

II-2 高次クノイド波理論による浅水変形について

中央大学理工学部
中央大学大学院
中央大学理工学部

○上原 義和
青野 利夫
服部 昌太郎

1. はじめに

本研究は、エネルギーフラックス法を用いて、Fentonのクノイド波理論第5次近似解¹⁾によって、一様斜面上での波の浅水変形および、Wave set-downとset-up²⁾を計算し、微小振幅波理論による計算値と実験結果との比較より、その適用性を確かめることを目的とするものである。

2. 実験装置と実験方法

実験は、幅0.3 m、深さ0.55 m、長さ20 mの面がラス張り2次元波動水槽を使用して行なった。実験装置の概要と本報での座標系と記号を図-1に示す。実験は表-1に示す2ケースについて行ない、実験条件は、斜面の終端で碎波するように決定した。波高測定には容量式波高計を用い、入射波波形が定常化した時点より、30波程度の水面変動をデータレコーダに記録した。

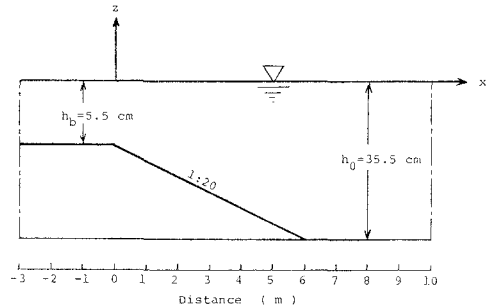


図-1 座標系と記号

表-1 実験条件

Experiment No.	1	2
Incident Wave Height H_i (cm)	3.46	3.58
Wave Period T (s)	1.04	0.93
Breaking Depth h_b (cm)	5.50	5.50
Breaking Type	plunging	plunging

3. データ処理と解析方法

取得データは、サンプリング間隔100 Hzで30秒間分をA-D変換し、土木振動解析装置 (Melcom70) によってデータ処理を行なった。個々の波は、zero down cross法で定義し、最大波高をもって碎波点とした。波形のアンサンブル平均を実験値とし、その波形の平均水面と静水面との差をset-downとset-up (マ)とした。

図-2に示すように、一波一波の波高平均値と、アンサンブル平均波形の波高は、碎波点沖側0.3 m以遠ではほぼ一致するが、碎波点近傍では波形の尖鋭度³⁾のばらつきが大きくなるため、アンサンブル平均によると波高を過小に評価している。そこで浅水変形では、一波一波の波高の平均値と計算値と比較した。set-downとset-upの計算は、波高の実験値よりクノイド波理論によって求めた、各測定点のRadiation Stress (S_{xx})を図-4のように直線近似して行なった。

4. 理論と実験との比較

図-3は、エネルギーフラックス法を用いた、クノイド波理論と微小振幅波理論による、浅水変形の計算値と実験値を比較したものである。実験値は斜面による反射のため場所的ばらつきは認められるが、 $h/h_0 \geq 0.25$ ($x \geq 0.7$ m)ではクノイド波理論と微小振幅波理論による計算値と、実験値の一致の程度は良好である。碎波点に近づくにつれ、クノイド波理論による計

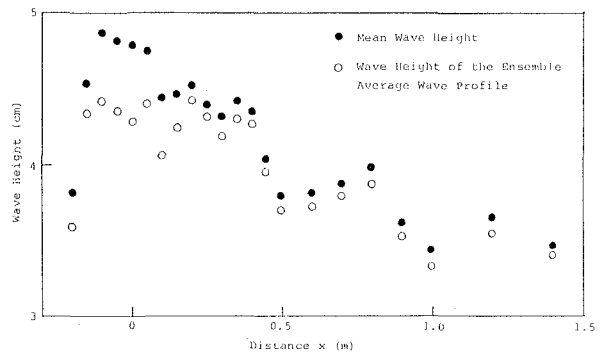


図-2 波高の実験値 (Exp-1)

算値と実験値とはよく一致するが、微小振幅波理論では実験値との差は大きくなる。

図-4の(a)は、クノイド波理論による S_{xx} の計算結果を示したものである。白丸は実験値の波高を用いた計算値であり、実線は浅水変形の計算結果を用いた S_{xx} 曲線で、破線はset-downとset-upの計算のために S_{xx} を直線近似したものを示している。微小振幅波理論では、 S_{xx} は砕波点まで増加するが、クノイド波理論による S_{xx} 曲線は砕波点沖側0.4mより減少しだしている。

図-4の(b)は、クノイド波理論によるset-downとset-upの計算値と、Longuet-Higginsによる微小振幅波理論値と、実験値を比較したものである。クノイド波理論による計算値は、砕波後を含めて全体的に実験値と比較的によく一致する。しかし、微小振幅波理論によるものは、 $x \geq 0.4$ mではクノイド波理論と同程度に実験値と一致するが、砕波点に近づくにつれ実験値とのずれが大きくなる。砕波点沖側0.4mより砕波点近傍にかけての区間では、クノイド波理論による計算値と実験値との一致の程度は低下する。これは、Fentonによると、クノイド波の適用範囲が、 $x = 0.2$ m ($H/h \leq 0.65$)程度までであることと、 S_{xx} の場所的变化を直線で近似したためと考えられる。

5. 結論

本研究の範囲内で認められた事柄は以下のようである。

- ① エネルギーフラックス法を用いたクノイド波理論による浅水変形の計算は実験値と良く一致する。
- ② クノイド波理論による浅水変形を用いて計算した S_{xx} は砕波点前より減少を始める。これは従来の微小振幅波理論では現れない有限振幅波の特性を示している。
- ③ クノイド波理論を用いたset-downとset-upの計算値は実験値とよく一致する。このことより、波形の非対称性の強い場においても、Radiation-stressのような時間平均的な量の推定にはクノイド波理論は有効である。
- ④ 砕波点近傍で、波形の尖鋭度のばらつきが大きくなる点での平均波形を、アンサンブル平均によって代表させることには、検討の必要がある。

参考文献

- 1) J.D.Fenton; J.Fluid Mech.(1974), vol 94, part 1, PP.129-161.
- 2) M.S.Longuet-Higgins・R.W.Stewart;
Deep-Sea Research.(1964), Vol II, PP.529-562.
- 3) 安田孝志・山下隆男・後藤真太郎・土屋義人;
第26回海岸工学講演会論文集。(1979),
PP.21~25.

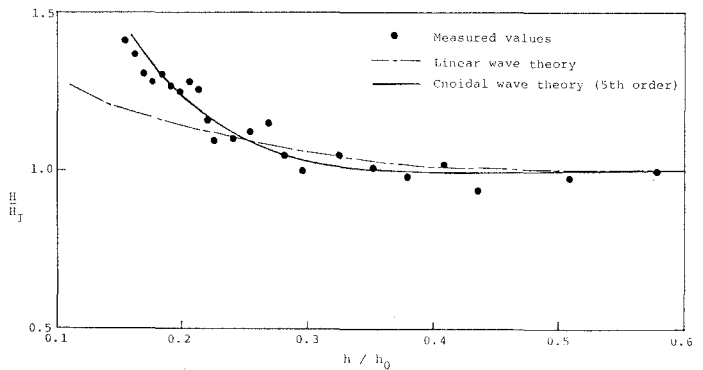


図-3 浅水変形の理論値と実験 (Exp-1)

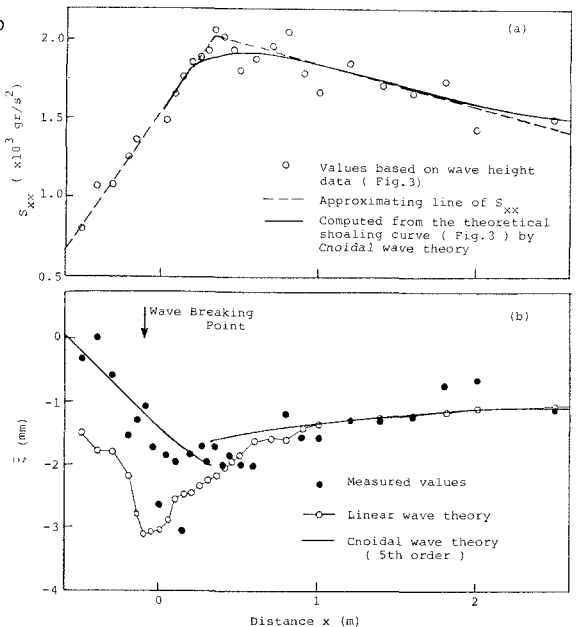


図-4 S_{xx} と $\bar{\zeta}$ (Exp-1)