

表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (4/15)

機器名称		管台 口径	d o [mm]	L <sub>1</sub> [mm]	S [MPa]	$\eta_1$	F <sub>1</sub> [N]	
多核種処理水貯槽	1330m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	74330	
			■	■	123	0.46	60950	
		200A	■	■	100	0.46	140662	
			■	■	100	0.46	203178	
		600A	■	■	123	0.46	173014	
			■	■	100	0.46	396429	
	1356m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	660714	
			■	■	100	0.46	74330	
		200A	■	■	100	0.46	140661	
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	396428	
			■	■	100	0.46	74330	
		200A	■	■	100	0.46	203178	
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	528571	
			■	■	100	0.46	74330	
		200A	■	■	100	0.46	50792	
	Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	115342
				■	■	100	0.46	586934
			200A	■	■	100	0.46	74331
1160m <sup>3</sup> 容量		100A	■	■	100	0.46	140662	
			■	■	100	0.46	396429	
		200A	■	■	100	0.46	92170	
1200m <sup>3</sup> 容量		100A	■	■	100	0.46	174421	
			■	■	100	0.46	572620	
		200A	■	■	100	0.46	74330	
600A	■	■	100	0.46	140662			
	■	■	100	0.46	396429			



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (5/15)

機器名称		管台 口径	d [mm]	t <sub>n</sub> [mm]	S <sub>n</sub> [MPa]	η <sub>s</sub>	F <sub>2</sub> [N]
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A			103→100※	0.70	91820
		200A			—	—	—
		500A			—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量	100A			103→100※	0.70	91820
		200A			103→100※	0.70	266581
		600A			100	0.70	1016167
多核種処理水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A			93.0	0.46	41247
					103→100※	0.70	91820
					93	0.70	85392
		200A			93.0	0.46	110151
					103→100※	0.70	266579
					93	0.70	247919
		600A			100	0.46	507761
					—	—	—
					100	0.70	1016166
	1000m <sup>3</sup> 容量	100A			103→100※	0.70	91820
		200A			103→100※	0.70	266581
		600A			100	0.70	1016167
	1060m <sup>3</sup> 容量	100A			103→100※	0.70	91820
		200A			103→100※	0.70	266581
		600A			100	0.70	1016167
	1140m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	74737
		200A			100	0.70	220401
		600A			100	0.70	825636
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A			93.0	0.70	62767
		200A			93.0	0.70	167621
		650A			100	0.70	839711

※: PVC-3166 による。



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (6/15)

機器名称		管台 口径	d [mm]	t <sub>n</sub> [mm]	S <sub>n</sub> [MPa]	η <sub>s</sub>	F <sub>2</sub> [N]
多核種処理水貯槽	1200m <sup>3</sup> 容量	100A			93.0	0.46	41247
					93.0	0.7	62766
		200A			93.0	0.46	110151
					93.0	0.7	167621
		600A			100	0.46	405410
					100	0.46	507761
	1220m <sup>3</sup> 容量	100A			103	0.70	52971
		200A			103	0.70	135373
		600A			100	0.70	656941
	1235m <sup>3</sup> 容量	100A			93.0	0.70	62767
		200A			93.0	0.70	167621
		650A			100	0.70	839711
	1330m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	74737
					93	0.70	85392
					93	0.70	76415
		200A			100	0.70	220401
					93	0.70	247919
					93	0.70	220669
		600A			100	0.70	825636
					100	0.70	1016166
		650A			123	0.70	1278882
		1356m <sup>3</sup> 容量	100A			93	0.46
	200A				93	0.46	110150
	600A				100	0.46	507761
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A			93	0.70	85392
		200A			93	0.70	247919
		600A			100	0.70	772680
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A			93.0	0.70	55725
		200A			93.0	0.70	148238
		650A			100	0.70	785699

表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (7/15)

機器名称	管台 口径	d [mm]	t <sub>n</sub> [mm]	S <sub>n</sub> [MPa]	η <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> [N]	
Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	103→100※	0.70	91820
		200A	■	■	103→100※	0.70	266581
		600A	■	■	100	0.70	1016167
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	93.0	0.70	62767
		200A	■	■	93.0	0.70	167621
		650A	■	■	100	0.70	839711
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	93.0	0.46	41247
		200A	■	■	93.0	0.46	110151
		600A	■	■	100	0.46	405410

※ : PVC-3166 による。



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (8/15)

機器名称		管台 口径	d o' [mm]	t <sub>s</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> [N]
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	218680
		200A	■	■	—	—	—
		500A	■	■	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	205013
		200A	■	■	100	0.70	373245
		600A	■	■	100	0.70	1021929
多核種処理水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	100841
			■	■	100	0.70	218680
			■	■	100	0.70	166648
		200A	■	■	100	0.46	189284
			■	■	100	0.70	398127
			■	■	100	0.70	301234
		600A	■	■	100	0.46	530306
			■	■	—	—	—
			■	■	100	0.70	820181
	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	205013
		200A	■	■	100	0.70	373245
		600A	■	■	100	0.70	1021929
	1060m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	205013
		200A	■	■	100	0.70	373245
		600A	■	■	100	0.70	1021929
	1140m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	164010
		200A	■	■	100	0.70	298596
		600A	■	■	100	0.70	817543
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	142468
		200A	■	■	100	0.70	269105
		650A	■	■	100	0.70	881010
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	100841
			■	■	100	0.7	155697
		200A	■	■	100	0.46	189284
			■	■	100	0.7	290283
			■	■	100	0.46	530306
	760mm (内径)	■	■	100	0.7	1039742	
	1220m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	139246
		200A	■	■	100	0.70	253510
		600A	■	■	100	0.70	694101



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (9/15)

機器名称		管台 口径	d o' [mm]	t <sub>s</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> [N]
多核種処理水貯槽	1235m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	142468
		200A			100	0.70	269105
		650A			100	0.70	881010
	1330m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	164010
					100	0.70	208311
					123	0.70	188424
		200A			100	0.70	298596
					100	0.70	376543
					123	0.70	355912
		600A			100	0.70	817543
					100	0.70	1025227
			650A			123	0.70
	1356m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	100841
		200A			100	0.46	189283
		600A			100	0.46	530305
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	273486
		200A			100	0.70	484337
		600A			100	0.70	1297354
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	235530
		200A			100	0.70	444890
		650A			100	0.70	1354551
Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	205013
		200A			100	0.70	373245
		600A			100	0.70	1021929
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	142468
		200A			100	0.70	269105
		650A			100	0.70	881010
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	100841
		200A			100	0.46	189284
		600A			100	0.46	530306



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (10/15)

機器名称		管台 口径	d o [mm]	L <sub>2</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>1</sub>	F <sub>4</sub> [N]
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74331
		200A			—	—	—
		500A			—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74331
		200A			100	0.46	140662
		600A			100	0.46	396429
多核種処理水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	99107
					100	0.46	74330
		200A			100	0.46	187549
					100	0.46	140661
		600A			100	0.46	528572
					—	—	—
	1000m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74331
		200A			100	0.46	140662
		600A			100	0.46	396429
	1060m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74331
		200A			100	0.46	140662
		600A			100	0.46	396429
	1140m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74331
		200A			100	0.46	140662
		600A			100	0.46	396429
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	46085
		200A			100	0.46	130816
		650A			100	0.46	572620
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	99107
					100	0.46	49554
		200A			100	0.46	187549
					100	0.46	140662
		600A			100	0.46	528572
	760mm (内径)			100	0.46	679790	
	1220m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	49554
		200A			100	0.46	140662
		600A			100	0.46	528572



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (11/15)

機器名称		管台 口径	d o [mm]	L <sub>2</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>1</sub>	F <sub>4</sub> [N]
多核種処理水貯槽	1235m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	46085
		200A			100	0.46	130816
		650A			100	0.46	572620
	1330m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74330
					123	0.46	60950
		200A			100	0.46	140662
					123	0.46	173014
					100	0.46	396429
	1356m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	99107
		200A			100	0.46	187549
		600A			100	0.46	528571
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	74330
		200A			100	0.46	140661
		600A			100	0.46	396428
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	60950
		200A			100	0.46	173014
		650A			100	0.46	528241
	Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46
200A					100	0.46	140662
600A					100	0.46	396429
1160m <sup>3</sup> 容量		100A			100	0.46	46085
		200A			100	0.46	130816
		650A			100	0.46	572620
1200m <sup>3</sup> 容量		100A			100	0.46	99107
		200A			100	0.46	187549
		600A			100	0.46	528572



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (12/15)

機器名称		管台 口径	W <sub>0</sub> [mm]	L <sub>3</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>1</sub>	F <sub>5</sub> [N]
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	222551
		200A	■	■	—	—	—
		500A	■	■	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	232667
		200A	■	■	100	0.46	288304
		600A	■	■	100	0.46	455217
多核種処理水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	198345
			■	■	100	0.46	232667
			■	■	100	0.46	126449
		200A	■	■	100	0.46	312149
			■	■	100	0.46	298419
			■	■	100	0.46	260123
		600A	■	■	100	0.46	890924
			■	■	—	—	—
			■	■	100	0.46	617794
	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	232667
		200A	■	■	100	0.46	288304
		600A	■	■	100	0.46	455217
	1060m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	232667
		200A	■	■	100	0.46	288304
		600A	■	■	100	0.46	455217
	1140m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	232667
		200A	■	■	100	0.46	288304
		600A	■	■	100	0.46	455217
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	57119
		200A	■	■	100	0.46	133054
		650A	■	■	100	0.46	760863
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	198345
			■	■	100	0.46	110191
		200A	■	■	100	0.46	312149
			■	■	100	0.46	208099
		600A	■	■	100	0.46	890924
	760mm (内径)	■	■	100	0.46	1089269	
	1220m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	108385
		200A	■	■	100	0.46	186422
		600A	■	■	100	0.46	570827



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (13/15)

機器名称		管台 口径	W <sub>0</sub> [mm]	L <sub>3</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>1</sub>	F <sub>5</sub> [N]
多核種処理水貯槽	1235m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	57119
		200A			100	0.46	133054
		650A			100	0.46	760863
	1330m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	232666
					100	0.46	126449
					123	0.46	75544
		200A			100	0.46	288304
					100	0.46	289026
					123	0.46	175973
		600A			100	0.46	455217
					100	0.46	755081
		650A			123	0.46	935860
	1356m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	198344
		200A			100	0.46	312148
		600A			100	0.46	890924
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	308535
		200A			100	0.46	485564
		600A			100	0.46	1385882
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	95985
		200A			100	0.46	279958
		650A			100	0.46	1351798
Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	232667
		200A			100	0.46	288304
		600A			100	0.46	455217
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	57119
		200A			100	0.46	133054
		650A			100	0.46	760863
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	198345
		200A			100	0.46	312149
		600A			100	0.46	890924



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (14/15)

機器名称		管台 口径	d <sub>o</sub> [mm]	t <sub>s</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>2</sub>	F <sub>6</sub> [N]
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	201088
		200A	■	■	—	—	—
		500A	■	■	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	188520
		200A	■	■	100	0.70	356752
		600A	■	■	100	0.70	1005436
多核種処理水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	99107
			■	■	100	0.70	201088
			■	■	100	0.70	150815
		200A	■	■	100	0.46	187549
			■	■	100	0.70	380534
			■	■	100	0.70	285401
		600A	■	■	100	0.46	528572
			■	■	—	—	—
			■	■	100	0.70	804348
	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	188520
		200A	■	■	100	0.70	356752
		600A	■	■	100	0.70	1005436
	1060m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	188520
		200A	■	■	100	0.70	356752
		600A	■	■	100	0.70	1005436
	1140m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	150816
		200A	■	■	100	0.70	285402
		600A	■	■	100	0.70	804349
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	140259
		200A	■	■	100	0.70	265424
		650A	■	■	100	0.70	871378
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	99107
			■	■	100	0.7	150815
		200A	■	■	100	0.46	187549
			■	■	100	0.7	285401
		600A	■	■	100	0.46	528572
	760mm (内径)	■	■	100	0.7	1034464	
	1220m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	128043
		200A	■	■	100	0.70	242308
		600A	■	■	100	0.70	682898



表-9-8 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (15/15)

機器名称	管台 口径	d <sub>o</sub> [mm]	t <sub>s</sub> [mm]	S [MPa]	η <sup>2</sup>	F <sub>6</sub> [N]	
多核種処理水貯槽	1235m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	140259
		200A			100	0.70	265424
		650A			100	0.70	871378
	1330m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.7	150815
					100	0.70	188519
					123	0.70	185502
		200A			100	0.7	285401
					100	0.70	356751
					123	0.70	351043
		600A			100	0.7	804348
					100	0.70	1005435
		650A			123	0.70	1071794
	1356m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	99107
		200A			100	0.46	187549
		600A			100	0.46	528571
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	236277
		200A			100	0.70	447128
		600A			100	0.70	1260145
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	231878
		200A			100	0.70	438804
		650A			100	0.70	1339742
Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	188520
		200A			100	0.70	356752
		600A			100	0.70	1005436
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.70	140259
		200A			100	0.70	265424
		650A			100	0.70	871378
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A			100	0.46	99107
		200A			100	0.46	187549
		600A			100	0.46	528572



表-9-9 円筒型タンクの強め材の取付け強さ (1/2)

機器名称		管台 口径	溶接部の負 うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
			W [N]	W <sub>1</sub> [N]	W <sub>2</sub> [N]	W <sub>3</sub> [N]	W <sub>4</sub> [N]	W <sub>5</sub> [N]	W <sub>6</sub> [N]
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	1864.1	166151	349750	314371	441231	293011	467970
		200A	-25256.1	—	—	—	—	—	—
		500A	-137004	—	—	—	—	—	—
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理 水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471383	1477146	1418358	1857082
多核種処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	100A	61639	115577	272545	239591	299186	175172	396559
			1864.1	166150	349748	324487	441347	293010	508085
			32107.58	159722	299475	211841	293097	240978	351594
		200A	115699	250813	515761	422299	501432	329946	687247
			4663.9	454128	755632	564998	696546	585676	866502
			39114.82	435468	613611	508042	561357	488783	686185
			324148	904190	1453572	1398685	1421230	926735	1948068
			-180590.4	—	—	—	—	—	—
			35356.48	1544737	1729347	1633960	1437975	1348752	1818570
	1000m <sup>3</sup> 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471384	1477146	1418358	1857082
	1060m <sup>3</sup> 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471384	1477146	1418358	1857082
	1140m <sup>3</sup> 容量	100A	56681.96	149067	299476	307403	396676	238340	457812
		200A	89746.84	361062	566725	508704	586899	439257	714367
		600A	193413.76	1222064	1597205	1280852	1272759	1213971	1655993
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
		200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
		650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A	82174.99	115577	272545	239591	299186	175172	396559
			24978	112320	249923	172957	265888	205251	310560
		200A	154245.91	250813	515761	422299	501432	329946	687247
			36114	308283	566725	375720	498382	430945	634162
		600A	432142.92	801839	1453572	1296335	1421230	926735	1948068
			130882.4	904189	1453570	1398685	1421229	926733	1948066
760mm (内径)		79200	1512639	2224097	2092065	2129011	1549585	2803523	



表-9-9 円筒型タンクの強め材の取付け強さ (2/2)

機器名称		管台 口径	溶接部の 負うべき 荷重 W [N]	予想される破断箇所の強さ					
				W <sub>1</sub> [N]	W <sub>2</sub> [N]	W <sub>3</sub> [N]	W <sub>4</sub> [N]	W <sub>5</sub> [N]	W <sub>6</sub> [N]
多核種処理水 貯槽	1220m <sup>3</sup> 容量	100A	55708	102524	227151	211627	208210	239071	—
		200A	93155	276035	523632	416928	422218	489306	—
		600A	235930	1053369	1607899	1495884	1367515	1490789	—
	1235m <sup>3</sup> 容量	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
		200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
		650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861
	1330m <sup>3</sup> 容量	100A	72095.91	149067	299476	307403	396676	238340	457812
			54189.7	159722	337179	211841	334760	282641	389298
			49298.40	137365	307402	151959	263968	249374	321996
		200A	120050.88	361062	566725	508704	586899	439257	714367
			76526.3	451097	700590	536945	665569	579721	786438
			84993.00	393683	697071	396642	531885	528926	700030
		600A	285103.70	1222064	1597205	1280852	1272759	1213971	1655993
			127803.2	1676880	2062577	1771247	1780308	1685941	2156944
			650A	210133.20	1807123	2304356	2214742	2019501	1611882
	1356m <sup>3</sup> 容量	100A	33261.80	115576	272544	239590	299185	175171	396558
		200A	62433.80	250811	515759	422298	501431	329944	687246
		600A	174917.60	904189	1453570	1398685	1421229	926733	1948066
	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	87207.86	159722	384937	393927	582021	347816	619142
		200A	122940.94	451097	790967	733483	969901	687515	1073353
		600A	205800.96	1301251	2185144	2158562	2683236	1825925	3042455
	2900m <sup>3</sup> 容量	100A	55660	106517	343620	151710	331515	286322	388813
		200A	94803	263580	727160	428196	724848	560232	891776
		650A	243134	1372633	2454917	2137497	2706349	1941485	3219781
Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量	100A	33964.16	166151	337182	324487	437680	279344	495518
		200A	39660.64	407243	638076	554885	661549	513907	785718
		600A	22336.96	1412596	1798294	1471384	1477146	1418358	1857082
	1160m <sup>3</sup> 容量	100A	37367.82	154937	278514	119886	199587	234638	243463
		200A	63939.66	342042	570661	300675	402159	443526	529294
		650A	167003.76	1412331	2016618	1600574	1641873	1453630	2204861
	1200m <sup>3</sup> 容量	100A	82174.99	115577	272545	239591	299186	175172	396559
		200A	154245.91	250813	515761	422299	501432	329946	687247
		600A	432142.92	801839	1453572	1296335	1421230	926735	1948068



③ 平成 25 年 8 月 14 日以降に設計するタンクのうち J2・J3 エリアのタンク

a. 円筒型タンクの胴の厚さ評価

設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した（表-10-1, 2）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

ただし、t の値は炭素鋼，低合金鋼の場合は t=3[mm] 以上，その他の金属の場合は t=1.5[mm] 以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表-10-1 円筒型タンクの胴の板厚評価の数値根拠

機器名称	Di [m]	H [m]	$\rho$	材料	温度 [°C]	S [MPa]	$\eta$	t [mm]	
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	■	■	1	SM400C	常温	100	0.65	16.2

※1 : 満水での水頭。

表-10-2 円筒型タンクの胴の板厚評価結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]	
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	タンク板厚	14.3	18.8



b. 円筒型タンクの底板の厚さ評価【日本産業規格】

JIS8501 鋼製石油貯槽の構造 (2013) 5.4.2 底板の大きさ a), b) に基づき最小呼び厚さとして選定した。(表-10-3)

アニュラ板：側板最下段の厚さ (18.8mm)  $15 < t_s \leq 20$  の場合, アニュラ板の最小厚さは 12mm とする。

底板：底板に使用する板の厚さは, 6mm 未満となつてはならない。

表-10-3 円筒型タンクの底板の板厚評価結果

機器名称		評価部位	最小呼び厚さ [mm]	実厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	タンク板厚 (アニュラ板)	12.0	16.0
		タンク板厚 (底板)	6.0	12.0

c-1. 円筒型タンクの管台の厚さの評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造 (2013) 5.10.3 側ノズル 表 13 に基づき, ノズルの呼び径からネックの最小呼び径厚さを選定した。(表-10-4)

表-10-4 円筒型タンクの管台の板厚評価結果

機器名称		管台口径	評価部位	ネックの最小呼び径厚さ [mm]	実厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	管台板厚	8.6	8.6
		200A	管台板厚	12.7	12.7

c-2. 円筒型タンクのマンホール管台の厚さ, 補強評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造 (2013) 5.10.3 側ノズル 表 11, よりに基づき, 測板よりネック部最小厚さを選定した。(表-10-5)

表-10-5 円筒型タンクの管台の板厚評価結果 (マンホール)

機器名称		管台口径	評価部位	ネック部最小厚さ [mm]	実厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	600A	管台板厚	12.0	12.0



c-3. 円筒型タンクの管台の厚さ評価（参考）

参考として、設計・建設規格に準拠し、管台の板厚評価を実施した。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した（表-10-6, 7）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

- t : 管台の計算上必要な厚さ
- Di : 管台の内径
- H : 水頭
- $\rho$  : 液体の比重
- S : 最高使用温度における材料の許容引張応力
- $\eta$  : 長手継手の効率

ただし、管台の外径の区分に応じた必要厚さを考慮する。

表-10-6 円筒型タンクの管台の板厚評価の数値根拠

機器名称	管台口径	Di [m]	H [m]	$\rho$	材料	温度	S [MPa]	$\eta$	t [mm]	
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	████	████	1	STPG370	常温	93	1.0	0.06 →3.5 <sup>※2</sup>
		200A	████	████	1	STPG370	常温	93	1.0	0.12 →3.5 <sup>※2</sup>
		600A	████	████	1	SM400C	常温	100	0.7	0.48 →3.5 <sup>※2</sup>

※1 : 満水での水頭。

※2 : 管台の外径：82mm 以上のものについては 3.5mm

表-10-7 円筒型タンクの管台の板厚評価結果

機器名称	管台口径	評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]	
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	管台板厚	3.5	8.6
		200A	管台板厚	3.5	12.7
		600A	管台板厚	3.5	12.0



d-1. 円筒型タンクの管台の側ノズルの評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造 (2013) 5.10.3 側ノズル 表 13 に基づき、ノズルの呼び径から強め材を選定した。(表-10-8)

尚、強め材の形状の選定として、5.10.3 側ノズル 図 12 2) 丸型を採用する

表-10-8 円筒型タンクの穴の補強評価結果 (強め材)

機器名称		管台口径	評価部位	強め材材料	強め材の幅 [mm]	強め材の穴の直径 [mm]	強め材板厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	管台	SM400C	305	118	18.8
		200A	管台	SM400C	480	220	18.8

d-2. 円筒型タンクのマンホール管台の厚さ, 補強評価【日本産業規格】

JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造 (2013) 5.10.3 側ノズル 表 11, よりに基づき強め材を選定した。(表-10-9)

表-10-9 円筒型タンクの穴の補強評価結果 (強め材)

機器名称		管台口径	評価部位	強め材材料	強め材の幅 [mm]	強め材の穴の直径 [mm]	強め材板厚 [mm]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	600A	管台	SM400C	1370	613	18.8



d-3. 円筒型タンクの胴の穴の補強評価 (参考)

参考として、設計・建設規格に準拠し、胴の穴の補強について評価を実施した。評価の結果、補強に有効な面積が補強に必要な面積より大きいため、補強は十分であることを確認した (表-10-10, 11)。

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d) - 2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)(\eta t_s - Ft_{sr})t_n$$

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = \left(\text{Max}\left(d, \frac{d}{2} + t_s + t_n\right)\right)$$

$$A_2 = 2((t_{n1} - t_{nr})Y_1 + t_{n2}Y_2)S_n / S_s$$

$$t_{nr} = \frac{PDi}{2S - 1.2P}$$

$$Y_1 = \text{Min}(2.5t_s, 2.5t_{n1} + Te)$$

$$Y_2 = \text{Min}(2.5t_s, 2.5t_{n2}, h)$$

$$A_3 = L_1L_1 + L_2L_2 + L_3L_3$$

$$A_4 = (W - Wi) \times Te$$

$$W = \text{Min}(X, De)$$

$$Ar = dt_{sr}F + 2\left(1 - \frac{S_n}{S_s}\right)t_{sr}Ft_n$$

- A<sub>0</sub> : 補強に有効な総面積
- A<sub>1</sub> : 胴, 鏡板又は平板部分の補強に有効な面積
- A<sub>2</sub> : 管台部分の補強に有効な面積
- A<sub>3</sub> : すみ肉溶接部の補強に有効な面積
- A<sub>4</sub> : 強め材の補強に有効な面積
- η : PVC-3161.2 に規定する効率
- t<sub>s</sub> : 胴の最小厚さ
- t<sub>sr</sub> : 継ぎ目のない胴の計算上必要な厚さ (PVC-3122(1)において η=1 としたもの)
- t<sub>n</sub> : 管台最小厚さ
- t<sub>n1</sub> : 胴板より外側の管台最小厚さ
- t<sub>n2</sub> : 胴板より内側の管台最小厚さ
- t<sub>nr</sub> : 管台の計算上必要な厚さ
- P : 最高使用圧力 (水頭)=9.80665×10<sup>3</sup>H ρ
- S<sub>s</sub> : 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
- S<sub>n</sub> : 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
- Di : 管台の内径
- X : 胴面に沿った補強に有効な範囲
- X<sub>1</sub> : 補強に有効な範囲
- X<sub>2</sub> : 補強に有効な範囲
- Y<sub>1</sub> : 胴面に垂直な補強の有効な範囲 (胴より外側)
- Y<sub>2</sub> : 胴面に垂直な補強の有効な範囲 (胴より内側)
- h : 管台突出し高さ (胴より内側)
- L<sub>1</sub> : 溶接の脚長
- L<sub>2</sub> : 溶接の脚長
- L<sub>3</sub> : 溶接の脚長
- A<sub>r</sub> : 補強が必要な面積
- d : 胴の断面に現れる穴の径
- F : 係数 (図 PVC-3161.2-1 から求めた値)
- Te : 強め材厚さ
- W : 強め材の有効範囲
- Wi : 開先を含めた管台直径
- De : 強め材外径



表-10-10 円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠 (1/5)

機器名称	管台口径	管台材料	温度	F	$\eta$	$S_n$ [MPa]	$S_s$ [MPa]	$t_s$ [mm]	$t_{sr}$ [mm]	$t_n$ [mm]	X [mm]	d [mm]	A1 [mm <sup>2</sup> ]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	STPG370	常温	1	1	93	100	18.8	■	8.6	■	■
		200A	STPG370	常温	1	1	93	100	18.8	■	12.7	■	■
		600A	SM400C	常温	1	1	100	100	18.8	■	12.0	■	■

表-10-10 円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠 (2/5)

機器名称	管台口径	H [mm]	d [mm]	$S_n$ [MPa]	$S_s$ [MPa]	$t_{n1}$ [mm]	$t_{n2}$ [mm]	h [mm]	$t_{nr}$ [mm]	$t_s$ [mm]	$Y_1$ [mm]	$Y_2$ [mm]	A2 [mm <sup>2</sup> ]	
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	93	100	■	■	■	0.06	18.8	■	■	■
		200A	■	■	93	100	■	■	■	0.117	18.8	■	■	■
		600A	■	■	100	100	■	■	■	0.478	18.8	■	■	■

表-10-10 円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠 (3/5)

機器名称	管台口径	$L_1$ [mm]	$L_2$ [mm]	$L_3$ [mm]	A3 [mm <sup>2</sup> ]	
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	■	358.00
		200A	■	■	■	446.00
		600A	■	■	■	421.00



表-10-10 円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠 (4/5)

機器名称		管台 口径	W [mm]	Wi [mm]	X [mm]	De [mm]	Te [mm]	A4 [mm <sup>2</sup> ]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	194.2	118	194.2	■	■	1432.56
		200A	381.8	220	381.8	■	■	3041.84
		600A	1171.2	613	1171.2	■	■	10494.16

表-10-10 円筒型タンクの穴の補強評価結果の数値根拠 (5/5)

機器名称		管台 口径	d [mm]	t <sub>er</sub> [mm]	F	S <sub>n</sub> [MPa]	S <sub>s</sub> [MPa]	A <sub>r</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>0</sub> [mm <sup>2</sup> ]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	1	93	100	910.30 →911	3665.47 →3665
		200A	■	■	1	93	100	1784.2 →1785	6864.51 →6864
		600A	■	■	1	100	100	5422.66 →5423	18198.29 →18198

表-10-11 円筒型タンクの穴の補強評価結果

機器名称		管台口径	評価部位	Ar [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>0</sub> [mm <sup>2</sup> ]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	管台	911	3665
		200A	管台	1785	6864
		600A	管台	5423	18198



d-4. 強め材の取付け強さ (参考)

参考として、設計・建設規格に準拠し、強め材の取付け強さについて評価を実施した。評価の結果、溶接部の強度が十分であることを確認した (表-10-12, 13)。

$$F_1 = \frac{\pi}{2} d_o L_1 S \eta_1$$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} d t_n S_n \eta_3$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} d'_o t_s S \eta_2$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} d_o L_2 S \eta_1$$

$$F_5 = \frac{\pi}{2} W_o L_3 S \eta_1$$

$$F_6 = \frac{\pi}{2} d_o t_s S \eta_2$$

$$W = d'_o t_{sr} S - (t_s - F t_{sr}) (X - d'_o) S$$

$$W_1 = F_1 + F_2$$

$$W_2 = F_1 + F_6 + F_4$$

$$W_3 = F_5 + F_2$$

$$W_4 = F_5 + F_3$$

$$W_5 = F_1 + F_3$$

$$W_6 = F_5 + F_6 + F_4$$

- F<sub>1</sub> : 断面 (管台外側のすみ肉溶接部) におけるせん断強さ
- F<sub>2</sub> : 断面 (管台内側の管台壁) におけるせん断強さ
- F<sub>3</sub> : 断面 (突合せ溶接部) におけるせん断強さ
- F<sub>4</sub> : 断面 (管台内側のすみ肉溶接部) におけるせん断強さ
- F<sub>5</sub> : 断面 (強め材のすみ肉溶接部) におけるせん断強さ
- F<sub>6</sub> : 断面 (突合せ溶接部) におけるせん断強さ
- d<sub>o</sub> : 管台外径
- d : 管台内径
- d<sub>o</sub>' : 胴の穴の径
- W<sub>o</sub> : 強め材の外径
- S : 胴板材料の最高使用温度における許容引張応力
- S<sub>n</sub> : 管台材料の最高使用温度における許容引張応力
- L<sub>1</sub> : すみ肉溶接部の脚長 (管台取付部 (胴より外側))
- L<sub>2</sub> : すみ肉溶接部の脚長 (管台取付部 (胴より内側))
- L<sub>3</sub> : 溶接部の脚長 (強め材)
- η<sub>1</sub> : 強め材の取付け強さ (表 PVC-3169-1 の値)
- η<sub>2</sub> : 強め材の取付け強さ (表 PVC-3169-1 の値)
- η<sub>3</sub> : 強め材の取付け強さ (表 PVC-3169-1 の値)
- W : 溶接部の負うべき荷重
- t<sub>sr</sub> : 継目のない胴の計算上必要な厚さ  
(PVC-3122(1)において η=1 としたもの)
- F : 管台の取付角度より求まる係数  
(図 PVC-3161.2-1 から求めた値)
- X : 補強に有効な範囲
- W<sub>1</sub> : 予想される破断箇所の強さ
- W<sub>2</sub> : 予想される破断箇所の強さ
- W<sub>3</sub> : 予想される破断箇所の強さ
- W<sub>4</sub> : 予想される破断箇所の強さ
- W<sub>5</sub> : 予想される破断箇所の強さ
- W<sub>6</sub> : 予想される破断箇所の強さ



表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (1/7)

機器名称		管台 口径	d o' [mm]	t <sub>sr</sub> [mm]	S [MPa]	t <sub>s</sub> [mm]	X [mm]	F	W [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	18.8	194.2	1	63457.2
		200A	■	■	100	18.8	381.8	1	76246.8
		600A	■	■	100	18.8	1171.2	1	62563.2

表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (2/7)

機器名称		管台 口径	d o [mm]	L <sub>1</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	74331
		200A	■	■	100	0.46	203179
		600A	■	■	100	0.46	528572

表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (3/7)

機器名称		管台 口径	d [mm]	t <sub>n</sub> [mm]	S <sub>n</sub> [MPa]	η <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	93	0.70	85393
		200A	■	■	93	0.70	247920
		600A	■	■	100	0.70	772681

※ : PVC-3166 による。

表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (4/7)

機器名称		管台 口径	d o' [mm]	t <sub>s</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	273487
		200A	■	■	100	0.70	484338
		600A	■	■	100	0.70	1297355

表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (5/7)

機器名称		管台 口径	d o [mm]	L <sub>2</sub> [mm]	S [MPa]	η <sub>1</sub>	F <sub>4</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	74331
		200A	■	■	100	0.46	140662
		600A	■	■	100	0.46	396429



表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (6/7)

機器名称		管台 口径	W <sub>0</sub> [mm]	L <sub>3</sub> [mm]	S [MPa]	$\eta_1$	F <sub>5</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.46	308536
		200A	■	■	100	0.46	485565
		600A	■	■	100	0.46	1385883

表-10-12 円筒型タンクの強め材の取付け強さの数値根拠 (7/7)

機器名称		管台 口径	d <sub>o</sub> [mm]	t <sub>s</sub> [mm]	S [MPa]	$\eta_2$	F <sub>6</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	■	■	100	0.70	236278
		200A	■	■	100	0.70	447129
		600A	■	■	100	0.70	1260146

表-10-13 円筒型タンクの強め材の取付け強さ

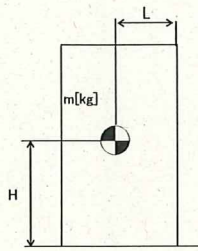
機器名称		管台 口径	溶接部の負 うべき荷重	予想される破断箇所の強さ					
				W [N]	W <sub>1</sub> [N]	W <sub>2</sub> [N]	W <sub>3</sub> [N]	W <sub>4</sub> [N]	W <sub>5</sub> [N]
多核種処理水貯槽	2400m <sup>3</sup> 容量	100A	63457.2	159724	384940	393929	582023	347818	619145
		200A	76246.8	451099	790970	733485	969903	687517	1073356
		600A	62563.2	1301253	2185147	2158564	2683238	1825927	3042458



## (2)耐震性評価

### a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値根拠を表-11-1, 2に示す。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C<sub>H</sub> : 水平方向設計震度 (0.36)

各記号の下付文字は、下記を意味する。

( t : タンク, w : 保有水,  
b : ベース )

地震による転倒モーメント :

$$\begin{aligned} M_1 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times C_H \times H \\ &= g \times C_H \times (m_t \times H_t + m_w \times H_w + m_b \times H_b) \end{aligned}$$

自重による安定モーメント :

$$\begin{aligned} M_2 [\text{N} \cdot \text{m}] &= m \times g \times L \\ &= (m_t \times L_t + m_w \times L_w + m_b \times L_b) \times g \end{aligned}$$



表-11-1 タンク・槽類の転倒評価計算根拠 (1/3)

機器名称	$m_1$ [t]	$m_2$ [t]	$H_1$ [m]	$H_2$ [m]	$L_1$ [m]	$L_2$ [m]	$M_1$ [kN·m]	$M_2$ [kN·m]
SPT 受入水タンク							574 → $5.8 \times 10^2$	2,927 → $2.9 \times 10^3$
廃液 RO 供給タンク	35m <sup>3</sup> 容量						170.3 → $1.8 \times 10^2$	425 → $4.2 \times 10^2$
	40m <sup>3</sup> 容量						223 → $2.3 \times 10^2$	544 → $5.4 \times 10^2$
	42m <sup>3</sup> 容量						194 → $2.0 \times 10^2$	557 → $5.5 \times 10^2$
	110m <sup>3</sup> 容量						574 → $5.8 \times 10^2$	2,927 → $2.9 \times 10^3$
RO 処理水受タンク						574 → $5.8 \times 10^2$	2,927 → $2.9 \times 10^3$	
RO 濃縮水受タンク						574 → $5.8 \times 10^2$	2,927 → $2.9 \times 10^3$	
RO 濃縮水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量						21,865 → $2.2 \times 10^4$	35,170 → $3.5 \times 10^4$
	1000m <sup>3</sup> 容量 (溶接)						23,292 → $2.4 \times 10^4$	74,620 → $7.4 \times 10^4$
RO 濃縮水貯槽 濃縮廃液貯槽 RO 処理水貯槽 蒸発濃縮処理水貯槽	1000m <sup>3</sup> 容量						31,880 → $3.2 \times 10^4$	63,323 → $6.3 \times 10^4$

※ : 満水時における据付面から重心までの距離。



表-11-1 タンク・槽類の転倒評価計算根拠 (2/3)

機器名称	$m_1$ [t]	$m_2$ [t]	$H_1$ [m]	$H_2$ [m]	$L_1$ [m]	$L_2$ [m]	$M_1$ [kN·m]	$M_2$ [kN·m]	
多核種処理水貯槽	700m <sup>3</sup> 容量						17,156 → 1.8×10 <sup>4</sup>	35,705 → 3.5×10 <sup>4</sup>	
							19,371 → 2.0×10 <sup>4</sup>	34,774 → 3.4×10 <sup>4</sup>	
							21,124 → 2.2×10 <sup>4</sup>	32,146 → 3.2×10 <sup>4</sup>	
	1000m <sup>3</sup> 容量 (溶接-K4 以外)						23,292 → 2.4×10 <sup>4</sup>	74,620 → 7.4×10 <sup>4</sup>	
	1000m <sup>3</sup> 容量 (溶接-K4)						31,880 → 3.2×10 <sup>4</sup>	63,323 → 6.3×10 <sup>4</sup>	
	1060m <sup>3</sup> 容量						31,880 → 3.2×10 <sup>4</sup>	63,323 → 6.3×10 <sup>4</sup>	
	1140m <sup>3</sup> 容量						32,544 → 3.3×10 <sup>4</sup>	66,673 → 6.6×10 <sup>4</sup>	
	1160m <sup>3</sup> 容量						30,134 → 3.1×10 <sup>4</sup>	71,051 → 7.1×10 <sup>4</sup>	
	1200m <sup>3</sup> 容量							30,120 → 3.1×10 <sup>4</sup>	83,658 → 8.3×10 <sup>4</sup>
								24,395 → 2.4×10 <sup>4</sup>	75,433 → 7.5×10 <sup>4</sup>
	1220m <sup>3</sup> 容量						26,602 → 2.7×10 <sup>4</sup>	78,767 → 7.8×10 <sup>4</sup>	
	1235m <sup>3</sup> 容量						30,134 → 3.1×10 <sup>4</sup>	71,051 → 7.1×10 <sup>4</sup>	
	1330m <sup>3</sup> 容量							39,939 → 4.0×10 <sup>4</sup>	81,883 → 8.1×10 <sup>4</sup>
								39,564 → 4.0×10 <sup>4</sup>	80,904 → 8.0×10 <sup>4</sup>
								38,331 → 3.9×10 <sup>4</sup>	80,030 → 8.0×10 <sup>4</sup>
	1356m <sup>3</sup> 容量						33,632 → 3.4×10 <sup>4</sup>	96,418 → 9.6×10 <sup>4</sup>	
	2400m <sup>3</sup> 容量 (J2, J3)						67,704 → 6.8×10 <sup>4</sup>	232,326 → 23.2×10 <sup>4</sup>	
2400m <sup>3</sup> 容量 (H2)						68,589 → 6.9×10 <sup>4</sup>	233,908 → 23.3×10 <sup>4</sup>		
2900m <sup>3</sup> 容量						70,891 → 7.1×10 <sup>4</sup>	257,154 → 2.5×10 <sup>5</sup>		

※ : 清水時における据付面から重心までの距離。



表-11-1 タンク・槽類の転倒評価計算根拠 (3/3)

機器名称		$m_t$ [t]	$m_w$ [t]	$H_t$ [m]	$H_w$ [m]	$L_t$ [m]	$L_w$ [m]	$M_1$ [kN·m]	$M_2$ [kN·m]
Sr 処理水貯槽	1057m <sup>3</sup> 容量							31,880 → 3.2×10 <sup>4</sup>	63,323 → 6.3×10 <sup>4</sup>
	1160m <sup>3</sup> 容量							30,134 → 3.1×10 <sup>4</sup>	71,051 → 7.1×10 <sup>4</sup>
	1200m <sup>3</sup> 容量							30,120 → 3.1×10 <sup>4</sup>	83,658 → 8.3×10 <sup>4</sup>
濃縮水タンク								205 → 2.1×10 <sup>2</sup>	544 → 5.4×10 <sup>2</sup>

表-11-2 円筒横置きタンクの転倒評価計算根拠

機器名称	$m$ [t]		$H$ [m]		$L$ [m]		$M_1$ [kN·m]	$M_2$ [kN·m]
濃縮廃液貯槽	$m_t$		$H_t$		$L_t$		1,023 → 1.1×10 <sup>3</sup>	2,330 → 2.3×10 <sup>3</sup>
	$m_w$		$H_w$		$L_w$			
	$m_{b1}$		$H_{b1}$		$L_{b1}$			
	$m_{b2}$		$H_{b2}$		$L_{b2}$			



b. 応力評価及び座屈評価

汚染水処理設備等を構成する機器のうち中低濃度タンク（円筒型）については，以下の通り貯留機能維持について評価する。

『JEAC4601-2008 原子力発電所耐震設計技術規程』に基づく，タンク胴板の応力評価及び座屈評価の数値根拠を示す。（表－11－3，4）

表－11－3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠（1／7）

機器名称		$\rho'$ [kg/mm <sup>3</sup> ]	H [mm]	D <sub>i</sub> [mm]	t [mm]	$\sigma_{\phi 1}$ [MPa]
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	44.2
		0.000001			16	34.1
		0.000001			12	48.8
	1000m <sup>3</sup> 容量	0.000001			15	47.6
	1060m <sup>3</sup> 容量	0.000001			15	47.6
	1140m <sup>3</sup> 容量	0.000001			15	48.3
	1200m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	52.5
	1160m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	58.4
	1220m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	54.2
	1330m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	66.9
		0.000001			15	53.6
		0.000001			12	66.2
	1356m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	61.9
	2400m <sup>3</sup> 容量	0.000001			18.8	55.8



表-11-3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠 (2/7)

機器名称	$\rho'$ [kg/mm <sup>3</sup> ]	H [mm]	D <sub>i</sub> [mm]	t [mm]	C <sub>v</sub>	$\sigma_{\phi 2}$ [MPa]	
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	0	0
		0.000001			16	0	0
		0.000001			12	0	0
	1000m <sup>3</sup> 容量	0.000001			15	0	0
	1060m <sup>3</sup> 容量	0.000001			15	0	0
	1140m <sup>3</sup> 容量	0.000001			15	0	0
	1200m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	0	0
	1160m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	0	0
	1220m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	0	0
	1330m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	0	0
		0.000001			15	0	0
		0.000001			12	0	0
	1356m <sup>3</sup> 容量	0.000001			12	0	0
	2400m <sup>3</sup> 容量	0.000001			18.8	0	0

表-11-3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠 (3/7)

機器名称	m <sub>e</sub> [kg]	D <sub>i</sub> [mm]	t [mm]	$\sigma_{x2}$ [MPa]	
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量			12	1.4
				16	1.8
				12	1.7
	1000m <sup>3</sup> 容量			15	1.8
	1060m <sup>3</sup> 容量			15	1.8
	1140m <sup>3</sup> 容量			15	1.8
	1160m <sup>3</sup> 容量			12	1.4
	1200m <sup>3</sup> 容量			12	1.6
	1220m <sup>3</sup> 容量			12	1.9
	1330m <sup>3</sup> 容量			12	2.3
				15	1.6
				12	1.5
	1356m <sup>3</sup> 容量			12	1.8
	2400m <sup>3</sup> 容量			18.8	1.9



表-11-3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠 (4/7)

機器名称		$m_e$ [kg]	$D_i$ [mm]	$t$ [mm]	$C_V$	$\sigma_{X3}$ [MPa]
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量			12	0	0
				16	0	0
				12	0	0
	1000m <sup>3</sup> 容量			15	0	0
	1060m <sup>3</sup> 容量			15	0	0
	1140m <sup>3</sup> 容量			15	0	0
	1160m <sup>3</sup> 容量			12	0	0
	1200m <sup>3</sup> 容量			12	0	0
	1220m <sup>3</sup> 容量			12	0	0
	1330m <sup>3</sup> 容量			12	0	0
				15	0	0
				12	0	0
	1356m <sup>3</sup> 容量			12	0	0
	2400m <sup>3</sup> 容量			18.8	0	0

表-11-3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠 (5/7)

機器名称		$C_U$	$m_o$ [kg]	$l_g$ [mm]	$D_i$ [mm]	$t$ [mm]	$\sigma_{X4}$ [MPa]
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	0.36			9,000	12	22.8
		0.36			8,100	16	21.1
		0.36			8,100	12	34.1
	1000m <sup>3</sup> 容量	0.36			10,000	15	23.6
	1060m <sup>3</sup> 容量	0.36			10,000	15	23.6
	1140m <sup>3</sup> 容量	0.36			10,440	15	20.1
	1160m <sup>3</sup> 容量	0.36			11,000	12	26.3
	1200m <sup>3</sup> 容量	0.36			12,000	12	18.0
	1220m <sup>3</sup> 容量	0.36			12,000	12	19.6
	1330m <sup>3</sup> 容量	0.36			11,000	12	35.3
		0.36			11,000	15	27.7
		0.36			11,000	12	31.8
	1356m <sup>3</sup> 容量	0.36			12,500	12	22.8
	2400m <sup>3</sup> 容量	0.36			16,200	18.8	17.4



表-11-3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠 (6/7)

機器名称		$C_H$	$m_0$ [kg]	$D_i$ [mm]	$t$ [mm]	$\tau$ [MPa]
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	0.36			12	17.0
		0.36			16	13.6
		0.36			12	18.7
	1000m <sup>3</sup> 容量	0.36			15	18.4
	1060m <sup>3</sup> 容量	0.36			15	18.4
	1140m <sup>3</sup> 容量	0.36			15	17.9
	1160m <sup>3</sup> 容量	0.36			12	22.0
	1200m <sup>3</sup> 容量	0.36			12	20.0
	1220m <sup>3</sup> 容量	0.36			12	20.8
	1330m <sup>3</sup> 容量	0.36			12	24.4
		0.36			15	20.5
		0.36			12	24.9
	1356m <sup>3</sup> 容量	0.36			12	23.6
	2400m <sup>3</sup> 容量	0.36			18.8	21.4



表-11-3 円筒型タンクの胴の応力評価の数値根拠 (7/7)

機器名称		$\sigma_{\phi 1}$ [MPa]	$\sigma_{x2}$ [MPa]	$\sigma_{x4}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]	$\sigma_{ot}$ [MPa]	$\sigma_{oc}$ [MPa]	$S_y$ [MPa]	$S_u$ [MPa]
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	44.2	1.4	22.8	17.0	53.2	28.2	241	395
		34.1	1.8	21.1	13.6	42.1	26.0	241	394
		48.8	1.7	34.1	18.7	61.0	39.7	235	400
	1000m <sup>3</sup> 容量	47.6	1.8	23.6	18.4	57.2	29.8	241	394
	1060m <sup>3</sup> 容量	47.6	1.8	23.6	18.4	57.2	29.8	241	394
	1140m <sup>3</sup> 容量	48.3	1.8	20.1	17.9	56.6	26.1	241	394
	1160m <sup>3</sup> 容量	58.4	1.4	26.3	22.0	69.3	33.0	235	386
	1200m <sup>3</sup> 容量	52.5	1.6	18.0	20.0	61.4	24.7	245	400
	1220m <sup>3</sup> 容量	54.2	1.9	19.6	20.8	63.6	26.8	245	400
	1330m <sup>3</sup> 容量	66.9	2.3	35.3	24.4	79.6	43.0	241	394
		53.6	1.6	27.7	20.5	64.5	34.1	235	400
		66.2	1.5	31.8	24.9	78.9	39.1	310	465
	1356m <sup>3</sup> 容量	61.9	1.8	22.8	23.6	72.6	30.5	241	394
	2400m <sup>3</sup> 容量	55.8	1.9	17.4	21.4	65.0	25.0	235	400

表-11-4 円筒型タンクの座屈評価の数値根拠

機器名称		$\eta$	E [MPa]	$\sigma_{x2}$ [MPa]	$\sigma_{x4}$ [MPa]	$f_c$ [MPa]	$f_b$ [MPa]	算出値※
多核種 処理水 貯槽	700m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	1.4	22.8	118	153	0.24
		1.37	201,000	1.8	21.1	170	185	0.17
		1.5	201,666	1.7	34.1	138	189	0.29
	1000m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	1.8	23.6	139	164	0.24
	1060m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	1.8	23.6	139	164	0.24
	1140m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	1.8	20.1	132	172	0.20
	1160m <sup>3</sup> 容量	1.5	200,360	1.4	26.3	88	121	0.36
	1200m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	1.6	18.0	78	109	0.29
	1220m <sup>3</sup> 容量	1.5	202,000	1.9	19.6	78	109	0.31
	1330m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	2.3	35.3	88	121	0.48
		1.5	201,666	1.6	27.7	122	168	0.27
		1.5	200,360	1.5	31.8	87	120	0.43
	1356m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,000	1.8	22.8	73	103	0.37
	2400m <sup>3</sup> 容量	1.5	201,666	1.9	17.4	97	131	0.23

※評価式「 $\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3}) / f_c + \eta \cdot \sigma_{x4} / f_b$ 」の算出値



## 地下貯水槽

### (1) 構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、社団法人雨水貯留浸透技術協会「プラスチック製地下貯留浸透施設技術指針」に準じたプラスチック製枠材及び日本遮水工協会により製品認定を受けている遮水シートを使用することで、高い信頼性を確保する。

### (2) 耐震性評価

#### (2)-1.1. 評価の項目・目的

地下貯水槽の耐震性評価は次の 2 項目について実施する。

- ① 地下貯水槽の地震発生時の止水シートの強度（止水性）の確認
- ② 地下貯水槽に地震が作用した場合の貯水槽内部の貯水枠材の強度の確認
  - a) 地表面載荷荷重として 10kN/m<sup>2</sup> を考慮した場合
  - b) 地下貯水槽の上盤に車両が載った場合

表-12 に、それぞれの評価項目の目的及び内容についてまとめたものを示す。このうち、最も重要なのは①にあげた地震発生時の止水性の確認であり、貯水枠材の強度に関しては、仮に貯水枠材が破壊に至っても不具合事象としては上盤の陥没等が発生する程度と想定され、最も重要な貯水槽の性能である止水性に悪影響はないと考えられる。

表-12 評価項目毎の目的・内容

評価項目	目的・内容	想定不具合事象
①止水シート強度	○ 地震力が作用した場合の止水シートの発生ひずみ量を解析し、シートが破断しないか、即ち漏えい事象が発生しないかを確認する。	○ 止水シートが破断すると、地中に貯水が漏えい拡散するリスクが生じる。
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m <sup>2</sup>	○ 貯水枠材に地震力が作用した場合の貯水枠材応力度を検討して枠材の強度を確認する。	○ 貯水枠材が破壊すると、枠材が崩れて貯水槽の上盤が陥没する。それにより、上盤に敷設している PE シートが破断する可能性があるが、このシートは雨水混入防止用のものであり、漏えいには直接関係ない。
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	○ 貯水槽の上盤に車両が載った場合(自動車荷重を考慮した場合)の貯水枠材の強度を確認する。	



(2)-1.2. 計算条件

各評価項目の作用荷重等の与条件の概要を表-13に示す。

表-13 評価項目毎の与条件

評価項目	作用震度	作用荷重
①止水シート強度	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6	各自重
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m <sup>2</sup>	Bクラス：水平震度 0.3 Sクラス：水平震度 0.6 鉛直震度 0.3	地表載荷荷重 覆土荷重 貯水枠材荷重 地震時水平土圧
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	鉛直震度 0.3	自動車荷重 (T-25) 覆土荷重

(2)-1.3. 照査結果

照査結果を表-14に示す。また各項目の検討の詳細は表-14に示す別添資料に示す。

表-14 評価項目毎の照査結果

評価項目	照査対象	作用震度	計算結果	許容値	詳細
①止水シート強度	止水シートの ひずみ量	Bクラス	0.148%	560%	別添-2
		Sクラス	0.206%	560%	
②貯水枠材強度 a) 地表面載荷荷重 10kN/m <sup>2</sup>	貯水枠材の 水平・鉛直 強度	Bクラス	水平：23.0kN/m <sup>2</sup>	30.0kN/m <sup>2</sup>	別添-3
		Sクラス	水平：46.8kN/m <sup>2</sup> 垂直：33.7kN/m <sup>2</sup>	52.5kN/m <sup>2</sup> 102.1kN/m <sup>2</sup>	
②貯水枠材強度 b) 車両荷重	貯水枠材の 鉛直強度	—	77.3kN/m <sup>2</sup>	102.1kN/m <sup>2</sup>	別添-4

(3) スロッシングに対する評価

地下貯水槽の場合、プラスチック製枠材で構築される水室の中で最も大きなものの寸法は幅 25cm 以下と小規模であり、スロッシングのような長周期問題は顕在化しないと考えられる。なお、検討の詳細については別添-5に示す。



#### (4) 地下貯水槽を設置する地盤の評価

地下貯水槽は地盤を掘削して設置するため、掘削完了時の地盤は加圧密状態となっている。また設置するプラスチック製枠材と貯留する水の重量は、掘削した土砂（地盤）よりも小さいことから、地下貯水槽が掘削完了後の地盤上に設置されても、地盤が強度破壊等の不具合を発生することはないと考えられる。しかしながら、念のため、表層 0.5m の部分にはセメント系改良材による地盤改良を施し、地盤を補強する。

#### 1.2.9. ポンプ

##### (1) 構造強度評価

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、ポンプは必要な構造強度を有すると評価した。

なお、海外製の一部ポンプを除き、JIS 規格に準用したポンプを使用している。

#### 1.2.10. 配管等

##### (1) 構造強度評価

###### a. 配管（鋼製）

材料証明書がなく、設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認した。従って、配管は必要な構造強度を有すると評価した。

また、配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表-15-1 に示す。評価の結果、最高使用圧力に耐えられることを確認した（表-15-2）。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P}$$

- t : 管の計算上必要な厚さ
- D<sub>0</sub> : 管の外径
- P : 最高使用圧力 [MPa]
- S : 最高使用温度における  
材料の許容引張応力 [MPa]
- η : 長手継手の効率



表-15-1 配管構造強度評価の計算根拠

評価 機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [°C]	Do [mm]	S [MPa]	$\eta$	t [mm]
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	114.3	93	1.00	0.837 → 0.84
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	216.3	93	1.00	1.584 → 1.6
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	1.00	0.382 → 0.39
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	1.00	0.562 → 0.57
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	60.5	110	0.60	0.137 → 0.14
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	89.1	110	0.60	0.202 → 0.21
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	114.3	110	0.60	0.259 → 0.26
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	165.2	110	0.60	0.375 → 0.38
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	216.3	110	0.60	0.491 → 0.50
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	60.5	93	1.00	0.443 → 0.45
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	89.1	93	1.00	0.652 → 0.66
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	165.2	93	1.00	1.210 → 1.3
配管⑬	25A	80	STPG370	0.5	66	34.0	93	1.00	0.091 → 0.10
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	60.5	93	1.00	0.162 → 0.17
配管⑮	80A	80	STPG370	0.5	66	89.1	93	1.00	0.239 → 0.24
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	114.3	93	1.00	0.307 → 0.31
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	60.5	108	1.00	0.271 → 0.28
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	89.1	108	1.00	0.399 → 0.40
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	0.60	0.634 → 0.64
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	0.60	0.934 → 0.94



表-15-2 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	必要肉厚 (mm)	肉厚 (mm)
配管①	100A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.84	8.6
配管②	200A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.6	12.7
配管③	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管④	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管⑤	50A	20S	SUS316L	0.3	50	0.14	3.5
配管⑥	80A	20S	SUS316L	0.3	50	0.21	4.0
配管⑦	100A	20S	SUS316L	0.3	50	0.26	4.0
配管⑧	150A	20S	SUS316L	0.3	50	0.38	5.0
配管⑨	200A	20S	SUS316L	0.3	50	0.50	6.5
配管⑩	50A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.45	5.5
配管⑪	80A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	0.66	7.6
配管⑫	150A	80	STPG370 STPT370	1.37	66	1.3	11.0
配管⑬	25A	80	STPG370	0.5	66	0.10	4.5
配管⑭	50A	80	STPG370	0.5	66	0.17	5.5
配管⑮	80A	80	STPG370	0.5	66	0.24	7.6
配管⑯	100A	80	STPG370	0.5	66	0.31	8.6
配管⑰	50A	40	SUS316L	0.97	66	0.28	3.9
配管⑱	80A	40	SUS316L	0.97	66	0.40	5.5
配管⑲	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.64	3.9
配管⑳	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.94	5.5



b. 耐圧ホース（樹脂製）

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定した上で、漏えい試験等を行い、漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。従って、耐圧ホースは、必要な構造強度を有していると評価した。

c. ポリエチレン管

設計・建設規格上のクラス 3 機器に対する規定を満足する材料ではないが、系統の温度、圧力を考慮して仕様を選定している。また、ポリエチレン管は、一般に耐食性、電気特性（耐電気腐食）、耐薬品性を有しており、鋼管と同等の信頼性を有している。また、以下により高い信頼性を確保している。

- ・ 日本水道協会規格に適合したポリエチレン管を採用。
- ・ 継手は可能な限り融着構造とする。
- ・ 敷設時に漏えい試験等を行い、運転状態に異常がないことを確認している。

以上のことから、ポリエチレン管は、必要な構造強度を有するものと評価した。

1.2.11. ろ過水タンク

(1) 構造強度評価

ろ過水タンクは、本来ろ過水を貯留するため、設計・建設規格に準拠して設計されていない。

今回、逆浸透膜装置の廃水を貯留することから、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表-16-1に示す。評価の結果、水頭圧に耐えられることを確認した（表-16-2）。

$$t = \frac{DiH\rho}{0.204S\eta}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径

H : 水頭

$\rho$  : 液体の比重

S : 最高使用温度における  
材料の許容引張応力

$\eta$  : 長手継手の効率

ただし、tの値は炭素鋼、低合金鋼の場合は  $t=3[\text{mm}]$  以上、その他の金属の場合は  $t=1.5[\text{mm}]$  以上とする。また、内径の区分に応じた必要厚さを考慮する。



表-16-1 No.1ろ過水タンク板厚評価の数値根拠

機器名称		Di [m]	H [m]	$\rho$	材料	温度 [°C]	S [MPa]	$\eta$	t [mm]
No.1ろ過水タンク	最下段	24.8	9.6	1	SM400C	常温	100	0.70	16.7 → 17
	下から4段目	24.8	0.6	1	SS400	常温	100	0.70	1.04 → 6*1

※1 : 内径16[m]以上のため、内径区分により6[mm]となる。

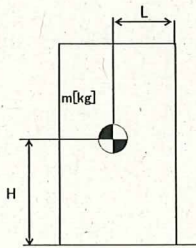
表-16-2 No.1ろ過水タンク 板厚評価結果

評価部位	必要肉厚 [mm]	実厚 [mm]
板厚 (最下段)	17	18
板厚 (下から4段目)	6	8

(2)耐震性評価

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表-17-1に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した(表-17-2)。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- w : 機器重量 (m × g)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C<sub>H</sub> : 水平方向設計震度 (0.36)

各記号の下付文字は、下記を意味する。

( t : タンク, r : 屋根,  
w : 保有水 )

地震による転倒モーメント :

$$M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = g \times C_H \times (m_t \times H_t + m_r \times H_r + m_w \times H_w)$$

自重による安定モーメント :

$$M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L = (m_t \times L_t + m_r \times L_r + m_w \times L_w) \times g$$



表-17-1 No.1ろ過水タンクの転倒評価計算根拠

機器名称	W[kN]		H[m]		L[m]		M <sub>1</sub> [kN・m]	M <sub>2</sub> [kN・m]
No.1 ろ過水タンク	m <sub>t</sub>		H <sub>t</sub>		L <sub>t</sub>		93,324 → 9.4×10 <sup>4</sup>	613,165 → 6.1×10 <sup>5</sup>
	m <sub>r</sub>		H <sub>r</sub>		L <sub>r</sub>			
	m <sub>w</sub>		H <sub>w</sub>		L <sub>w</sub>			

表-17-2 No.1ろ過水タンク 転倒評価結果

水平震度	転倒モーメント M <sub>1</sub> [kN・m]	安定モーメント M <sub>2</sub> [kN・m]
0.36	9.4×10 <sup>4</sup>	6.1×10 <sup>5</sup>

b. スロッシング評価

容器構造設計指針（日本建築学会）を参考にスロッシング波高の評価を行った結果、スロッシング時のタンク内の液位はろ過水タンク高さ以下であることを確認した（表-18）。

$$\eta_s = 0.802 \cdot Z_s \cdot I \cdot S_{v1} \sqrt{(D/g) \tanh(3.682 \cdot H_l/D)}$$

$\eta_s$  : スロッシング波高

$Z_s$  : 地域係数 (1)

$I$  : 用途係数 (1.2)

$S_{v1}$  : 設計応答スペクトル値 (2.11 m/s)

$D$  : 貯槽内径 (24.8 m)

$g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)

$H_l$  : 液高さ (9.6 m)

$$\eta_s = 3.05$$

$$\rightarrow 3.1 \text{ m}$$

表-18 No.1ろ過水タンク スロッシング評価

スロッシング波高 [m]	スロッシング時液位 [m]	タンク高さ [m]
3.1	12.7 <sup>※1</sup>	18.1

※1 4600m<sup>3</sup>貯留時の液位9.6mにスロッシング波高を加えたもの

寸法許容範囲



1.2.12. モバイル式処理装置(使用済燃料プール設備 (実施計画Ⅱ 2.3) および放水路  
浄化設備 (実施計画Ⅱ 2.40) )

(1) 構造強度評価

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認する。

また、吸着塔の円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した。評価の結果、内圧に耐えられることを確認した (表-19)。

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ  
 Di : 胴の内径 ( [redacted] mm)  
 P : 最高使用圧力 (0.98 MPa)  
 S : 最高使用温度における  
 材料の許容引張応力 (111 MPa)  
 η : 長手継手の効率 (0.70)

ただし、t の値は炭素鋼、低合金鋼の場合は t=3[mm] 以上、その他の金属の場合は t=1.5[mm] 以上とする。

表-19 モバイル式処理装置構造強度結果

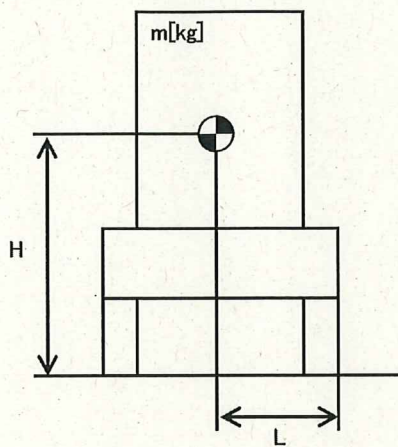
機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
モバイル式処理装置 吸着塔	板厚	6.35→6.4	10.0
		6.67→6.7	10.0



(2)耐震性評価

a. モバイル式処理装置（吸着塔，トレーラー）の転倒評価

モバイル式処理装置，及びそれを搭載しているトレーラーについて，地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し，それらを比較することで転倒評価を行った。評価の結果，地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから，転倒しないことを確認した（表-20）。



- m : 機器質量 ( [redacted] kg)
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- H : 据付面からの重心までの距離 ( [redacted] m)
- L : 転倒支点から機器重心までの距離 ( [redacted] m)
- C<sub>H</sub> : 水平方向設計震度 (0.36)

地震による転倒モーメント :  $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H = 250,323 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 251 \text{ kN} \cdot \text{m}$

自重による安定モーメント :  $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L = 624,953 \text{ N} \cdot \text{m} \rightarrow 624 \text{ kN} \cdot \text{m}$

表-20 モバイル処理装置耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
モバイル式処理装置 (吸着塔，トレーラー)	本体	転倒	0.36	251	624	kN・m



1. 2. 13. モバイル式処理装置（配管等）（使用済燃料プール設備（実施計画Ⅱ 2.3）  
および放水路浄化設備（実施計画Ⅱ 2.40））

(1) 構造強度評価

a. 配管（鋼製）

設計・建設規格におけるクラス 3 機器の要求を満足するものではないが、漏えい試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことにより、必要な構造強度を有していることを確認する。

また、配管の主要仕様から設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表-21-1に示す。評価の結果、最高使用圧力に耐えられることを確認した（表-21-2）。

$$t = \frac{P D_o}{2 S \eta + 0.8 P}$$

t : 管の計算上必要な厚さ

D<sub>o</sub> : 管の外径

P : 最高使用圧力 [MPa]

S : 最高使用温度における

材料の許容引張応力 [MPa]

η : 長手継手の効率

表-21-1 モバイル式処理装置の配管構造強度評価の計算根拠

評価機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [°C]	D <sub>o</sub> [mm]	S [MPa]	η	t [mm]
配管①	50A	40	STPG370	0.98	40	60.5	93	1.00	0.317 → 0.32
配管②	50A	80	STPG370	0.98	40	60.5	93	1.00	0.317 → 0.32
配管③	80A	80	STPG370	0.98	40	89.1	93	1.00	0.468 → 0.47
配管④	50A	40	SUS316L	0.98	40	60.5	111	1.00	0.266 → 0.27

表-21-2 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	必要肉厚 (mm)	肉厚 (mm)
配管①	50A	40	STPG370	0.98	40	0.32	3.9
配管②	50A	80	STPG370	0.98	40	0.32	5.5
配管③	80A	80	STPG370	0.98	40	0.47	7.6
配管④	50A	40	SUS316L	0.98	40	0.27	3.9



#### b. 配管 (ポリエチレン管)

設計・建設規格上のクラス 3 機器に関する規格にはない材料であるが, 系統の温度, 圧力を考慮して仕様を選定している。また, ポリエチレン管は, 一般に耐食性, 電気特性 (耐電気腐食), 耐薬品性を有しているとともに以下により信頼性を確保している。

- ・ 日本水道協会規格等に適合したポリエチレン管を採用する。
- ・ 継手は可能な限り融着構造とする。
- ・ 敷設時に漏えい試験等を行い, 運転状態に異常がないことを確認する。

以上のことから, ポリエチレン管は, 必要な構造強度を有するものと評価した。

#### c. 配管 (耐圧ホース)

設計・建設規格上のクラス 3 機器に関する規格にはない材料であるが, 系統の温度・圧力を考慮して仕様を選定すると共に, 以下により信頼性を確保する。

- ・ チガヤによる耐圧ホースの貫通を防止するため, チガヤが生息する箇所においては鉄板敷き等の対策を施す。
- ・ 通水等による漏えい確認を行う。

### 1.2.14. 第二セシウム吸着装置 同時吸着塔

#### (1) 構造強度評価

同時吸着塔の円筒形容器については, 設計・建設規格に準拠し, 板厚評価を実施した (表-22-1, 表-22-2)。評価の結果, 内圧または外圧に耐えられることを確認した (表-22-3)。

<内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合>

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ  
Di : 胴の内径  
P : 最高使用圧力  
S : 最高使用温度における材料の許容引張応力  
η : 長手継手の効率

ただし, t の値は炭素鋼, 低合金鋼の場合は t=3[mm]以上, その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。



表-22-1 同時吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その1)

機器名称	Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	$\eta$	t [mm]
同時吸着塔	TYPE-A	■	SUS316L	66	108	0.60	9.53 → 9.6
	TYPE-B1・B2	■	ASME SA240 TYPE316L	66	115	0.70	8.08 → 8.1
	TYPE-B3 (S32205)	■	ASME SA240 S32205	66	187	0.70	4.95 → 5.0
	TYPE-B3 (S32750)	■	ASME SA240 S32750	66	227	0.70	4.08 → 4.1

<外面に圧力を受ける円筒形の胴の場合>

$$t = \frac{3PD_o}{4B}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Do : 胴の外径

P : 最高使用圧力

B : 設計・建設規格 付録材料図表 Part7

図1から図20までにより求めた値

ただし、tの値は炭素鋼、低合金鋼の場合はt=3[mm]以上、その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表-22-2 同時吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その2)

機器名称	Do [mm]	P [MPa]	材料	温度 [°C]	B	t [mm]
同時吸着塔	TYPE-B1・B2	■	ASME SA312 TYPE316L	66	50.4	7.25 → 7.3
	TYPE-B3 (S32205)	■	ASME SA790 S32205	66	51.0 7	7.16 → 7.2
	TYPE-B3 (S32750)	■	ASME SA790 S32750	66	51.0 7	7.16 → 7.2



表-22-3 同時吸着塔 構造強度評価結果

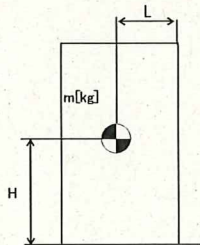
機器名称	TYPE	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
同時吸着塔	TYPE-A	板厚	9.6	12
	TYPE-B1・B2	板厚(外筒胴)	8.1	12.7
		板厚(内筒胴)	7.3	12.7
	TYPE-B3 (S32205)	板厚(外筒胴)	5	12.7
		板厚(内筒胴)	7.2	12.7
	TYPE-B3 (S32750)	板厚(外筒胴)	4.1	12.7
板厚(内筒胴)		7.2	12.7	

(2)耐震性評価

同時吸着塔(第二セシウム吸着装置)の耐震性評価は、機器質量及び据付面からの重心までの距離が大きいTYPE-Bにより評価する。

a. 転倒評価

地震による転倒モーメントと自重による安定モーメントを算出し、それらと比較することにより転倒評価を実施した。評価に用いた数値を表-23-1に示す。評価の結果、地震による転倒モーメントは自重による安定モーメントより小さいことから、転倒しないことを確認した(表-23-3)。



- m : 機器質量
- g : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- H : 据付面からの重心までの距離
- L : 転倒支点から機器重心までの距離
- C<sub>H</sub> : 水平方向設計震度

地震による転倒モーメント :  $M_1 [N \cdot m] = m \times g \times C_H \times H$

自重による安定モーメント :  $M_2 [N \cdot m] = m \times g \times L$

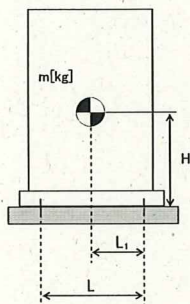


表-23-1 同時吸着塔 転倒評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [m]	L [m]	$C_H$	$M_1$ [N·m]	$M_2$ [N·m]
同時吸着塔	■	■	■	0.36	169,035 → 170 kN·m	195,223 → 195 kN·m
				0.41	192,512 → 193 kN·m	

b. 基礎ボルトの強度評価

耐震設計技術規程の強度評価方法に準拠して評価を実施した。評価に用いた数値を表-23-2に示す。評価の結果、基礎ボルトの強度が確保されることを確認した(表-23-3)。



- $m$  : 機器質量
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 据付面からの重心までの距離
- $L$  : 基礎ボルト間の水平方向距離
- $L_1$  : 重心と基礎ボルト間の水平方向距離
- $n_f$  : 引張力の作用する基礎ボルトの評価本数
- $n$  : 基礎ボルトの本数
- $A_b$  : 基礎ボルトの軸断面積
- $C_H$  : 水平方向設計震度
- $C_V$  : 鉛直方向設計震度 (0)

基礎ボルトに作用する引張力：

$$\text{基礎ボルトの引張応力} : \sigma_b = \frac{F_b}{n_f \times A_b}$$

$$\text{基礎ボルトのせん断応力} : \tau_b = \frac{m \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{基礎ボルトの許容せん断応力} : f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$\text{基礎ボルトの許容引張応力} : f_{ts} = \min(1.4f_{to} - 1.6\tau_b, f_{to})$$



ここで、F は設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SS400 の設計温度 50°C における Sy 値、Su 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (S_y, 0.7S_u)$$

・ Sy : 表 8 より 40°C : 235 MPa, 75°C : 222 MPa

$$S_y = 222 + (235 - 222) \times (75-50)/(75-40) = 231 \text{ MPa}$$

・ Su : 表 9 より 40°C : 400 MPa, 75°C : 381 MPa

$$S_u = 381 + (400 - 381) \times (75-50)/(75-40) = 394 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \min (S_y, 0.7S_u) = \min (231, 0.7 \times 394) = 231 \text{ MPa}$

基礎ボルトの許容引張応力 ( $C_H=0.55$ ) は以下の通りとなる。

$$f_{t0} = F/2 \times 1.5 = 173 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 173 - 1.6 \times 62, 173) = \min(143, 173) = 143 \text{ MPa}$$

基礎ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 133 \text{ MPa}$$

表-23-2 同時吸着塔 基礎ボルト強度評価数値根拠

機器名称	m [kg]	H [mm]	L [mm]	L <sub>1</sub> [mm]	n <sub>f</sub> [本]	n [本]	A <sub>b</sub> [mm <sup>2</sup> ]	C <sub>H</sub>	F <sub>b</sub> [N]	σ <sub>b</sub> [MPa]	τ <sub>b</sub> [MPa]
同時吸着塔	■	■	■	■	■	■	■	0.36	-14,411	<0	40.4 →41
								0.55	52,465	55.7 →56	61.8 →62

表-23-3 同時吸着塔 耐震評価結果

機器名称	評価部位	評価項目	水平震度	算出値	許容値	単位
同時吸着塔	本体	転倒	0.36	170	195	kN・m
			0.41	193		
	基礎ボルト	せん断	0.36	41	133	MPa
			0.55	62		
		引張	0.36	<0	—	MPa
			0.55	56	143	



1.2.15. 第二セシウム吸着装置 同時吸着塔 (配管 (鋼製))

(1) 構造強度評価

a. 配管 (鋼製)

設計・建設規格に基づき板厚評価を実施した。評価に用いた数値を表-24-1に示す。評価の結果、最高使用圧力に耐えられることを確認した (表-24-2)。

$$t = \frac{P D_o}{2S \eta + 0.8P}$$

t : 管の計算上必要な厚さ

D<sub>o</sub> : 管の外径

P : 最高使用圧力[MPa]

S : 最高使用温度における  
材料の許容引張応力[MPa]

η : 長手継手の効率

表-24-1 同時吸着塔 配管構造強度評価計算根拠

評価 機器	口径	Sch.	材質	P [MPa]	温度 [°C]	D <sub>o</sub> [mm]	S [MPa]	η	t [mm]
配管①	50A	40	SUS316L	1.37	66	60.5	108	1.00	0.382 → 0.39
配管②	80A	40	SUS316L	1.37	66	89.1	108	1.00	0.562 → 0.57
配管③	50A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	60.33	187	1.00	0.220 → 0.22
配管④	80A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	88.90	187	1.00	0.325 → 0.33
配管⑤	50A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	60.33	227	1.00	0.182 → 0.19
配管⑥	80A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	88.90	227	1.00	0.268 → 0.27
配管⑦	50A	40	ASME SA312 S31603	1.37	66	60.33	105	1.00	0.392 → 0.40



表-24-2 同時吸着塔 配管構造強度評価結果

評価機器	口径	Sch.	材質	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	必要肉厚 (mm)	肉厚 (mm)
配管①	50A	40	SUS316L	1.37	66	0.39	3.9
配管②	80A	40	SUS316L	1.37	66	0.57	5.5
配管③	50A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	0.22	3.91
配管④	80A	40	ASME SA790 S32205	1.37	66	0.33	5.49
配管⑤	50A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	0.19	3.91
配管⑥	80A	40	ASME SA790 S32750	1.37	66	0.27	5.49
配管⑦	50A	40	ASME SA312 S31603	1.37	66	0.40	3.91

1.2.16. 第三セシウム吸着装置 ろ過フィルタ

(1) 構造強度評価

ろ過フィルタの円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した(表-25-1および表-25-2)。評価の結果、内圧または外圧に耐えられることを確認した(表-25-3)。

<内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合>

$$t_2 = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径

P : 最高使用圧力

S : 最高使用温度における材料の許容引張応力

η : 長手継手の効率

ただし、tの値は炭素鋼、低合金鋼の場合はt=3[mm]以上、その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。



表-25-1 ろ過フィルタ 構造強度評価数値根拠 (その1)

Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	$\eta$	t2 [mm]
■	1.37	SUS316L	66	108	0.60	9.54

<鏡板の計算上必要な厚さ>

$$t = \frac{P \cdot R \cdot W}{2S \cdot \eta - 0.2P}$$

t : 鏡板の計算上必要な厚さ (mm)

P : 最高使用圧力 (MPa)

R : 鏡板の中央部における内面の半径 (mm)

W : さら形鏡板の形状による係数 (-)

S : 許容引張応力 (MPa)

r : さら形鏡板のすみの丸みの内半径 (mm)

$\eta$  : 継手効率 (-)

ここで、Wは次の計算式により計算した値とする。

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

表-25-2 ろ過フィルタ 構造強度評価数値根拠 (その2)

R [mm]	r [mm]	W	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	$\eta$	t2 [mm]
■	■	■	1.37	SUS316L	66	108	1.00	8.68

表-25-3 ろ過フィルタ 構造強度評価結果

機器名称	評価項目	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第三セシウム吸着装置 ろ過フィルタ	胴板の厚さ	9.54	12.00
	上部鏡板の厚さ	8.68	14.00
	下部鏡板の厚さ	8.68	14.00



(2)耐震性評価

a. 胴板の強度評価

評価に用いた数値を表-26-1に示す。胴板の強度評価の結果、胴板に生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した(表-26-4, 表-26-5)。

$$\sigma_0 = \text{Max}\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$\sigma_{0t}$  : 一次一般膜応力 (引張側)

$\sigma_{0c}$  : 一次一般膜応力 (圧縮側)

$\sigma_\phi$  : 胴の周方向応力の和

$\sigma_{xt}$  : 胴の軸方向応力の和 (引張側)

$\sigma_{xc}$  : 胴の軸方向応力の和 (圧縮側)

$\tau$  : 地震により胴に生じるせん断応力

表-26-1 ろ過フィルタ 胴板強度評価数値根拠

$\sigma_\phi$ [MPa]	$\sigma_{xt}$ [MPa]	$\sigma_{xc}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]
52	29	-24	1
52	31	-22	2

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{胴板一次一般膜応力の許容応力} : \sigma = \text{Max} (\text{Min} (S_y, 0.6S_u), 1.2S)$$

ここで、 $\sigma$ は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part5 表5, 表8及び表9より、設計温度66°CにおけるS,  $S_y$ 値及び $S_u$ 値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$S_y : \text{表8より } 40^\circ\text{C} : 175 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 154 \text{ MPa}$$

$$S_y = 175 - (175 - 154) / (75-40) \times (66-40) = 159 \text{ MPa}$$

$$S_u : \text{表9より } 40^\circ\text{C} : 480 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 452 \text{ MPa}$$

$$S_u = 480 - (480 - 452) / (75-40) \times (66-40) = 459 \text{ MPa}$$

$$S : \text{表5より } 40^\circ\text{C} : 111 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 108 \text{ MPa}$$

$$S = 111 - (111 - 108) / (75-40) \times (66-40) = 108 \text{ MPa}$$

$$\text{従って, } \sigma = \text{Max} (\text{Min} (S_y, 0.6S_u), 1.2S)$$

$$= \text{Max} (\text{Min} (159, 275), 130) = 159 \text{ MPa}$$

$$\text{一次応力 (膜+曲げ) の許容応力: } \sigma = \text{Max} (S_y, 1.2S)$$

$$= \text{Max} (159, 130) = 159 \text{ MPa}$$



b. スカートの強度評価

評価に用いた数値を表-26-2に示す。スカートの強度評価の結果、スカートに生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した(表-26-4, 表-26-5)。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^2}$$

$\sigma_{s1}$  : スカートの運転時質量による軸方向応力  
 $\sigma_{s2}$  : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力  
 $\sigma_{s3}$  : スカートの鉛直方向地震による軸方向応力  
 $\tau_s$  : 地震によるスカートに生じるせん断応力

表-26-2 ろ過フィルタ スカート強度評価数値根拠

$\sigma_{s1}$ [MPa]	$\sigma_{s2}$ [MPa]	$\sigma_{s3}$ [MPa]	$\tau_s$ [MPa]
0.91	2.45	-	0.57
0.91	5.44	-	1.46

また、許容応力は、以下の式で設定した。

スカート組合せ応力の許容応力 :  $\sigma = F$

ここで、Fは設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SUS304 の使用温度 50°Cにおける Sy 値, Su 値を線形補間した値および室温 (40°C) における Sy 値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \text{Min} (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(\text{RT}))$$

・ Sy : 表 8 より 40°C : 205 MPa, 75°C : 183 MPa

$$S_y = 205 - (205 - 183) \times (50-40)/(75-40) = 199 \text{ MPa}$$

・ Su : 表 9 より 40°C : 520 MPa, 75°C : 466 MPa

$$S_u = 520 - (520 - 466) \times (50-40)/(75-40) = 505 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \text{min} (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(\text{RT})) = \text{min} (268, 353, 205) = 205 \text{ MPa}$

スカートの許容引張応力は以下の通りとなる。

$$f_t = F/1.5 \times 1.5 = 205 \text{ MPa}$$

また、座屈評価を下記の式により行い、スカートに座屈が発生しないことを確認した(表-26-4, 表-26-5)。

$$\frac{\eta \times \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \times \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$$

$\sigma_{s1}$  : スカートの運転時質量による軸方向応力

$\sigma_{s2}$  : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力

$f_c$  : 軸圧縮荷重に対する許容座屈応力

$f_b$  : 曲げモーメントに対する許容座屈応力

$\eta_{19}$  : 座屈応力に対する安全率







$$F = \min (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT))$$

・  $S_y$  : 表 8 より 40°C : 175 MPa, 75°C : 154 MPa

$$S_y = 175 - (175 - 154) \times (50-40)/(75-40) = 169 \text{ MPa}$$

・  $S_u$  : 表 9 より 40°C : 480 MPa, 75°C : 452 MPa

$$S_u = 480 - (480 - 452) \times (50-40)/(75-40) = 472 \text{ MPa}$$

従って,  $F = \min (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)) = \min (228, 330, 175) = 175 \text{ MPa}$

取付ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

$$f_{t0} = F/2 \times 1.5 = 131 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 131 - 1.6 \times 4, 131) = \min(177, 131) = 131 \text{ MPa}$$

取付ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 101 \text{ MPa}$$

表-26-3 ろ過フィルタ 取付ボルト強度評価数値根拠

m	l	l <sub>s</sub>	n	A <sub>b</sub>	z	e	C <sub>t</sub>	C <sub>H</sub>	F <sub>t</sub>	σ <sub>b</sub>	τ <sub>b</sub>
[kg]	[mm]	[mm]	[本]	[mm <sup>2</sup> ]					[N]	[MPa]	[MPa]
■	■	■	■	■	■	■	■	0.36	7148	7	5
								0.80	39574	35	11

表-26-4 ろ過フィルタ 耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.36	一次一般膜	σ <sub>0</sub> = 52	S <sub>a</sub> = 159
			膜+曲げ	σ <sub>0</sub> = 52	S <sub>a</sub> = 159
スカート	SUS304	0.36	組合せ	σ <sub>s</sub> = 4	F <sub>t</sub> = 205
			圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	( η · σ <sub>s1</sub> /f <sub>c</sub> + η · σ <sub>s2</sub> /f <sub>b</sub> ) ≤ 1 0.02	
取付ボルト	SUS316L	0.36	引張	σ <sub>b</sub> = 7	F <sub>ts</sub> = 131
			せん断	τ <sub>b</sub> = 5	F <sub>sb</sub> = 101



表-26-5 ろ過フィルタ 耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.80	一次一般膜	$\sigma_0 = 52$	$S_a = 159$
			膜+曲げ	$\sigma_0 = 52$	$S_a = 159$
スカート	SUS304	0.80	組合せ	$\sigma_s = 7$	$F_t = 205$
			圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	$(\eta \cdot \sigma_{s1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{s2}/f_b) \leq 1$ 0.04	
取付ボルト	SUS316L	0.80	引張	$\sigma_b = 35$	$F_{ts} = 131$
			せん断	$\tau_b = 11$	$F_{sb} = 101$

1.2.17. 第三セシウム吸着装置 吸着塔 (A型)

(1) 構造強度評価

吸着塔の円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した(表-27-1および表-27-2)。評価の結果、内圧または外圧に耐えられることを確認した(表-27-3)。

<内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合>

$$t_2 = \frac{P D_i}{2S \eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

D<sub>i</sub> : 胴の内径

P : 最高使用圧力

S : 最高使用温度における材料の許容引張応力

η : 長手継手の効率

ただし、tの値は炭素鋼、低合金鋼の場合はt=3[mm]以上、その他の金属の場合はt=1.5[mm]以上とする。

表-27-1 吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その1)

D <sub>i</sub> [mm]	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	η	t <sub>2</sub> [mm]
██████	1.37	SUS316L	66	108	0.60	9.54



<鏡板の計算上必要な厚さ>

$$t = \frac{P \cdot R \cdot W}{2S \cdot \eta - 0.2P}$$

- t : 鏡板の計算上必要な厚さ (mm)
- P : 最高使用圧力 (MPa)
- R : 鏡板の中央部における内面の半径 (mm)
- W : さら形鏡板の形状による係数 (-)
- S : 許容引張応力 (MPa)
- r : さら形鏡板のすみの丸みの内半径 (mm)
- η : 継手効率 (-)

ここで、Wは次の計算式により計算した値とする。

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

表-27-2 吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その2)

R [mm]	r [mm]	W	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	η	t2 [mm]
■	■	■	1.37	SUS316L	66	108	1.00	8.68

表-27-3 吸着塔 構造強度評価結果

機器名称	評価項目	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
第三セシウム吸着装置 吸着塔	胴板の厚さ	9.54	12.00
	上部鏡板の厚さ	8.68	14.00
	下部鏡板の厚さ	8.68	14.00

(2)耐震性評価

a. 胴板の強度評価

評価に用いた数値を表-28-1に示す。胴板の強度評価の結果、胴板に生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した(表-28-4, 表-28-5)。



$$\sigma_0 = \text{Max}\{\sigma_{0t}, \sigma_{0c}\}$$

$\sigma_{0t}$  : 一次一般膜応力 (引張側)

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$\sigma_{0c}$  : 一次一般膜応力 (圧縮側)

$\sigma_\phi$  : 胴の周方向応力の和

$\sigma_{xt}$  : 胴の軸方向応力の和 (引張側)

$\sigma_{xc}$  : 胴の軸方向応力の和 (圧縮側)

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\}$$

$\tau$  : 地震により胴に生じるせん断応力

表-28-1 吸着塔 胴板強度評価数値根拠

$\sigma_\phi$ [MPa]	$\sigma_{xt}$ [MPa]	$\sigma_{xc}$ [MPa]	$\tau$ [MPa]
52	28	-24	1
52	30	-23	2

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{胴板一次一般膜応力の許容応力} : \sigma = \text{Max} (\text{Min} (S_y, 0.6S_u), 1.2S)$$

ここで、 $\sigma$  は日本機械学会 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 付属図表 Part5 表5, 表8 及び表9 より、設計温度 66°C における  $S$ ,  $S_y$  値及び  $S_u$  値を線形補間した値を用い、下記式にて設定した。

$$S_y : \text{表8より } 40^\circ\text{C} : 175 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 154 \text{ MPa}$$

$$S_y = 175 - (175 - 154) / (75 - 40) \times (66 - 40) = 159 \text{ MPa}$$

$$S_u : \text{表9より } 40^\circ\text{C} : 480 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 452 \text{ MPa}$$

$$S_u = 480 - (480 - 452) / (75 - 40) \times (66 - 40) = 459 \text{ MPa}$$

$$S : \text{表5より } 40^\circ\text{C} : 111 \text{ MPa}, 75^\circ\text{C} : 108 \text{ MPa}$$

$$S = 111 - (111 - 108) / (75 - 40) \times (66 - 40) = 108 \text{ MPa}$$

$$\text{従って, } \sigma = \text{Max} (\text{Min} (S_y, 0.6S_u), 1.2S)$$

$$= \text{Max} (\text{Min} (159, 275), 130) = 159 \text{ MPa}$$

$$\text{一次応力 (膜+曲げ) の許容応力 : } \sigma = \text{Max} (S_y, 1.2S)$$

$$= \text{Max} (159, 130) = 159 \text{ MPa}$$



b. スカートの強度評価

評価に用いた数値を表-28-2に示す。スカートの強度評価の結果、スカートに生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した（表-28-4，表-28-5）。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^2}$$

- $\sigma_{s1}$  : スカートの運転時質量による軸方向応力
- $\sigma_{s2}$  : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
- $\sigma_{s3}$  : スカートの鉛直方向地震による軸方向応力
- $\tau_s$  : 地震によるスカートに生じるせん断応力

表-28-2 吸着塔 スカート強度評価数値根拠

$\sigma_{s1}$ [MPa]	$\sigma_{s2}$ [MPa]	$\sigma_{s3}$ [MPa]	$\tau_s$ [MPa]
0.79	2.10	-	0.57
0.79	4.67	-	1.26

また、許容応力は、以下の式で設定した。

スカート組合せ応力の許容応力 :  $\sigma = F$

ここで、Fは設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SUS304 の使用温度 50°Cにおける Sy 値，Su 値を線形補間した値および室温（40°C）における Sy 値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \text{Min} (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(\text{RT}))$$

・ Sy : 表 8 より 40°C : 205 MPa, 75°C : 183 MPa

$$S_y = 205 - (205 - 183) \times (50-40)/(75-40) = 199 \text{ MPa}$$

・ Su : 表 9 より 40°C : 520 MPa, 75°C : 466 MPa

$$S_u = 520 - (520 - 466) \times (50-40)/(75-40) = 505 \text{ MPa}$$

従って、 $F = \text{min} (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(\text{RT})) = \text{min} (268, 353, 205) = 205 \text{ MPa}$

スカートの許容引張応力は以下の通りとなる。

$$f_t = F/1.5 \times 1.5 = 205 \text{ MPa}$$

また、座屈評価を下記の式により行い、スカートに座屈が発生しないことを確認した（表-28-4，表-28-5）。

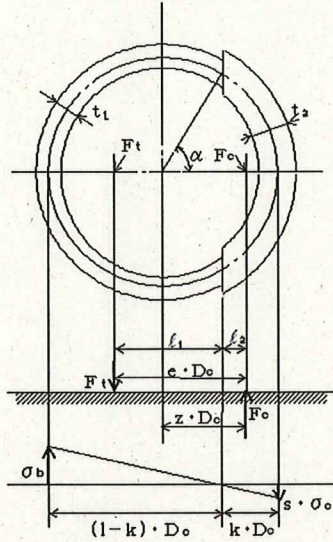
$$\frac{\eta \times \sigma_{s1}}{f_c} + \frac{\eta \times \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$$

- $\sigma_{s1}$  : スカートの運転時質量による軸方向応力
- $\sigma_{s2}$  : スカートの曲げモーメントによる軸方向応力
- $f_c$  : 軸圧縮荷重に対する許容座屈応力
- $f_b$  : 曲げモーメントに対する許容座屈応力
- $\eta$  : 座屈応力に対する安全率



c. 取付ボルトの強度評価

評価に用いた数値を表-28-3に示す。評価の結果、取付ボルトの強度が確保されることを確認した(表-28-4, 表-28-5)。



- $m_0$  : 機器質量
- $g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)
- $l$  : 胴のスカート接合点から重心までの距離
- $l_s$  : スカートの長さ
- $n$  : 取付ボルトの本数
- $A_b$  : 取付ボルトの軸断面積
- $z$  : 取付ボルト計算における係数
- $e$  : 取付ボルト計算における係数
- $C_t$  : 取付ボルト計算における係数
- $C_H$  : 水平方向設計震度
- $C_V$  : 鉛直方向設計震度

取付部の荷重説明図

取付ボルトに作用する引張力:

$$F_t = \frac{1}{e \times Dc} (m_0 \times g \times C_H \times (l_s + l) - m_0 \times g \times (1 - C_V) \times z \times Dc)$$

$$\text{取付ボルトの引張応力: } \sigma_b = \frac{2 \times \pi \times F_t}{n \times A_b \times C_t}$$

$$\text{取付ボルトのせん断応力: } \tau_b = \frac{m_0 \times g \times C_H}{n \times A_b}$$

また、許容応力は、以下の式で設定した。

$$\text{取付ボルトの許容せん断応力: } f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$$\text{取付ボルトの許容引張応力: } f_{ts} = \min(1.4f_{t0} - 1.6\tau_b, f_{t0})$$



ここで、F は設計・建設規格 付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 より、SUS316L の設計温度 50°C における Sy 値、Su 値を線形補間した値および室温 (40°C) における Sy 値を用い、下記式にて設定した。

$$F = \min (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT))$$

・ Sy : 表 8 より 40°C : 175 MPa, 75°C : 154 MPa

$$S_y = 175 - (175 - 154) \times (50-40)/(75-40) = 169 \text{ MPa}$$

・ Su : 表 9 より 40°C : 480 MPa, 75°C : 452 MPa

$$S_u = 480 - (480 - 452) \times (50-40)/(75-40) = 472 \text{ MPa}$$

$$\text{従って、} F = \min (1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)) = \min (228, 330, 175) = 175 \text{ MPa}$$

取付ボルトの許容引張応力は以下の通りとなる。

$$f_{t0} = F/2 \times 1.5 = 131 \text{ MPa}$$

$$f_{ts} = \min(1.4 \times 131 - 1.6 \times 4, 131) = \min(177, 131) = 131 \text{ MPa}$$

取付ボルトの許容せん断応力は以下の通りとなる。

$$f_{sb} = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}} = 101 \text{ MPa}$$

表-28-3 吸着塔 取付ボルト強度評価数値根拠

m [kg]	l [mm]	l <sub>s</sub> [mm]	n [本]	A <sub>b</sub> [mm <sup>2</sup> ]	z	e	C <sub>t</sub>	C <sub>H</sub>	F <sub>t</sub> [N]	σ <sub>b</sub> [MPa]	τ <sub>b</sub> [MPa]
■	■	■	■	■	■	■	■	0.36	8002	6	4
■	■	■	■	■	■	■	■	0.80	44987	30	9



表-28-4 吸着塔 耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.36	一次一般膜	$\sigma_0 = 52$	$S_a = 159$
			膜+曲げ	$\sigma_0 = 52$	$S_a = 159$
スカート	SUS304	0.36	組合せ	$\sigma_s = 4$	$F_t = 205$
			圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	$(\eta \cdot \sigma_{s1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{s2}/f_b) \leq 1$ 0.02	
取付ボルト	SUS316L	0.36	引張	$\sigma_b = 8$	$F_{ts} = 131$
			せん断	$\tau_b = 6$	$F_{sb} = 101$

表-28-5 吸着塔 耐震評価結果

部材	材料	水平震度	応力	算出応力	許容応力
胴板	SUS316L	0.80	一次一般膜	$\sigma_0 = 52$	$S_a = 159$
			膜+曲げ	$\sigma_0 = 52$	$S_a = 159$
スカート	SUS304	0.80	組合せ	$\sigma_s = 8$	$F_t = 205$
			圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	$(\eta \cdot \sigma_{s1}/f_c + \eta \cdot \sigma_{s2}/f_b) \leq 1$ 0.04	
取付ボルト	SUS316L	0.80	引張	$\sigma_b = 39$	$F_{ts} = 131$
			せん断	$\tau_b = 12$	$F_{sb} = 101$



1.2.18. 第三セシウム吸着装置 吸着塔 (B型)

(1) 構造強度評価

吸着塔の円筒形容器については、設計・建設規格に準拠し、板厚評価を実施した (表-29-1, 表-29-2)。評価の結果、内圧または外圧に耐えられることを確認した (表-29-3)。

<内面に圧力を受ける円筒形の胴の場合>

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Di : 胴の内径

P : 最高使用圧力

S : 最高使用温度における材料の許容引張応力

η : 長手継手の効率

ただし、tの値は炭素鋼、低合金鋼の場合は t=3[mm]以上、その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。

表-29-1 吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その1)

機器名称	Di [mm]	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	η	t [mm]
吸着塔 B型 (S32205)	■	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	0.70	4.95 → 5.0
吸着塔 B型 (S32750)	■	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	0.70	4.08 → 4.1

<外面に圧力を受ける円筒形の胴の場合>

$$t = \frac{3PD_o}{4B}$$

t : 胴の計算上必要な厚さ

Do : 胴の外径

P : 最高使用圧力

B : 設計・建設規格 付録材料図表 Part7

図1から図20までにより求めた値

ただし、tの値は炭素鋼、低合金鋼の場合は t=3[mm]以上、その他の金属の場合は t=1.5[mm]以上とする。



表-29-2 吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その2)

機器名称	D <sub>0</sub> [mm]	P [MPa]	材料	温度 [°C]	B	t [mm]
吸着塔B型 (S32205)	■	1.37	ASME SA790 S32205	66	51.07	7.16 → 7.2
吸着塔B型 (S32750)	■	1.37	ASME SA790 S32750	66	51.07	7.16 → 7.2

<平板の計算上必要な厚さ>

平板の厚さは、次に掲げる値のうちいずれかによるものとする。

- a. 平板に穴を設ける場合であって、穴の径が平板の径の2分の1以下であり、穴の補強計算をおこなうもの。

t : 必要厚さ (mm)

d : 平板の径 (mm)

K : 取付方法による係数 (-)

P : 最高使用圧力 (MPa)

S : 許容引張応力 (MPa)

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{K \cdot P}{S}}$$

- b. 平板に穴を設ける場合であって、穴の径が平板の径の2分の1以下であり、a項以外のもの。

t : 必要厚さ (mm)

d : 平板の径 (mm)

K : 取付方法による係数 (-)

P : 最高使用圧力 (MPa)

S : 許容引張応力 (MPa)

$$t = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot P}{S}}$$



表-29-3 吸着塔 構造強度評価数値根拠 (その3)

機器名称	評価部位	d [mm]	K	P [MPa]	材料	温度 [°C]	S [MPa]	t [mm]
吸着塔B型 (S32205)	上部平板	■	0.33	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	65.35
	下部平板	■	0.33	1.37	ASME SA240 S32205	66	187	65.35
吸着塔B型 (S32750)	上部平板	■	0.33	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	59.32
	下部平板	■	0.33	1.37	ASME SA240 S32750	66	227	59.32

※いずれも穴の径 (■ mm) が平板の径 (■ mm) の2分の1以下である。

表-29-4 吸着塔 構造強度評価結果

機器名称	評価部位	必要肉厚[mm]	実厚[mm]
吸着塔B型 (S32205)	板厚 (外筒胴)	5	12.7
	板厚 (内筒胴)	7.2	12.7
	上部平板	65.35	76.2
	下部平板	65.35	76.2
吸着塔B型 (S32750)	板厚 (外筒胴)	4.1	12.7
	板厚 (内筒胴)	7.2	12.7
	上部平板	59.32	76.2
	下部平板	59.32	76.2

(2)耐震性評価

a. 胴板の強度評価

評価に用いた数値を表-30-1に示す。胴板の強度評価の結果、胴板に生じる発生応力が許容値を下回ることを確認した (表-30-3)。