

浅海域における波群の変形

飛島建設株式会社 正員○松元和伸

京都大学工学部 正員 間瀬 肇

名城大学理工学部 正員 岩垣雄一

1. まえがき Very Mild Slope に対して導びかれている非線形 Schrödinger方程式は、水深の変化が波形勾配の2次のオーダー程度を仮定しているため、より急な海底勾配の場合には適用できない。本研究においては、水深の変化が波形勾配と同程度のオーダーである場合、つまり比較的急な斜面においても適用可能な Mild Slope に対する波群の支配方程式を求め、数値計算を行うことによって、波群の伝播特性についての考察を行なうとともに、Very Mild Slope と Mild Slope に対するそれぞれの式を用いた時の計算結果の相違について考察する。

2. 波群の支配方程式 非粘性、非圧縮および非回転の仮定のもとに、波の基礎方程式および境界条件から、Multiple Scale Perturbation 法により、以下のような Mild Slope に対する波群の支配方程式が求められる。

$$\frac{\partial A}{\partial x} + i\alpha \frac{\partial A}{\partial t} + i\beta |A|^2 A + i\lambda \frac{\partial A}{\partial t} + \mu A + i\nu \frac{\partial \phi}{\partial t} A = 0 \quad (1)$$

$$I \frac{\partial \phi}{\partial t} + J \frac{\partial \phi}{\partial x} = K \frac{\partial}{\partial x} |A|^2 + M |A|^2 \quad (2) \quad \xi = \int \frac{dx}{C_g} - t \quad (3)$$

ここで、 $\alpha, \beta, \lambda, \mu, \nu, I, J, K, M$ は水深と搬送波の周期の関数である。式

(1) の振幅 A と (2) の long wave に対するポテンシャル ϕ は相互に関係しており、連立微分方程式となっている。

3. 数値計算結果 包絡波形の初期条件は次の式で与えた。

$$A = \gamma a \operatorname{sech} \{ (\beta/2\alpha)^{1/2} a \xi \}$$

ただし、 a は振幅で 1.0m とした。図-1 は、 $\gamma=1.0$ 、海底勾配が 1/50 の場合の計算結果であり、包絡波形は伝播するにしたがって前傾化した波形となってくる。図-2 は、海底勾配が 1/10 の場合であり、同様に前傾化する様子がみられる。同じ条件下において Very Mild Slope の場合の式を用いた計算結果では、伝播しても包絡波形は前後対称のままほとんど変化しない。図-3 および図-4

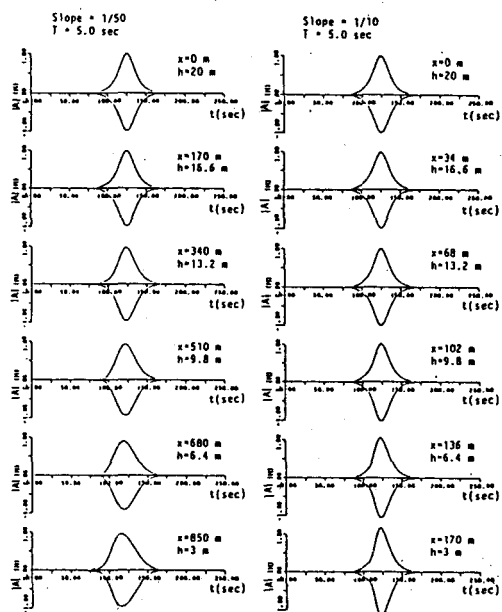


図-1

図-2

Kazunobu MATSUMOTO, Hajime MASE, Yūichi IWAGAKI

は、 $\gamma = 2.0$ とし、初期包絡波形の非線形性を強めた場合の計算結果である。図-3の海底勾配が $1/50$ 場合は、伝播にしたがって分裂する傾向がみられる。図-4の海底勾配が $1/10$ の場合は $X=112\text{m}$ の地点において波群の分裂のきざしがみられ、 $X=140\text{m}$ 地点では分裂しかけている。搬送波の周期を長くして波形勾配を小さくした初期条件を用いた計算結果では、包絡波形の変化は図-3および図-4に比べてゆるやかになる。同じ条件のもとで Very Mild Slope の場合の式を用いた計算では、海底勾配が $1/50$ の場合は、前後対称な波群の分裂がみられ、海底勾配が $1/10$ の場合には波群はほとんど変形せずに伝播する。図-5は、初期包絡波形の振幅の倍率 γ を 0.5 とした非線形性が弱い場合の計算結果であり、伝播にしたがって包絡波形の幅が広がり、かつ包絡波形の振幅が大きくなっている。

4. 結論 本研究より次のことがまとめられる。

(1) Mild Slope の場合の波群の支配方程式の数値計算結果においては、波群の包絡波形は前後対称な波形とはならず、前かがみの包絡波形となる。Very Mild Slope の式を用いた場合には、包絡波形は常に前後対称となる。

(2) Mild Slope に対する式を用いた場合には、水深が浅くなると、shoaling の効果が現われてきて、包絡波形の振幅が増大する。Very Mild Slope の式を用いた場合には、包絡波形の振幅は大きくならない。

(3) 包絡波形の振幅の非線形性を強くした場合、ソリトン分裂がおこる。Mild Slope の計算結果では、分裂の様子は前後非対称となる。Very Mild Slope の計算結果では、前後対称である。

5. おわりに 規則波の浅水変形においては、波高は増大し、波形は前傾化する。水理実験を行ってないので、はっきりした根拠はないが、包絡波形自体も振幅の増加および波形の前傾化が生ずるものと思われる。そのような傾向は Very Mild Slope の場合の式では表わせないが、Mild Slope の場合の式では表現可能である。

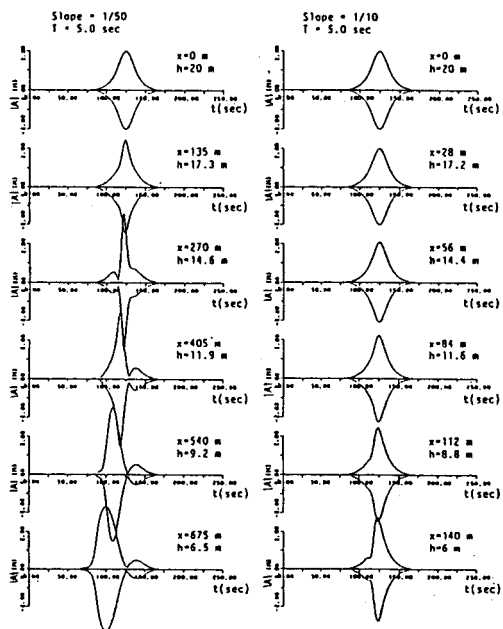


図-3

図-4

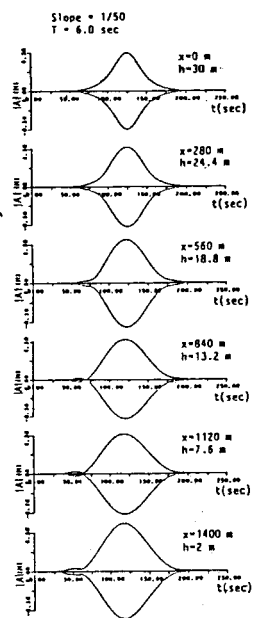


図-5