

水の波力利用と アンテナ理論

別所

概要

波力利用 または消波装置として他の分野で実用に供されているものは 音響 あるいは電磁波の送受信波である。この中特に電磁波の送受信装置つまり

アンテナについては 形式の多様性と共に理論的取扱いが簡明で 便利に出来てゐるのでこれを借用して、水の波の場合に応用する事を考えよう。

アンテナについては 水の波の場合のハスケットの図解に対応する可逆定理があつて送信と受信の性能は対応しており、どちらで考えてもよいので簡単にから送信の場合について考える場合が多いようである。

この類推からすれば"波力利用"とは、電磁波の場合のアンテナに相当する浮遊体の形状配列を案配して それに適当な整合装置をつけ効率よく波エネルギーを吸収する事になる。

以下にその応用の1例を述べる。

1. Linear Array

水の平面波を吸収する際には 装置の放射波の指向特性が 波の入射方向への制限となって、他の方向へは波が出ない、車が必要である(別紙、逆指向ポテンシャル)。

そのような特性を得るのに 一つは自明ながら 装置を一直線に連続的に配置する事で、これは問題が 2次元の 1次元問題になる。

もう一つは 直線上に断続的に等間隔に並べる事で、アンテナでは Linear Array と呼ばれている。

即ち 今 単位装置の放射関数を $h(k, \theta)$ とおき 間隔を B とすると 全体のそれは

$$H(k, \theta) = \sum_{n=-N}^N h(k, \theta) e^{inKB \sin \theta} = h(k, \theta) \frac{\sin[(2N+1) \frac{KB \sin \theta}{2}]}{\sin[\frac{KB \sin \theta}{2}]} \quad (1.1)$$

となつて $N \rightarrow \infty$ では :

$$H(k, \theta) = h(k, \theta) \delta(\theta) \quad \dots (1.2)$$

となる。

実用上 N は有限値であるから特に少ない場合には所謂不均一分布リニアレーとする β が考えられる*。

又 各要素装置の指向特性もまいて来るから
① 端板等を附して改善しておく事も必要である。
さて最も有効な波吸收条件は 3次元でも Newman によって示されたように 2次元と同じく
受動型では 減衰が 減衰の 倍になる事であり、これは アンテナ理論では 共役整合* と呼ばれる状態である。

② アンテナではこの後に反射器を置けばよい。
かこれは ^(倍長は) 同じアレーを並べて ^(対象物の速度に反対) 電流位相を
 90° ずらしておけばよい。

波吸收装置の場合は上下動と左右動を
使って 反射器に 変える事が出来る。

あるいは又 前後の非対称性 (Salter effect) を使って?

しかし アンテナの時と同じように 前後に誘電体を
並べて反射器とする事も出来る (受動型の場合
 90° の位相ずれは 前後間隔を $\lambda/4$ は長ずれば
可能である)

又この車から 完全反射物例へば 防波堤の前面
に 波吸収装置を取りつける事が考えられる。

これは Milgram の実験によつて 実証されている。

次に 各要素装置の間隔については N の
無限大の場合を考えると 無限遠方の波は
平面波となる事は明らかであるから 原理的

には いくらでも 可なり。

しかし 入射波を全部吸収するには 入射波と
同じ波を造る能力がなければならぬ。故、

要素装置が小さいと 所要振幅が大ま
なりすぎる場合が出て来るので この面から
間隔が決められよう。

2. 要素装置の造波特性

要素装置の造波能力は大きい方がよいだろう。

要素は、長さに対して小さいと考えられるから

$$\text{上下方向} \quad H_3(k, \theta) \doteq A_w - K(\nabla + f_{33}), \quad (2.1)$$

$$\text{左右方向} \quad H_2(k, \theta) \doteq -iK(\nabla + f_{22}) \cos \theta, \quad (2.2)$$

と近似出来るよう。

A_w : 水線面積, ∇ : 排水量, f_{22} , f_{33} : 夾の附加質量

寧ろ、波を吸収する場合は 夾の運動で半分位のエネルギーを受け持たねばならないので

(2.1) と (2.2) が同程度に大きくなければならず、

波数の小さい時は (2.2) に より 排水量を大きくする必要がある。

しかし 上式からわかるように K が小さい時は 水線面積の造波能力が格段に大きいので、アンテナにおけると同様、吃水の小さい箱船を左右に並べて位相調整するのが得策であろう。