

1. まえがき

筆者は従来から海浜に形成されるリズミカルな波状地形、すなわちカスプの形成、特にその形状と波の海浜特性との関連性について検討するとともに、その形成機構について海岸工学的見地からその実験的研究を進め、その一部はすでに報告した^{1), 2)}。しかしこれらの実験は波が汀線に直南に入射する場合であり、その後波が汀線に斜めに入射する場合のカスプの形成について実験を行い、さらに実際海岸での調査結果を整理し、実験結果と対比して考察を進めたのでここに報告する次第である。

2. 実験設備と実験方法および実際海岸の資料収集

まず実験は長さ20m、幅10m、水深50cmの波流水槽の一端に中央柱径 $d_{50}=0.25\text{mm}$ の自然砂を用いて勾配 $i_0=1/20$ の海浜斜面を作製し、波は汀線に対して入射角 $\alpha=70^\circ$ で入射するようにした。海浜地形の変化は造波30minまたは1hrごとに砂面測定器を用いて測定し、特にカスプの形状については図-1(a), (b), (c)に示すようにスパン l_c 、高さ h_c 、幅 r_1 および r_2 を測定した。しかし今回はカスプの代表例を示すこととし、またその形成機構についても波の循環流に最も密接な関連性を有すると思われるスパン l_c について、直南入射波の場合の結果ともあわせて検討する。なお実験波は周期 $T=1.0\sim 2.2\text{sec}$ 、波高 $H=2.2\sim 8.3\text{cm}$ 、沖波波形勾配 $H_0/L_0=0.006\sim 0.040$ である。一方実際海岸については高知海岸と、白井、千原の大浜海岸におけるカスプの調査結果³⁾、第1防災研の波況観測資料⁴⁾、山内による常盤、外房、房総半島のカスプと波況等の観測資料⁵⁾を再整理して考察した。

3. 結果とその考察

斜め入射波による海浜地形の変化の代表例を示したものが図-2であり、 $l_{\text{mean}} \pm 200\text{cm}$ の波状汀線地形が見られ、カスプが形成されている。斜め入射波によるカスプの形成については Harris⁶⁾の非対称セル循環の発生、Sokal⁷⁾による蛇行波の発生などが原因としていわれている。これらについてはさらに検討し、他の機会に発表したい。以上のように、このような斜め入射波によっても $\alpha=70^\circ$ 程度であればカスプは形成されることばかりである。

さてこのようなカスプの形状特性について、今縦軸にスパン l_c と破波帯の幅 l_b の比 l_c/l_b

をと、横軸には Battjes⁸⁾が提案した Surf Similarity parameter $\xi_s = i_0/(H_0/L_0)^{1/2}$ をとって示すと図-3のようになる。図には直南入射波の場合の $i_0=1/10$ 、 $1/20$ および $1/30$ の実験結果も併記してある。図の上下には佐々木によって示された海浜発達度の3つの領域、すなわち1は infragravity wave (外房力波、長周期波) 領域、2は

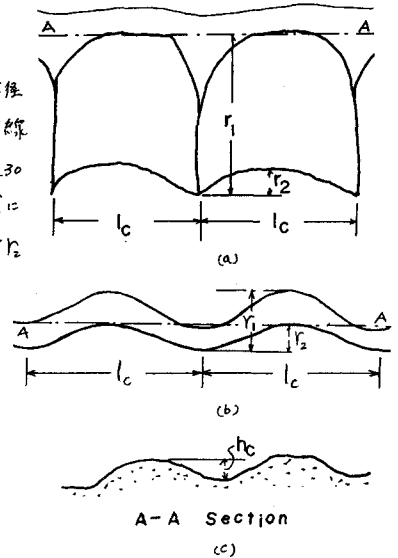


図-1

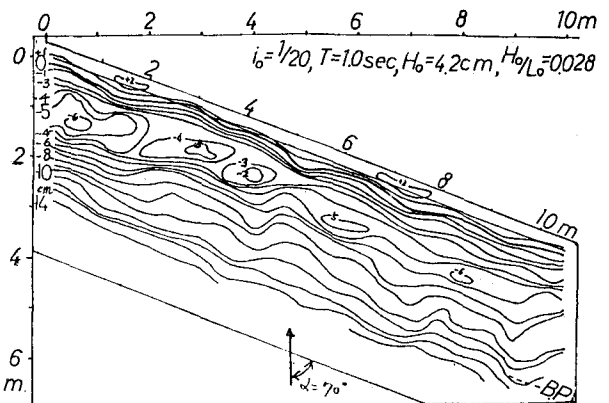


図-2. 海浜地形の変化

1) 玉井：第21回海工論文集(1974)。2) 玉井：第22回海工論文集。3) 白井、千原：第1防災研年報(1974)。4) 白井、千原：第1防災研年報(1974)。5) 山内：集海散(1974)。6) Harris, Symp., on coastal Engg. 7) Sokal, Jour. Geophys. Res. 72, 1972。

は漸次勾配が緩やかな波に波形勾配の大きい波が乗った時に生じ、 $\epsilon_0 \approx 0.23$ である。次の1つは instability 領域で、漸次勾配 $\epsilon_0/10 \sim 1/40$ の波にうねりが乗った時に生じ、 $12\epsilon_0 \approx 0.23$ である。もう1つは edge wave 領域で漸次勾配が大きい波に波形勾配の小さい波が乗った時に生じ、純粋の漸次波は生じにくく、 $\epsilon_0 > 1$ としている。一方図9下には Galvin¹⁰⁾による破波型の分類を示した。この実験では $\epsilon_0 = 1/10$ の一部を除いて多くの実験が不安定領域にあり、 k_c/k_0 と ϵ_0 の間には右に示した $\log-\log$ 紙上で直線的関係が見られるが、これは直南入射波の場合の $\epsilon_0 = 1/15$ について見ると $\epsilon_0 \approx 0.5$ において k_c/k_0 の分布が不連続となっており、上記の破波型式 ($\epsilon_0 < 0.5$ 解小波, $0.5 < \epsilon_0 < 3.3$ 巻き波) かさず2, カスプの形成またはその形状はこのような破波機構の相違によっても異なる。

次に縦軸に k_c/k_0 と、横軸に ϵ_0 として図-4に示した。斜め入射波および直南入射ともに同じ傾向がとられ、 $\epsilon_0 > 0.5$ では $k_c/k_0 \approx 0.25 \sim 0.5$ で ϵ_0 が大きくなってもその値はほとんど変化する。一方 $\epsilon_0 < 0.5$ では ϵ_0 が小さく成ると k_c/k_0 は急激に増大し、 $k_c/k_0 \approx 2.0$ にも達することになる。図には高知海岸(5.50.7.30.31) 大湯海岸(5.47.1.19.20) 常盤海岸(5.24.5.12.21) 外房、内房海岸(5.34.8.14.14) での beach cusps の測定値を記入した。たとえば高知、大湯海岸では波はカスプ測定の1~1.5日前日の有義波である。従来は実験海岸でのカスプの形態には beach cusp と large cusp の2種類があるが、実験においても、 $\epsilon_0 > 0.5$ ではその形状が前波部に形成される beach cusp に、また $\epsilon_0 < 0.5$ では沖の破波突附近を中心とする大きな循環環で形成される large cusp に類似している。図に見られるように実験におけるカスプのスペンと実験海岸でのスペン (beach cusp) とはよい対応が見られた。

4. 結論 斜め入射波、特に $\alpha = 70^\circ$ 程度の入射角での波にあっては、直南入射波と同様、波状列線地形が形成され、その形状特性も同様の傾向を有することになった。形成機構についてはさらに検討を続けなければならないが、現在までの実験を通じて、その形状特性は破波機構によって異なることがわかる。実験におけるカスプのスペンと実験海岸での beach cusp のスペンとよい対応が見られた。

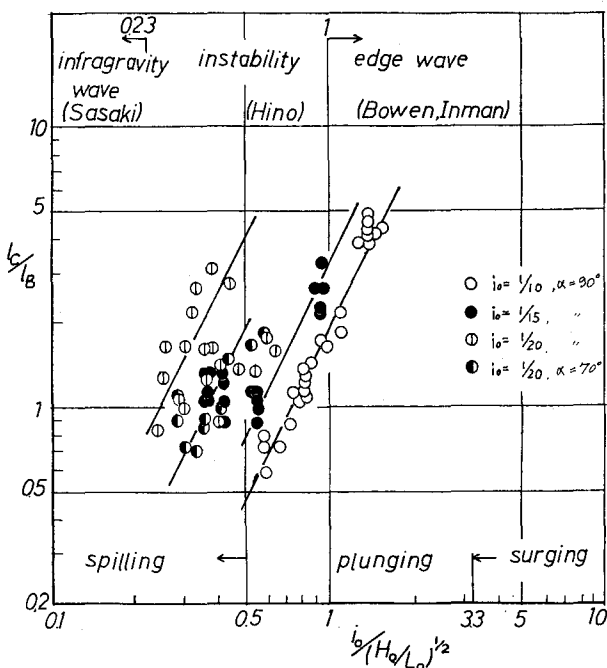


図-3 k_c/k_0 と $\epsilon_0 = \lambda_0 / (H_0/L_0)^{1/2}$ の関係

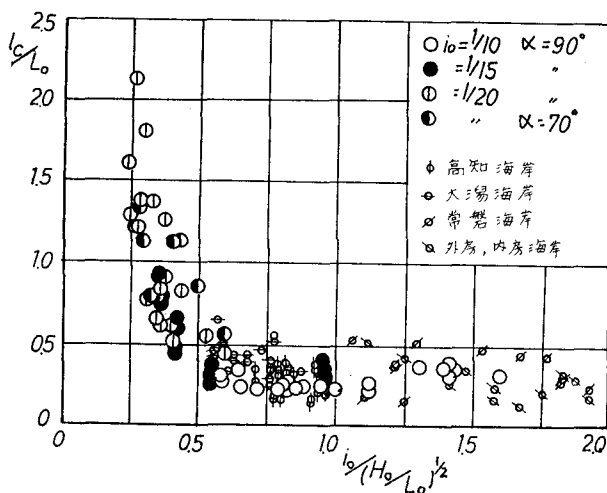


図-4 k_c/k_0 と $\epsilon_0 = \lambda_0 / (H_0/L_0)^{1/2}$ の関係

9) Battjes: 14th coastal Engg, 1974. 10) 佐々木, 堀川: 第2回海岸工学集, 1975 11) Galvin: Jour. Geoph. Res. 73, 1968.