

II-165 砕波帯付近における流速の鉛直分布の現地観測

横浜国立大学工学研究科 学生員 大中 晋
横浜国立大学工学部 正会員 磯部雅彦

1. はじめに

砕波帯付近の流速場を把握するために、砕波帯付近の波と流れの現地観測がここ数年行われてきた。しかし観測回数が少なく、砕波帯外から砕波帯内までをカバーする観測はごくわずかである。そこで本研究では砕波帯外から砕波帯内にかけて流速場を正確に把握することを目的とした。その中で特に、平均流速の鉛直分布、および水面変動と流速変動の関係について調べた。

2. 現地観測の概要

観測は、茨城県大洗海岸において1982年9月8日に実施された。図-1に示すような架台に容量式波高計および電磁流速計7台を固定して、水面変動および流速の測定を行った。また架台支柱部を16mmフィルムで撮影することからも水面変動の記録を得た。当日、容量式波高計の故障のため、水面変動の記録は16mmフィルムから得た。測定時間は1ケース25分で、砕波帯外から砕波帯内に至る領域をカバーできるように架台を移動しながら、6ケースの観測を行った。

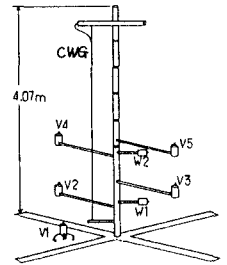


図-1 流速計設置架台

3. 結果および考察

i) 平均流速の鉛直分布について 岸沖方向の平均流速の鉛直分布を図-2, 3に示す。縦軸は線形長波の波速で無次元化した岸沖方向平均流速、横軸は水深に対する相対的高さを示す。また図-2は砕波帯外、図-3は砕波帯内である。また過去の観測結果も示してある。まず、砕波帯外では今回の結果(IV)は高さに無関係に0となっている。しかし磯部ら(1980)の結果(II)では若干の変動が見られる。次に砕波帯内ではどの観測結果についても底面付近で沖向き、上部で岸向きとなり、ほぼ直線的に変化している。その傾きはほぼ0.08~0.1である。しかしこれらは限られた条件下での結果であり、底面勾配などの条件が変わると結果も変わる可能性がある。

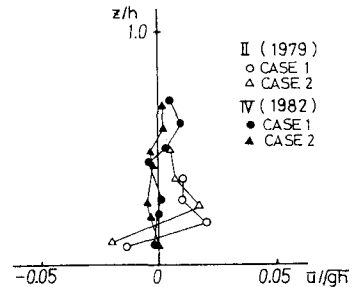


図-2 岸沖方向平均流速(砕波帯外)

ii) 水面変動と流速変動の関係 得られた水面変動および流速のデータを使い、スペクトル解析を行った。図-4は伝達関数の計算結果の一部を示したものである。点線がパワーの比から求めた伝達関数、実線はクロススペクトルから求めた伝達関数を示し、(1)は砕波帯外、(2)は砕波帯内である。これを見ると砕波帯外では多少値が小さいものの、微小振幅波理論から得られる値にほぼ等しい。ところが砕波帯内になると、理論値よりも4割ほど小さくなっている。これは波の有限振幅性が影響してくるためである。位相差はどのケースもほぼ0で、コヒーレンスもほぼ1に近く、理論と一致している。次に有限振幅性を考慮したストークス波・クノイド波理論および流れ関数法により、観測された水面変動から流速を計算した。これらの計算はZero-down-cross法により分けられた一浪ごとについて行うため、一浪ごとの平均水深と全体の平均水深は異なる値となる。その結果、計算された流速波形は波と波とのつなぎ目で不連続となってしまう、正確な解析ができない。この影響を小さくするため、平均水深の差を

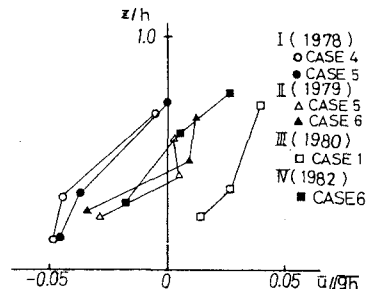


図-3 岸沖方向平均流速(砕波帯内)

長周期波とし、その分に相当する線形長波の流速を加えて再び流速を計算した。その結果を図-5に示す。これを見ると一波ごとの段差はかたなり小さく、たがまた若干の不連続が残る。次にこれらの計算した値を使ってスペクトル解析を行った。パワースペクトルのピーク付近の周波数の伝達関数の平均値を、微小振幅波理論による伝達関数の値でわった値を図-6に示す。これを見るとストークス波・クノイド波理論および流れ関数法による伝達関数は微小振幅波理論による値に比べて観測値にかなり近くなっている。しかし砕波点付近ではストークス波・クノイド波理論による値は多少過大評価となり、流れ関数法による値は多少過小評価となる。これが砕波帯内になると流れ関数法による値が観測値とよく一致する。また図中の点線は観測結果を2次曲線で近似したものである。

iii) 長周期成分について 水面変動から流速を計算する場合に長周期波を進行波として計算した。しかし長周期になると、波は砕波せずに岸で反射され、重複波になると考えられる。そこでさらに低周波側について調べるため、数値フィルターを用いて観測されたデータから長周期成分を抽出し、再びスペクトル解析した。その結果を図-7に示す。これを見ると0.02 Hz以下では位相差がほぼ $\pi/2$ と $-\pi/2$ を示すことから重複波であると考えられる。また伝達関数は、理論では腹で0となり節で ∞ となる。結果を見ると腹にあたる周波数のところで値が急激に大きくなり、節にあたる周波数のところで値が急激に小さくなっている。さらに重複波と考えられる周波数帯にはHotta et al. (1981)による長周期波の近似解の伝達関数を一点鎖線で、また、進行波と考えられる周波数帯には微小振幅波理論の伝達関数を二点鎖線で示した。これを見ると重複波と考えられる周波数帯で、伝達関数が最大となる周波数、あるいは最小となる周波数とも近似解と観測値がよく対応している。しかし進行波も重複波も理論値よりも値が小さくなっている。

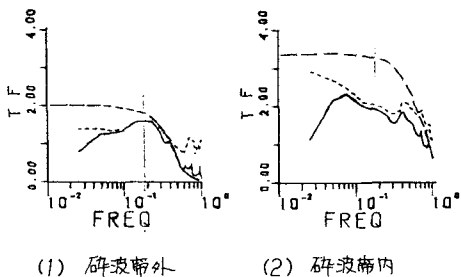
4. おわりに

水面変動から流速を計算する場合、砕波帯外では微小振幅波理論、砕波帯内では流れ関数法を用いればよい。また、周期、水深、波高だけが与えられた時には、微小振幅波理論から得られる伝達関数に図-6で得られた補正係数をかければ、ある程度観測値に近い流速が予測できる。また、長周期成分については重複波と考えるのが妥当である。

最後に本研究の実施にあたり、現地観測に御協力していただいた皆様に対し、感謝の意を表す。

〈参考文献〉

- 磯部雅彦・水口優・堀川清司(1980): 砕波帯付近の波にともなう流速場に関する現地観測, 第27回海講, pp.148-152.
- Hotta, S, M. Mizuguchi and M. Isobe(1981): Observation of long period waves in the nearshore zone, Coastal Engg. in Japan, Vol.24, pp41-76.



(1) 砕波帯外 (2) 砕波帯内
図-4 伝達関数の変化(---観測値---理論値)

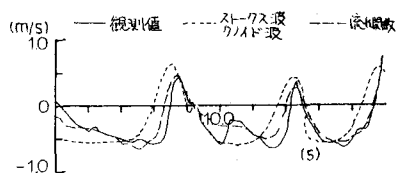


図-5 流速の観測値と計算値の比較 (砕波帯内)

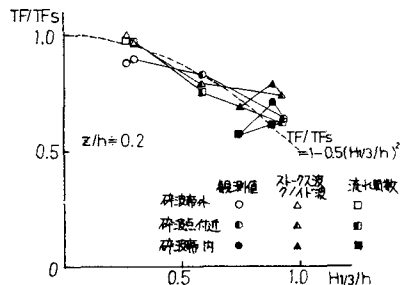


図-6 観測値、計算値の伝達関数の比較

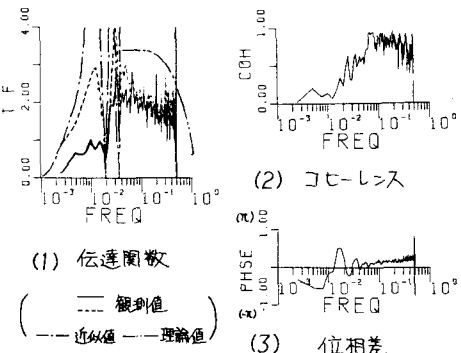


図-7 水面変動から流速へのスペクトル解析の結果 (砕波帯内)