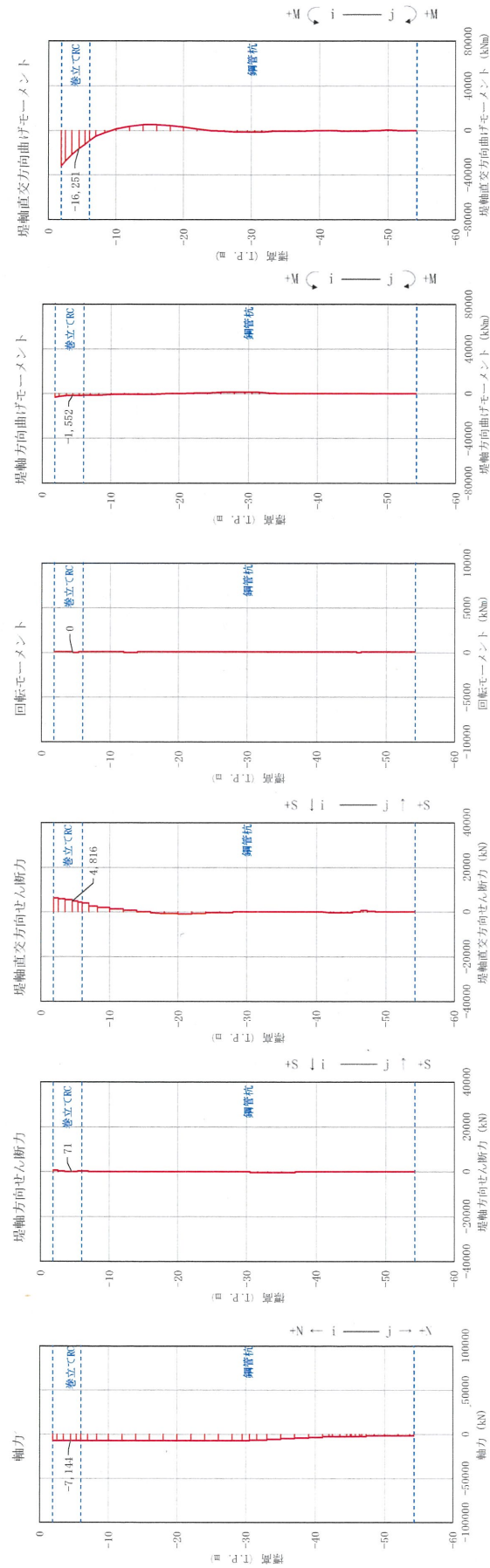


図 4.10-185 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ③-③断面 (重畳時 (基準津波), 南基礎, 地盤バネ 4)

複合断面力 7909 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 4929 kN
 鋼管杭 2980 kN

北基礎

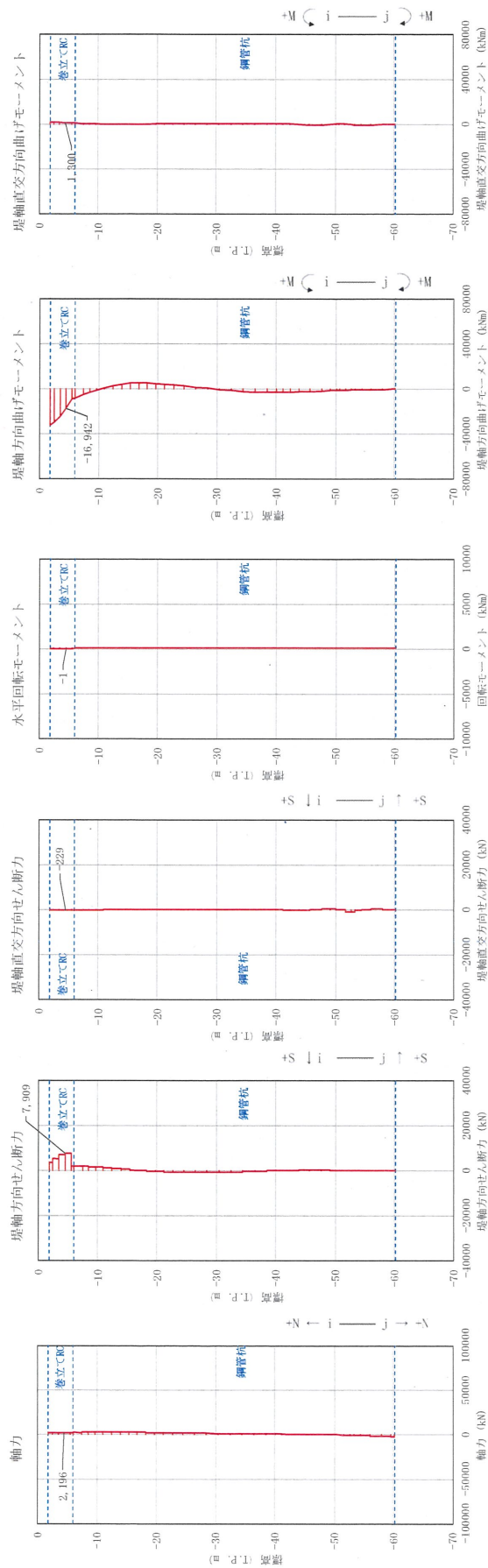


図 4.10-186 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ①-①断面 (重畳時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 5)

複合断面力 6567 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 3972 kN
 鋼管杭 2595 kN

南基礎

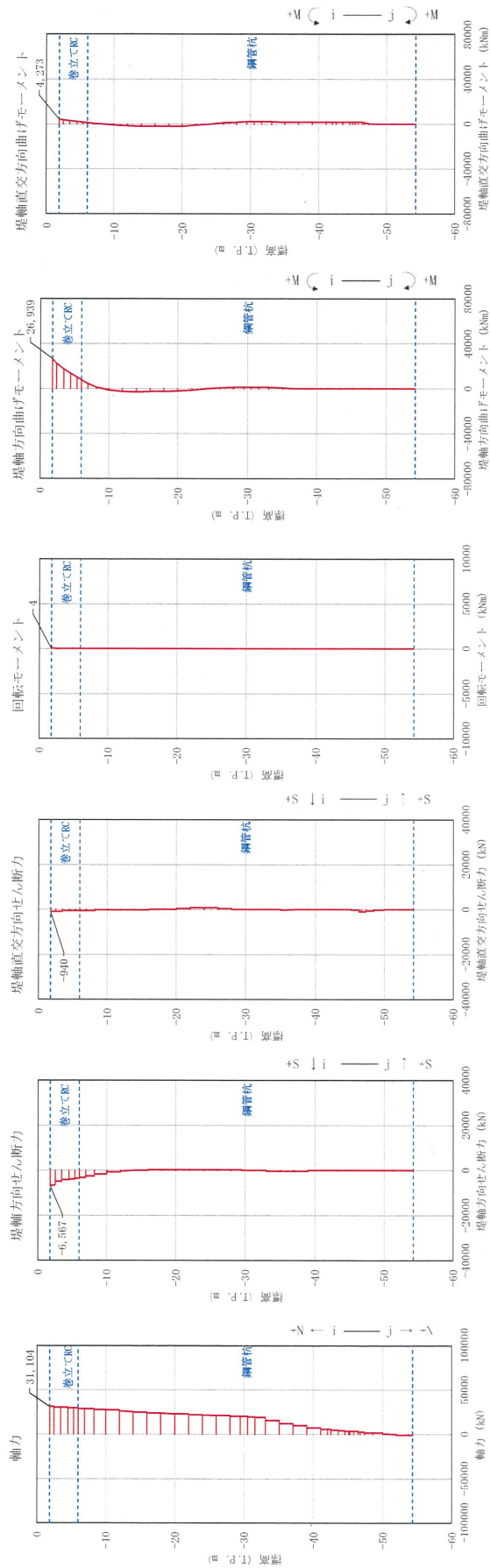


図 4.10-187 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ①-①断面 (重畳時 (基準津波), 南基礎, 地盤バネ 5)

複合断面力 4775 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 2918 kN
 鋼管杭 1857 kN
 北基礎

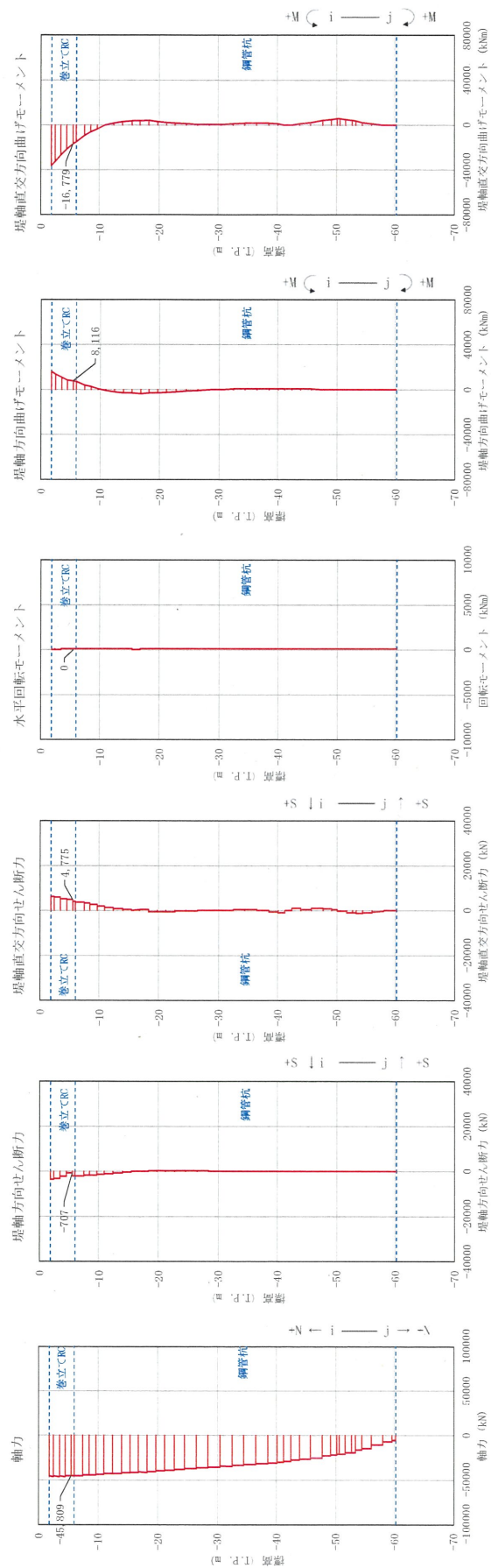


図 4.10-188 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ②-②断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤パネ 4)

複合断面力 5114 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 2576 kN
 鋼管杭 2538 kN
 南基礎

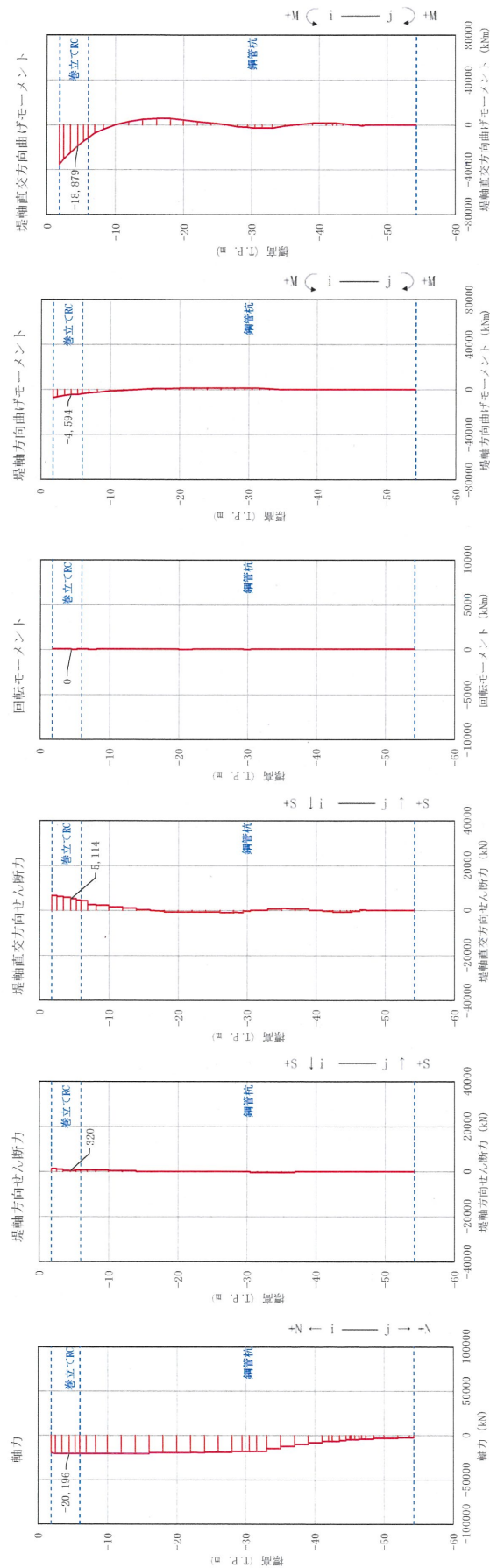


図 4.10-189 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ③-③断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤パネ 4)

複合断面力 9420 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 5871 kN
 鋼管杭 3549 kN

北基礎

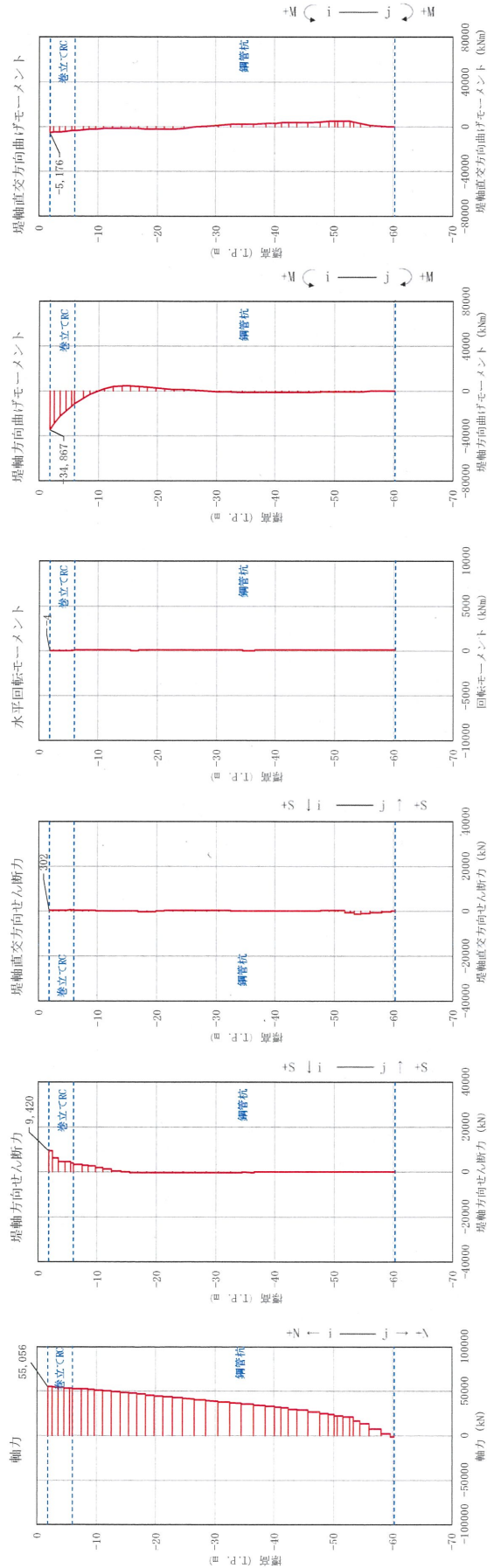


図 4.10-190 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ①ー①断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ5)

南基礎

複合断面力 9499 kN
 巻立て鉄筋コンクリート 5745 kN
 鋼管杭 3754 kN

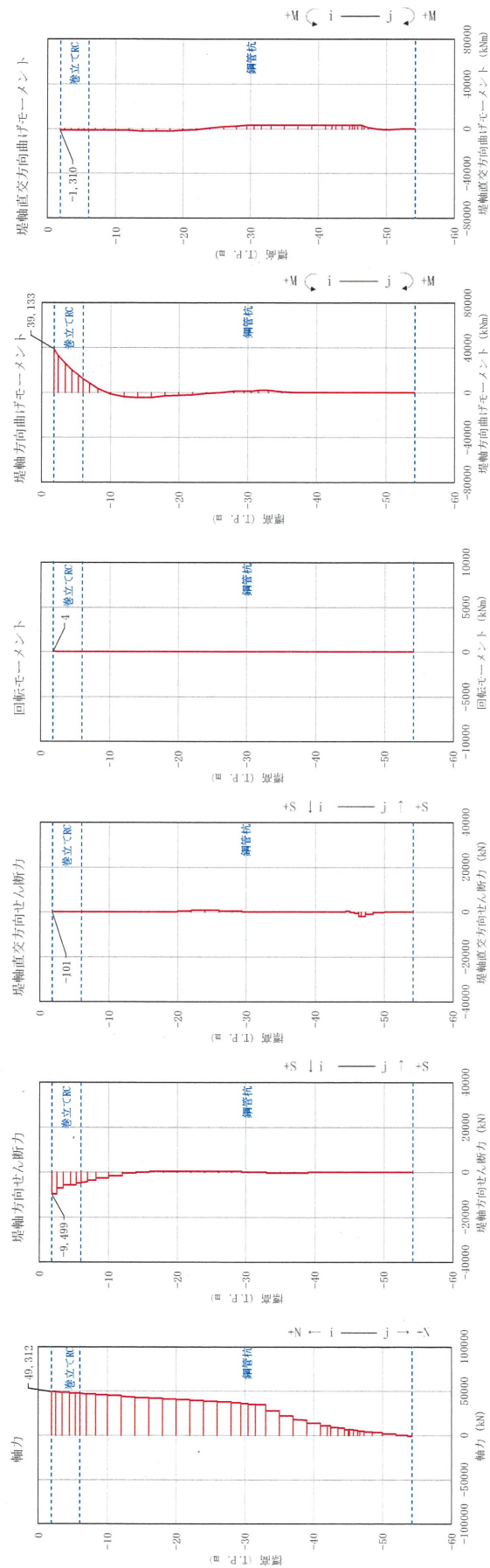


図 4.10-191 巻立て鉄筋コンクリートにおいてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
 ①ー①断面 (重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ5)

(ハ) 概略配筋図

評価結果で決定された配筋を図 4.10-81～図 4.10-83 に示す。

ロ. 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

曲げ軸力に対する評価は、図 4.10-192 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内の鋼管杭の名称は、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。

3次元静的フレーム解析によって得られる曲げ軸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。発生応力度は鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出し、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。巻立て鉄筋コンクリートの複合断面と照査断面位置を図 4.10-193 に示す。

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結果を表 4.10-52 及び表 4.10-53 に示す。なお、発生断面力及び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 4.10-52 及び表 4.10-53 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図を図 4.10-194～図 4.10-197 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、巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の圧縮応力度に対する最大照査値は、重畳時（基準津波）において地盤バネ5の北基礎のNW2鋼管杭の0.34、重畳時（敷地に遡上する津波）において地盤バネ5の南基礎のSW5鋼管杭の0.41である。引張応力度に対する最大照査値は、重畳時（基準津波）において地盤バネ5の北基礎のNE2鋼管杭の0.49であり、重畳時（敷地に遡上する津波）において地盤バネ5の南基礎のSE5鋼管杭の0.63である。

以上のことから、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。

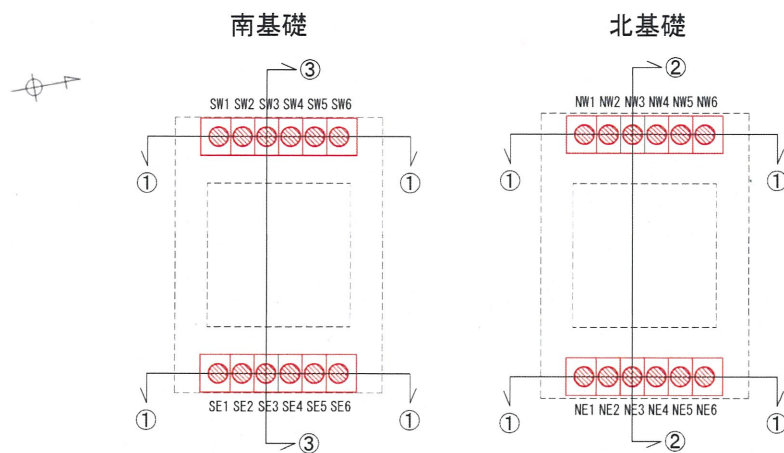


図 4.10-192 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭）

（図 4.10-84 の再掲）

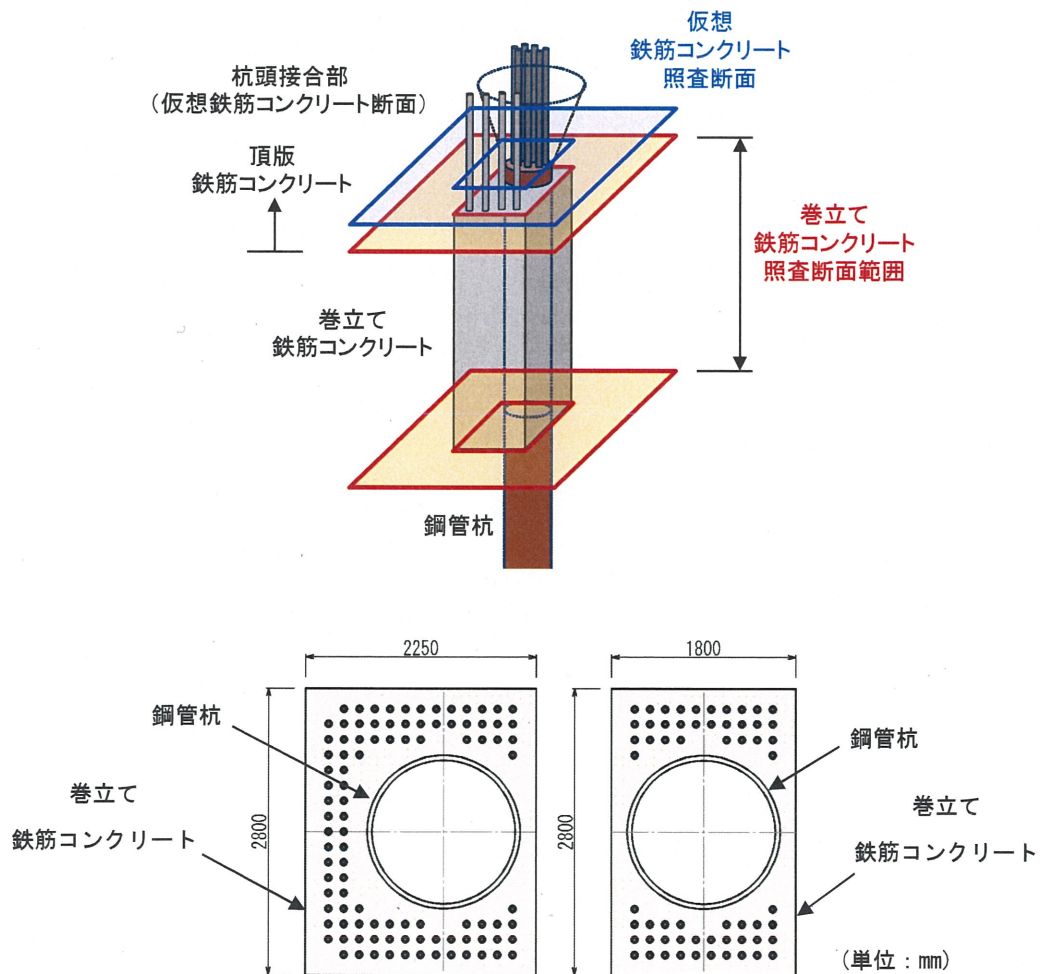


図 4.10-193 巻立て鉄筋コンクリートと鋼管杭の複合断面

（図 4.10-66 の再掲）

表 4.10-52 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				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	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-27370	-26524	125.6	442.5	0.29	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	10955					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	2085	21646	151.4	442.5	0.35	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-10526					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-23668	-27166	124.5	442.5	0.29	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-11318					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	5758	22716	175.4	442.5	0.40	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	11194					
地盤 パネ 4	北基礎	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-23884	-23339	147.6	442.5	0.34	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	18141					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-1169	16106	206.9	442.5	0.47	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	1563					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-19322	-14647	135.4	442.5	0.31	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-3866					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	500	23940	198.5	442.5	0.45	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	13707					
地盤 パネ 5	北基礎	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-20321	-11006	149.2	442.5	0.34	— ①
				①-①断面	SBHS500	1500	50	18905					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-3088	23695	214.6	442.5	0.49	○ ②
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-17951					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-17510	-5298	141.4	442.5	0.32	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-3623					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	3471	27135	206.9	442.5	0.47	○
				①-①断面	SBHS500	1500	50	13540					

注記 評価位置は図 4.10-192 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。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。西側の巻立てコンクリート内の鋼管杭は津波荷重等の堤軸直交方向の荷重により西側の地盤に押し付けられ、大きな地盤反力を受けるため、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 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。加えて、接合部及び頂版鉄筋コンクリートに発生する水平回転変位に伴い、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。さらに、鉛直方向の組合せ係数が下向き 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、この組合せケースにおいて巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の圧縮応力度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。東側の巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭は中実鉄筋コンクリートの背面側になるため、津波荷重等の堤軸直交方向の荷重が作用しても地盤反力が小さく、堤軸直交方向の曲げモーメントが小さくなる。堤軸方向の組合せ係数は北向き 1.0 倍であるため、堤軸方向の慣性力及び応答変位が最大になり、堤軸方向の曲げモーメントが大きくなる。加えて、接合部及び頂版鉄筋コンクリートに発生する水平回転変位に伴い、堤軸方向の曲げモーメントが増大する。さらに、鉛直方向の組合せ係数が上向き 0.4 倍であるため軸引張力が増加する。以上のことから、この組合せケースにおいて巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の引張応力度に対する最大照査値が発生する。

表 4.10-53 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				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	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-33368	-42800	176.5	500	0.36	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	14878					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-3504	42298	252.2	500	0.51	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-14866					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-28637	-43853	184.0	500	0.37	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-17342					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	1250	40649	282.8	500	0.57	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	17346					
地盤 パネ 4	北基礎	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-28583	-38414	193.8	500	0.39	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	21832					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-6676	41439	301.2	500	0.61	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-21464					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-30192	-46253	193.8	500	0.39	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-18256					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	3564	37226	302.4	500	0.61	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	14185					
地盤 パネ 5	北基礎	圧縮 応力度	NW2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-26251	-38962	194.9	500	0.39	—
				①-①断面	SBHS500	1500	50	22460					
		引張 応力度	NE2	②-②断面	SBHS500	1500	50	-8593	43023	311.2	500	0.63	○
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-21975					
	南基礎	圧縮 応力度	SW5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-28820	-47712	200.5	500	0.41	— ①
				①-①断面	SBHS500	1500	50	-19509					
		引張 応力度	SE5	③-③断面	SBHS500	1500	50	-1592	44629	312.2	500	0.63	○ ②
				①-①断面	SBHS500	1500	50	19541					

注記 評価位置は図 4.10-192 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。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 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。西側の巻立てコンクリート内の鋼管杭は、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。これらの荷重に加え津波荷重も作用するため、巻立て鉄筋コンクリートは西側の地盤に押し付けられ、大きな地盤反力を受ける。このため、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。加えて、接合部及び頂版鉄筋コンクリートに発生する水平回転変位に伴い、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発生する。さらに、鉛直方向の組合せ係数が下向き 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、この組合せケースにおいて巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の圧縮応力度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：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。東側の巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭は中実鉄筋コンクリートの背面側になるため、津波荷重等の堤軸直交方向の荷重が作用しても地盤反力が小さく、堤軸直交方向の曲げモーメントが小さくなる。堤軸方向の組合せ係数は南向き 0.4 倍であるため、堤軸方向の慣性力及び応答変位が作用し、堤軸方向の曲げモーメントが発生する。加えて、接合部及び頂版鉄筋コンクリートに発生する水平回転変位に伴い、堤軸方向の曲げモーメントが増大する。さらに、鉛直方向の組合せ係数が上向き 0.4 倍であるため軸引張力が増加する。以上のことから、この組合せケースにおいて巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の引張応力度に対する最大照査値が発生する。

北基礎

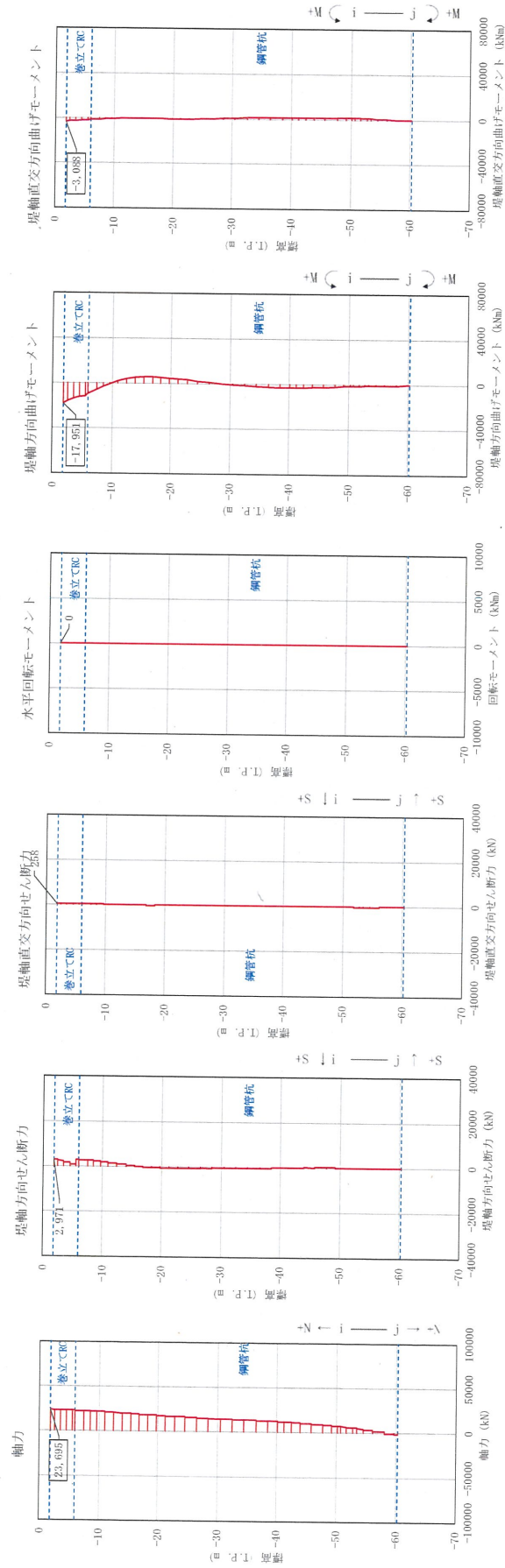


図 4.10-194 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 5)

南基礎

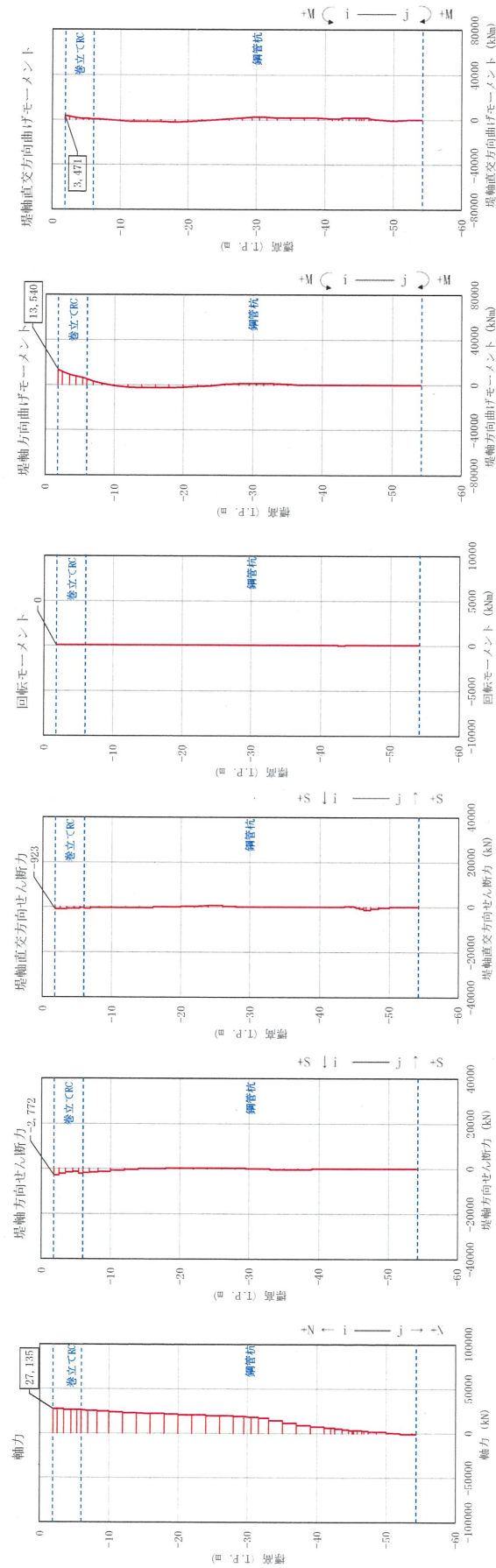


図 4.10-195 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (重畳時 (基準津波), 南基礎, 地盤バネ 5)

北基礎

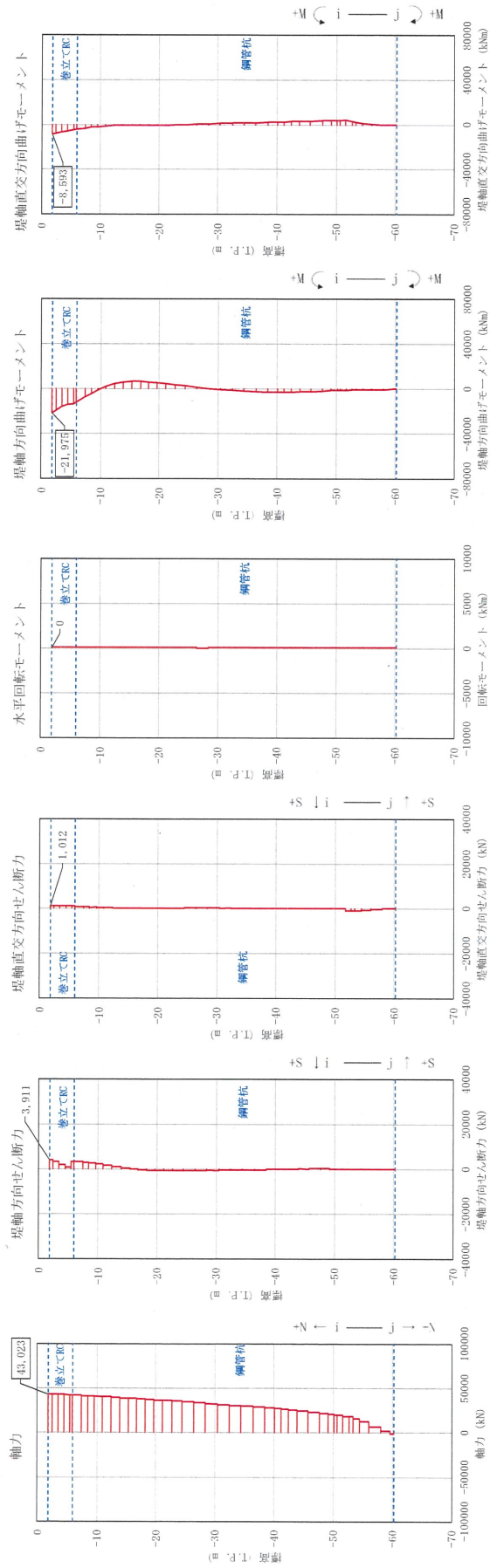


図 4.10-196 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ②-②断面, (重畳時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ5)

南基礎

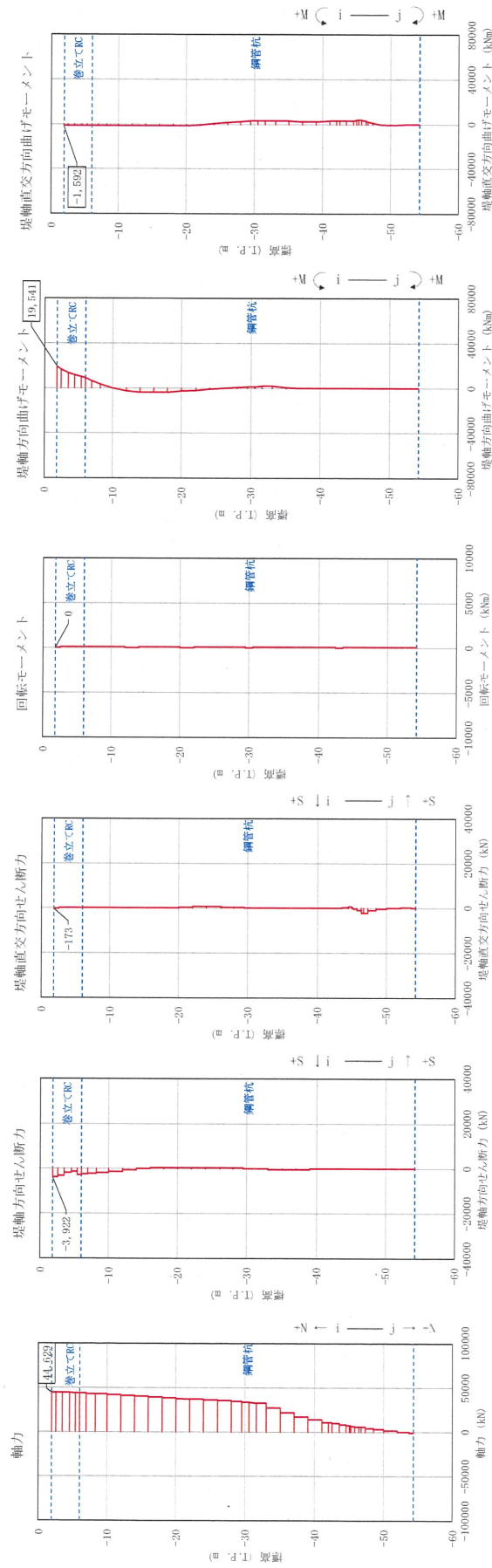


図 4.10-197 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭において曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①—①断面, ③—③断面, (重畳時 (敷地に遡上する津波), 南基礎, 地盤バネ5)

(ロ) せん断力に対する評価結果

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 4.10-198 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内の鋼管杭の名称は、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。

3次元静的フレーム解析によって得られるせん断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、鉄筋コンクリートと鋼管杭の分担を考慮して算出し、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。せん断力照査における巻立て鉄筋コンクリートの考え方を図 4.10-199 に示す。

巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭のせん断力に対する照査結果を表 4.10-54 及び表 4.10-55 に示す。なお、発生せん断力及び発生せん断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 4.10-54 及び表 4.10-55 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図を図 4.10-200～図 4.10-207 に示す。

巻立て鉄筋コンクリート内の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、評価位置における巻立て鉄筋コンクリート内の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、巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭のせん断力に対する最大照査値は、重畳時（基準津波）において地盤バネ5の南基礎のSW6鋼管杭①-①断面の0.29、重畳時（敷地に遡上する津波）において地盤バネ5の南基礎のSW6鋼管杭①-①断面の0.35である。

以上のことから、巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭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。

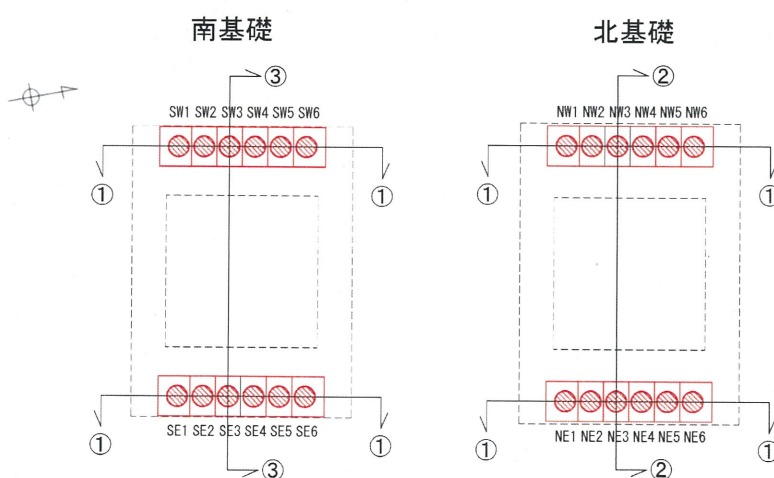


図 4.10-198 評価位置図（巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭）

(図 4.10-84 の再掲)

【断面力の分担方法】

- ・鋼管杭のせん断力

$$V_s = \alpha_s \times V$$

$$\alpha_s = Z_s / (Z_s + A_s \times Z_{rc})$$

- ・巻立て鉄筋コンクリートのせん断力

$$V_{rc} = \alpha_{rc} \times V$$

$$\alpha_{rc} = A_s \times Z_{rc} / (Z_s + A_s \times Z_{rc})$$

ここで、 V : 鋼管杭と巻立て鉄筋コンクリート一体構造において算出したせん断力

A_s : 軸方向引張鉄筋の総断面積

 Z_s : 鋼管杭の断面係数

Z_{rc} : 圧縮応力度の作用位置から引張鉄筋の図芯までの距離で、一般に $d/1.15$ としてよい (d は有効高さ)

【鉄筋コンクリートの有効断面】

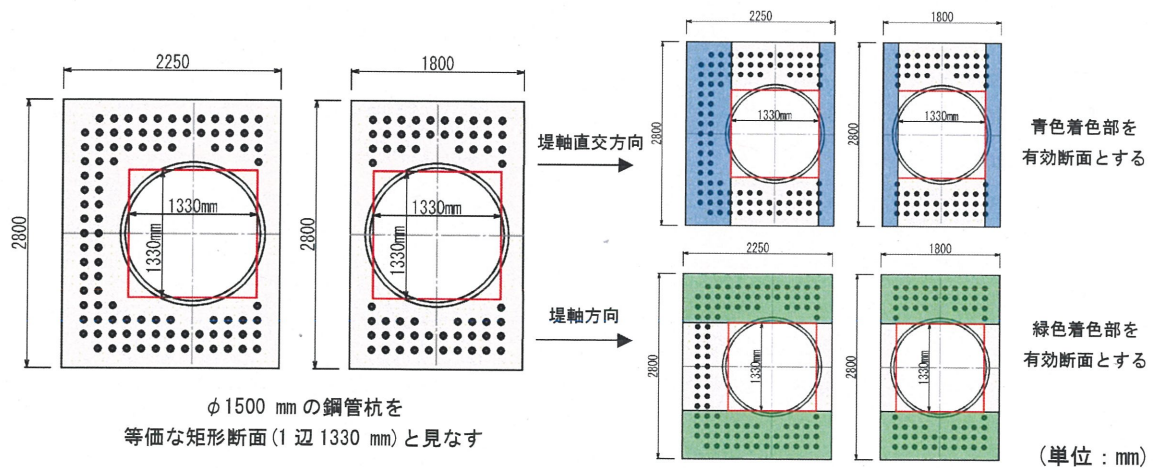


図 4.10-199 せん断力照査における巻立て鉄筋コンクリートの考え方

(図 4.10-72 の再掲)

表 4.10-54 せん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				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_a	断面力図
					材質	外径 ϕ (mm)	肉厚 t (mm)					
地盤 パネ 3	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	6503	58.3	255	0.23	—
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	6196	55.6	255	0.22	—
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	6912	62.0	255	0.25	—
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	7015	62.9	255	0.25	—
地盤 パネ 4	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	6883	61.7	255	0.25	○
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	7922	71.0	255	0.28	—
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	7089	63.6	255	0.25	○
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	7984	71.6	255	0.29	—
地盤 パネ 5	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	6485	58.1	255	0.23	—
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	8168	73.2	255	0.29	○
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	6505	58.3	255	0.23	—
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	8184	73.4	255	0.29	○

注記 評価位置は図 4.10-198 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。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：下向き 0.4 倍である。堤軸方向の組合せ係数が北向き 1.0 倍であるため、堤軸方向の慣性力及び応答変位が最大になる。したがって、巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の堤軸方向のせん断力が大きく発生するため、このケースにおいて巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭のせん断力に対する最大照査値が発生する。

表 4.10-55 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				鋼管杭仕様			発生断面力 (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_a	断面力図
					材質	外径 ϕ (mm)	肉厚 t (mm)					
地盤 パネ 3	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	7048	63.2	285	0.23	—
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	8706	78.1	285	0.28	—
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	7168	64.3	285	0.23	—
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	9937	89.1	285	0.32	—
地盤 パネ 4	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	7326	65.7	285	0.24	○
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	9538	85.5	285	0.31	—
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	7435	66.7	285	0.24	○
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	10847	97.3	285	0.35	—
地盤 パネ 5	北基礎	NW1	堤軸直交 方向	②-②断面	SBHS500	1500	50	7037	63.1	285	0.23	—
		NW1	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	9744	87.4	285	0.31	○
	南基礎	SW1	堤軸直交 方向	③-③断面	SBHS500	1500	50	6667	59.8	285	0.21	—
		SW6	堤軸 方向	①-①断面	SBHS500	1500	50	11007	98.7	285	0.35	○

注記 評価位置は図 4.10-198 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。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：下向き 0.4 倍である。堤軸方向の組合せ係数が北向き 1.0 倍であるため、堤軸方向の慣性力及び応答変位が最大になる。したがって、巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭の堤軸方向のせん断力が大きく発生するため、このケースにおいて巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭のせん断力に対する最大照査値が発生する。

北基礎

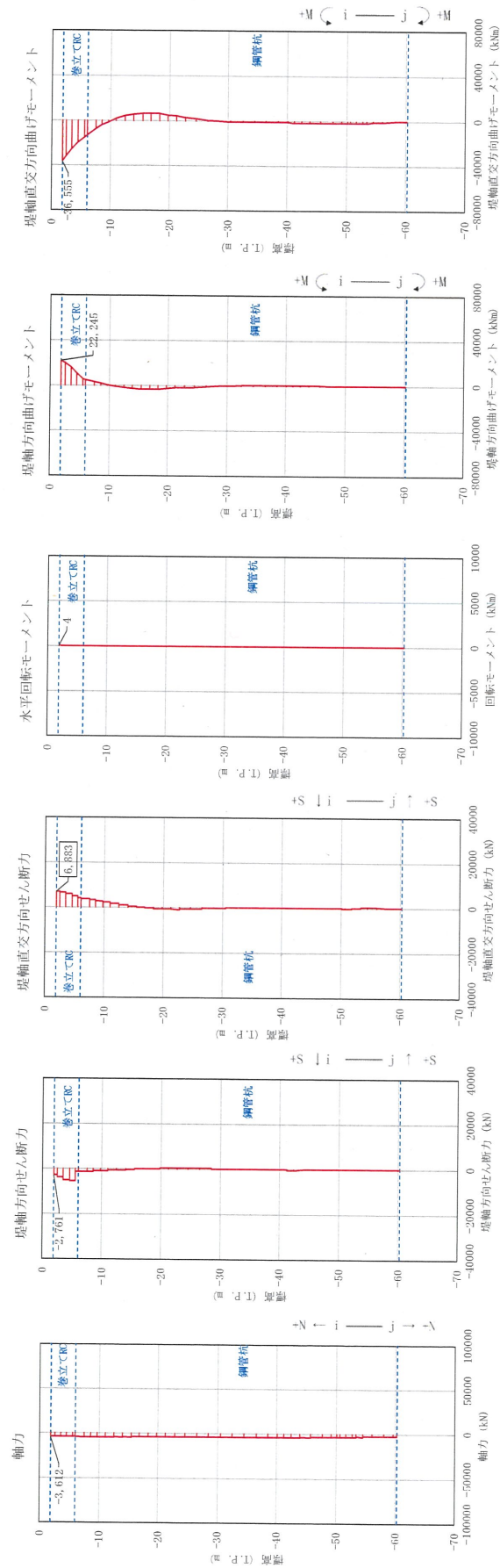


図 4.10-200 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
②-②断面 (重畳時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 4)

南基礎

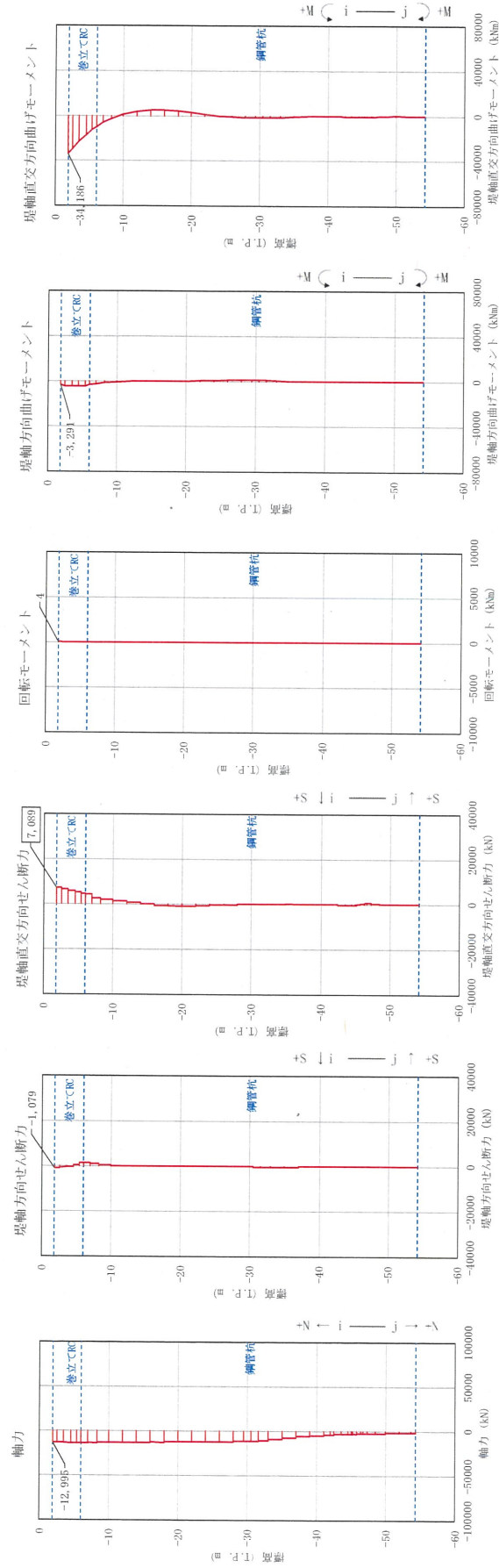


図 4.10-201 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図
③-③断面 (重畳時 (基準津波), 南基礎, 地盤バネ 4)

北基礎

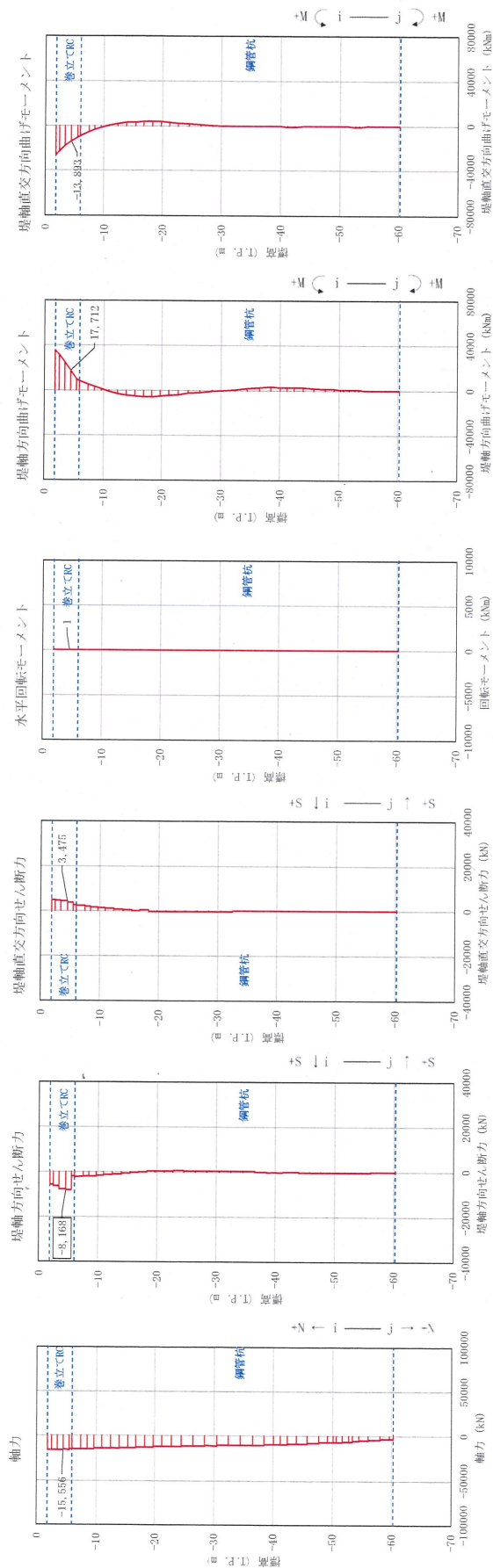


図 4.10-202 巻立て鉄筋コンクリート内の鋼管杭においてせん断応力度照査結果が最も厳しい断面力図

①ー①断面 (重畳時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 5)