

人工海藻がある傾斜海浜における波浪変形

京都大学工学部 間瀬 肇, 熊谷組の古田幸也, 京都大学工学部 酒井哲郎, 浅野敏之

1. まえがき

本研究は, 人工海藻および碎波によるエネルギー減衰項を含む放物型方程式を用いて, 人工海藻を敷設した傾斜海浜上の波の浅水変形, 屈折, 回折および碎波変形の計算を行うものであり, 人工海藻の設置幅の規模を算定するための基礎資料を得ることを目的とする。

2. 数値計算に用いる放物型方程式

エネルギー減衰項を含む緩勾配方程式は次式で表される (Booij(1981))。

$$\nabla (CC_g \nabla \phi) + (k^2 CC_g + ikCW) \phi = 0 \quad \dots\dots(1)$$

ここで, C は波速, C_g は群速度, k は波数, ϕ は複素ポテンシャル, W はエネルギー減衰係数である。式(1)において, $\psi = (CC_g)^{1/2}$ とおくと次式を得る。

$$\nabla^2 \psi + K^2 \psi = 0 \quad \dots\dots(2) \quad K^2 = k^2 + ikW/C_g \quad \dots\dots(3)$$

ただし, 水深変化は小さいとして $\nabla^2 (CC_g)^{1/2}$ の項を無視した。式(1)をRadder(1979)の方法を用いて進行波成分の表示式に変換した後, 複素振幅 A に関する式に直して次の表示式を得る。

$$A_x - i(k - k_0)A + (KCC_g)_x A / (2KCC_g) - i(CC_g A_y)_y / (2KCC_g) = 0 \quad \dots\dots(4)$$

ここで, k_0 は基準点の波数である。エネルギー減衰係数は以下の 3. のように与える。

波が斜めに入射する場合には, 式(4)の放物型方程式では屈折効果が考慮できない。そこで, ここには示していないが, minimax法 (Kirby(1986)) に基づく放物型方程式を用いた。

3. 人工海藻および碎波によるエネルギー減衰係数

エネルギー減衰係数 k_i と波高減衰係数の関係は, Dalrympleら(1984)によると次のように与えられる。

$$W = 2kC_g(k_i/k) \{1 + (k_i/k)^2\}^{1/2} \quad \dots\dots(5)$$

人工海藻による波高減衰係数 k_i は浅野ら(1988)の結果を用いることとし, この場合のエネルギー減衰係数を W_1 とする。碎波によるエネルギー減衰係数 W_2 については, 次式を用いる (Mase-Iwagaki(1982))。

$$W_2 = 2B(H/h)^4 / \{(0.7 + 5 \tan \theta)^3 T\} \quad \dots\dots(6)$$

$$B = 11 - 10 h_b/h \quad \text{for } 0.6 \leq h/h_b \leq 1.0; \quad B = 5 \quad \text{for } h/h_b < 0.6 \quad \dots\dots(7)$$

$\tan \theta$ は海底勾配, h は水深, h_b は碎波水深, T は波の周期, H は波高である。

碎波点は次のように決定した。放物型方程式により計算される波高と, 岩垣ら(1981)の微小振幅波理論の浅水係数とハイバボリック波理論による浅水係数を結びつける式を用いて各地点の波高を算定し, 合田(1970)による碎波限界波高と等しくなる地点を碎波点とした。

4. 計算条件

計算領域は x 方向に 800m, y 方向に 800m の正方形領域とし, 海底地形は y 方向には変化しない, 斜面勾配 1/50 の一様勾配地形とする。 $x=800\text{m}$ が汀線の位置である。人工海藻の長さは 3m, 等価直径は 2cm, 1m^2 当り 2000本, それを $x=400\sim 500\text{m}$, $y=250\sim 550\text{m}$, および $x=400\sim 600\text{m}$, $y=250\sim 550\text{m}$ の範囲に敷設した 2 種類を計算の対象とした。波の振幅波 1m, 周期は 6, 8, 10 秒, 入射角は 0, 30, 45° とした。

5. 計算結果

(1) 図-1 に示すように人工海藻の敷設長さ (波の進行方向) が 100m 程度ではあまり波高減衰効

Hajime MASE, Yukiya FURUTA, Tetsuo SAKAI, Toshiyuki ASANO

果は期待されないが、図-2 に示すように敷設長さが200m程度になると人工海藻による波高減衰効果が期待できる。(2)minimax法に基づく放物型方程式は、従来の放物型方程式に含まれていない屈折効果を完全とは言えないが概ね考慮することが出来る。図-3 および図-4 は、それぞれ入射角が 30° および 45° の場合の波の等振幅線図と $y=100\text{m}$, 400m に沿っての振幅変化を示したものである。

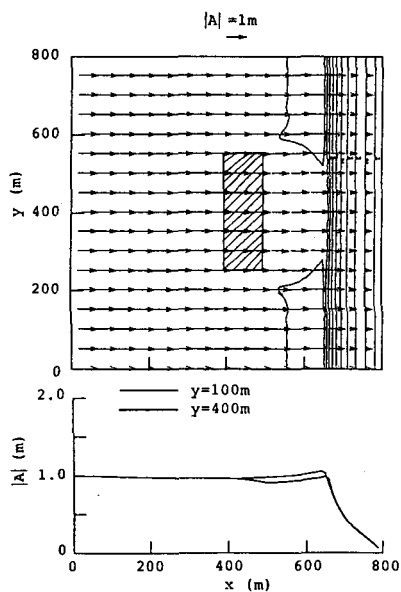


図-1 計算結果(周期6sec)

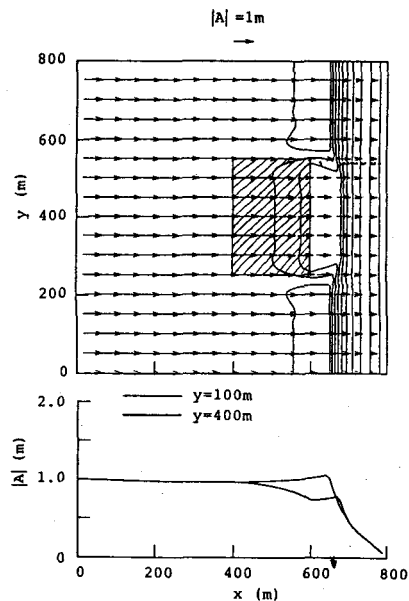


図-2 計算結果(周期6sec)

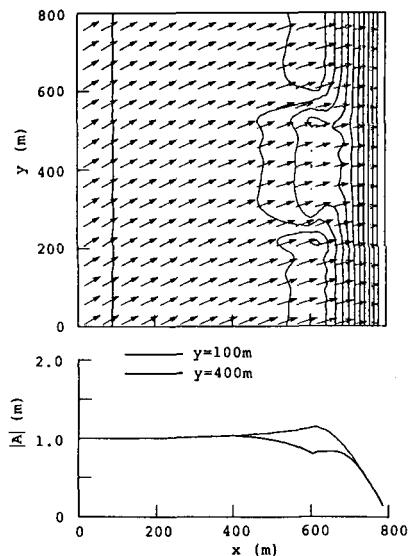


図-3 計算結果(周期10sec, $\theta=30^\circ$)

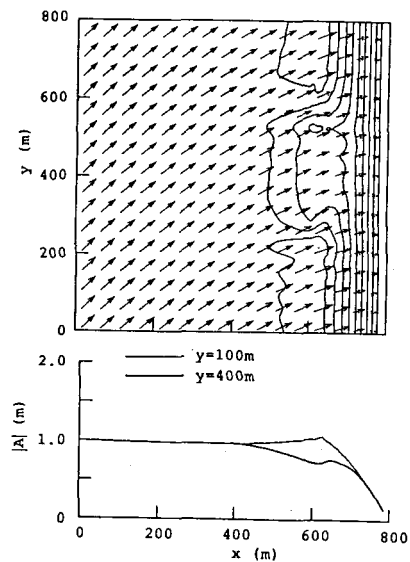


図-4 計算結果(周期10sec, $\theta=45^\circ$)

最後に、本研究は運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所の「人工海藻による養浜工開発調査の研究」の一部と実施したものであり、関係者各位に謝意を表する。