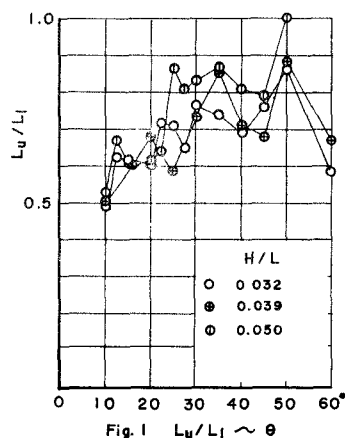


粗な斜面からの波浪の反射に関する考察

大阪大学工学部 正員 室田 明
学生員 〇仙波 博

1. まえがき：我々はこれまで波の反射に関する実験を行ない、そして、反射率に関しては、すでに数回にわたり発表してきた。ここでは、波の反射に伴うエネルギー損失について考察を進める。入射波が斜面に当ることにより、そのエネルギー E_i の一部を失なって反射するわけであるが失われるエネルギーを細分して考察すると主なもの、砕波によるエネルギー損失 E_b 、斜面上を遡上することによって失われる摩擦エネルギー E_f が考えられる。そして、反射波のエネルギーを E_r とすれば、近似的に式、 $E_i = E_r + E_b + E_f$ が成り立つと考えられる。また、波のエネルギーは、表面波と考えた場合には、波高の2乗に比例すると考えられるから、反射波高/入射波高で定義される反射率 R を測定することにより、反射波と入射波とのエネルギーの比が求められ、上記の E_r が見積れる。従って上記の損失エネルギー $E_f + E_b$ を評価することが出来る。

2. 摩擦損失エネルギーについて：静水面上あるいは静水面下のみに粗度がある場合の静水面からの遡上高さをそれぞれ L_u 、 L_b として、それらの比、 L_u/L_b と斜面角度との関係を調べたのが図-1である。この場合、粗面としては、 $10 \times 10^{-3} \text{m}$ の桧杭を用いた桧杭粗面とし間隔は、すべて 5° とした。滑面の場合の斜面上における摩擦損失を無視出来るとなると、 L_u/L_b は静水面上の粗度による摩擦損失エネルギーと静水面下の粗度によるそれとの比を表わすものと考えられる。図によれば一般に傾斜角、および波形勾配にかかわらず L_u が L_b より小さい。従って摩擦損失としては、静水面上の粗度の方が静水面下の粗度によるものよりも有効であると推定できる。かつ損失度は急勾配の場合から緩勾配になるに従って増加している。

Fig. 1 $L_u/L_b \sim \theta$

3. エネルギー損失に対する斜面粗度の効果：図-2、図-3はそれぞれ滑面の場合の反射率 R_0 と、静水面下のみ粗面とした場合あるいは静水面上のみ粗面とした場合の反射率、 R_L と R_u の比の2乗を波形勾配をパラメーターにして示したものである。この $(R_L/R_0)^2$ あるいは $(R_u/R_0)^2$ は、1.で述べたように反射波と入射波のエネルギー比を表わすと考えられる。図によれば、静水面上のみ粗面とした場合の $(R_u/R_0)^2$ は砕波が起り始める傾斜角 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ より大きい角度の領域では、水面下のみを粗面とした場合の $(R_L/R_0)^2$ よりもその反射率の2乗比の値より小さく、エネルギー減殺効果が大きいと判定できるのに対し、緩勾配となり砕波が起ると、 $(R_u/R_0)^2$ の方が $(R_L/R_0)^2$ に比してはるかに小さくなる。この事実から砕波しない場合は、静水面上の粗度による摩擦効果が反射率に大きな影響を与えるが、砕波するような場合には、水面下に粗度を有している方が水面上に粗度を有している場合よりも、砕波によるエネルギー損失に対する効果が大きいものと考えられる。しかしながら図-1に示すように、摩擦によ

る損失エネルギーを示す $\frac{R_u}{R_s}$ は砕波後の領域においても1より小さい値を示し、その効果が認められるが、図2、図3の砕波後のエネルギー損失と考えあわすと、摩擦によるエネルギー損失の観点からでは説明がつかない。すなわち、砕波後において

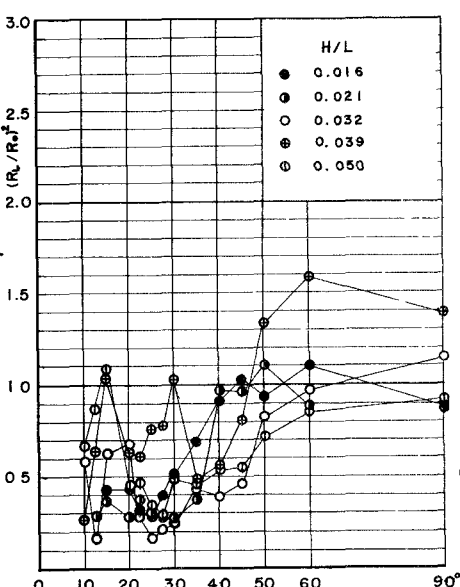


Fig 2

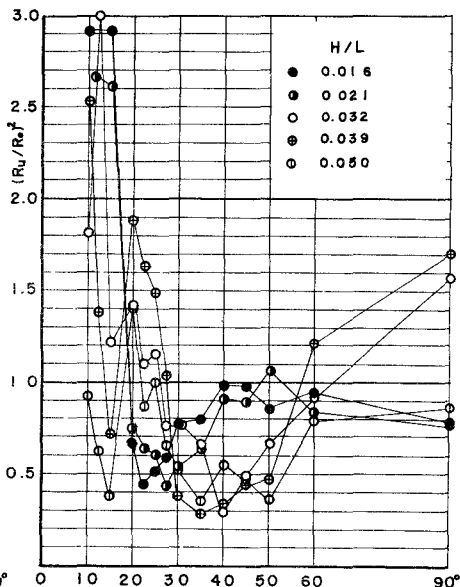


Fig. 3

は、摩擦によるエネルギー損失よりも砕波によるエネルギー損失が大きく、その砕波によるエネルギー損失に対して水面上の粗度よりも、水面下の粗度の方が卓越すると考えられる。実験によれば、斜面を次第に緩くして行ったとき斜面上での砕波開始は、静水面下のみ粗面の場合が最も急勾配で起り、次いで滑面、全面粗面、そして静水面上のみ粗面の場合が最も緩勾配で起る。この事から、砕波を促進させる要因として斜面勾配、波形勾配を一定にすれば、静水面下の粗度と斜面遡上に伴うもどり流れの二つが上げられる。静水面下の粗度については、波が斜面上へ進行してくるときその底部が粗度要素によって引っばられ砕波が早められる。もどり流れについては、丁度流れの上を波が進行する時と同様に、やはり砕波が早められると考えられる。この観点から考察すると、滑面の場合、もどり流れの効果によって砕波が起り、静水面下のみ粗面の場合、もどり流れと静水面下の粗度の両効果によって砕波が起ると考えられる。砕波の起り始める順序からいえば、これらのうち、もどり流れの方が砕波を起させる効果としては大であり、静水面上のみ粗面の場合、このもどり流れの効果が、その粗度によって弱められ、砕波開始が遅れると推定できる。この事は、静水面下のみ粗面の場合の砕波が最も早く起り、静水面上のみ粗面の場合のそれが最も遅くなるという実験結果の証明になると考えられる。

4. 結語： 以上今回の実験結果によれば、エネルギーを減殺するという目的からすれば、摩擦によるエネルギー損失を期待する静水面上の粗度の効果は極めて小さく、砕波によるエネルギー損失の方が大きいことから、砕波を促進せしめるような水面下の粗度の方がその効果は大きいことが明らかにされた。