

新型潜堤の消波特性に関する研究

岡山県庁

正員

○横田泰弘

鳥取大学工学部

正員

松見吉晴

(株) フォーラムエイト

正員

有原冬子

1. まえがき

海岸侵食制御や、海浜利用等の目的をもった潜堤および人工リーフは、各地で計画・施工されている。この潜堤および人工リーフは、その消波機構上、天端水深を浅くすると共に、天端幅を波長に対して広くとって消波効果を期待することから、構造物としては非常に巨大なものとなる欠点をもっている。そこで著者らは潜堤の断面てきた共鳴装置付潜堤の矩形の消波に対する効果をより明らかにするために、矩形を特化させた新型潜堤（図-1）を対象にし、矩形サイズが消波効果に及ぼす影響を強非線形ポテンシャルモデルに基づいた数値波動実験より検討したものである。また数値波動実験の妥当性は模型実験より検証している。

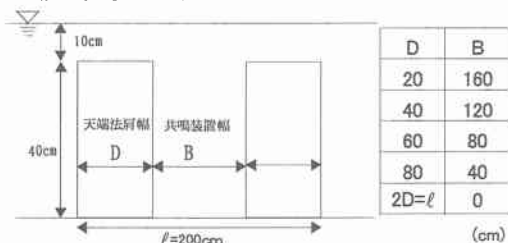


図-1 実験モデルと計算の一例

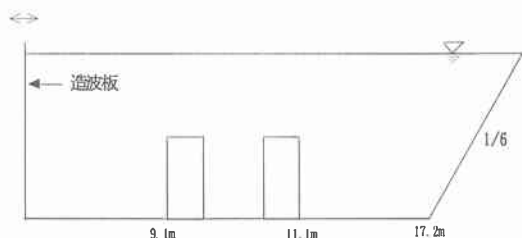


図-2 実験水槽モデル

2. 数値波動実験の概要

本数値実験で用いたシミュレーション手法は、波浪場に対してオイラー的な速度ポテンシャルを求めながら、水面の境界条件をラグランジェ的に表すことにより、非線形な境界条件を厳密に取り入れることができるオイラー・ラグランジェ法を基に、境界積分要素法を適用して潜堤に拡張したものである。計算条件として、本数値波動水槽モデルは、図-2に示すように、数値実験水槽の全長を20.2mとし、潜堤モデルは図-1に示したように全長を $l=200\text{cm}$ に固定して、共鳴装置幅を20cm～160cm

形状を小さくするため、最近注目されている波浪フィルター理論による波エネルギーのトラップ効果や、波の位相効果を利用した共振装置を潜堤に付加することにより、消波効果が期待できるのではないかと着想し、潜堤天端に矩形のくぼみ（以下、共鳴装置と呼ぶ）をつけ研究をおこなってきた¹⁾。本研究は、これまで研究を続け

まで変化させて計算を行った。入射波波高は3cm、入射波周期は $T=0.9\text{s} \sim 2.0\text{s}$ の間で0.1s間隔で変化させ計算を行った。

3. 水理模型実験による検証

(1) 実験方法

ここでは、水理模型実験より測定された共鳴装置付潜堤モデル周辺の水位変動および波高の空間変化に関して、数値計算結果と比較することより数値波動実験の妥当性を検証する。図-1の5種類のモデルについて実験を行った。潜堤モデル、岸側スロープの勾配および設置位置、入射波条件は数値モデルと同様に設置している。

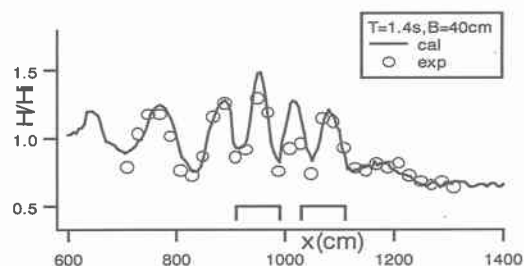


図-3 実験と計算の空間波形の比較

(2) 検証結果

図-3は、新型潜堤モデル周辺の波高の空間変化について計算結果と模型実験結果を比較して示したもので、縦軸には波高 H を入射波高 H_i で無次元化した値をとり、横軸は造波板からの水平距離 x を表す。図より、潜堤モデル岸側および天端上での計算結果と実験結果の対応性は良く認められる。

水面変動の時間波形については、模型実験ではほぼ全周期にわたって潜堤天端上で波の分裂現象が観察できたが、計算結果では全体的な波形の非線形性を再現するものの、分裂現象の細部についてまでは十分に再現しないことがわかった。以上のような比較検討より、本数値

波動実験は、入射波周期によっては波の分裂現象の細部についてまでは十分に再現できないという問題を残すが、共鳴装置付潜堤モデル周辺の波の変形を再現することが確認された。

4. 新型潜堤の消波特性に関する検討

潜堤モデルの消波効果については透過率 K_t を用いて評価する。透過率は潜堤モデル岸側法先から 1.1m 離れた位置における一周期平均透過波エネルギーと入射波エネルギーの比の平方根の定義に基づいて計算した。なお本数値波動水槽は反射吸収制御を取り入れていないため、透過率の算定には、造波板からの再反射および岸側スロープからの反射波が到達する時間ステップまでの計算波形を用いている。

図-4 中の白丸は計算結果から算出した $T=1.4s$ における透過率で、縦軸に透過率、横軸には天端法肩幅 D を入射波波長 L で無次元化した値を用いている。これより新型潜堤は共鳴装置付潜堤と同様に、入射波波長に強く依存する構造物で、新型潜堤の消波効果は共鳴装置幅、天端法肩幅、入射波波長が複合的に関係して決定されると考えられる。そのため、まず天端法肩幅を固定し、透過率低減効果の高い共鳴装置幅を見つける計算を行った。その結果、共鳴装置幅が入射波波長の 25~30% の時に透過率が低くなる事を明らかにした。そこで先に計算を行ったモデルに対して、天端法肩幅はそのままにし、共鳴装置幅だけを入射波波長の 25 と 30% と変化させた新たなモデルに関して計算を行った結果を図-4 に黒三角と四角で示す。短周期側、長周期側において透過率が下がっていることから、この共鳴装置幅の選択は適切であるといえる。

図-5 は共鳴装置幅を入射波波長の 25 と 30% としたモデルの K_t の計算結果である。 $D/L=0.08$ 付近、0.30~0.35、0.6 付近において透過率が低くなっており、また $D/L=0.19$ 、0.45 付近においては透過率が高くなっている。 $D/L=0.19$ 付近で高くなっていることに関しては、共鳴装置幅が正しく選択できていなかったためと考え、 B/L を変化させた計算を行った。その結果は図-6 中の白印で示すように、共鳴装置幅を変化させても透過率の大きな変化は認められない。また図-6 の黒印の $D/L=0.33$ の場合においても、 $B/L=0.25\sim0.35$ および 0.8 付近で透過率が低くなるが、その最小値には大きな差は見られない。これらのことより、 D/L の方が B/L よりも消波特性に与える影響が大きく、新型潜堤の消波効果は、 D/L の値によって K_t の低減効果が決まってくることが言えよう。

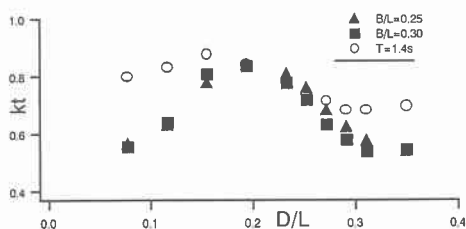


図-4 透過率の変化 ($T=1.4s$)

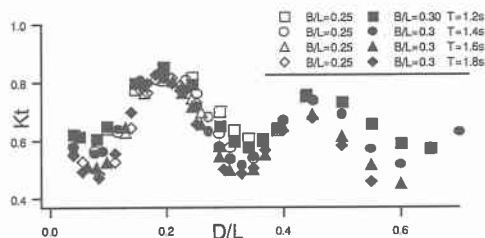


図-5 天端法肩幅の変化による透過率

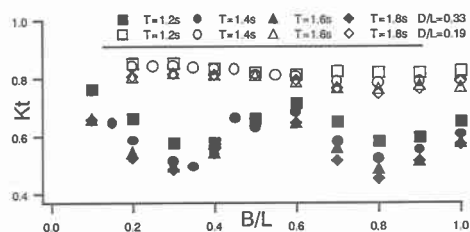


図-6 共鳴装置幅の変化による透過率

5. まとめ

本研究では潜堤天端面に矩形的共鳴装置を付けた新型潜堤の消波特性について数値波動実験により検討を行った。共鳴装置が消波特性に対して一番大きな影響を与える条件は天端法肩幅であり、この D/L の値により透過率の低減効果が一義的に決定されることがわかった。また共鳴装置幅の影響は、 $B/L=0.25\sim0.35$ および 0.8 付近において透過率の極小値を導き出すことがわかった。

以上のことより、新型潜堤の透過率を最も低減させる共鳴装置のサイズとしては、天端法肩幅が $D/L=0.33$ 、共鳴装置幅が $B/L=0.25\sim0.35$ または 0.8 付近の値であることが挙げられる。

【参考文献】1) 松見吉晴, 山本雄平, 木村晃, 横田泰弘, 共鳴装置付潜堤の消波効果に関する研究, 海岸工学論文集, 第 42 巻 (2), pp. 731 - 735, 1997