

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
 九鉄工業株式会社 正会員 太 田 成 一

1. 概 要 太陽エネルギー集光ブロック群先端部は集光ブロック群の前面に設置され、その浮ブロック群とアンカーとを結ぶケーブルとの接合部の構造である。この先端部となる大型浮ブロックの中核構造に作用する波力およびそれによって生ずる断面力に関しては既に報告した。(第32回土木学会年次学術講演会IV-84) そこで、この大型浮ブロックの具体的な構造と、これと定塊とを結合するケーブルの設計法について述べる。なお、前回の研究では、エネルギーは、集光ブロック表面で得られる太陽エネルギーのみとし、波エネルギーは極力減衰させる方法としていた。所が、この方法で大量の波エネルギーが集光ブロックの底に溜り、浮ブロック群に動揺を与え、浮ブロック同志の衝突の危険すらあることが判明した。そこで、この波力エネルギーを可能な限り波力発電で電気エネルギーとし、電気エネルギーに置換し得ないエネルギーはでき得る限り破砕し、後続の集光ブロック群の安定を図ることとした。先頭大型浮ブロックは定塊より連結ケーブルAを通じて来る下向きの力(2,000ton)に対し海上に充分安全に浮くべき浮力を有し、後続する集光ブロックを係留し得るために高さ3.3m、幅40m、長さ40mの中空立方体とし、その外装部は耐海水鋼を以ってなし、海水が直接当たらない主構造部材は普通の炭素鋼を用いて構成する。定塊との間の繋ぎケーブルAは、浮ブロックの底部の中央に取付けられる(取付点の高さは底面より1.75mとする)が、浮ブロック全体は波によって前後左右に動揺し、これにしたがって軸の部

分も上下に移動する事となるので、もし、集光ブロック係留ケーブルBを直接集光ブロック群の先端に結合すると集光ブロック群の先端には絶えず上下方向の力が作用する事となるため、ケーブルBの中間にブイを海上に浮遊させてる事によりブイと集光ブロック間の高さを一定に保たせるようにした。定塊は海面下250mの所に置かれ、その中心(ケーブルAの定着点)と大型浮ブロック中心の鉛直線との水平距離は400mである。集光ブロック群は14本のケーブルBによって牽引され、その総係留力は $H_1=3,200\text{ton}$ である。

2. 先頭大型ブロックの構造 先頭大型浮ブロックの長さは40mとし、考慮する条件波は、波長200m、波高28.57mの三角状波とする。この場合、波面と先端浮ブロック底面の相對關係を圖-1に示す座標系において考察することとした。すなわち、座標の原点は浮ブロックの中心にとり、波面、浮ブロック底面の方程式をそれぞれ y_1, y_2, y_3 と仮定し、波面と浮ブロック底面との左右の交点を z_1, z_2 として、次の平衡方程式から、試算法によって各係数を定めた。(圖-2)

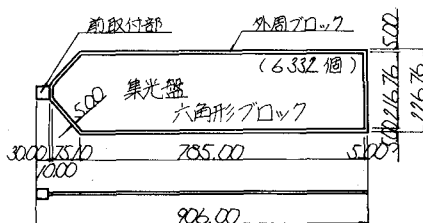


図-1 一般図

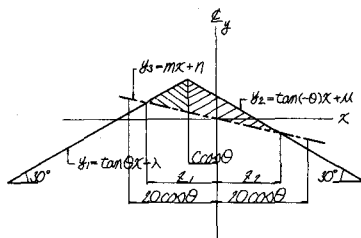


図-2 波面と浮ブロックの相関座標

平 衡 条 件

(1) [浮ブロック底面より上の部分の海水の重量] - [(浮ブロック自重) + (ケーブルに作用する力の垂直分力) + (係留力の垂直分力)] = 0

(2)〔浮ブロック底面より上の部分の海水の重量による y 軸に関するモーメント〕－〔（ケーブルに作用する力の垂直分力の y 軸に関するモーメント）＋（係留力の垂直分力の y 軸に関するモーメント）〕

〕＝0

この各係数を定める場合には、波面頂部と浮ブロック中心との距離を $C=2.0\text{m}$ ごとに算出し、それぞれの地点における海水重量 P (ton)，せん断力 S (ton)，曲げモーメント M (tm) を求めた。

(表 - 1) 大型先頭浮ブロックは、トラス型式を直交骨組に用い外面を耐海水鋼を以って囲む構造とする。直交格子骨組は、各トラスの格間距離を 2.00m 、高さ 3.00m で部材は矩型断面を用いる。その断面寸法は、垂直材では最外側 $200 \times 200\text{mm}$ ，内側 $150 \times 150\text{mm}$ ，板厚 25mm ，斜材では、 $200 \times 200\text{mm}$ ，板厚 28mm となる。また、外面を囲む耐海水

鋼の板厚は 26mm となる。(図 - 3)

3. ケーブルの設計 黒潮は、日本の本州南方において、その中心附近では流速 $3 \sim 4$ ノットを有し、水深 300m の地点でも 1 ノット程度の流速であるという。そこで、先頭浮ブロックを海底アンカーに定着すべきケーブル A の定着水平力 H_2 をこの海流の流速を指数関数分布と仮定し、静力学的条件から次の二式を成立させて求めた。(図 - 4)

$$H_2 = \int_0^{250} q \, dz + H_1$$

$$Vx - H_1 z - \int_0^z q(z - \xi) \, d\xi + \int_0^x P(x - \eta) \, d\eta = 0$$

この結果、アンカーにおける垂直荷重 $V=1,657\text{ton}$ 、水平荷重 $H_2=3,287\text{ton}$ を得た。また、この場合のケーブルの所要断面積は $A=0.236\text{m}^2$ となった。

4. 考察 太陽エネルギーを採集する集光ブロックは外周の一辺の長さ 3.14m 、高さ 50cm の六角中空井筒形で、その中心は 1 辺長 5.8m の三角網の各頂点に配列されて群をなす。その配列は、 6504 個のブロックを 43 列に縦に行なうものとする。この浮ブロック群をある一定域に定着させるためにケーブルによるアンカーを行なわなければならない。この集光ブロックは常に海面上に浮遊していなければならないことから、浮力を確保し、 43 列の集光ブロック群を係留し得る先端部ブロックを必要となった。そのためには、これ自体の自重が軽く浮力が所要以上有した上で、定着及び係留ケーブルの配置が容易なる形状が要求される。

表 - 1 断面力

C	P_{max}	$M_{max}(+)$	$M_{max}(-)$	$S_{max}(+)$	$S_{max}(-)$
-20	3.8271	565.813	-146.795	47.265	-2.735
-18	3.8696	470.678	-281.020	47.452	-2.548
-16	2.9135	334.154	-661.239	26.805	-23.196
-14	3.3785	293.952	-604.105	29.038	-20.962
-12	3.9303	247.822	-541.418	31.447	-18.553
-10	4.4659	188.240	-511.720	31.491	-18.509
-8	5.0642	133.353	-475.065	33.526	-16.474
-6	5.7547	80.023	-428.486	34.281	-15.719
-4	6.3787	32.251	-410.164	32.669	-17.331
-2	6.9743	1.900	-398.831	30.277	-20.699
0	7.5500	0.073	-403.410	36.861	-26.240
2	8.0691	509.098	-140.667	43.571	-32.093
4	8.4992	445.362	-180.898	50.678	-36.182
6	8.8163	421.761	-176.015	57.678	-38.457
8	8.9940	422.125	-154.407	64.559	-39.049
10	9.0244	470.834	-112.646	70.807	-37.841
12	8.9649	526.048	-81.472	77.309	-35.553
14	8.8951	681.647	-31.751	83.209	-32.490
16	8.9236	860.665	-21.150	99.065	-29.114
18	9.1568	846.710	-14.430	95.095	-25.774
20	9.6959	1167.668	-9.408	100.903	-23.320
max	9.6959	1167.668	-661.239	100.903	-39.049

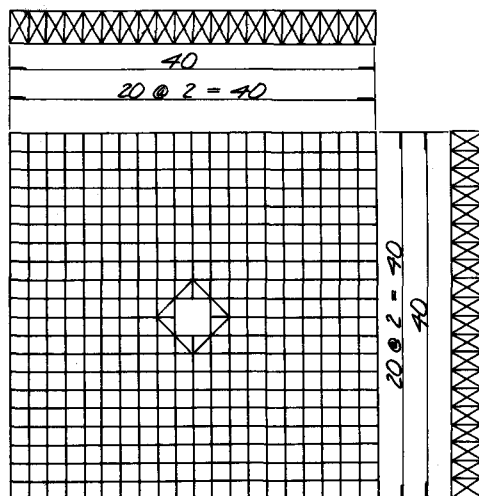


図-3 先頭浮ブロック骨組

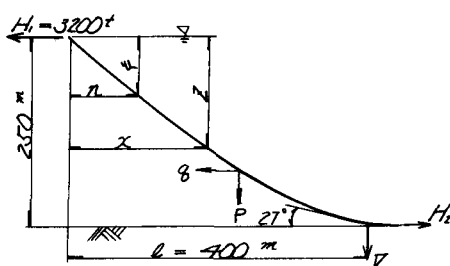


図-4 アンカーケーブル