

PSII-15 連成波力発電ケーソンによる位相の異なる波のエネルギー集約について

東北大学工学部 正員 沢本正樹
 東北大学工学部 佐藤栄司
 三菱重工（株） 藤居勝巳

1. はじめに

東北大学と東北電力とでは水弁を用いて空気流を整流する形式の波力発電ケーソンの可能性について検討を続けてきた^{1), 2), 3), 4)}。この方式は整流を行なうので数個のケーソンに設けた波力室からの空気流を集約してひとつのタービンを駆動できる、可動部がないので維持が容易であるという特徴を持っている。今回はこれまでの実験で十分に再現できなかった位相の異なる波を集約する機能が予期どおり働くかどうかを検討するために、任意の位相差の2つの波を入力しうる特別の水路および波力発電ケーソン模型を製作し、位相差のある波のエネルギー集約についての検討を行った。

2. 実験装置

図-1にシステムの概念図を示す。これを今回は図-2の形で模型に再現した。互いに独立した水路の先端に、波力空気室-1, 2を設け、それぞれの波力室水面の上下運動により生じる空気流を水弁で集約するシステムとなっている。水路は幅30cm, 高さ30cm, 長さは7mで、センターライン間隔45cmで平行に設置されている。水路壁は全面アクリル製で可視化も出来るようになっている。ケーソン部は、アクリル製で85cm×45cmの台の上に、一体構造でまとめられており、2つある波力室が水路に直結されている。ケーソン部の形状を図-2に示す。ケーソン部に組み込まれている水弁は、断面10×150mmの矩形で流入部、流出部は丸みをつけてある。水弁の潜り水深は10mmとした。

造波機は、モータ、減速機、同軸の2つの円盤よりなり、各造波板とこれらの円盤とがアームでつないであり、その取り付け位置をずらすことにより波高を変えることができる。2つの円盤のうち1つは22.5度きざみで取り付け位置をずらすことができ、2つの造波板の位相差を変化させることができる。

タービンの負荷に相当する部分はノズルの損失で代用した。ノズルは内径15, 20, 30mmの3種を用意した。波力室は水面面積230×300mmのものが2室あるので、2つの波が同位相の場合には、ノズル/波力室は単純にはそれぞれ、約1/780, 1/440, 1/195となるが、2つ波の位相差が180度あり、2つの波力室がノズルに対しては独立して作用すると考えられる場合には、この値は、1/390, 1/220, 1/98となる。

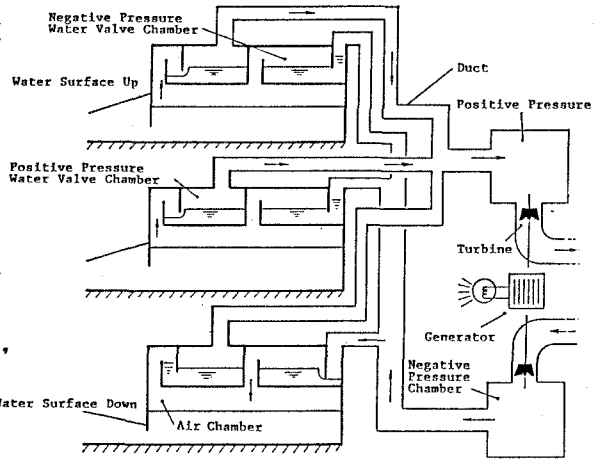


図-1 概念図

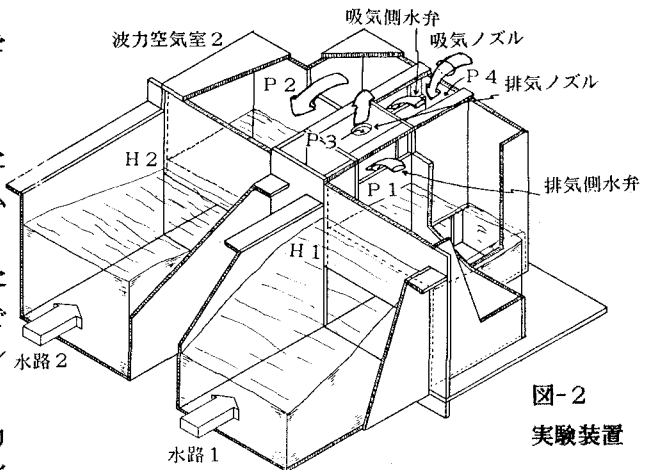


図-2
実験装置

3. 作動確認実験結果

一例として2つ波の位相差が180度の場合の結果を、図-3に示す。排気側の水弁室内の圧力P3が正の時、排気ノズルに流れが生じ、吸気側水弁室内圧力P4が正の時、吸気ノズルに流れが生じていることになる。2つの入力波が逆位相であるので、排気、吸気が継続的に生じるようになり、整流によるエネルギー集約機能が働いている様子がわかる。

一連の実験より効率を概算すると、波高反射率は0.6~0.7程度であり、エネルギー反射率は0.36~0.49程度となる。よって波力室での効率は0.64~0.51が得られる。2つの波の位相差があると実質的なノズル断面積/波力室水面面積が変化するので反射率は変化するかも知れない。実測では位相差が0~180度と変化するにしたがって波高反射率が0.67から0.61と減少したが、これが有意な差であるかどうかはさらに詳しく検討しなければならない。ケーソンシステム内では全ケースを通じて、ノズル径30mmの場合の方が15mmの場合より効率が良かった。これは、最適ノズル面積比が1/100程度であることから予想された通りである。波高の大小の差では、波高の大きい方が効率が良くなった。これは水弁の特性上当然の結果である。位相差の有無では、ケースにより正反対の結果も出ており、はっきりしない。しかし、顕著な差はなさそうである。特に、連成システムにした場合でも効率が顕著に落ちることはないようであるので、実用化にあたっての見通しは良いことになる。今回の12ケースでのシステム内の最大効率は0.4程度である。これと波力室の効率をかけると、トータルで0.25程度の効率となる。詳細な効率の変化についてはさらに系統的な実験で確認する必要がある。

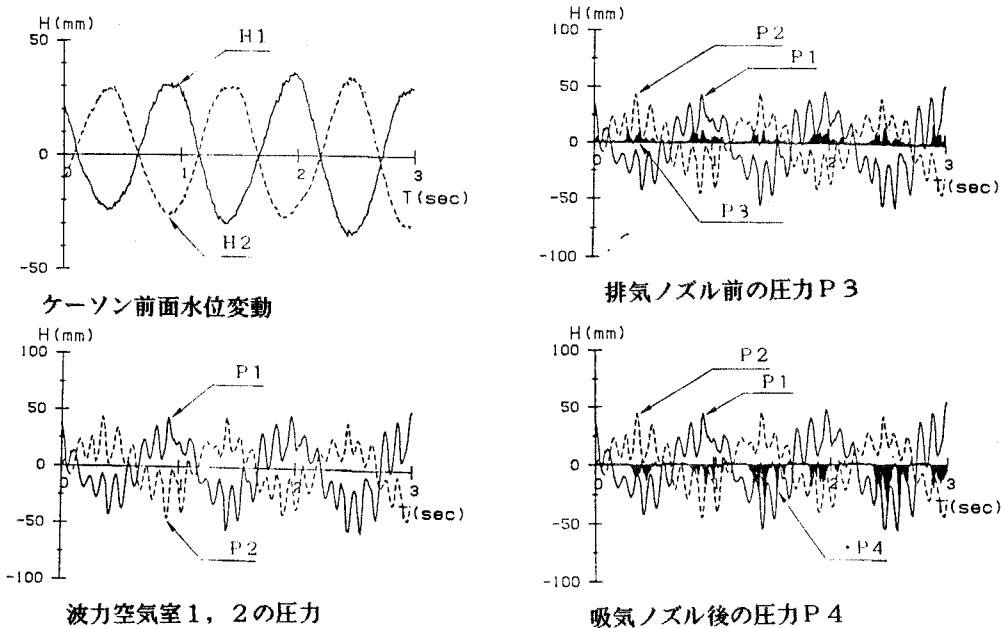


図-3 位相差180度の場合の測定例

参考文献

- 1) 沢本, 首藤, 渡部, 新嶋(1986): 水弁を通過する空気流のエネルギー損失, 土木学会論文集, 375, /II-6, 329-332.
- 2) 田中, 沢本, 渡部(1989): 密閉型波力発電ケーソンの水理特性, 海洋開発論文集, Vol.5, 7-11.
- 3) エネルギー土木委員会(1990): 波エネルギー利用技術の現状と将来展望, 56-58, 土木学会.
- 4) Watanabe, Nakagawa & Sawamoto(1990): Study on the Water-Valve Energy-Concentrated Wave Energy Conversion System, Coastal Engineering in Japan, Vol.32, No.2(in printing).