

II - 61

振動水柱型波力発電装置の空気室体積と効率特性の関係

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

1. はじめに

振動水柱型波力発電装置では、空気室内の水面変動によって生じる空気流をいかに効率よく取り出すかが重要な課題である。波浪エネルギーは不滅のエネルギー源としての特徴があるが密度が薄いため、可能な限りエネルギーの変換行程を高い効率で行う必要がある。本研究では、エネルギー変換効率に影響を与えられとされる波力空気室の高さに注目し、空気室体積を変化させ、その効率特性を模型実験および数値実験により明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

(1) 模型実験の装置および方法

実験装置の概略図および測定点を図-1に示す。長さ6.7m、幅0.3m、深さ0.3mの造波水路を使用した。空気室の奥行き、幅はそれぞれ25cm、30cm一定として、高さ h を20, 30, 40, 60cm、ノズル面積を1, 2, 4, 6, 8 cm^2 と変化させた。入射波の周期は1.50秒、波高 H を0.017, 0.026, 0.036mと変化させ、水路での波高 H_1 , H_2 、空気室内の水面変動 H_3 を容量式波高計で、空気室内の圧力変動 P を歪式圧力計により測定した。100Hzで20秒間サンプリングし、記録したデータから5波分に対して位相平均化処理を行い解析に用いた。

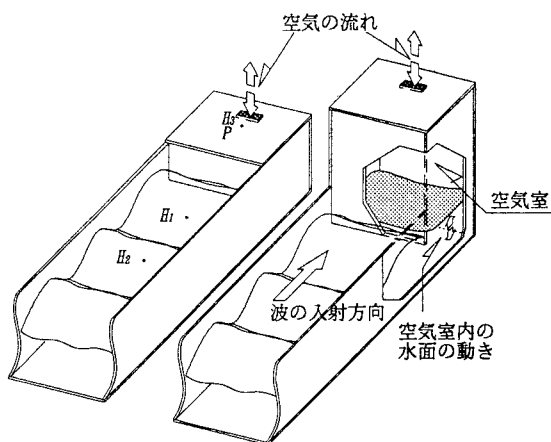


図-1 実験装置概略図

(2) 数値実験の方法

入射波に対する空気室内の応答を、粘性減衰のある場合の強制振動系で定式化し、空気室に関しては、空気質量の保存則、熱力学第一法則、気体の状態方程式が成り立つと仮定して定式化を行った。模型実験と同じ条件で数値計算を行い、模型実験の結果と比較した。

3. 実験結果および考察

空気室高さ30cm、入射波高1.7cm, 2.6cm, 3.6cmとした場合のノズル比とエネルギー変換効率、入射波の反射率の関係をそれぞれ図-2、図-3に示す。ここでノズル比とは空気室面積とノズル面積との比を表している。また、反射率の算定には合田の方法¹⁾を用いた。効率が最大となるノズル比があり、最適ノズル比はこの条件で0.004~0.006となることがわかる。また、入射波高が増大すると、最適ノズル比も大きくなる傾向が認められた。また、図-3から、反射率はノズル比が0.005より小さい場合ノズル比が大きくなるにつれて減少していくが、ノズル比が0.005より大きい場合ノズル比が大きくなるにつれて増加していることがわかる。反射波の形成は、カーテンウォール前面での反射と空気室内の水面が下降するときに空気室外へ向かって生じる波によるものが考えられることから、前者はノズル比が小さいため空気室内の圧力が高まり、水面変動が押さえられることで、カーテンウォール前面における反射が大きくなるものと考えられ、後者はノズル比が大きくなるとともに空気室内の水面変動も大きくなり、水面が下降するときに生じる波が大きくなるものと考えられる。また、入射波高が増大すると、反射率が最小になるノズル比が大きくなる傾向が確認された。

図-4は、波高1.7cm、空気室高さを20cm, 30cm, 60cmに変化させたときのノズル比とエネルギー効率の関係を示したものである。実験値は空気室高さ30cmの方が若干効率がよくなっているが、明らかな違いは見

られない。図-5、図-6に示す空気室高さ30cmと60cmの場合の空気室内の水面変動と圧力変動の様子を比較しても、模型実験では3mm程度の水頭差があるが大きな相違はない。したがって、今回の条件では空気室の高さがエネルギー効率に与える影響は小さいと結論できる。

4. まとめ

今回の実験では空気室体積がエネルギー効率に影響を与えるとはいえなかった。ただし、今回の数値実験ではパラメータとして使用する反射率を理論的に求めることができなかったため、模型実験で得られた反射率を平均して、すべての場合で同じ値を使っている。実際は波高、ノズル比等によって反射率の傾向も変わることから、反射率の導入について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 合田良実, 鈴木康正, 岸良安治, 菊池 治: 不規則波実験における入・反射波の分離推定法, 港湾技研資料, No.248, pp.4-8, 1976.

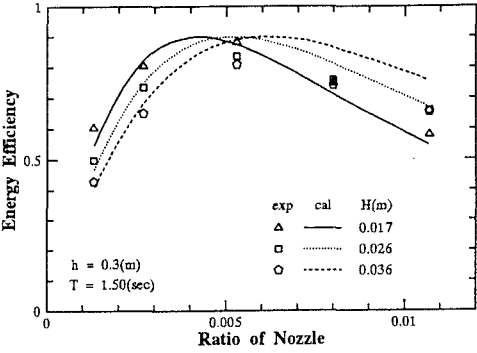


図-2 入射波高とエネルギー効率の関係

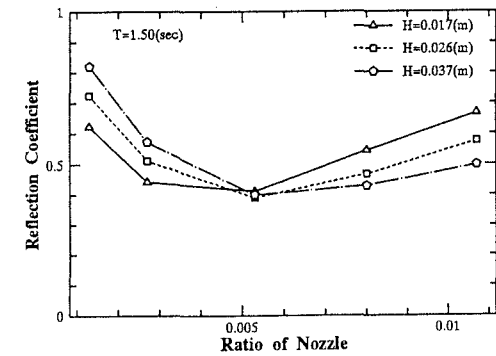


図-3 入射波高と反射率の関係

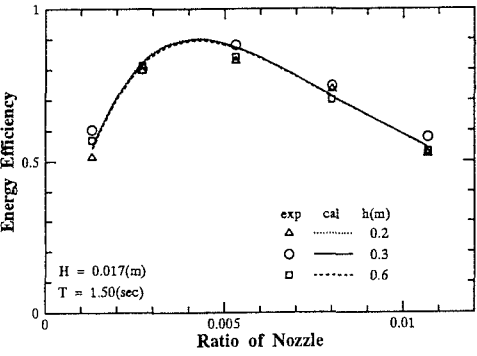


図-4 空気室高さとエネルギー効率の関係

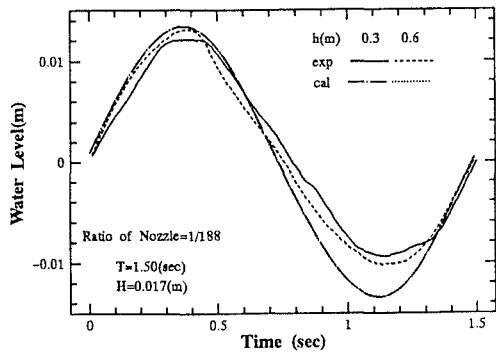


図-5 空気室内の水面変動

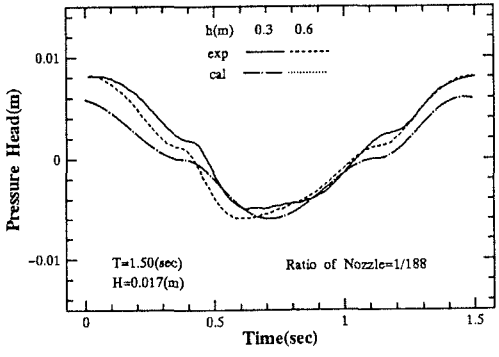


図-6 空気室内の圧力変動