

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 木 田 哲 量
 日本大学生産工学部 正会員 阿 部 忠

1. 総論 本計画は太陽エネルギーを採集する施設の一部であって海上に暴風雨が来た場合その主役たる集光ブロック群を相互の衝突より保護することを目的とする。集光ブロック群は43行139列の長いブロック集団で海底にある碇と海上の浮ブロックとに結びつけられた鯉の吹流の如く海面に浮遊している。本研究の対象たる翼部ブロックはその外周部に取付けられて波力を破壊することを目的とする。集光ブロックは1辺2.72mの正六角形筒形で中心距離5.8mの蜂の巣形に結びつけられたもので波長の長い波が来た場合には1つの波の上に多数のブロックが来るので相互の傾斜が小さくなつて衝突の危険は遠退き、反って小波の方が危険が多くなる。本計画で許容するのは $\tan^{-1} 0.175$ で波長43m以上のものは危険がすくなくなる事は前回(53年度土木学会年次講演会第四部門)で説明した所である。波形は一般に正弦波ではなく、深海ではトロコイドを基として種々の小波が重って複雑化しているが波はフーリエ級数に分解すれば多数の正弦波の集合と見なされるのでその中での波長の短いものを抹殺すると次第に正弦波に近づくので波が集光ブロックの所へ達するまでに小波を整理して波形を整えるものを翼部ブロックの任務の一つと考える。集光ブロック群は波流に従って方向を変えるので常に波流の最強の方向を示しその頭の部分には最も強い力が働く。しかし風その他により横、又は後方からも波が来る場合もあるが、これは別論文として提出されている。

2. く字形障壁 水の粒子の実質速度は、表面より下に進むにつれて、急速に小さくなり、しかもその程度は波長の短いもの程早くなる。翼部ブロックの目的は集光ブロック群が波面の傾斜の為に相互に衝突するのを防ぐにあり、この為には表面の波力の強い部分から逐次破壊して集光ブロックの衝突より安全な程度に低い波力を持つ層に到るまでの水層のもつエネルギーを破壊する構造を作ればよい。六角形井筒形の前面に同形の耐海水鋼柱によって保護されたくの字形の障壁を設け、くの字突角(水面より40cmの所に作る)より上層の水を空にはね上げてそのエネルギーを破壊する。突角より下の方の水は障壁より下の水と一緒に障壁の下を溜った水はその上の死水(含渦動)域にも波動を伝え、これが第2の障壁に到ると又障壁の突角以上の水を空中にはね上げてそのエネルギーを殺す。かくして1つの障壁を越すごとに上の方から40cm宛水を取り上げてそのエネルギーを殺す。しかし殺し得るのは水粒の速度エネルギーのみで位置のエネルギーは殺す事が出来ない。(障壁は波と一緒に上下する)、位置のエネルギーは速度エネルギーと理論上量的に等しい。かくして1つの障壁を越えるごとにそのもつエネルギーは最初の α 倍($\alpha = 1 - \frac{1}{2} \times \exp(-4\pi \times 0.4/L)$)となる。すなわち1回に0.4m宛障壁を越えるごとにくみ上げていく事はエネルギーの方から見れば18~20cm程度宛下のはうに進むものと等しい。かくして波長43m以下の場合には次のごとく障壁4個も設置する事により初期の目的を達する事が出来る。

3. 構造、先頭部の翼部ブロックにかかる予想さるべき最大波力として波長200m、波高28.57mを想定すると水の実質速度は最大12.587 m/secで、この時の波圧は $8.0743t/m^2$ となる。くの字障壁も作るのに突角を水面より40cmの所に設け、これより上下とも40cmに取る。上下の高さ及び障板の勾配を等しくしないと波が来た場合障壁の位置が動き、水面に対する深さが変わって障壁としての機能を負うので力の重心の位置を常に突角の位置に一致させるようにしておく。突角の角度(2 θ)も可及的に小さくして波圧による影響を小さくしたいけれども角度を小さくするとそれだけ支持棒(六角トラス)が大きくなり、且はね上り角度が小さくなってエネルギー抹殺効果が薄くなるので自ら限界がある。よって $\theta = \tan^{-1} 40/60$ とする。その場合の水

平圧力は $8.0743 \times \sin \theta \tan^{-1} (40/60) \times 0.4 \times 2 = 1.995t/m$ となつて第2,第3,第4 障壁を合算すれば合計 $7.3740t/m$ になる。この値は相当大きな値でこのままでは破塊や浮ブロックの設計にも影響を及ぼすのでもっと小さくなるようにする必要がある。波長 $43m$ 以上のものはブロックの衝突には無関係で唯波長が大きくなるにつれて波力が大きくなって構造物に大きな負担を課す。そこで $43m$ 以上の波流が来た時は突角が小さくなる様な装置をしておく、その場合大部分の波のエネルギーは障壁の下を通過するがこれは衝突には無関係で、構造物に対する圧力は大幅に減じる事が出来る。

3. 障壁の板の開閉装置 薄い鋼板が両端から圧された場合、始の中は強く抵抗するが圧す力がある限界以上になると俄然座屈して無力化してしまう。この原理を応用して2枚の木板が 夾角 2θ を以てくの字形に結びつけられている場合、くの字形の他の端に近く薄鋼板のささえを両木板間に入れると、波圧がかかり両木板間の夾角を閉じようとする力がある限界を超えると鋼板は座屈して、くの字板の夾角は急速に閉じようとする。この時完全に閉じたのでは鋼板は2つに折れ永久歪を生じ再び原形には戻らなくなるので夾角の減少をある限度に留めて曲った鋼板が再び原形に戻れる様にする事が必要である。その為両方の木板の内側に向って突起を出し、初期の処 夾角が縮んだ時両突起が衝突してこれ以上の進行を停止するようにする。両端から押された鋼板の座屈像の $\sin$ カーブに近いと思うので円弧を以て近似する。円の半円周と直径との比は $\pi/2 = 1.5708$ である。よって座屈後半円形にまで曲とすれば木板の夾角は当初 $\theta = \tan^{-1} 40/60$ であったものが座屈の為 $\theta' = \tan^{-1} (25.5/60)$ となるがこの場合鋼板は曲っているのでmomentや応力を生じるが復元力を保つ為にはこの応力が弾性限界の内にあることが必要である。座屈前の鋼棒の長さを $70cm$ とすれば座屈後の円の弧長は $44.56cm$ 、半径は $22.28cm$ となる。波長が $43m$ の場合 $U_{max} = 5.83m/sec$ 、波力強度は $1.7348t/m$ 、鋼棒の方向に向う波圧は $0.32t$ なり、その中で鋼棒の受け持つ力は $161kg$ となる。

よって公式 $EI \frac{d^4 y}{dx^4} = \frac{EI}{r} = M, \frac{\pi^4 EI}{l^3} = 16I, \sigma = \frac{Mt}{I}, I = \frac{bt^3}{12}$ により

$t = 0.0848, b = 748cm$ を得る。(t:板厚、b:板幅) よって実際には $0.8mm$ の耐海水性鋼を8枚用いる。

4. 反対側から来る波に対して 波は振動性のもの故反対側からも来る。しかしその力は弱く、波長 $200m$ の場合、速力 $4.79m$ 、力は $0.468t/m$ である。前正面の波のくの字と反対側の波のくの字が組合さって菱形を作る。ここで前正面からの強い力の為突角が 2θ から $2\theta'$ に縮む時後方の突角も $2\theta \sim 2\theta'$ に縮み得る様に螺旋性の構造でなければならない。

5. 支持棒トラス 支持棒トラスは障壁をその位置に定置安定せしめる為の構造で集光ブロック群との調和の為六角形井筒形の耐海水性鋼構造で第1.2.3の3列よりなる。障壁を通じてかかる波圧は鋼ケーブルにより浮ブロック破塊につながれている。支持棒は内、外面辺が正六角形(1辺が外辺 3.29 , 内辺 $1.90m$ 高さは $82cm$ で前後から来る交番応力に対処する為1図の様なトラス構造になる。応力に対処する為に鋼が必要であるが鋼は比重が

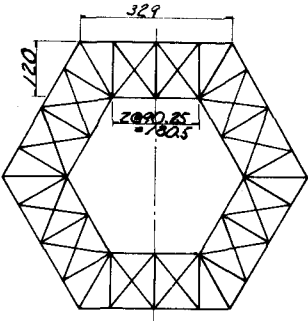


図-1 支持棒

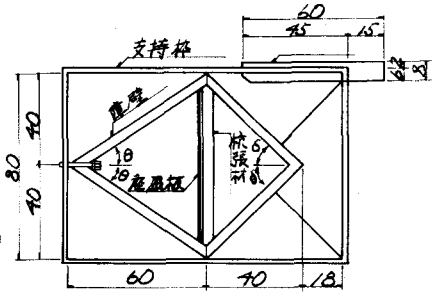


図-2 支持棒と座屈板

大で沈むので浮し材が必要である。鋼材はトラスが $400kg$ (水中比重), 座屈板が $300kg$ 程ある。障壁は、木造で浮材をも兼ね、座屈板とトラスの一部の重さを支える。不足の浮力は内弦材側に浮材を取付けて、これを支える。