

多重透過壁を有する堤体内の空気量の変動について

鳥取大学工学部 学生員 〇佐々木 謙二
鳥取大学工学部 正 員 瀬 山 明
鳥取大学工学部 正 員 木 村 晃

本研究は、浮体構造物を利用して波力発電をめざしたものである。現在考えられる波力発電装置の中で、最も大規模な発電が期待できるのは、空気タービン方式によるものである。その方法は、海面に箱を伏せたような空気室を設けておくと、波の山が通過する際には空気室内の空気が圧縮され、逆に波の谷が通過する際には空気が膨張する。この空気の動きを利用してタービンを回転させ、発電しようとするものである。そこで、ここではこの方式に着目し、空気室の最適形状の決定、さらにこの構造物自体による消波効果も期待できるため、この面からも検討してゆこうとするものである。

まず、第一段階として、図-1 (a), (b), (c) に示すような、1 ～ 3 個の空気室を有する固定式の多重透過壁構造を考え、波の通過に伴う空気室内の空気量の変動、および構造物全体としての反射率、透過率の変化を理論的に検討する。

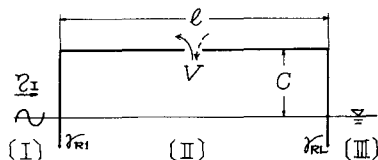
解析方法は、既に樫木らが用いている方法を応用した。すなわち、最も簡単な二重透過壁構造（空気室を一つ有する構造。以下、二重と略する。）の場合について説明すると、以下のようである。入射波は、図-1 (a) の前面透過壁と後面透過壁の間の遊水部で反復反射をする。その結果生じる各成分素波を重ね合わせると、図中〔I〕,〔II〕,〔III〕傾伏の水面波形 η へ η が求まる。いま、静穏時の空気室の海面からの高さを C とすれば、 $C - \eta$ を $0 \leq x \leq l$ の区間で積分すると、任意の時刻 t における空気室内の空気量 V が計算できる。一方、同時刻における空気室からの空気の入出量 Q は dV/dt で表わされる。ここで Q は入射波の時間周期 T を一周期とする正弦曲線を描く。したがって(1)をこの範囲で積分すれば、一周期の間に空気室に出入りする空気量が求まる。ここではこの値を単位幅当たりの空気変動量 V とおく。なお、計算にあたっては、空気室内の圧力変化は水面波形に影響しないと仮定した。構造物全体としての反射率 R 、透過率 T は、それぞれ反射波成分を重ね合わせたときの波高と入射波高の比、透過波成分を重ね合わせたときの波高と入射波高の比で定義した。

同様の手順で、三重透過壁構造（空気室を二つ有する構造。以下、三重と略する。）、四重透過壁構造（空気室を三つ有する構造。以下、四重と略する。）についても計算を行ない、それぞれ、 V 、 R 、 T の理論式をえた。

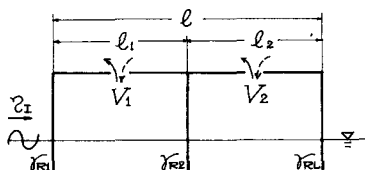
具体的な数値計算に際しては、次のような仮定をした。遊水部長 l に対して透過壁の壁厚は無視できるものとし、反射、透過の際の位相のズレはないとする。また、エネルギーロスによる波高の減衰はないものとする。各透過壁の反射率と透過率の和は、流量保存則から1となる。

上記の仮定を用いて三重、四重の場合には各遊水部長が等しい（三重の場合は $l_1 = l_2$ 、四重の場合は $l_1 = l_2 = l_3$ ）として計算を行なった結果、次のようなことがわかった。

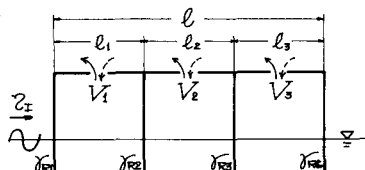
V については、二重の場合、 l/L （ L ：波長）を変化させると $l/L = 1$ を一周期とする変動をし、 $l/L = \frac{1}{2}N$,



(a) 二重透過壁型



(b) 三重透過壁型 ($V = V_1 + V_2$)



(c) 四重透過壁型 ($V = V_1 + V_2 + V_3$)

図-1 (注: η : 入射波, R : 反射率)

($N = 1, 2, 3, \dots$)に関して対称となる。したがって、 $l/L > \frac{1}{2}$ となる構造物は効率の点からみると意味がない。同じように三重の場合は $l/L = 2$ 、四重の場合は $l/L = 3$ を一周期とする変動をし、それぞれ $l/L = N$ 、 $l/L = \frac{3}{2}N$ に関して対称になるので、三重の場合は $l/L > 1$ 、四重の場合は $l/L > \frac{3}{2}$ となる構造物は考える必要がない。

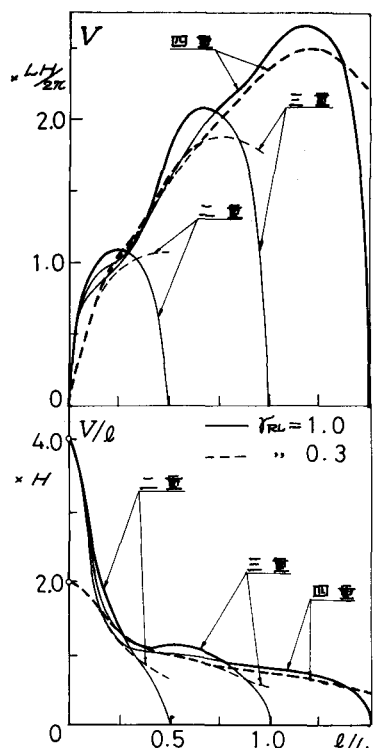
各透過壁の反射率、透過率の効果としては、特定の反射率に対して V が急激に増すといった現象はみられず、二重、三重、四重いずれの場合も、最終透過壁の反射率 R を大きくするほど、そしてそれ以外の透過壁の反射率を小さくするほど大きい V/l (単位透水部長当たりの空気変動量) の値を与えることができる。また、二重から三重、四重にするにつれて、 V の最大値は大きくすることができるが、 V/l でみると必ずしも二重のものに比べて三重、四重のものがすぐれているというわけではない。

図-2 (a)、(b) は、周期 T 、波長 L 、波高 H が同一の入射波に対して、 R を 0.3、1.0 の二通りに分け、それ以外の透過壁の反射率はすべて 0.3 として、 V 、 V/l 、 K_R 、 K_T の変化を図示したものである。 V/l のグラフから、 $R = 1.0$ の場合の二重のものが $0 < l/L < \frac{1}{2}$ の範囲で最もすぐれている。したがって、 $R = 1.0$ の二重のものを、 $l/L < \frac{1}{2}$ の範囲におさえて、波の入射方向と直角方向に細長くした構造物のものが効率が良い。 $R = 0.3$ の場合は、 $l/L < \frac{1}{2}$ の範囲においても、二重、三重、四重のいずれも大差はなく、かえって二重よりも三重、四重のほうがすぐれている。 K_R 、 K_T は V の周期の $\frac{1}{2}$ を一周期とする変動をする。 K_T については、二重から三重、四重にするにつれて小さくすることができると考えてよい。 K_R は複雑な変化をするが、二重のものがいい値をえやすいという長所を有するのに対し、三重、四重のものは比較的 l/L の広い範囲において低い値を与えることができる。なお、 $R = 1.0$ のときの K_T は、常に $K_T = 0$ になるのでグラフは省いてある。

今後の研究課題としては、次のようなことがあげられる。 R を大きくできるのは、比較的浅い場所に限られるということ。水深による波の変形を考慮して最適形状を求めていくこと。湾体構造への転化を考えていくこと。また、空気室内の圧力変化、透過、反射の際の位相のズレの効果、あるいはエネルギーロスの効果についても今後検討してゆく予定である。

参考文献

樺木孝、岩田好一郎：二重透過壁を有する鉛直消波岸壁の消波効果について。土木学会論文報告集 第262号、1977。



(注：太線は効率のよいところを結んだ。)
図-2 (a)

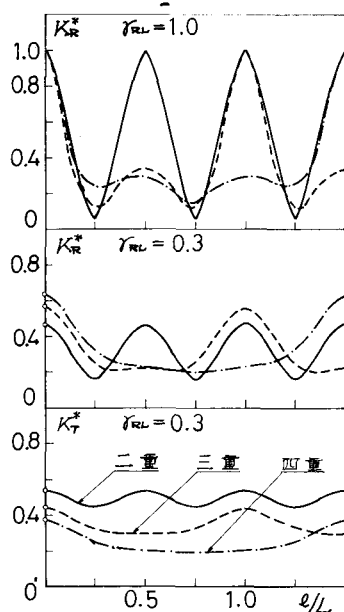


図-2 (b)