

II - 15

沿岸波浪のスペクトル統計量について

茨城大学工学部	正会員	加藤 始
茨城大学工学部	正会員	信岡 尚道
茨城県港湾課		野本 智快
運輸省第二港湾建設局		平井 宜典
運輸省港湾技術研究所	正会員	永井 紀彦

1. まえがき

沿岸波浪の長期間データを使った代表波の波高と周期に関する統計量についての研究は多いが、現地スペクトルを基にした統計量についての研究はあまりない。一方、合田(1987)は数値シミュレーションにより、波のスペクトル形をいろいろ変えたときの各種統計量の変化を詳しく調べている。本研究では、関東太平洋岸の波浪データを基にスペクトルを計算し、スペクトルパラメタと関連した各種の波の統計量、特にスペクトルから計算される平均周期と有義波周期の関係を調べたものである。

2. 解析データと解析項目

ナウファス観測地点である波浮、鹿島、常陸那珂における1990～94年の5年間の水面波形データを解析対象とした。毎偶数正時20分間($\Delta t = 0.5$ 秒)の観測記録中、有義波高が2.0mを越えた日のデータについて検討した。各代表波の波高・周期は20分間の記録について計算し、スペクトルはFFTでデータ数 $N = 2048$ について計算した。スペクトルの分解能は $\Delta f = 0.015625(\text{s}^{-1})$ 、自由度は約50である。

計算した統計量のうち特に注目したのは、スペクトルのピーク周波数に対応する周期 T_p と有義波周期との比 $T_p/T_{1/3}$ 、及びスペクトルから式(1)、(2)で計算される平均周期 T_{01} 、 T_{02} と $T_{1/3}$ との比である。

$$T_{01} = m_0/m_1 \quad \cdots \cdots (1), \quad T_{02} = \sqrt{m_0/m_2} \quad \cdots \cdots (2),$$

ここに m_n はスペクトルの n 次モーメントである。ブレットシュナイダー・光易型スペクトルはわが国の海岸・港湾関係での設計スペクトルとして使われているが、これはピアソン・モスコビッツ型スペクトルから、光易が観測データに基づいて提案した式(3)の関係、及び式(4)の関係を使って導かれたものである。

$$T_p \approx 1.05 T_{1/3} \quad \cdots \cdots (3), \quad H_{1/3} = 4.0 \sqrt{m_0} \quad \cdots \cdots (4)$$

その後、合田(1987)は式(5)の関係を示すデータが多いとし、若干修正した式(4)と共に式(5)を使用して、原式と係数が少し異なる式(6)を風波のスペクトルの標準形として提案している。

$$T_p \approx 1.1 T_{1/3} \quad \cdots \cdots (5), \quad S(f) = 0.205 H_{1/3}^2 T_{1/3}^{-4} f^{-3} \exp \left[-0.75 (T_{1/3} f)^4 \right] \quad \cdots \cdots (6)$$

T_{01} や T_{02} と $T_{1/3}$ の関係は、波浪推算で計算したスペクトルから有義波周期を計算するときに重要である。

広瀬他(1983)はJONSWAPタイプのスペクトル形が沿岸波浪のスペクトルにも適用可能であることを示している。そこで今回計算したスペクトルのうち、広瀬らにならって、単峯型でかつ風波性であること等6つの条件を満たすものの43個を選んで、これらに対するJONSWAPパラメタ α 、 γ 、 σ_a 、 σ_b の計算を行った。

3. 結果と考察

波浪の統計量：代表波の波高・周期、水面波形 η とそのrms値(η_r)、スペクトルのモーメントやピーク周波数 f_p 等から計算される各種の統計量のうち主要なものについての、地点別、年別および全体の平均値を表-1に示す。 H_m 、 T_m はゼロアップクロスによる波高と周期の平均値、 $\sqrt{\beta_1}$ はひずみ度、 β_2 は尖鋭度である。

キーワード：沿岸波浪、観測データ、スペクトルパラメタ、波の統計量、有義波周期

〒316 日立市中成沢町4-12-1 TEL: 0294-38-5160 FAX: 0294-35-8146

表-1 各種の波の統計量の平均値 (HA:波浮, HI:常陸那珂, KA:鹿島)

	$H_{1/3}$ (m)	$\sqrt{\beta_1}$	β_2	$H_{1/3}/\eta_x$	H_m/η_x	$T_{01}/T_{1/3}$	$T_{02}/T_{1/3}$	T_{02}/T_m	$T_p/T_{1/3}$	$T_{1/3}/T_m$	T_m/T_p	$H_{1/3}/H_m$
HA90	2.36	0.092	3.01	3.75	2.38	0.862	0.786	0.964	1.12	1.23	0.733	1.57
HA91	2.42	0.108	2.99	3.77	2.35	0.853	0.758	0.947	1.12	1.26	0.716	1.60
HA92	2.13	0.089	3.02	3.84	2.47	0.811	0.711	0.865	1.09	1.22	0.768	1.56
HA93	2.24	0.102	3.02	3.82	2.43	0.831	0.736	0.894	1.10	1.22	0.750	1.57
HA94	2.34	0.087	3.06	3.81	2.41	0.831	0.729	0.901	1.11	1.24	0.732	1.58
平均	2.30	0.096	3.02	3.80	2.41	0.837	0.744	0.914	1.11	1.23	0.740	1.58
HI90	2.22	0.112	3.03	3.76	2.33	0.829	0.722	0.939	1.15	1.31	0.674	1.61
HI91	2.47	0.117	3.04	3.76	2.33	0.835	0.729	0.948	1.16	1.31	0.666	1.62
HI92	2.37	0.112	3.00	3.82	2.42	0.832	0.737	0.917	1.11	1.25	0.727	1.58
HI93	3.26	0.155	3.02	3.82	2.37	0.847	0.752	0.950	1.11	1.27	0.717	1.61
HI94	1.89	0.092	3.00	3.79	2.40	0.813	0.709	0.907	1.13	1.29	0.694	1.58
平均	2.44	0.117	3.02	3.79	2.37	0.831	0.730	0.932	1.13	1.28	0.696	1.60
KA90	2.38	0.125	3.02	3.75	2.33	0.832	0.731	0.955	1.14	1.31	0.673	1.62
KA91	2.49	0.124	3.01	3.77	2.29	0.815	0.696	0.954	1.13	1.38	0.648	1.64
KA92	2.38	0.106	3.00	3.78	2.35	0.832	0.724	0.938	1.12	1.30	0.691	1.61
KA93	2.42	0.123	3.00	3.79	2.36	0.827	0.722	0.938	1.13	1.30	0.684	1.61
KA94	2.05	0.096	3.05	3.74	2.32	0.830	0.717	0.943	1.16	1.32	0.657	1.61
平均	2.34	0.115	3.02	3.77	2.33	0.827	0.718	0.946	1.14	1.32	0.671	1.62
全平均	2.36	0.109	3.02	3.78	2.37	0.832	0.731	0.931	1.13	1.28	0.702	1.60

表-1の結果を見ると、ピーク周期と有義波周期との関係は式(3)より式(5)の方が近く、係数の平均値は1.13である。図-1は $T_p/T_{1/3}$ と $H_{1/3}$ との関係をプロットした例であるが、波高が小さいときはこの周期比にばらつきが多いが、波高が増加すると変動幅が小さくなるのが分かる。合田(1987)は $T_{02}/T_m \approx 0.83$ という観測例を挙げているが、表-1のこの値は全体的にこれより大きく、全平均では0.931となっている。

JONSWAPパラメタ: Hasselmannらが求めた JONSWAP パラメタは

$$\gamma = 3.3, \quad \sigma_a = 0.07, \quad \sigma_b = 0.09 \quad \cdots \cdots (7)$$

であるが、今回求めた α 以外の JONSWAP パラメタの平均値は次の通りで、

$$\gamma = 2.85, \quad \sigma_a = 0.132, \quad \sigma_b = 0.107 \quad \cdots \cdots (8)$$

ピーク増大係数 γ についてはやや小さめの値となっている。

α は無次元吹送距離の関数として表せることが知られている。光易ら³⁾にならいう効風速 $U(=E^2 f_m^3 / (6.84 \times 10^{-6} g))$ で無次元化した吹送距離に対して α と γ をプロットしたのが図-2、図-3である。 α の値は光易ら³⁾が外洋のデータについて求めた関係や、広瀬ら²⁾が主に日本海側の波浪データに対して求めた関係よりも小さめの値となっているが、これは今回対象とした波の波高が彼らより小さめであったためではないかと考えられる。

4. まとめ

沿岸波浪のスペクトルの計算結果から、主に周期に関する波浪統計量の平均値を示し、既往の研究での値と比較した。また JONSWAP パラメタも求めたが、 α は従来得られた値よりやや小さめであった。

参考文献

- 1) 合田良実(1987): 第34回海講演文集, pp. 131-135.
- 2) 広瀬宗一他(1983): 港湾技術研究所報告, 22(3), pp. 83-124.
- 3) Mitsuyasu, H., et al. (1980): J. Phys. Oceanog. 101, pp. 286-296.

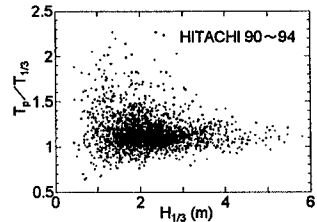


図-1 $T_p/T_{1/3}$ と $H_{1/3}$ の関係

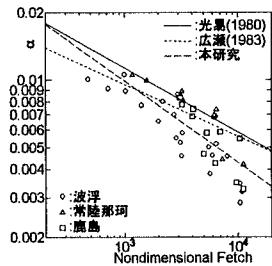


図-2 無次元吹送距離と α

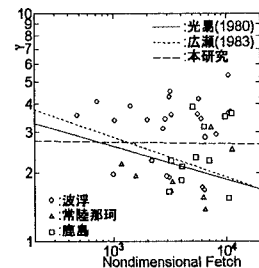


図-3 無次元吹送距離と γ