

海岸波浪による流速について

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
愛媛大学大学院 学生員 ○丸岡貞典

1. まえがき

近年、わが国において船舶の数の増加および大型化に伴う港湾の新設および大型化、生活空間の拡張のための埋め立て等が盛んに行われるようになり、それらを波浪より保護するため防波堤が築造されている。地震による津波を除き、台風および季節風による風浪は深海域で発生、発達し、水深の変化、流れおよび海底摩擦等の影響を受け、変形しながら海岸へと進行する。従って海岸構造物が安全でその機能を十分果たすためには、海岸における波浪および波浪による流れの特性を十分に把握する必要がある。ところが、そうした特性についての実験的研究は数多くなされつつあるが現地観測に基づく研究は極めて少ないのが現状である。こうしたことから、この研究は浅海における海岸波浪による流れについての現地観測を実施し、圧力変動および波浪による流れの基礎的資料を得ようとしたものである。

2. 観測方法

図-1は、観測海域を示すもので図中の黒丸は平均水深6.52m、汀線より約190m沖合の水圧式波高計および電磁誘導型流速計の設置位置であり、波高計および流速計のセンサの位置は海底よりそれぞれ0.35および0.85mである。また、流速計の水平流速センサの方向は卓越波の波向WNWである。

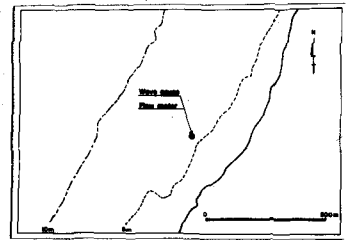


図-1 観測海域図

3. 解析結果

図-2は、スペクトル解析を行った30例中の1例であり、上からパワースペクトル、coherency および位相差の順に示したものである。なお、パワースペクトルの実線および破線は、それぞれ、圧力および水平流速を示し、それぞれの最大値で正規化したものである。位相差は圧力変動に対する流速変動の位相差である。これらの図をみると、両パワースペクトルのピーク周波数は一致しており0.2 Hzであり、0.14~0.36 Hzの周波数帯で両パワースペクトルの形はよく似ている。coherency は、両パワースペクトルのピーク周波数の0.2 Hzにおいて0.967と大きく、0.16~0.26 Hzの周波数帯で0.8以上の値を示しており、この周波数帯においては圧力変動と水平流速変動の間にはかなり強い相関がある。位相差は、0.2 Hzにおいて 7.7° であり coherency が0.8以上の0.16~0.26 Hzの周波数帯で $5.03^\circ \sim 20.81^\circ$ という値を示している。微小振幅波理論によると圧力変動と水平流速変動は同位相であり位相差は 0° であるが、この例では 0° ではなく水平流速変動は圧力変動より位相が進んでいることがわかる。なお、解析した30例中28例において圧力変動のピーク周波数での位相差は $4.69^\circ \sim 21.43^\circ$ の範囲であった。図-3および図-4は、実測した圧力波形および流速波形をStokes波理論の第3次近似解による理論波形と比較したものであり、(a)~(e)は連続した5波である。図中の実線および破線は、それぞれ、実測波形および理論波形を示し、振幅および時間はそれぞれ波形の最大値と最小値の差および周期で正規化したものである。なお、図-4(a)~(e)は図-3(a)~(e)に対応している。図-3をみると実測波形は、(a)の峯の位置は理論波形よりも前にあり波形は前傾してい

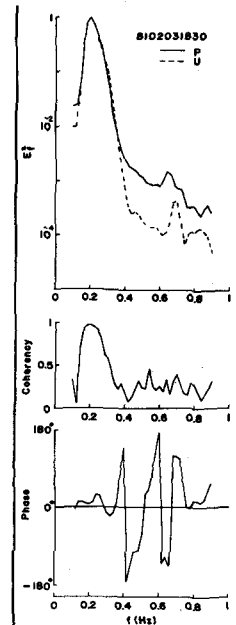


図-2 パワースペクトル、coherency および位相差

る。(b)はかなり後傾し、他の4例とはかなり異った波形をしている。(c)、(d)および(e)は峯の位置は理論波形とほぼ同じ位置にあり、峯の前面では理論波形よりややせ、峯の後面から谷にかけて肥えるという傾向を示しているが、その波形は理論波形と比較的よく似ている。

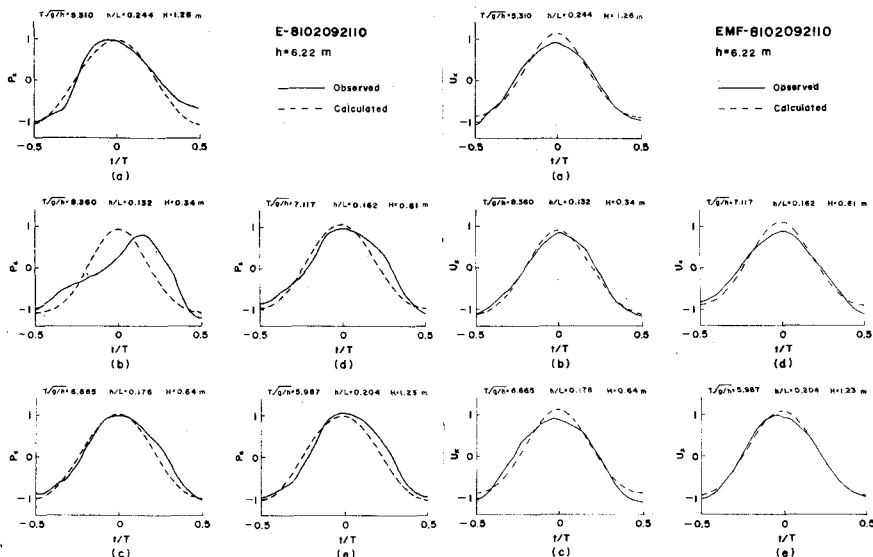


図-4 をみると実 図-3 圧力波形の理論波形との比較

測波形は、(a)は峯の位置は理論と一致しているが値は小さく、峯の前後で肥えている。(b)は峯の値が僅かに理論値より小さく、峯の後面で肥えているがよく似た波形をし、(c)は前傾し、峯の値は小さく、峯の前面では肥えている。(d)は後傾しており、峯および後の谷で理論値より小さく、峯の前面では肥えている。(e)は前傾し、峯および前の谷では理論値より小さいが、その形はよく似ている。一般に、圧力波形および流速波形とも周期の無次元量が7より小さく、波高が1m以上のものに実測波形と理論波形が似ているものが多いようであり、実測波形の峯は理論と一致するものおよび理論より前にあるものが後傾しているものより多い。瀬山・木村・国友(1979)は、実験により不規則波の水粒子速度は、周期の無次元量が7以下ではStokes波理論による値より小さいとしている。図-5は、圧力波形が正と負を示す時間帯における、波形と圧力が0の線とで囲まれる面積の比と周期の無次元量との関係を示すものであり、中の黒丸および白丸は、それぞれ、実測値および理論値を示したものである。この図をみると、周期の無次元量が大きくなると実測値および理論値とも小さくなり、その変化率は理論値の方が大きく、周期の無次元量が大きくなると実測値と理論値の差は大きくなる。図-6は、水平流速の実測値と理論値との最大値の比と周期の無次元量との関係を示したもので、周期の無次元量が大きくなるとその値は小さくなり、実測値と理論値の差は大きくなるということがわかる。また、周期の無次元量が7付近において、図-5では実測値と理論値の差は0.15程度であり、図-6では実測した水平流速は理論値の85%程度であることがわかる。

図-4 水平流速波形の理論波形との比較

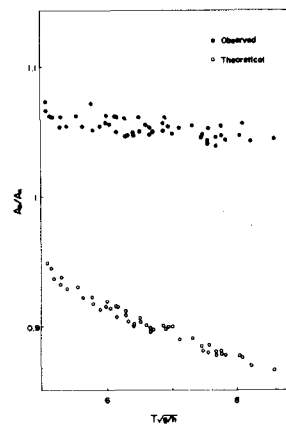


図-5 A_p/A_n と $T\sqrt{gh}$ との関係

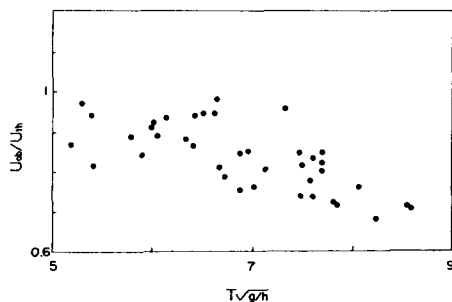


図-6 U_{ob}/U_{th} と $T\sqrt{gh}$ との関係