

抵抗の違いによる孤立波の崩れ波型碎波波高とその碎波段波波高の発達 の差に関する実験的研究

秋田大学 学生員 ○齊 藤 庄 秀
秋田大学 正 員 松 富 英 夫

1. まえがき

著者等の一人は、抵抗の効果が大きくなると、水平床上での孤立波の崩れ波型碎波後の無次元（静水深で無次元化）碎波段波波高の発達は弱くなることを理論的に示した¹⁾。しかし、この理論結果の妥当性は、実験データの数と精度不足のため、検証されずじまいであった。この理論は碎波段波の発達の最も著しい段階に適用されるもので、その妥当性の検討は工学上重要と思われる。

ところで、孤立波の碎波波高に関する研究は、理論的にも実験的にも、従来より数多く行われてきている。しかし、“抵抗の效果に差がある時、碎波波高にどのような違いが生じるであろうか”という視点での研究例はないように思われる。この知見は碎波時の波の力学の解釈等に有用と思われる。

本研究は底面粗度の異なった水平床上での孤立波の崩れ波型碎波の再実験を行い、抵抗の違いによるその碎波波高と碎波段波波高の発達の差の二点に的を絞って、検討を行うものである。これ等の水平床上での検討は、戻り流れの影響が加わらず、問題がより簡単になって好都合である。碎波波高については、従来の諸実験結果（水平床でのものとは限らない）の検討も行うことにする。

2. 実験装置と方法

実験に使用した水路は高さ 0.5m、幅 0.3m、長さ 11.0m の水平に設置された銅製矩形水路で、水路下流側の 10m 部分が両面ガラス張りのものである。この水路上流端にはプランジャー型造波機が据え付けられており、孤立波はそれを一度だけ押し下げることにより造波された。下流側のガラス張り部分には、勾配 1/10 の斜面に引き続き、高さ 0.1m のベニヤ製水平台が設置された。これ等は共にペンキ塗装が施されている。碎波はこの水平台上で生じる。また、ガラスの片面には碎波波高、波高減衰、段波の先端軌跡と先端水位等の読み取りのため、5cm 間隔のメッシュが刻まれている。実験装置の概要を図-1 に示す。

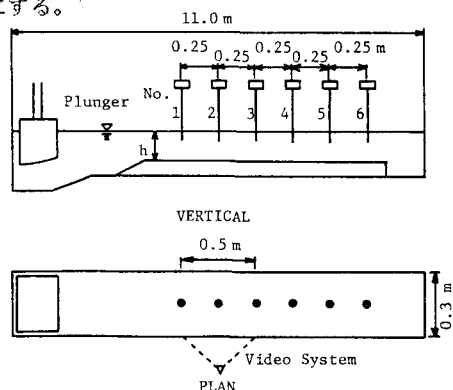


図-1 実験装置

実験条件は水平台上での静水深 h を 0.12m、底面粗度（ $5 \times 5 \times 300$ mm の木製棧を水路縦断方向に 5cm 間隔で設置）有無とした 2 種類である。以下、各々を粗面・滑面と呼ぶ。粗面での静水深は棧粗度底面からのものである。この水深の取り方は無次元碎波・段波波高を小さめに与える。

測定項目は碎波波高、波高減衰、段波の先端軌跡と先端水位で、それ等の測定にはビデオ・システムと 6 台の容量式波高計が用いられた。ビデオの撮影範囲は碎波点より約 0.1m 手前から約 0.4m 先までとし、その中に造波機側から数えて 3 本の波高計が入るようにした（図-1 参照）。碎波点はこの 1 本目と 2 本目の波高計の間にくるようにし、これ等の波高記録は碎波点決定の目安に使用された。ちなみに、粗面での碎波点は滑面でのそれより手前（上流）側であった。ビデオの解析には 1/60 秒まで読み取り可能なビデオ・モーション・アナライザーを、波高計出力

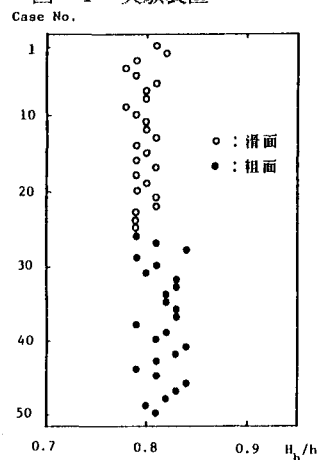


図-2 碎波波高

の記録には、1・2本目に関してはデータ・レコーダーを、残りに関してはペン・レコーダーを用いた。各実験条件での有効実験回数は、滑面・粗面共に 25 ケースであった(図-2 参照)。

3. 実験結果と考察

碎波波高 H_b について述べる。合田は周期波の碎波波高に関する従来および自身の実験結果の整理を行っている(彼の論文中の図-1~4を参照)²⁾。それによると、底面勾配が小さい時(1/30以下)、抵抗(波高減衰率)が大きい程、無次元碎波波高(H_b/h_b)は大きい傾向にあることが判断される。同じことは周期波に対する堀川等の実験結果からも読み取れる(彼等の論文中の図-6を参照)³⁾。彼等の実験では H_b が小さくなるにつれて、(H_b/h_b)は大きくなっている。 H_b が小さくなるとは Reynolds 数が小さくなることを意味し、結局は相対的に抵抗の効果が大きくなることを意味するからである。以上の従来の諸実験結果の考察より、抵抗の効果が大きくなるにつれて、碎波波高は大きくなるものと予想される。

無次元碎波波高に関する本実験結果を図-2に示す。滑面での平均値は $H_{bs}/h \approx 0.798$ (25個の平均。標準偏差 $\sigma = 0.010$)、粗面でのそれは $H_{br}/h \approx 0.816$ (25個の平均。 $\sigma = 0.016$) である。この結果は上述の従来の結果と整合している。ちなみに、粗面での静水深を栈粗度頂からのものとする、 $H_{br}/h \approx 0.853$ となり、その差は顕著となる。

次に、碎波段波波高の発達の差について述べる。過去に、これについての検討例はないように思われる。

本実験で最も生起ケースが多かった $H_{bs}/h = H_{br}/h = 0.79$ の場合の整理結果を図-3に示す。理論結果¹⁾の妥当性の検討は、 H_{bs}/h と H_{br}/h の値が等しいもの同士での比較がよりよい。図中、白丸は滑面での、黒丸は粗面での実験値である。 X' は固定座標系での段波先端位置を示す(碎波形成後からの経過時間に換算可能)¹⁾。 H_ξ と H_a は段波先端が X' に達した時の段波波頂と段波先端での全水深である。図-3によると、実験値は大きく散らばっているが、その平均的傾向は理論結果と整合している。つまり、抵抗が大きくなると、段波波高の発達は弱くなっている。図-4は次に生起ケースが多かった $H_{bs}/h = H_{br}/h = 0.81$ の場合のものである。その傾向は0.79の場合と同じである。

4. むすび

水平床上の孤立波の崩れ波型碎波では、抵抗の効果が大きくなれば、無次元碎波波高は大きくなり、無次元碎波段波波高の発達は弱くなることが判った。なお、本研究は昭和62年度文部省科学研究費自然災害特別研究(1)(研究代表者: 首藤伸夫教授)と奨励研究(A)により行われたことを付記し、謝意を表する。

《参考文献》 1) 松富英夫: 土木学会論文集、1987。 2) 合田良実: 土木学会論文集、1970。 3) Horikawa, K. and C.T.Kuo: Coastal Eng. in Japan, 1966。

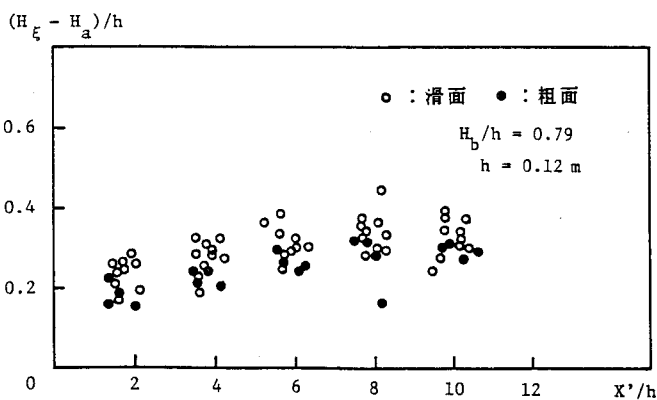


図-3 碎波段波波高の発達 ($H_b/h = 0.79$)

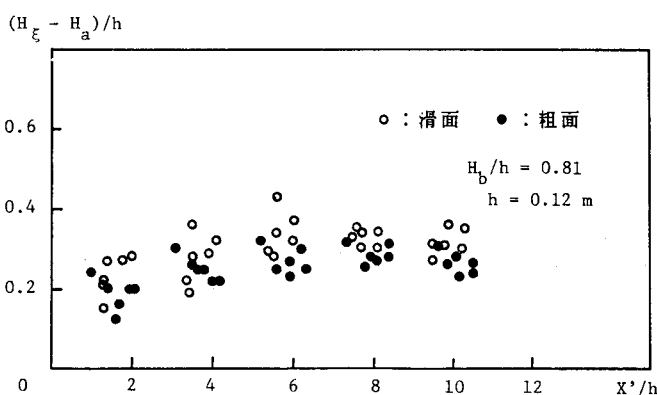


図-4 碎波段波波高の発達 ($H_b/h = 0.81$)