資料－8.1 設計波及び港内静穏度の検討

8.1.1 沖波の推算

通常時および異常時における沖波の推算は、現在一般的に用いられている波浪推算モデル WAM および SMB 法（Sverdrup, H.U. , W.H. Munk and Bretschneider）を用いて行った。波浪推算に用いた気象データは、アメリカ合衆国の気象機関から入手したものと、モロッコ王国気象局から入手したアル・ホセイマ空港のデータとした。

波浪推算モデル WAM により推算された結果（頻度表）を表 8.1.1-1 に示す。また、SMB 法を用いて求めた設計波の推算条件と推算結果を表 8.1.1-2 示す。また、図 8.1.1-1 には、表 8.1.1-2 に示す波浪推算結果の極値統計解析結果を示す。計画サイトであるシディハセインは、地中海に面し、大西洋の波の影響はほとんど受けない。年間の気象データおよび現地での聞き取り調査によれば、11 月から 3 月頃にかけてのイベリア半島からの季節風がじょう乱の主原因として考えられる他、東からの風も、地中海における波浪の生成要因として考えられる。本調査では、アル・ホセイマ空港の風資料をもとに行った波浪推算の結果のうち、2.0m を以上の波浪を抽出し、波浪の極値統計解析で一般的に用いられる極値分布関数（グンベル分布及びワイブル分布）による極値統計解析を行った結果、ワイブル分布（k=2.00）による適合が最も良い（相関係数が高い）結果を与えた。この結果を基に設計波となる 30 年確率波を求めた。

表 8.1.1-1　通常時波浪の推算結果（推算シミュレーションモデル：WAM）

Wave Height (m)	Wave Direction												Total	未超過出現率 (%)
	S	SSW-SW	SW-WSW	W	WNW-NW	NW-NNW	N	NNE-NE	NE-ENE	E	ESE-SE	SE-SSE		
0.25m<	0.26	0.18	0.17	0.68	3.49	2.48	3.94	2.20	7.50	1.30	0.47	0.28	22.95	23.0
0.25-0.5m	0.24	0.37	0.49	1.64	6.03	2.43	1.18	1.99	10.45	3.04	0.87	0.23	28.96	51.9
0.5-1.0m	0.26	0.56	0.84	3.73	7.01	1.51	0.33	0.83	10.41	4.48	0.42	0.19	30.57	82.5
1.0-1.5m	0.06	0.23	0.66	2.73	2.47	0.16	0.07	0.16	3.72	1.45	0.03		11.74	94.2
1.5-2.0m	0.04	0.06	0.30	1.20	0.83	0.02	0.03	0.01	1.53	0.39			4.41	98.6
2.0-2.5m		0.01	0.05	0.38	0.27	0.01			0.41	0.02			1.15	99.8
2.5-3.0m		0.01		0.03	0.02				0.14				0.20	100.0
3.0m<				0.01	0.01								0.02	100.0
Total(%)	0.86	1.42	2.51	10.40	20.13	6.61	5.55	5.19	34.16	10.68	1.79	0.70	100.00	

表 8.1.1-2　SMB 法による波浪推算の与条件及び結果

起　時				風速 (m/s)	風向	吹送距離 F(km)	推算結果	
年	月	日	時				H(m)	T(s)
2001	1	28	18	24	NW	176.0	5.16	8.47
2000	11	6	12	22	W	125.4	4.55	7.81
2001	11	9	12	21	W	125.4	4.30	7.63
2001	2	28	6	17	WNW	192.5	3.79	7.49
2001	7	20	12	18	NNE	156.2	3.63	7.14
1999	1	1	18	18	W	125.4	3.53	7.03
2001	4	30	12	17	WNW	192.5	3.32	6.86
1999	12	16	12	28	WNW	192.5	3.20	6.97
1999	3	4	12	16	WNW	192.5	3.02	6.58
2001	5	27	18	14	NE	342.1	2.46	5.99
2000	4	7	12	19	E	38.5	2.39	5.39
2001	4	14	12	13	NNE	156.2	2.19	5.68
2000	8	7	18	17	E	38.5	2.09	5.11
2000	2	24	12	18	E	38.5	2.01	4.91

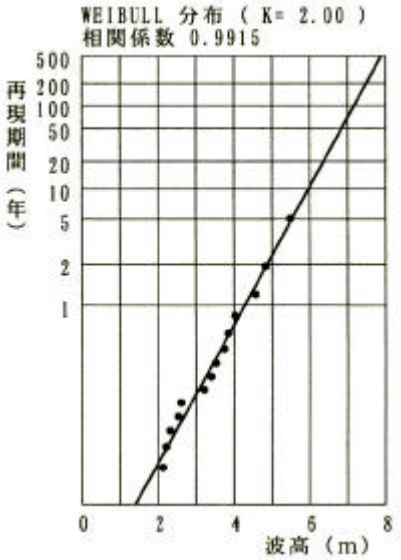

図 8.1.1-1　設計波の極値統計結果
（Weibull 分布 k=2.0）

表 8.1.1-3 は、極値統計解析結果の一覧である。ワイブル分布の k=2.00 における 30 年確率波は、H=6.6m となり、海洋構造物の設計波としてこの値を採用する。確率波の周期は、14 個の極値統計解析対象波浪の平均波形勾配（波高/波長）=0.0496 をもとに次式から求められる。

$$T=(H/(1.56\times0.0496))^{1/2} = (6.58/(1.56\times0.0496))^{1/2} = 9.2\text{sec}$$

表 8.1.1-3　極大値統計結果　（確率波高：m）

分布形	Gumbul 分布	WEIBULL 分布						
		k=0.75	k=0.85	k=1.00	k=1.10	k=1.25	k=1.50	k=2.00
相関係数	0.9859	0.9152	0.9372	0.9591	0.9690	0.9789	0.9875	0.9915
5 年	5.66	5.70	5.76	5.78	5.77	5.74	5.67	5.54
10 年	6.26	6.62	6.60	6.52	6.46	6.37	6.21	5.97
20 年	6.85	7.59	7.48	7.27	7.15	6.97	6.71	6.36
30 年	7.20	8.19	8.00	7.71	7.54	7.31	7.00	**6.58**
50 年	7.64	8.96	8.67	8.26	8.03	7.74	7.35	6.84
100 年	8.23	10.05	9.59	9.00	8.70	8.30	7.80	7.18

※ワイブル分布における k は、分布関数中の係数を表し、k 値が増加するとグラフ中（図 8.1.1-1）の横軸に対する角度が大きくなり、k の値が小さい場合に比べ確率値が小さくなる。

8.1.2 浅海域の波浪諸元

外洋波が浅海域に伝播すると、水深の影響を受けて屈折や浅水変形による波高変化が生じる。岸壁や護岸、防波堤などの海洋構造物の断面決定には、構造物前面における堤前波高を評価する必要がある。堤前波高の評価には、簡便かつ短時間で設計波の検討を行うことができる数値シミュレーションが一般的に用いられており、本調査においても、以下に示す方法を用いて評価を行った。

本調査では、多方向不規則波の屈折および浅水変形を同時に解くことのできるエネルギー平衡方程式法（Karlsson, 1969）を用い、浅水域における波を評価した。なお、使用するエネルギー平衡方程式は次の条件を満足するものとして導かれる。

1) 波の状態は時間的に変化しない
2) 成分波の周期は変化しない
3) 外部エネルギーの授受はない

なお、実際の計算では、方程式の各項を差分化して連立方程式を立て、境界条件を与えることにより解いた。

設計波を対象とした波浪変形計算結果から得られる諸元（屈折係数等）を基に、各海洋構造物全面の波浪を推算した結果を表 8.1.2-1(1)～(6)、防波護岸の越波量の算定結果を表 8.1.2-2 に示す。なお、堤前波及び越波量の推算には、漁港の技術指針（1999 年版、水産庁監修、（社）全国漁港協会　発行）に記載の波高変化図（上巻 P.54、図 2-3-14(e)海底勾配 1/50）及び越波流量推定図（下巻 P.748～749 の図を用いて 1/50 の場合を外挿）を用いた。

表 8.1.2-1(1)　西側波除堤先端部における堤前波算定結果（設計波）

①西側波除堤前面

		沖波				堤脚水深		水深	海底勾配	屈折係数	換算沖波						
		波高	周期	Lo	S_{max}	D.L.+	H.W.L	h	(逆数)	Kr	Ho'	Ho'/Lo	h/Ho'	H/Ho'	ç/Ho'	H1/3(m)	ç(m)
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.1	0.9	-4.0	50	0.66	4.36	0.033	0.92	0.53	0.06	2.94	0.19
	②					-3.1	0.9	-4.0	50	0.72	4.75	0.036	0.84	0.49	0.06	2.93	0.23
	③					-3.1	0.9	-4.0	50	0.77	5.08	0.038	0.79	0.46	0.06	2.93	0.26
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.1	0.9	-4.0	50	0.75	4.95	0.037	0.81	0.47	0.06	2.93	0.25
	②					-3.1	0.9	-4.0	50	0.82	5.41	0.041	0.74	0.43	0.06	2.92	0.28
	③					-3.1	0.9	-4.0	50	0.87	5.74	0.043	0.70	0.40	0.06	2.92	0.31
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.1	0.9	-4.0	50	0.81	5.35	0.040	0.75	0.43	0.06	2.92	0.28
	②					-3.1	0.9	-4.0	50	0.89	5.87	0.044	0.68	0.40	0.07	2.92	0.32
	③					-3.1	0.9	-4.0	50	0.92	6.07	0.046	0.66	0.38	0.07	2.92	0.33
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.1	0.9	-4.0	50	0.83	5.48	0.041	0.73	0.42	0.06	2.92	0.29
	②					-3.1	0.9	-4.0	50	0.90	5.94	0.045	0.67	0.39	0.07	2.92	0.32
	③					-3.1	0.9	-4.0	50	0.93	6.14	0.046	0.65	0.38	0.07	2.92	0.34
																2.94	0.34

表 8.1.2-1(2)　東側防波堤先端部における堤前波算定結果（設計波）

②東側防波堤先端

		沖波						水深	海底勾配	屈折係数	換算沖波						
		波高	周期	Lo	S_{max}	堤脚水深	H.W.L	h	(逆数)	Kr	Ho'	Ho'/Lo	h/Ho'	H/Ho'	ç/Ho'	H1/3(m)	ç(m)
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.3	0.9	-4.2	50	0.82	5.41	0.041	0.78	0.45	0.06	3.06	0.27
	②					-3.3	0.9	-4.2	50	0.86	5.68	0.043	0.74	0.43	0.06	3.06	0.29
	③					-3.3	0.9	-4.2	50	0.88	5.81	0.044	0.72	0.42	0.06	3.05	0.30
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.3	0.9	-4.2	50	0.91	6.01	0.045	0.70	0.41	0.06	3.05	0.32
	②					-3.3	0.9	-4.2	50	0.94	6.20	0.047	0.68	0.40	0.06	3.05	0.33
	③					-3.3	0.9	-4.2	50	0.96	6.34	0.048	0.66	0.39	0.06	3.05	0.34
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.3	0.9	-4.2	50	0.95	6.27	0.047	0.67	0.39	0.06	3.05	0.33
	②					-3.3	0.9	-4.2	50	0.97	6.40	0.048	0.66	0.38	0.06	3.05	0.34
	③					-3.3	0.9	-4.2	50	0.99	6.53	0.049	0.64	0.38	0.06	3.05	0.35
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.3	0.9	-4.2	50	0.95	6.27	0.047	0.67	0.39	0.06	3.05	0.33
	②					-3.3	0.9	-4.2	50	0.96	6.34	0.048	0.66	0.39	0.06	3.05	0.34
	③					-3.3	0.9	-4.2	50	0.97	6.40	0.048	0.66	0.38	0.06	3.05	0.34
																3.06	0.35

表 8.1.2-1(3)　東側防砂堤前面における堤前波算定結果（設計波）

③東側防波堤＜防砂堤＞

		沖波				堤脚水深	H.W.L	水深 h	海底勾配 (逆数)	屈折係数 Kr	換算沖波 Ho'	Ho'/Lo	h/Ho'	H/Ho'	ç/Ho'	H1/3(m)	ç(m)
		波高	周期	Lo	S_{max}												
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.0	0.9	-3.9	50	0.89	5.87	0.044	0.66	0.38	0.07	2.85	0.33
	②					-3.0	0.9	-3.9	50	0.89	5.87	0.044	0.66	0.38	0.07	2.85	0.33
	③					-3.0	0.9	-3.9	50	0.91	6.01	0.045	0.65	0.38	0.07	2.85	0.34
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.0	0.9	-3.9	50	0.95	6.27	0.047	0.62	0.36	0.07	2.85	0.35
	②					-3.0	0.9	-3.9	50	0.96	6.34	0.048	0.62	0.36	0.07	2.85	0.36
	③					-3.0	0.9	-3.9	50	0.98	6.47	0.049	0.60	0.35	0.07	2.85	0.37
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.0	0.9	-3.9	50	0.97	6.40	0.048	0.61	0.35	0.07	2.85	0.36
	②					-3.0	0.9	-3.9	50	0.98	6.47	0.049	0.60	0.35	0.07	2.85	0.37
	③					-3.0	0.9	-3.9	50	1.01	6.67	0.050	0.59	0.34	0.07	2.85	0.38
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-3.0	0.9	-3.9	50	0.94	6.20	0.047	0.63	0.36	0.07	2.85	0.35
	②					-3.0	0.9	-3.9	50	0.96	6.34	0.048	0.62	0.36	0.07	2.85	0.36
	③					-3.0	0.9	-3.9	50	0.98	6.47	0.049	0.60	0.35	0.07	2.85	0.37
																2.85	0.38

表 8.1.2-1(4)　東側防波護岸前面における堤前波算定結果（設計波）

④ 東側防波堤＜防波護岸＞

		沖波				堤脚水深	H.W.L	水深 h	海底勾配 (逆数)	屈折係数 Kr	換算沖波 Ho'	Ho'/Lo	h/Ho'	H/Ho'	ç/Ho'	H1/3(m)	ç(m)
		波高	周期	Lo	S_{max}												
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.86	5.68	0.043	0.51	0.28	0.08	2.19	0.38
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.87	5.74	0.043	0.51	0.28	0.08	2.19	0.39
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	0.90	5.94	0.045	0.49	0.27	0.08	2.19	0.40
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.94	6.20	0.047	0.47	0.26	0.08	2.19	0.42
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.96	6.34	0.048	0.46	0.25	0.08	2.19	0.43
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	0.99	6.53	0.049	0.44	0.25	0.08	2.19	0.44
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.97	6.40	0.048	0.45	0.25	0.08	2.19	0.43
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	1.00	6.60	0.050	0.44	0.24	0.08	2.19	0.45
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	1.04	6.86	0.052	0.42	0.24	0.08	2.21	0.47
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.96	6.34	0.048	0.46	0.25	0.08	2.19	0.43
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.99	6.53	0.049	0.44	0.25	0.08	2.19	0.44
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	1.02	6.73	0.051	0.43	0.24	0.08	2.20	0.46
																2.21	0.47

表 8.1.2-1(5)　西側波除堤前面における堤前波算定結果（設計波）

⑤西側波除堤前面(堤脚水深-2.0m）

		沖波				堤脚水深		水深	海底勾配	屈折係数	換算沖波						
		波高	周期	Lo	S_{max}	D.L.+	H.W.L	h	(逆数)	Kr	Ho'	Ho'/Lo	h/Ho'	H/Ho'	ç/Ho'	H1/3(m)	ç(m)
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.66	4.36	0.033	0.67	0.50	0.06	2.18	0.27
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.72	4.75	0.036	0.61	0.46	0.06	2.19	0.30
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	0.77	5.08	0.038	0.57	0.43	0.07	2.19	0.33
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.75	4.95	0.037	0.59	0.44	0.07	2.19	0.32
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.82	5.41	0.041	0.54	0.40	0.07	2.19	0.36
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	0.87	5.74	0.043	0.51	0.38	0.07	2.19	0.39
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.81	5.35	0.040	0.54	0.41	0.07	2.19	0.36
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.89	5.87	0.044	0.49	0.37	0.07	2.19	0.40
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	0.92	6.07	0.046	0.48	0.36	0.07	2.19	0.41
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	0.9	-2.9	50	0.83	5.48	0.041	0.53	0.40	0.07	2.19	0.37
	②					-2.0	0.9	-2.9	50	0.90	5.94	0.045	0.49	0.37	0.07	2.19	0.40
	③					-2.0	0.9	-2.9	50	0.93	6.14	0.046	0.47	0.36	0.07	2.19	0.41
																2.19	0.41

表 8.1.2-1(6)　東側防波堤前面における堤前波算定結果（設計波）

⑥東側防波堤＜水深-2.5m＞

		沖波						水深	海底勾配	屈折係数	換算沖波						
		波高	周期	Lo	S_{max}	堤脚水深	H.W.L	h	(逆数)	Kr	Ho'	Ho'/Lo	h/Ho'	H/Ho'	ç/Ho'	H1/3(m)	ç(m)
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.5	0.9	-3.4	50	0.89	5.87	0.044	0.58	0.43	0.06	2.52	0.36
	②					-2.5	0.9	-3.4	50	0.89	5.87	0.044	0.58	0.43	0.06	2.52	0.36
	③					-2.5	0.9	-3.4	50	0.91	6.01	0.045	0.57	0.42	0.06	2.52	0.37
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.5	0.9	-3.4	50	0.95	6.27	0.047	0.54	0.40	0.06	2.52	0.39
	②					-2.5	0.9	-3.4	50	0.96	6.34	0.048	0.54	0.40	0.06	2.52	0.39
	③					-2.5	0.9	-3.4	50	0.98	6.47	0.049	0.53	0.39	0.06	2.52	0.40
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.5	0.9	-3.4	50	0.97	6.40	0.048	0.53	0.39	0.06	2.52	0.40
	②					-2.5	0.9	-3.4	50	0.98	6.47	0.049	0.53	0.39	0.06	2.52	0.40
	③					-2.5	0.9	-3.4	50	1.01	6.67	0.050	0.51	0.38	0.06	2.52	0.42
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.5	0.9	-3.4	50	0.94	6.20	0.047	0.55	0.41	0.06	2.52	0.38
	②					-2.5	0.9	-3.4	50	0.96	6.34	0.048	0.54	0.40	0.06	2.52	0.39
	③					-2.5	0.9	-3.4	50	0.98	6.47	0.049	0.53	0.39	0.06	2.52	0.40
																2.52	0.42

表 8.1.2-2　東側防波護岸における越波流量算定結果

越波量＜防波護岸＞

		沖波				堤脚水深	海底勾配	屈折係数	海底勾配	換算沖波		天端高							越波流量
		波高	周期	Lo	Smax	D.L.+	(逆数)	Kr	(逆数)	Ho'	Ho'/Lo	D.L+	H.H.W.L.	h	hc	h/Ho'	hc/Ho'	$q/\sqrt{(2g(Ho')^3)}$	$q(m^3/m\cdot s)$
N	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	50	0.86	50	5.68	0.043	4.00	1.35	3.35	2.65	0.59	0.47	0.00022	0.013
	②					-2.0	50	0.87	50	5.74	0.043	4.00	1.35	3.35	2.65	0.58	0.46	0.00026	0.016
	③					-2.0	50	0.90	50	5.94	0.045	4.00	1.35	3.35	2.65	0.56	0.45	0.00026	0.017
NNE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	50	0.94	50	6.20	0.047	4.00	1.35	3.35	2.65	0.54	0.43	0.00027	0.018
	②					-2.0	50	0.96	50	6.34	0.048	4.00	1.35	3.35	2.65	0.53	0.42	0.00027	0.019
	③					-2.0	50	0.99	50	6.53	0.049	4.00	1.35	3.35	2.65	0.51	0.41	0.00027	0.020
NE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	50	0.97	50	6.40	0.048	4.00	1.35	3.35	2.65	0.52	0.41	0.00027	0.019
	②					-2.0	50	1.00	50	6.60	0.050	4.00	1.35	3.35	2.65	0.51	0.40	0.00027	0.020
	③					-2.0	50	1.04	50	6.86	0.052	4.00	1.35	3.35	2.65	0.49	0.39	0.00027	0.021
ENE	①	6.6	9.2	132.0	10	-2.0	50	0.96	50	6.34	0.048	4.00	1.35	3.35	2.65	0.53	0.42	0.00027	0.019
	②					-2.0	50	0.99	50	6.53	0.049	4.00	1.35	3.35	2.65	0.51	0.41	0.00027	0.020
	③					-2.0	50	1.02	50	6.73	0.051	4.00	1.35	3.35	2.65	0.50	0.39	0.00027	0.021
																			0.021

8.1.3 港内静穏度

新しい港の建設や既存港の拡張の際に重要とされることは、港内に静穏な水域が確保されるかということである。静穏な水域とは、港内において船舶が安全に避泊・係留でき、荷役作業に支障を与えない水域を意味する。

港内の静穏性を向上させるためには、港口部を狭くし、港口から港内へ伝播する波の影響を抑えることが最も確実な方法であるが、港口を狭くすることにより、操船上の問題や外郭施設の規模が大きくなるなど経済性の問題が生じるため、現実的にはこれらの問題を含めて最も適切な法線形となるよう設計することが重要となる。

港内静穏度の検討においては、水理模型実験が多く実施されてきたが、最近では費用が少なく短期間で数ケースの検討を行うことのできる数値シミュレーションが主流となっている。数値シミュレーション手法としては、計算理論の発展や、計算機の機能向上に伴い、幾つかのモデルが開発されている。代表的なモデルとしては、有限要素法、ヘルムホルツ方程式のグリーン関数法、数値波動解析法などがある。これらは何れも規則波を対象としたものであり、不規則波に対応させるためには、計算結果の重ね合わせ等の作業が必要となる。

本調査では、港湾形状が複雑な場合や方向スペクトルを有する不規則波が入射する場合でも簡便に港内での波浪場の計算が行えるという利点を有する近似解法である高山法（高山、1981）を用いた。本手法は、港の開口部と岸壁端部からの回折波については、半無限堤の Sommerfeld の解析解を任意反射率の場合に拡張した近似解により得られる回折係数を用い、岸壁からの反射波については、島堤による反射波の理論解もちいてそれぞれ計算する。港内の波高分布は、両者をエネルギー的に重ね合わせることによって得られる。

以下、本調査における計画平面案に対する静穏度の解析結果を示す。

8.1.3.1　出漁限界波高の設定

(1)　出漁可能率

港内静穏度の検討においては、現地における出漁可能率から出漁限界波高を設定し、各漁港形状に対し検討を行うものとする。出漁可能率は、漁業者からの聞き取り調査結果（表 8.1.3.1-1 参照）を基に、出漁可能日（休日および何らかの理由により休漁する場合を除く。ただし、旋網船は満月に伴う休漁日も除く）を年間日数から休漁日を除いた日数で除することにより算出した。以上より、各漁業活動における年間の出漁可能率は、零細漁船で 77.5%、旋網船で 85.5%となる。

表 8.1.3.1-1　聞き取り調査結果に基づく出漁可能率

	年間日数 ①	休日等の休漁日 ②	出漁可能日 ③	満月に伴う休漁日 ④	出漁可能率(%) (③-④)/(①-②-④)×100
零細漁船	365	58	238	0	77.5%
旋網船	365	58	266※	25	85.5%

※旋網船の年間出漁可能日は、零細漁船および旋網船の操業日数の比から算定した

零細漁船出漁可能日（238 日）×（旋網船操業日（171 日）/零細漁船操業日（153 日）=266 日

(2) 出漁限界波高の設定

次に、シディハセイン沖における波浪推算結果に基づく波の波向別出現頻度表を表 8.1.3.1-2 に示す。また、出現頻度表から求められる波高と波高の未超過出現率との関係を図 8.1.3.1-1 に示す。

(1)の結果より、シディハセインにおける出漁可能率は、零細漁船および旋網船でそれぞれ 77.5%、85.5%であり、この値を年間の波高の未超過出現率にあてはめ、出漁限界波高を求めると、0.89m、1.12m となる。出漁限界波高に対する漁港泊地内の静穏度の検討では、零細漁船および旋網船の出漁限界波高のうち、厳しい条件となる旋網船の出漁限界波高を採用し、シディハセインにおける出漁限界波高を 1.2m と設定する（表 8.1.3.1-3 参照）。

表 8.1.3.1-2　波浪推算結果に基づく波向別波高出現頻度表（1996～2000 年）

Wave Height (m)	Wave Direction												Total	未超過出現率 (%)
	S	SSW-SW	SW-WSW	W	WNW-NW	NW-NNW	N	NNE-NE	NE-ENE	E	ESE-SE	SE-SSE		
0.25m<	0.26	0.18	0.17	0.68	3.49	2.48	3.94	2.20	7.50	1.30	0.47	0.28	22.95	23.0
0.25-0.5m	0.24	0.37	0.49	1.64	6.03	2.43	1.18	1.99	10.45	3.04	0.87	0.23	28.96	51.9
0.5-1.0m	0.26	0.56	0.84	3.73	7.01	1.51	0.33	0.83	10.41	4.48	0.42	0.19	30.57	82.5
1.0-1.5m	0.06	0.23	0.66	2.73	2.47	0.16	0.07	0.16	3.72	1.45	0.03		11.74	94.2
1.5-2.0m	0.04	0.06	0.30	1.20	0.83	0.02	0.03	0.01	1.53	0.39			4.41	98.6
2.0-2.5m		0.01	0.05	0.38	0.27	0.01			0.41	0.02			1.15	99.8
2.5-3.0m		0.01		0.03	0.02				0.14				0.20	100.0
3.0m<				0.01	0.01								0.02	100.0
Total(%)	0.86	1.42	2.51	10.40	20.13	6.61	5.55	5.19	34.16	10.68	1.79	0.70	100.00	

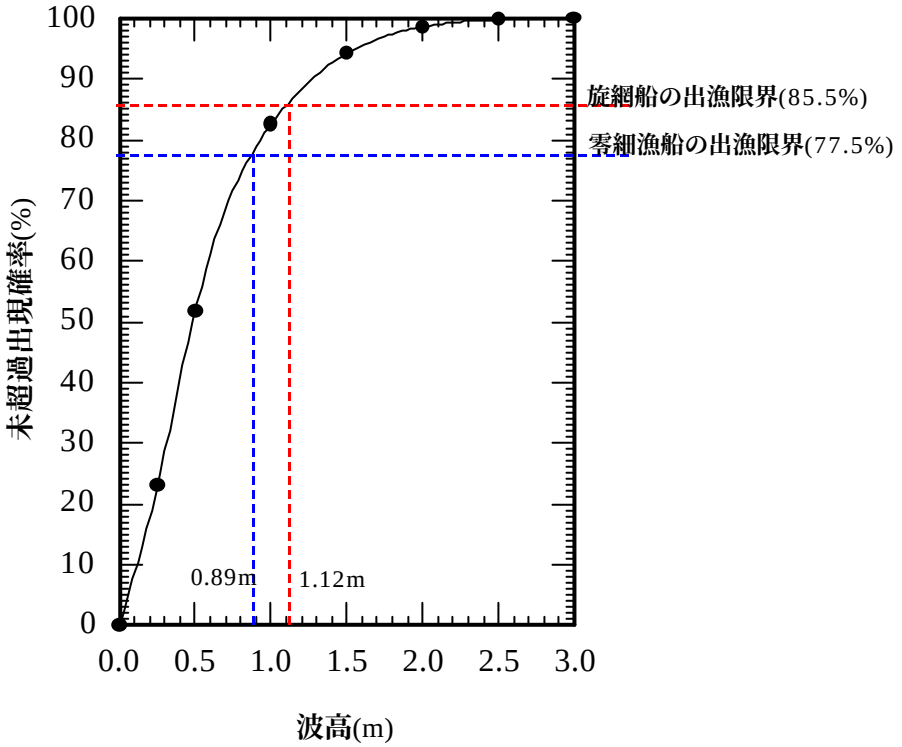

図 8.1.3.1-1　シディハセイン沖における波高の未超過出現率（波浪推算結果）

8.1.3.1-3　対象船舶ごとの出漁限界波高

対象漁船	波高(m)		
	読取値		対象波高
零細漁船	0.89m	⇨	1.00m
旋網船	1.12m	⇨	1.20m

8.1.3.2　到達波浪および港内静穏度の検討

(1) 港口前面および汀線近傍における到達波浪の推定

漁港内泊地および汀線近傍における到達波を求めるため、波浪推算結果および前述の出漁限界波高を入射波条件とする波浪変形計算を行う。入射波の波向は、現地に最も影響を与える代表波向としてN、NNE、ENEとする。なお、周期については図 8.1.3.2-1 及び図 8.1.3.2-2 に示す関係から、W～N 方向および N～E 方向から来襲する波浪の周期をそれぞれ設定する。

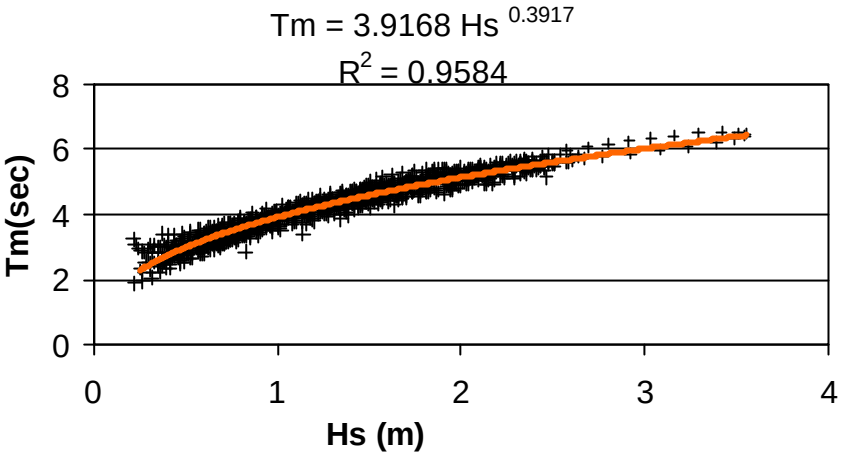

図 8.1.3.2-1　W～N 方向から来襲する波の波高と周期の関係

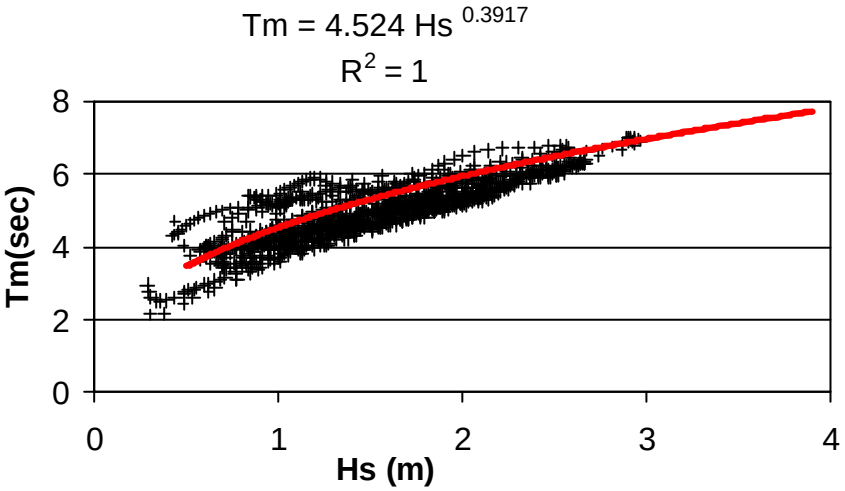

図 8.1.3.2-2　N～E 方向から来襲する波の波高と周期の関係

表 8.1.3.2-1　出漁限界波浪時の到達波浪推算における沖波条件

波　向	波高 $H_{1/3}$	周期 $T_{1/3}$	S_{max}
N	1.2m	4.0sec	10
NNE	1.2m	5.0sec	25
NE	1.2m	5.0sec	25

※S_{max}：波の方向集中度を表すパラメータで、一般的に風波は 10、減衰距離の短いうねりは 25、減衰距離の長いうねりは 75 が用いられる。

(2) 港口部および汀線近傍における到達波浪

港口部前面における到達波の波高および波向を表 8.1.3.2-2、8.1.3.2-3 に示す。また、汀線近傍における波高を表 8.1.3.2-4 に示す。静穏度の検討においては、表 8.1.3.2-2 および表 8.1.3.2-3 に示す港口部前面における波高および波向の平均値を用いる。

表 8.1.3.2-2　出漁限界波浪時の港口前面における到達波波高（抽出点は図 8.1.3.2-3 参照）

入射波向	到達波高(m)					
	①	②	③	④	⑤	平均
N	0.68	0.70	0.77	0.82	0.86	0.77
NNE	0.89	0.87	0.97	1.02	1.05	0.96
NE	1.03	0.97	1.04	1.07	1.08	1.04

表 8.1.3.2-3　出漁限界波浪時の港口前面における到達波波向（抽出点は図 8.2.3.2-3 参照）

入射波向	波　向（N から時計回りの角度：度）					
	①	②	③	④	⑤	平均
N	62	42	31	26	24	37.0
NNE	68	49	37	33	31	43.6
NE	73	57	47	44	43	52.8

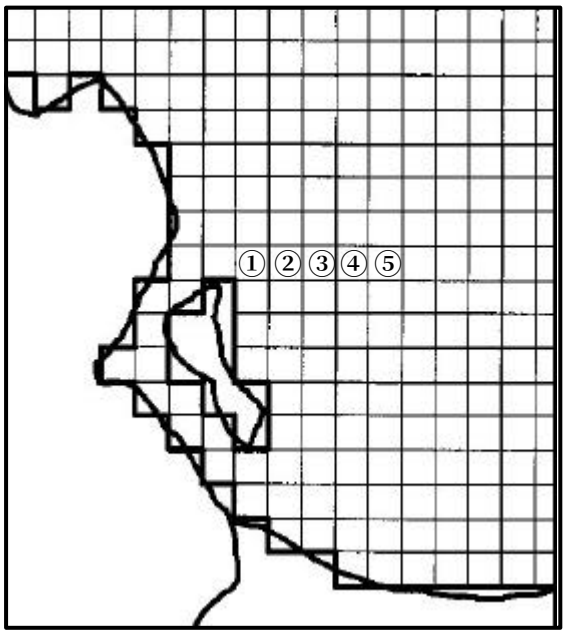

図 8.1.3.2-3　港口前面の波浪諸元抽出点

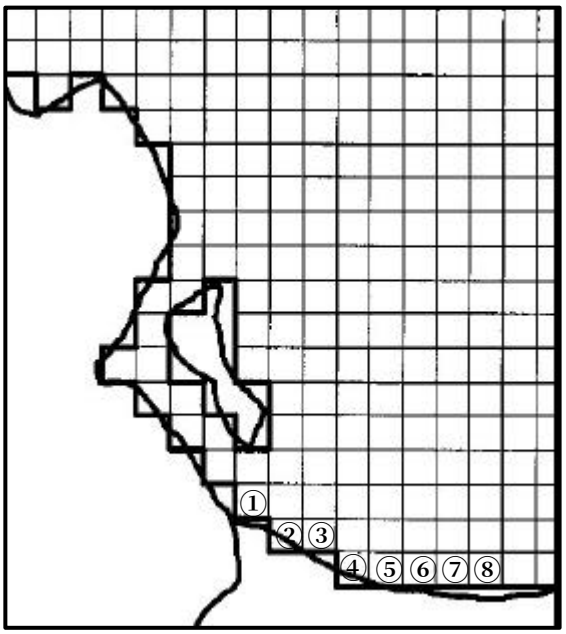

図 8.1.3.2-4　汀線近傍の波浪諸元抽出点

表 8.1.3.2-4　出漁限界波浪時の汀線近傍における到達波波向（抽出点は図 8.2.3.2-4 参照）

入射波向	到達波高（m）								
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	平均
N	0.20	0.36	0.60	0.50	0.47	0.43	0.38	0.40	0.42
NNE	0.25	0.40	0.73	0.58	0.53	0.49	0.45	0.46	0.49
NE	0.28	0.42	0.75	0.59	0.53	0.50	0.45	0.47	0.50

(3) 各計画案における港内静穏度の検討

西側波除堤の効果について、波除堤有無時における港内静穏度の検討を表 8.1.3.2-5 に示す条件で行う。また、各条件における港内静穏度の計算結果を図 8.1.3.2-5～8.1.3.2-6 に示す。西側波除堤が計画されない場合は、東に比べ北からの波浪来襲時に 0.3m 以上となり港内静穏度が悪くなる傾向にあることから、W～N 系の波に対して弱点を持つ漁港施設となる。一方、西側波除堤を配置する場合、北からの波浪来襲時に若干静穏性が悪くなるが、いずれも岸壁全面で 0.1～0.15m 程度であり、水揚げ活動に影響を及ぼすものではない。

表 8.1.3.2-5　静穏度計算の入射条件（港口部前面の波浪諸元）

沖波波向	港口入射波高(m)	港口入射周期(sec)	港口入射波向(度)
N	0.77	4.0	37.0
NNE	0.96	5.0	43.6
NE	1.04	5.0	52.8

※入射波向は、N からの時計回りの角度

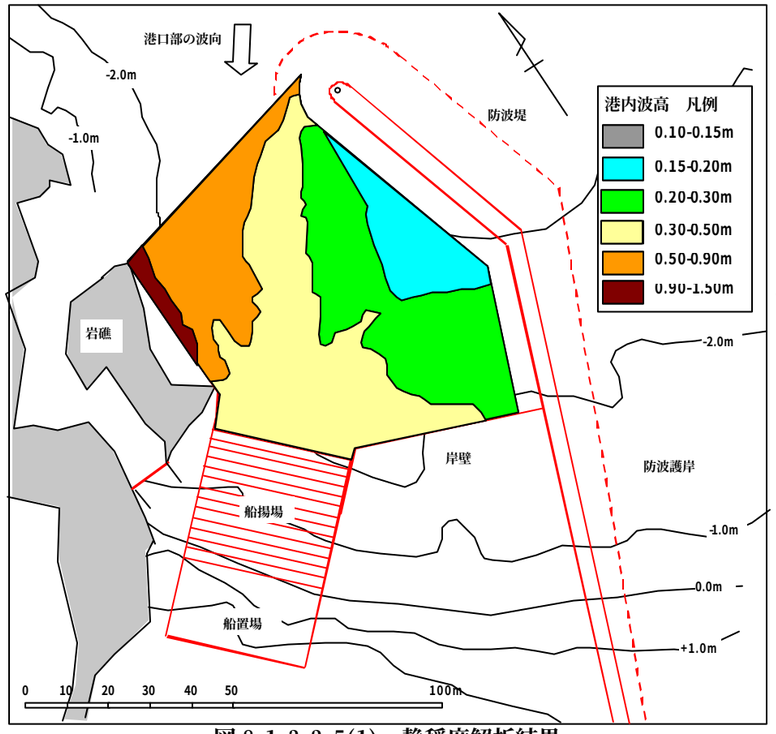

図 8.1.3.2-5(1)　静穏度解析結果
（波除堤なし、沖波向=N、Ho=1.2m，H=0.77m、T=4.0sec、S_{max}＝10）

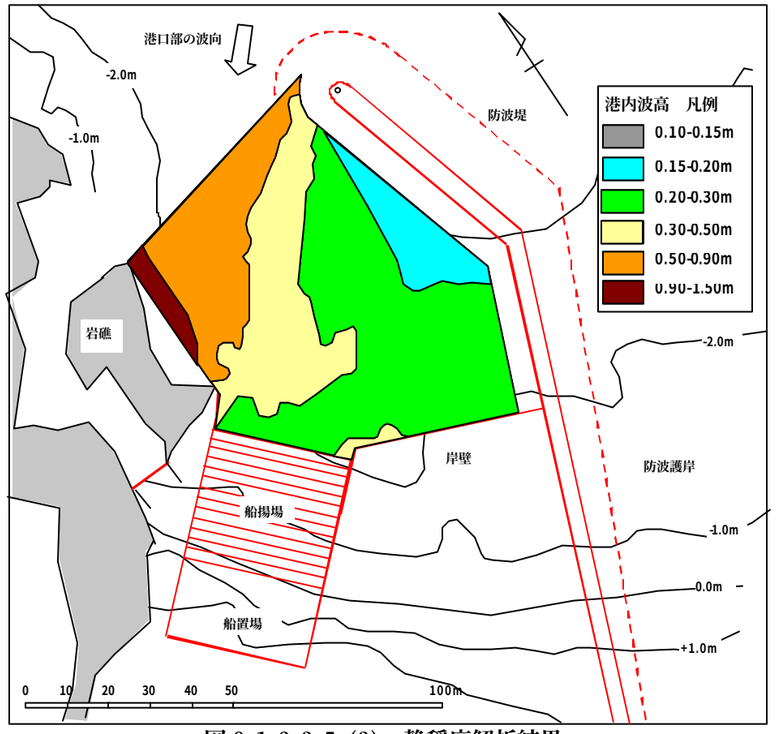

図 8.1.3.2-5 (2)　静穏度解析結果
（波除堤なし、沖波向=NNE、Ho=1.2m，H=0.96m、T=5.0sec、S_{max}＝25）

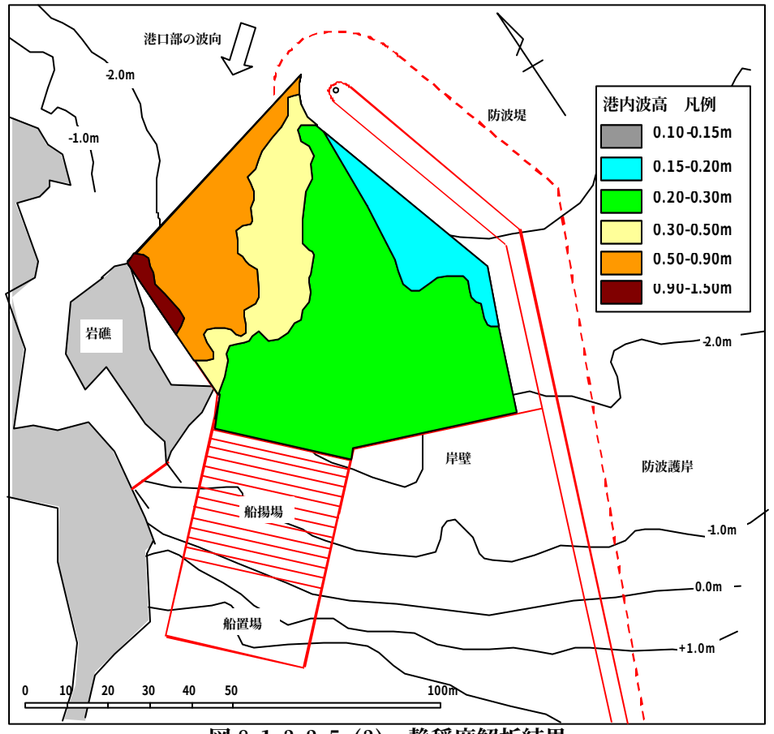

図 8.1.3.2-5 (3)　静穏度解析結果
（波除堤なし、沖波向=NE、Ho=1.2m，H=1.04m、T=5.0sec、S_{max}＝25）

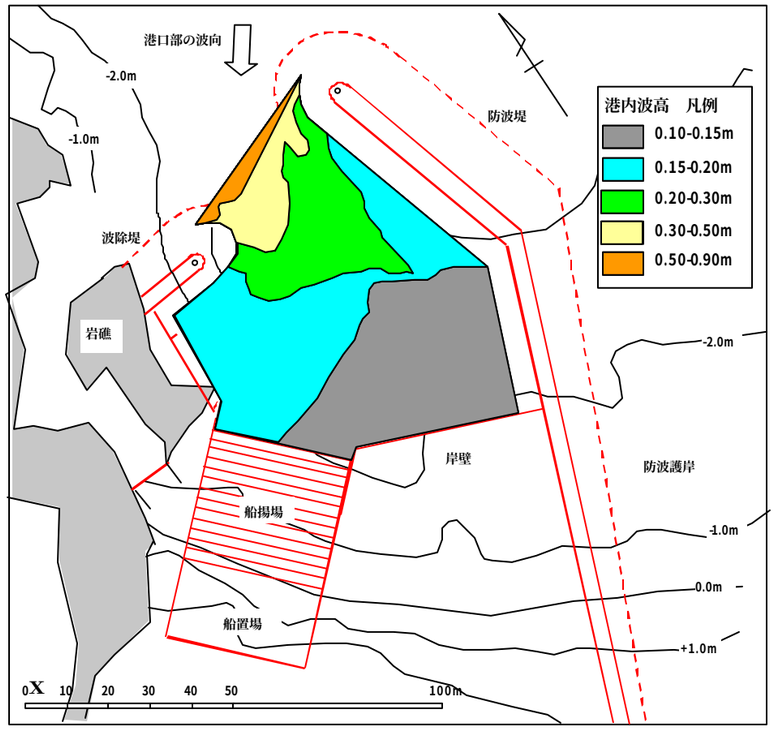

図 8.1.3.2-6(1)　静穏度解析結果
（波除堤有り、沖波向=N、Ho=1.2m，H=0.77m、T=4.0sec、S_{max}＝10）

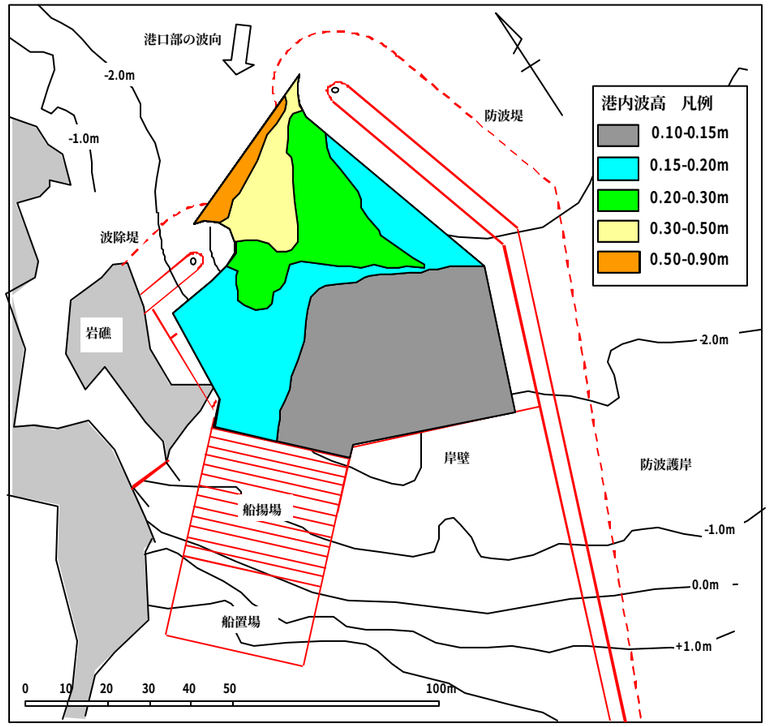

図 8.1.3.2-6 (2)　静穏度解析結果
（波除堤有り、沖波向=NNE、Ho=1.2m，H=0.96m、T=5.0sec、S_{max}＝25）

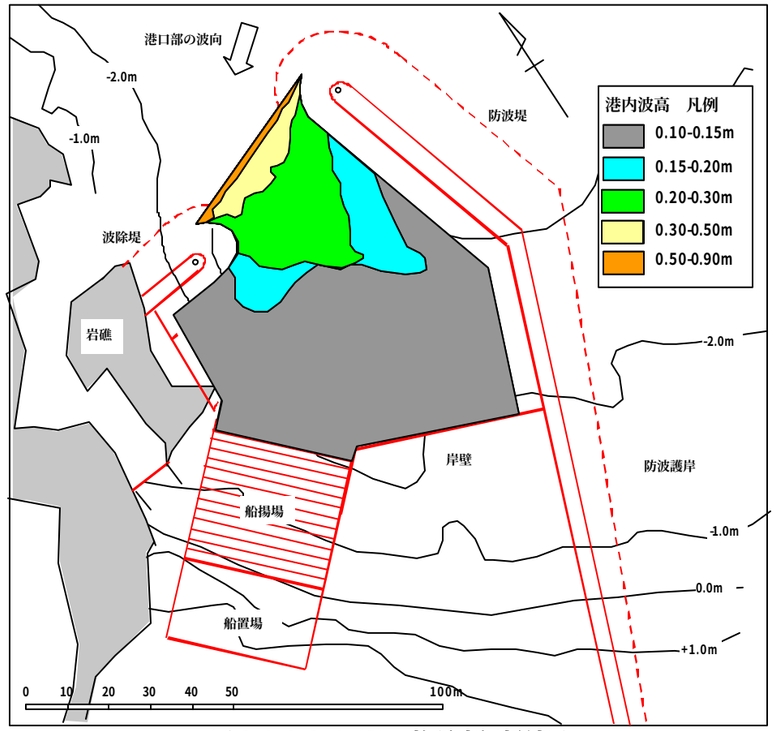

図 8.1.3.2-6 (3)　静穏度解析結果
（波除堤有り、沖波向=NE、Ho=1.2m，H=1.04m、T=5.0sec、S_{max}＝25）

8.1.3.3　長周期波による港内静穏度の検討

本調査で計画するシディハセイン漁港は、港外から伝播する波浪の影響を極力抑えるため、外郭施設により閉ざされた形状となっている。港の固有周期に相当する長周期波については港内で反射が繰り返され、港内が擾乱する恐れがある。また、地中海で発生する波浪に含まれる長周期波成分の波が当漁港に到達する場合においても、長周期波の周期が港の固有周期に同期する場合に港内が擾乱する恐れがある。このため、上記長周期波に対する検討として、長周期波による港内波高の計算を行った。計算方法は、規則波を対象とした緩勾配方程式を用い、数値計算手法として有限要素法を用いた方法を採用した。

入射波向はＮ及びＮＥとした。周期は、試行的な計算により、港内の擾乱が顕著となるものを選定した。この結果、本計画の漁港形状については、周期55秒の周期の場合における港内波高比が顕著に現れる結果となった。

港内の岸壁構造としては、①港内を全て直立構造とした場合、②計画案と同じ消波構造とした場合について検討した。計算結果を、図8.1.3.3-1～図8.1.3.3-2に示す。

将来形状である消波工ありの場合、港外の長周期波高が港内奥で約2倍程度まで増幅されており、この長周期の波高が沖波の10%程度と仮定すると、設計波6.6mの場合は港内奥で1.3m（6.6m×0.1×2.0=1.3m）程度の振動が生じる。

長周期波の波高は、暴浪時を除けば通常は数センチ程度と考えられるので、通常時利用で最大十数センチの共振が起こる可能性があるものと判断され、8.1.3.2で検討した周期4～5秒程度の波浪を対象とした静穏度解析結果（岸壁前で0.1～0.15m）に上記結果を加えた場合、最大でも0.3m程度であると判断される。

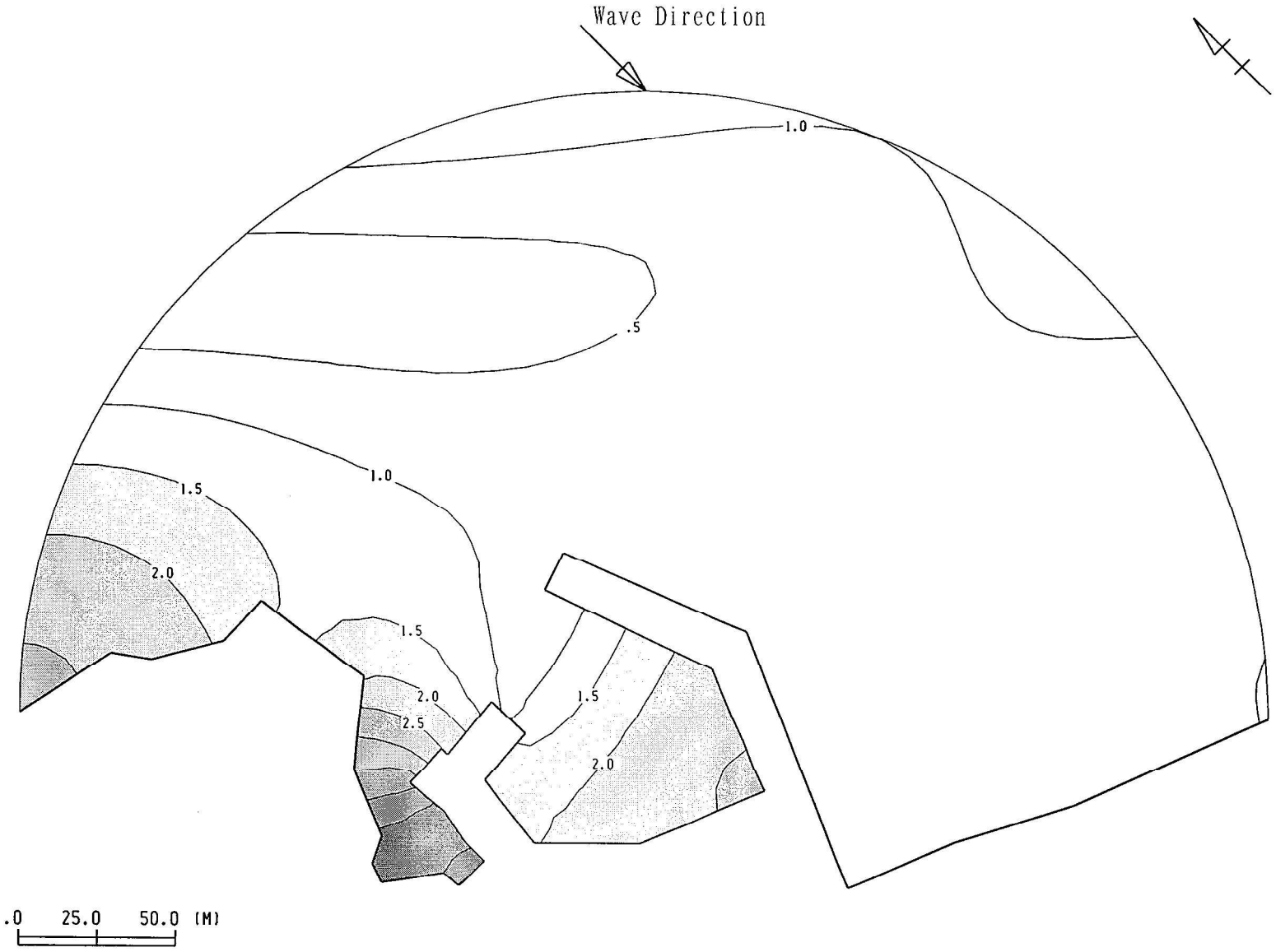

図 8.1.3.3-1　長周期波を対象とした湾水振動波高分布（入射方向：N、周期 55 秒）

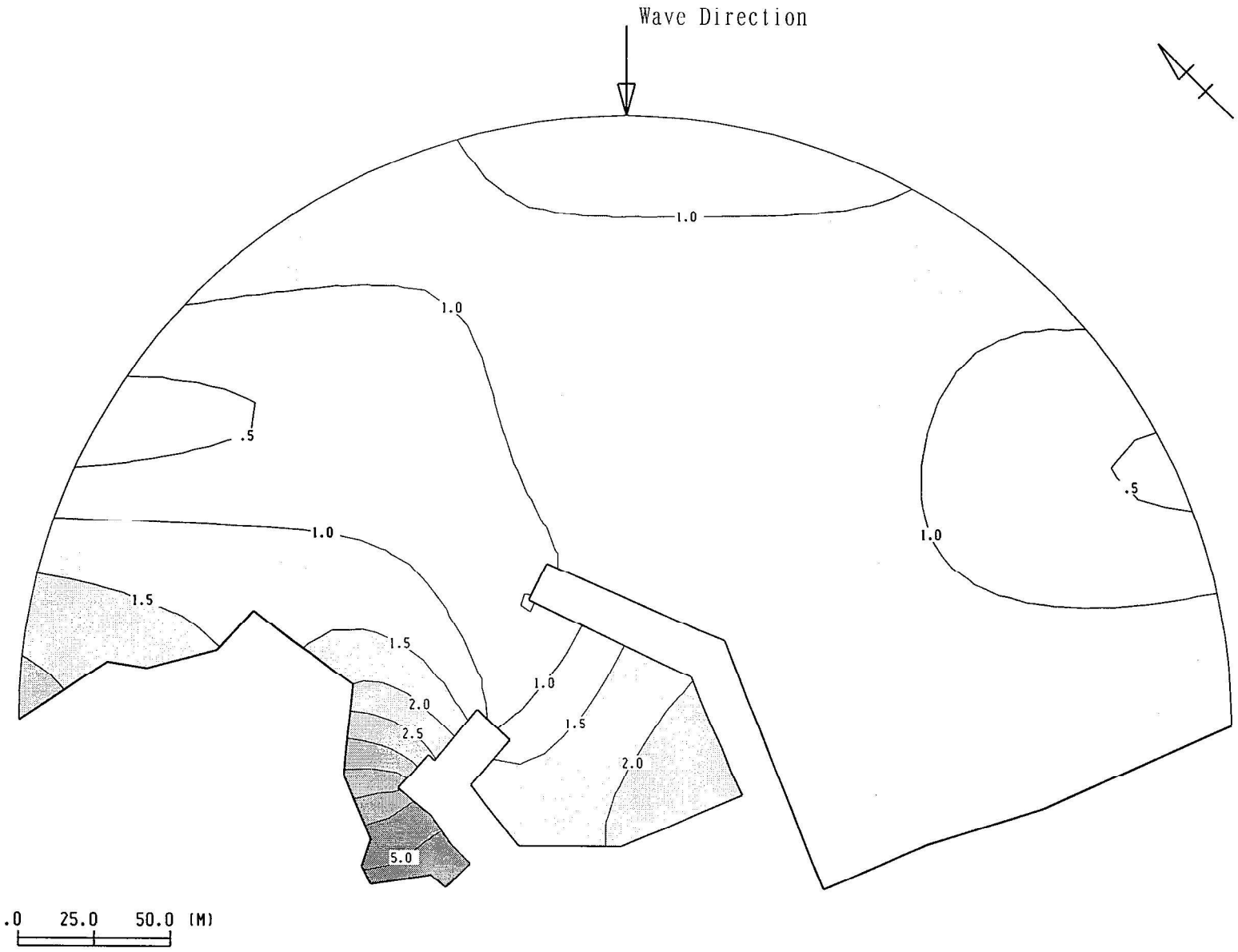

図 8.1.3.3-2　長周期波を対象とした湾水振動波高分布（入射方向：NE、周期 55 秒）