

波浪下における流速の統計的特性について

愛媛大学工学部 正 員 柿沼忠男
愛媛大学工学部 正 員 伊福 誠
愛媛大学工学部 正 員 〇井内国光

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・利用が行なわれ、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構造物築造地点での設計波を決定する必要があるが、海岸構造物はほとんど浅海領域に築造されるため浅海における波浪特性を十分に把握する必要がある。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姿態を把握する必要がある。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の位置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について、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W/NWと平行である。波高計はケーブルを使用して流速資料と同時に資料が収集できるように改良したが研読点付近でケーブルが切れ波浪資料は僅か3例しか得られなかった。

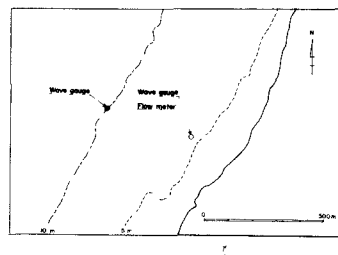


図-1 観測位置図

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、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、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方向の流れであり、水平成分は $-8.2 \sim -33.0 \text{ cm/sec}$ の範囲であるのに対して、鉛直成分は $-3.1 \sim -11.6 \text{ cm/sec}$ の範囲にあり、沖合方向および海底方向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、観測地点より約10km離れた松山空港での風速の変化を示したものであり、風向きはW～W/NW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の変化と風速の変化とがかなり似ていることがわかる。

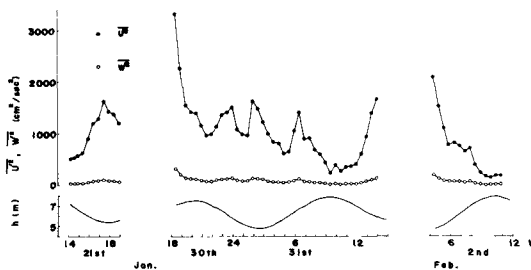


図-2 水平および鉛直成分の分散

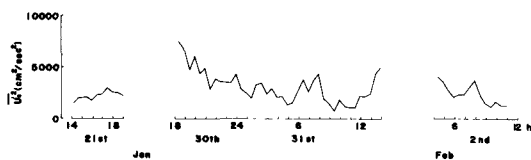


図-3 算出した水平成分の表面での分散

図-5は、水平成分のパワースペクトルと $E_f = \bar{u}^2 \sim \bar{u}^{10}$ 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各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 $-8 \sim -9$ 乗に比例していることがわかる。図-6は、

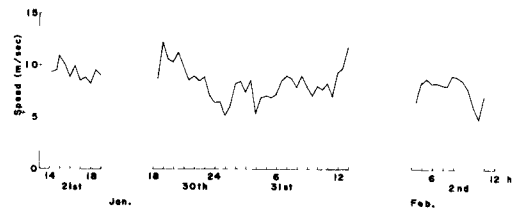


図-4 風速の変化

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 $E_f = \bar{u}^5 \sim \bar{u}^6$ との比較を示したものであり、この図をみると、ピーク周波数の高周波側は周波数の $-5 \sim -6$ 乗に比例していることがわかる。著者らはこの海域で水圧式波浪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 $-5 \sim -6$ 乗に比例することを見出している。以上のことおよび上述の算出した表面での水平成分の分散の変化が風速の変化にかなり似ていることより、流速の変動成分はほぼ風波による流速の変動成分であると考えられる。次に、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。表面波の水面変動の確率密度分布は水面変動が振幅、周波数および位相が異なる独立した正弦波の無限個の重ね合せと考えればガウス分布に近いことが予想される。

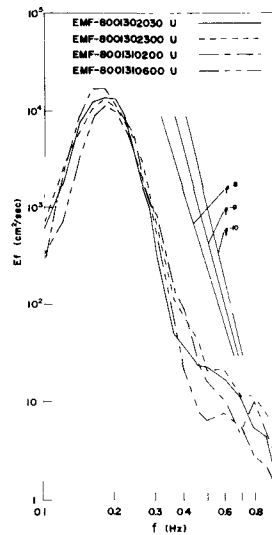


図-5 水平成分のパワースペクトル

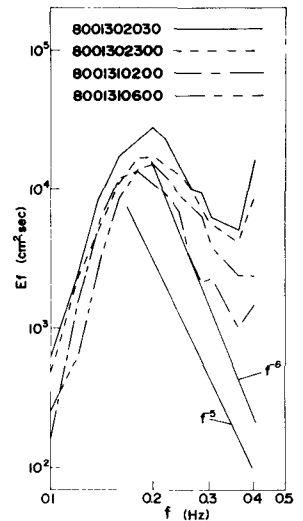


図-6 算出した表面波のパワースペクトル

しかし、実際の波には非線型干渉が存在し、むしろその分布はガウス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場合であり、この図をみると、

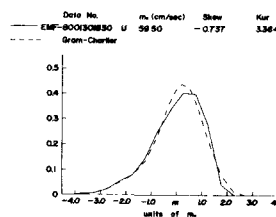


図-7 水平成分の頻度分布

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、負の裾で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り、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、鉛直成分ともskewnessの値はすべての資料について負の値を示し、その絶対値は分散が大きくなるにつれて増大することを見出した。

以上、波浪下における流速の統計的特性について調べたが、今後さらに多くの資料を解析して調べていきたいと思う。

Date No.	m_u (cm/sec)	Skew	Kur	h (m)
8002020500 U	38.96	-0.503	3.085	4.88
8002020700 U	27.48	-0.490	3.163	6.15
8002020800 U	15.55	-0.325	3.658	7.49
8002021100 U	13.88	-0.081	2.844	7.78

図-8 頻度分布の変化