

流れによる砕波に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 岩垣雄一
 京都大学工学部 正員 浅野敏之
 清水建設 正員 山中庸房
 京都大学大学院 永井文博

1. 緒言 流れによる砕波に関する研究は、単に水理学的に興味深い問題であるばかりでなく、流れのある場における波の波高変化や空気の混入機構の消波機構を知る上できわめて重要な問題といえる。しかしながらこの課題についての従来の研究は、 U_0 が深海波に対して行った実験があるのみで、この現象の理解はきわめて不十分である。本研究は実験的に流れによる砕波の性質を明らかにすることを目的とするもので、特に限界波高水深比、限界波形勾配といった諸量が、流れがない場合に比べてどのように変化するかを調べたものである。さらにRankine-Stokesの砕波条件から、理論的に流速と砕波時の波の諸量との関係を考察し、実験結果の裏付けを行った。

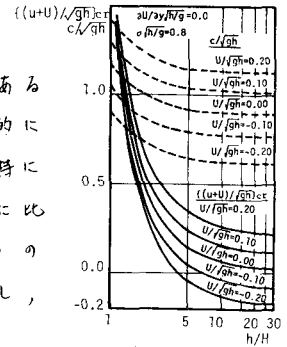


図-1

2. 理論的考察の概要 せん断流上のStokes波理論を栗田・加藤にならって3次近似まで導いた。図-1は波の峰における水平方向水粒子速度と波速の値を示したもので、横軸は水深 h と波高 H の比である。計算は流れが鉛直方向に勾配を持たない一様流についてのものであり、図中 U および u はそれぞれ流れおよび波の水平水粒子速度、 ω は波の角周波数、 g は重力加速度である。波高が大きくなると、波速は徐々に増加するのに対し、峰での水平水粒子速度は急激に増加し、ついに波速の値を上まわることがわかる。この交点がRankine-Stokesの砕波条件を意味する。図-2は横軸に流れの大きさの無次元量 $U/\sqrt{gh}$ をとり、パラメータを角周波数の無次元量 $\omega\sqrt{h/g}$ として、限界波高水深比 $(H/L)_b$ の値を示したものである。図から逆流で流速が大きくなるほど $(H/L)_b$ は小さくなり、また周期の短い波ほど $(H/L)_b$ は小さくなるが、このような場合は波高が小さくても砕波することを意味している。図-3は限界波形勾配 $(H/L)_b$ について図-2と同様な形で整理したもので、逆流で流速が大きくなるほど、また周期が小さくなるほど、 $(H/L)_b$ の値は大きくなることがわかった。

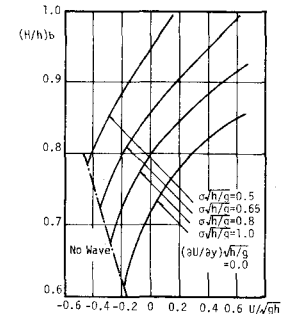


図-2

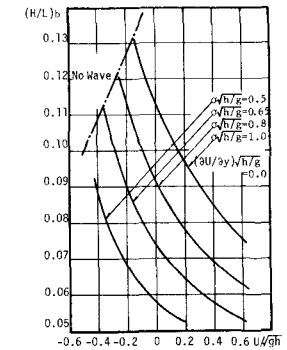


図-3

3. 実験装置・実験方法 実験水槽は図-4に示すように、水深41.5cmと水深25cmの部分から成り、その間は1/25の勾配を持つ斜面で接続されている。したがって波は最初ゆるやかな逆流上を

Iwagaki Yuichi, Asano Toshiyuki, Yamanaka Tsunehiko, Nagai Fumihiko

伝播し、 $1/25$ の斜面部では流速が徐々に増加する逆流を起すことになる。実験はまず流れを起し、流れが定常になるまでの時間が経過した後波を起す。碎波が斜面と浅い一様水深部との接点で起こるように波高を調節するが、これは何回か試行錯誤の後得られる。碎波高は No.2 の波高計で測定し、その時の波長は No.2 と No.3 の波高計間の流速から算出した。

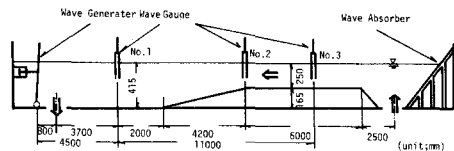


図-4

4. 実験結果・考察 図-5は限界波高水深比に関する実験結果を示したものであり、逆流の流速が大きくなるほど $(H/L)_b$ の値は小さくなり、周波数が高くなるほどその値は小さくなるのがわかる。これは図-2で示した理論的考察の結果と一致するが、より詳細に比較するため、実験で用いた波の周波数、水深、流速から理論値を計算し、同様な形に整理したものが図-6である。両者と比較すると定性的な傾向は一致するが、実験値は理論値より全般的に小さく、この傾向は逆流の流速が大きい場合に顕著である。しかし理論値は3次元近似であって碎波現象のような高次の現象を説明しえないことから、ここで両者を定量的に比較することは少し無理があるように思われる。他方、実験において流れが木槽横断方向に一律とならないことや、流れの若干の乱れなどが碎波に影響を及ぼす可能性がある。次に限界波高勾配 $(H/L)_b$ について実験値を示したものが図-7であり、これを同様に理論から計算し整理したものが図-8である。両者は $(H/L)_b$ の場合より定量的に良く一致しているようである。

が、やや実験値が大きい。

この研究は、文部省科学研究費（試験研究(2)）による研究の一部であることと記す。

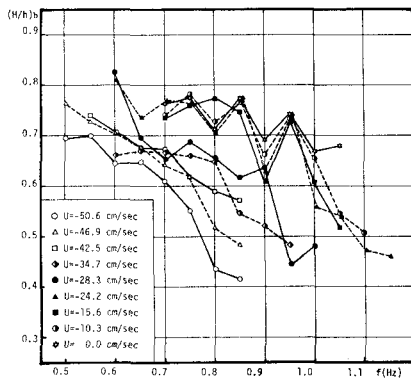


図-5

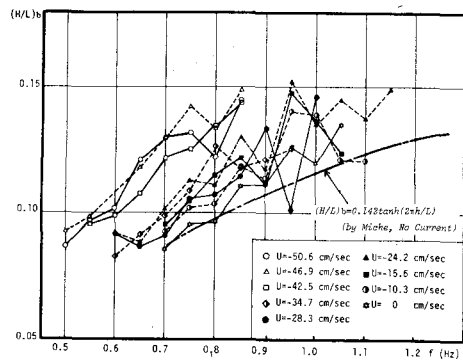


図-7

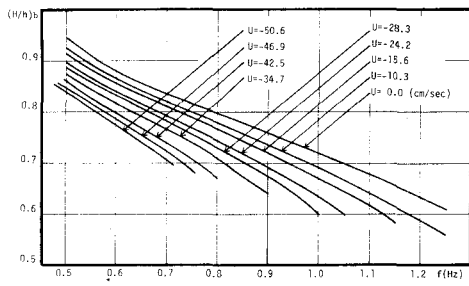


図-6

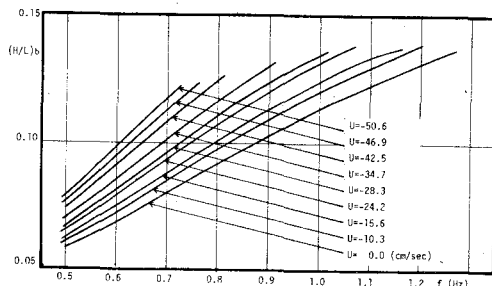


図-8