

図-4 ノズル比と効率（Case2, 0°）

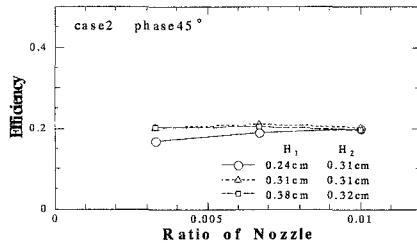


図-5 ノズル比と効率（Case2, 45°）

水弁の効率は、水弁前後の圧力差が大きく、通過する空気流速が大きいほどよくなるという報告¹⁾がある。位相差があると吸気・排気ダクトに先に流入出している空気流があるため、水弁前後の圧力差が小さくなり、効率が小さくなると考えられる。したがって Case1 の場合、先に入射する水路 1 の波の波高が小さい場合、圧力が小さいので、効率が若干大きくなっている。

1つの空気室に異なる位相を持つ波が入射した場合（Case2, 位相差 45°）、効率は大幅に低下している。そこで、図-6、図-7 に入射波の位相差が 45°のときの Case1 と Case2 の水面変動と圧力変動をそれぞれ示してみる。ノズル比は 0.0067 である。Case1 では、空気室 1 と空気室 2 が独立しているので、水面変動の位相差は入射波の位相差とそれほど変わらない。それに対して Case2 では、入射波に位相差があると、空気室 1 と空気室 2 の水面変動の位相差は入射波の位相差以上になる傾向があり、図-7 では、入射波の位相差が 45°であるのに対し、空気室内の位相差は 150°程度になっている。これは、波が先に空気室 1 に入射すると、その水面が上昇することによって空気室内の圧力が高まり、遅れて入射する空気室 2 の水面上昇を押さえつけるために位相差にズレが生じると考えられる。この結果、空気室 1, 2 の水面上昇・下降が交互に起こるような状態となり、水面は比較的大きく変動

するにもかかわらず圧力はそれほど変動せず、ノズルを通過する空気の出力は小さくなるのである。したがって、1つの空気室内に異なる位相を持つ波が入射すると、それぞれで得られた空気流をお互いに消費しあうという、いかにも効率の悪い状況となり、システム全体の効率低下につながると考えられる。

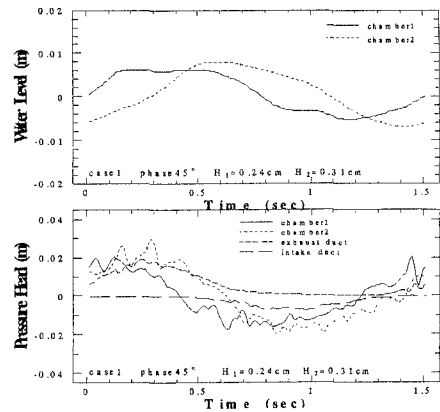


図-6 水面変動・圧力変動（Case1, 45°）

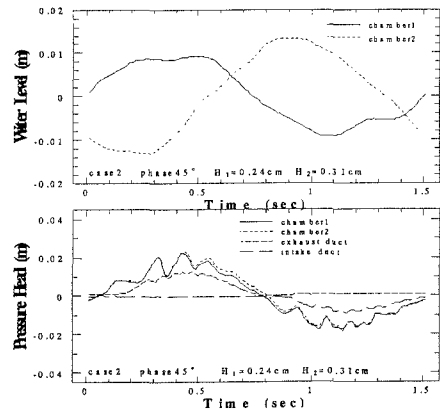


図-7 水面変動・圧力変動（Case2, 45°）

4. まとめ

空気室を実海域に設置する場合、効率を良くするためには、なるべく入射波に対して直角に配置することが望ましい。また、不規則な波の影響が小さくなるよう、空気室の区画長さをなるべく小さく設計するのが理想的であるといえる。

参考文献

- 1) 佐藤英資, 佐藤栄治, 沢本正樹: 水弁集約式波力発電システムにおける整流弁（水弁）の損失特性, 海洋開発論文集, Vol.12, pp.213-218, 1996.

一方、図-4～6は、前面壁の吃水 d_2 を順次深くしたときの反射率 C_r の d_2/L による変化を示す。これらの図より、二重カーテン壁の C_r は、単一カーテン壁の場合と異なり、特定の周期条件下で一旦低下するこ

とが認められる。そして、この反射率が一旦低下する周期条件は、前面カーテン壁の吃水が深くなると d_2/L が小さな長周期側に順次移行している。そして、二重式カーテン防波堤では、図-5に代表されるように、後面壁の吃水 d_2 を単一カーテン防波堤の場合と同程度に保ち、前面壁の吃水 d_1 を後面壁のその約半分程度にすると、効果的に反射波が低減できるものといえよう。

4. 反射波の低減機構について：本実験における周期条件では、堤体間隔幅 B が波長 L より比較的短い条件であり、堤内波高の空間分布は、実験的にほぼ平坦なピストンモードの波面形状になっていることが確認されている。この結果を踏まえると、反射波の低減機構としては、①前後壁間の水面変動のピストンモードでの共振の発生、②共振の発生に伴う前面壁下端部での水平流速の増大およびそれに伴う渦流れの強化、③より強い渦流れの発生による反射波のエネルギーの逸散という過程を経ると推測される。そして、前面壁の吃水が深くなると、反射波が一旦低下する波周期が長周期側に移行するのは、ピストンモードで振動する水塊がほぼ前面壁の吃水で規定されることによると考えられる。

図-7は、前面カーテン壁下端部での水平流速を減衰波理論により算定した結果を示す。ここで水平流速 U は、進行波による静水面位置での水平流速で無次元化してある。この図より、無次元流速 U^* は特定の周期条件でピークを示し、その周期条件は、図-4～6に見られる反射率が一旦低下する周期条件にほぼ一致している。これは、上記した逸散機構の妥当性を裏付けるものと考えられる。

5. 結論：二重式カーテン防波堤では、後面壁の吃水 d_2 を単一カーテン防波堤の場合と同程度に保ち、前面壁の吃水 d_1 を後面壁のその約半分程度にすると、単一カーテン防波堤の場合に比較して効果的に反射波が低減できる。そして、この反射波の低減は、堤内波浪のピストンモードの共振に伴う前面カーテン壁下端部での渦流れの極大化による。

参考文献：中村・井手(1997)：波の逸散現象を利用した隅角物体まわりの波変形と作用波力の算定法，海洋開発論文集、第13巻、pp177～182。

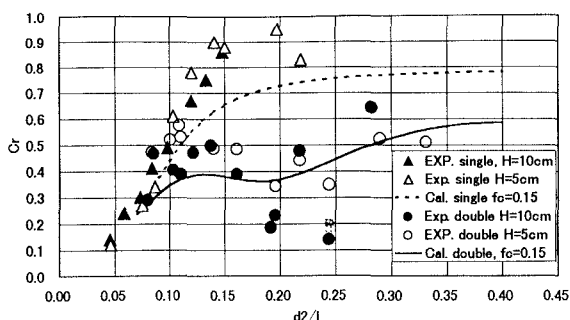


図-4 単一カーテン壁と二重式カーテン壁の反射率 C_r の比較
($d_1/d_2=0.218$, $d_2/h=0.353$)

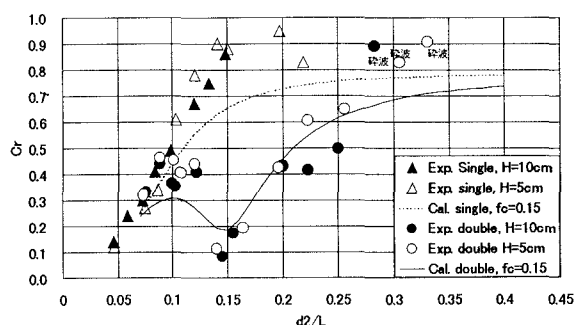


図-5 単一カーテン壁と二重式カーテン壁の反射率 C_r の比較
($d_1/d_2=0.436$, $d_2/h=0.353$)

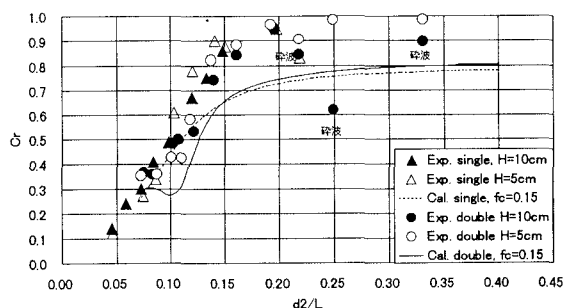


図-6 単一カーテン壁と二重式カーテン壁の反射率 C_r の比較
($d_1/d_2=1$, $d_2/h=0.353$)

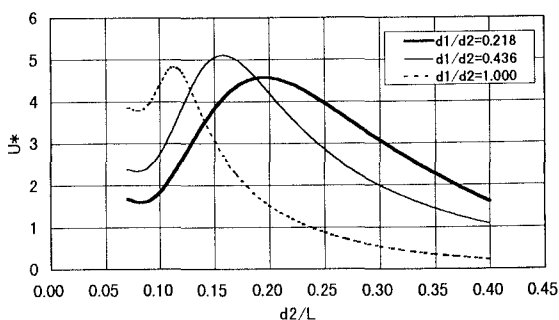


図-7 前面壁下端部での水平流速の吃水 d_1 による変化 ($fc=0.15$)