

砕波帯における波・流れの観測 (I)

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

東洋建設 (株) 正 員 ○ 藤原隆一

1. はじめに

砕波帯その波浪現象は、海岸付近の流れや漂砂の問題に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することが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、実験的な研究は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現象を再現または実験結果を現地へ適用することは、砕波帯の波浪現象の場合、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、愛媛県伊予市中予海岸において観測を行い、砕波時の波浪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。

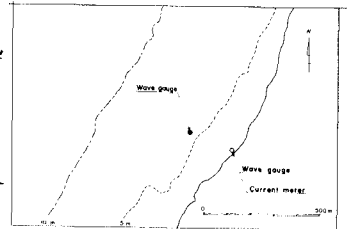


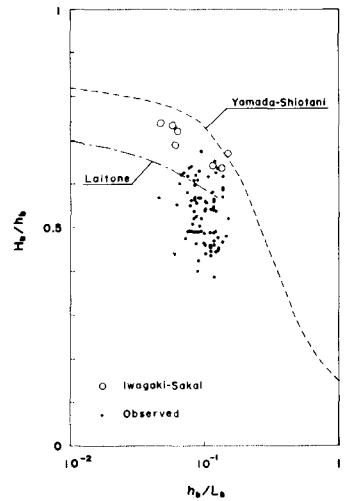
図-1 観測地点

2. 観測方法

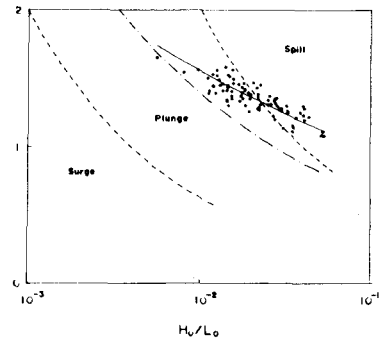
図-1 に示すように、水圧式波高計および電磁誘導流速計 (圧力計内蔵) を、それぞれ、汀線より沖合約 187m および 15.2m の地点に設置した。流速計は、2 台のセンサが直交するように取り付け、架台に固定し、コンクリートブロックで海底に固定した。2 個のセンサおよび圧力計は、それぞれ、海底上 0.615、1.018 および 0.763m の高さにあり、流速計の X 軸は、卓越波向 WNW とするようにした。

3. 解析結果

砕波指標: 図-2 (a) は、砕波の波高水深比および水深波長比との関係を示したものである。実測値は、山田・塩谷の等角写像法による最高波の理論値より約 10~45% 小さく、岩垣・酒井・開沼・川島の 1/200 の一様線勾配上での実験値と似た部分もあるが小さい場合が多く、また、Laitone のクノイド波理論による最高波の理論値よりも約 30% ほど小さい場合がみられる。図-2 (b) は、砕波波高と深海波の波高の比と深海波の波形勾配との関係を示したものである。図中の破線および一点鎖線は、それぞれ、Weggel が経験的に得た砕波型式の発生限界および Munk が深海波と孤立波とを結びつけるようにして得た砕波限界を示している。目視および写真撮影によると、現地の砕波型式は、spilling 型砕波であるが、Weggel が提案した plunging 型砕波の領域でも spilling 型砕波が生じていることがわかる。また、実測値の傾向は、Munk の遷移値と似た傾向を示している。合田は、砕波の波高水深比を求める砕波指標より近似式を提案し、その式中の定数 A は 0.17 が妥当であるとしたが、岩垣・木村・岸田は、不規則波の実験より定数 A は、0.11~0.12 が妥当であるとしている。実測値は、合田の提案した式よりも約 30~75% および岩垣・木村・岸田が妥当であるとした場合よりも約 10~50% 小さく、



(a)



(b)

図-2 (a), (b) 砕波指標

実測値より得た定数Aの値は0.09であった。このようなことから、現在使われている破波指標をそのまま現地海岸へ適用することは無理があると思われる。

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上的における質量輸送速度を定義した。Russel-Orsonio は、 kh (k : 波数, h : 水深) が $0.72 \sim 1.5$ の範囲では、この理論値は実測値と良く一致することを明らかにしている。実測値と比較した結果、Russel-Orsonio が指摘している範囲では、破波および非破波の場合とも Longuet-Higgins の理論値と良く合っており、 kh がそれよりも小さい場合には、破波および非破波の場合とも理論値と果なってくることがわかった。

図-3(a)および(b)は、破波時の資料についてであり、実線は Longuet-Higgins の理論値を示す。(a)をみると、実測値は、上部では理論値と良く合っており、下部では、上部と比較すると理論値との差は若干大きくなるようである。(b)をみると、実測値と理論値との差は、上部および下部とも(a)と比較すると大きくなり、特に下部では、実測値は冲向きの流れであるのに対して、理論値は岸向きとなっている。

長周期の圧力変動および physical spectrum: 実際の海での波浪には、風波、うねりおよび潮汐などの他に、サーフビートと呼ばれる長周期の圧力変動があることが知られている。207 Hz以上の周波数成分の波を除去して再合成して得た長周期圧力変動について検討した結果、振幅の平均値の範囲は、岸および沖で、それぞれ、 $0.073 \sim 0.201$ m および $0.021 \sim 0.057$ m であり、岸の振幅のほうが沖のそれよりも大きく、岸では、水深が小さくなると振幅が大きくなる傾向がみられた。また、physical spectrum は、破

波する波が多くなるような場合を除くと、岸から沖へその形を良く伝播し、その位相差は約3/4秒であった。さて、朝倉・木村・瀬山は、physical spectrum のエネルギー密度が大きい部分では、サーフビートの水位が低下し、逆にエネルギー密度が小さい部分では、水位が上昇する傾向があることを実験により報告している。図-4(a)および(b)は、physical spectrum のエネルギー密度と長周期圧変動の変位との関係について示したもので、それぞれ、エネルギー密度が大きい場合および小さい場合についてである。図中の黒丸、白丸、四角および三角印は、それぞれ、沖、岸での非破波、破波し始めおよび破波中についてのものである。(a)をみると、長周期圧変動の変位は、沖および岸で、それぞれ、25例中17例 および27例中19例が低く、その範囲は、それぞれ、 $-3.5 \sim -2.6$ cm および $-10.6 \sim -5.8$ cm である。(b)をみると、長周期圧変動の変位は、沖および岸で、それぞれ、44例中32例 および48例中36例が高く、その範囲は、それぞれ、 $-4.1 \sim -4.1$ cm および $-12.7 \sim -13.0$ cm である。このように長周期圧変動の変位は、physical spectrum のエネルギー密度が大きい場合に低く、小さい場合に高くなることが多いようである。

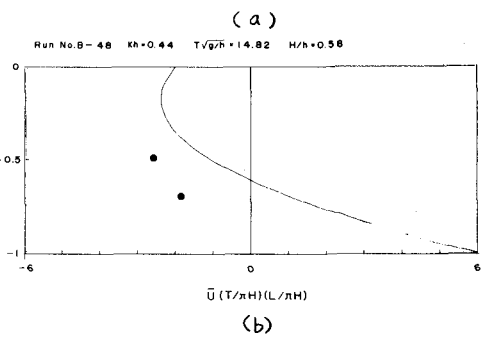
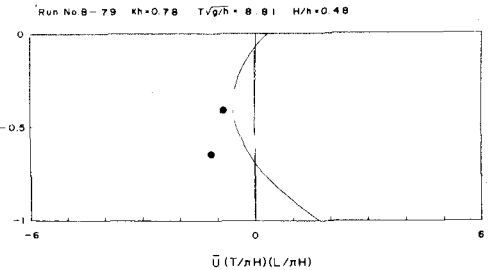


図-3 (a), (b) 質量輸送速度

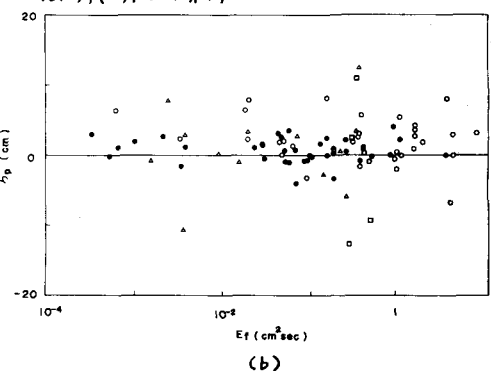
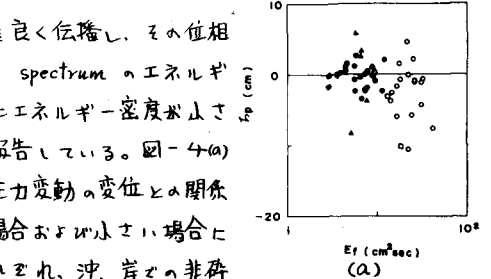


図-4 (a), (b) 長周期圧変動の変位と圧変動のエネルギー密度との関係