

日本大学生産工学部

炭谷工業株式会社

日本大学大学院

正会員

正会員

学生員

○ 木田 哲 量

大 本 孝 昭

阿 部 豊太郎

1. 概 要 太陽熱エネルギー集光アロック群先端部は集光アロック群の前面に設置され、そのア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。集光アロック群は平常時には浮力が増大するため安定しているが、暴風雨時にはこのアロック群は極めて広大であるが薄く、もしも局部的に集中荷重を受けるようなことがあると局部的に深く海面下に沈降し、アロック群の力学的安定、排水処理など太陽熱エネルギー収集機能上好ましくない表面作用が起こるので、このような局部的な異常沈降を防止するためにはアロック群とケーブルとの取付部には特殊な箱船的構造を設け、その浮力を利用して、局部的沈降を防ぐとともにケーブルより来る集中的な大きな力をより広い面積に分散し、アロックの力学的安定を図るものである。ケーブルはアロック群の底面等に作用する毎波や風浪による水平方向の力に対し、これをアンカーに結んで阻止するため、取付部とケーブルの接合部にはケーブルの引張力を水平力と垂直方向との分力にする。よってアロック群との取付部には、これに対して沈降しない構造を必要とする。さらに巨浪がきの場合にも、その波に乗り、波をアロック群の底面を通るようにし、そのような状態において生ずる最も危険な応力状態における場合にも耐え得るような構造とする。前方から来る波は、岸上で生ずる最大の波長200m、その波高は波長の $\frac{1}{4}$ として、28.57mの三角状の波を想定する。ここに用いられる先端部アロックの寸法は、幅30m、長さ30m、中央部の高さ1.70mの高張力鋼のアレートカーター群を連ねたブロック型とする。この場合の自重は0.6噸とする。先端部アロックの中心には、破壊に定着される鋼ケーブルが取付けられ、その後方には後続する集光アロック群を連結する43列の鋼ケーブル群が配列され、それぞれに各アロックが繋がる。この繋留に要する力は602セとする。この様な状態の先端部構造に作用する断面力を、波と先端部アロックとの相対位置毎に求めるものとする。

2. 波面と先端部アロック底面との相対位置による条件式 先端部アロックは有限長($l=30\text{m}$)とし、考慮する条件波は、波長200m、波高28.57mとする事から、波面と先端部アロック底面の相対位置関係を図-2に示すように設定した。同図(a)は先端部アロックの中央部が波中にあり両端は波面から離れている状態であり、(b)は先端部アロックの一端は波面から離れているが他端は波中にある状態であり、(c)は先端部アロックの両端が波中にある状態を考察するものである。この場合の基本条件は図-1に示すような座標系において求めるものとする。すなわち、座標の原点はアロックの中心にとり、波面、アロック底面の方程式を次のように仮定し、波面とアロック底面との左右の交点を Z_1 、 Z_2 とおく。なお、海水の比重は $\gamma=1.03$ とする。

波面左部分:

$$y_1 = Z \tan \theta + \lambda \quad (1)$$

波面右部分:

$$y_2 = Z \tan \theta + \mu \quad (2)$$

アロック底面:

$$y_3 = mZ + n \quad (3)$$

アロック中心と波面頂部との距離

$$C \cos \theta$$

波面とアロック底面との交点:

$$Z_1 = R / (m - \tan \theta), \quad Z_2 = (Z \tan \theta \times C \cos \theta + R) / (\tan \theta + m)$$

平衡条件:

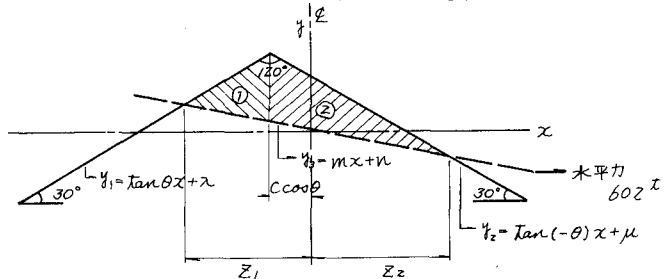


図-1 波面と浮ブロックの相対座標

- (1) { 浮アロック底面より上の部分の海水の重量 } - { (浮アロック自重) + (ケーブに作用する力の垂直分力) + (繋留力の垂直分力) } = 0
- (2) { 浮ア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 } - { (ケーブに作用する力の垂直分力のy軸に関するモーメント) + (繋留力の垂直分力のy軸に関するモーメント) } = 0

浮アロック底面より上の部分の海水の重量

(a) の場合

$$B_a = r \left\{ \int_{z_1}^{C \cos \theta} \{ (\tan \theta - m)x + R \} dx + \int_{C \cos \theta}^{z_2} \{ -(\tan \theta + m)x + R + 2 \tan \theta \cdot C \cos \theta \} dx \right.$$

(b) の場合

$$B_b = r \left\{ \left\{ -C^2 \tan \theta + 2C \tan \theta - \frac{(\tan \theta + m)l^2}{8} \right\} \cos^2 \theta + \frac{l}{2} R \cos \theta - \frac{R^2}{2(m - \tan \theta)} \right\}$$

(c) の場合

$$B_c = r \left\{ -\tan \theta \left(C - \frac{l}{2} \right)^2 \cos \theta + l R \cos \theta \right\} \times \cos \theta$$

浮ア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

(a) の場合

$$r \left\{ -\frac{\tan \theta \times C^3 \cos^3 \theta}{3} - \frac{R^3}{6(m - \tan \theta)^2 \cos^2 \theta} + \frac{(R + 2 \tan \theta \times C \cos \theta)^3}{6(\tan \theta + m)^2 \cos^2 \theta} \right\}$$

(b) の場合

$$r \left\{ -\frac{\tan \theta \times C^3 \cos^3 \theta}{3} - \frac{R^3}{6(m - \tan \theta)^2 \cos^2 \theta} - \frac{1}{3} \left(\frac{l}{2} \right)^3 (\tan \theta + m) \cos \theta + \frac{l}{2} \left(\frac{l}{2} \right)^2 C \tan \theta \cos \theta + \frac{1}{2} \left(\frac{l}{2} \right)^2 R \right\}$$

(c) の場合

$$r \left\{ \frac{C^3 \tan \theta \times \cos \theta}{3} - \frac{4}{3} \left(\frac{l}{2} \right)^3 m \cos \theta + \left(\frac{l}{2} \right)^2 C \tan \theta \times \cos \theta \right\}$$

平衡条件に各値を与え、各点における m , R , z_1 , z_2 を試算法により決定するものとする。

断面力 浮アロック自重を $B_a = 0.6 \text{ t/m}^2$ とすると、せん断力 S_x , 曲げモーメント M_x は次式で得られる。

$$S_x = \int_{z_1}^x B_i dx - \int_{z_1}^x (B_d / \cos \theta) dx \quad (B_i: \text{それぞれの場合の適用式決定は判別時に定まる。})$$

$$M_x = \int_{z_1}^x \int_{z_1}^x B_i dx dx - \frac{1}{\cos^2 \theta} \int_{z_1}^x \int_{z_1}^x B_d dx dx$$

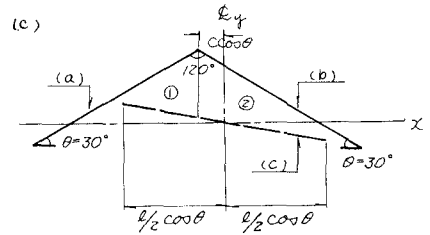
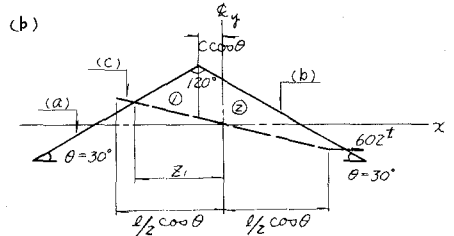
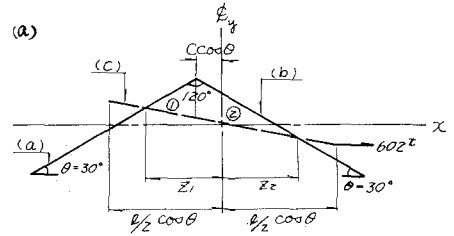


図-2 波面と浮アロックの相対位置。

3. 計算結果 波の頂部と浮アロック中心(座標原点)との距離を $C = 1.5 \text{ m}$ ごとにせん断力, 曲げモーメントをそれぞれの点で求めた。曲げモーメントでは, $C = 15 \text{ m} \sim 6.0 \text{ m}$ までは $C = 6 \text{ m}$, $C = 4.5 \text{ m} \sim 0 \text{ m}$ までは $C = 3 \text{ m}$, $C = -1.5 \text{ m} \sim -3.0 \text{ m}$ では $C = 6 \text{ m}$, $C = -4.5 \text{ m}$ では $C = 9 \text{ m}$, $C = -6.0 \text{ m} \sim -7.5 \text{ m}$ までは $C = 15 \text{ m}$ で負の最大曲げモーメントが生じ, $C = -9.0 \text{ m} \sim -15.0 \text{ m}$ では $C = 15 \text{ m}$ で正の最大曲げモーメントが生じた。またそれぞれの最大値は, -101.1 t-m 102.0 t-m であった。