

横浜国立大学工学部 正会員 磯部雅彦
 東京大学工学部 正会員 浜川清司

1. はじめに

右岸域においては、サーフビートと呼ばれる周期数十秒～数百秒の長周期変動が存在することが知られている。特に砕波帯の汀線近傍においては、長周期の流速成分が顕著になり、砕波帯の諸現象を解明する上で無視できないものとなっている。従って長周期変動の発生機構を明らかにし、その定量的評価を行なう必要がある。本研究では、この目的の一環として、砕波帯における波および流れの長時間観測を実施し、得られた資料を解析した結果について述べる。

2. 観測の概要

観測を行なったのは茨城県大洗成田海岸であり、図-1に観測地点の海図地形図を示す。観測項目は砕波帯で右岸方向に配置された5ヶ所の観測点における水面変動、岸沖および右岸方向流速、ならびに入射波高である。流速の測定には図-1に記号C1～C5で示す5台の電磁流速計を用いた。また水面変動の測定には記号W1～W5で示す5台の容量式波高計を用いた。これらのデータはサンプリング間隔0.2秒でデジタルデータレコーダに記録するとともに、ペンレコーダにモニターした。入射波の測定は、汀線から沖合約300mの所に自記式の圧力式波高計を設置して行なった。観測を行なったのは1980年8月22日であり、電磁流速計および容量式波高計の記録は午後2時52分から5時0分までの2時間8分取った。また入射波の記録は午後1時0分より、サンプリング間隔0.5秒で19分40秒間記録しては20秒間休止するという形で9回分取った。潮位表によれば、観測期間中における平均水位はDL1.1mであり、潮位差は15cmである。

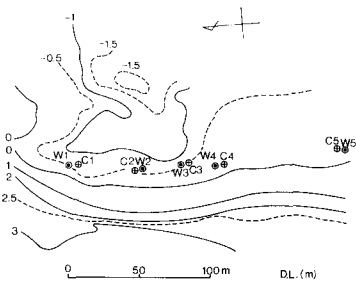


図-1 海図地形図

3. 結果および考察

長周期成分を抽出するため、砕波帯における波および流れのデータに、周期20秒以下の成分は完全にカットし、周期20秒以上の成分は完全に通過させるような数値ローパスフィルターをかけた、5秒間隔に編集した。この結果について、データ数1496、ラグ数200でBlackman-Tukey法を用いてスペクトル解析を行なった。図-2は水面変動 η 、岸沖方向流速 u および右岸方向流速 v のスペクトル密度関数を示すものであり、添字の η は観測番号を示している。これらの図より、水面変動および岸沖方向流速については、0.02～0.03 Hz付近で値が大きくなっていることがわかる。これは観測点1を除いて共通に見られたことである。ところで、サーフビートの発生については、Longuet-Higgins・Stewart(1962)のradiation stressの概念を用いて説明を行なっているが、これによれば基本的にはサーフビートの振幅は入射波高の自乗に比例する。しかし、Munk(1949)およびTucker(1950)は、砕波帯外における波長の現地観測を行ない、長周期変動の振幅が入射波高に比例するという結果を得ている。一方、土屋ら(1973)は砕波帯における波浪観測において、岸沖方向にピーク周期の変化する長周期変動が見られることを指摘し、その周期は長波が観測点と汀線の間を往復する時間にほぼ等しくなることを示している。また合田(1975)は現地観測によって得られたサーフビートの節の位置が、一般に観測面上の定常長波のそれと一致すると

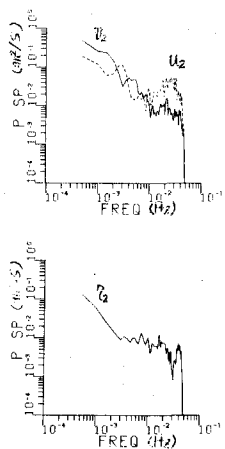


図-2 スペクトル密度関数

述べている。しかし、Huntley(1976)が砕波帯付近の流速の現地観測を行なった結果によれば、岸沖および右岸方向成分中に長周期成分が含まれ、そのピーク周波数はcut-offモードで、指数関数型の海底地形にトラップされるエッジ波のものと一致する。このように、長周期変動の原因として考えられているものには、岸沖方向の定常波とエッジ波の2つがある。観測から長周期変動がこれらのうちどちらであるかを判定する基準としては、岸沖方向の振幅変化、右岸方向成分の有無、水面変動・岸沖および右岸方向流速相互の位相差、それぞれの沿岸方向の位相変化等が挙げられる。ただし、現地の複雑な地形における観測であることを考えると、それぞれに誤った判断をする要素が含まれていることに注意すべきである。ここでは、長周期変動の特徴を調べるため、クロススペクトルを計算し、伝達関数、位相差およびコヒーレンスを図に描いた。図-3は同じ観測点における水面変動と岸沖方向流速の間の計算結果である。観測点1を除き、0.01~0.03Hzにおいてコヒーレンスが高く、位相差がほぼ $-\pi/2$ 、すなわち水面変動の位相は流速のそれに比べて $\pi/2$ 遅れていることがわかる。

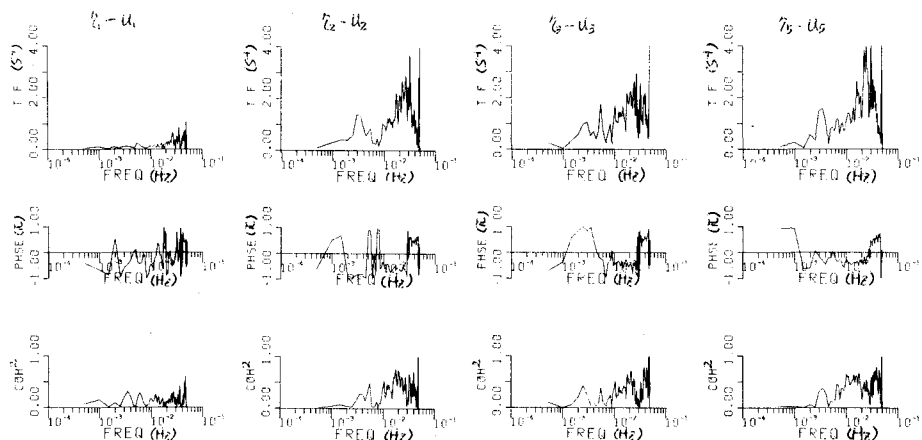


図-3 クロススペクトル (u_1-u_1)

ることになる。図-4は岸沖方向流速と右岸方向流速の間の計算結果の一例である。着目している0.01~0.03Hzにおいてコヒーレンスが低い。さらに、異なる観測点間の岸沖方向流速について計算すると、位相差はほぼ0となる。従ってこの範囲の長周期変動は右岸方向に無関係な二次元変動であり、エッジ波と考えるより、岸沖方向の定常波であると考えるのが妥当である。

次に、その発生原因を探るため、入射波の水面変動の自乗 u_1^2 と観測点2における岸沖方向流速 u_2 との間のクロススペクトルを計算した結果が、図-5に示されている。コヒーレンスが特に高いというよりはなく、これだけでは長周期変動との関係は明らかでない。

4. 結 語

砕波帯に生ずる周期数十秒の長周期変動の特徴について議論を行なった。しかし、その発生機構については今後に残された問題である。

参考文献

- 1) Huntley, D.A. (1976): J.G.R., Vol. 81, pp. 6441-6449.
- 2) Longuet-Higgins, M.S. and R.W. Stewart (1962): J.F.H., Vol. 13, pp. 481-504.
- 3) Munk, W.H. (1949): Trans. A.G.U., Vol. 30, pp. 849-854.
- 4) Tucker, M.J. (1950): Proc. Roy. Soc. Lond., A, 202, pp. 565-573.
- 5) 谷田良実(1975): 港研報告, 第4巻, 第3号, pp. 59-106.
- 6) 土屋義人・山口正隆・井沢重厚(1973): 第20回海講, pp. 531-534.

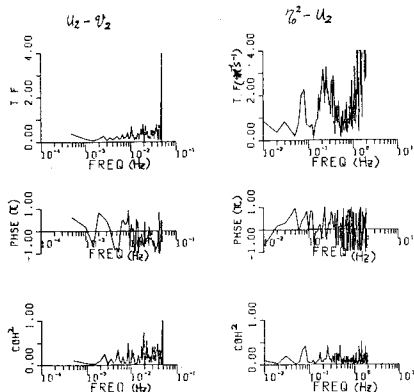


図-4 クロススペクトル (u_2-u_2)

図-5 クロススペクトル ($u_2^2-u_2$)