

(Ⅱ-11) 海上風と風波のスペクトル相関について

東海大学工学部 正 飯田 邦彦

東亜建設工業(株) 正 青野 利夫

東海大学工学部 正 後藤 智明

1. まえがき

波浪推算手法の改良や風波の方向スペクトル特性、風と波との相互作用等を検討する上で、海上風と風波との関係が重要となる。風波の特性に関しては、多くの観測データがあり解析も行われているが、海上風のスペクトルあるいは乱流特性に関しては、観測された例も少なくそれほどの知見も得られていない。海上風のスペクトル標準形としては、Davenport(1961)を始めとしていくつか提案されているが、いずれも陸上での観測結果を利用して得られたものであり、海上風のスペクトルを正確に表現するかどうか明確ではない。

本研究は、海上風の標準スペクトル形の算定を目的として大阪湾の海上観測塔で観測された海上風と風波のスペクトルから、その相関特性と海上風のスペクトルに関して基礎的な検討を行った結果を報告する。

2. 気象・海象観測

観測データは、大阪湾内に設置された海上観測局(MT局)で観測されたもので、海上風の観測は、10m 高度に設置された 3 成分超音波式風速計で行い、また波浪観測は海底設置形の超音波式波高計(設置水深 17.5m)によって行っている。観測は、毎正時にサンプリング周波数 10Hz で 20 分間観測を行い、超音波風速計から平均風速値と風向および乱流統計量を算定し、波高計からはゼロアップクロス法によって定義した有義波諸元を算定した。スペクトル解析は、FFT 法(データ数:4096, 自由度:20)を用いて行った。観測の詳細は後藤・青野(1993)を参照されたい。

3. 海上風と風波のスペクトルとコヒーレンス

図-1 は、抽出した擾乱の一例で観測期間は 1984 年 2 月 2 日から 4 日の 3 日間である。図には有義波波高と周期および 10m 高度の海上風速 U_{10} と風向(超音波式とプロペラ式)が示されている。図-2 と図-3 は、図-1 で最も風速値の大きな 2 月 3 日 17 時と 18 時の海上風と風波の周波数スペクトル $S_w(f)$, $S_u(f)$ およびコヒーレンス γ , フェイズ θ が示されている。海上風のスペクトルは、0.01Hz 程度の低い周波数からエネルギーのカスケードが始まっており、風波スペクトルのピーク周波数は、海上風のカスケード域に含まれている。また、0.06Hz でピークが見られ海上風の組織的な渦構造の存在が示唆されている。

海上風と風波間のコヒーレンスの基本的特性は、海上風の成分が乱流成分であるためほとんどのケースで $\gamma < 0.5$ となることである(ただし、 $\gamma = 0$ の 90% 信頼区間は 0.035 程度であることから γ の数値は信頼できるものとなっている)。コヒーレンスは、低周波域では 17 時に $f = 0.06\text{Hz}$ で比較的確著なピークが見られる

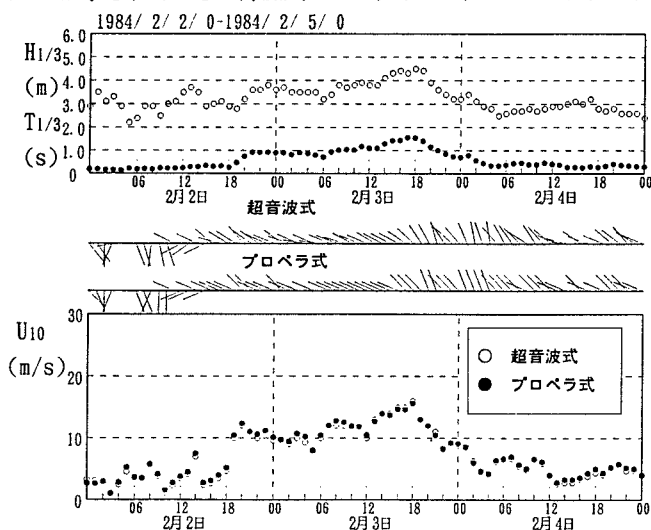


図-1 抽出擾乱の一例

のに対し、18 時ではほとんど認められなくなっている。このような例は他にも多くあり、これは波浪に含まれるうねりの成分がランダムに海上風の低周波の周期的な変動と同期したために現れた現象であり、その間に何らかの力学的なやりとりがあるかもしれないが海上風にとっては本質的ではないと考えられる。一方、海上風と風波の間に運動量交換が最も激しく行われる高周波域(f^{-4} 則が成立する 0.4Hz から 0.6Hz 程度)では、比較的高い相関がいくつかの周波数で発生し、この傾向は周波数は異なるがほとんどのケースで見られる。これより、海上風と風波の間の運動量交換は、高周波域全域で行われるのではなくある特定の周波数で集中的に行われ、またその周波数は海上風と風波の発達の場合によって変化すると考えられる。

海上風のスペクトルの勾配は、 $f^{-5/3}$ 則よりもわずかに緩い $f^{-3/2}$ 則となっている。このスペクトルの勾配もほとんどのケースで同様の傾向を示している。

4. 結論

海上風と風波のスペクトルの相関特性について検討した。その結果、海上風のスペクトルから、組織的な渦構造の存在が示唆された。また、相関特性から低周波域での相関はあまり意味のない現象であること、高周波域での海上風と風波の間の運動量交換の特性が単一の周波数で集中的に発生することなどが明らかにされた。今後は、海上風スペクトルの無次元化と支配パラメータの確定、標準スペクトル形の算定を行う予定である。

【参考文献】後藤・青野(1993):港湾技術研究所報告, 第32巻, 第1号, pp.53-99. Davenport, A. G. (1961): Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. 87:pp.194-211.

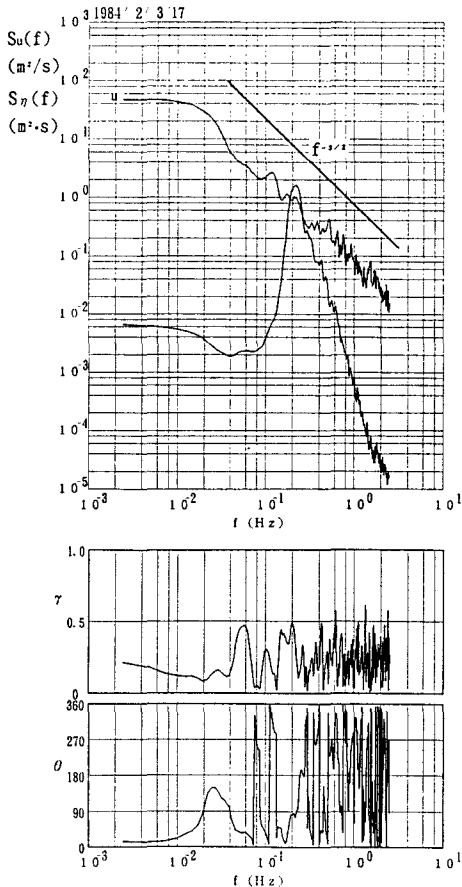


図-2 海上風と風波のスペクトルと
コヒーレンス、フェイズ

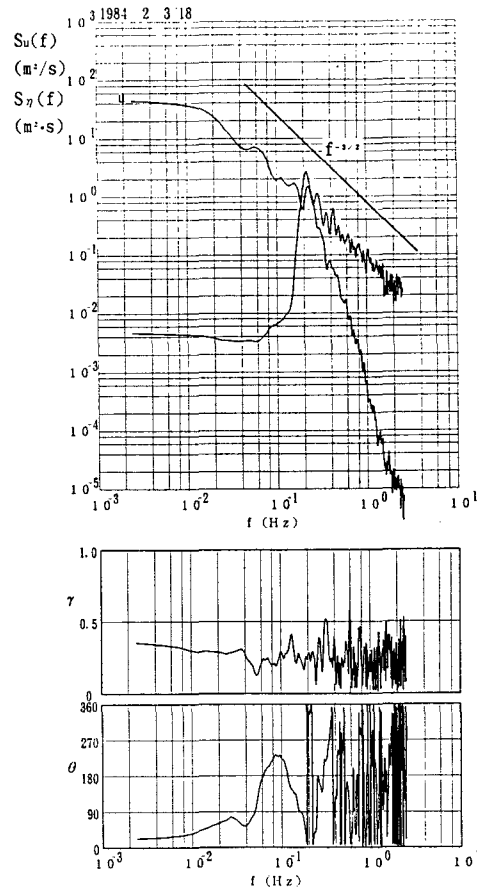


図-3 海上風と風波のスペクトルと
コヒーレンス、フェイズ