

斜め入射波のうちあげ機構に関する実験

関西大学工学部 正会員 井上 雅夫
 関西大学大学院 学生会員 築 瀬 守

1. ま え が き

海岸堤防や護岸の設計に関連して、波のうちあげや越波についての実験的研究が多く行なわれている。斜め入射波のうちあげについては、すでに細井首藤らが系統的な実験を行ない、その成果は水理公式集などに示されている。したがって、波のうちあげ高に及ぼす入射角の影響については、それらの回表によって、実用上はあまり問題なく処理されているが、その機構については未知の点が多い。そのため著者らは、岩垣らが孤立波のうちあげ機構を検討したのとほぼ同様な手法によって、波高のうちあげ高との関係のほかに、汀線での波の進行速度を測定し、斜め入射波のうちあげ機構を明らかにしようとした。ここでは、波の入射角を $0^\circ \sim 60^\circ$ の範囲に変化させたときの $\%$ 勾配への波のうちあげに関する実験結果を示し、若干の考察を行ないたい。

2. 実験装置および実験方法

実験は、幅10 m、長さ20 mの平面水槽内に $\%$ 勾配の斜面を設置した。うちあげ高 R および波の進行速度を求めるため、16 mmカメラで32~64コマ/secの撮影を行なった。実験条件は、水深 h を20 cm、入射波周期 T は1.0 sec、を一定として、波高 H_0 は2~7 cm、入射角 θ は $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ および 60° とした。実験は規則波を対象とし、造波機始動後の5、6および7波目についてすべての測定を行ない、それらの平均値をもって実験値とした。

3. 実験結果とその考察

図-1は、無次元うちあげ高 R/H_0 と波形勾配 $\%$ との関係であり、実験値にかなりのばらつきはあるが、 θ が 0° の場合を除いて $\%$ が0.03で R/H_0 が極大値を示している。これは $\%$ が0.03以上になると斜面上で碎波するためである。図-2は、図-1からうちあげ高に及ぼす入射角の影響を示したものであり、 K_R は細井らのうちあげ高に関する入射方向係数である。これによると、いずれの $\%$ についても、 K_R は θ が大きくなると減少し、実験値は $(1+\cos\theta)/2$ を上限とし、 $1/(1+\cos^2\beta \tan^2\theta)$

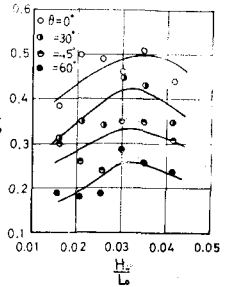


図-1 R/H_0 と $\%$ との関係

(β :勾配)を下限とする範囲内に含まれる。また、細井らによれば、 θ が一定であれば $\%$ が大きいほど K_R は小さいが、図-2にはこうした傾向は明確には現われていない。この原因については、実験値のばらつきのほかに、斜面勾配の相違(細井らは $\%$)も影響しているものと考えられる。図-3は、汀線における波の進行速度 U_0 の無次元量と $\%$ との関係である。これによると、 $\%$ の増大とともに U_0/\sqrt{gh} は全般的に大きくなる傾向

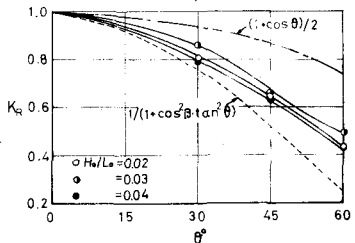
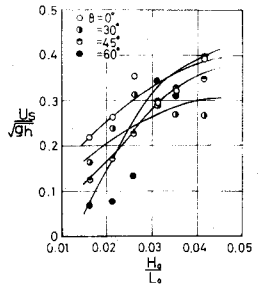


図-2 うちあげ高に及ぼす入射角の影響

がみられるが、 θ が 45° の場合を除いては $\%$ が約0.03で U_0/\sqrt{gh} が極大値をとるようである。図-4は、図-3から U_0/\sqrt{gh} と $\%$ との関係を示したもので、 $\%$ が0.02の場合には、 θ が大きくな

ると $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ は単調に減少するが、0.03以上では、 θ が 30° で極小値を示している。この傾向をうちあげ高の場合と比較するために、 θ が 0° のときの $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ を基準として、 K_R に相当した U_s に関する入射方向係数 K_u を求めたものが図-5である。これによると、 $\frac{H_0}{L}$ が 0.03 および 0.04 の場合には、 K_u は θ が 30° までは減少するが、 45° より大きくなると、逆に増大している。この原因については明らかでないが、



前述の場合は波高が大きく斜面上で碎波し、しかも入射角が大きいため、写真撮影から速度を求める方法にも問題がある。今後、小型プロペラ流速計によって、こうした実験値の再検討を行なって、 K_R と K_u

図-3 $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ と $\frac{H_0}{L}$ との関係

との対応を明らかにしていきたい。図-6 は、 R/L と $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ との関係である。図中には、岩垣らの孤立波の実験値、Freeman-Mehauteの第1および第2近似式を記入した。なお、第2近似式の計算には、 $a=0.2$ 、 $f=0.01$ とした。これによると、うちあげ高に及ぼす入射角の影響は U_s に含まれ、図中の一点鎖線

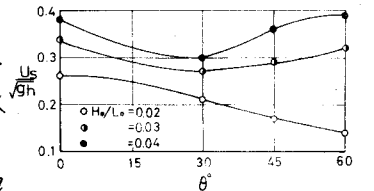


図-4 $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ と θ との関係

$R/L = 0.42(\frac{U_s}{\sqrt{gH}})^2 + 0.20$ で表わされる。また、著者らの実験値は第1近似式よりも若干大きい。このことは、汀線での運動エネルギーが位置エネルギーに変わった場合よりも大きいことを意味し、汀線でも波の先端においては位置エネルギーをもつためである。一方、 $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ が大きくなると第1近似式に近づいたり、 $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ がさらに大きい岩垣らの実験値が第1近似式よりも小さく、第2近似式に近づくことは、波高が大きく摩擦の影響が大きいためと考えられる。図-7および8は、京大湯波浪観測所における現地観測値と比較するために、それぞれ R と U_s 、 H_0 (現地

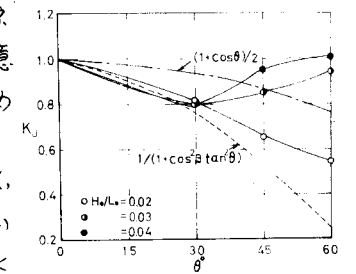


図-5 U_s に及ぼす入射角の影響

地では H) と U_s との関係である。現地の観測値の θ は $0^\circ \sim 16^\circ$ であるが、これらの観測値をも含めた図-7の傾向は、前述した図-6の場合と同様なことがいえる。また、 H_0 と U_s との関係については、図-7の場合ほど明確な関係は得られないが、 $R=1.15H$ として示したF-Mの近似式と傾向は同じである。最後に、本研究は文部省総合研究費(代表者・京大土屋教授)による研究であり、現地観測値は、京大河田恵昭助手が作成中の学位論文から提供し

ていただいたことを明記して、両先生に謝意を表す。

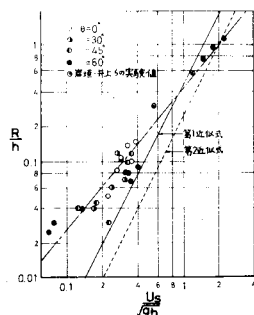


図-6 R/L と $\frac{U_s}{\sqrt{gH}}$ との関係

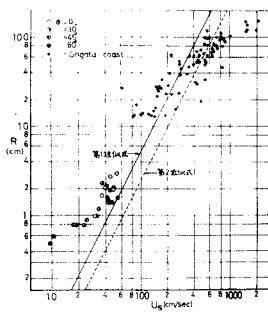


図-7 R と U_s との関係

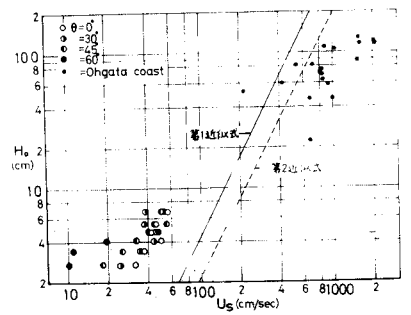


図-8 H_0 と U_s との関係