

II-77

波力発電模型の連成によるエネルギー特性

東北大学大学院	学生員	○橋本 敦
東北大学工学部	学生員	佐藤英資
東北大学工学部		佐藤栄司
東北大学工学部	正 員	沢本正樹

1. はじめに

水弁式波力発電装置は、複数空気室を連成させることが可能である。連成による集約効果が有効に働けば大規模な波力発電装置を開発することが可能となる。しかし、位相差の異なる波が入射することで相互干渉という悪影響を及ぼす恐れもあり、連成時のシステムの現象は明らかでない。そこで装置を連成させることの有効性を縮尺模型実験により検証する。

2. 実験方法

実験は佐藤ら¹⁾と同様の装置にて行った。実験条件は入射波高 5.4cm、周期 1.54 秒で一定とした。これは、実海域では波高 1.5m、周期 8 秒に相当する。入射波の位相差は 0°, 45°, 90°, 135°, 180° の 5 通りに変化した。また、システムの効率にはノズル比が大きく影響するため、ノズル面積も変化させ実験した。

実験では各水路にて重複波の腹と節での波高、各空気室での水面変動を容量式波高計で測定した。圧力は各空気室、排気側・吸気側連成用ダクトにて歪式圧力計により測定した。

3. 結果および考察

実験結果より、入射波のもつエネルギー EI、入射波のもつエネルギーから反射波のもつエネルギーを差し引いた実際に空気室に入力されるエネルギー ET、空気室内での水面変動のもつエネルギー EA、最終的にノズルより出力する空気流のもつエネルギー EB を求めた。各エネルギーの定義を次式に示す。

$$EI = \frac{1}{8} \rho g H^2 B C_G \quad ET = (1 - K_R^2) EI$$

$$EA = \frac{1}{T} \int_0^T P_a v_a A_a dt \quad EB = \frac{1}{T} \int_0^T (P_{ex} v_{ex} A_{ex} + P_{in} v_{in} A_{in}) dt$$

ここで、 ρ :水の密度、 g :重力加速度、 H :波高、 B :水路幅、 C_G :群速度、 K_R :反射率、 P_a :空気室圧力、 v_a :水面変動速度、 A_a :空気室断面積、 $P_{ex,in}$:排気・吸気ダクト圧力、 $v_{ex,in}$:ノズル通過空気流速、 $A_{ex,in}$:ノズル面積である。

図-1に効率 ET/EI、図-2に波力空気室の効率 EA/EI を示す。横軸はノズル比である。図-1より位相差 90° の反射波によるエネルギー損失は小さいことがわかる。対して 0°, 45° で反射波の影響が顕著に現れており、実際に空気室に入射するエネルギーが少ないことを表している。空気室の効率(図-2からは位相差の違いによる差はあまりみられない。やや 45° で効率が良いことから、ET/EI での現象とともに考えると、空気室でのエネルギー損失が抑えられているといえる。図-3に水弁の効率 EB/EA を示す。各位相差による値の差が大きく現れている。ノズル比が小さいところで 90°, 180° が非常に良い。図-4にシステムの出力効率 EB/EI を示す。全体の効率では位相差 90°, 180° のときピーク時に最も良くなっている。システムの効率において出力エネルギーには水弁の効率が最も影響していることがわかる。位相差が 90°, 180° のとき、それぞれの空気室からの空気流が交互に順序正しく流れることで、連成効果が有効に働いたと考えられる。

連成を 2 つにした場合²⁾の出力効率を図-5に示す。今回の 4 連成と比べると最適ノズル比のピークが 1/250 と 2 連成時より大きくなっている。連成を増すことによって入力する空気流が多くなり、ノズルでの負荷が強くなるためであると考えられる。また、4 連成にした結果は効率アップにつながったといえる。2 連成時には、位相差 90° で圧力漏れが生じエネルギー損失が大きかったが、4 連成にすることで逆に大きなエネルギーを得ることが期待できる結果となった。

4. まとめ

装置の連成を 4 つにしたことで、位相差の違いにより現象は異なるが、全体としてエネルギー効率アップにつながる事が明らかになった。特に 90° において連成効果が大きくなることがわかった。

参考文献

- 1) 佐藤英資・橋本敦・佐藤栄司・沢本正樹：波力ケーソンの連成がおよぼす入射波反射特性：東北支部技術研究発表会講演概要, 1995
- 2) 津旨大輔・沢本正樹・花塚 信・渡部國也：水弁集約式波力発電装置の総合効率特性, 海岸工学論文集, 第 40 巻, pp. 936-940., 1993

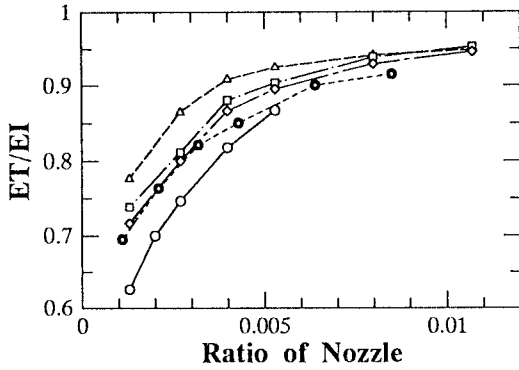


図-1 入射波エネルギーに対する実際に入力されるエネルギーの割合

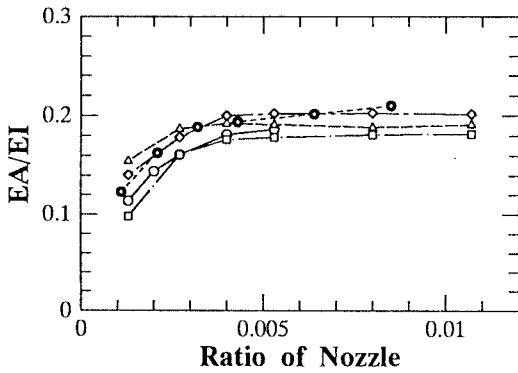


図-2 波力空気室の効率

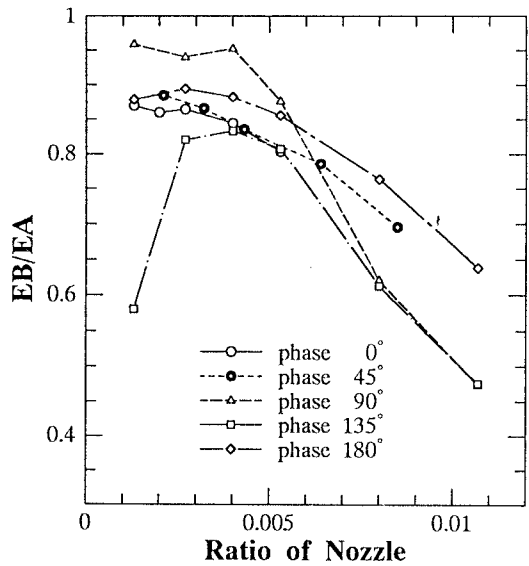


図-3 水弁の効率

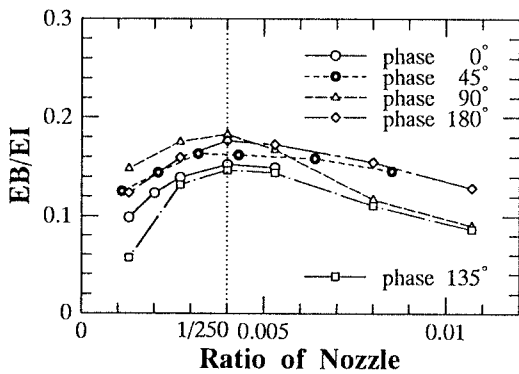


図-4 システムの出力効率

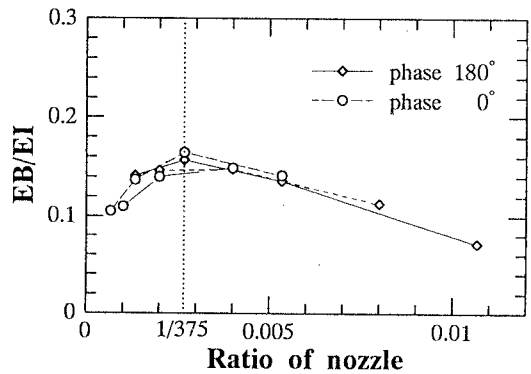


図-5 2 連成時の出力効率