

巨大波浪 Freak wave の予測に向けて

Toward to Freak Wave Prediction

○森 信人, 大阪市立大学, 大阪市住吉区杉本 3-3-138, E-mail:mori@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

Peter A.E.M. Janssen, ECMWF, Reading, UK, E-mail:peter.janssen@ecmwf.int

川口浩二, (独) 港湾空港技術研究所, 横須賀市長瀬 3-1-1, E-mail:kawaguchi@pari.go.jp

永井紀彦, (独) 港湾空港技術研究所, 横須賀市長瀬 3-1-1, E-mail:nagai@pari.go.jp

Nobuhito Mori, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585

Peter A.E.M. Janssen, Shinfield Park, Reading RG2 9AX, UK

Koji Kawaguchi, 3-1-1 Nagase, Yokosuka 239-0826

Toshihiko Nagai, 3-1-1 Nagase, Yokosuka 239-0826

Quasi-resonant four-wave interactions may influence the statistical properties of deep water surface gravity waves such as a freak wave. The freak wave prediction method developed by Mori and Janssen (2006) based on the quasi-resonant wave theory is compared with European Centre for Medium Range Weather Forecasts wave analysis data. Mori and Janssen (2006) model shows low correlation of kurtosis with the observed wave data, although the observed data show the significant correlation between H_{max} and kurtosis.

1. 序論

波浪推算では、一般的に Hasselmann が導出したスペクトル $E(k)$ に対する Kinetic 方程式の S_{nl} を用いて非線形干渉による波浪スペクトルの変形が計算される。しかし、共鳴 4 波相互作用が確立するまで ($R_i \rightarrow \pi\delta(\Delta t)$) の時間スケールが $O(1/\varepsilon^4)$ と非常に長いため、共鳴 4 波相互作用よりも非共鳴 4 波相互作用が重要であるとし、水面変位の 4 次モーメントのスペクトル形状依存性が指摘されている。この 3 次の非線形干渉による μ_4 の変化を最大波高分布を関連付け、異常波浪の出現頻度を予測する理論が提案されており (1)、断面 2 次元造波水路内を伝播する波列のスペクトルの変形と異常波浪の出現頻度が一連の理論により推定できることが定量的に示されている (2)。このような議論の中で、異常波浪の出現頻度の推定は、最大波高分布の裾の積分値を意味することになり、その本質は、非線形干渉により変化する最大波高分布形状そのものを推定することにある。

本研究では、断面 2 次元水槽内で検証された異常波浪の予測理論を、ヨーロッパ中期気象予報センター (ECMWF) における現業の波浪予測に上記の予測理論を適用し、その妥当性の検証を行なう。ついで現地観測結果と比較検証結果をもとに、Freak wave 予測モデル改良の方向性を探る。

2. Freak wave 予測理論の現業波浪モデルへの適用結果

ECMWF では WAM モデルを持ちいた全球波浪予測モデルが運用されている (3)。今回、この ECMWF 現業波浪予測モデル (以下、予測値) に MJ2006 の予測理論を組み込み、異常波浪予測理論の検証を行った (4)。対象期間は 2004 年度 1 年間とし、予測精度の検証には、全国港湾海洋波浪観測資料 (NOWPHAS) の太平洋および日本海側の 6 点の観測データ (以下、観測値) を用いた。これまで得られて非線形理論 (1) や水槽実験結果 (2) のように、 $H_{max}/H_{1/3}$ と μ_4 には弱い線形相関が見られた。Fig. 1 に示すのは、予測理論を適用した μ_4 の ECMWF の予測結果と観測結果の比較である。一見してわかるように両者は無相関であり、特に μ_4 の観測値が正規分布の 3.0 前後に分布しているのに対して、予測値は 3.0 以上のみに分布している。

このように、断面 2 次元水路における実験結果との比較と異なり、実海域では異常波浪の予測理論が成り立たないことがわかった。

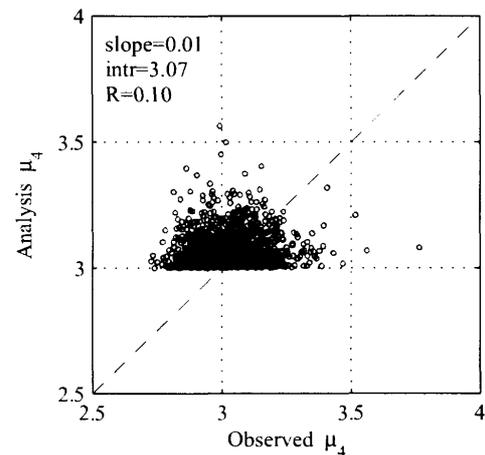


Fig. 1 μ_4 の観測値と予測値の関係

3. 結論

異常波浪予測に重要な水面変位の 4 次モーメント (μ_4) 予測を ECMWF の現業波浪予測モデルを用いて行い、その精度検証を行った。その結果、一方向を仮定した従来の理論では、異常波浪の予測は困難であることを明らかにした。

本研究を実施するにあたり、ECMWF J.R. Bidlot 博士には大変お世話になった。

参考文献

- (1) Mori N. and Janssen P., "On kurtosis and occurrence probability of freak waves", *Journal of Physical Oceanography*, volume 36, 7, (2006), pp. 1471-1483.
- (2) Mori N., Onorato M., Janssen P., Osborne A.R., and Serio M., "Exceedance probability for strongly nonlinear long crested waves", *Journal of Geophysical Research*, (2007), p. in press.
- (3) Janssen P., Bidlot J.R., Abdalla S., and Hersbach H., "Progress in ocean wave forecasting at ECMWF", in "ECMWF Technical Memorandum", 478, 2005, p. 27.
- (4) Janssen P.A., Mori N., and Onorato M., "Extension of the ECMWF freak wave warning system to 2 dimensional propagation", in "10th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting", Hawaii, 2007, p. in press.