

II-62 新潟海岸の波浪についての一考察

東京大学工学部 正会員 五博 堀川清司
東京大学工学部 学生員 五修 趙 榮耀

1. まえがき

日本海より新潟海岸に襲来した波は、新潟海岸の面方約 60 Km にある佐渡島によってある程度遮蔽されている。また、佐渡海峡よりの風波の影響もあって新潟海岸における波は外海の波（佐渡西海岸沖の波）とくらべてより大きくなったり小さくなったりしてかなり複雑なものになっている。

この現象を解明するため、われわれは第一段階として先ず、佐渡の遮蔽効果として波のエネルギーの方向分散の理論を用い、さらに佐渡海峡よりの風波も考慮に入れて波を推算し、新潟西海岸、新潟新港および佐渡入川の約 10 m 水深に設置した水圧式波高計によって記録された二、三の同時刻の波の記録と比較検討してみた。

2. 佐渡の新潟西海岸および新港におよぼす波の方向分散効果

波の方向分散は Pierson の $\cos^2 \theta$ 分布則を用いた。図-1 に示しているように、風の主方向に進行する波を $\overline{AB}$ とし、 $\overline{KL}$ は佐渡で P 、 Q を夫々新潟西海岸および新港とする。例えば、佐渡の影響で新潟西海岸に到達する波のエネルギーは $-90^\circ \sim \theta_1$ 、および $\theta_2 \sim 90^\circ$ である。しかしながら $\theta_3 \sim 90^\circ$ の間のエネルギー

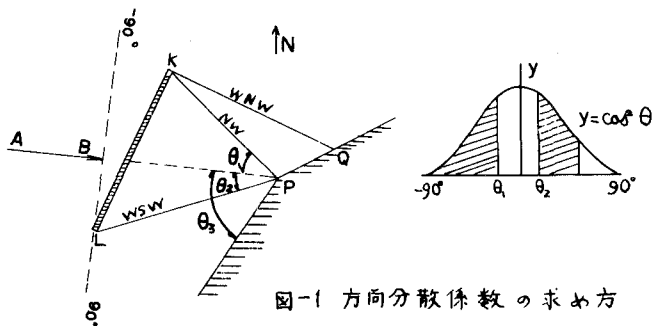


図-1 方向分散係数の求め方

は海岸線によって遮断されているので、結局実際に P 点に到達した波のエネルギーは $-90^\circ \sim \theta_1$ および $\theta_2 \sim \theta_3$ の間のものだけである。このようにして新潟西海岸および新港におよぼす佐渡の波の方向分散効果を求めると表-1 のようになる。

3. 波の計算方法

波の推算にあたっては P.N.J. 法を用いたが、風の資料は次のようにして決定した。

(1) 入川に対する風速および吹送距離の方向は 6 時間毎の天気図より求めたものと弾崎および相川の気測値の平均値を用いた。

(2) 佐渡海峡よりの波は新潟西海岸に対しては $NW \sim WSW$ 、新港に対しては $WNW \sim WSW$ の方向の風によるものに限った。佐渡海峡の代表風向は弾崎、新潟西海岸および新港で観測された風向の平均的方向を取った。また、両地点に襲来する波の推算に用いる風速は表-2 のようである。

表-1

佐渡による波の方向分散効果
上欄：新潟西海岸
下欄：新潟新港

波の 主方向	エネルギー 分散係数	波高 分散係数
N ($N0^\circ W$)	0.90	0.95
	0.98	0.99
NNW ($N22.5^\circ W$)	0.75	0.86
	0.91	0.96
NW ($N45^\circ W$)	0.53	0.73
	0.74	0.86
WNW ($N67.5^\circ W$)	0.40	0.63
	0.50	0.71
W ($W0^\circ S$)	0.42	0.65
	0.28	0.52
WSW ($W22.5^\circ S$)	0.38	0.62
	0.07	0.26

(3) 若し入川の吹送距離の方向が $N \sim NW \sim WSW$ で佐渡海峡の風向が新潟西海岸に対して $NW \sim WSW$ であり、また新港に対して $WNW \sim WSW$ であるならば、外海の波は佐渡の方向分散効果を受ける。この場合は合成波がある。

(4) 若し入川の吹送距離の方向が N または NNW (あるいは N, NNW または NW) で佐渡海峡の風向も N または NNW (あるいは N, NNW または NW) ならば新潟西海岸 (あるいは新港) の波を推算する風速は $(V_w + V_H + V_P + V_K)/4$ とする。ただし V_w は天気図より求めた風速である。この場合、合成波は無い。

なお、合成波を求める場合には入川の波を外海の波として、これが佐渡の方向分散効果を受けて、さらに $R_0/2.81T$ の時間を経て推算地長に到達するとする。ここに R_0 は外海推算地長までの距離

(km) で $2.81T$ は波の群速度 (Km/hr) である。また合成波の波高および周期は次の式によって求

$$H_3 = 2.832 \sqrt{E_1 + E_2} \quad (m) \quad , \quad T = \sqrt{E_1 T_1^2 + E_2 T_2^2} / \sqrt{E_1 + E_2} \quad (sec)$$

ただし、 E_1 、 T_1 および E_2 、 T_2 は各々外海よりの波および佐渡海峡よりの波のエネルギーと平均である。実際には、このように、エネルギー量を直接加えて合成波の波高を求めるには疑問があると Walden が指摘し、両成分波のエネルギー量を加える前にまず係数 P ($0.6 \sim 1.0$) をかけなければならぬと言っているが、この係数値はまだはっきりわからないので、ここでは $P=1$ とした。

4. 計算結果および考察

以上に述べた方法によって求めた各地長の波高および周期と実測値との結果を図-2、3、4に示す。

図-2の場合：22日3時から23日6時までには、外海の風の方向 $WNW \sim NW$ で、佐渡による波の方向分散がもっともきく場合。その後は $NNW \sim N$ の風向に変わる。従って23日6時までには佐渡入川の波が圧倒的に大きく、その後は逆に新潟西海岸および新港の方が大きくなる。周期の方もほぼ同じよう

表-2 佐渡海峡の風速

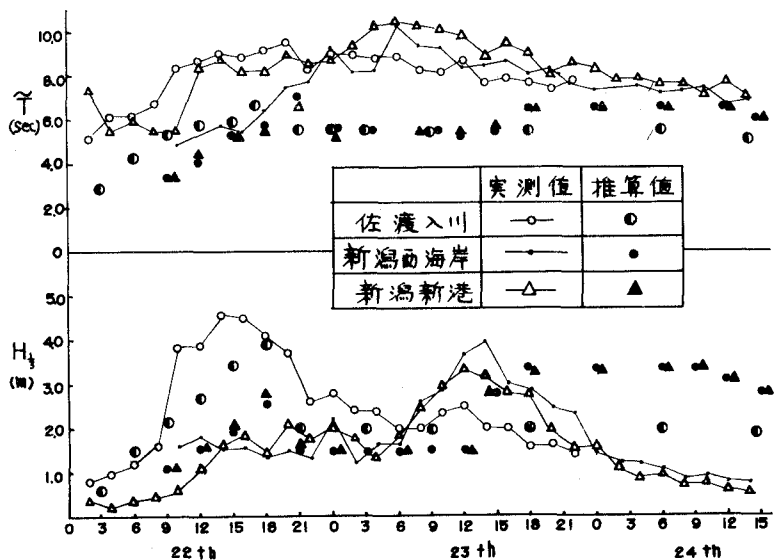
風向	推算地長	風速の求め方
NW	新潟西海岸	$(V_H + V_K + V_P)/3$
WNW	新潟西海岸	$(V_K + V_P)/2$
	新港	$(V_H + V_P)/2$
W	新潟西海岸	$(V_K + V_P)/2$
	新港	$(V_K + V_P)/2$
WSW	新潟西海岸	$(V_K + V_P)/2$
	新港	$(V_K + V_P)/2$

V_H : 弾崎の風速実測値

(註) V_K : 新潟西海岸の風速実測値

V_P : 新潟新港の風速実測値

図-2 昭和38年9月22日～24 各地長の波高と周期



の傾向を示しているが、余り大きく異なっている。実測値と推算値を較べると、周期の方は推算値の方が全体的にかなり小さい値を示している。波高の方は波がまだ発達している間、あるいは減衰しても若し風速が6 m/sec以下になっていない場合は推算値の方がやや大きい値を示しているが、風速が6 m/sec以下に減衰すると実測値の波はたちまち減衰していくが、推算値の方の波の減衰はかなり遅いことを示している。

図-3 昭和38年10月11日~13日 各地風の波高と周期

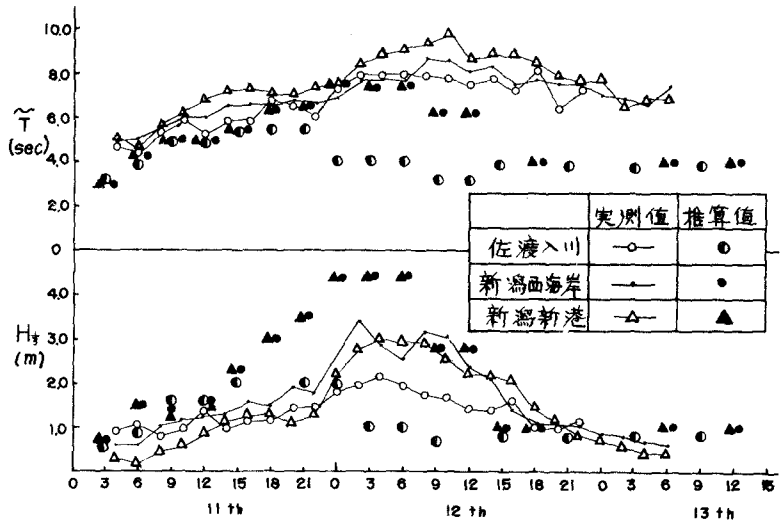


図-4 昭和39年1月19日~21日 各地風の波高と周期

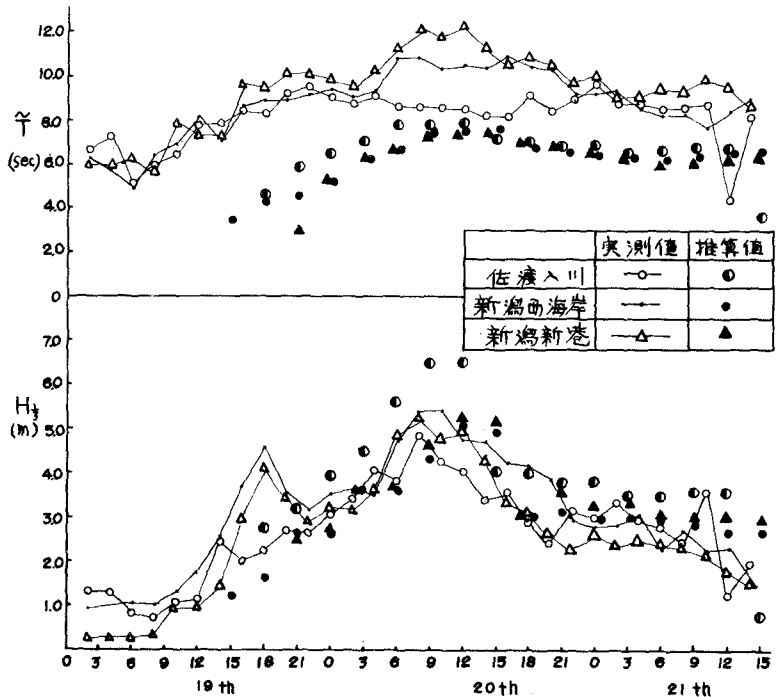


図-3の場合：全期間にわたってNNW~N方向の風が吹いているので、実測値も推算値も波高は新潟海岸のすが佐渡入川より大きい値を示している。周期の方も同じ傾向を示している。推算値と実測値とを較べて見ると、波がまだ発達している間は波高は過大の値を示している。波が減衰した場合は図-2と同じような傾向を示している。また周期の方は図-2の場合と同じように過小な値を示している。

図-4の場合：全期間

にわたって、外海ではNW方向の風が吹いており、佐渡海峡ではW~WNW方向のかなり強い風が吹いている。従って図-2および図-3の場合と較べると、三地島の波高の値が接近している。推算値の方では佐渡入川の波が大きい波高を示しているが、実測値の方では逆な傾向を示している。周期の方も同じく逆な傾向を示している。推算値と実測値を較べると波高の方では佐渡入川の方が過大な値を示している。波の減衰時または周期については図-2または図-3と同様な傾向を示している。

以上に述べたようにいづれの場合にもあまり満足の出来る結果が得られなかった。その主な理由として考えられるのは波の推算に用いる風の資料の取扱い方；推算法自体の適用性および佐渡の遮蔽効果についてのもう一つの要素、すなわち佐渡による波の回折と屈折の効果に対する考慮の必要性である。今後、これらの問題に対して一層の検討を行うつもりである。

本研究をなすにあたって、東京大学本向 仁教授には終始御指導をたまわり、また現地観測資料については、運輸省カー港湾建設局新潟調査設計事務所ならびに新潟県土木部信濃川工事事務所の御好意によった。ここに記して厚く謝意を表す。

参 考 文 献

1. 浜田徳一：新潟海岸欠損の諸問題について、土木学会，災害とその対策，昭和31年8月。
2. 井島武士：風波の算定とその推定法，土木学会関西支部，水理公式集の解説と例題，昭和31年8月。
3. Pierson, W. J., G. Neuman and R. J. James: Practical methods for observing and forecasting ocean waves by means of wave spectra and statistics, U.S. Hydrographic Office, Pub. NO. 603, 1955.
4. Walden H.: An attempt of hindcasting the high waves observed by the OWS "Weather Report" at position "J" on 17. December 1959, Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Jahrgang 16, Heft 1, 1963.