

愛媛大学工学部 正員 神沼忠男
愛媛大学大学院 学生員 ○伊福 誠

1. まえがき

瀬戸内海は、自然的・地理的条件に恵まれ、古くから海と交通の要路として重要視され、また、産業や経済の著しい発達にもなない、沿岸領域は著しく拡張されてきた。愛媛県内をみると、東中予では、臨海工業地帯が増大し、急速な沿岸環境の変化により、海洋・大気汚染が政治的問題となり、また、南予では海洋開発への一途をたどっているのが現状である。

この研究は、こうした愛媛県下沿岸における現状を把握するための第一歩として、伊予灘沿岸における波浪の屈折特性を調べようとしたものである。

対象とした領域は図-1に示す越智郡波方町から喜多郡長浜町にいたるほぼ100 kmのところである。

2. $h/L < 1/2$ および $1/4$ に基づく得た屈折係数 (K_r)_h と (K_r)_L との比較

現在、水深波長比 h/L (h : 水深, L : 波長) に関して、 $h/L \geq 1/2$ の場合深海波, $h/L < 1/2$ の場合浅海波のように分類されている。この分類は、次のような判断によって与えられている。

一般に、波速 C は

$$C = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (1)$$

ここで、 g : 重力加速度、によって表わされる。

式(1)中の $\tanh(2\pi h/L)$ は、 $h/L = 0$ のとき 0, $h/L \rightarrow \infty$ のとき 1 となり、 $h/L = 1/2$ とすると 0.9963 という値をもつ(図-2)。 $h/L \rightarrow \infty$ のときの C を C_0 とすれば、深海波の波速 C は

$$C_0 \geq C \geq 0.9963 C_0 \quad (2)$$

の範囲にあることになる。双曲線 $\tanh$ 関数のこうした近似によれば波速の誤差は $h/L = 1/2$ の場合、ただの 0.37% である。Kinsman(1965)によればこの数値は理論上のもので、現在実施されている波浪の観測精度からみれば、ほとんど意味がなく、もし深海波と浅海波を $h/L = 1/4$ と分類するものと定義すれば

$$C_0 \geq C \geq 0.9172 C_0 \quad (3)$$

となり、約 8% の精度で近似することになる。こうしたことから、ここでは2者の定義に基づいて屈折図を作製し、伊予灘沿岸における波浪の収束および発散を調べると同時に、屈折係数を比較検討して、屈折図作製の簡便さを見出そうとする。

(1) N, NNW, NW, WNW, W の5方向から周期 10 sec および 8 sec の波が接近する場合の等深線が 20 m までの屈折図を作製した。用いた海図は海図番号 No. 164 で等深線間隔は 30 m 以深が 10 m 間隔、30 m 以浅は 5 m 間隔、波向線は 1 km 間隔、本数 18 ~ 29 本である。屈折図から屈折係数 K_r ($\equiv \sqrt{b_0/b}$, ここで、 b_0 : 深海波の

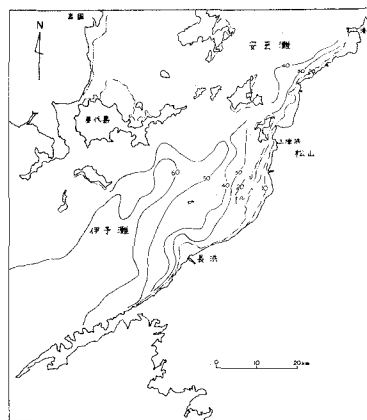


図-1 伊予灘沿岸付付図

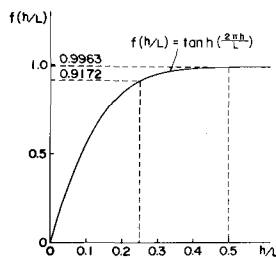


図-2 $\tanh(2\pi h/L)$

左向線間隔(1 km), b : 水深20 mの地盤における波向線間隔)を求め、 $h/L < 1/2$ および $1/4$ の両者によって求めた K_r の値を比較した。その結果、解析した10ケースのうち8ケースは、 $(K_r)_{1/4}$ の値のばらつきが $(K_r)_{1/2}$ の値のそれよりもきわめて小さいことがわかった。なお、表-1は、

$(K_r)_{1/4} = (K_r)_{1/2} + \delta_1$ (%), $(K_r)_{1/2} - \delta_2$ (%) を求めた δ_1, δ_2 を示したものでこの表をみると周期10 sec の δ_1, δ_2 が周期8 sec のそれより大きいことがわかる。以上のことは屈折図作製のための操作回数が増減が繰り返されることに対しと前者が5回し回数が多いことによつて生じた作図誤差によるものと思われる。これは、N, NNW, NW, WNW, Wの5方向のうち接近する波について、1回だけ作図したもので、波向線は1 km 間隔である。

(2) WNWの方向から接近する周期8 sec の波について同一の操作で $h/L < 1/2$ の場合には27本、 $h/L < 1/4$ の場合には30本の波向線に關して5回繰り返した。表-2は $h/L < 1/2$ の場合、各水深ごとの K_r の平均値と分散を示したものである。この表をみると、 $h/L = 1/2$ の地盤から屈折し始めた波が $h/L = 1/4$ (水深25 m) の地盤でも K_r の平均値は0.994~0.998とあり、水深からの屈折係数1.00と比較するとたかだか0.006減少しているにすぎない。このことは、水深25 m以上の波速比(浅い所の波速に対する深い所の波速の比)が1.024~1.027とありほとんど1.00に等しいということによつて生ずるものと考ええる。表-3は $(K_r)_{1/2}$ および $(K_r)_{1/4}$ の相対誤差と操作回数との関係を示したものである。この表から、屈折図作製のための操作回数が多いほど屈折係数の相対誤差が小さくなっていることがわかる。

以上のことから、伊予灘沿岸の屈折特性を調べる場合、浅海領域で $h/L < 1/4$ と定義して屈折図を作製してもさしつかえないと考える。

3. 伊予灘沿岸における波浪の屈折特性
上記の判断により、水深波長比が $1/4$ 以下の領域は周期6 sec および4 sec の波について検討してみた。なお、この領域は6 sec の場合には15 m以浅、4 sec の場合には10 m以浅の領域にあたる。

用いた海図は海図番号 No. 141と164で、拡大器によつて縮尺 $1/2500$ に拡大した。等深線間隔は10 m以深が5 m間隔、10 m以浅は2 m間隔、波向線は250 m間隔、本数127~230本である。波向線上、水深15 m, 10 m, 8 m, 6 m, 4 m, 2 mの地盤での屈折係数 K_r および浅水係数 K_s を求め、 K_r および $K_r K_s$ コンターを作製した。さらに、この沿岸における一般の傾向をみるために、同一周期、同一波向に対する各水深ごとの K_r および $K_r K_s$ の頻度分布を求めた。図-3は、波向WNW、周期4 sec の波についてのヒストグラムである。屈折係数は1.00の頻度が大きく、0.7~1.1までの範囲にばらついている。またこの傾向は、他の4方向から接近する波についても見られる。周期6 sec の場合、N, NNW, NW, WNW, Wから接近する波について屈折係数は水深6 mまでは1.00の頻度が大きい、4 m, 2 mではこの傾向は顕著でなく、0.6~1.3の範囲にばらついている。

以上、屈折および浅水効果を考慮して、浅海領域における波浪の变形を調べたが、さらに、海底摩擦や伊予灘および宇奈重に存在する島礁による回折効果をも考慮して波浪の变形を調べたい。

表-1 δ_1, δ_2

Wave direction	Wave period (sec)	δ_1 (%)	δ_2 (%)	Wave period (sec)	δ_1 (%)	δ_2 (%)
N	10	*	*	8	14	6
NNW	10	7	5	8	8	3
NW	10	9	6	8	5	4
WNW	10	12	10	8	3	2
W	10	10	9	8	4	3

(Note) * はばらつきが大きい

表-2 $(K_r)_{1/2}$ の各水深ごとの平均値と分散(5回)

Data No.	30 m		25 m		20 m		10 m	
	K_r	Variance	K_r	Variance	K_r	Variance	K_r	Variance
II-1	0.999	0.8×10^{-4}	0.996	22.1×10^{-4}	0.995	49.7×10^{-4}	0.996	101.0×10^{-4}
II-2	0.997	0.1×10^{-4}	0.998	6.0×10^{-4}	0.998	50.0×10^{-4}	1.000	92.4×10^{-4}
II-3	0.995	0.4×10^{-4}	0.995	10.2×10^{-4}	0.995	38.3×10^{-4}	0.997	82.3×10^{-4}
II-4	0.997	0.3×10^{-4}	0.996	17.0×10^{-4}	0.995	45.9×10^{-4}	0.997	94.6×10^{-4}
II-5	0.997	0.4×10^{-4}	0.994	11.2×10^{-4}	0.996	32.4×10^{-4}	0.997	66.2×10^{-4}

表-3 $(K_r)_{1/2}$ および $(K_r)_{1/4}$ の相対誤差と操作回数

Data No.	Relative error (%)			
	1	2	3	4
IV-1	1.63	3.14		
IV-2	1.66	3.05		
IV-3	1.28	2.65		
IV-4	1.82	3.63		
IV-5	1.53	2.22		
II-1	0.99	4.09	7.08	10.09
II-2	1.03	4.01	7.01	9.61
II-3	0.62	3.02	6.22	9.12
II-4	0.58	4.14	6.81	9.75
II-5	0.65	3.37	5.72	8.16

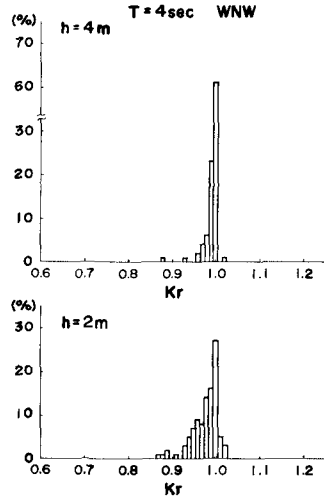


図-4 K_r の頻度分布(WNW, 4 sec)