

愛媛大学工学部 正会員 伊福 誠

愛媛大学工学部 正会員 神沼忠男

愛媛大学工学部 正会員 井内国光

1. まえがき

わが国の海岸地帯は、海上交通の基地としての港湾の建設および生活空間拡張のための埋め立てなど多種多様な開発・利用が行われ、数多くの海岸構造物が築造されている。ところで海岸構造物を設計する場合には、構造物が築造される浅海領域における波浪特性を十分に把握し設計波を決定する必要がある。著者らは、昭和52年から愛媛県中予海岸において水圧式波高計により波浪変形の観測を行ってきたが、海岸波浪の変形機構をより明確にするには波浪内部における流れの突態を十分に把握することが必要となる。以上のことから、この研究は、中予海岸を対象領域とし、現地観測に基づいて浅海における海岸波浪による流れについての基礎的資料を得ようとしたものである。

図-1中の白丸で示す沖合約190m、平均水深6.5mの地奥に直結型水圧式波高計および電磁誘導型流速計を設置した。流速計のセンサーは海底上0.85mにあり、また、水平成分および鉛直成分は、それぞれ、岸向きおよび上向きを正とし、水平成分は卓越波向WNWと平行とした。波浪資料は、流速資料と同時に収集できるように波高計を改良し陸上で得られるようにしたが、ケーブルが砕波突付近で切れ僅かなる例しか得られなかった。

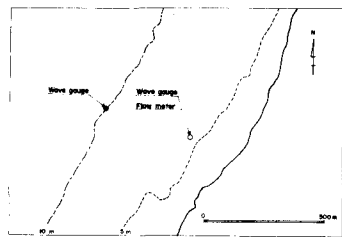


図-1 観測位置図

2. 資料の解析

観測は、昭和55年1月21日から2月2日まで実施し、得た流速資料は、30分毎に解析した。

3. 解析結果

平均流速は、水平成分および鉛直成分ともすべて負の値、すなわち、岸から沖合方向および海面から海底への流れであり、水平成分は $-8.2 \sim -32.0 \text{ cm/sec}$ の範囲である。

このことに對して、鉛直成分は $-2.1 \sim -11.6 \text{ cm/sec}$ であり、沖合方向および海底への流れが最大となるのは下げ潮時である。図-2は、流速の分散の変化を示したものである。図中には流速計設置位置での水深も示している。この図をみると、1月31日0時30分～6時30分までの資料を除いて、水平成分の分散は水深が大きくなるにつれて小さくなっている。図-3は、図-2に示した水平成分の分散から微小振幅波理論を適用して表面での水平成分の分散を求めその変化を示したものである。図-4は、観測地奥より約10km離れた松山空港での風速の変化を示したものである。風向はW～WNWである。図-3と図-4を比べると算出した表面での水平成分の分散と風速の変化とはほぼ類似していることがわかる。

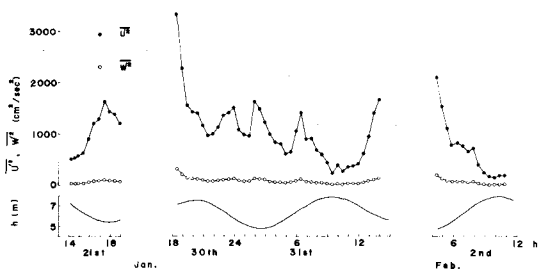


図-2 水平成分および鉛直成分の分散

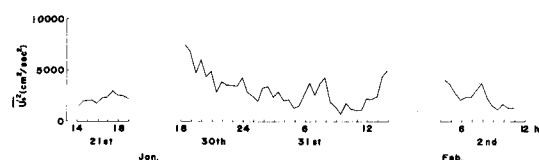


図-3 算出した表面での水平成分の分散

図-5は、水平成分のパワースペクトルと $E_f = f^{-8} \sim f^{-10}$ との比較を示したものである。図中の実線、破線、一点鎖線および二点鎖線は、それぞれ、満潮時、下げ潮時、干潮時および上げ潮時の資料である。この図をみると、パワースペクトルは右時刻ともよく似ておりピーク周波数の高周波側では周波数の $\sim 8 \sim 9$ 乗に比例していることがわかる。図-6は、図-5に示した水平成分のパワースペクトルより線型理論を仮定して求めた表面波のパワースペクトルと $E_f = f^{-5} \sim f^{-6}$ との比較を示したものである。この図をみると、ピーク周波数の高周波側は周波数の $\sim 5 \sim 6$ 乗に比例していることがわかる。要するに、この海域で水圧式波高計による波浪資料をもとに表面波のパワースペクトルを算出し、ピーク周波数の高周波側は周波数の $\sim 5 \sim 6$ 乗に比例することを見出している。以上のことから上述の算出した表面の水平成分の分散率が流速の変化にかなり似ていることにより、流速の変動成分はほぼ同波による流速の変動成分であると考える。流速変動の非線型特性を調べるために図-7に水平成分の頻度分布を示した。表面波の水変動の確率密度分布は、水変動が振幅、周波数および位相が互に独立した正弦波の無限回の重ね合わせと考えれば Gauss 分布に近いことが予想される。しかし、実際の波には非線型干渉が存在し、むしろその分布は Gauss 分布に補正項を加えた Gram-Charlier 分布に従うとされている。水中における水粒子の運動が水面変動に起因すると考えれば流速変動の頻度分布も Gram-Charlier 分布に従うであろう。図-7に示した頻度分布は分散が最大の資料についてである。

この図をみると、実測値は平均値付近で Gram-Charlier 分布より正の方へ偏っているが、負の裾野はよく一致している。図-8は、上げ潮時における2時間ごとの頻度分布を示したものである。この図をみると、標準偏差の大きい場合には、平均値付近における正の方への偏りが大きいことがわかる。また、平均値のまわりの非対称性を示す尺度である skewness と分散との関係を調べた結果、水平成分および鉛直成分とも skewness の値はすべての資料について負であり、その絶対値は、分散が大きくなるにつれて増えることを見出した。

以上、風浪下における流速について調べたが、今後波浪資料との相関、碎波域付近の水粒子の挙動などについて詳しく調べていこうと思う。

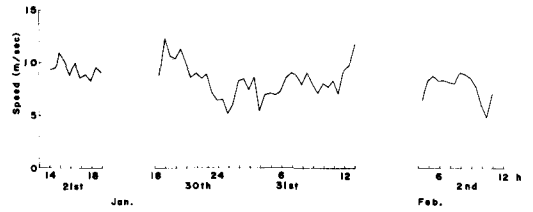


図-4 松山湾における風速変化

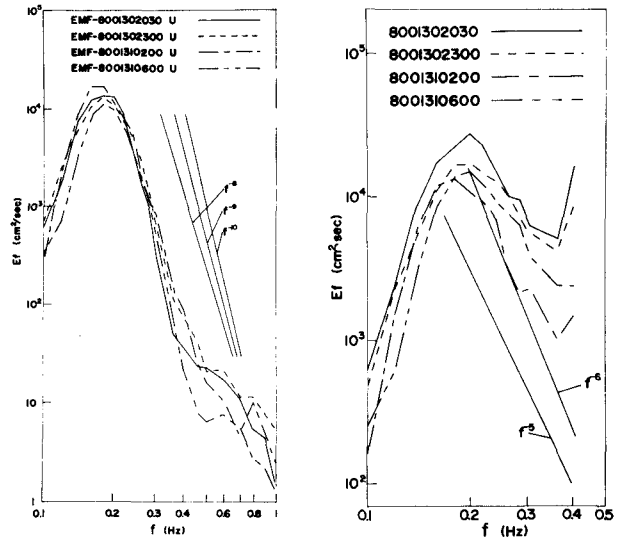


図-5 水平成分のパワースペクトル

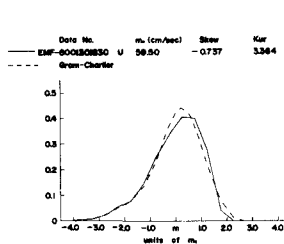


図-7 水平成分の頻度分布

図-6 算出した表面波のパワースペクトル

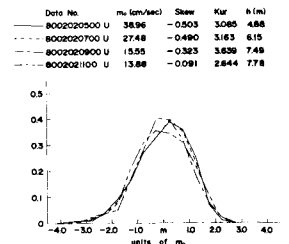


図-8 頻度分布の変化