

波浪特性を表示する幾つかの代表的周期パラメータの妥当性に関する研究

九州大学大学院工学府 学 生 会 員 ○濱野有貴

九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 橋本典明

株式会社ソニック

三井正雄

1. はじめに

近年、波高が比較的低いにもかかわらず、荷役障害等が発生し、十分な港内静穏度が確保されていない状況が主として外洋に面した港湾において発生している。既往の研究により周期 30~300s 程度の長周期波がその原因とされている。一方で、港湾施設においては有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ をベースとして整備が行われており、一般の波浪に対する整備指針としては十分であるものの、殊に長周期波に関しては不十分である可能性が示唆される。そこで、本研究では全国港湾海洋波浪情報網 (NOWPHAS) において取得されている連続水位変動データを基にスペクトル解析を行い、そのスペクトルから算出される幾つかの代表的周期パラメータと有義波周期 $T_{1/3}$ の関係を比較し、長周期波を評価するうえで着目すべき周期パラメータを検討する。

2. 研究方法

2.1 周波数スペクトル解析について

本研究においては、まず NOWPHAS において取得されている連続の水位変動データを 1 時間ごとに分割する。こうして、得られた 1 時間の水位変動データに含まれる観測値 7200 個に対して 50% ずつオーバーラップさせた 512 個の観測値からなる 28 個の観測データを作成し、それぞれのデータから得られる周波数スペクトルの平均を代表値とした。(図-1) 一般にスペクトル推定は 20 分の水位変動データに対して行われるが、合田¹⁾にも述べられているように、長周期波を対象とした場合に記録時間が標準の 20 分であると、周期が長いことで少数の長周期波しか記録されず、波浪の統計的変動量のために信頼できる結果が得られない。このため、本研究では 1 時間のデータを用いることとした。

2.2 スペクトルパラメータについて

本研究で用いたスペクトルパラメータについては、合田^{1) 2)}において解説されている。ここでは後の説明の便宜のために、簡単に定義について説明することとする。

周波数スペクトルの n 次モーメントは次式で表わされる。

$$m_n = \int_0^{\infty} S(f) f^n df \quad (1)$$

ここに、 f は周波数、 $S(f)$ は周波数スペクトルである。

この周波数スペクトルの n 次モーメントをもとに種々のスペクトルパラメータは定義される。

スペクトルによる平均周期としては式(2)による T_{02} あるいは式(3)による T_{01} が用いる。

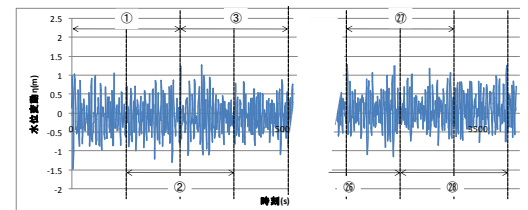
$$T_{02} = (m_0/m_2)^{1/2} \quad (2)$$

$$T_{01} = m_0/m_1 \quad (3)$$

また、近年はヨーロッパを中心に、次式で定義される代表周期を用いる事例が増えている。

$$T_{m-1,0} = m_{-1}/m_0 \quad (4)$$

1 時間連続水位変動データ



各サンプルから得られるスペクトルを平均化

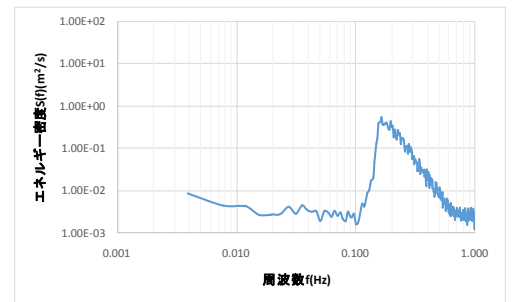


図-1 スペクトル平均化の概略図

$T_{m-1,0}$ はほぼ有義波周期 $T_{1/3}$ に近い値をとることが知られている。欧米ではスペクトルのピーク周波数に対応する周期 T_p や $T_{m-1,0}$ を用いることが多い。本研究においては周波数スペクトルの周期が 30s 以下の範囲においてスペクトル値が最大値をとる周期をピーク周期 T_p とした。

各周期パラメータの大小関係については、合田¹⁾による 1 つのピークをもつ周波数スペクトルを想定した数値シミュレーションにおいて、 $T_p > T_{m-1,0} \approx T_{1/3} > T_{01} > T_{02}$ であることが示されている。

3. 検討結果

例として、2006～2010 年において鳥取で取得された水位変動データをもとにスペクトル解析を行い、統計をとったものを示す。解析データ中で $T_p > T_{m-1,0} \approx T_{1/3} > T_{01} > T_{02}$ の関係をみたしたデータ数を年別で表-1 に示す。また、表-2 に年別のデータで算出した $T_{1/3}$ と各周期パラメータとの平均比 $T/T_{1/3}$ 及び決定係数 R^2 を示す。本解析データにおいては、 $T_p > T_{m-1,0} \approx T_{1/3} > T_{01} > T_{02}$ を満たすケース数が多いことから、1 つのピークをもつものが多いデータであると言える。しかしながら $T_{m-1,0}$ との決定係数 R^2 が 2008 年のデータでは特に低くなっており、1 ピークが多いデータにおいても、実際の観測データを用いた場合では、 $T_{m-1,0}$ と $T_{1/3}$ は必ずしも相関関係にないことがわかる。そこで $T_p > T_{m-1,0}$ の条件を満たすもののみを抽出して相関をとったものと全データを用いて相関をとったものを比較した。この結果を図-2 に示す。抽出データにおいては高い相関が確認できるが、全データにおいては $T_{m-1,0} \geq T_{1/3}$ となる範囲においてばらつきが見られる。特に、 $T_{1/3}$ が短いもののほどばらつき傾向が見られ、スペクトルの長周期成分が含まれているにも関わらず、 $T_{1/3}$ はその影響を考慮できないことが確認できる。

4. おわりに

本論文においては鳥取における観測データを用いて、スペクトルパラメータ間の関係について比較することで長周期成分が大きくなることによる影響を $T_{1/3}$ が必ずしも受けないことを確認した。これにより、 $T_{1/3}$ のみを用いた場合では長周期波をうまく考慮できないことが示唆された。今後はより詳細な検討を行うことで長周期波の影響をうまく考慮できるパラメータについて検討していく予定である。

参考文献

- (1) 合田良實：耐波工学 港湾構造物の耐波設計，鹿島出版会，2008，pp11-37
- (2) 合田良實：個別波高の分布に及ぼすスペクトル幅及び形状パラメータの影響について，ECOH/YG 技術論文 No.6，2007

表-1 抽出ケース数

	2006	2007	2008	2009	2010
ケース数	8128	8068	4357	6529	6944
抽出ケース数	6567	6674	3217	4977	5156
割合(%)	81	83	74	76	74

表-2 各周期パラメータとの平均比及び相関係数

西暦		T_{02}	T_{01}	$T_{m-1,0}$	T_p
2006	$T/T_{1/3}$	0.706	0.8149	1.0237	1.1721
	R^2	0.8983	0.9494	0.6536	0.807
2007	$T/T_{1/3}$	0.7038	0.8132	1.0208	1.179
	R^2	0.8986	0.9471	0.6914	0.7642
2008	$T/T_{1/3}$	0.7132	0.8198	1.0507	1.1592
	R^2	0.8699	0.9341	0.137	0.8073
2009	$T/T_{1/3}$	0.7286	0.8277	1.0285	1.158
	R^2	0.8953	0.949	0.6408	0.8322
2010	$T/T_{1/3}$	0.7317	0.8279	1.035	1.1626
	R^2	0.8859	0.9402	0.4723	0.8158

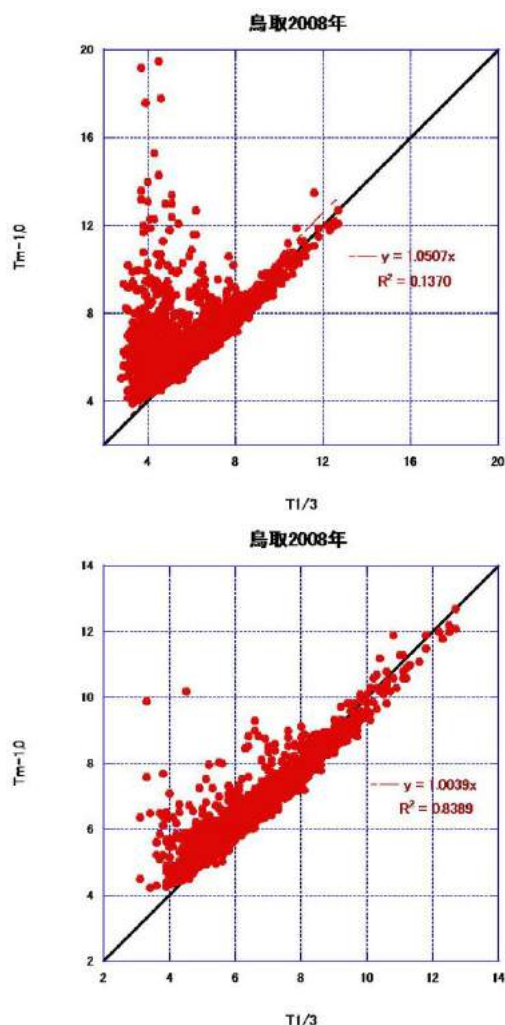


図-2 $T_{m-1,0}$ と $T_{1/3}$ の相関図

上図：全データによる

下図：抽出データによる