

岐阜大学 正員 安田孝志
 岐阜大学 学生員 〇片山章仁
 岐阜大学 山鳥本孝

1. 緒言 安定海浜工法においては、ヘッドランド築造に伴う湾曲海浜の形成が必須である。直線海浜から安定な湾曲海浜への移行においては、砕波帯におけるヘッドランド背後の回折波の存在が重要な役割を果しており、砕波後の波を含めた屈折や回折などの平面的変形が問題となってくる。然るに、従来の波の平面的変形に関する取扱いは、砕波点までの計算がほとんどであったように思われる。したがって、安定海浜の形成過程の究明およびその予測においては、砕波後の波を含めたヘッドランド周辺の波の平面的変形の実態を把握し、その計算法を確立することが必須であろう。本研究では、移動床模型海浜上に設置されたヘッドランドの条件を変化させることにより、ヘッドランド周辺の波の平面的変形の実態を実験的に検討すると同時に、実験条件に対応した計算条件で数値計算を試み、その適用性の検証を行う。

2. ヘッドランド周辺の波の変形に関する実験

1) 実験装置

よび方法 実験は、図-1に示すように、京都大学防災研究所附属宇治川水理実験所構内の扇形水槽（直径35m）内に約1/20勾配の移動床模型海浜を作り、その中央部に基準線（base line）に対して51°傾いた突堤を設置し、これをヘッドランドとして行った。波の計測には容量式波高計を用い、一台を図-1実験装置の概略図基準線から直角に岸沖方向に一定速度で移動する計測台車に取り付け、入射波の波包線を測定することにより波高変化を求めた。2cm以深の模型海浜地形の測定には、上述の計測台車に取り付けた超音波測深器を用い、2cm以浅に関しては測深用くしを用いた。なお、波高および地形の測定範囲はヘッドランドを中心に沿岸方向に6mおよび沖方向に3mであり、測定は基準線から直角に冲向きに延ばした17本の測線に沿って行った。なお、測線間隔は、ヘッドランド周辺では10cmとした。入射波の条件は、水深26.8cmの一樣水深場において周期0.90秒、波高5.7cmおよび相当沖波波形勾配 $H/L=0.049$ であり、入射角は基準線に対して60°である。実験においては入射波の条件を一定とし、ヘッドランドの条件を変化させてそれぞれの波の変形特性を検討するため、突堤長を下手側汀線との交点から145.0cm、100.0cm、74.0cmおよび28.6cmと変化させ、一定時間後にそれぞれの場合について波高および地形を計測した。なお、波高の測定期間中の地形変化の程度を検討したが、無視できる程度であった。

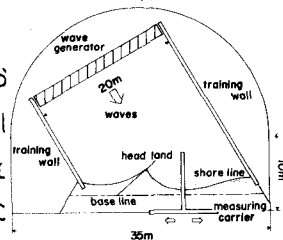


図-1 実験装置の概略図

2) 実験結果 図-2は、前述の方法によって得られた各測線上の波高および地形の測定値をLagrange補間し、突堤周辺について計算機に図形出力させたものである。突堤の周辺では、地形が複雑に変化していることもあって波高の分布も複雑ではあるが、いずれの場合も突堤背後に回折波の存在が認められ、特に(a)の突堤長が28.6cmの場合において顕著な回折波が見られる。このときの回折は完全な砕波後の波によるものであり、これによって突堤に向かう強い流れが生じていたことから、砕波後の波の平面的変形を無視することは明らかに問題があるものと判断された。また、(b)の突堤

長が74.0cmの場合、突堤の先端が砕波点のすぐ岸側にあり、砕波直後の波がそのまま回折するため、回折領域において radiation stress が急激に変化し、活発な $\text{nearshore dynamics}$ が生じて、突堤方向に顕著な漂砂移動を生じさせていた。

これに対し、突堤の先端が砕波点の沖側に出ている(c)および(d)の場合は、入射波の一部が回折波として突堤背後に侵入して来るため、波高も小さく、この結果 $\text{nearshore dynamics}$ の規模も小さくなっている。図-3は、突堤背面に沿った波高の変化を各突堤長について示したものである。突堤が砕波点の沖側まで延びている(c)および(d)の場合、両者の図にほとんど相違は見られず、 radiation stress の変化も小さいが、(a)および(b)の場合は、波高も若干大きく、 radiation stress の変化も著しく、砕波後の波の方が回折領域においてより活発な $\text{nearshore dynamics}$ を引き起こすことがこれからも明らかとなっている。このように、安定な湾曲海浜の形成において重要な回折波は、突堤の長さに関係なく生じるが、突堤の先端が砕波点よりも岸側にある場合において radiation stress の変化も大きく、回折波領域に活発な $\text{nearshore dynamics}$ が生じており、また、直線海浜から湾曲海浜への移行も見られたことから、砕波後の波の平面的な変形特性の究明が安定海浜工法において重要と言えよう。

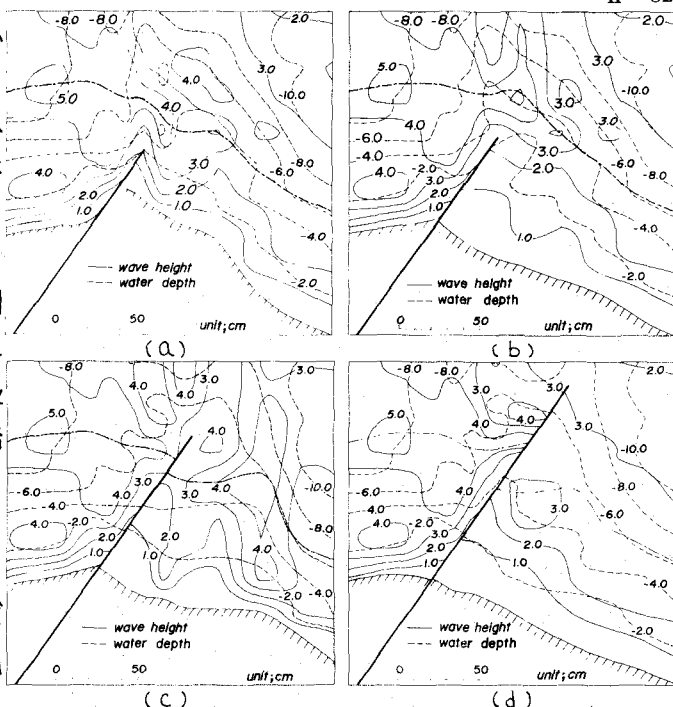


図-2 突堤長に応じた突堤周辺の地形および波高分布

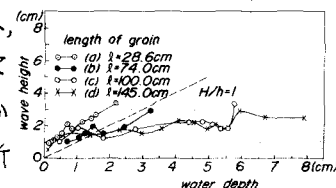


図-3 突堤背面に沿った波高変化

3. ヘッドランド周辺の波の変形に関する数値計算

ここでは、伊藤らによる数値波動解析法を用い、砕波後の波についても計算できるように若干修正した。以下に砕波後の波の計算に対する著者らの方法を示す。連続式および運動量式に関しては、砕波帯の内外において全く同一であるとし、また、エネルギー式に関しては、砕波帯外では $\text{energy flux} = \text{const.}$ および砕波帯内では波高水深比 H/h が 0.8 を維持してエネルギーが逸散するものとする。これより、基礎式 $\frac{\partial \alpha_x}{\partial t} = -C^2 \frac{\partial \alpha_x}{\partial x}$, $\frac{\partial \alpha_y}{\partial t} = -C^2 \frac{\partial \alpha_y}{\partial y}$ および $\frac{\partial \eta}{\partial t} = -\frac{\partial \alpha_x}{\partial x} - \frac{\partial \alpha_y}{\partial y}$ の解 $Q_x = \int_{-h}^{\eta} u dz$ (x 方向の線流量), $Q_y = \int_{-h}^{\eta} v dz$ (y 方向の線流量) および η (水面変動) に、砕波帯の内外においてそれぞれ次式の補正係数を掛けてやればよいことになる。

$f = \left\{ \frac{(h^3/k_2) \tanh k_2 h_2}{(h^3/k_1) \tanh k_1 h_1} \right\}^{1/2}$; 砕波帯内, $f = \left\{ \frac{(1+2k_1 h_1 / \sinh k_1 h_1)}{(1+2k_2 h_2 / \sinh k_2 h_2)} \right\}^{1/2}$; 砕波帯外
ここに、添字1は添字2の諸量に対して沖側での諸量であることを示し、 k および h は波数および水深を示す。

4. 結 語

以上、砕波後の波の方が回折波領域においてより活発な $\text{nearshore dynamics}$ を引き起こすことを実験的に明らかにし、砕波後の波の平面的変形の重要性を示した。なお、実験結果と数値計算との比較については、割愛したが、その詳細は講演時に述べる。