

II-169 砕波帯における波・流れの観測 (I)

東洋建設(株) 正 員 藤原隆一
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

1. はじめに

砕波帯での波浪現象は、海岸付近の流れや漂砂の問題と密接に関連している。また、この砕波帯に海洋構造物が築造されることも多いにもかかわらずその水理特性は十分に解明されていない。こうしたことから、実験的な研究が数多く報告されているが、砕波の運動機構が十分に解明されていない現状を考えると、FroudeおよびReynoldsの相似則を用いて現地の現象を再現、または実験結果を現地に適用することは疑問が生ずる。従って、このような砕波帯の波浪および流れの特性を解明するには、現地での詳細な観測が必要とされるにもかかわらず、観測例は少ないのが現状である。

こうしたことから、愛媛県中予海岸において現地観測を行い砕波時の砕波特性および砕波帯内の流れの特性を明らかにしようとするものである。

2. 観測方法

図-1に示すように、水圧式波高計および電磁誘導型流速計(圧力計内蔵)を、それぞれ、汀線より約187mおよび15.2mの地点に設置した。2個の流速計センサおよび圧力計は、それぞれ、海底上0.615、1.018および0.763mの高さにあり、流速計のX軸は、卓越波向W/NWとするようにした。

3. 解析結果

約6分間の平均流速: 図-2は、約6分間の平均流速を示したものである。 $\bar{U}$ の範囲は上部および下部で、それぞれ、 $-0.037 \sim 0.080 \text{ m/sec}$ および $-0.013 \sim -0.048 \text{ m/sec}$ であり、上部では、ほとんどの波が砕波している14時40分には、平均流速は岸向きであるが、下部では沖向きであることがわかる。 $\bar{V}$ は、 $-0.234 \sim -0.660 \text{ m/sec}$ の範囲であり、汀線に沿いはる北東方向に流れているが、砕波の発生頻度が高くなる14時40分頃からの絶対値も大きくなっている。 $\bar{W}$ は、 $-0.006 \sim -0.023 \text{ m/sec}$ の範囲であり、その変動および絶対値も小さく、弱い下向きの流れである。

砕波指標: 合田は、砕波指標を作成するとともに、波高水深比を表す曲線群を数式化し、近似式を得た。図-3は、実験値とともに海底勾配を0.0957とした種々のAに対する近似式を示したもので、破線および一点鎖線は、それぞれ、深海波の限界波形勾配が0.17であることから合田が提案した経験式および斜面上の不規則波の砕波に関する実験より得た岩垣・木村・岸田の実験式を示している。また、実線は、実験値より得た結果を示したものであるが、実験値は、合田の経験式および岩垣・木村・岸田の実験式より、それぞれ、約30~75%および10~50%小さい。また、実験値の砕波の波高水深比は、0.39~0.68の範囲であり、その平均値は0.52である。郭は、不規則波の砕波の実験および観測より、砕波の波高水深比は、0.63が妥当であるとしているが、実験値はそれよりも小さい。

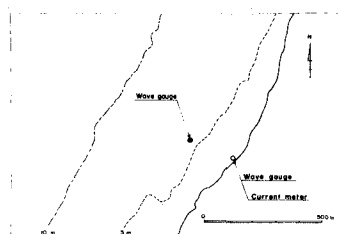


図-1 観測領域

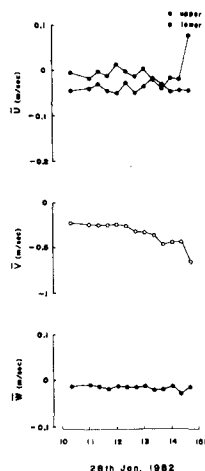


図-2 約6分間の平均流速

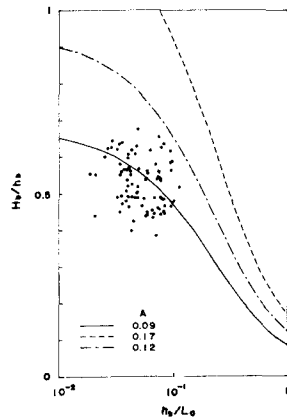


図-3 砕波指標

図-4は、深海波の波高に対する破波高と深海波の波形勾配との関係を示したもので、図中の破線および一点鎖線は、それぞれ、Weggel が得た破波型式の経験式およびMunkが破波点で深海波と孤立波とを結びつけようとしてエネルギー保存則から誘導した式を示す。また、実線は、実験値の近似式を示す。実験値は、Weggel による破波型式の分類では、plungingおよびspilling型であるが、現地の破波型式は、目視観測および写真撮影によるとspilling型破波である。また、実験値は、Munkが提案した式と良く似た傾向を示している。このように、実験値は、従来使用している破波指標より小さく、また、spilling型破波は、Munkが提案した遷移値と良く似た傾向を示す。

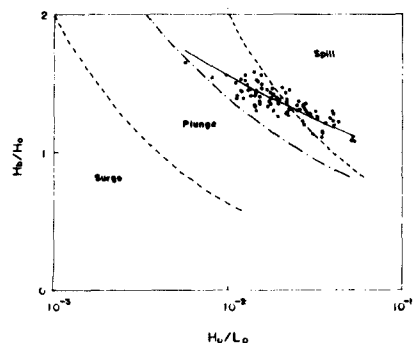
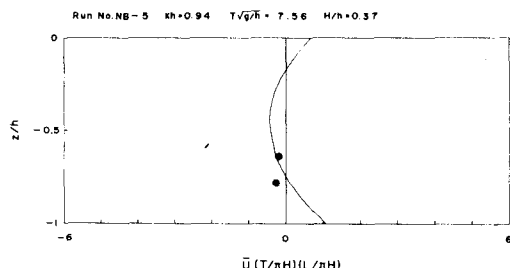
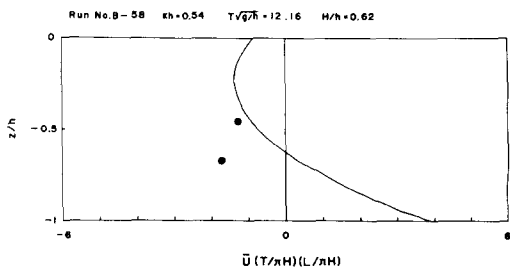


図-4 破波型式の発生限界

質量輸送速度: Longuet-Higginsは、境界層理論に基づき粘性をも考慮した水平床における質量輸送速度を提案し、Russel-Orsorioは、 Kh (K :波数, h :水深) が0.72~1.5の範囲で実験値と良く一致することを明らかにしている。図-5(a)および(b)は、Longuet-Higginsの理論値と実験値との比較を示したものであり、それぞれ、非破波および破波についてである。(a)は、 $Kh=0.94$ の場合であり、上部および下部とも実験値は理論値とほぼ一致している。(b)は、 $Kh=0.54$ の場合であり、上部の実験値は、理論値とほぼ一致しているが、下部では、実験値は沖向きの流れであるが理論値では岸向きの流れであり、かなり異なってくる。また、 Kh が小さくなるほど理論値と実験値の差が大きくなることがわかる。



(a) 非破波



(b) 破波

図-5(a),(b) 質量輸送速度

長周期の圧力変動の水位とphysical spectrum: 朝倉・木村・頼山は、physical spectrumのエネルギー密度の大きい部分ではサーフ・ビートの水位が低下し、逆にエネルギー密度の小さい部分では水位が上昇する傾向があることを実験によって得、サーフ・ビートが不規則波のエネルギーの間欠性により生ずるというLonguet-Higgins-Stewartの説明が妥当であるとしている。図-6は、physical spectrumのエネルギー密度と0.07Hz以上の高周波成分を除去して得た長周期の圧力変動の変位との関係もエネルギー密度が小さい場合について示したもので、図中の黒丸、白丸、四角および三角印は、それぞれ、沖、岸の非破波、破波し始めおよび破波中をあらわす。この図をみると、長周期の圧力変動の変位は、沖および岸で、それぞれ、44例中32例および48例中38例が高く、その範囲は、それぞれ、-41~41cm および-2.7~13.0cm である。また、エネルギー密度が大きい場合には、長周期の圧力変動の変位は、沖および岸で、それぞれ、-3.5~2.6cm および-10.6~5.8cm であり、低いものが多いようである。

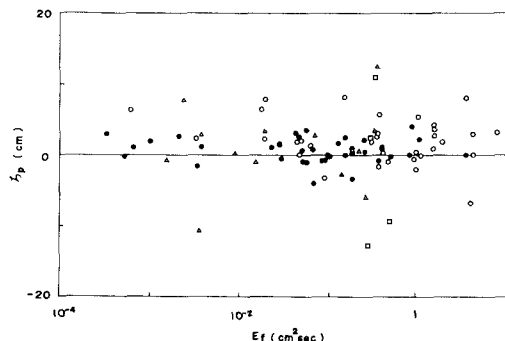


図-6 圧力変動のエネルギー密度と長周期の圧力変動の変位との関係