

II-457 造波機で発生した多方向不規則波の波高・周期・波向の確率分布

(財)電力中央研究所 正会員 松山昌史 平口博丸 池野正明

1. はじめに

現地の海の波は多方向不規則波であり、波向も含めてその波浪特性を評価することが海岸構造物の設計にとって重要である。このような不規則波を記述する方法としては、周波数スペクトルや方向スペクトルにより表すスペクトル解析法と、波高・周期・波向の確率分布により表わす波別解析法の2種類がある。波別解析法は、周波数スペクトルの帯域幅が狭い場合にはスペクトル解析法との関係が理論的に明らかにされているが、現地の波に対する一般的な関係はまだ明らかではなく、スペクトル解析法に比べてその理論的根拠が必ずしも明確ではない。しかしながら、構造物等の設計に際しては、波別解析法による確率分布や代表波諸元が重要である。本研究は、目標とするスペクトル形を有する造波された多方向不規則波の波高・周期・波向の確率分布を水理実験により検討し、それらの確率分布の特性を明らかにするとともに、狭帯域スペクトルの仮定に基づく理論値と比較したものである。

2. 実験条件及びデータ解析法

実験は図-1に示すように、48枚の造波板からなる全長19.2mの造波機が設置された平面水槽(45m×35m)で行った。実験水深は50cmとし、水槽側壁には反射波を極力抑えるために消波砕石を設置した。発生波は、Bretschneider-光易型の周波数スペクトルを有する風波性波浪($S_{max}=10$, $H_1/3=5.0$ cm, $T_1/3=1.0$ sec)とうねり性波浪($S_{max}=75$, $H_1/3=4.0$ cm, $T_1/3=1.25$ sec)の2種類とし、造波シミュレーション時の乱数列を変化させて各々6回実験を行った。水面変動の時系列は、4台の波高計からなる星型アレーを用いて図-1の様に3カ所で測定した。また流速の時系列は、星型アレーの中心に設置された電磁流速計で測定した。計測データのサンプリング周期は0.05sec、データ数は8192個である。1回の実験に対して一組のアレー内の4つの解析結果(周波数スペクトルとゼロアップによる波高及び周期の確率分布)を平均し、6回の実験結果をアレー毎に平均したものを各アレーの代表とする。

3. 波高・周期・波向の確率分布特性

図-2及び図-3は中央のアレー2で測定された $S_{max}=75$ と $S_{max}=10$ の結果である。両図(a)は周波数スペクトルの平均値と造波目標値を比較したものである。これらの図より、うねり性及び風波性波浪は目標とする周波数スペクトルにほぼ一致している。両図(b)は波高の確率分布の実験値と理論値(レーリー分布)を比較したものであり、波の方向集中度に係わらず両者はほぼ一致する。一方、周期の確率分布に関しては、両図(c)に示すように、実験値とLonguet-Higgins¹⁾による理論値は分布形とピーク周期に関して違いが見られる。 $T/\bar{T}$ が0.5以下では、実験値が理論値よりも大きい。また、ピーク周期は実験値の方が理論値に比べ0.1~0.2大きい。注目すべき点としては、実験値において $T/\bar{T}$ が2.0以上の周期は、方向集中度に係わらず存在しない。図-4は、流速ベクトルが描く流速楕円の長軸方向を波向 α とする場合の波向 α の確率分布の実験値と理論値(中西、磯部、渡辺²⁾)を比較したものであり、両者はほぼ一致している。また方向集中度の違いが確率分布に表れている。図-5は水面変位が最大となる瞬間の流速ベクトルの方向を波向 α_m とする場合の波向 α_m の確率分布の実験値と理論値(磯部³⁾)を比較したものである。出現確率が最大となる波向は理論値と実験値はよく一致している。しかしながら、理論値では波向が ± 180 度付近にも確率分布のピークが現れており、実験結果とは定性的に異なっている。

4. まとめ

ほぼ目標とするパワースペクトルをもつ波浪場において、多方向不規則波の波高・周期・波向の確率分布を解析し、理論値と比較した。波高と主波向的な波向 α の確率分布の実験値は理論値とほぼ一致した。しかし、周期と平均波向的な波向 α_m に関しては、実験値と理論値の対応は良くない。この原因はよくわからないが、周期と平均波向的な波向 α_m の理論値は、周波数帯の幅が狭帯域からはずれる影響を受け易い可能性もある。

<参考文献>

- 1) Longuet-Higgins, M.S.: Proc. R. Soc. Lond., A389, 241~258, 1983. 2) 中西、磯部、渡辺: 海岸工学論文集第37巻, pp139-143, 1989. 3) 磯部: 第34回海岸工学講演会論文集, pp111-115, 1987.

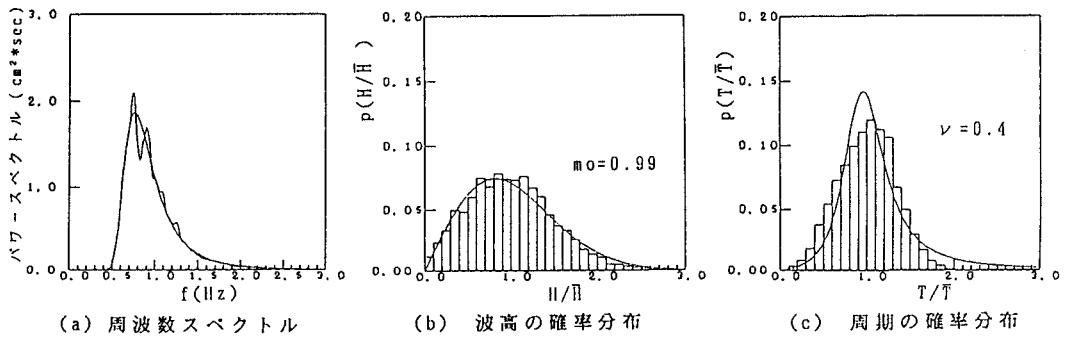


図-2 $S_{max}=75$ $H_{1/3}=4.0\text{cm}$ $T_{1/3}=1.25\text{sec}$

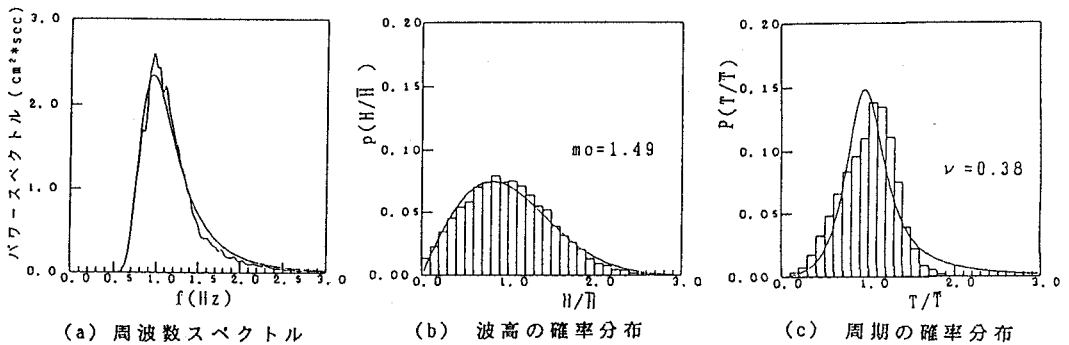


図-3 $S_{max}=10$ $H_{1/3}=5.0\text{cm}$ $T_{1/3}=1.0\text{sec}$

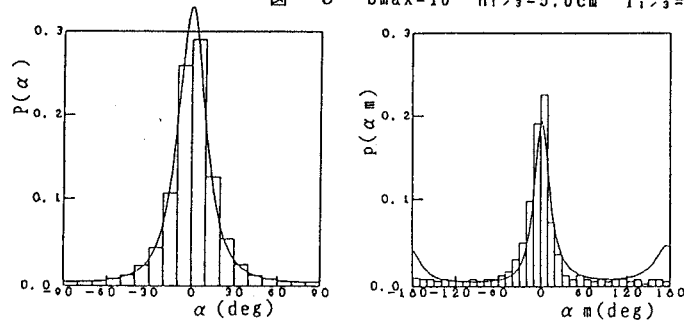


図-4 波向 α の確率分布

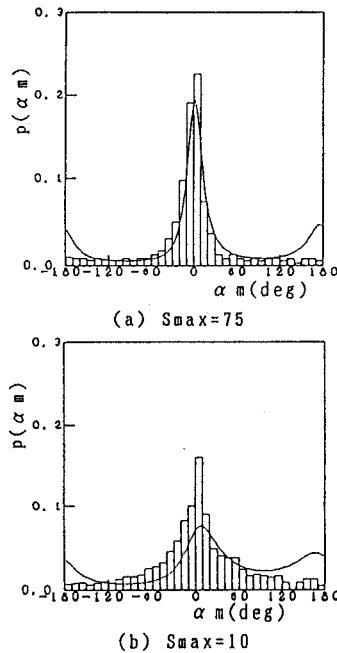


図-5 波向 α_m の確率分布

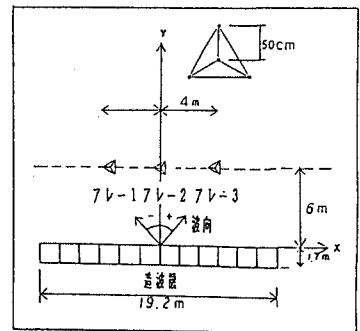


図-1 計測地点と座標