

II-257 海中増殖施設の波浪動揺低減化に関する研究

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

建設省 正 員 先灘啓二

【はじめに】

わが国の沿岸水域において活発に行われている各種の増・養殖事業は、内湾から外海域へと、その新たな施設設置空間を求めつつあり、すでにいくつかの施設において外海養殖が進められている。ここで対象とする延縄式養殖施設は、沖合い海域の中層にロープ、ブイなどによって養殖貝を垂下・係留し、貝の成長を促進させるものであり、山陰地方の海域ではイタヤ貝の養殖施設として多く使用されている。しかし、こうした中層浮遊形式の係留施設では、波による施設動揺が養殖貝の成長速度を大きく低下させるのみならず、貝の奇形や弊死を招き、養殖効率の低下をきたしており、その対応策が求められている。本研究は、この延縄式増殖施設の波浪動揺を低減させるための施設係留方法や形状などに関して実験的検討を行った結果について述べるものである。

【実験装置ならびに方法】

実験は、図-1に示すような施設模型を二次元波動水槽に係留して波浪応答ならびに係留索張力について測定した。この模型は、模型ブイとしてプラスチック球、養殖簗として鉛製の沈子を使用し、ロープにはテグスを用いている。施設の波浪動揺の低減について調べるために垂下連長の異なる三種類の模型(モデル0～モデル2)と、沈子部分に直径の異なる抵抗板を取り付けた5種の模型(モデル3～モデル7)を用いた。モデル0の模型は、浮子、沈子が一本のメインロープに等間隔に位置するように制作したものでありモデル1および2は、垂下ロープ長をそれぞれ5cmおよび10cmとしている。一方、モデル3～7は、モデル2と同様に垂下ロープ長10cmとし、沈子部に直径をそれぞれ2.0～5.0cmまで6種類変化した抵抗板を設置したものである。波による模型の動揺は水槽外部よりビデオカメラを用いて撮影し、解析したまた係留索張力については、両アンカーロープにロードセルを設置して測定した。波の条件は、すべて微小振幅波理論の適用範囲内とし、水深を45cmと一定にし、波高0.9cm～10.9cmおよび周期0.89sec～2.05secの範囲に設定した。

【結果の検討】

メインロープ上の浮子及び沈子の波浪動揺をビデオ画像より解析した結果、沈子の水平方向の変位量が鉛直変位量に比べてきわめて小さかったため、以下では鉛直変位量についてのみ検討する。図-2は、抵抗板をつけた各モデルの静水中における減衰自由振動の実験結果を示したもので、図より抵抗板の直径が大きくなるにつれて振動周期は長くなるとともに、その振幅は、増大している。これは、抵抗板の設置によってそ

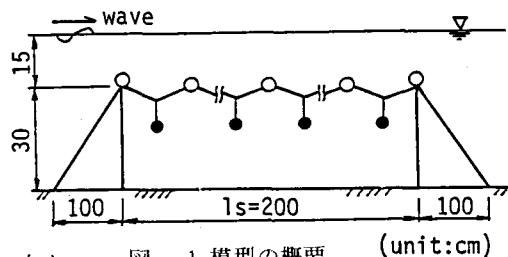


図-1 模型の概要

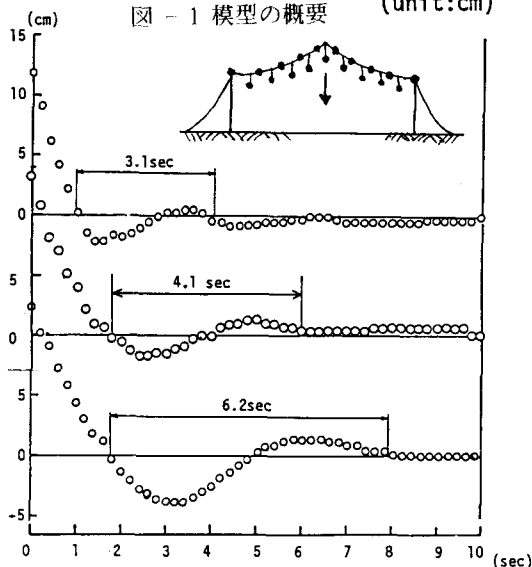


図-2 中央沈子の減衰振動

の付加質量も含めた質量が増大することによって固有周期が長くなるとともに、振動振幅も増大するものと考えられる。図-3 は、各モデルの相対最大変位 Y_m/H と施設長・波長比 $2l_s/L$ との関係を示したもので抵抗板径・浮子径比 D/d をパラメータにとっている。抵抗板の径が最も小さいモデル3の結果に注目すると大部分の条件において相対変動量は1.0より大きく、特に D/d の値が2.0 および 3.0 となる条件で増大する。しかし $D/d > 1.0$ の各モデルの相対変動量は1.0 以下でありとくに $2l_s/L = 2.3$ 近傍で変動量が最小となっている。また抵抗板の径が増大するにつれて動揺量も低下していることから、抵抗板による低減効果が明瞭に認められる

図-4(a)および(b)はいずれも同一条件の波の一周期におけるメインロープ波形の変化を波の周期(T)の $T/12$ 毎に示したものであり、(a)は抵抗板を有さない場合、一方(b)は最も大きい抵抗板を有するモデル7の結果である。図中の丸印が浮子を、実線がロープを示している。これより(a)では、メインロープ中央部に動揺の節が現われる2次の振動モードになっているが、(b)では明確な振動モードとなっていない。すなわち同一の波の条件に対しても抵抗板の差異によって、施設の動揺パターンは大きく異なり、振動モードの変化と低減効果に明確な関係があるといえよう。図-5 は縦軸に相対変動量比、横軸に D/d をとって低減効果を示したものである。 D/d の値が1.0程度までは、動揺は急激に低減すること、また波形勾配と低減量は明確には関係せず、一つの曲線で低減量が表わされることがわかる。一方、図-6 は抵抗板径の変化による最大索張力の変化を示したものであるが、ここで最大張力は、岸側及び沖側係留索張力のいずれか大きい値を初期張力で除したものである。これよりすべての張力は20%を超え、特に $D/d = 1.0$ の条件で最大値を示しており、抵抗板の設置で係留索張力は増大することがわかる。しかし、 $D/d > 1.0$ では、動揺量の低下に大きな変化は見られなかったことを考慮すると、 D/d の値を1.0 よりも大きく設定すれば動揺量の低減効果とともに最大索張力の増大も小さく抑えられることになり、実際の施設での設計では、このような範囲に D/d の値を選択することが最も有利であるといえる。以上は、抵抗板の設置による低減に関する検討であるが、同時に垂下ロープ長を変化させて低減化についても検討したが、モデル0~2で、沈子の設置水深が変化してもその動揺量は減少せず、養殖籠の設置水深を変化させることは動揺の低減化には大きな効果はないことがわかった。またここには示していないが、係留索張力についても明確な低減効果は認められなかった。

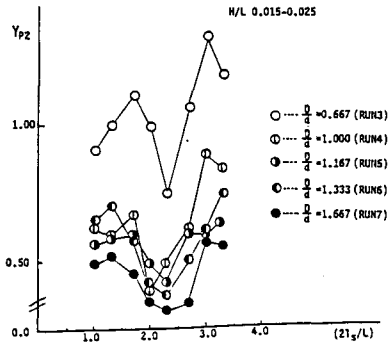


図-3 沈子の相対変動量

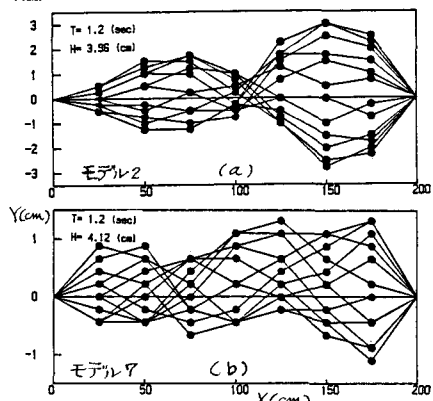


図-4 メインロープの動揺

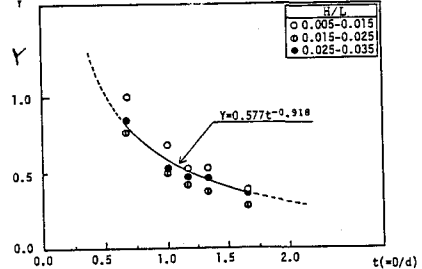


図-5 動揺低減曲線

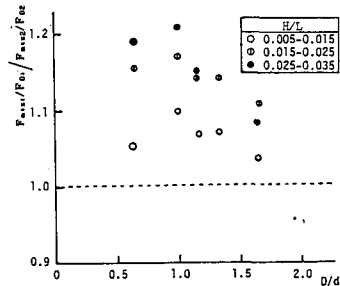


図-6 相対最大索張力