

鳥取大学大学院 学生員 ○河原秀昭
鳥 取 県 庁 正 員 平尾 章
鳥取大学工学部 正 員 松原雄平
鳥取大学工学部 正 員 野田英明

【はじめに】近年、沖合海域を新たな増・養殖漁場とする試みが、わが国各地でなされつつあり、すでに数基の養殖施設は外海域に設置されている。本研究で対象とする延縄式養殖施設もその一つであり水深40mの外海域にロープで潜水係留され、主に貝類の養殖に用いられている。著者らは、既に、この延縄式養殖施設の動的応答現象について理論的ならびに実験的検討を加えてきたが^{1) 2)}、本研究では波動下での延縄式養殖施設の動揺ならびに係留索張力の変動について、より詳細に検討を加えるとともに現地の海中養殖施設において動揺に関する現地観測を行いシミュレーション結果との比較を行った。

【算定式の誘導】施設の応答算定式の誘導における基本的な仮定および作用外力の算定方法については、昨年報告済みであるのでここでは概略を述べるにとどめる。

基礎仮定

- 1) 施設は波向と同一方向に設置され、その運動は波の進行方向を含む2次元平面内に限られる。
- 2) 施設に作用する外力は養殖籠(直径50cm・長さ4m)およびメインロープブイ(直径46cm)に作用する波力および重力のみとする。

メインロープの運動方程式 図1は延縄式養殖施設モデルを示したものである。メインロープ上の各要素について水平および鉛直方向の波力および要素間のロープ張力を考慮して導いた運動方程式に、要素間の距離が一定であるという拘束条件を導入し、これらを連立させて数値計算を行い各要素の座標および要素間ロープ張力を算定した。

アンカーロープ張力の算定式 図2はアンカーロープ、メインロープ端ブイおよびアンカー部に作用する外力を示したものである。アンカーロープ張力の算定式は、図に示す外力を考慮し、静水中での力のつりあいを考えるカタナリー理論を応用して導いた。

$$H_A = H_B = T \cos \phi + F_H$$

$$V_A = \frac{y[(s^2 - y^2)\{4H_A^2 - w^2(s^2 - y^2)\}]^{1/2} - ws(s^2 - y^2)}{2(s^2 - y^2)}$$

ここに、 H, V : 各点における水平および鉛直方向張力、 F_H, F_V : ブイに作用する水平および鉛直方向波力
 T : メインロープ張力、 T_V : 鉛直アンカーロープ張力、 U : ブイの浮力、 w : ロープの単位長さ当りの水中重量、 ϕ : メインロープ端ブイとそれに最も近い要素を結合するロープの水平と成す角度

【実験結果および考察】実験は鋼製2次元波動水槽を用い、水深 $h=45\text{cm}$ と一定にし、周期 $T=0.86\sim 2.28\text{s}$ 、波高 $H=1.42\sim 6.70\text{cm}$ の範囲で行った。要素の変位は水槽外部よりビデオ撮影し、係留索張力はひずみゲージを貼付したアルミ板のたわみ量を検出することにより測定した。また、実験に用いたモデルは表1に示す2種類である。数値計算においては、慣性係数 $C_M=1.5$ 、抗力係数 $C_D=0.5$ とし周期性のある定常解が得られるまで計算を行った。図3～5は、RUN1の実験より得られた結果を示したものである。

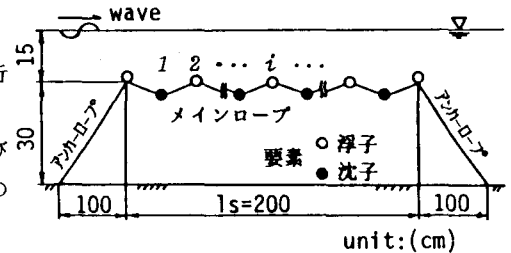


図1 養殖施設モデル

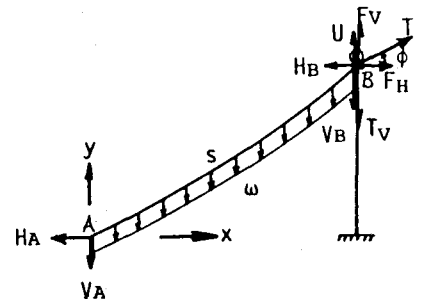


図2 アンカーロープ部作用外力

表1 模型の諸元

	浮子数	沈子数	メイン-ア長(cm)
RUN 1	9	10	202.24
RUN 2	9	10	203.96

要素の水平方向変位は微小であったため、以下では鉛直方向変位のみについて述べる。図3は中央浮子の最大変位量と L/l_s の関係を示す。図より、変位量は L/l_s の増加とともに大きくなり、 $L/l_s=0.7$ 付近で極大値をとる。その後急激に減少して $L/l_s=1.1$ 付近で極小となり再び増加する。 H/L が小さい程 Y/H は大きくなる傾向を示しているが、 $0.9 < L/l_s < 1.5$ でその関係が逆転している。図4はメインロープ上の各浮子の変動を1周期にわたって示したものである。図中の黒丸は浮子を示しており破線は数値計算より得られた各浮子の最大変位点の包絡線である。図より、1)浮子変動量は場所によって大きく異なっておりロープ上に極めて小さい変位を示す点、すなわち節が現われていること、2)変位が沖側より岸側で大きく現れる傾向があること等がわかる。図3、図4、いずれの場合も実験値と計算値はよく一致している。

図5は、波の1周期について岸側係留索張力と模型中央の水面の変化を示している。図より、係留索張力には衝撃的な変化は認められず、正弦波に近い周期的な変化を示し、実験値と計算値はほぼ一致していることがわかった。

以上のように、RUN1においてこの算定方法はほぼ満足する値を与える。しかし、RUN2の計算結果は必ずしも実験値を満足するものではなかった。これは、メインロープが長くなり両端固定の境界条件を必ずしも満足しないためと考えられる。

【現地観測とシミュレーション結果】図6は加速度の測定結果と同じ施設に対する数値シミュレーション結果を示したものである。この図より、シミュレーション結果は、3月24・25日と加速度が増大する時に実測値より大きく現われていること、しかしながら、両者の傾向はほぼ一致していることがわかる。これは、現地施設のモデル化が必ずしも妥当でなかったこと、測定値に観測装置の回転・振動の影響が混在していること、基礎仮定でロープに作用する波力およびロープの伸縮やたわみを考慮しなかったことなどがその原因として考えられる。

【おわりに】本研究で示した算定方法は、模型実験結果とほぼ一致することがわかった。しかし、現地施設の動揺量の算定については必ずしも一致しなかった。以後、上記の点をふまえて計算方法を改良する必要がある。詳細は講演時に述べる。

＜参考文献＞

- 1) 松原・平尾・野田：波動下における海中養殖施設の動的応答に関する研究, 第30回海岸工学講演会論文集, pp.420~424, 1983
- 2) 平尾・松原・野田：海中養殖施設の波による動的応答に関する研究, 第36回土木学会中四国講演概要集, pp.129~130, 1984

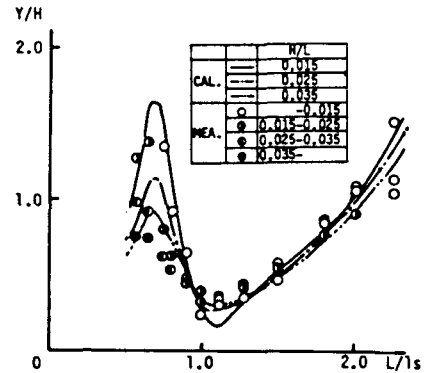


図3 中央浮子変位と波長の関係

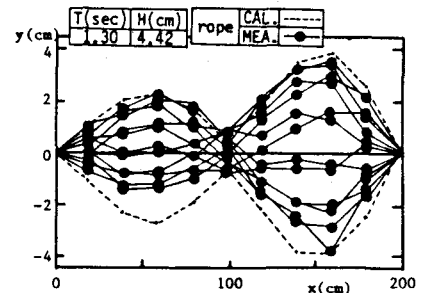


図4 メインロープの時間的変化

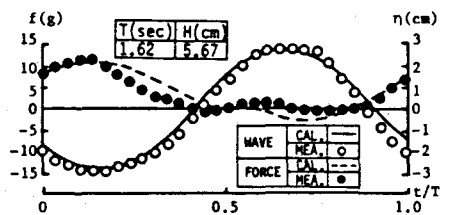


図5 係留索張力の時間的変化

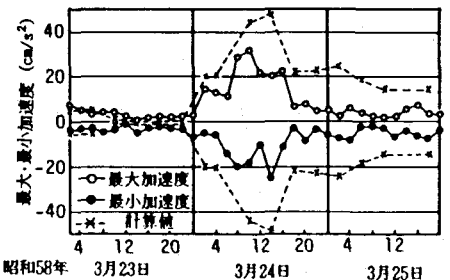


図6 現地観測値と計算値の比較