

透過性構造物周辺における波浪場予測に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 黒岩 正光
鳥取大学工学部 正会員 野田 英明
(株) 鴻池組 ○ 依藤 正典

1.はじめに

我が国は古くから海岸侵食に悩まされてきており国土の保全を図ることを目的とした海岸保全事業が進められてきた。その海岸侵食対策として離岸堤工法が代表的で、堆砂を促進し汀線の後退を防止できるとされている。構造物による対策を講じる場合、対策工が周辺の波浪場、流れ場および地形へ与える影響評価を行う必要がある。従来、構造物設置に伴う波や流れ地形変化の計算は、渡辺ら¹⁾のモデルが代表的であるが、波浪場の計算においては構造物の透過性の効果を反射率に置き換えており、回折効果は十分再現されるものの透過による影響は十分に取扱いわれていないものと考えられる。本研究では簡単な透過性を考慮した平面波浪場予測モデルを提案し、そのモデルの適用性について実験結果と比較し検討しようとするものである。

2.実験概要

表-1 実験条件

実験は長さ 12.0m、幅 5.0m、深さ 0.6m の室内平面水槽を用いて行った。水槽の一端にはピストン式造波機が、他端には勾配 1/10 の鋼製斜面が設置されている。波高の測定には容量式波高計を用いた。波高測定におけるサンプリング周波数は $50H_z$ とした。測定点

CASE		H	T	H_0	H_0/L_0
1	透過堤	10.53	1.0	11.49	0.074
	不透過堤				
2	透過堤	7.4	1.0	8.07	0.052
	不透過堤				

は岸沖方向に 11 測線、沿岸方向に 12 測線とし、離岸堤背後では 20cm 間隔、開口部では 40cm 間隔に測点を設置した。透過性構造物は堤体幅 20cm、堤内部に 80cm^3 / 個のテトラポッド模型を乱積みしたものである。なおテトラポッドの規格は実体重量 3.2t、縮尺 1/25、模型重量 184.3gf/個である。実験条件は表-1 に示す。

3.数値モデルの概要

波浪場の算定には、構造物が存在する場合の回折や反射による波の重合も計算できる西村ら²⁾の非定常緩勾配方程式に渡辺ら¹⁾の碎波減衰項を付加し、さらに透過性を考慮するために近藤ら³⁾に基づいて線形抵抗係数を用いた減衰項を付加した運動方程式を用いた。沖から岸向きに x 軸、沿岸方向に y 軸をとると、 x 方向および y 方向における運動方程式はそれぞれ、

$$\frac{\tau}{\lambda} \frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\tau}{\lambda} C^2 \frac{\partial \eta}{\partial x} + f \frac{\sigma}{\lambda} Q_x + f_D Q_x = 0 \quad \text{----- (1)}, \quad \frac{\tau}{\lambda} \frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\tau}{\lambda} C^2 \frac{\partial \eta}{\partial y} + f \frac{\sigma}{\lambda} Q_y + f_D Q_y = 0 \quad \text{----- (2)}$$

で表される。また連続式は $\lambda \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{n} \left[\frac{\partial}{\partial x} (n Q_x) + \frac{\partial}{\partial y} (n Q_y) \right] = 0 \quad \text{----- (3)}$

となる。ここに、 f は線形抵抗係数、 λ は空隙率、 τ は慣性係数、 η は水面変動、 C は波速、 n は群速度と波速との比であり、 Q_x および Q_y はそれぞれ x および y 方向の線流量である。なお実際の波では長波であると仮定する。 f_D は碎波減衰係数であり、次式で表される。

$$f_D = \alpha_D \tan \beta \sqrt{\frac{g}{h} \left(\frac{\hat{Q}}{Q_r} - 1 \right)} \quad \text{----- (4)}$$

ここに α_D は無次元係数で、 $\hat{Q}$ は線流量振幅、 Q_r は波の再生領域の境界線流量振幅を表す。碎波後、線流量振幅 $\hat{Q}$ が減少して Q_r 以下になると波が再生域に入ったものとして $f_D = 0$ とする。近似的ではあるが碎波後水深が増大する場合に生じるような再生現象も再現可能である。境界条件は谷本ら⁴⁾の手法を適用する。彼らの方法は構造物が存在する場合でも反射率を任意に設定可能であり、波の反射、回折、および重合波を容易

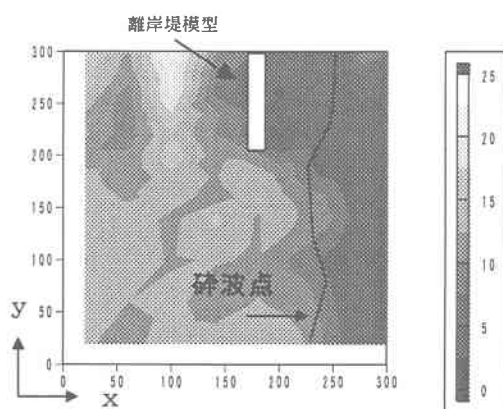
に再現できる。

4. 実験結果と計算結果の比較

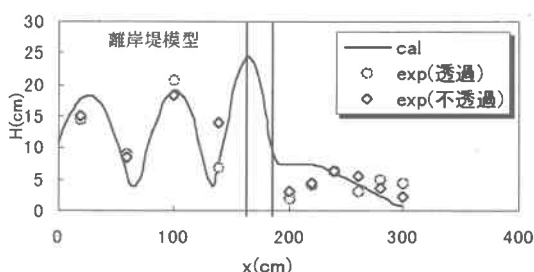
図一1 は CASE1 の波高分布（実験：透過堤）を表す。堤前面では部分重複波が形成され、開口部から堤背後へ回折しており、側壁とほぼ平行な等高線となっている。図一2 は CASE1 の測線 $y = 260\text{cm}$ における岸沖方向の波高分布の計算結果と実験結果を比較したものである（図中の○は透過堤、◇は不透過堤の実験値を表す）。計算における波浪条件は実験（表-1）と同様にし、空隙率 $\lambda = 0.5$ および慣性係数 $\tau = 1.5$ 、抵抗係数 $f = 1$ として計算を試みた。離岸堤前面の計算値は実験値とほぼ一致している。離岸堤背後の $x = 200\text{cm}$ における透過堤と不透過堤の実験値を比較すると、透過堤の方が不透過堤よりも波高が低く、堤背後の他の測点における波高と比較しても最も低い値である。堤背後（ $x = 200\text{cm}$ 付近）の計算値は実験値を過大評価している。図一3 は CASE2 の測線 $y = 260\text{cm}$ における波高分布の同様の結果を示したものである。離岸堤前面では透過堤の実験値は不透過堤の実験値よりも高い。離岸堤背後の $x = 200\text{cm}$ における透過堤と不透過堤の実験値を比較すると CASE 1 と同様に不透過堤の値が透過堤の値より高い結果を示している。図一4 は CASE1 の開口部（測線 $y = 100\text{cm}$ ）における波高分布を示したものである。測線 $x = 0\text{cm} \sim 100\text{cm}$ 付近では不透過の実験値が透過の実験値よりも高い。透過の場合の実験結果と計算結果を比較すると汀線付近で一致度がやや劣るが、概ね実験結果を再現している。

5. まとめ

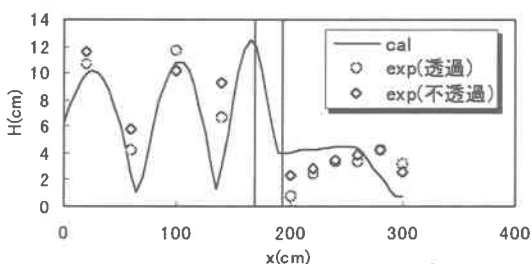
本研究では、透過性を考慮して離岸堤周辺における波浪場計算を試みた。本モデルを用いて透過堤周辺の波浪場を計算することができることがわかった。なお、実験値の再現性を再検討する必要がある。今後、線形抵抗係数や慣性係数の与え方を検討する。
参考文献：1) 渡辺ら：屈折・回折・碎波減衰を含む波浪場の数値解析法，第31回海講論文集。2) 西村ら：直接数値積分による波の場の解析，海工論文集，第30巻。3) 近藤ら：消波構造物 pp73。4) 谷本ら：数値波動解析法による港内波高分布の計算，海工論文集，第22巻。



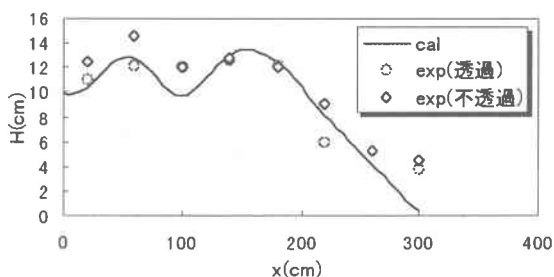
図一1 CASE1 波高分布（実験：透過堤）



図一2 波高の実験結果と計算結果（CASE1）
（離岸堤前面と背後）



図一3 波高の実験結果と計算結果（CASE2）
（離岸堤前面と背後）



図一4 CASE1 波高の実験結果と計算結果
（開口部）