

弁式導水パネルを利用した越流式波力発電装置に関する実験的研究

電源開発株式会社

正会員 ○森 貴 寛

名古屋大学大学院工学研究科 フェロー 水谷 法美

1. はじめに

地球温暖化の問題が深刻化しているが、その原因として二酸化炭素等の温室効果ガスの排出などが指摘されている。2011 年の東北地方太平洋沖地震により発生した津波災害で、温室効果ガスをほとんど排出しないとされてきた原子力発電のリスクが明らかになり、そのような状況のもと、再生可能エネルギーがこれまで以上に期待されている。日本は四方を外洋に囲まれており、潜在的に莫大な海洋エネルギーを有している。そのため、海洋エネルギーの回収に関する研究が多く行われてきたが、ほとんどの事例が実用化までに至っていないのが現状である。一方、海外では、Pelamis などの波力発電装置が商用運転を行っているのに加え、他の実海域での実証実験も多く行われている。日本国内で海洋エネルギー回収のための実証実験が遅れている原因として、費用対効果が低いことや設置対象海域周辺の合意形成の困難さなどが挙げられる。費用対効果に関しては、既存施設や新規施設の負荷設備とすることでコストの軽減が図られる可能性がある。本研究では、規模のそれほど大きくない施設を想定し、漁港などの防波堤の付加設備として弁式導水パネルを前面に設置した海水交換型防波堤¹⁾²⁾を想定し、弁式導水パネルを用いた越流式波力発電装置を付加する場合を考え、その基本特性を水理模型実験により考究した。

2. 実験方法

水理模型実験を名古屋大学大学院工学研究科の二次元造波水槽（全長 30m, 幅 0.7m, 高さ 0.9m）を使用して行った。隔壁板により水槽を二分し、片方に、水位変化に対応出来るように三段の取水口を設けた貯水タンク（幅 0.45m, 高さ 1.0m）とその手前に弁式導水パネルを設置した（図-1 参照）。パネルは設置箇所を変えられるよう可動式とした。弁式導水パネルは、弁によりパネルの通水部で貯水タンク方向の流れ

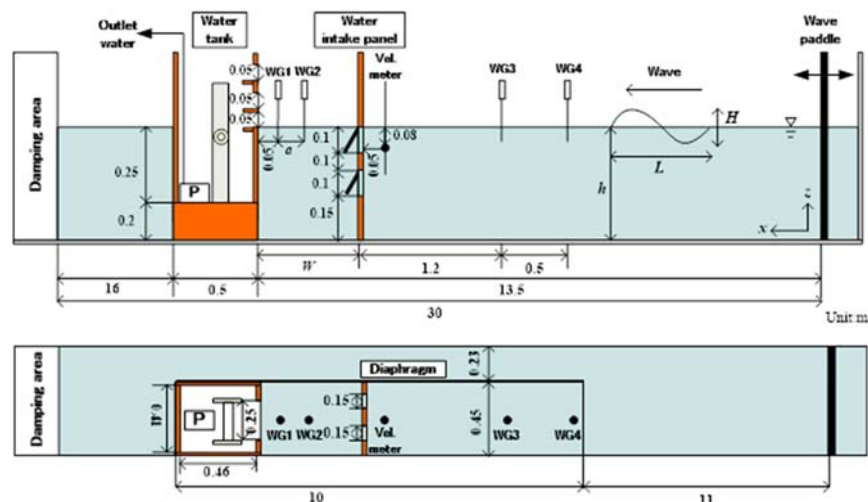


図-1 実験装置の概要（上：側面図，下：平面図）

表-1 実験条件

Wave period : T [s]	1.2-2.0 ($\Delta t=0.2s$)
Wave height : H [cm]	5, 7, 9
Water depth : h [cm]	45, 50, 60
Distance to tank: W [cm]	15, 20, 25, 30, 40, 50

が卓越するよう工夫されている。このパネルにより促進された貯水タンクへの水供給により貯水タンク内に水を流入させ、その水の落下により発電させた。発電は、2枚の羽根を取り付けた水車を貯水タンク内に落下する水で回転させ、交流発電の発電機を作動させた。発生した電気は、既知の抵抗($R=8.2\Omega$)間の電圧 V を測定することで求めた。電圧の測定は貯水タンク内に越流が開始してから貯水タンク内の水位が 0.1m 増加した時点で終了した。その間の電圧計・波高計の時間変化をサンプリング周期は 0.01 秒で記録した。実験条件は表-1 に示す条件で行った。実験では、導水パネルの前後に 2 本ずつ水位計を設置し、水位変動の計測を行った。

キーワード：越流式波力発電，導水パネル，再生可能エネルギー

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 052-789-4630

3. 実験結果とその考察

図-2はパネルが有る場合の越流量 q と無い場合の越流量 q^* の比(q/q^*)のパネル間隔 W と入射波長 L の比(W/L)に対する変化を示したものである。この結果から、 W/L が小さくなるに従い、 q/q^* が大きくなり、 $W/L \leq 0.1$ では $q/q^* \geq 1.0$ となるケースが非常に多くなる。

図-3に、水深50cm、波高7cm、周期1.4秒、 $W/L=0.06$ の場合のパネルの有無による水位変動の比較を例示する。同図からもわかるように、一般にはパネルのある方が波峰高および平均水位が高くなる傾向のあることが確認された。また、この傾向は、 W/L が小さくなるにともない顕著になることも確認された。このような結果は、中村ら³⁾⁴⁾の実験で確認されたピストンモードに近い現象が W/L が小さい場合に生じ、それにともなって、越流量が増えたと考えられる。この結果ら、弁式導水パネルの設置によってパネル背後に導水が促進されたといえる。

図4に水深50cmにおける発電量と越流量の関係を示す。ここで、発電量は、波が定常状態になってからの10波分の平均 P_{avg} で表示してある。同図より、幅越流量が増えたと発電量は増加することがわかる。したがって、越流量を増加させることで発電量を増加させられるといえる。波エネルギー P_{wave} に対する発電量の比 P_{ave} / P_{wave} から評価した出力効率 K_o は、本実験全体を通して約1.0%となった。この値は発電効率としては、かなり低い値であるが、発電システムの改良により改善できるものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、弁式導水パネルを用いた越流式波力発電装置の基本特性の検討を水理模型実験に基づいて行った。その結果、(1)弁式導水パネルを設置する事によって波峰高および平均水位が上昇し、越流量が最大2倍近く増加すること。(2)越流量を増やすことで発電量を増やすことができること、などが明らかとなった。ただし、発電効率は高くなく、今後、数値解析も行いながら、弁式導水パネルの効率化やそれによる、越流量と発電量の効率化を行う必要がある。最後になるが、本研究を行うにあたり、造船学術研究推進機構の補助をいただいたことを付記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 塩崎ら(1996), 海工論文集, 第43巻, pp1226-1230.
- 2) 島田ら(1999), 海洋開発論文集, 第15巻, pp433-437.
- 3) 中村ら(2002), 海工論文集, 第49巻, pp661-665.
- 4) 中村ら(2009), 海洋開発論文集, 第25巻, pp365-370.

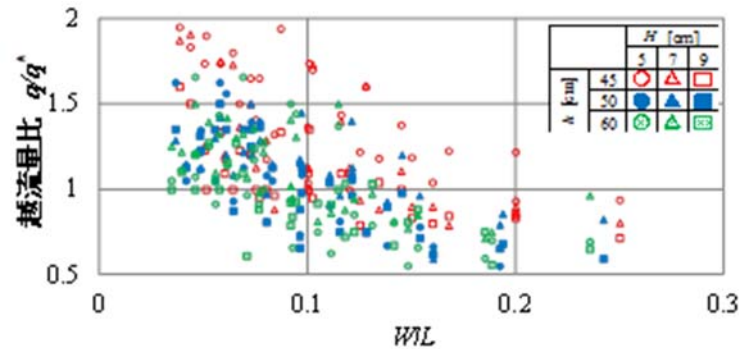


図-2 越流量比と無次元パネル間隔の関係

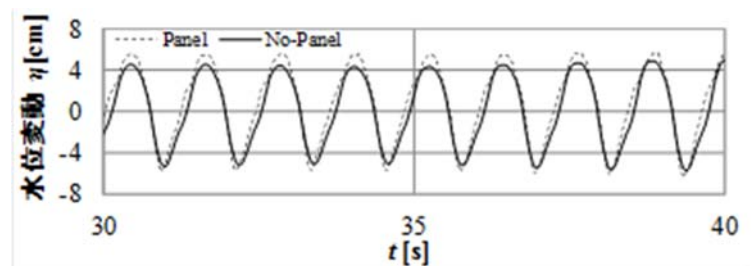


図-3 パネル有無による水位変動の時系列変化の比較例

($h=50\text{cm}$, $T=1.4\text{s}$, $H=7\text{cm}$, $W/L=0.06$)

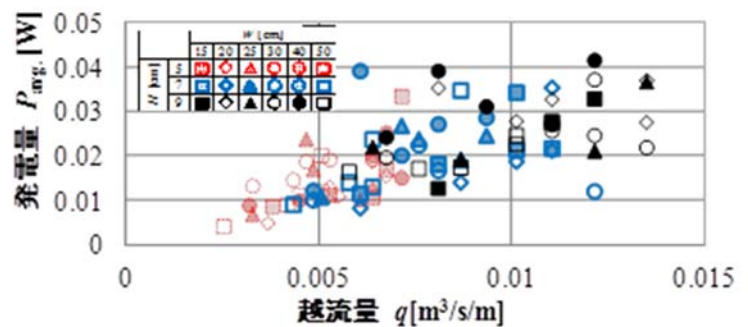


図-4 発電量と単位幅越流量の関係 ($h=50\text{cm}$)