

研究成果報告書

所属機関
秋田大学 大学院理工学研究科技術部

職名
技術専門
職員

氏名
齋藤 憲寿

研究テーマ

非常用電源として砂浜で発電する新しい波力発電技術の開発

研究報告

1. 研究の背景と目的

地震や大雨などの災害が発生した場合、外部からのライフラインが絶たれ孤立することが懸念され、孤立すると救助・救援が行われるまでの間、長期にわたり困難な避難生活を強いられる。困難な避難生活を少しでも緩和するためには避難施設近郊から必要最低限の電力を供給することが必要であり、長期の避難生活を想定した場合、沿岸域では波エネルギーの活用による発電が適していると考えられる。そこで本研究は、砂浜（波打ち際）を対象とした波力発電装置を作製し、押し波および引き波による発電の可能性について検討した。

2. 研究成果および考察

(1) 実験方法

Fig. 1に発電装置を示す。発電装置の主な構成はフレーム、波よけ、パドルおよび発電用モーターであり、波高が変化しながら汀線へ来襲する押し波に対し、モーターの回転をスムーズにするため片側のみ波よけを取り付けた。これは構成を極力シンプルにすることで製造コストを抑え、小型化によって災害時における持ち運びや設置、撤収が容易となるようにしている。

Fig. 2に発電用モーターを示す。本研究では自転車で使用されているシマノ製ハブダイナモを使用し、定格出力は6 V, 0.9 Wである。Fig. 1のパドルに押し波または引き波が衝突するとパドルと接続しているローターが回転し、運動エネルギーを電気エネルギーへ変換する。

Fig. 3に発電実験の概要を示す。実験は秋田県潟上市の出戸浜海水浴場で実施し、波打ち際に発電装置、プロペラ式流速計および超音波式水位計を設置した。そして後方に設置したデータロガーおよびPCを用いて計測を行った。

(2) 実験結果

押し波および引き波が発電装置を通過した際のデータを得るため、7つの波を対象に水位、流速および電力を0.01秒間隔で60秒計測した。なお、計測当時の天候は晴れで風速は3.0 m/s以下、波は穏やかであった。

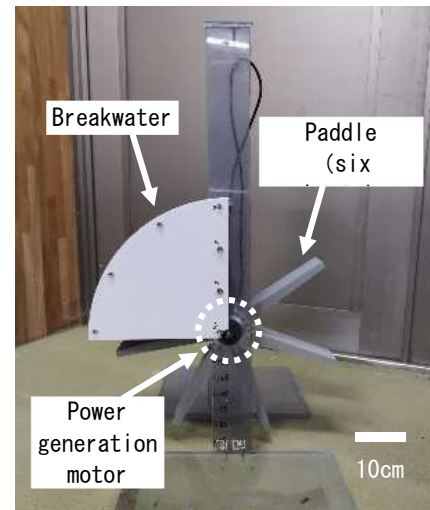


Fig. 1 Power

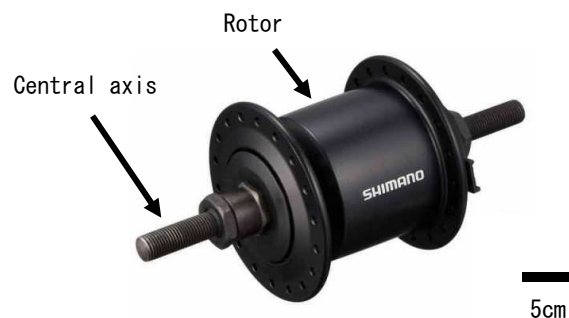


Fig. 2 Power generation motor.

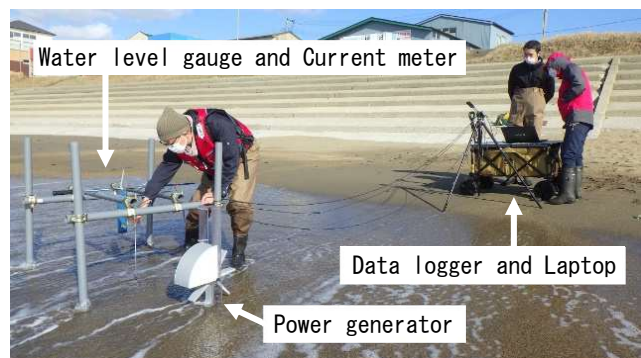


Fig. 3 Power generation experiment.

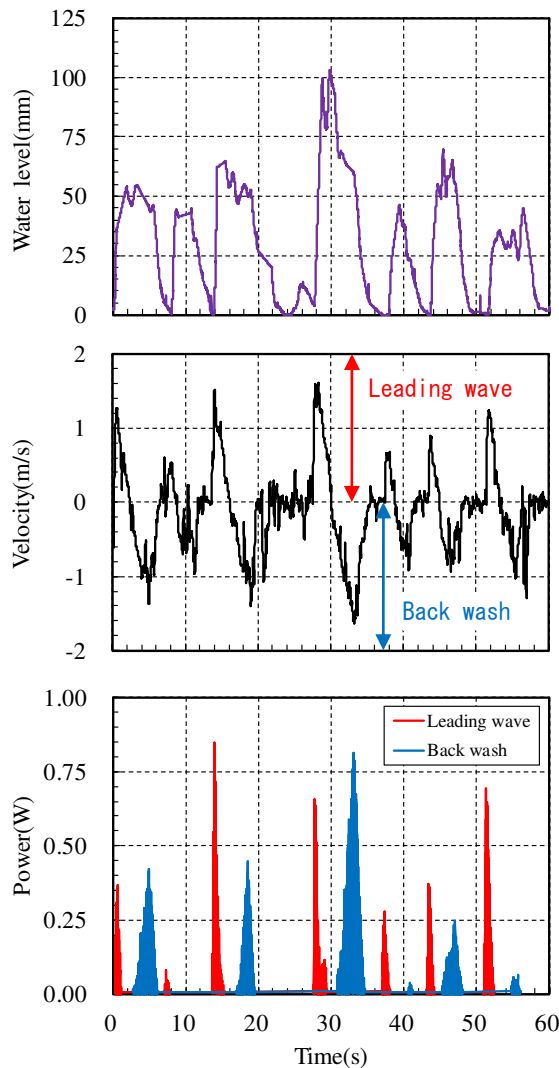


Fig. 4 Changes over time in water level, velocity and power.

Fig. 4に水位、流速、電力の経時変化を示す。地形や波の重なりによって波打ち際に到達する波は個々に異なるため、水位や流速に差が生じている。そして計測時間内の水位は最大103.01 mm、周期は平均8.92秒であった。

流速は押し波をプラス、引き波をマイナスで示している。押し波は汀線に達した直後が最も速く、最大で1.61 m/sとなった。一方、引き波は水位低下に伴い流速が徐々に増加し、最大で1.61 m/sとなったが、両者の最大値に大きな差は見られなかった。電力は押し波、引き波どちらも発電していることを確認したが、水位や流速が小さい波では全く発電しない場合があった。また、押し波は最大で0.48 W、引き波は最大で0.34 Wであり、発電の瞬間値では押し波が優勢であった。

発電が確認できた箇所について、Fig. 5に水位、流速および電力の相互関係を示す。押し波のグラフを見ると7つの波は条件がそれぞれ異なるため、広範囲に筋状のプロットが複数見られるが、共通して水位が低い場合に電力が高くなる傾向であった。これは波の流量が一定の場合、水位が低いほど流速が増加するため、パドルを取り付けたモーターの回転数も増加したと考えられる。したがって、押し波の場合は波が発電装置を通過した瞬間に発電効率が良好となることが明らかとなった。一方、引き波のグラフを見ると、発電が確認できた箇所がグラフの中央に収束しており、押し波とは異なる傾向であった。これは波打ち際に溜まった海水が引き波として沖側へ戻る場合、発電装置を通過する際の水位が押し波よりも高いことが要因と考えられる。

ここで、瞬間値として得られた60秒間の電力を積分して発電量を算出すると、押し波は0.12 Ws、引き波は0.22 Wsと1.83倍であった。Fig. 4に示す最大流速では大きな差は見られなかったため、発電した合計時間を比較すると押し波は9.06秒、引き波は14.81秒と1.63倍であることから、本研究における発電量の差は発電時間が大きく影響していたと考えられる。

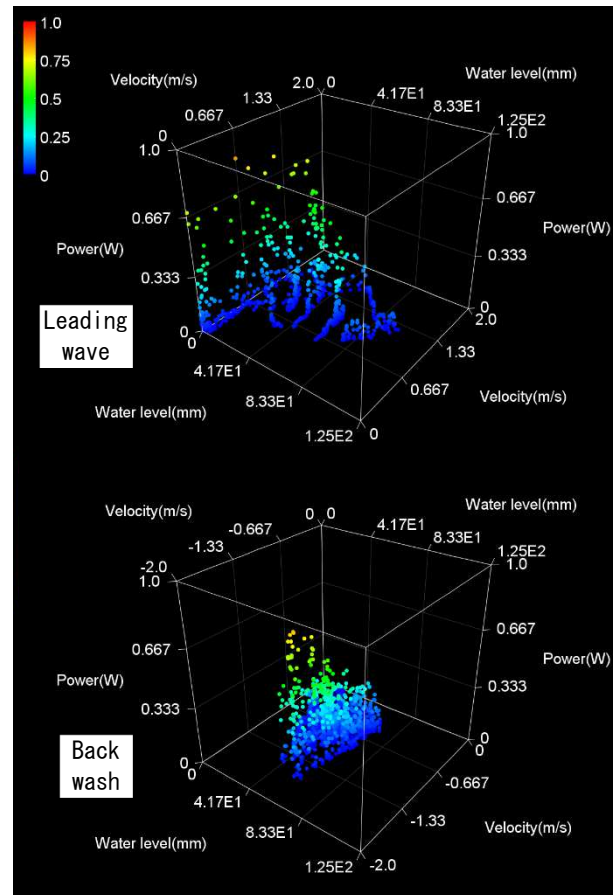


Fig. 5 Interrelationships among water level, velocity and power.

3. 将来展望

本研究は砂浜（波打ち際）を対象とした波力発電装置を作製し、押し波および引き波による発電の可能性について検討した。その結果、計測した7つの波は水位や流速などの条件は異なるものの、押し波、引き波ともに発電することが確認できた。また、引き波の発電量は押し波の1.83倍となり、発電時間の違いが大きく影響していたと考えられる。今後はパドルや波よけの形状や寸法を変えて発電性能との関係を明らかにし、効率の良い発電装置の開発を目指してゆく。

4. 研究発表

齋藤憲寿, 高橋圭太, 秋永加奈, 大河内純一, 渡辺一也：汀線の波エネルギーを利用した小規模な発電技術の開発, 混相流シンポジウム2023, OS0704, 2023.