

Ⅱ-24 海岸堤防に作用する津波波力に関する実験

徳島大学大学院 学生員 ○富永数男
徳島大学工学部 正会員 中野 晋

1. はじめに

近い将来発生が予想されている南海地震では、太平洋沿岸部の広い範囲で震度 6 以上の強い揺れと数メートルを超える津波により、甚大な被害が予測されている。特に津波に対して海岸堤防などの沿岸構造物が浸水被害軽減に大きな役割を果たすことが期待されているが、種々の構造物の耐津波力性能や被害抑制効果はあまり分かっていない。そこで本研究では、海岸堤防に作用する津波力を実験的に評価した。

2. 実験方法の概要

本実験では図-1 の長さ 20m、幅 0.8m、深さ 1m の両面ガラス張り鋼製の長水路を使用して実験を行った。津波発生装置は電動可動式でゲートを上昇させる事によって、津波を発生させた。斜面部の勾配は 1/10、水路の一樣部分の水深は 0.5m の一定とした。なお想定している模型縮尺は 1/50 である。また、沖での津波の全水深を H 、沖での津波高を a 、静水面までの水深を h 、汀線付近の津波高を a_{c0} 、沖での波頭が通過した後の平均の波速を $\bar{U}$ とする。

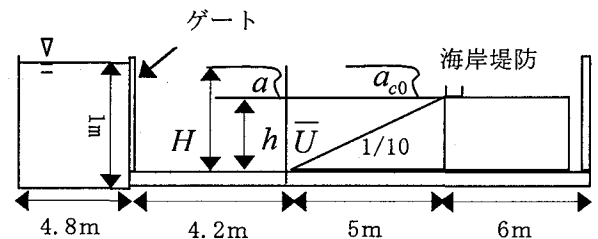


図-1 模型床と測定地点概略図

3. 結果と考察

実験手法の妥当性を確認する目的で、本実験で計測した波速を、福井ら¹⁾が提案している式 (1) より計算した波速式 (1) と比較を行った。福井らは水平路内を伝播する段波に対して連続式と運動量保存則を適用して上式を導き、実験値と比較して良好な一致を確認している。

$$c = \sqrt{\frac{gH(H+h)}{2(H-\eta a)}} \quad (1)$$

ここで、 c は波速、 g は重力加速度、 η は抵抗係数である。

図-2 は本実験で得られた波速と福井らのモデル式により算定した波速の相関を示したものである。バラツキはあるものの大概式 (1) と一致するが、実験値は式 (1) より小さくなる傾向がある。

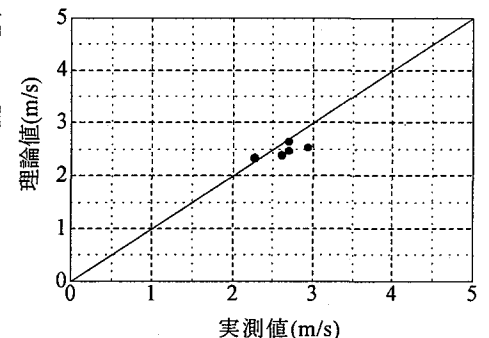


図-2 波速の実験値と理論値の関係

また本研究では図-1 に示す実験条件から汀線付近の津波高を理論的に求めるために、沖と汀線付近で連続式 (2) を適用し、式 (2) 中に Fr 数を代入することにより、汀線付近での津波高の理論式 (3) を導いた。また $\bar{U}$ は福井ら¹⁾が提案している式 (4) を使用した。図-3 に沖での津波高と汀線付近の津波高実測値および式 (3) により求めた汀線付近での波高における理論値の関係を示す。図-3 では理論値 ($Fr=1.0$) と実験値 (●) に近似した理論値では大きな開きが見られる。これは理論値が水平床を対象として理論導いていること、沖からの津波の進行時の碎波現象を考慮していないために大きな開きが出ている。

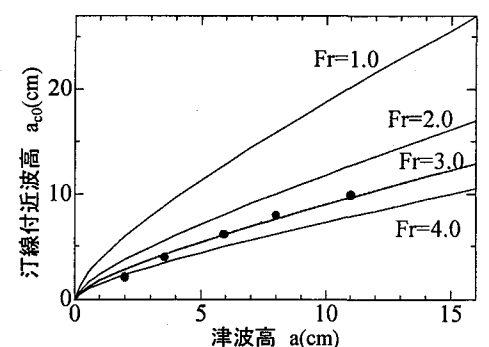


図-3 津波高と汀線付近での波高の関係

$$\bar{U}H = a_c Fr \sqrt{ga_c} \quad (2)$$

$$a_{c0} = \sqrt[3]{\frac{(2h+a)(h+a)}{2h}} a^{\frac{2}{3}} Fr^{-\frac{2}{3}} \quad (3)$$

$$\bar{U} = a \sqrt{\frac{g(H+h)}{2Hh}} \quad (4)$$

図-4 に実験値に近似された理論値と海岸堤防前面での重複波高との関係を示す。ここに a_c , h_c は海岸堤防前面での重複波高, 海岸堤防高さである。(●) は沖での津波高と海岸堤防前面での重複波高との関係をプロットしたものである。海岸堤防高 8cm に対する沖での津波高と海岸堤防前面の重複波高の関係を a_{c0} ($Fr=3.0$) を基準として海岸堤防前面の重複波高の値を表すと $a_c=2.6 a_{c0}$ の値を示した。また沖での津波高が 6cm を超えると段波状の津波が海岸堤防を越流することがわかった。また理論値と実測値の関係から、沖での津波高と海岸堤防前面の重複波高との関係が外れていくのは $a_c=2h_c$ という関係があることが分かった。

図-5 に海岸堤防沖側前面の重複波高での波圧分布を示す。海岸堤防前面の波圧を理論的に求めるため、汀線付近の津波高と海岸堤防の関係から補正係数 λ を用いて海岸堤防前面での波圧式を導いた。

$$\frac{P_s}{\rho g a_c} = (1+\lambda) - \frac{z}{a_c} \quad (5)$$

$$\lambda = \text{func}(h_c, a, a_c, \tan \beta)$$

P_s は海岸堤防前面での波圧, ρ は水の密度, z は静水面からの波圧計の設置位置である。今実験では波圧の鉛直分布での分別パラメータとして a_c/h_c を用いて 3 段階に分別を行った。また式 (5) の補正係数 λ を求めるために数値を代入し, λ 値の決定を行った結果 1.0 の値を得た。

図-6 に式 (5) より $\lambda=1.0$ を代入し, 本実験で行った海岸堤防高に対応する波高計の設置箇所, 沖側下部 z_2 , 沖側上部 z_1 の設置位置に対応する値を代入した理論値と実験値の関係を示す。また図-4 と同じように海岸堤防高さ 8cm に対して沖での津波高が 6 cm を超えると理論から離れる結果が得られた。

4. まとめ

今回行った実験から、沖と汀線付近で連続条件をたてることにより汀線付近での波高を理論的に求めた。また、理論式中の Fr 数を変化させることにより理論値を実験値に近似し、その値を基準にして海岸堤防前面での重複波高との関係求めた。これら求めた理論値を用いて汀線付近の海岸堤防に作用する段波状津波の波圧評価法を提案した。

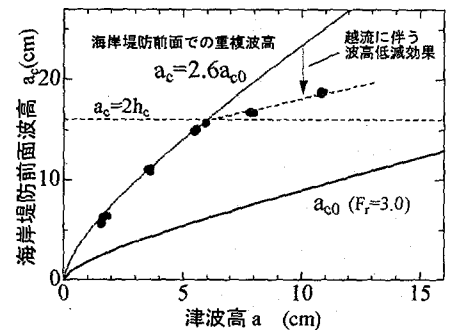


図-4 理論値と堤防前面波高の関係

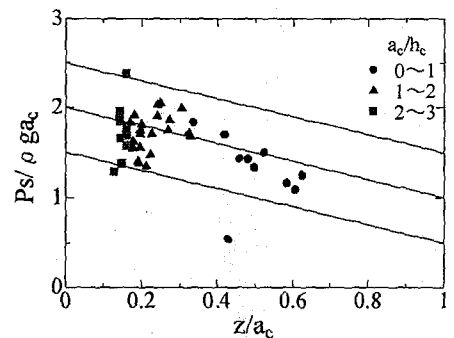


図-5 波圧の鉛直分布

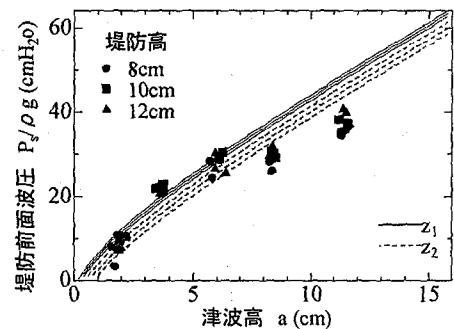


図-6 理論値と波圧

参考文献

1. 福井芳朗・白石英彦・中村 充・佐々木康雄：津波の研究(1)-段波津波の波速について-海岸工学論文集, 第9巻, 1962, pp44-49