

波浪エネルギーの増幅機構の開発に関する基礎的研究

宮崎大学工学部 学生会員 岡本英久

宮崎大学工学部 正会員 村上啓介

1. まえがき

近年、地球温暖化防止や安全性の観点から、自然エネルギーの活用が注目されている。その中でも、波エネルギーは活用の可能性を秘めており、古くから利用技術の開発が行われている。特に1973年の石油危機以降、世界各国で研究開発が進められ、我が国でも研究が進められてきたが、大規模な実用化には至っていない。しかしながら、四方を海に囲まれた我が国には、非常に大きな波エネルギーが来襲しており、その利用の可能性は大きい。

波力発電が実用化しない理由の1つとして、発電にかかるコストが高いことが挙げられる。太陽光や風力を利用した発電に比べ、現時点では発電にかかるコストが高い。したがって、波エネルギーを利用するには、太陽光や風力よりも定常的に、効率よくエネルギーを取り出すことが必要となる。

本研究では、既存の防波堤前面の重複波に注目し、その波高を増幅させることによって効率よく波エネルギーを取り出す方法を提案する。

2. 実験条件

実験には、長さ15m、幅0.6m、高さ1mの二次元水槽を用いた。図-1に実験水路の概要を示す。造波板から10.63mの位置に模型堤体（以下、鉛直壁）を設置し、水深 h は0.6mとした。入射波高は $H=0.05\text{m}$ とし、周期 T は0.8secから0.2secずつ、2.2secまで変化させた。波高計は容量式波高計を用い、入射波高と鉛直壁前面の波高を測定した。なお、鉛直壁前面では、壁面の直近の波高と、そこから沖側に0.01m離れた地点での波高を計測した。模型縮尺は1/20を想定している。

本研究では、ケース1とケース2の二通りの実験を行った。

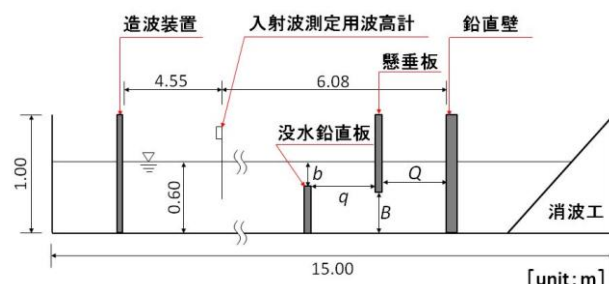


図-1 実験水路

(1) ケース1

ケース1では、鉛直壁前面に懸垂板または没水鉛直板を設置し、その開口部の大きさ Q と、板と鉛直壁との幅 B を変化させ、実験を行った。図-1に実験水路の概要を示す。 B と Q は、それぞれ0.2mもしくは0.4mに設定し、それらの組み合わせについて実験を行った。ただし、懸垂板を設置した条件での、 $B=0.4\text{m}$ 、 $Q=0.4\text{m}$ の実験は行っていない。

(2) ケース2

ケース2では、鉛直壁前面に円筒を設置し、実験を行った。実験装置の概要を図-2に示す。円筒の内径は0.1mであり、円筒底面と水槽底面との幅 G を0.05m、0.10m、0.15m、0.20mと変化させた。実験では、円筒内部の水面変動を計測して増幅特性を検討した。

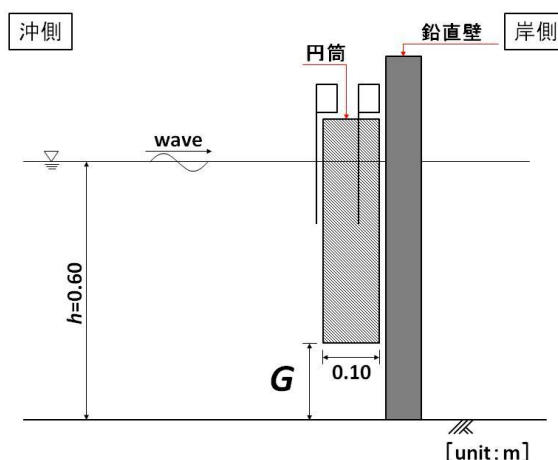


図-2 実験装置（ケース2）

3. 実験結果

(1) ケース 1

実験の結果、鉛直壁前面に懸垂板を設置した場合には、長周期の条件で波高が増幅されることが確認できた。例として、 $B=0.2\text{m}$ 、 $Q=0.2\text{m}$ の条件での実験結果を図 - 3 に示す。ここで、 H は鉛直壁前面の波高、 H_0 は入射波高である。一方、没水鉛直板を設置した場合では、波高は増幅されず、いずれの条件でも $H/H_0=2.00$ 程度となった。

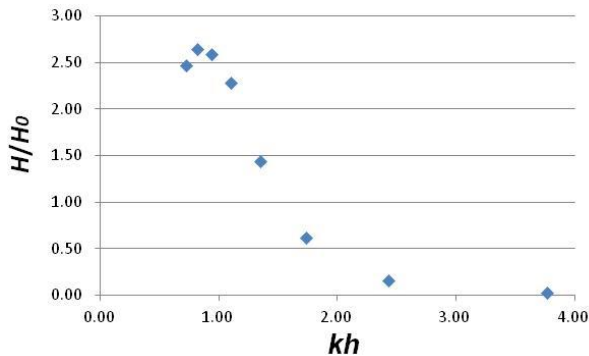


図 - 3 実験結果 (懸垂板 $B=0.2\text{m}$, $Q=0.2\text{m}$)

また、模型堤体前面に懸垂板および没水鉛直板のいずれかを設置した場合について、選点解法を用いて数値計算を行った。図 - 3 に示した条件について、実験結果と計算結果のグラフを図 - 4 に示す。図 - 4 より、若干の差異はあるものの、波高が増幅される様子を、数値計算が良好に再現することが分かる。

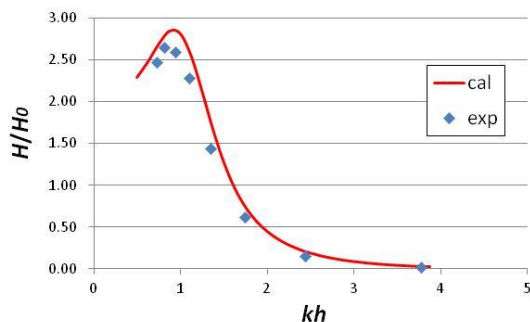


図 - 4 計算結果 ($B=0.2\text{m}$, $Q=0.4\text{m}$, $b=0.2\text{m}$, $q=0.4\text{m}$)

(2) ケース 2

鉛直壁前面に円筒を設置した場合、懸垂板の場合と同様に長周期の条件で波高の増幅が確認された。また、円筒底面と水槽底面との幅 G が大きくなると、増幅のピークが短周期側に移動する傾向が見られた。例として、 $G=15\text{cm}$ の場合の実験結果

を図 - 5 に示す。なお、 H は円筒内の波高を指す。

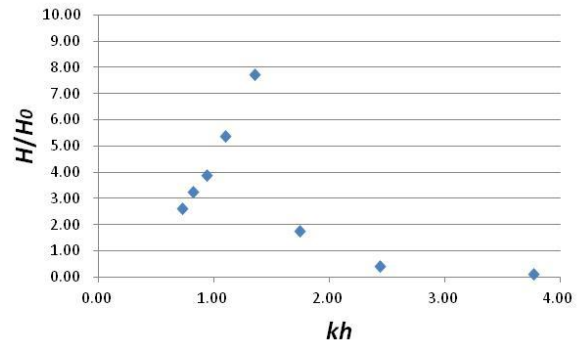


図 - 3 実験結果 (円筒 $G=15\text{cm}$)

4. 結語

以上、鉛直壁前面に懸垂板および没水鉛直板、または円筒を設置し、それぞれの構造が波高ば増幅に及ぼす影響を実験により解析した。その結果、以下の内容を得た。

- ・ケース 1 の実験では、波高は最大 2.7 倍程度増幅された。波高比が 2.0 を超える最大の kh の条件は $kh=2.0$ 程度であった。
- ・ケース 1 の実験は、選点解法により数値解析が可能である。
- ・ケース 2 の実験では、波高は最大 7.7 倍程度増幅され、波高比が 2.0 を超える最大の kh の条件は $kh=1.7$ 程度であった。
- ・ケース 1 に比べ、ケース 2 の条件の方が、鉛直壁前面の波高を増幅させることができる。

したがって、今後はケース 2 の円筒の条件について、内径の大きさが波高に与える影響を実験によって確認する。また、円筒内に浮体を浮かべ、その運動特性を明らかにする。

参考文献

- 1) 高橋重雄：波エネルギー利用への再挑戦，海洋開発論文集，第 24 巻，pp.7-12，2008。
- 2) 吉田明徳，鶴本良博，小島治幸：波浪境界値問題におけるポテンシャル接続法の選点解法について，Technology Reports of Kyushu Univercity，1989，Vol.62，No.3，pp.169-177
- 3) 佐伯信哉，中村考幸：遊水室内の波浪共振を利用した鉛直混合促進型防波堤の開発，海岸工学論文集，第 54 巻，pp.1241-1245，2007。