

b. 重畳時（敷地に遡上する津波）

表 4.9-11 に敷地に遡上する津波時の荷重条件を示す。

表 4.9-11 荷重条件(敷地に遡上する津波)

荷重の項目	単位	重畳時		
		地盤バネ 3	地盤バネ 4	地盤バネ 5
重力加速度	g	m/s^2		
設計用湛水深	h	m		
水平設計震度	kh	—	0.23	0.22
鉛直設計震度	Kv	—	0.21	0.20
鋼製防護壁底面標高の波圧強度	$p1$	kN/m^2		
鋼製防護壁天端標高の波圧強度	$p2$	kN/m^2		
固定荷重	G	kN		
積載荷重	P	kN		
積雪荷重	P_s	kN/m^2		
遡上津波荷重	P_t	kN		
衝突荷重	P_c	—	—	—
余震荷重				
水平方向慣性力	K_{sdh}	kN	99082	94774
鉛直方向慣性力	K_{sdv}	kN	90466	86158
動水圧合力	P_d	kN	48614	46500
動水圧の作用高さ	y	T. P. m	9.27	
風荷重	P_k	kN/m^2	—	—

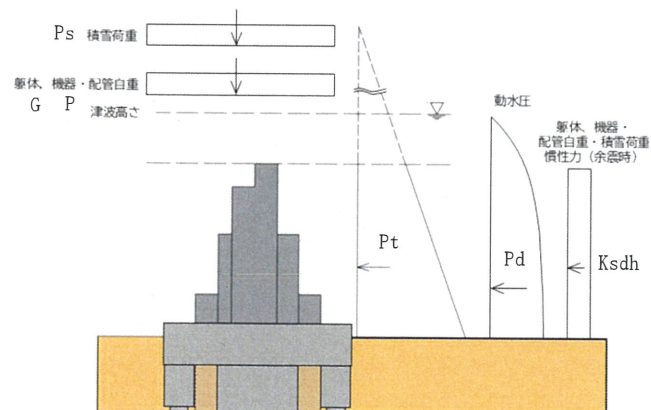


図 4.9-22 荷重条件(敷地に遡上する津波)

4.10 評価結果

4.10.1 評価結果総括

防潮堤（鋼製防護壁）の評価結果総括表を表 4.10-1～表 4.10-5 に示す。

鋼製防護壁基礎は、中実鉄筋コンクリート、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おいて、発生応力が許容限界以下である。鋼製防護壁は、主部材において、発生応力が許容限界以下である。接合部は、アンカーボルト、ベースプレート及び中詰め鉄筋コンクリートにおいて、発生応力が許容限界以下である。

支持性能は、中実鉄筋コンクリート及び鋼管杭において、接地圧が極限支持力度以下である。

止水ジョイント部は止水ジョイント部材の変形量が許容限界以下である。

以上より、耐津波評価において、各評価対象部位の発生応力、接地圧及び変位量が許容限界以下であることを確認した。

なお、評価結果総括表に示す最大照査値のほとんどは、荷重が最大になる重畳時（敷地に遡上する津波）において発生しているが、最大照査値の一部は他の荷重ケースにおいて発生している。

これらのうち北基礎の杭頭接合部（鋼管杭頭及び巻き立て鉄筋コンクリート）のコンクリート圧縮応力度では、重畳時（基準津波時）に最大照査値が発生している。これは、許容限界の設定において考慮する割増係数によるものである。敷地に遡上する津波に対するコンクリート圧縮応力度の許容限界は割増係数 2.0（鉄筋は 1.65）を乗じて設定するため、許容限界が 32 N/mm^2 になる。一方、基準津波に対するコンクリート圧縮応力度の許容限界は割増係数 1.5（鉄筋も 1.5）を乗じて設定するため、 24 N/mm^2 になる。したがって、基準津波を対象にする場合の方が、許容限界の割増率が小さくなる。荷重については、敷地に遡上する津波を対象にする場合よりも基準津波を対象にする場合の方が、荷重が小さいため、発生する応力度は基準津波を対象にする場合の方が小さくなる。しかし、上記のとおり許容限界も小さいため、応力度の発生状況によっては、基準津波を対象にした場合の照査値が敷地に遡上する津波を対象にする場合の照査値を上回ることがある。このような状況が発生したのが、北基礎の杭頭接合部のコンクリート圧縮応力度の最大照査値である。

さらに、巻立て鉄筋コンクリートのコンクリート圧縮応力度に対する照査では、津波時（敷地に遡上する津波）の地盤バネ 2 で最大照査値が発生し、同せん断力に対する照査では、津波時（敷地に遡上する津波）の地盤バネ 1 で最大照査値が発生する。津波時の地盤バネの設定は、剛性及び強度について両極端（最高剛性の地盤バネ 1 及び最低剛性の地盤バネ 2）であるため、巻立て鉄筋コンクリートと頂版鉄筋コンクリートの接合部付近に大きな影響が生じる。地盤バネ 1 のように剛性の高い地盤バネは地盤反力が大きいため、巻立て鉄筋コンクリートが地盤反力を受けることにより、頂版鉄筋コンクリートとの接合部付近において断面力、特にせん断力が局所的に増加する。一方、地盤バネ 2 のように剛性の低い地盤バネは地盤反力が小さいため、巻立て鉄筋コンクリートは地盤による拘束を受け難くなる。このため、巻立て鉄筋コンクリートが変形しやすくなり、頂版鉄筋コンクリートとの接合部付近において断面力、特に曲げモーメントが局所的に増加する。このように、部材によっては

地盤拘束の影響を強く受けるものがあり、その典型的な例が以上で示した巻立て鉄筋コンクリートである。

表 4.10-1 鋼製防護壁基礎の評価結果総括表

評価対象部材		評価項目	北基礎					南基礎				
			津波 種別	地盤 パネ	発生値	許容 限界	照査 値	津波 種別	地盤 パネ	発生値	許容 限界	照査 値
中実鉄筋コンクリート		コンクリート 圧縮応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	13.3	32.0	0.42	基準 津波	4 重畳	12.6	24.0	0.53
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	257.4	478.5	0.54	遡上 津波	4 重畳	265.8	478.5	0.56
		せん断力 (kN)	遡上 津波	3 重畳	185592	229529	0.81	遡上 津波	4 重畳	214108	247591	0.87
鋼管杭		曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	4 重畳	452.4	500.0	0.91	遡上 津波	5 重畳	434.1	500.0	0.87
		曲げ引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	420.1	500.0	0.85	遡上 津波	5 重畳	393.4	500.0	0.79
		せん断応力度 (N/mm ²)	基準 津波	5 重畳	38.4	255.0	0.16	遡上 津波	4 重畳	45.3	285.0	0.16
巻立て 鉄筋 コンク リート	鉄筋コンク リート	コンクリート 圧縮応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	2 津波	25.5	32.0	0.80	遡上 津波	2 津波	23.6	32.0	0.74
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	410.9	660.0	0.63	遡上 津波	5 重畳	394.3	660.0	0.60
		せん断力 (kN)	遡上 津波	1 津波	14028	14469	0.97	遡上 津波	1 津波	8494	9187	0.93
	内部の 鋼管杭	曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	194.9	500.0	0.39	遡上 津波	5 重畳	200.5	500.0	0.41
		曲げ引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	311.2	500.0	0.63	遡上 津波	5 重畳	312.2	500.0	0.63
		せん断応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	1 津波	237.0	285.0	0.84	遡上 津波	1 津波	216.8	285.0	0.77
		杭頭 接合部	鋼管杭頭部	コンクリート 圧縮応力度 (N/mm ²)	基準 津波	5 重畳	9.0	24.0	0.38	遡上 津波	5 重畳	11.4
鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波			5 重畳	355.5	660.0	0.54	遡上 津波	5 重畳	359.3	660.0	0.55
巻立て鉄筋 コンクリー ト頭部	コンクリート 圧縮応力度 (N/mm ²)		基準 津波	4, 5 重畳	22.4	24.0	0.94	遡上 津波	2 津波	28.9	32.0	0.91
	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	606.3	660.0	0.92	遡上 津波	4 重畳	632.5	660.0	0.96	
頂版鉄筋コンクリート		コンクリート 圧縮応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	21.7	32.0	0.68	遡上 津波	4 重畳	18.8	32.0	0.59
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	5 重畳	593.8	660.0	0.90	遡上 津波	5 重畳	432.3	478.5	0.91
		せん断力 (kN)	遡上 津波	5 重畳	28748	31785	0.91	遡上 津波	5 重畳	29790	31712	0.94

注記：各評価項目において、北基礎の評価結果と南基礎の評価結果を比較して大きい方を で着色する。

地盤パネの欄に示す上段の数字は地盤パネケース、下段は決定した荷重（「津波時」又は「重畳時」）を示す。

表 4.10-2 鋼製防護壁の評価結果総括表

評価対象部材	評価項目	鋼製防護壁				
		津波種別	地盤バネ	発生値	許容限界	照査値
鋼製防護壁 外面鋼板及び 隔壁からなる 主部材 (SBHS700)	直応力度 (N/mm ²)	遡上津波	5 重畳	324.6	697.0	0.47
	せん断応力度 (N/mm ²)	遡上津波	5 重畳	246.6	399.5	0.62
	合成応力度 (-)	遡上津波	5 重畳	0.56	1.20	0.47
鋼製防護壁 補剛材 (SBHS700)	断面2次モーメント (cm ⁴)	—	—	26483	37137	0.72
	断面積 (cm ²)	—	—	35.8	108.8	0.33
鋼製防護壁 添接板 (SBHS700)	引張軸力最大時 必要断面積 (cm ²)	—	—	70.3	270.3	0.27
	圧縮軸力最大時 必要断面積 (cm ²)	—	—	67.5	373.9	0.19

注記：地盤バネの欄に示す上段の数字は地盤バネケース，下段は決定した荷重（「津波時」又は「重畳時」）を示す。

表 4.10-3 接合部の評価結果総括表

評価対象部材			北基礎接合部					南基礎接合部				
			津波種別	地盤バネ	発生値	許容限界	照査値	津波種別	地盤バネ	発生値	許容限界	照査値
アンカー ボルト 接合部	アンカー ボルト	引張応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	3 重畳	188.3	355.0	0.54	遡上 津波	5 重畳	216.2	355.0	0.61
		定着長 (cm)	—	—	236.9	252.0	0.95	—	—	236.9	252.0	0.95
	ベース プレート	軸圧縮応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	3 重畳	148.2	450.0	0.33	遡上 津波	5 重畳	163.3	450.0	0.37
		曲げ応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	3 重畳	41.8	355.0	0.12	遡上 津波	5 重畳	46.0	355.0	0.13
		せん断力応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	3 重畳	35.2	260.0	0.14	遡上 津波	5 重畳	38.8	260.0	0.15
		合成応力度 (-)	遡上 津波	3 重畳	0.030	1.20	0.03	遡上 津波	5 重畳	0.036	1.20	0.04
	コーン せん断 補強鉄筋	コーンせん断 応力度 (kN)	遡上 津波	3 重畳	0.994	1.407	0.71	遡上 津波	5 重畳	1.142	1.554	0.74
中詰め 鉄筋 コンクリ ート	せん断 補強鉄筋	せん断力 (kN)	遡上 津波	3 重畳	198989	252547	0.79	遡上 津波	5 重畳	224237	252547	0.89
	水平回転 に対する 鉄筋	水平鉄筋応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	3 重畳	201.4	478.5	0.43	遡上 津波	5 重畳	331.4	478.5	0.70
	水平回転 に対する 鉄筋	鉛直鉄筋応力度 (N/mm ²)	遡上 津波	3 重畳	115.9	478.5	0.25	遡上 津波	5 重畳	190.6	478.5	0.40
	ずれ止め スタッド	スタッドの配置 間隔 (mm)	遡上 津波	3 重畳	100mm × 100mm	137mm × 137mm	0.54	遡上 津波	5 重畳	100mm × 100mm	118mm × 118mm	0.72

注記：各評価項目において，北基礎の評価結果と南基礎の評価結果を比較して大きい方を で着色する。

地盤バネの欄に示す上段の数字は地盤バネケース，下段は決定した荷重（「津波時」又は「重畳時」）を示す。

表 4.10-4 支持性能の評価結果総括表

評価対象部材	評価項目	北基礎底面					南基礎底面				
		津波 種別	地盤 ケース	発生値	許容 限界	照査 値	津波 種別	地盤 ケース	発生値	許容 限界	照査 値
中実鉄筋コンクリート 底面	支持力度 (N/mm ²)	基準 津波	⑤	1918	6116	0.32	基準 津波	⑥	1642	5991	0.28
鋼管杭底面	支持力度 (N/mm ²)	遡上 津波	③	4338	5092	0.86	遡上 津波	③	3849	5039	0.77

注記：各評価項目において、北基礎の評価結果と南基礎の評価結果を比較して大きい方を■で着色する。

表 4.10-5 止水ジョイント部の評価結果総括表

評価対象部材	評価項目	北基礎			
		津波 種別	地盤 パネ	発生値	許容 限界
止水ジョイント部材	変形量 (m)	遡上 津波	5 重畳	1.059	2.000

注記：地盤パネの欄に示す上段の数字は地盤パネケース，下段は決定した荷重（「津波時」又は「重畳時」）を示す。

4.10.2 評価結果詳細

防潮堤（鋼製防護壁）を構成する各部材の評価結果の詳細を、津波時及び重畳時に区分して以下に示す。

(1) 津波時の強度評価結果

a. 鋼製防護壁基礎の評価結果

(a) 中実鉄筋コンクリートの評価結果

イ. 曲げ軸力に対する評価結果

曲げ軸力に対する評価は、部材の断面力及び応力度の発生状況に基づき、鉄筋仕様の異なる5種類の部材に対して行う。部材の構成は、図4.10-1に示すとおり北基礎が1種類、南基礎が4種類（上部、中央（上）、中央（下）及び下部）であり、これらの部材の概略配筋図は図4.10-43～図4.10-49に示すとおりである。

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

コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果を表4.10-6及び表4.10-7に、鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果を表4.10-8及び表4.10-9にそれぞれ示す。なお、発生応力度は、各地盤バネケースにおいて最大となる値を示している。表4.10-6～表4.10-9に示す照査結果では、5種類の部材に対して2種類の地盤バネ条件（地盤バネ1及び地盤バネ2）のうち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4.10-2～図4.10-21に示す。

中実鉄筋コンクリートにおける許容応力度法による照査を行った結果、評価位置においてコンクリートの曲げ圧縮応力度と鉄筋の曲げ引張応力度が短期許容応力度（許容限界）以下であることを確認した。なお、コンクリートの曲げ軸力に対する照査の最大照査値は、地盤バネ2において発生し、津波時（基準津波）において0.12（北基礎）、津波時（敷地に遡上する津波）において0.16（南基礎上部）である。鉄筋の曲げ軸力に対する照査の最大照査値は、地盤バネ2において発生し、津波時（基準津波）において0.09（北基礎）、津波時（敷地に遡上する津波）において0.17（南基礎上部）である。

以上のことから、中実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。

平面図



側面図

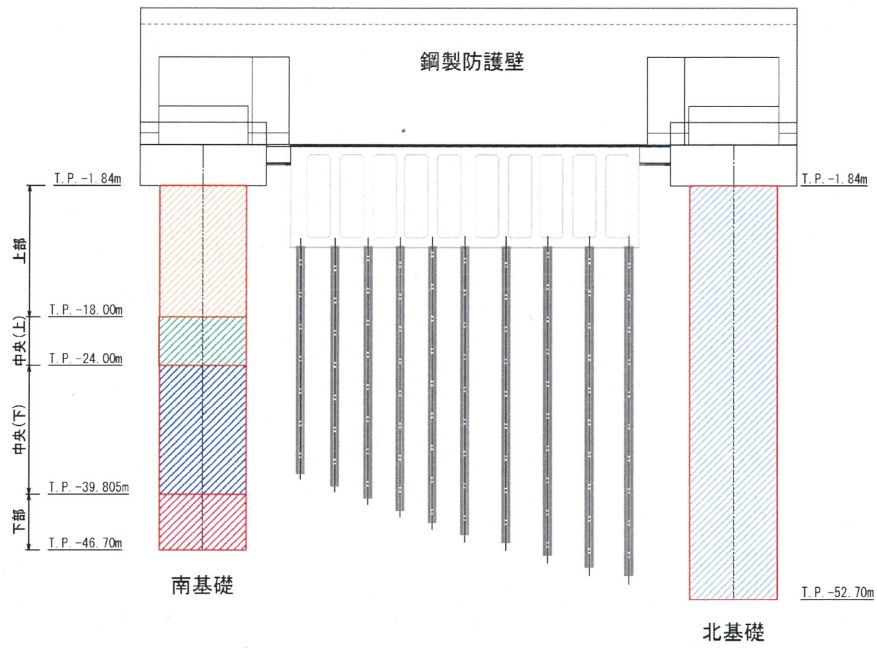


図 4.10-1 評価位置図 (中実鉄筋コンクリート)

表 4.10-6 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果（津波時（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 1	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	507505	-61629	2.3	24	0.10	—
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	52811					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	540243	-75574	2.3	24	0.10	—
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-47616					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	516555	-83115	1.9	24	0.08	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-25319					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	407810	-96431	1.4	24	0.06	—
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-3998					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	121471	-84814	0.8	24	0.04	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	6204					
地盤 パネ 2	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	611305	-89084	2.8	24	0.12	○
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	66606					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	595742	-102557	2.7	24	0.12	○
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-82397					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	699989	-117152	2.7	24	0.12	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-62012					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	756058	-129732	2.6	24	0.11	○
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-43405					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	495489	-119495	2.0	24	0.09	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-12487					

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、中実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 50.8mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150mm で配置することを示す。括弧内の数値は、中実鉄筋コンクリートの水平断面の中心に向かって配置する段数を示す。鉄筋の材質は、SD490 である。

評価位置は図 4.10-1 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.10-7 コンクリートの曲げ軸力に対する照査結果（津波時（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 1	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	890401	-75204	3.7	32	0.12	—
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	66718					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	944531	-89828	3.8	32	0.12	—
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-58803					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	900941	-93232	3.1	32	0.10	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-42204					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	716219	-105444	2.3	32	0.08	—
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-15533					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	224723	-92219	1.1	32	0.04	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	4374					
地盤 パネ 2	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	1100151	-96029	4.7	32	0.15	○
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	99193					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	1200316	-100568	4.8	32	0.16	○
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-101366					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	1327676	-114523	4.6	32	0.15	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-81136					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	1375256	-126924	4.3	32	0.14	○
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-61842					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	861778	-130303	3.2	32	0.10	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-22895					

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、中実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 50.8mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150mm で配置することを示す。括弧内の数値は、中実鉄筋コンクリートの水平断面の中心に向かって配置する段数を示す。鉄筋の材質は、SD490 である。

評価位置は図 4.10-1 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.10-8 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果（津波時（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}	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 1	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	493573	-57912	31.8	435	0.08	—
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	58520					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	525943	-72246	28.6	435	0.07	—
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-56293					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	516555	-83115	19.8	435	0.05	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-25319					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	407810	-96431	9.7	435	0.03	—
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-3998					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	121471	-84814	0.0	435	0.00	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	6204					
地盤 パネ 2	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	589325	-75631	37.0	435	0.09	○
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	82422					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	595742	-102557	28.7	435	0.07	○
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-82397					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	699989	-117152	27.4	435	0.07	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-62012					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	746648	-126824	25.6	435	0.06	○
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-48467					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	495489	-119495	12.8	435	0.03	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-12487					

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、中実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 50.8mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150mm で配置することを示す。括弧内の数値は、中実鉄筋コンクリートの水平断面の中心に向かって配置する段数を示す。鉄筋の材質は、SD490 である。

評価位置は図 4.10-1 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.10-9 鉄筋の曲げ軸力に対する照査結果（津波時（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}	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 1	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	884570	-73399	63.4	478.5	0.14	—
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	73491					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	937544	-86803	59.1	478.5	0.13	—
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-67658					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	900941	-93232	43.3	478.5	0.10	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-42204					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	716219	-105444	25.4	478.5	0.06	—
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-15533					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	224723	-92219	1.2	478.5	0.01	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	4374					
地盤 パネ 2	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	1087170	-89908	79.0	478.5	0.17	○
			①－①断面	10700	10700	10050	D51@150 (7段)	108002					
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	1200316	-100568	79.1	478.5	0.17	○
			①－①断面	10700	10700	9976	D51@150 (8段)	-101366					
		中央 (上)	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	1327676	-114523	68.8	478.5	0.15	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-81136					
		中央 (下)	③－③断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	1370385	-123761	60.9	478.5	0.13	○
			①－①断面	10700	10700	9262	D51@150 (17.5段)	-67158					
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	861778	-130303	34.7	478.5	0.08	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D51@150 (11段)	-22895					

注記 鉄筋仕様に示す D51@150 は、中実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 50.8mm の異形棒鋼 D51 を鉄筋間隔 150mm で配置することを示す。括弧内の数値は、中実鉄筋コンクリートの水平断面の中心に向かって配置する段数を示す。鉄筋の材質は、SD490 である。

評価位置は図 4.10-1 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

北基礎

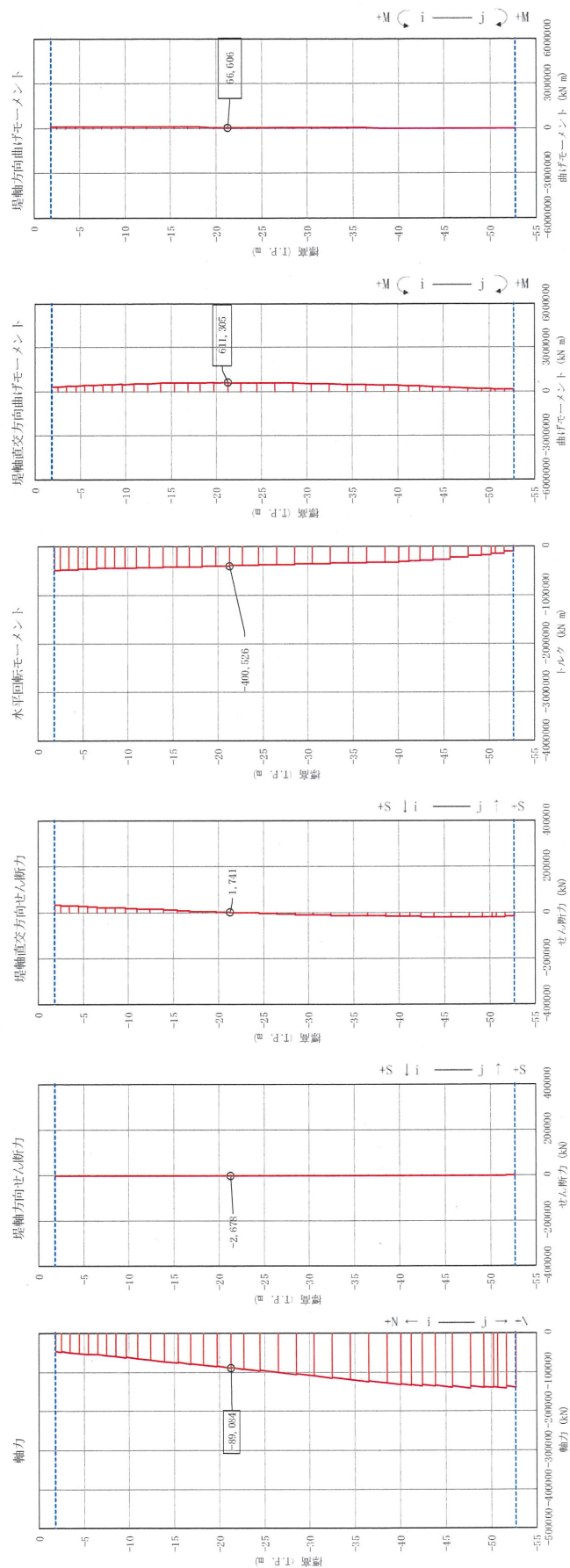


図 4.10-2 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ②-②断面, (津波時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 2)

南基礎

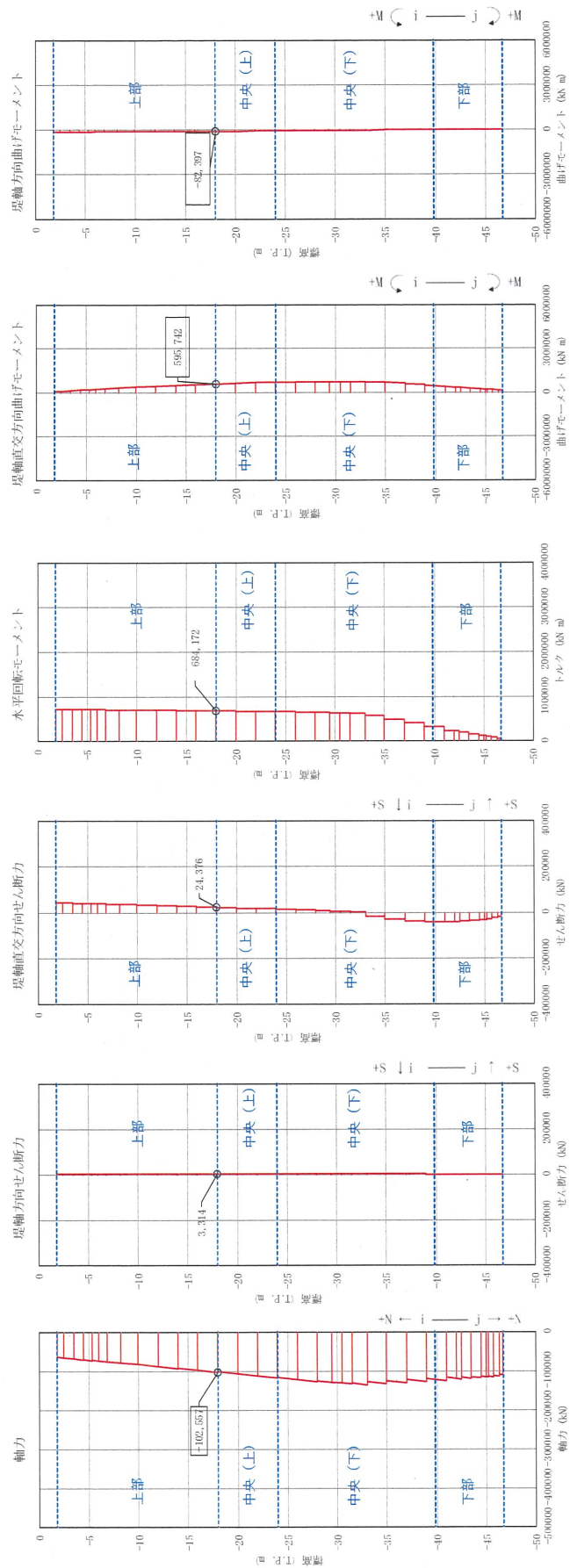


図 4.10-3 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 上部, 地盤バネ 2)

南基礎

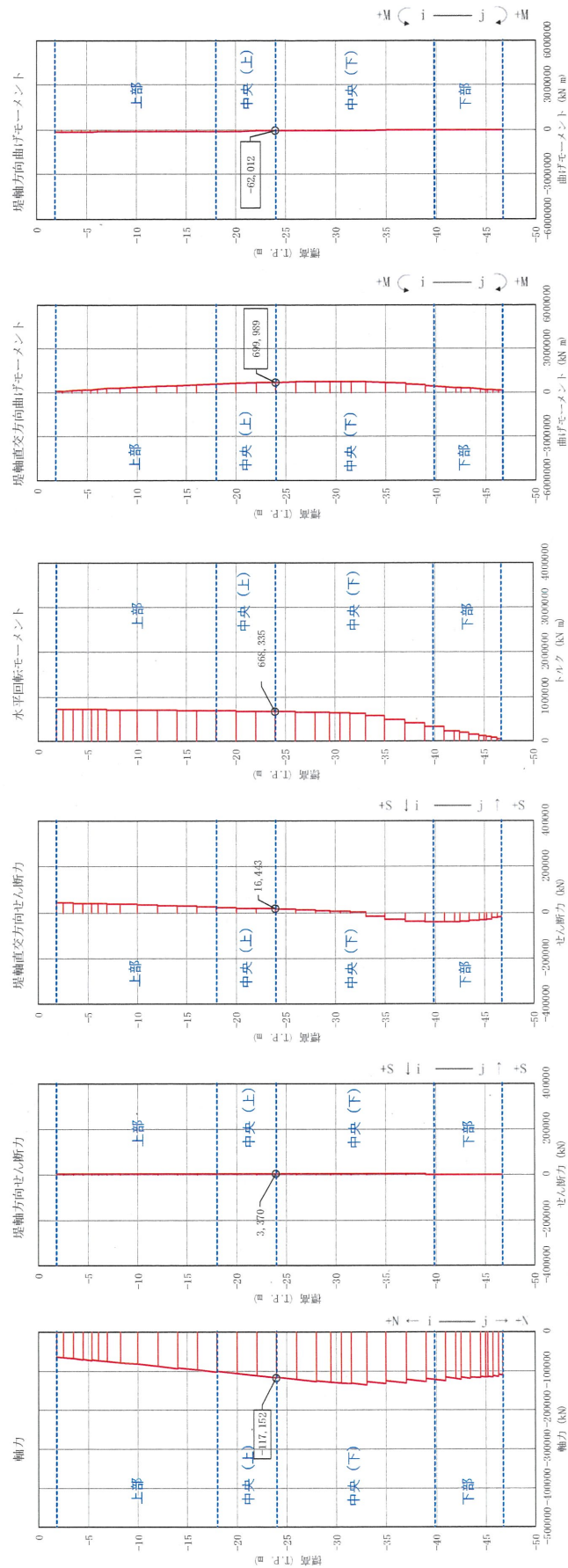


図 4.10-4 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①—①断面, ③—③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 中央 (上), 地盤バネ 2)

南基礎

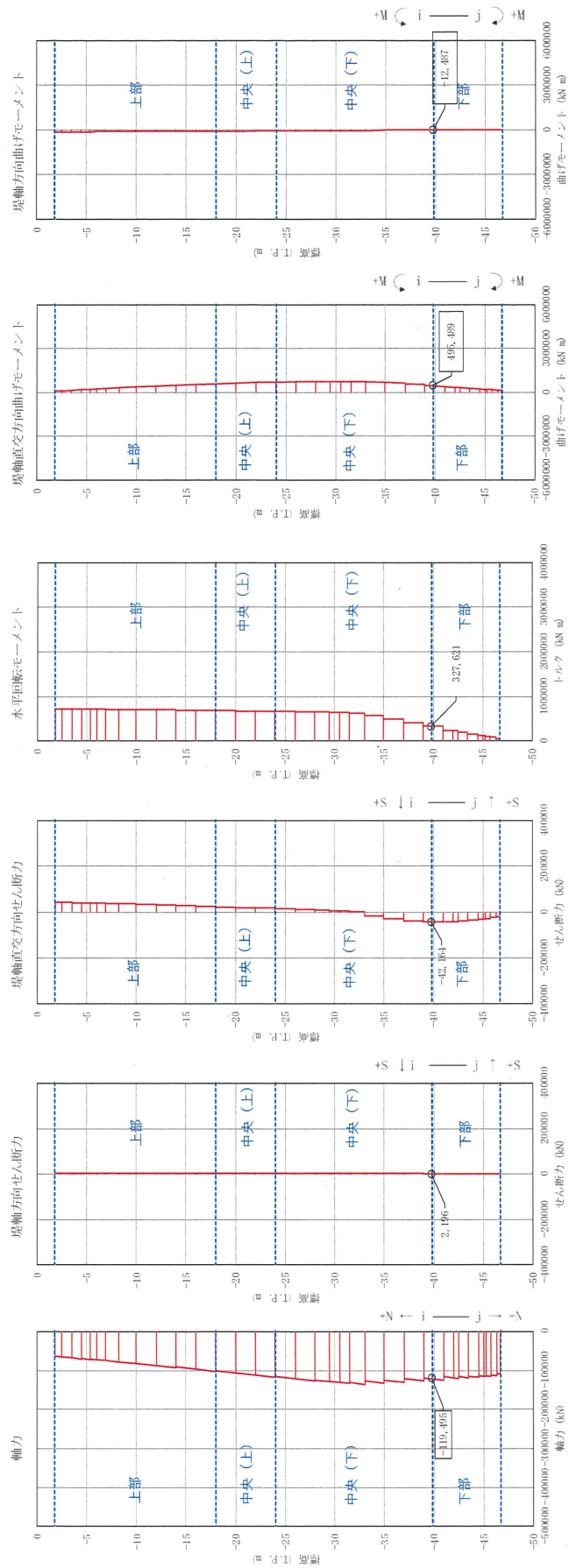


図 4.10-6 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 下部, 地盤バネ 2)

北基礎

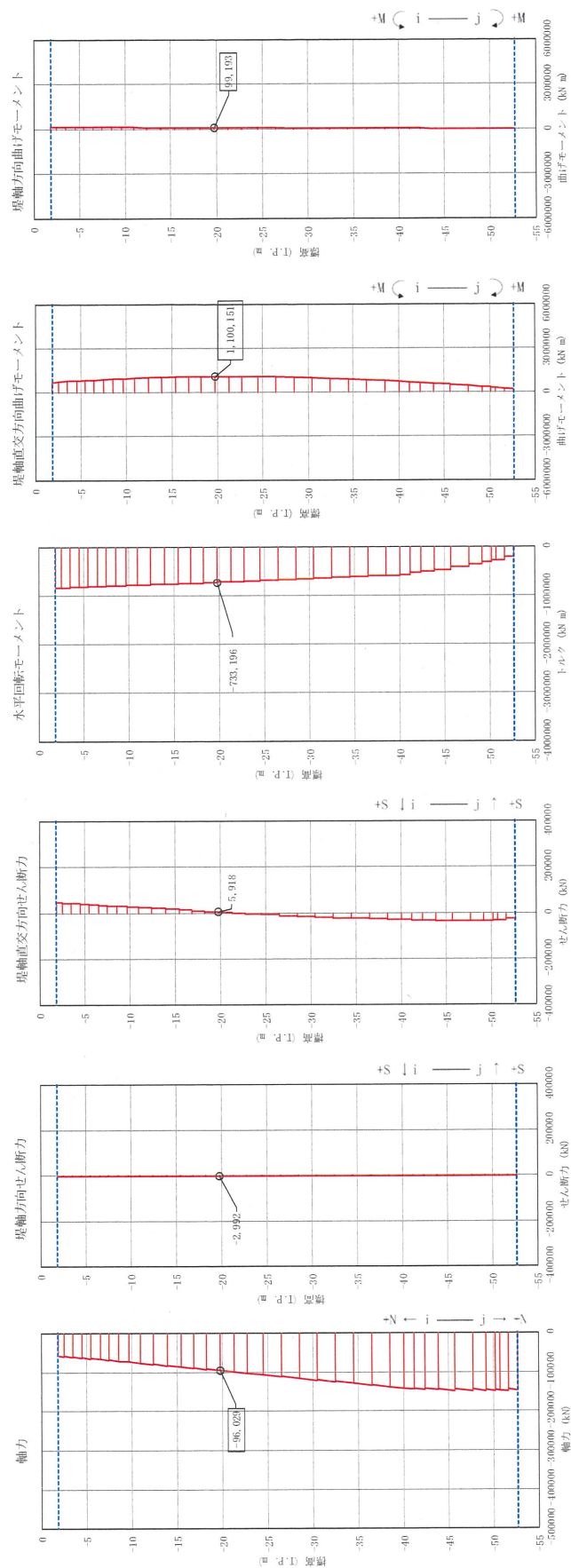


図 4.10-7 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①—①断面, ②—②断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ 2)

南基礎

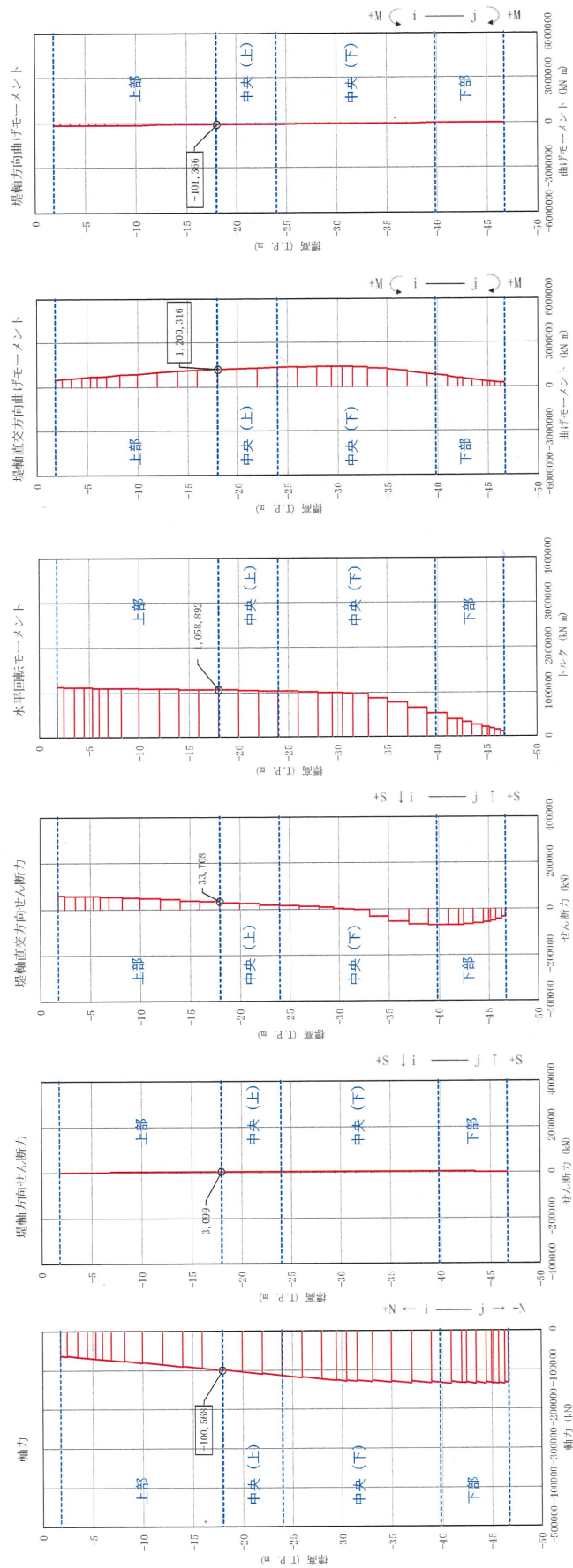


図 4.10-8 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 上部, 地盤バネ 2)

南基礎

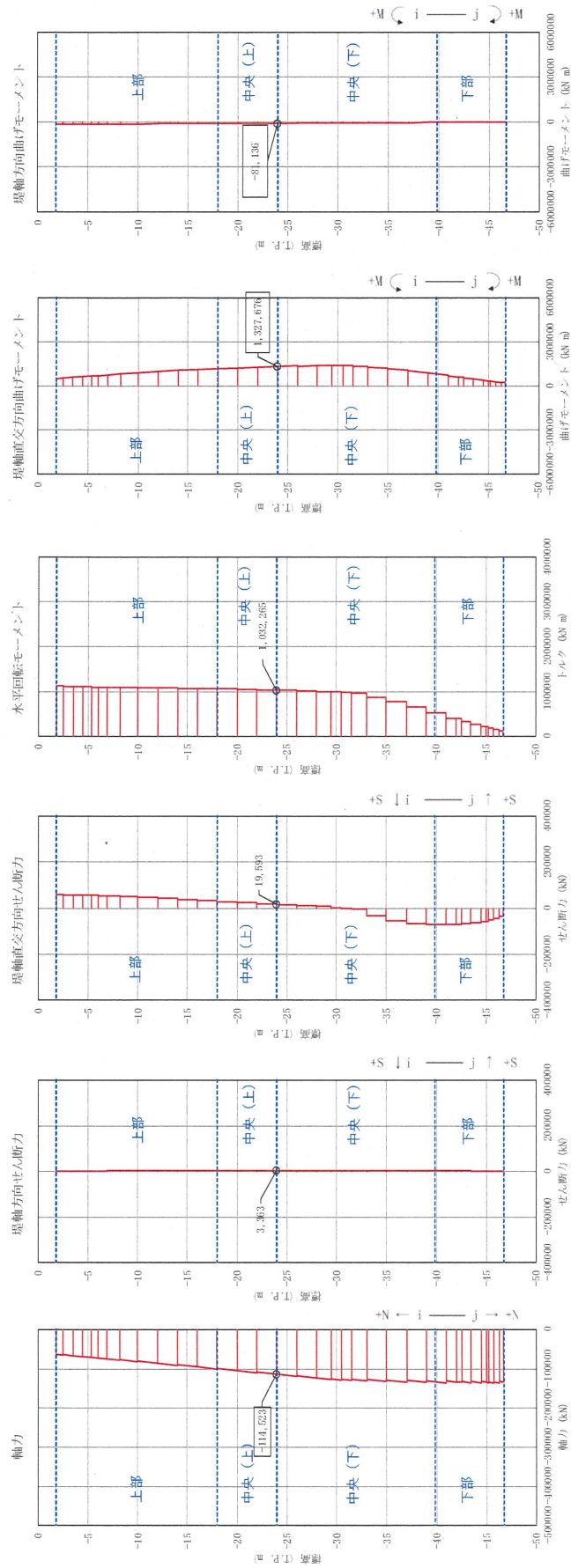


図 4.10-9 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①ー①断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 中央 (上), 地盤バネ 2)

南基礎

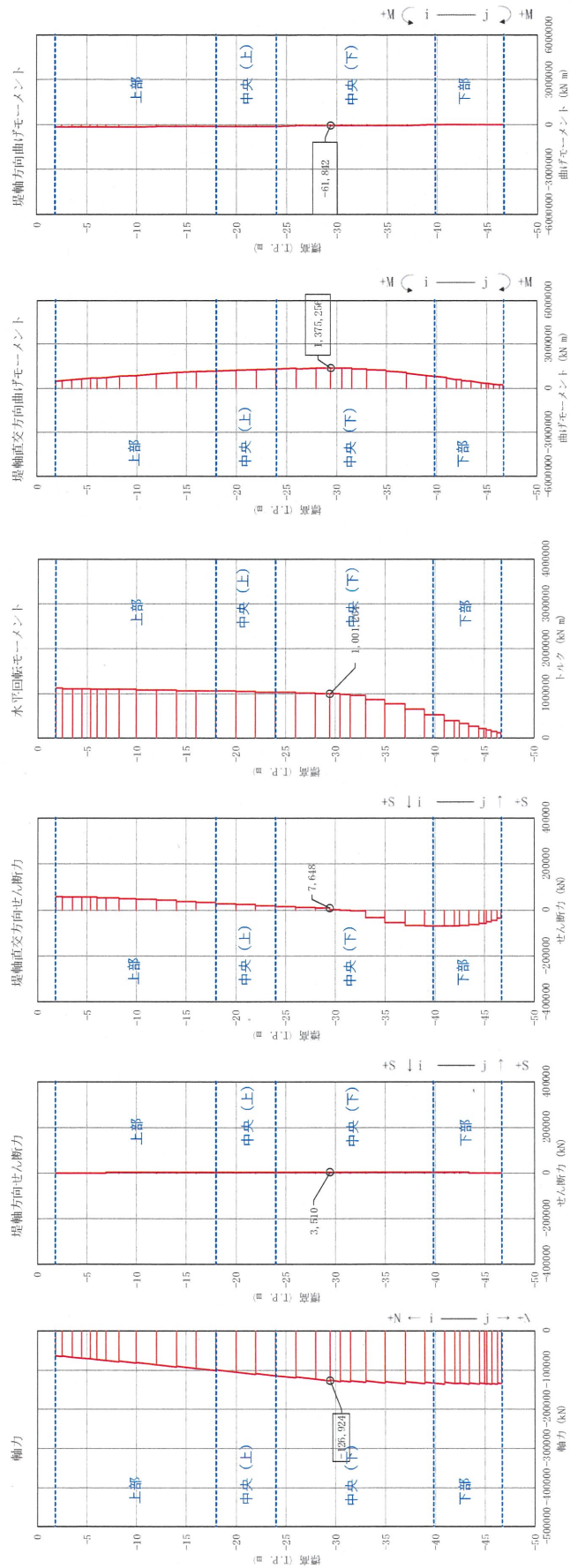


図 4.10-10 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①ー①断面, ③ー③断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 中央 (下), 地盤バネ 2)

南基礎

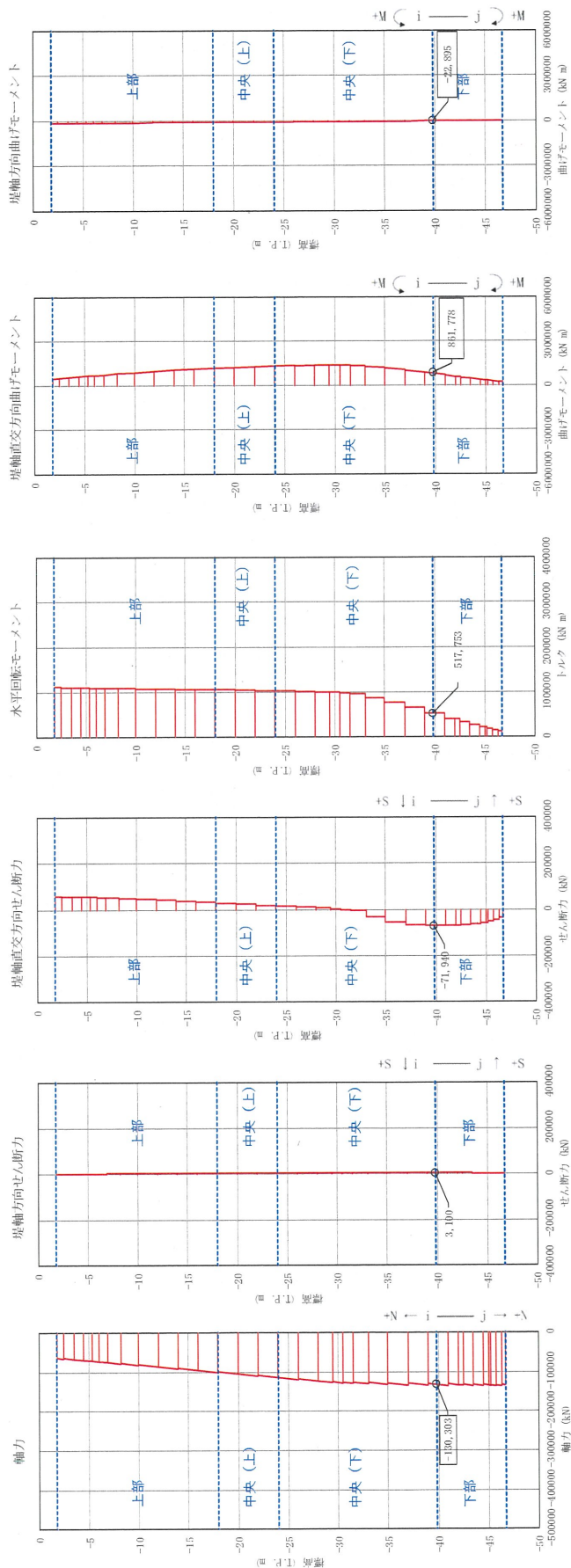


図 4.10-11 中実鉄筋コンクリートにおいてコンクリートの曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 下部, 地盤バネ 2)

北基礎

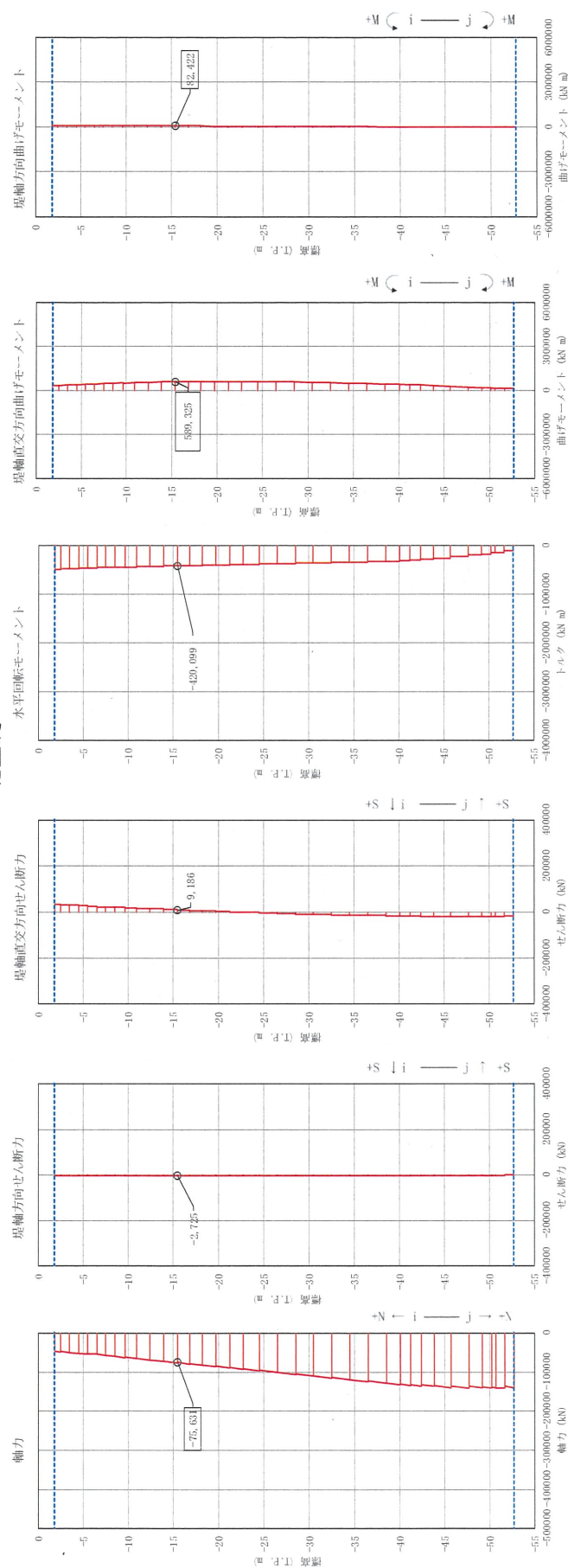


図 4.10-12 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①—①断面, ②—②断面, (津波時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ2)

南基礎

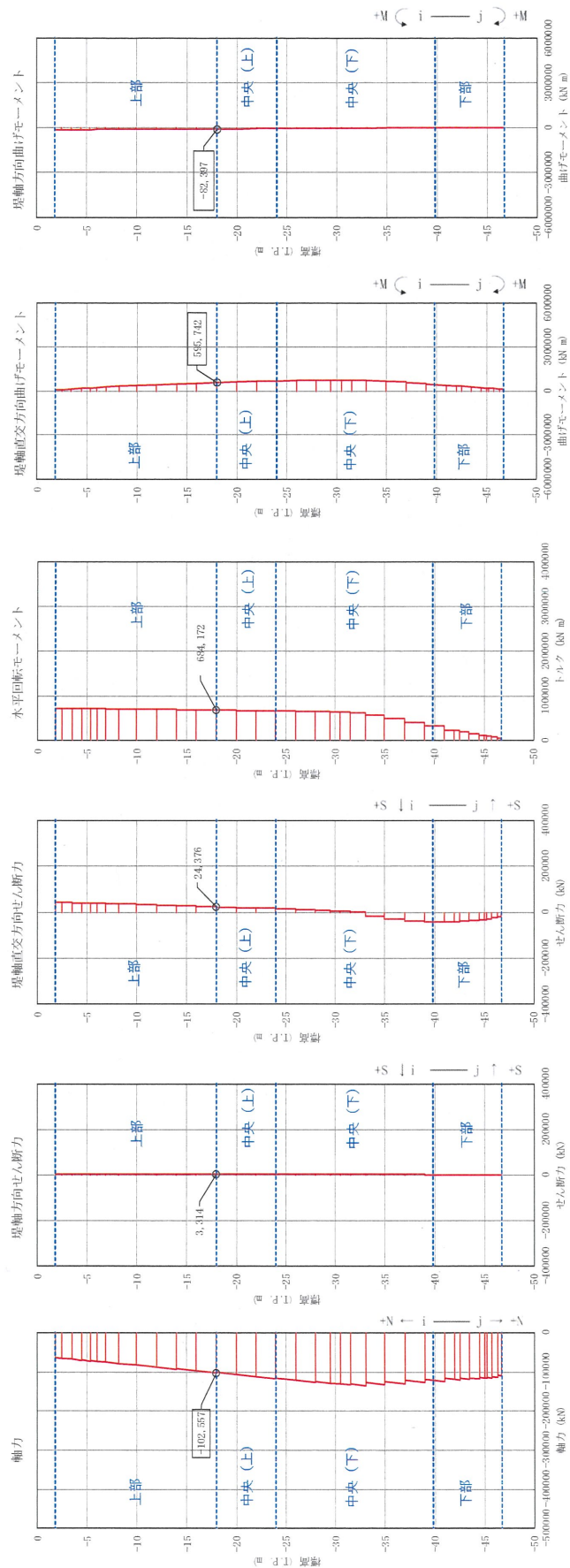


図 4.10-13 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 上部, 地盤バネ 2)

南基礎

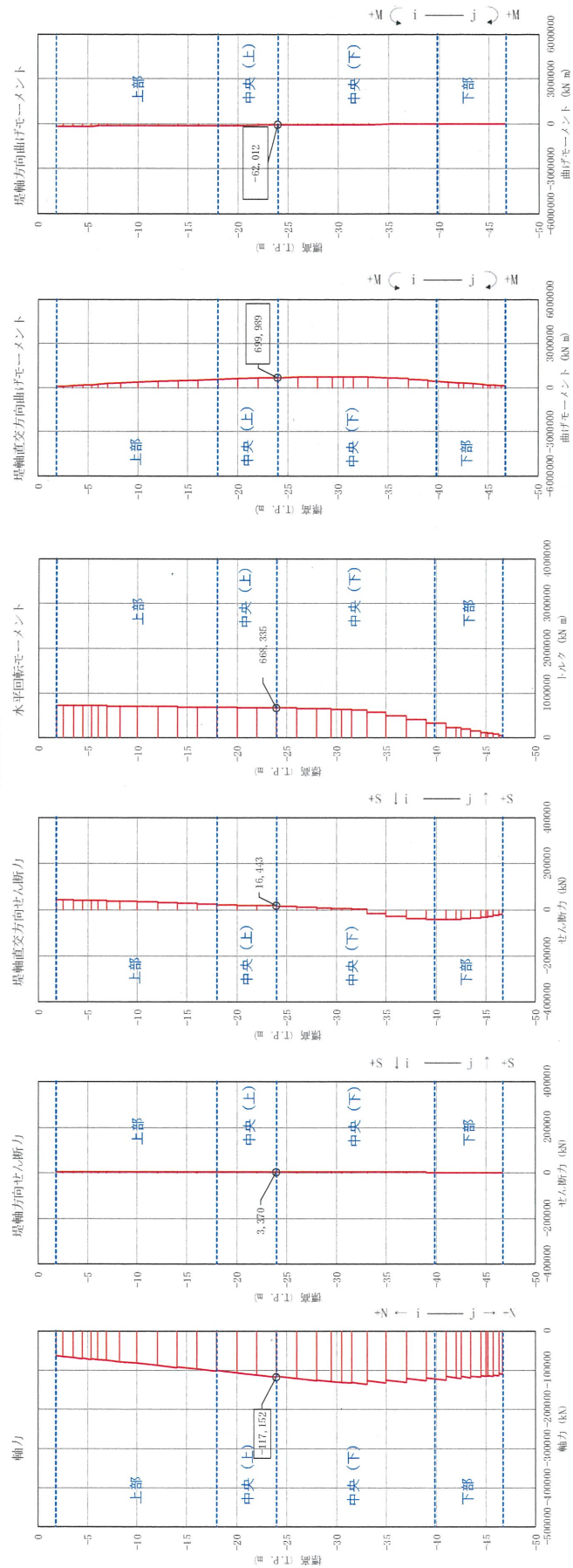


図 4.10-14 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 中央 (上), 地盤バネ 2)

南基礎

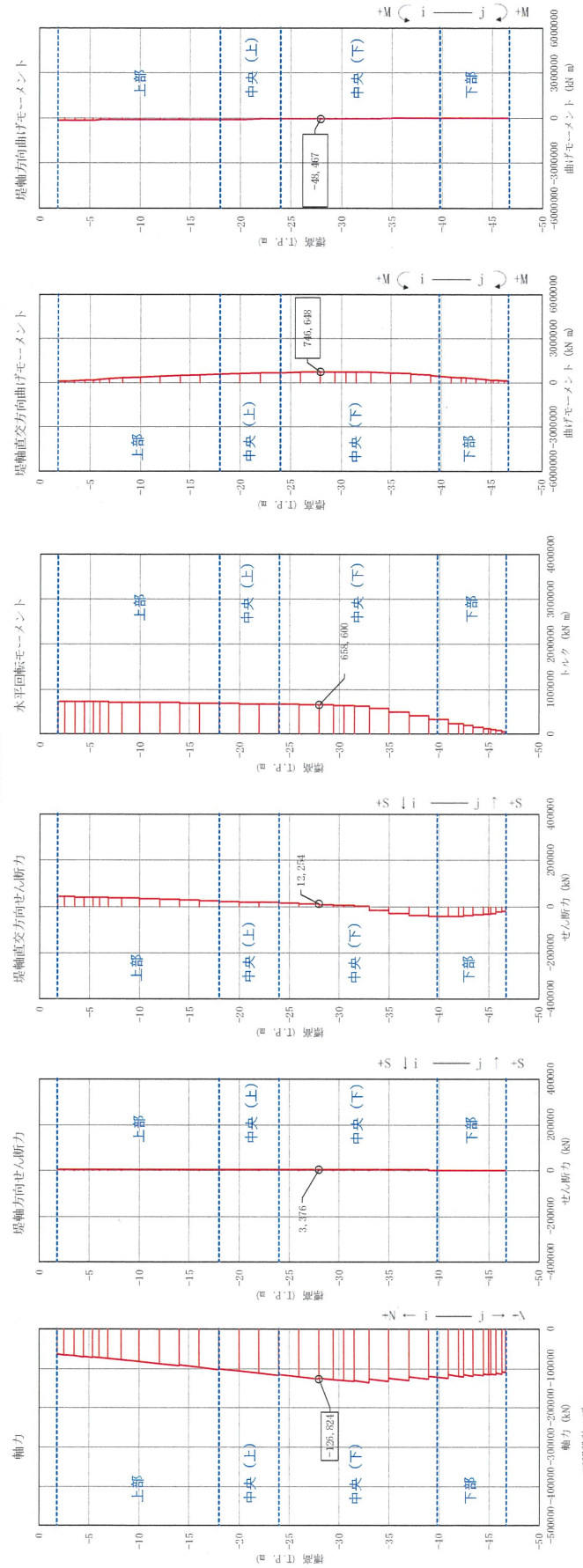


図 4.10-15 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 中央 (下), 地盤バネ 2)

南基礎

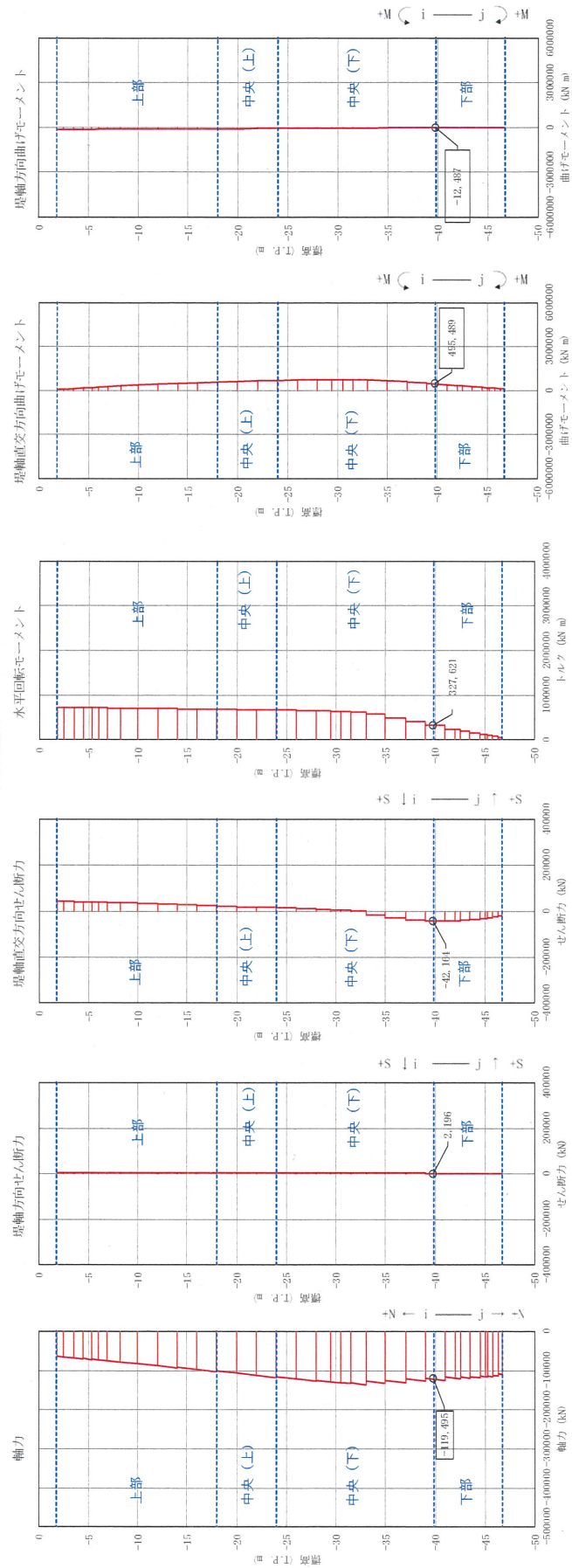


図 4.10-16 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①-①断面, ③-③断面, (津波時 (基準津波), 南基礎 下部, 地盤バネ 2)

北基礎

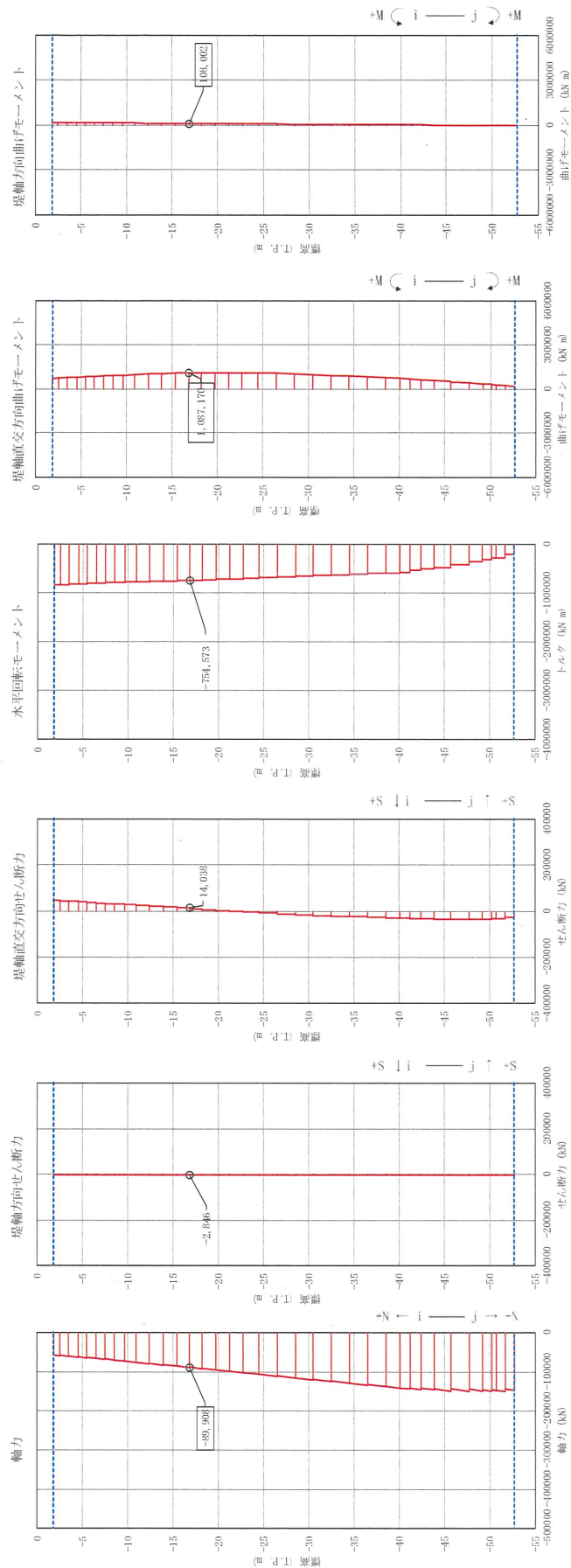


図 4.10-17 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図

①—①断面, ②—②断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 北基礎, 地盤バネ 2)

南基礎

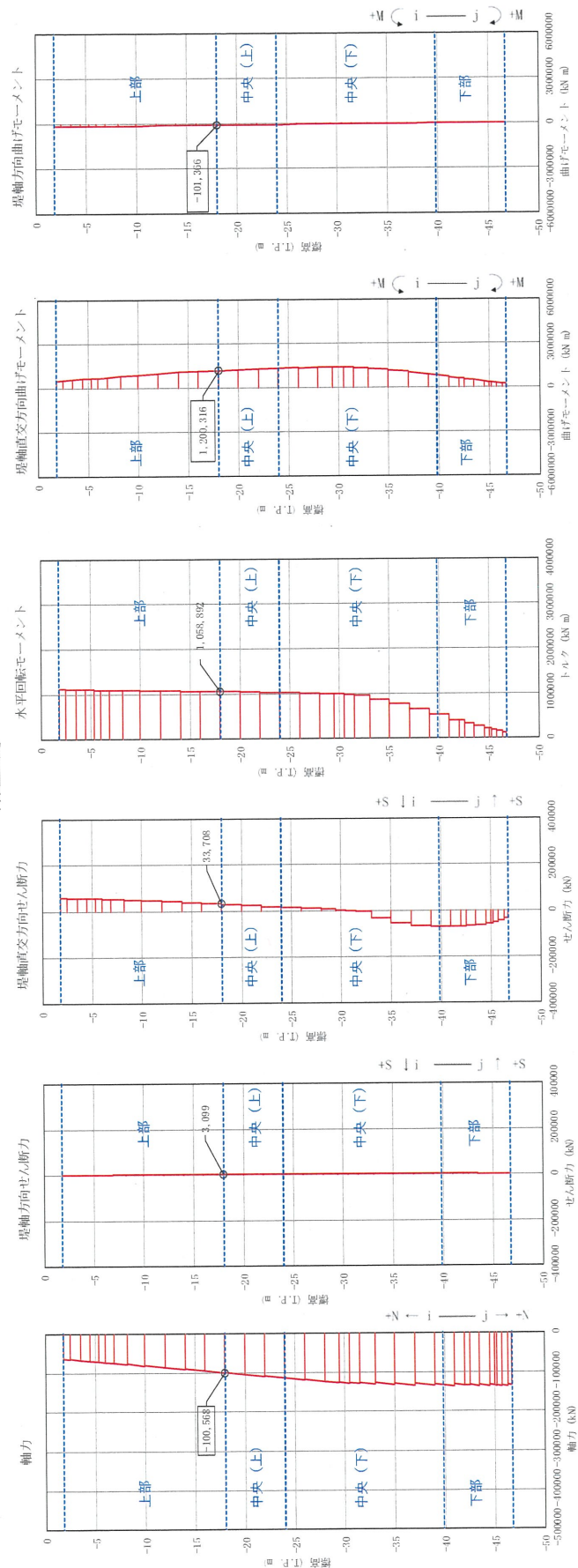


図 4.10-18 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 上部, 地盤バネ 2)

南基礎

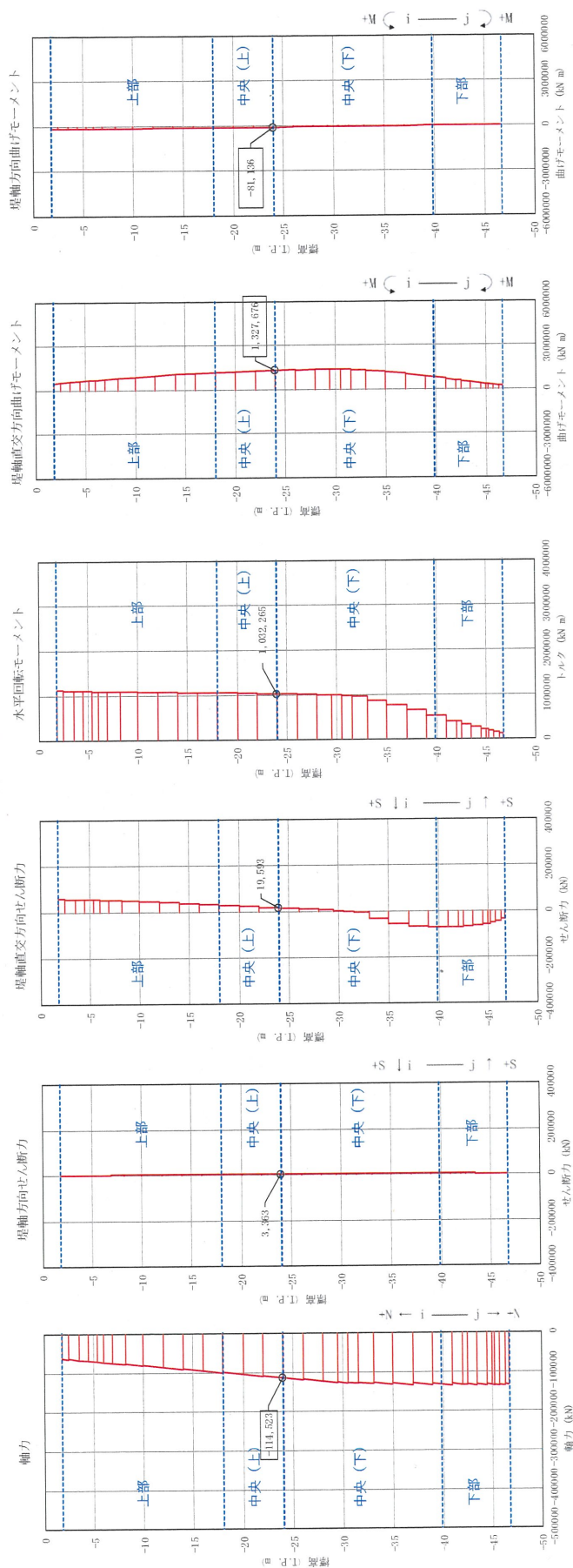


図 4.10-19 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 中央 (上), 地盤バネ 2)

南基礎

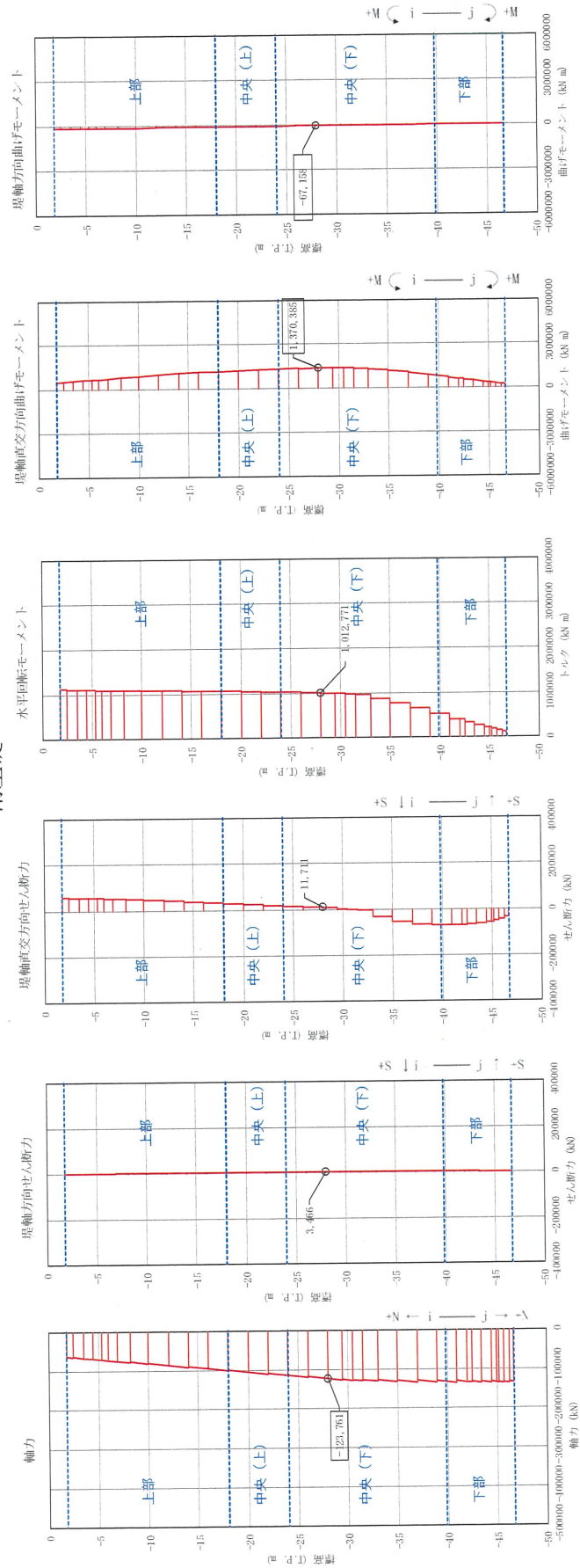


図 4.10-20 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (津波時 (敷地に遡上する津波), 南基礎 中央 (下), 地盤バネ 2)

南基礎

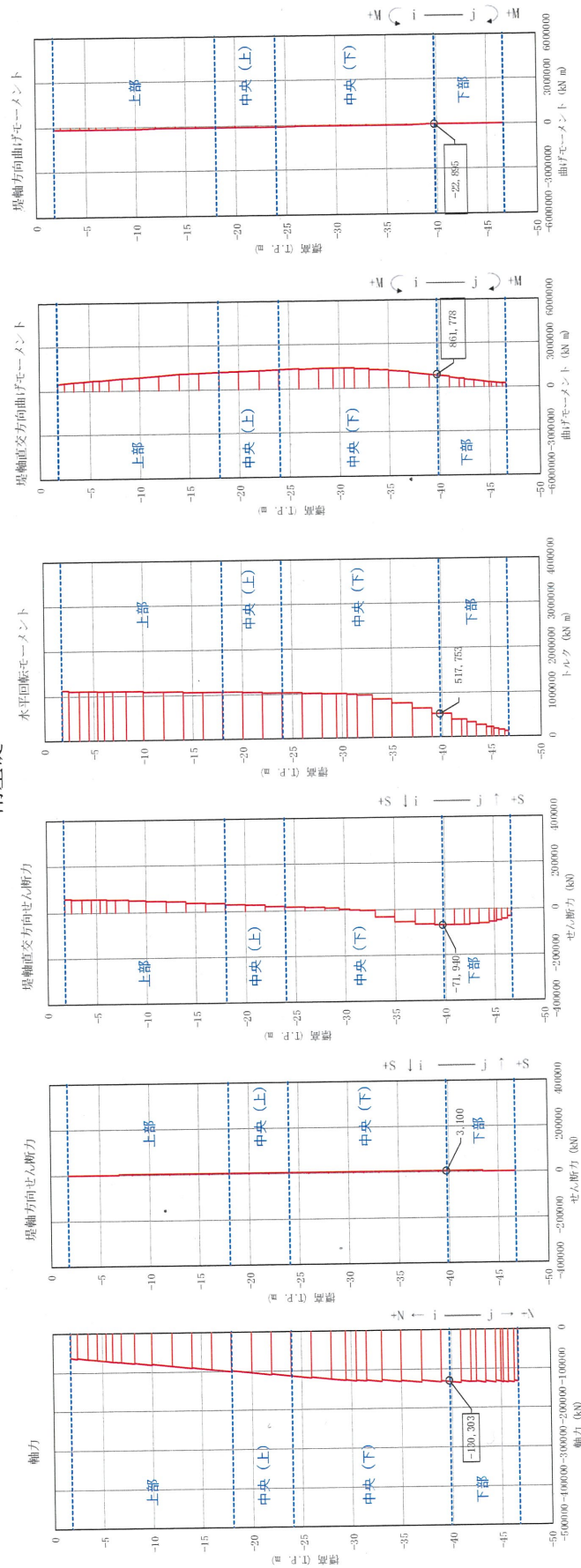


図 4.10-21 中実鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の曲げ軸力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面, ③-③断面, (津波時 (敷地に週上する津波), 南基礎 下部, 地盤バネ 2)

ロ. せん断力に対する評価結果

せん断力に対する評価は、部材の断面力及び応力度の発生状況に基づき、鉄筋仕様の異なる5種類の部材に対して行う。部材の構成は、図 4.10-22 に示すとおり北基礎が1種類、南基礎が4種類（上部、中央（上）、中央（下）及び下部）であり、これらの部材の概略配筋図は図 4.10-43～図 4.10-49 に示すとおりである。

3次元静的フレーム解析によって得られるせん断力を抽出し、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、鉄筋コンクリートの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。

せん断力に対する照査結果を表 4.10-10 及び表 4.10-11 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 4.10-10 及び表 4.10-11 に示す照査結果では、5種類の部材に対して2種類の地盤バネ条件（地盤バネ1及び地盤バネ2）のうち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 4.10-23～図 4.10-42 に示す。

中実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、せん断力に対する照査の最大照査値は、津波時（基準津波）において0.22、津波時（敷地に遡上する津波）において0.33である。これらの最大照査値は、地盤バネ2の南基礎下部の③-③断面の照査値である。

以上のことから、中実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。なお、発生応力度及び発生断面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。

平面図



側面図

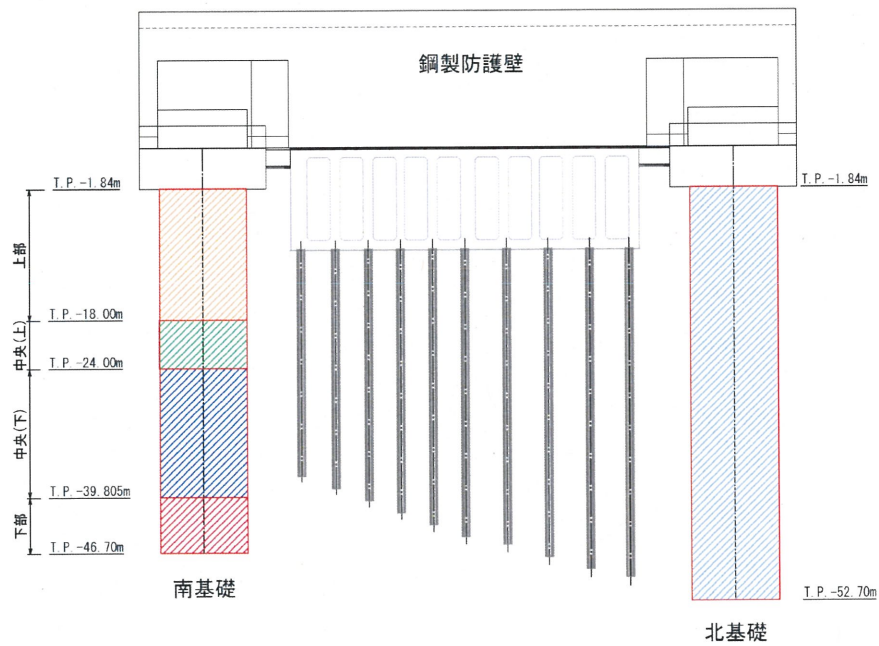


図 4.10-22 評価位置図（中実鉄筋コンクリート）

（図 4.10-1 の再掲）

表 4.10-10 セン断力に対する照査結果（津波時（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 パネ 1	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	32681	200481	0.17	—
			①－①断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	5083	200481	0.03	○
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D29-16本@150 SD390	31328	221969	0.15	—
			①－①断面	10700	10700	9976	D29-18本@150 SD390	4961	244929	0.03	○
		中央(上)	③－③断面	10700	10700	9759	D29-16本@150 SD390	12193	217138	0.06	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-20本@150 SD390	3116	262058	0.02	—
		中央(下)	③－③断面	10700	10700	9262	D29-18本@150 SD390	19618	227399	0.09	—
			①－①断面	10700	10700	9262	D29-22本@150 SD390	2349	270033	0.01	—
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	16190	194677	0.09	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	348	194677	0.01	—
地盤 パネ 2	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	34107	200481	0.18	○
			①－①断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	2731	200481	0.02	—
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D29-16本@150 SD390	42941	221969	0.20	○
			①－①断面	10700	10700	9976	D29-18本@150 SD390	3314	244929	0.02	—
		中央(上)	③－③断面	10700	10700	9759	D29-16本@150 SD390	21552	217138	0.10	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-20本@150 SD390	3370	262058	0.02	○
		中央(下)	③－③断面	10700	10700	9262	D29-18本@150 SD390	42164	227399	0.19	○
			①－①断面	10700	10700	9262	D29-22本@150 SD390	3376	270033	0.02	○
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	42164	194677	0.22	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	2196	194677	0.02	○

注記 鉄筋仕様の表記について一例を示す。D29-14 本@150 は、中実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 28.6 mm の異形棒鋼 D29 を同一水平面に 14 本配置し、鉛直方向の鉄筋間隔 150 mm 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本数のみが異なる。

評価位置は図 4.10-22 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

表 4.10-11 セン断力に対する照査 (津波時 (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 パネ 1	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	48336	229529	0.22	○
			①－①断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	4567	229529	0.02	○
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D29-16本@150 SD390	47450	253101	0.19	—
			①－①断面	10700	10700	9976	D29-18本@150 SD390	4388	278357	0.02	○
		中央(上)	③－③断面	10700	10700	9759	D29-16本@150 SD390	20624	247591	0.09	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-20本@150 SD390	3645	297004	0.02	○
		中央(下)	③－③断面	10700	10700	9262	D29-18本@150 SD390	34794	258434	0.14	—
			①－①断面	10700	10700	9262	D29-22本@150 SD390	2986	305331	0.01	—
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	29363	222885	0.14	—
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	158	222885	0.01	—
地盤 パネ 2	北基礎		②－②断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	47407	229529	0.21	—
			①－①断面	10700	10700	10050	D29-14本@150 SD390	3208	229529	0.02	—
	南基礎	上部	③－③断面	10700	10700	9976	D29-16本@150 SD390	58292	253101	0.24	○
			①－①断面	10700	10700	9976	D29-18本@150 SD390	3099	278357	0.02	—
		中央(上)	③－③断面	10700	10700	9759	D29-16本@150 SD390	28893	247591	0.12	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-20本@150 SD390	3363	297004	0.02	—
		中央(下)	③－③断面	10700	10700	9262	D29-18本@150 SD390	71940	258434	0.28	○
			①－①断面	10700	10700	9262	D29-22本@150 SD390	3706	305331	0.02	○
		下部	③－③断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	71940	222885	0.33	○
			①－①断面	10700	10700	9759	D29-14本@150 SD390	3100	222885	0.02	○

注記 鉄筋仕様の表記について一例を示す。D29-14 本@150 は、中実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 28.6 mm の異形棒鋼 D29 を同一水平面に 14 本配置し、鉛直方向の鉄筋間隔 150 mm 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本数のみが異なる。

評価位置は図 4.10-22 に示す。

赤線枠内は最大照査値を示す。

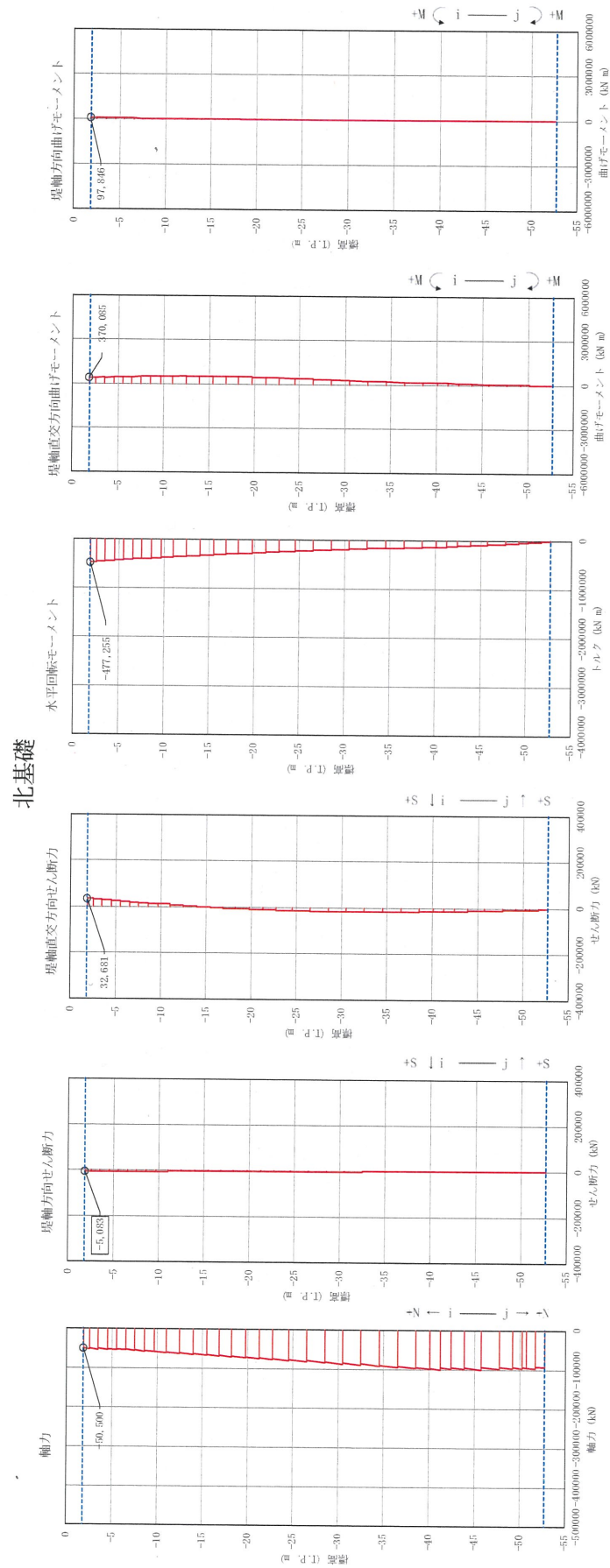


図 4.10-23 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図
①—①断面 (津波時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 1)

北基礎

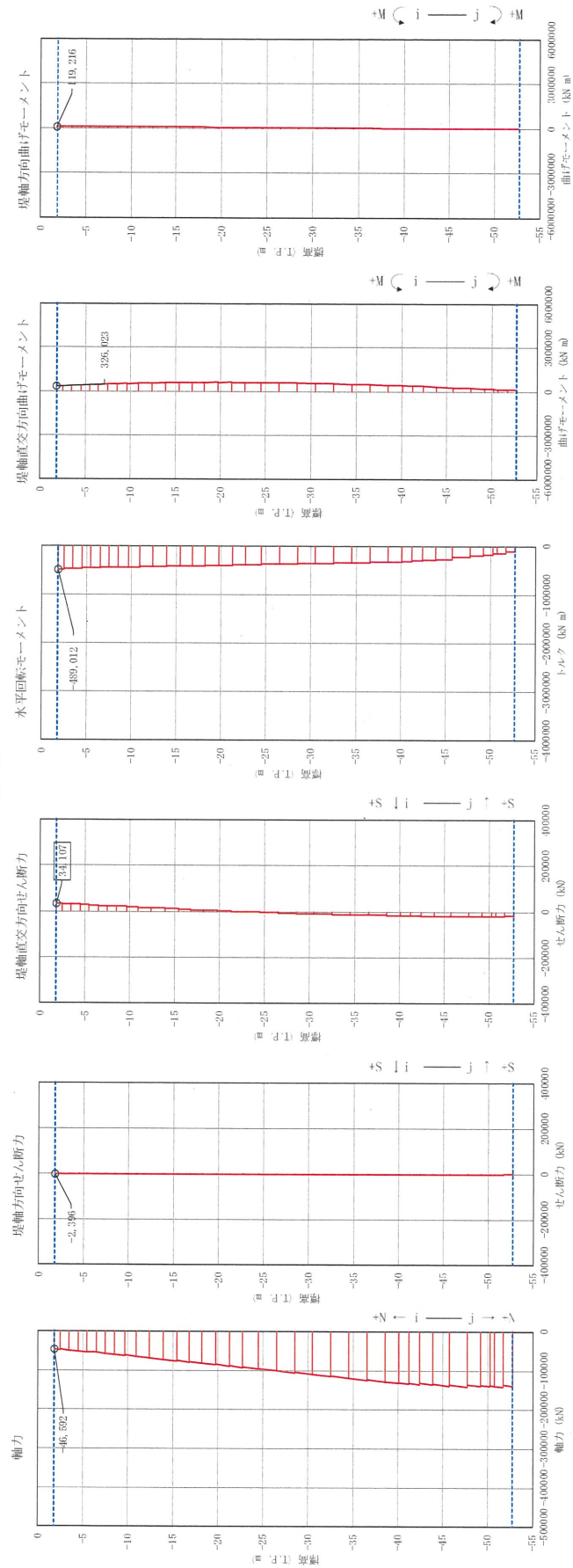


図 4.10-24 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

②-②断面 (津波時 (基準津波), 北基礎, 地盤バネ 2)

南基礎

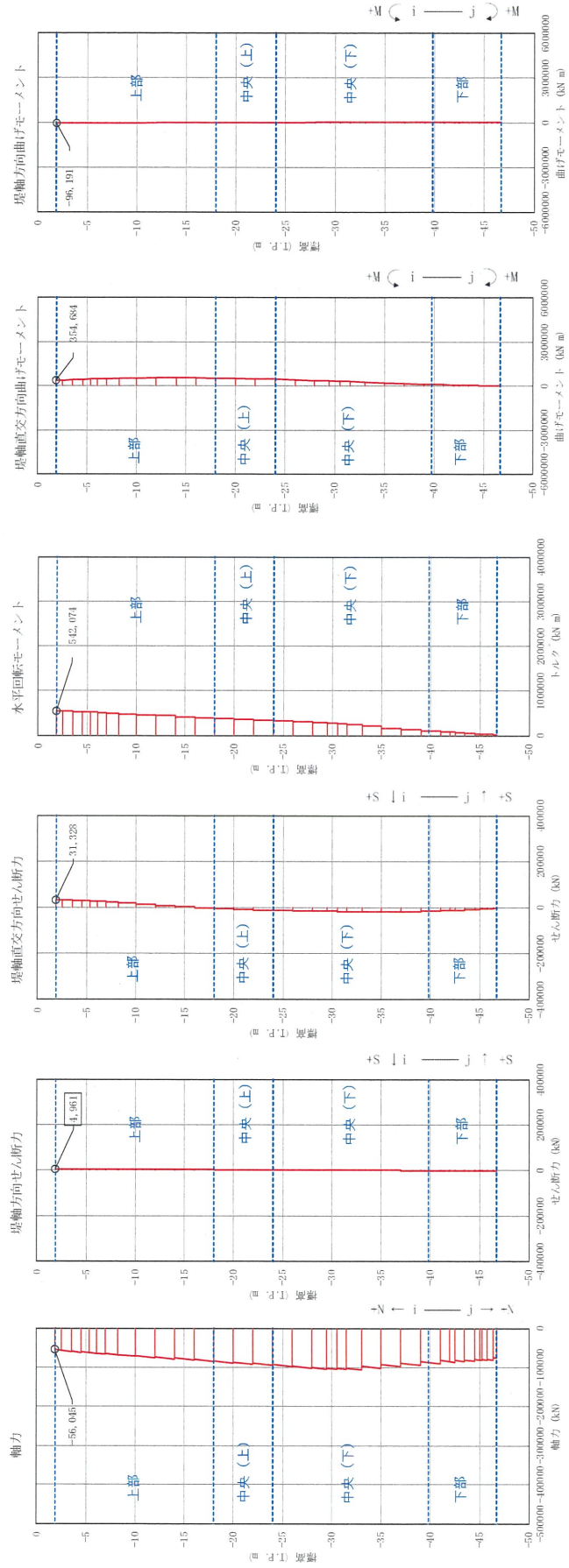


図 4.10-25 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

①—①断面 (津波時 (基準津波), 南基礎 上部, 地盤バネ 1)

南基礎

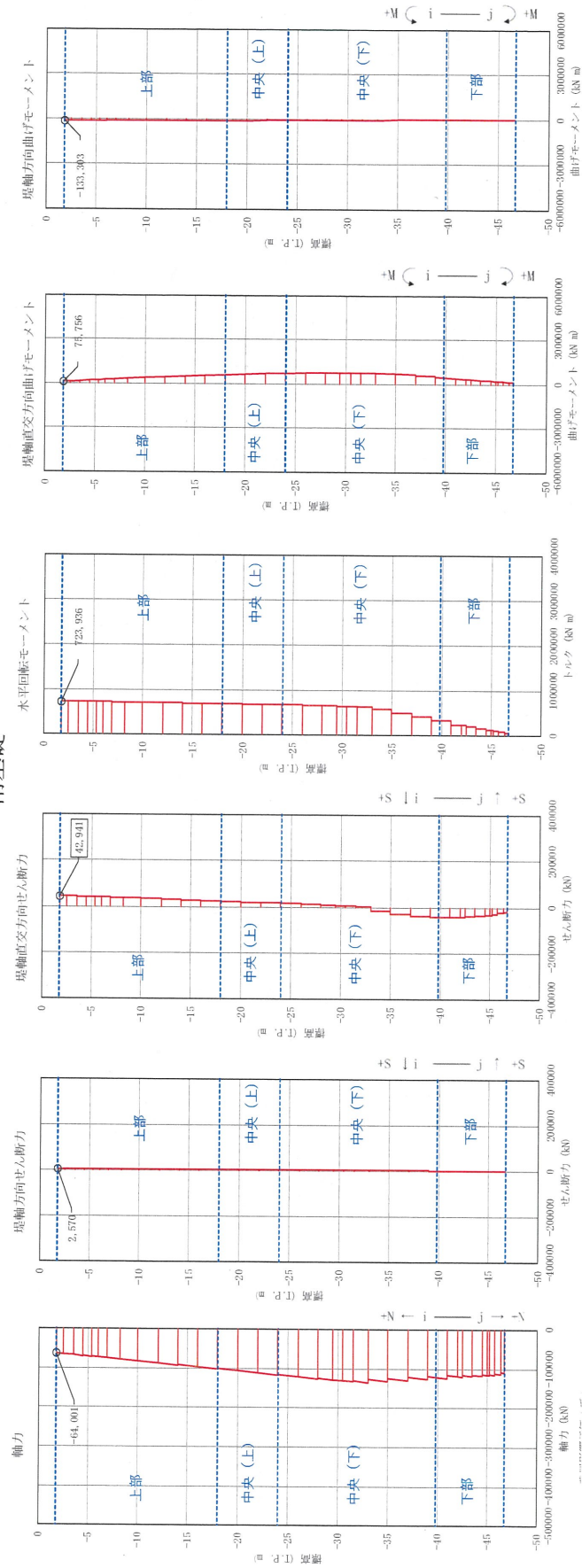


図 4.10-26 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図

③-③断面 (津波時 (基準津波), 南基礎 上部, 地盤バネ 2)

南基礎

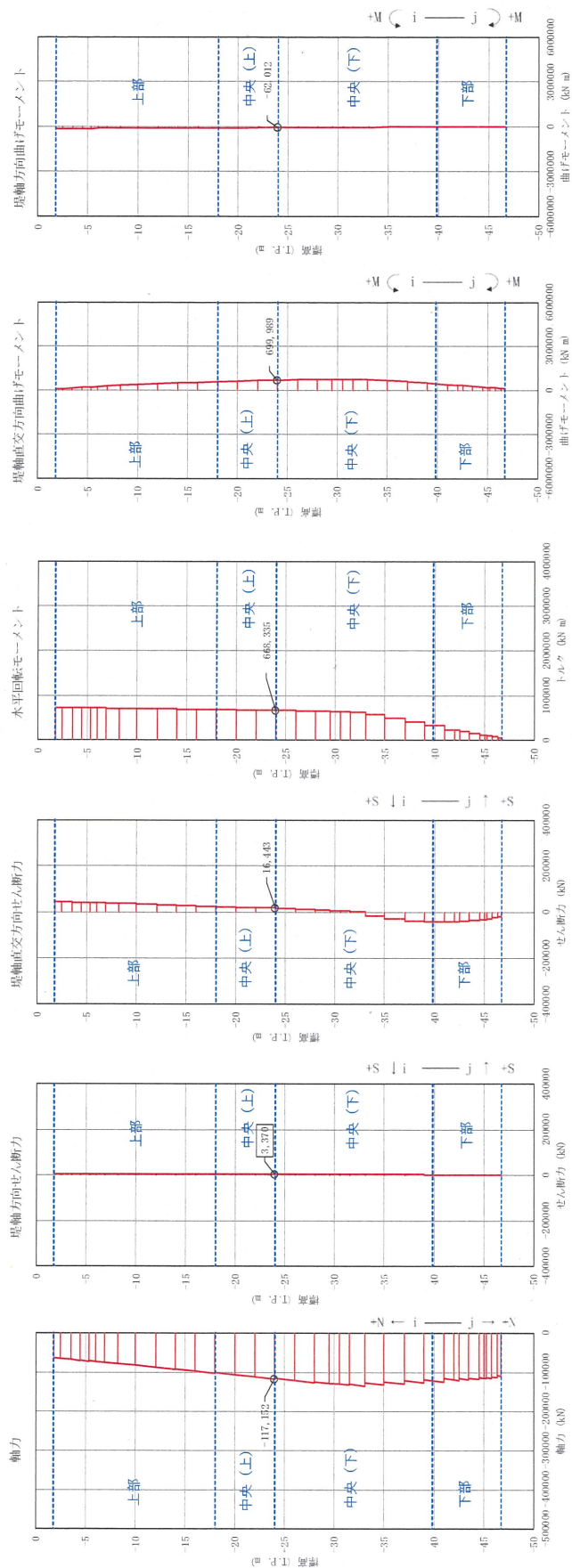


図 4.10-27 中実鉄筋コンクリートにおいてせん断力照査結果が最も厳しい断面力図
①-①断面 (津波時 (基準津波), 南基礎 中央 (上), 地盤バネ 2)