

1. はじめに

浅水変形に関する理論及び実験的研究はすでに数多く発表されている。本研究は一樣斜面上を進行する波の波形の変形に関するものであり、時間的波形記録をフーリエ級数に展開した場合の振幅、位相角の水深減少に伴う変化を検討し、特に砕波時の特性と初期波形勾配との関連について調べた。

2. 実験及び解析方法

実験は長さ28m、深さ1.0m幅の8mの両面ガラス張り鋼製造波水路で行い、斜面には鋼製フレームにアルミ板を張ったものを用いた。水底勾配は1/30である。アナログデータをサンプリング時間0.04秒でデジタル化し、10成分のデータをフーリエ級数に展開し、次式のFnとδnを求めた。

$$\eta(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_n \cos(n\omega t + \delta_n) \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

初期波形勾配は水平床部での波高比と周期とにより計算した。

3. 実験結果及び考察

図1は横軸に汀線からの距離X、縦軸に5次までの各振幅とH0との比Fn/H0をとり、水深変化に伴う各成分の増減を示したものである。基本成分は周期的に変動しているが平均的にはほとんど変化せず、砕波点の手前から急激に減少している。

この周期的変動は反射波による部分重複波の発生によるものであり、波高そのものの変化とはほぼ一致している。2次成分は比較的深い水深に於いてもある程度の値を有し、部分重複波による周期的変動も見られる。しかし3次以上の高次成分は、基本成分が減少しはじめると急に増加し、周期的変動もほとんど見られず、図2は砕波点付近での10次までの成分を示したものであるが、高次の成分程砕波点直前で増加し指めている。また3次成分までは砕波点以前にピークがあるが、4次以上では砕波点とピークが一致している。砕波点でピークとなる成分の最低次数は、波高周期等により若干異なるが、おおむね3~4次で、これと境にして低次成分と高次成分では砕波点直前での変化に違いがみられる。

図3は位相角の変化であり、θnは基本成分からの位相角の差である。砕波点付近に着目すると、高次成分程大きな値であり、その変化の様子が極めて類似している。他の実験でも変化の様子は様々であるが、高次成分程大きく、各成分とも類似の変化を示すという点は全て共通している。一方水深が深い所ではばらつきが多く一定の傾向は見出せない。これは振幅の値自体が小さいため、位相角の計算に誤差の方が大きくさいてくるためである。この様に高次成分の振幅がある程度大きくなると、位相角は上述の特性を有することがわかる。図中S点はこの特性が明らかになる点であり、5次成分までを見れば場合波形に対する水深変化の影響が顕著に現れ小点といえる。この位置は砕波点と同様初期波形勾配等により異なっている。図4はS点の汀線からの距離Xs

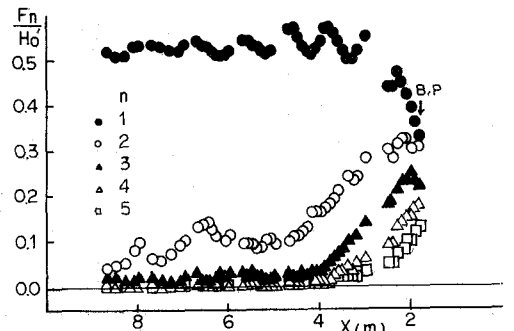


Fig.1

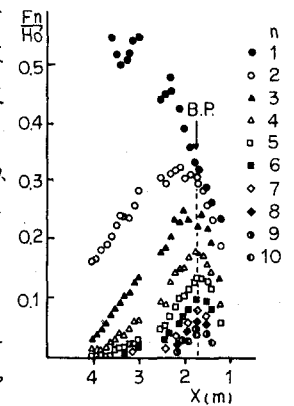


Fig.2

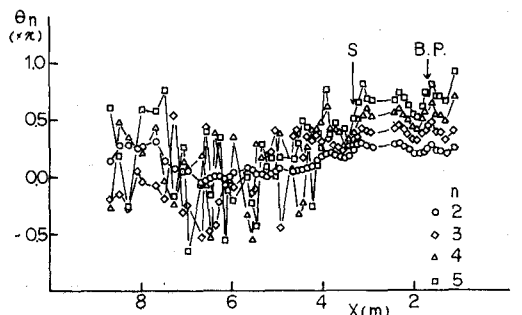


Fig.3

と初期波形勾配との関係を示したものである。ほぼ実線のような関係にあり、 H_0/L_0 が大きい程 X_2/L_0 は長くなる。また図中の破線は砕波点の汀線からの距離 X_2/L_0 の近似直線であるが、二本の直線は傾きが若干異なり、 H_0/L_0 が大きい程波形に対する水深の影響が顕著になってから砕波するまでの距離が短くなる。

図1に示した例では、砕波点に於いて基本成分は極めて減少しており、逆に高次成分は相当大きな値になっている。これから各成分の割合は初期波形勾配等によって異なっている。図5は基本成分の振幅と H_0/L_0 との比と H_0/L_0 との関係であり、最小二乗法による近似直線と求めると実線のようにになる。同様に2次から10次までの近似直線と求め、図6にまとめた。直線に対する実験値のばらつきは高次の方が若干少ない。基本成分の割合は H_0/L_0 が大きい程大きく、2次成分は若干増加するがほぼ一定である。3次以上では逆に H_0/L_0 が大きいと小さい値となり、高次にするに従いその傾きは急になり値自体も小さい。この様に各 F_n/H_0 は H_0/L_0 と密接な関係にあり、 H_0/L_0 が大きい場合は低次成分程大きな値であり、 H_0/L_0 が小さい場合は高次成分でも基本成分に近い値をとる。図7,8は位相角と H_0/L_0 との関係を示したものである。ここで θ_n とは位相角の差 θ_n とその周波数で割り時間軸上でのズレ τ_n を求め、 θ_n/T との比をとったものである。図7は2次成分の場合であり、振幅と同様近似直線と求め10次までをまとめたのが図8である。振幅と比べると次数による違いは明確ではなく、各成分とも若干の違いはあるがほぼ同じ様な傾向であり、 H_0/L_0 が大きい程 θ_n/T は小さくなる。位相角に関しても振幅と同様初期波形勾配との関係が認められる。図6と図8より、 H_0/L_0 が大きい場合は基本成分の振幅の割合が大きくなり高次成分はあまり影響せず、位相角も全体に小さいため波形の対称性をある程度保持してしまふ砕波することになり、崩れ砕波に対応している。一方小さい H_0/L_0 では、高次成分の振幅が大きくなり影響し、また位相角も相当大きいため波形が著しく前傾化し巻き波砕波となる。従来より砕波形態と初期波形勾配との関係が指摘されてきているが、上述の様に図6と図8によってその関係を説明することが出来る。

斜面を $1/50$ とした場合についても同様の整理を行ったが、 $F_n/H_0 - H_0/L_0$ の関係では近似直線の傾きは異なりが類似の傾向であった。しかし位相角に関しては、データ数の不足もあり、 $1/50$ の様な明確な関係は見出せなかった。

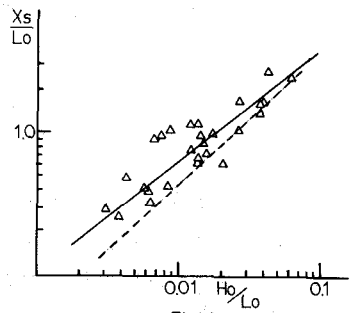


Fig. 4

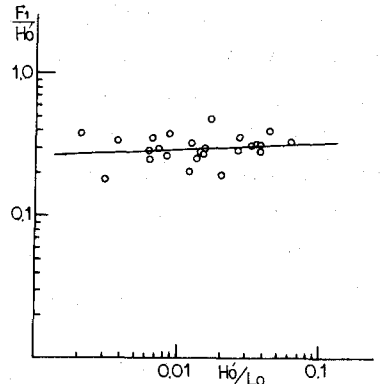


Fig. 5

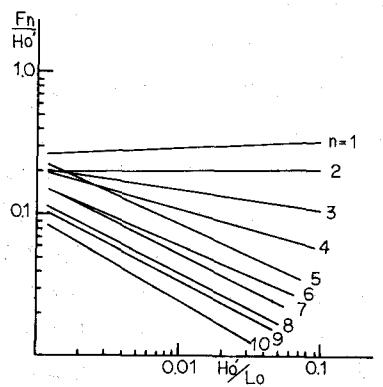


Fig. 6

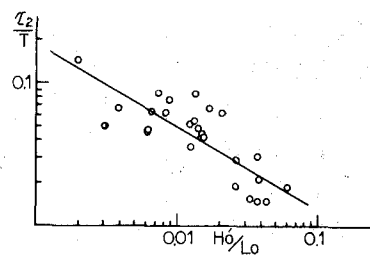


Fig. 7

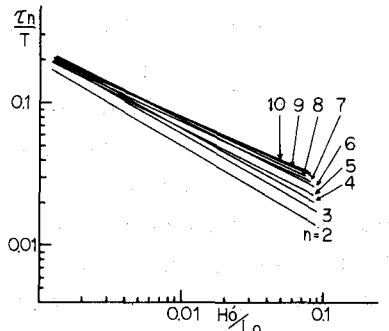


Fig. 8