

II-305 碎波帯内に設置された直立壁からの反射に関する実験的研究

大阪大学工学部 正員 出口一郎  
 大阪大学工学部 正員 榎木 亨  
 大阪大学工学部 正員 洪 吉杵

1. まえがき:

護岸あるいは堤防に入射した波浪がいかなるかたちで反射されその前面でどのような流体運動が生ずるかということを明らかにすることは、堤体前面の局所洗掘機構、反射波の影響範囲あるいは堤体からの越波現象等を議論する上で重要な問題となる。傾斜海浜上に設置された護岸等の構造物前面における水位変動は、その設置水深が浅くなるにつれて 1) 重複波形成領域、2) 重複波の碎波領域及び 3) 碎波後の波浪の入射する領域、に大別される。このうち、1)の比較的水深の深い領域においては、Airy波あるいはStokes波理論に基づく完全あるいは部分重複波及びそれらに伴って生ずる質量輸送速度等の解析が行なわれており、2)の重複波の碎波限界についても、理論的あるいは実験的な研究が行なわれている。しかし、碎波帯内に設置された護岸あるいは堤防からの反射についてはいくつかの実験結果が報告されているのみで系統的な研究は行なわれていない。

本研究は、2次元造波水槽内作成した傾斜海浜上の碎波帯内を含む種々の位置に設置した直立堤前面の水位変動及び、水粒子速度と、堤体を設置しない自然海浜上のそれらを測定し、比較することにより、碎波帯内を含む傾斜海浜上における反射波の特性について検討を加えたものである。

2. 傾斜海浜上に設置された直立堤前面の水位変動及び水粒子速度の測定に関する実験:

実験は長さ30m,高さ90cm,幅70cmの2次元造波水槽内に図1に示す水平床と勾配1/30の斜面から構成される模型海浜を作成し、斜面上種々の位置に直立堤を設置し、容量式波高計による前面水位変動及び小型電磁流速計による水平及び鉛直方向の水粒子速度の測定を行なった。測定結果は時間間隔1/40で離散化し、digital-data-recorderに収録した。

実験に用いた波浪は、換算沖波波高  $H_0=11\text{cm}$ , 周期  $T=1.2\text{sec}$  ( $H_0/L_0=0.051$ ) 及び  $H_0=6.0\text{cm}$ ,  $T=1.6\text{sec}$  ( $H_0/L_0=0.015$ ) の2種類で、直立堤の設置位置は  $X_i/X_b=1.4, 1.2, 1.0, 0.8, 0.6$  及び  $0.4$  の6ケースである。水位変動の測定は、堤体前面から沖側へ5cm間隔に約2.5mの範囲及び、図1に示す水平

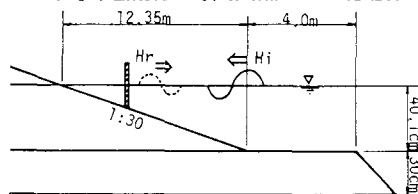


図1

床上30cm間隔で9点において行なった。なお、直立堤を設置していない自然海浜上の波浪変形及び水粒子速度の測定も行なっているが、ここでは紙面の関係上  $H_0/L_0=0.051$  の場合の水位変動の測定結果に基づく考察のみを行なう。以上の方法で測定された堤体前面及び自然海浜上の水位変動の時系列から有義波高 ( $H_{1/3}$ ) と対応する周期 ( $T_{1/3}$ )、平均水位変動量 ( $\eta$ )、合田らによって提案されている入射波分離法による入射波高 ( $H_i$ )、反射波高 ( $H_r$ )、反射率 ( $R_0$ ) の計算の計算を行なった。

3. 堤体前面の重複波高、自然海浜上の入射波高及び入射波分離法によって計算される入射波高について:

図2~5に  $X_i/X_b=1.4$  及び  $1.2$  を除く4ケースの堤体前面で測定された  $H_{1/3}$ ,  $H_i$ ,  $H_r$  及び自然海浜において測定された波高  $H_{ni}$  を示す。図2に  $X_i/X_b=1.0$  の場合の例として示してある  $X_i/X_b=1.0$  の場合の  $H_{1/3}$  は、明確な重複波形を示し、 $H_i$  は  $H_{ni}$  とよい一致を示す。また、 $X_i/X_b=1.0$  の3ケースにおいては、重複波の碎波は生じなかった。図3及び4に示す  $X_i/X_b=0.8$  及び  $0.6$  の場合も  $H_{1/3}$  は明確な重複波形を示しているが、特に  $X_i/X_b=0.6$  の場合は堤体前面において  $H_i$  と  $H_{ni}$  は一致しない。これらのケースについては、本来は碎波後の波浪が堤体に入射すべきであるが、堤体からの反射波によって堤体前面の入射波の特性も含む波動場が全く変化していることがわかる。これらのケースにおいては、自然海浜上の碎波位置とは無関係に重複

波の腹の位置で碎波が生じた。図5に示す  $X_i/X_b=0.4$  の場合の  $H_{1/3}$  は、やはり重複波形を示しているが、その腹と節の位置は明瞭ではなく、堤体前面における  $H_i$  は  $H_{ni}$  と同様の变化を示している。したがって、この場合の堤体前面への入射波は、一旦自然海浜上における碎波位置付近で碎波し、減衰しながら伝播してきた波浪であり、さらに、堤体からの反射波は、このような自然海浜における入射波の碎波変形にはほとんど影響を及ぼさないものと判断できる。

4. 入射波分離法によって計算される反射波高と反射率について

図2~5には、入射波分離法によって計算された反射波高  $H_r$  も示してある。さらに、 $X>12.35m$  の沖側水平床部で測定された水位変動から計算された  $H_r$  の平均値も図中矢印で示してある。これらの図より明らかなように、堤体設置位置にかかわらず、堤体前面においては  $H_r$  は  $H_i$  とほぼ同程度の値 ( $H_r/H_i > 0.8$ ) を持ち、さらに、 $X_i/X_b \geq 1$  及び  $X_i/X_b=0.4$  の場合にはその波高を保ったまま沖側水平床部まで伝播している。重複波の碎波が生ずる  $X_i/X_b=0.8$  及び  $0.6$  のケースにおける  $H_r$  は、堤体近傍では若干減少傾向を示すが、堤体からの距離が増すにつれて一定値に漸近し、沖側水平床部まで伝播している。このことから、重複波の碎波が生じた場合には、反射波の持つエネルギーの一部も逸散するものと考えられる。なお、 $H_0/L_0=0.015$  の場合も同様の結果が得られている。図6に入射波分離法によって計算される反射率  $R_G$  を堤体から沖側に計った距離  $X$  を横軸にとって示してある。これらの図より、碎波帯内の水深が浅い領域に堤体を設置した場合(たとえば図5に示す  $X_i/X_b=0.4$  の場合)は、 $H_i$  が  $X$  によって大きく変化するのに対して、 $H_r$  の方はほぼ一定値を保つことから、 $R_G = H_r/H_i$  で定義される反射率は  $X$  が増加するにつれて単調に減衰し一定値に漸近する。一方、 $X_i/X_b \geq 1$  の領域に堤体を設置した場合は、 $H_i$ 、 $H_r$  とも  $X$  には依存しないことから、 $1 > R_G > 0.8$  の範囲の値をとる。 $X_i/X_b=0.8$  及び  $0.6$  の場合は、 $H_i$  は  $X$  に依存しないのに対し、 $H_r$  は堤体前面で減衰傾向を示すことから、 $R_G$  も堤体からの距離が増加するにつれて減少し一定値に漸近する。

5. あとがき:

以上の考察より、傾斜海浜上に設置された堤体前面の重複波動場を表現する場合の一次近似としては、 $X_i/X_b \geq 1$  あるいは  $X_i/X_b \leq 0.4$  の領域においては自然海浜上の入射波に堤体前面における入射波高と等しい波高を持ち、伝播に伴って変形しない反射波を位相なしに重ね合わせればよいことがわかった。

しかし、 $0.8 \geq X_i/X_b \geq 0.6$  の領域に堤体を設置した場合には、堤体前面で形成される重複波が碎波し、さらに、堤体からの反射波によって堤体への入射波が自然海浜上の入射進行波とは異った性質を持つ波浪に変化させられることから、このような領域における重複波動場の表現に対しては、今後さらに実験による詳細な検討を加えていくつもりである。

