

第Ⅱ部門

トンネル型人工リーフによる戻り流れをエネルギーに利用するための可能性評価

大阪産業大学工学部 学生員 ○品川 拓也

大阪産業大学工学部 正会員 水谷 夏樹

1. はじめに

近年、洋上風力発電を始めとする様々な海洋再生可能エネルギーの利用に関する研究開発が行われている。その中で波力発電は、沿岸で実施可能なエネルギーとして設置コスト的に有利であり、大電力を見込むことは難しいものの島嶼などでの地産地消電力としての期待がある。波力発電の方法として振り子式や振動水柱型など様々なものが検討されているが、その一つとして本研究では、トンネル型人工リーフによる戻り流れを利用する方法について検討する。

2. 研究内容

本研究は、1/10 勾配の一樣斜面上に規則波を入射させ、斜面上にトンネル型人工リーフを設置してトンネル内での戻り流れを評価する。検討する波浪は、和歌山県潮岬沖の夏期の波浪を対象とし、2018 年 7～9 月の国土交通省ナウファスのデータを用いて台風時以外の波浪諸元を検討した。検討の結果、表-1 に示す 3 ケースを代表的な波浪として解析対象とした。数値解析に用いる波浪条件はこれらの 1/100 とした。

解析は 2D CADMAS-SURF を用いた。数値解析結果を将来的に実験によって検証することから、図-1 に示すように 1/100 実験スケールの数値波動水槽を構築した。計算格子サイズは $dx=10\text{ mm}$, $dy=5\text{ mm}$ とし、 1000×90 の格子数で計算を行った。トンネル型人工リーフの機能を検討する前に、まず、通常的人工リーフを設置して、リーフ天端水深 $R=1, 2, 3\text{ cm}$, リーフ幅 $B=25, 50, 75\text{ cm}$ でリーフの周辺の平均水位の変化について検討した。図-2 は、各条件における通常リーフ前後の平均水位の空間分布である。縦軸は造波開始から 50 周期分の各点における平均水位を入射波高で無次元化している。横軸は水平距離を各リーフ幅で無次元化し、リーフの沖側端部をゼロとして示している。リーフ天端水深 $R=2\text{ cm}$ の場合もリーフの岸側で平均水位の上昇が見られるが $R=1\text{ cm}$ の場合と比べると小さい。 $R=1\text{ cm}$ の場合は、波高 $H=2, 3\text{ cm}$ のケースで波高の 12～18% 程度の平均水位の上昇量が見られ、リーフ沖側での平均水位の低下と併せればかなりの水位差が生じる。リーフ幅 B による変化はリーフ岸側端部ではあまり大きくなく、 $B=25\text{ cm}$ あればリーフ上で碎波が発生する。以上のことから、本研究では、 $R=1\text{ cm}$, $B=25\text{ cm}$ のケースを対象としてトンネル型人工リーフに置き換えて検討を行った。

トンネル型人工リーフの諸元のうち、リーフの天端上水深を 1 cm 、リーフ厚を 2 cm と固定しトンネル高さについては、 $H_t=2, 3, 4\text{ cm}$ の 3 種類の検討を行った。まず、図-4 にトンネル内の 50 周期分の時間平均流速の鉛直分布を示す。当然のことながら、 H_t が小さくなるほど戻り流れの平均流速は大きくなる。図-5 は時間平均流速を断面平均したものであるが、入射波高が大きいほど断面収縮の効果が大きくなっている。図-6 は入射波のエネルギーに対する流れのエネルギーの変換割合を示したものであり、一次変換効率に相当する。一次変換効率は最大でも 1% を下回る結果となり、現状では実用化まで持つて行くには厳しい結果となった。しかしながら、形状の工夫や設置位置など改良の余地があると考えられる。

3. 結論

本研究では、トンネル型人工リーフを用いて戻り流れを発生させ、波エネルギーを流れのエネルギーに変換し、再生可能エネルギーとして利用可能かどうか検討を行った。一次変換効率は 0.8% 程度であり、他の波力発電に対して低いものとなった。しかしながら、人工リーフそのものには防災機能も備わることから、エネルギー利用の単一目的だけでなく、複合施設としての利用を図ること可能である。今後は、リーフ前後の法勾配や各種の形状を再検討することで高効率化を目指していきたい。

Takuya SHINAGAWA, Natsuki MIZUTANI

mizutani@ce.osaka-sandai.ac.jp

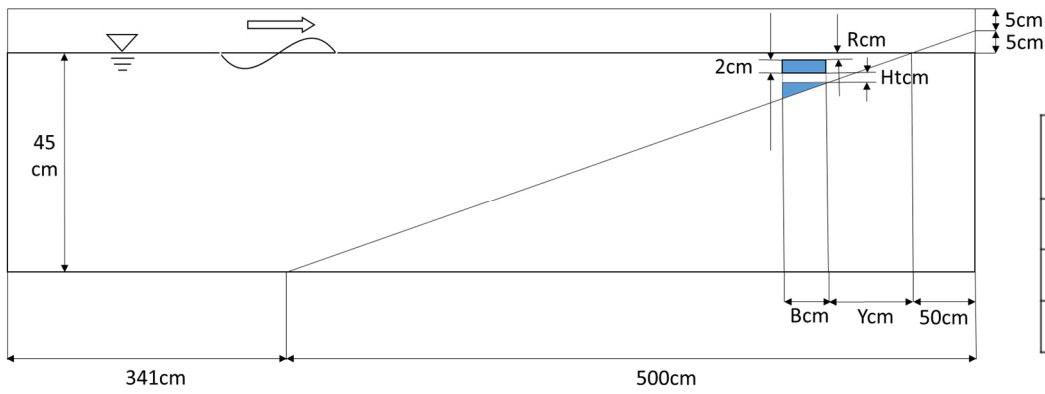


表-1 計算対象の波浪

波高 [m]	周期 [s]	波形 勾配
1	8.0	1/100
2	9.8	1/75
3	9.8	1/50

図-1 計算領域の諸元

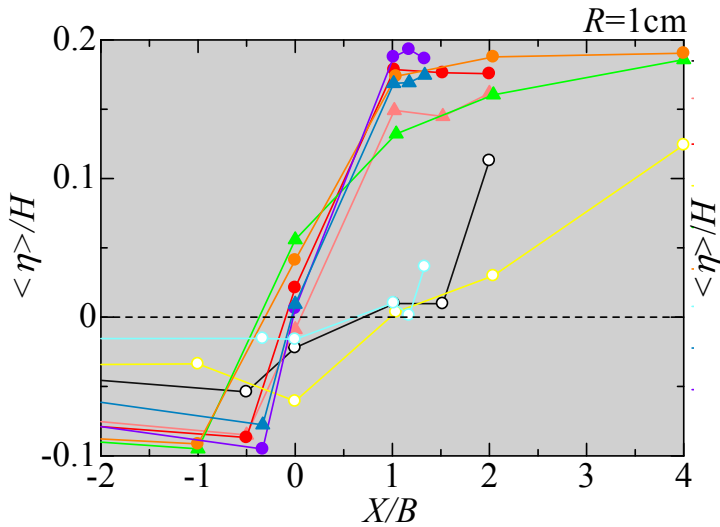


図-2 平均水位の空間分布 ($R=1\text{cm}$)

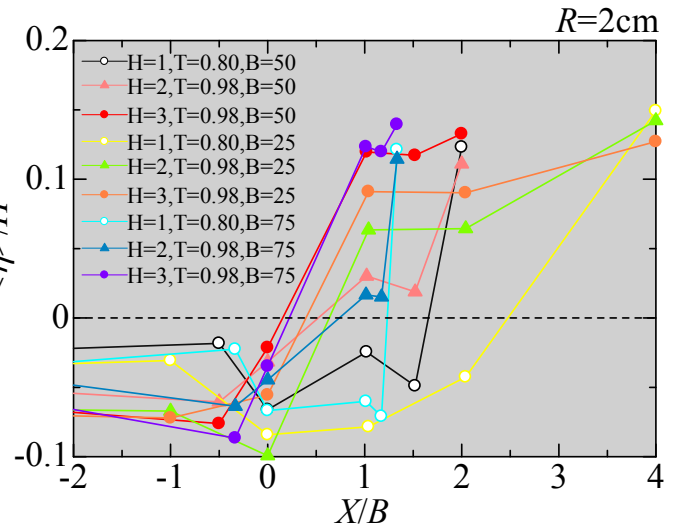


図-3 平均水位の空間分布 ($R=2\text{cm}$)

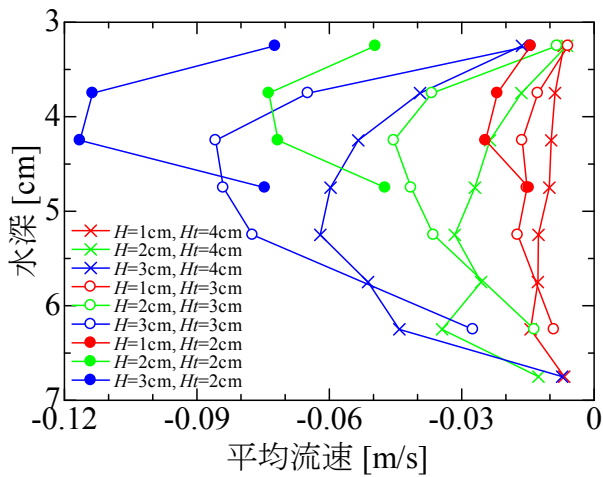


図-4 トンネル内の戻り流れの平均流速分布

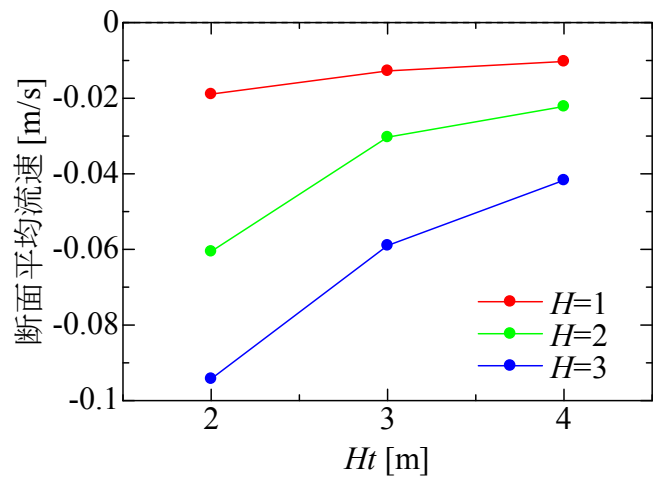


図-5 トンネル内の戻り流れの断面平均流速の変化

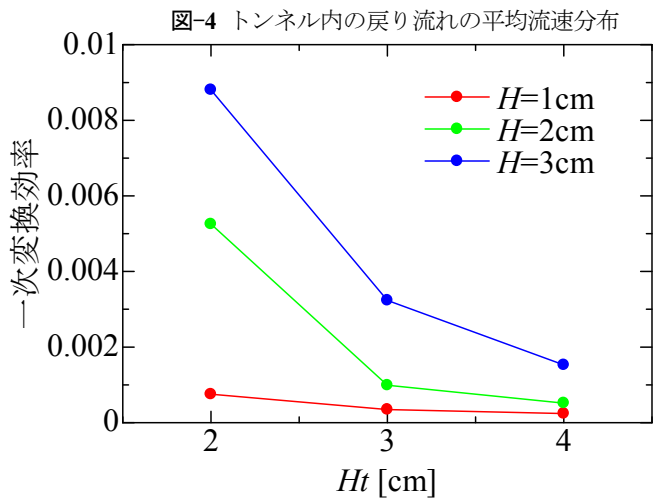


図-6 入射波エネルギーに対するトンネル内の流れエネルギーの変換効率の変化