

II - 60

水弁式波力発電装置の効率特性に関する研究

東北大学大学院	学生員	○佐藤 英資
東北大学大学院	学生員	千村 広介
東北大学工学部	フェロー	沢本 正樹

1. はじめに

水弁集約式波力発電装置の利点の一つとして、連成効果が挙げられる。この連成効果とは複数の波力空気室によって得られた空気流を集約し、同一のタービンを回転させる方式である。本研究では、波力空気室の連成がない場合と2連成の場合の波力発電装置に対して数値実験と模型実験をおこない装置全体のシステムを明確にするとともに空気室の連成が最終効率にどのように影響してくるのか考察をおこなった。

2. 数値モデルについて

数値計算においては、波力空気室、水弁室、排気、吸気ダクト内で空気質量の保存則、熱力学の第一法則、気体の状態方程式が成り立つと仮定し定式化をおこなった。数値計算において水弁前後の圧力損失水頭は、水弁の損失特性に関する実験を別途おこなって実験式を求め、計算式に代入した。

3. 実験装置・実験方法

実験装置および測定点を図-1に示す。実験は波力空気室の連成の数、入射波高、ノズル比を変化させておこなった。測定は、 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 における圧力変動を歪式圧力計、 H_1 , H_2 , H_3 , H_4 における水面変動を容量式波高計により測定した。測定は100HZでサンプリングし、AD変換後ハードディスクに記録した。 H_1 , H_2 による水面変動から入射波高、反射率、周期を決定し5波分に対して位相平均化処理をおこない解析に用いた。

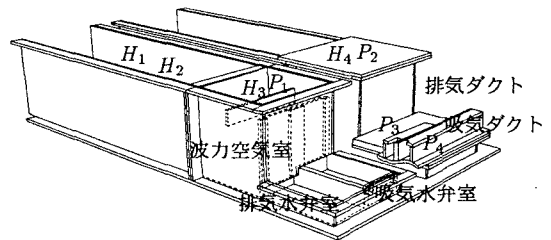


図-1 実験装置概略図

4. 数値実験と模型実験の比較および考察

図-2に連成がない場合の波力空気室内の水面変動を示す。ノズル比が小さくなると空気流に対する負荷が働くために水面変動が小さくなることわかる。ノズル比が1/188の場合の空気室内、排気、吸気ダクト内の圧力変動を図-3に示す。水弁前後では空気流が間欠的に通過する影響により圧力変動に小さい振幅が見られるが、計算結果は実験値とよい一致を示している。図-4にノズル比と反射率の関係を示す。水弁がない波力発電装置と比較して全体的に反射率が大きくなっているが、ノズル比が最大のケースでは反射率が抑えられていることがわかる。水弁が空気室内の水面の上下運動に対して負荷となり、水面の下降するスピードを抑える働きがあることが原因と考えられる。図-5にノズル比とパワー効率の関係を示す。ノズルを通過する空気流速は水面変動が増加するに従い大きくなると考えられるが空気室内の圧力上昇が抑えられるため、最適なノズル比が存在すると考えられる。本研究における最適ノズル比は1/200付近であった。

図-6に波力空気室が2連成で位相差が 180° の波が入射する場合の空気室内の圧力変動を示す。図のように空気室に入射する波が位相差を持っている場合にはダクトに集約される空気流に対する負荷が抑えられると考えられるため効率がアップするとも考えられる。図-7に2連成の場合のノズル比とパワー効率の関係を示す。空気室の連成がない場合と比べて、有意な差は見られなかったが入射波の位相差が 90° の場合に効率が減少している。これまでの研究により水弁前後の空気流速が大きいほど効率がよいことがわかっている。位相差が 90° の場合には、空気流の干渉が生じ水弁前後の空気流速が抑えられて効率が減少したと考えられる。

5. まとめ

今回の実験結果からは波力空気室の連成の有無による明確な違いは見られなかった。しかし、連成がある場合には入射波の位相差が効率に影響をあたえると考えられる。空気室の連成をさらに増やした場合、その連成空気室と入射波の位相差が効率特性におよぼす影響を明らかにしていく必要がある。

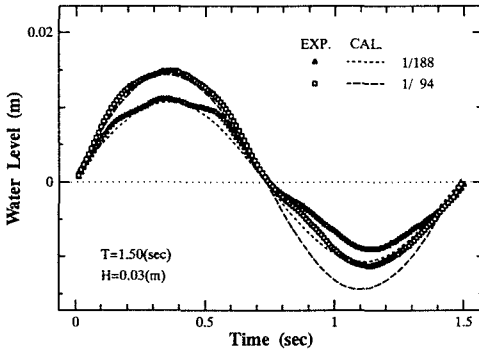


図-2 空気室内水面変動

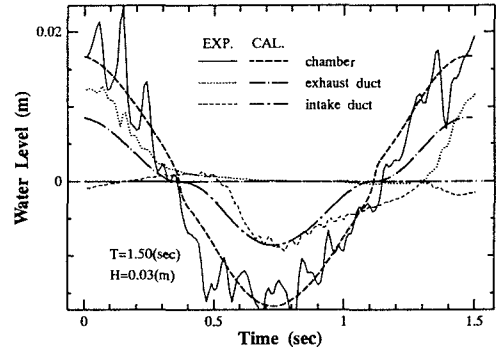


図-3 空気室・ダクト内圧力変動

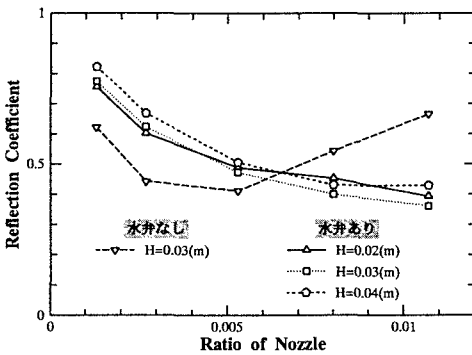


図-4 ノズル比と反射率の関係

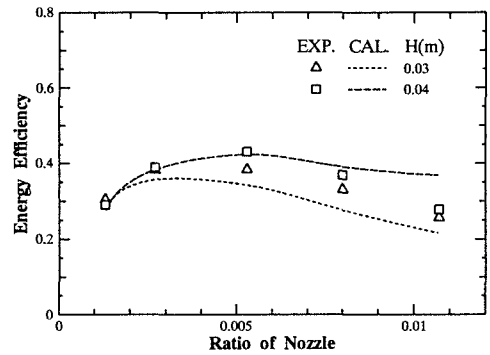


図-5 ノズル比とパワー効率の関係

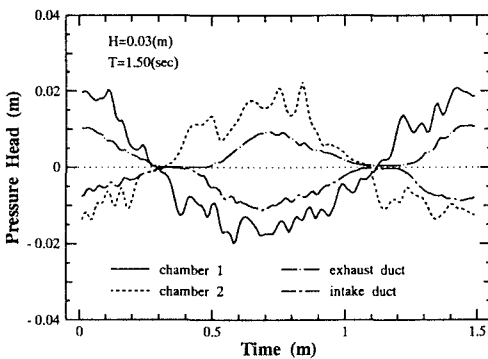


図-6 空気室・ダクト内圧力変動

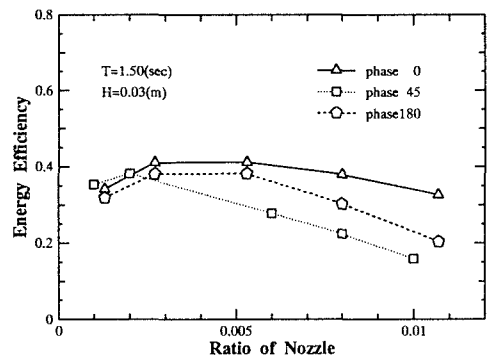


図-7 ノズル比とパワー効率の関係