

中予海岸における波の推算と問題点

浜 口 博 司*

1. ま え が き

瀬戸内海に面する中予海岸のうち、伊予灘と安芸灘に波浪観測施設を設置し、限定された対岸距離をもつ内海でしかも分散する島の影響を考慮した場合の波の推算方法を検討する目的で調査を継続しているもので、本稿は昭和 37 年から現在までの調査結果をとりまとめたものである。また、41 年に内海の小島に風速計を設置し、いわゆる波の発生域での海上風を観測し、沿岸陸上観測の値と対比し、その相関性を検討すべく現在資料を収集している。

2. 波浪資料の分析

(1) 観測概要

まず、昭和 37 年に比較的島の影響の少ない伊予地点で波浪観測を開始するとともに、波の推算方式についても検討をつづけてきた。

これに対し、菊間波浪観測所は島の多い地点に位置し昭和 41 年より観測を開始、伊予観測所とともに波の推算法検討のための観測体制をなしている。

さらに、観測体制で特筆すべきは、それぞれの波浪観測所に対応する風域内の島で風の観測を行なっていることであろう。これは波の推算にあたり一般に使用されている陸上風と、波の発生域での海上風とを比較すること

図-1 観測所位置図

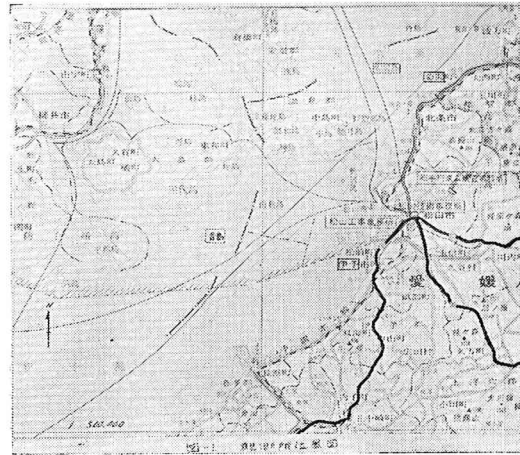


表-1 観測所一覧表

波	伊 予(建)	器種 水圧式 位置 600 m 沖 海面より 8 m 下	開始 昭 37.1.14
	菊 間(建)	器種 水圧式 位置 200 m 沖 海面より 4 m 下	開始 昭 41.2.20
風 向・風 速	塩 屋(建)	器種 ロビンソン	開始 昭 32.3
	松山空港(気)	器種 コーシンペーン	開始 昭 35.5
	青 島(建)	器種 コーシンペーン	開始 昭 41.10
	菊 間(建)	器種 コーシンペーン	開始 昭 41.3
	安 居 島(建)	器種 コーシンペーン	開始 昭 42.7
潮 位	松 山(気)	器種 フース	開始 昭 25.3
	菊 間(建)	器種 触針水位計	開始 昭 42.4

注：(建) 建設省、(気) 気象台

により相互の相関関係を求め、風と波の関係についていっそう精度の高い検討を行なうため実施しているもので41年から青島で42年から安居島で、それぞれ伊予、菊間波浪観測地点の風資料として観測しているものである。

(2) 波浪観測値の検証

a) 波高諸元間の関係

風により発生する重力波を連続観測し、その観測値をLonguet-Higgins の理論値と対比させてみた。

すなわち、2 時間ごと 20 分間観測された日記記録を $H_{1/3}$ 、 $H_{1/10}$ 、 H_{max} 、 $\bar{H}$ に整理し、有義波高 ($H_{1/3}$) に対応する各波高との相関を求めたところつぎのようになった。資料は昭和 37 年から 41 年までの 84 個の資料をつかっている。

この結果、最大波高以外は理論値にほとんど一致している。

表-2 波 高 相 関

	相 関 式	相 関 係 数	理 論 値
$\bar{H}$	$=0.61 H_{1/3}$	0.94	$=0.62 H_{1/3}$
$H_{1/10}$	$=1.28 H_{1/3}$	0.99	$=1.27 H_{1/3}$
H_{max}	$=1.70 H_{1/3}$	0.89	$=1.53 H_{1/3}$

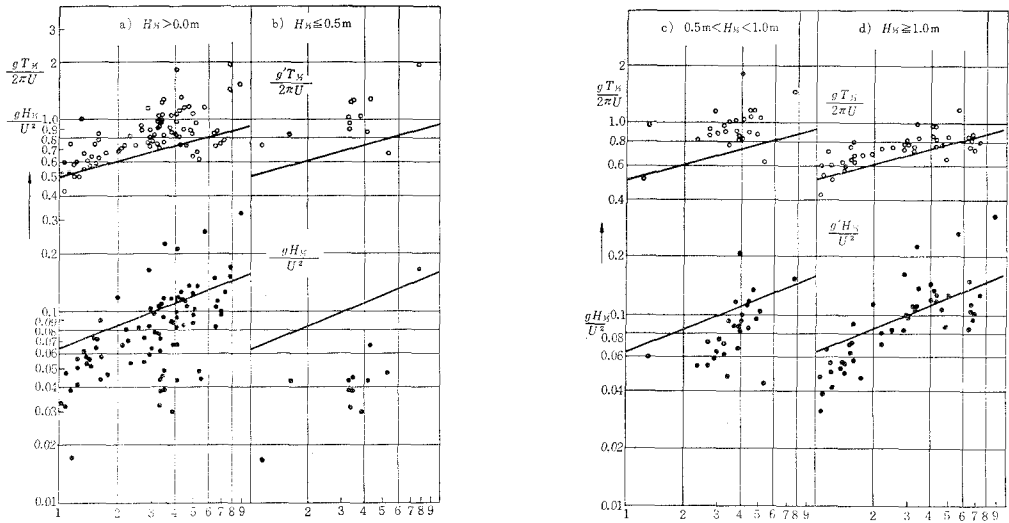
b) S.M.B. 法に対する適合性

波の推算方法としての S.M.B. 法では、一定風速の風 U によって生ずる波高と周期は吹送距離または吹送時間によってきまり、無次元化された各諸元との間には、つぎの関係式が成立するとされている。

$$gH_{1/3}/U^2=0.004(gFU^2)^{0.4}$$
$$gT_{1/3}/2\pi U=0.085(gFU^2)^{0.26}$$

* 正会員 建設省四国地方建設局松山工事事務所

図-2 実測値と推算式との適合



ただし、 $1 < gF/U^2 < 40\,000$

伊予波浪観測所において、上記の無次元量を昭和 37 年 11 月～40 年 1 月の実測値より求め図示したものが図-2 である。

これによれば

(イ) 波高については、1 m 以下では実測値が小さくなり 1 m をこすと相関式にほぼ一致する。

(ロ) 周期は相関式にくらべ実測値が高くでくる。

(イ) の点については、水圧式波高計の感度によるものと思われ、原則的には S.M.B. 法が適用できるものとした。

3. 風資料の分析

(1) 季節特性

海上風のケースとして青島で記録された資料を分析してみるとつぎのようになる。資料は 41 年 7 月から、

表-3 青島における四季別風速頻度表

(四)

四 季	月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
春	4月～6月	127*	114	96	10	24	15	21	18	13	44	65	36	34	47	25	21	710
夏	7 ～ 9	42	18	19	16	23	3	7	2	26	56	72*	37	14	11	18	16	380
秋	10 ～12	94	32	54	12	8	33	4	3	9	21	13	24	30	122*	69	68	596
冬	1 ～ 3	111	95	37	26	5	6	3	5	31	39	13	39	49	120*	85	58	713

* 最頻値

表-4 青島における四季別風速頻度表

四 季	日	風速	0～5 m/sec	5～10	10～15	15～20
春	4月～6月	85.8%		12.0	2.0	0.2
夏	7 ～ 9	92.2		6.8	1.0	0
秋	10 ～12	72.5		23.4	4.1	0
冬	1 ～ 3	59.7		28.1	11.8	0.4

表-5 月別平均風速表

(m/sec)

観測所名	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
青 島(海上風)	6.4	5.6	4.0	4.5	2.9	3.6	4.0	2.7	2.2	3.1	3.6	5.3
塩 屋(陸上風)	4.9	4.0	3.1	2.7	1.9	1.8	1.7	1.6	2.5	3.0	3.2	4.7
安居島(海上風)	4.1	3.9	2.8	2.1	—	—	2.4	1.6	2.9	3.5	3.6	4.0
菊 間(陸上風)	5.2	4.4	3.4	3.0	1.2	2.1	1.8	1.8	2.5	2.6	2.6	3.8

表-6 中予海岸における波の統計

(風)塩屋、(波)伊予 (回)

季節	波 高(m)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
冬期 (10月～3月)	0.1～0.4	17	8	2	2		4			2	2	3	6	13	47	95	20	221
	0.5～0.9	8	6	2		1	3				1	7	33	53	97	105	26	342
	1.0～1.4											2	20	25	43	26	3	119
	1.5～2.0											2	9	13	30	8		62
	2.0 以上												1	1	4	1	1	8
	計	25	14	4	2	1	7			2	3	14	69	105	221	235	50	752
夏期 (4月～9月)	0.1～0.4										1	2	2		1		1	7
	0.5～0.9			1							4	2	3	7	5	2	1	25
	1.0～1.4													5	9			14
	1.5～1.9																	
	2.0～																	
	計			1							5	4	5	12	15	2	2	46

(資料) 昭和 37 年 11 月 4 日～42 年 12 月 31 日

42 年 6 月までの 1 カ年である。

これによれば、内海において 10 m/sec 以上の強風が発生する頻度としては冬期の季節風時期が最大でその風向は WNW である。これは 表-3、表-6 から同じ傾向がみられ、したがって波の発生も台風以外は冬期に集中することがよくわかる。

(2) 海上風と陸上風の相関

海上風としての青島と、陸上風としての塩屋の記録を対比し分析してみた。結果を要約すればつぎのようになる。

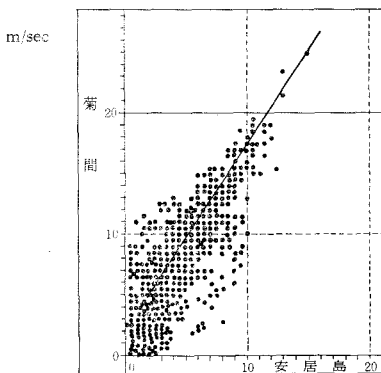
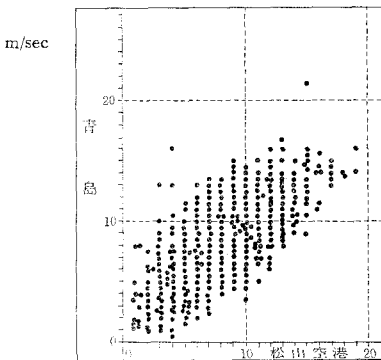
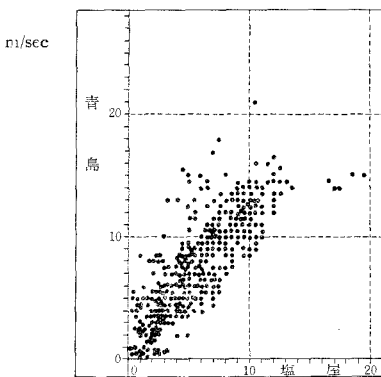
(イ) 陸上風(塩屋)は海上風(青島)の 7 割の風速となっている。

(ロ) 塩屋と青島の風速相関は期待できるが、陸上風

表-7 伊予灘における海上風と陸上風の比較

発 生 年 月 日	海 上 風 (青 島)			陸 上 風 (塩 屋)		
	風 向	風 速	陸上風との比率	風 向	風 速	海上風との比率
42. 1. 1	NE	13.5	0.63	NW	8.5	1.59
1. 2	NW	15.0	0.77	NW	11.5	1.30
1. 3	NW	16.0	0.66	NW	10.5	1.52
1. 4	NW	14.5	0.72	NNW	10.5	1.38
1. 5	NW	11.0	0.68	NW	7.5	1.47
1. 7	WNW	13.0	0.85	WNW	11.0	1.18
1. 8	WNW	13.5	0.74	NW	10.0	1.35
1. 9	NW	10.0	0.70	NW	7.0	1.43
1.13	N	12.0	0.79	WNW	9.5	1.26
1.15	N	15.5	0.84	NW	13.0	1.19
1.16	N	16.5	0.73	NW	12.0	1.37
1.17	N	10.0	0.85	NW	8.5	1.18
1.19	SSW	11.5	0.61	W	7.0	1.64
1.22	SSW	10.5	0.81	W	8.5	1.24
2.14	WNW	10.0	0.72	NW	7.2	1.39
2.15	W	14.5	0.86	NW	12.5	1.16
2.16	NNW	11.0	0.59	NW	6.5	1.70
2.17	WSW	14.5	0.62	W	9.0	1.61
2.18	WNW	10.5	0.67	NNW	7.0	1.50
2.27	NW	14.0	0.79	WNW	11.0	1.27
3. 4	S	16.0	0.41	S	6.5	2.46
3. 5	S	10.0	0.60	WSW	6.0	1.67
3. 6	NNW	10.5	0.48	N	5.0	2.10
3.22	WSW	14.5	0.83	WNW	12.0	1.21
3.23	WSW	14.0	0.71	NW	10.0	1.40
平 均			0.71			1.46

図-3 波の発生域内風速相関図



としての空港の記録は相関性にとぼしい。

(ハ) 菊間と安居島の相関は、陸上風の菊間が海上風の安居島より高い。これは菊間の地形が影響しているようで位置の再検討を要する。

4. 波の推算

(1) 推算方法

海岸線の影響が複雑でしかも島の多い瀬戸内海において、風から波を推定する方法として、Saville により提案されたフェッチ幅の影響と、S.M.B. 法にもとづく Wilson 法による推算法(“波の推算法”昭和 38 年 7 月建設省土木研究所)とを併用して瀬戸内海における波高を推算した。

そのなかでフェッチ幅の影響について Saville は波の発達に有効な風向として、主風向に対し $\pm 30^\circ$ と $\pm 45^\circ$ の場合を示している。そこで実際に陸上の風を使い、フェッチ長を、おのおの有効風域内で 5° ごとにフェッチラインを設け、その平均長を主風向に対するフェッチ長として、各ケースについて波高を推算し実測値と対比した結果、フェッチ幅は主風向に対し $\pm 45^\circ$ の範囲とした場合が有効でその長さは WNW を主風向とした場合、43 km, WSW としたとき 40 km となる。この場合の計算は、風域内の風は一地点で代表させ、各時刻の風は主風と同方向にしかもそのままの風速で吹くものとした。

(2) 推算結果と問題点

前記の方法によって、風資料から波を推算した一例を

図-4 推 算 の 一 例

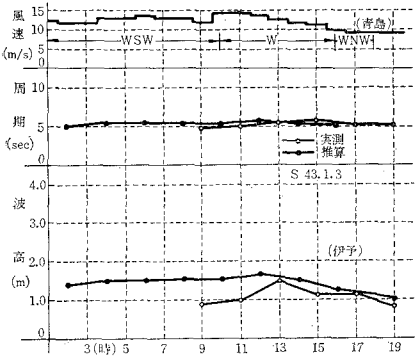


図-4 に示す。その他の推算例も含めて結果を検討した

ところつぎのようにいえる。

(イ) 波高の最大値は実測値にほぼ一致するが、時刻～波高曲線（波形）が一致しないケースが多い。

(ロ) 周期は推算値、実測値ほぼ一致する。

このことから、推算と実測の波形を合わせる事が、今後に残された課題である。

5. あとがき

これまでの推算結果では、波高 1 m 以下の低い波高のケースに波形の不一致例が多く、これは、水圧式波高計の感度、推算法の精度にも影響するものと思われるが、なお、風資料の収集をはかり、推算方法の検討を続けるつもりである。