

日本大学生産工学部	正会員	○ 岡 本 但 夫
日本大学生産工学部	正会員	阿 部 忠
都立田無工業高校	正会員	小 島 透

1. 概要 海上に集光ブロック群を並べ太陽エネルギーを採集する設備の中樞をなす集光ブロック群を波による相互衝突より守るため外周に翼部ブロック群を配する研究は既に報告した。(第33, 34回土木学会講演会) 従来の研究は唯波力を砕くのみにおかれていたが、しかし波も自然界の大切なエネルギー資源故今回はこれを翼部ブロックで捕捉電化して本計画の主目的たる電源開発の一助とした次第である。すなわち集光ブロック群の前面に4列の翼部ブロックを並べ各の中心軸に水車をつけて波力による回転エネルギーを発電機に移して発電する在来の水力発電様式にする。前回にも述べた如くブロック群の衝突には短波長の方が長大な波より反つて危険であるが長大な波は全般に翼部ブロックや関連施設に強大な力を与えるため大浪の場合には可及的にこれを避ける事にした。各地の風況曲線を見るに風速20m以上の時間は極めて短い(大島で0.24%)のでこれに相当する平均波高8.5m, 波長100mを想定し、これ以上の場合には発電機を空転させてこれにつながる水車の抵抗を減じる事により翼部ブロックおよび関連設備自体の安全を確保する。

2. 発電方法 この度翼部ブロックの任務を砕波のみに止めず波力よりも電気をとる事にしたのでその構造も相当に変化した。しかし波の来るのは主に前方からであるから変更を加えたのも前部翼部ブロックのみで両側および後尾のものは従来の計画通りとした。前部翼部ブロックに水車をつけて波を捕捉発電するので水車の受ける波のエネルギーの中、電気や摩擦熱に転化した分だけ波のエネルギーは確実に減少する。水車は車軸を中心とする長さ60cm, 厚さ6mmの耐海水鋼製の羽6本よりなり、車軸の中心を丁度海面に位置せしめ波力によって回転せしめられる。深海波の場合、波の水粒子の運動は略円運動と並進運動との和になる。円運動の中の上下方向の分力は翼部ブロックが波面に従って上下するので波面との間の相対速度が無いので之によるエネルギー採取は不可能で、採取可能なのは水平方向の分力のみである。すなわち往復運動と定常的前進運動との合計がエネルギー採取の対象となり、大体総エネルギーの60%位になる。しかし発電する為前方から水車に到達したエネルギー全部を電気エネルギーに換える訳には行かず水車端の回転速度と等しい速度エネルギーはそのまま後方に伝播せられる。発電力を最大にする為水車の受ける力(入射速度と水車の後の速度との差の自乗に正比例する)と水車の回転速度との相乗積が最大なる様に水車端の速度を決め $U_1 = 0.8165V_0$ となった。(u_0 : 入射波の水粒速度の自乗平均値, v_1 : 羽の端の速速、すなわち後方へ流去する水粒速度) 波長100m, 波高8.5mの場合海面下0.29cmの所では $U_0 = 2.562m$, $U_1 = 2.562 \times 0.8165 = 2.092 = aw$ (a : 羽の長さ, w : 角速度) となり、 $a = 0.6m$ のとき $w = 3.487$ となり電力発生に用いられるエネルギーは毎秒0.05933tm、すなわち0.6054kwとなる。水車の羽の有効幅4.5m, 水車及発電機等の出力を70%とすれば1ブロックに搭載する発電機の出力は1台当 $0.6054 \times 0.7 \times 4.5 / 2 = 0.9535kw$ となる。第2列の場合は第1列の水車の下を通った波のエネルギーで第1列の場合の $\exp(-0.58 \times 4\pi / 100) = 0.9297$ 倍となり、第3列は更にその0.9297倍、以下これに準じるので第2, 3, 4列は各0.886, 0.824, 0.766kwとなる。よって発電機1台の説備容量を平均0.9kwとすれば1集光ブロック群計では $0.9 \times 2 \times 4 \times 49 = 352.8kw$, 全体では $352.8 \times 84 = 29635kw$ となる。0.9kwの発電機1台当を11万円とすれば全体で32.5985億円となる。次に発生電力量については5節の表1により集光ブロック群当301090kwh, 全計画では25291560kwhとなる。電力単価を1kw当20円とすると年間収益は5.0583億円となる。波力電気の取れる日、すなわち大浪の来る日は大むね天気も悪く太陽エネルギーも取れない場合が多く、こんな時に電力が多量に得られるとすればその意義も少くない。この外遠方に台風がある場合に来るうねりもある程度電力に寄与すると考えられるもこれは今後の研究に譲りたい。

3. 波力の減衰 砕波の面から見ると 1個の水車によりエネルギーが減殺される水の厚さは羽の長さ60cmの場合58cm故 4個で2.32m となる。右水層内では水車の軸の直ぐ後では0,羽の端では $(0.8165v_0)^2/2 = 0.333W^2$, 平均 $0.111v_0^2$ (v_0 : 入射エネルギーの力) まで減殺され入射エネルギーの22.2%, 入射波の全エネルギーの $0.6 \times 0.222 = 0.133$ となる。しかし捕鯨し兼ねた40%の上下方向エネルギーは後方で再び水面に出てくる可能性を残すので結局残存するエネルギーは最大限 $40 + 13.3\%$ と見積る。右値は第33回の土木学会講演会で述べた高さ40cmの障壁 4層の場合の値58.498%より小さい。深さ2.32m 以深では波は水車の下をそのまま下流に進むがエネルギーは深さと共に急減するので2.32m の場合最も衝突の危険の多い17.6cmの波のエネルギーは水面の値の $\exp(-4\pi \times 2.32/17.6) = 0.49$ 倍 < 0.53 となって心配は無くなる。

4. 翼部ブロック構造 翼部ブロックは中央の 7こまでは先頭大型ブロックより来る主ケーブルに直接繋げられるが両側のは之が無いので各ブロックは波流により集光ブロックの上に押付られる形となる。よって上下両面とも鋼トラスのわくをもった中空井筒構造とし、対角線上に 6個の羽よりなる水車の心棒をつけ、その両端の上方に発電機を取付けて発電を行う。水車

以外の翼ブロック全体はプラスチック膜に覆われて海水の侵入より保護せられる。中央の 7こまでは各自が主ケーブルに取付られるので構造自体を対圧構造にする必要は無いが主ケーブルは波の山が来た場合強い張力の為波浪の表面に従い得ず波の中に溺没する事が考えられるので翼部ブロックの形も一辺3.23m, 高さ1.4mの正六角筒とし、骨格は耐海水鋼の結構、外皮はプラスチックゴムとする。唯最前端だけ三角状の水切り突起を作って前方から来る波圧を減少せしめる。次に波表面が凹形になった場合主ケーブルの強い張力によりブロックが空中に吊上られる傾向についてはブロック底部と水面間に空気が入らぬ限り上方から空気の重さが作用して抑える。よって空気がブロック底に入るのを防ぐ為各ブロック間にはプラスチックゴム膜を張る。

しかし雨水が翼部ブロック間に留るので所々小孔を作り下側に弁をつけて下から水圧が加った場合閉じる様にしておく。1集光ブロック当り材料、鋼材 342834kg, プラスチックゴム 44478kg, 全体 鋼材 28798t, プラスチックゴム 3736152kg

5. 電力量 波力に関するよい資料が見つからなかったので風力との相関関係より推算を行った。しかし八丈島附近の資料が手に入らなかったのでオーム社発行の風力エネルギー読本の124項の表中の比較的情況に近い伊豆大島の風況曲線とウイラート・パスカム氏著「海洋の科学」の64項の表のデータをもとに計算して次の表を作成した。(表1)

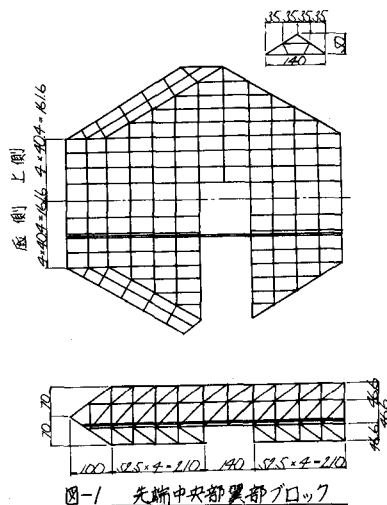


図-1 先端中央部翼部ブロック

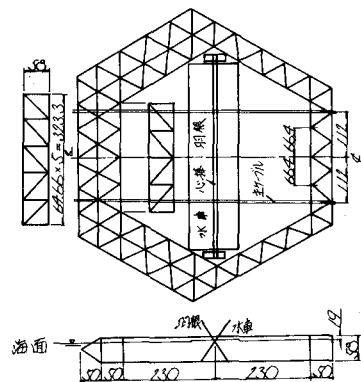


図-2 先端部側部翼部ブロック

表-1

風速	年間吹送時間	平均波高	波長	周期	総エネルギー(kWh)
5.0	2392.6	0.271	3.25	1.396	3815
7.5	2130.1	0.753	9.04	2.329	25309
10.0	1682.0	1.506	18.07	3.293	78640
12.5	973.0	2.711	32.53	4.418	134329
15.0	381.3	4.218	50.62	5.511	113052
20.0	77.0	8.500	100.00	7.736	74984
計					430129