

不規則波に含まれる成分波の位相が最大越波量を生成する波に及ぼす影響

宮崎大学 村上啓介 真木大介
黒木小雪

1. はじめに

不規則波列に含まれる個々波が生成する越波量は不規則に変動し、その中に含まれる最大越波量が背後地に決定的な被害を与えることは十分に想定される。このことから、不規則波が入射する場における最大越波量の特性を把握することは重要と考える。

越波実験は不規則波を用いて実施するのが一般的で、不規則波の統計的な性質を反映できる程度の波数を造波することが適当とされる¹⁾。平均処理をした越波量の特性を議論する場合はこの考え方で足りるが、最大越波量を議論したい場合、入射波の時系列の特性が最大越波量に影響することが考えられる²⁾。例えば、有義波高と有義波周期が同じであっても、不規則波を構成する成分波間の位相が異なれば、生成される水面変動も異なったものとなり、最大越波量も違った値を取る。

このような問題を回避するためには、造波時間を十分に長く取る方法が考えられるが、適当な造波時間を与える指標はない。また、長時間の造波は、水槽内の多重反射の問題を招く場合もある。このような問題を回避する一手段として、有義波高と有義波周期が同じであるが、不規則波を構成する成分波間の位相が異なる波を複数回造波して実験を行うことが考えられる。

本報告は、不規則波を構成する成分波間の位相の

違いが、生成される最大波の波高と周期に及ぼす影響について検討した結果を示す。

2. 実験の方法

実験には、長さ 16m、幅 0.6m、高さ 1m の二次元不規則造波水路を用いた。水路の一端には傾斜が 1/10 の一様勾配斜面が置かれている。実験水深は 0.65m で、一様勾配斜面の始端から沖側に 1 本、一様勾配斜面上の浅海部（水深が約 10cm よりも沖側）に 5 本の波高計を約 20cm 間隔で配置して測定を行った。

本造波装置は、PC で造波信号を生成して造波側の制御装置に信号を転送して造波が開始される。造波信号の作成では、造波板部の水深、有義波高、有義波周期、成分波数、位相が入力値となる。位相に関しては、適当な初期値を与えて乱数を発生させ、乱数をもとに各成分波の位相を $\pm\pi$ の範囲で与えている。

実験では、有義波高 7cm、有義波周期 2 秒の不規則波信号を 100 個の成分波で作成した。成分波間の位相の組み合わせは 50 通りである。造波時間はサンプリング周波数とデータ数から 204.8 秒とした。

図-1 に水面変動の一例を示す。不規則波を構成する成分波間の位相が異なるため、水面変動の時系列波形が大きく異なっていることが確認できる。

3. 実験結果

図-2 は、Ch1～Ch6 で計測した水面変動の時系列を波別解析して得た最大波高のばらつきを示したもの

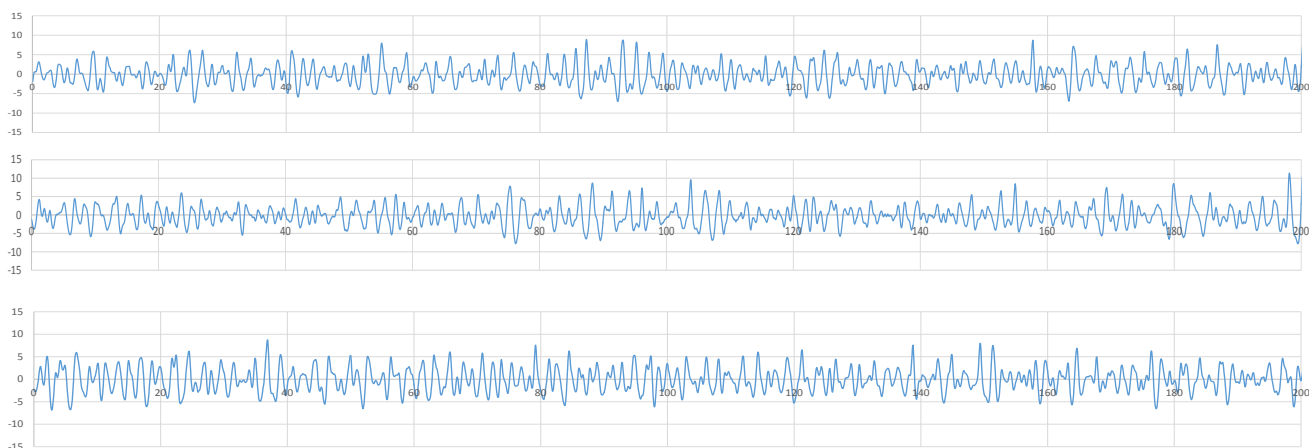


図-1 不規則波を構成する成分波の位相を変えた場合の Ch1 における水面波形の一例

である. Ch1 での最大波高の平均値は 16.7cm, 最大値と最小値の偏差は 10.4cm, 平均値に対する偏差の比は 62%である. 一方, 有義波高の平均値は 10.6cm, 偏差は 1.4cm で, 両者の比は 13%と小さい.

Ch6 の最大波高の平均値は 17.8cm, 偏差は 4.9cm であった. 比較的大きな波に対する浅水変形の影響により最大波高は増幅するが, 斜面上での碎波の影響

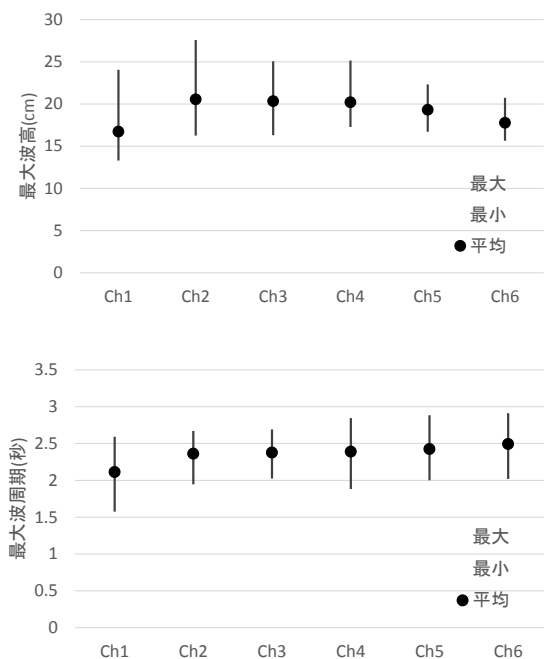


図-2 最大波高と最大波周期のばらつき

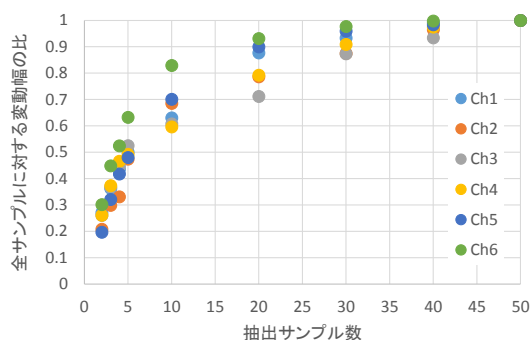


図-3 最大波高の変動幅の割合

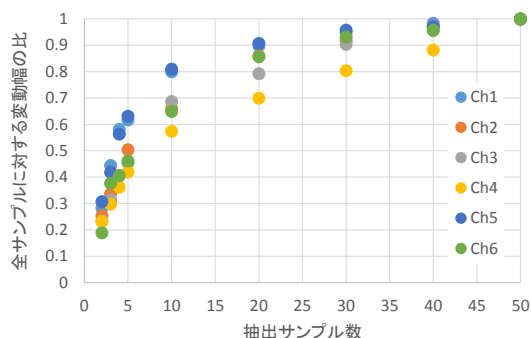


図-4 最大波周期の変動幅の割合

響から最大波高の平均値に対する偏差の比は 28%に減少している.

Ch1 と Ch6 で計測した最大波周期についても同様の整理を行った. Ch1 での最大波周期の平均値は 2.59 秒, 最大値と最小値の偏差は 0.92 秒であり, Ch6 では平均値が 2.49 秒, 偏差が 0.89 秒であった. 斜面上で波浪変形は生じているが, 最大波周期のばらつきは最大波高に比べて相対的に小さく, 水深による違いも顕著ではない.

このように, 有限時間の造波実験では, 成分波の位相の与え方によって最大波高はばらつく. そこで, 成分波の位相を変えた 50 通りの造波信号で生成した不規則波の最大波高について, 時系列データの選択数 (実験の繰り返し回数) が最大波高と最大波周期の変動に及ぼす影響を検討した.

図-3 と図-4 は, 異なる 50 通りの時系列波形から得られた最大波高について, 無作為に任意個数のサンプルを抽出し, その変動幅を全サンプルの変動幅に対する比で示したものである. 抽出サンプル数が増えると, 変動幅は全サンプルの変動幅に漸近する結果となる. 最大波高について見ると, 碎波変形の影響で CH6 の変動幅が他に比べて大きくなっており, 5 サンプルの抽出で 60%以上の変動幅となっている. その際の最大波周期は, 50%~60%程度となっている.

4. まとめ

有限時間の不規則波を, その成分波の位相を変えて造波した場合, 波列に含まれる最大波の波高は大きくばらつくことを示した. 他方, 最大波周期のばらつきは波高に比べて小さい. 有義波高に関しては, 成分波の位相の影響は極端に小さいことを確認した.

時系列データの選択数は最大波高や最大波周期の変動幅に影響を与える. このことは, 成分波の位相を変えた実験回数を増やせば, 最大波高の変動を十分に再現することはできることを示しているが, 実験労力は相当に増える.

今回の実験条件では, 5 回程度の繰り返し実験を行えば, 越波量を観測する浅海部における最大波高の変動がある程度は再現できることを確認した.

参考文献

- 1) 合田良實: 耐波工学, 鹿島出版会, pp. 430, 2008.
- 2) 山下真奈, 村上啓介, 他 2 名: 強風下における個々波の越波量特性に関する検討, 土木学会第 73 回年次学術講演会, II-184, pp. 367-368, 2018.