

○ 運輸省港湾技術研究所 正会員 副島 毅
 “ “ 菅原一男

1. まえがき

東京湾口付近での波浪観測を長期間にわたり継続している例は少ない。当海獺島観測所は昭和37年より継続して観測を実施している。波高計機器開発の現地実験所という条件および地理的条件により観測データの測得率は必ずしも良好ではない。

ここでは比較的測得率の高い月のデータを抽出し、月別の統計表を作成した。又同観測所での風資料を用い、簡単な推算モデルにより推算を試み、外海からのうねりを除いた、湾口付近で発生する波についてはかなり良好な結果が得られた。同観測所では超音波式および水圧式の二種類の波高計による観測を実施しているが、両者の観測結果には一部かなりの差異が見られる。ここでは両者の同時記録より伝達系の数値フィルターを計算し、そのフィルターを通した再現波形と実測波形との比較を試みた。計算はわずかな数例であり比較検討を進め、一般化された予測フィルターを考えたい。

2. 観測施設

海獺島観測所は図-1に示すように久里浜港の南東約2.5kmにあり、約15×25mの岩礁上にある。

波高計受感部は同観測所より南東約400mの地点(水深約20m)の海中槽(8m高)上に設置されている。

槽上には水圧式波高計2台(PW, SGW), 超音波式波高計(USW)1台が設置されており、ケーブルにより測定信号は観測所の波高計本体に送られる。現在はPW, USWの2台が作動しており、PWからの測定信号はペンオシロに記録され、USWからの信号は無線テレメーターにより港湾技術研究所に送られ、自動平衡型記録計により記録され、さうに紙テープに穿孔されている。両者共に毎偶数時の20分間観測である。

海獺島観測所では同時にコーランベン・三杯型風速計による風観測(平均海面上約14m)、およびフース型換潮儀による潮位観測が実施されている。

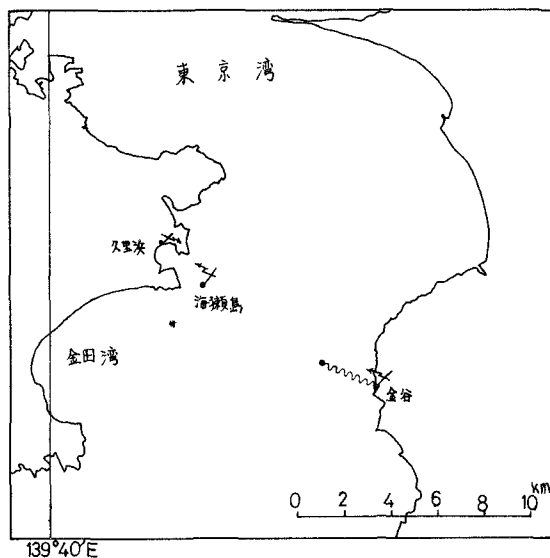


図-1 波浪観測地点

3. 観測結果および考察

(1) 観測結果

圧力式波高計 (PW) による観測は昭和37年1月から実施されているが、設置当初は台風のような異常気象時を対象として波高計の各部の感度を設定されていたため、平常は記録紙上で静穏となる場合が多かった。最近では波高の小さい時の波浪特性を把握するために感度を調整している。したがって静穏として取扱われる波高の大きさが観測時期により異なっている。ここでは波高2m以下程度の波についてその波高分布を把握するための比較的最近のデータを用いた。但し3、4月については、分布を示す十分なデータが見い出せなため省略した。

図-2は頻度分布を示す一方法として便宜上正規確率紙上にプロットしたのである。10、11、2月ではほぼ直線で分布もほとんど一致している。12月では上記3ヶ月の分布からはずれ、1月ではさらにずれが大きくなっている。但し1月は昭和42年の観測データだけを用いている。5月ではほぼ直線の分布となっているが6月ではデータが少ないため直線からずれた分布となっている。

7~9月では分布形がかなり変化しているが、これは台風からのうねりの影響があり、この期間にについては、うねりと局地的に発生する風波を分離して分布を考慮する必要がある。

表-1は周期の分布を波高との相関表として示したもので、図-2に用いたデータから作成した。対象波の波高が2m以下であるため、波高の各階級にフッタ幅広く分布している。風波については風期7秒前後に、うねりについては11秒前後にピークがある。

図-3は超音波式波高計と水圧式波高計との観測値の比較例を示したものである。波高については $H_{usw} \approx 1.3 H_{pw}$ で、周期については $T_{usw} < T_{pw}$ となっている。波高計の特性から $T_{usw} < T_{pw}$ の関係は当然予想される。 $H_{usw} \approx 1.3 H_{pw}$ の関係が $T_{pw} > T_{usw}$ による圧力波の表面波への換算係数の差異によるもの

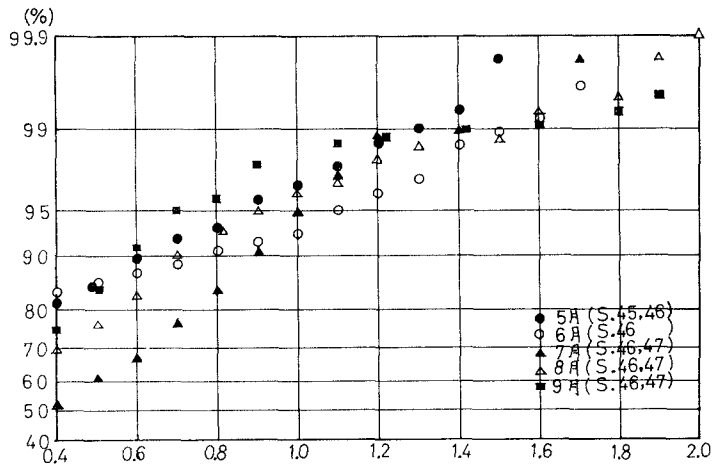
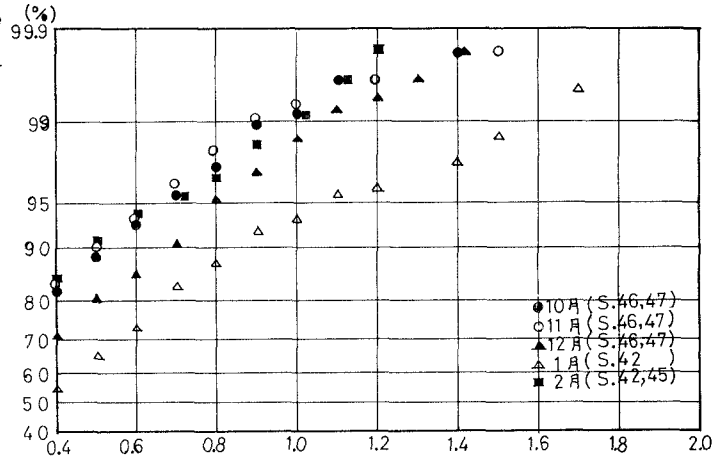


図-2 有義波高頻度分布

表-1 波高・周期別頻度分布

$\frac{H_{gs}}{T_{gs}}$	0.50- -0.75	-1.0	-1.25	-1.5	-1.75	-2.0	-2.5	-3.0
5-6	23	8	6	2	1			
-7	101	42	15	9	2			
-8	85	33	9	7	1	1	1	
-9	85	24	8	1	3	1		
-10	68	20	12	5	4	1	1	
-11	64	31	11	2	6	2		1
-12	65	27	12	2	2	2	1	
-13	38	31	3					
-14	12	9	2	1				
-15	7	4	1					
-16	3	1						

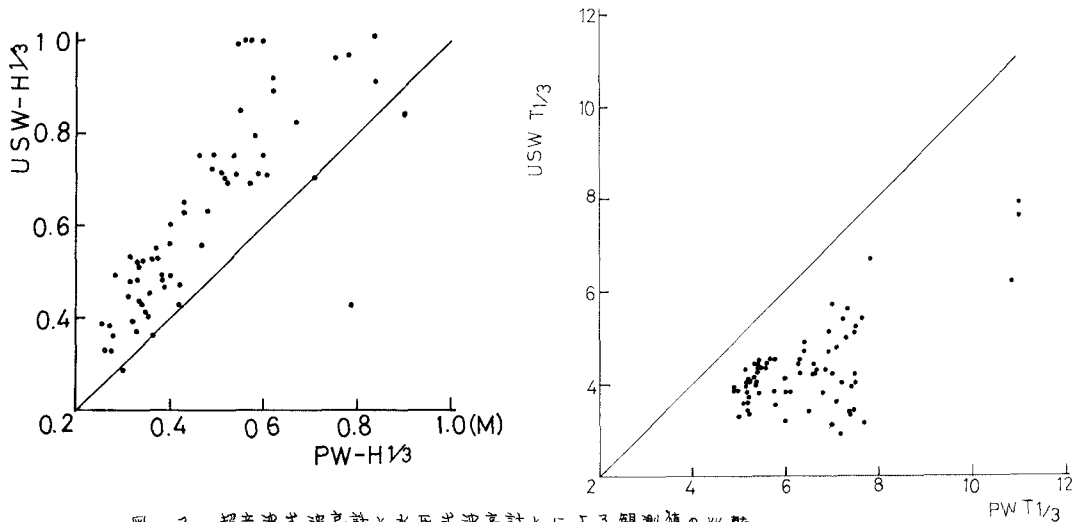


図-3 超音波式波高計と水圧式波高計による観測値の比較

とすれば、 T_{usw} がより妥当な値を与えるものと考えられる。

(2) 測定波形の比較

上述した如く、超音波式波高計と水圧式波高計による観測結果にはかなりの差異が認められる。

ここでは超音波式波高計の記録を正常なる入力信号と仮定して、これが水圧式波高計を通過することにより波形ひずみを生じるものと仮定し、その伝達関数を求めた。

伝達関数 $h_{opt}(\sigma)$ は Wiener の理論によれば、

$$g_{id}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} h_{opt}(\sigma) g_{ii}(\tau - \sigma) d\sigma \quad (\tau \geq 0)$$

ここで

$$g_{ii} = \overline{f_i(t) f_i(t+\tau)} \quad f_i: \text{入力信号}$$

$$g_{id} = \overline{f_i(t) f_d(t+\tau)} \quad f_d: \text{出力信号}$$

上式は現象の観測が無限大の過去まで逆のぼりうる場合の応答関数 $h_{opt}(\sigma)$ を求める式である。上式を有限時間に拡張し、有限の観測時間の f_i により直接的に連立方程式を解くことにより $h_{opt}(\sigma)$ を求めた。

図-4 a) は計算に用いた実波形(超音波式) f_i と実波形(水圧式) f_d であり、図-4 b) は計算された $h_{opt}(\sigma)$ を通した再現波形と原波形を比較したものである。観測時間20分の記録より、0.5秒間隔で波形を讀取り、 $h_{opt}(\sigma)$ は $0.5 \leq \sigma \leq 2.5$ 秒の範囲で求めたものである。図-4 a) の二つの波形ひずみに対し、図-4 b) の再現波形と原波形はかなり良好な一致を示しているが、波形ひずみの著しい点では再現性はあまり良くない。図-4 の例について有義波計算を行うと、(1)実波形(超音波式): $H_3 = 2.1 \text{ m}$, $T_3 = 6.5 \text{ 秒}$, (2)実波形(水圧式): $H_3 = 2.8 \text{ m}$, $T_3 = 7.8 \text{ 秒}$, (3)再現波(水圧式): $H_3 = 2.5 \text{ m}$, $T_3 = 8.1 \text{ 秒}$ となった。

実記録からの h_{opt} の計算結果はめづか教例であり、現在さらに解析を進め、一般的な h_{opt} について検討中である。

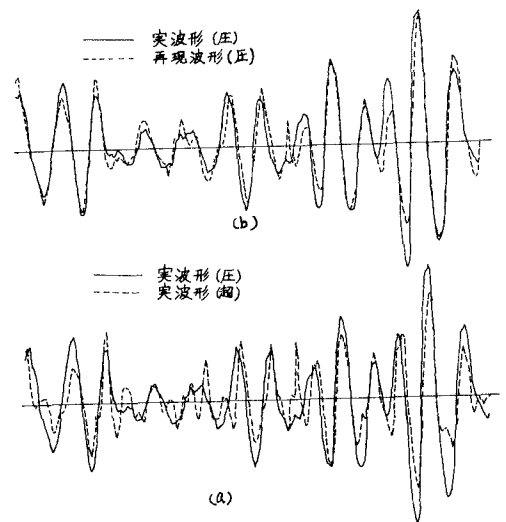


図-4 測定波形・再現波形の比較

(3) 風との相関

海嶺島での風資料を用い、簡単な推算モデルにより推算を試み、実測値と比較を行なった。入力データとしては毎時の風向、風速、および各方向別の対岸距離、有効風域幅、方向分散係数を考え、次の仮定を設けて計算を行なった。

- ① 風と有義波の関係式としては取扱い上の便利さから次の Bretschneider を用いる。

$$H_{1/2} = 0.0006 \left(\frac{gU}{g} \right)^{0.54}$$

$$H_{1/10} = (0.0425 \times 0.74)^{-1} \left(\frac{gU}{g} \right)^{0.74}$$

- ② 方向分布関数 $f(\theta)$ は簡単に

$$f(\theta) = \frac{2}{\pi} \cos^2 \theta$$

とする

- ③ 風の方向と波の主方向の最大偏角は 30° とする

- ④ 風域全体に海嶺島で観測される風が吹くものとする。

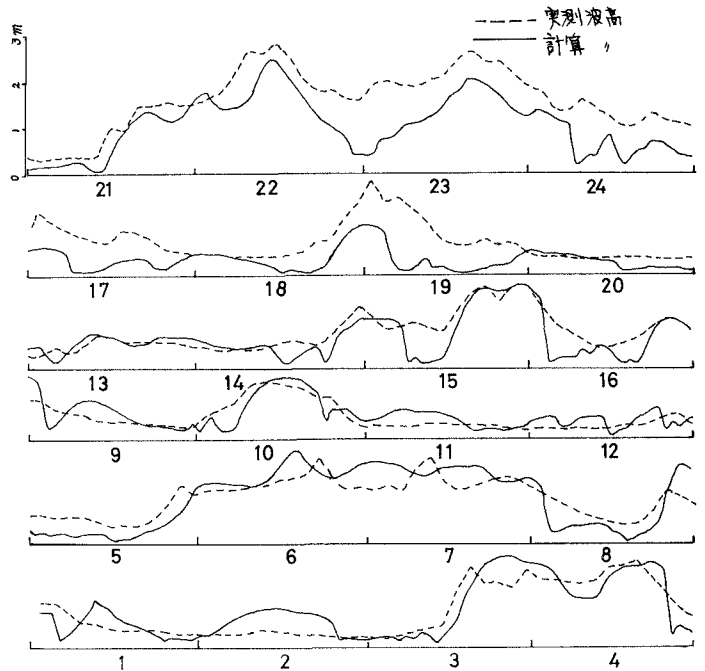


図-5 観測値と推算値の時間変化図(波高について)

表-2 観測値と推算値の比較

$\frac{H_{obs}}{H_{cal}}$	0.0-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-2.5	-3.0
0.0-0.5	255	171	32	11		
-1.0	25	31	40	7		
-1.5		7	64	35	3	
-2.0		3	34	23	7	2
-2.5			7		6	2
-3.0						2

従って外海からのうねり等の伝播は考慮せず局地的に発生する風浪を対象としている。

図-5は金谷沖の観測地点(図-1参照)での観測値と推算値を描いたものである(昭和48年12月1~24日)。波高の時間的变化の傾向はかなり一致している。波高の発達し始める時間

は計算値がやや遅れている。18~19日、22~23日では計算値がかなり小さくなっているが、これは上記の仮定④によるものである。表-2は図-5について推算精度を評価するために作成されたものである。発達期の時間的ずれを補正すると、表-2の推算精度は良くなる。

4. おまけ

波浪予測フィルター A_{opt} については、データ解析を進め、一般的な式を検討している。金谷の波浪観測データは第二港湾建設局から提供を受けたものである。観測データおよび計算結果の整理に援助を受けた東海大学学生酒井 守、石井省三、中込国喜の3氏に謝意を表します