

段波津波による衝撃性波圧に関する実験的研究

徳島大学大学院 学生員 ○富永数男

徳島大学環境防災研究センター 正会員 中野 晋

1. はじめに

津波はその波長が長く、その規模も非常に大きいため、砕波の形は重力波の場合とは異なり、より段波的な波形になる。段波的な波形をとった津波は、特有の衝撃的波力が発生することがわかっており、この衝撃的波力が沿岸構造物に甚大な被害を与えると考えられる。そこで本研究では、段波津波の衝撃的波圧に着目して水理実験を行い、既往の研究結果と比較して衝撃的波圧を評価した。

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、静水面までの水深を h 、沖での津波の全水深を H 、沖での津波高を η とする。

3. 波圧の定義

図-2に沖での波高6cm、底面より3.3cmの測点における段波津波波圧の時間変化を示す。ここで波圧は海岸堤防最下点を起点とし海岸堤防上、上向きに測っている。この結果により海岸堤防に作用する段波波圧には3つのピークが存在することがわかる。まず勾配を遡上してきた入射波が海岸堤防に衝突する際に発生する衝撃段波波圧 P_i （写真-1）、次に海岸堤防に衝突した入射波が越流する時に発生する段波津波波圧 P_d （写真-2）、そして入射波の連続的な到達により著しい水位上昇が発生し、津波の平均的な高さに対応する持続波圧 P_s である。それぞれの最大値を、最大段波津波波圧 P_{dm} 、最大持続波圧 P_{ds} と呼ぶことにする。

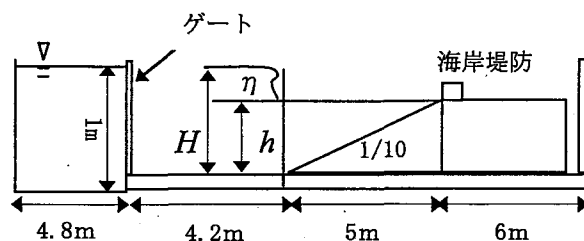


図-1 模型床と測定地点概略図

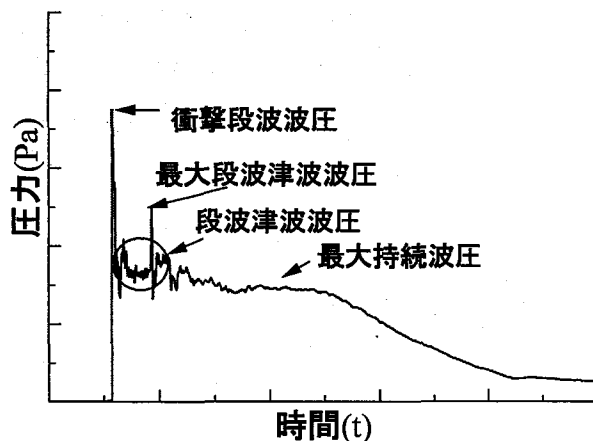


図-2 波圧の時間変化

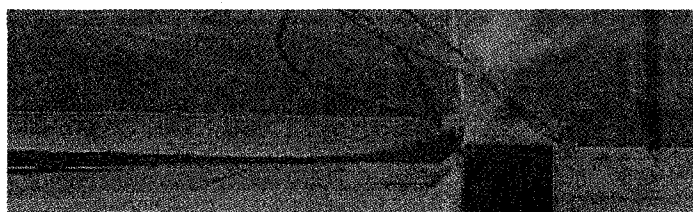


写真-1 衝撃段波波圧発生瞬間



写真-2 最大段波津波波圧発生瞬間

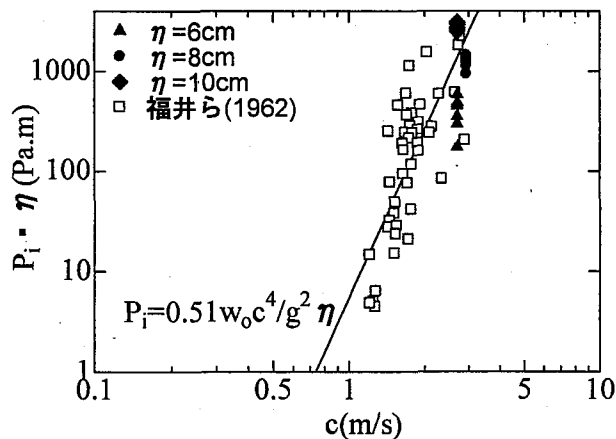


図-3 波速と衝撃段波波圧の関係

4. 実験結果

福井ら(1962)は、衝撃段波波圧 P_i について波圧係数 k 、水の単位重量 w_0 、波速 c 、重力加速度 g および入射波高 η の関係において次式を提案している。

$$P_i = k \frac{w_0 c^4}{g^2 \eta} \quad (1)$$

図-3に本実験と福井ら(1962)の実験結果を示す。福井らは $c=2(\text{m/s})$ 付近のデータから $k=0.33 \sim 0.51$ (直立構造物では $k=0.51$ 、傾斜が緩やかになるにつれて0.33に近づく。)を採用している。本研究では波高8, 10cmでは福井らが提案式に一致するが、波高6cmでは小さくなる。

図-4に最大段波津波波圧と最大持続波圧の関係を示す。ビデオ撮影により最大段波津波波圧の発生状況を確認すると、最大段波津波波圧は入射波が海岸堤防を越流する時の最高波高時に発生していることがわかった。この最大段波津波波圧は衝撃段波波圧を除くその他の波圧に比べて大きな波圧値を示す。そこで本研究と実験条件が同じの既往研究結果と比較を行った。有川ら(2005)は斜面勾配が1/30, 1/50勾配の実験条件で、全波圧の最大値である最大津波波圧 $P_{\max}$ と、最大持続波圧の関係を実験結果により示している。その関係は1/30, 1/50勾配の実験で $P_{\max} = 1.27P_{sm}$ および $P_{\max} = 1.17P_{sm}$ であるとしている。また本研究においては最大段波津波波圧と最大持続波圧の関係は $P_{dm} = 1.97P_{sm}$ の関係を示した。図-4の点線部は、最大段波津波波圧と最大持続波圧の関係が $P_{dm} = 2.74P_{sm}$ 以上を示したものである。最大段波津波波圧は最大持続波圧との関係において、周囲の平均的な波圧値に対し点線部内のような非常に大きな波圧値を示す傾向があり、有川らの実験においても確認されている。この点線部内の波圧は、すべての実験パターンで発生しているわけではないが、他の平均的な最大段波津波波圧に比べて非常に大きな波圧であるため、今後検討を行う必要がある。図-5に無次元最大段波津波波圧の鉛直分布を示す。実線は津波設計に奨励的に使用されている谷本ら(1984)の算定式を示したものである。最大段波津波波圧を対象とした場合、谷本式では完全な過小評価になることがわかった。図-5の点線部内は図-4の点線部内に対応する波圧値であり、その他の波圧値と比較すると大きいことがわかる。また、点線部以外の波圧値は各波高においてほぼ相似形を示し、底面に近づくほど大きくなる傾向がある。

5. まとめ

本研究では1/10勾配を有する条件において、段波津波実験を行った。その結果、入射波が海岸堤防越流時の最高波高時に瞬間的に大きな値をしめす最大段波津波波圧が存在することがわかった。また最大段波津波波圧を対象とすると既存の津波算定式では過小評価になることがわかった。今後は最大段波津波波圧に関し、その発生メカニズムについて検討を行っていく予定である。

5. まとめ

参考文献

水谷将・今村文彦(2000): 構造物に作用する段波波力の実験, 第49回海岸工学講演会講演集, pp731-735

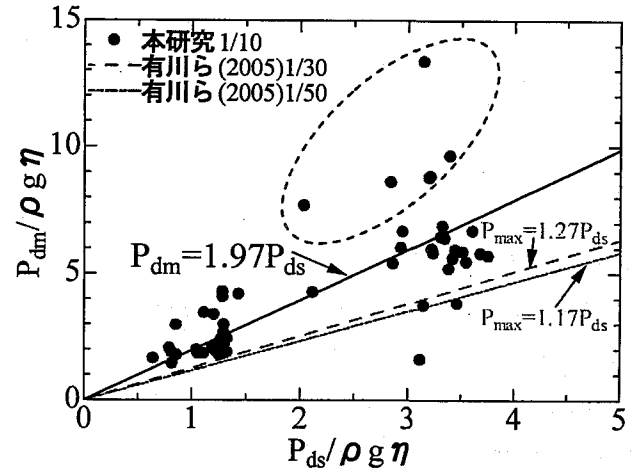


図-4 最大段波津波波圧と最大持続波圧の関係

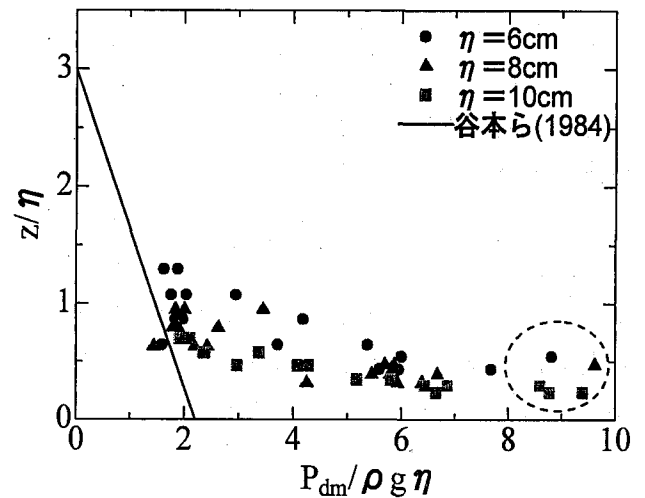


図-5 無次元最大段波津波波圧の無次元鉛直分布