

養殖筏施設の波浪応答に関する研究

(株) 鴻池組

鳥取大学工学部

鳥取大学工学部

(株) オリエンタルコンサルタンツ

正会員 ○安倍伸弥

正会員 野田英明

正会員 松原雄平

枝松憲司

1. はじめに 養殖筏施設は、ホタテ貝やカキなどの有用貝類の養殖に広範に使用されている水産構造物である。近年、内海域での水質汚濁が進み、とくに養殖が活発に行われている海域では投与餌料あるいは魚介類の排泄物等による富栄養化によって、養殖環境は悪化の一途をたどっている。このため外海域を新たな養殖スペースとして施設の沖合設置が試みられているが、流失や損壊の事例も生じている。また9111号台風では瀬戸内海域に係留されていた多くの養殖施設が壊滅的な被害を受けたことが報告され、施設設計・係留技術の確立が望まれている。本研究では、養殖筏施設を沖合海域に設置する場合の耐波設計法を確立することを目的として、施設の波動下での動的応答現象について、理論的、実験的さらに実証的な側面から検討する。

2. 波浪応答モデルの誘導 図-1は、本研究で想定した養殖筏施設の概要を示したもので、筏部は波の進行方向に2本の係留索で係留され、筏部から多くの養殖籠が垂下されるものとした。2次元波浪応答モデルを導くために、図-2に示すように筏部、筏から垂下された養殖籠（以下、垂下連）ならびに係留系を離散化質量要素法を用いて等価な球要素に置き換えた。筏部の運動として、サージ、ヒーブ、ピッチの3自由度を考慮した。垂下連の動揺計算では、筏部と垂下連との係留点の運動学的諸量を境界条件として与え、垂下された個々の要素（養殖籠）の2次元動揺量を算定した。係留索張力の解析では、要素分割法を用いてロープを10分割して、それぞれの要素を球要素に置換した。索の動揺解析では、個々の要素が常にカタナリー形状を保持して運動すると仮定して動的解析を行った。前述の垂下連ならびに係留索の動揺解析では、各球要素が非伸性の直線要素でヒンジ結合され、線要素に流体力は作用しないものとした。球要素に作用する波力の算定には、相対速度ならびに加速度を考慮したモリ

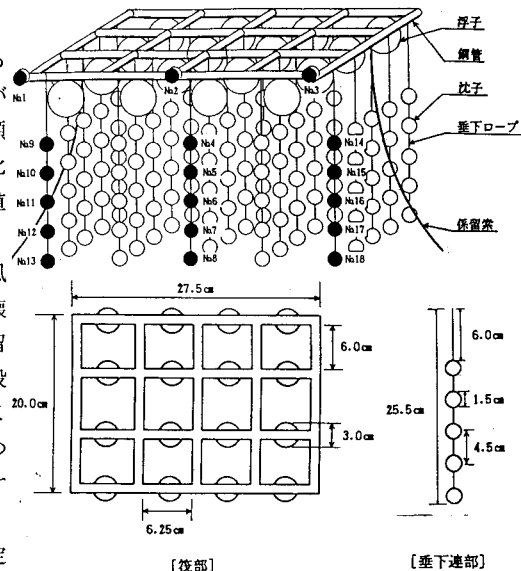


図-1 養殖筏施設の概要と諸元

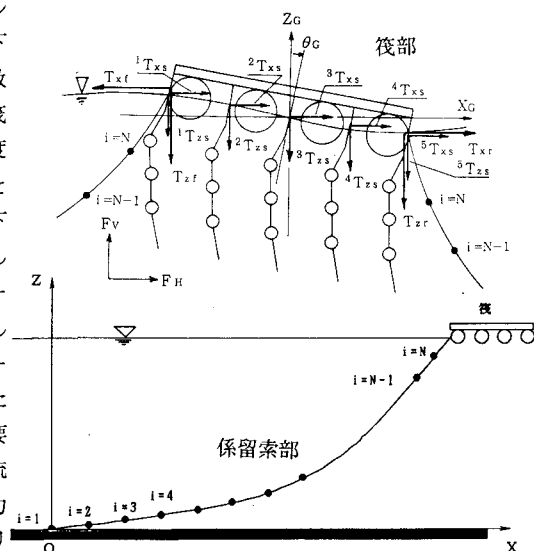


図-2 波浪応答モデル

ソン式を採用した。

3. 水理模型実験

以上の解析結果の精度を検証するために、波動水槽に縮尺1/100の筏模型を係留し、波浪動揺実験を行った。ビデオ解析により、筏部、垂下養殖籠の2次元動揺量ならび係留索張力を測定し、前述の応答モデルの結果と比較検討した。

4. イタヤ貝の強制振動試験

養殖筏施設の動揺特性と養殖貝の成長過程の関係を調べるために、丸籠（直径50cm、高さ180cm）とパールネット（30cm×30cm）にイタヤ貝を収容し鳥取県水産試験場の屋外試験池に係留し、リニアドモーターで強制的に鉛直方向の振動を与えつつ貝の成長過程を18カ月間にわたり追跡した。振動振幅は全ての籠で35cmと一定にし、振動周期として70sec、30sec、15secおよび静止の4ケースを設定した。

5. 実験結果との比較

図-3は、筏部のサージとヒープの時間的変化を示したもので、計算結果と実験結果を比較したものである。これより両者は、最大値ならびに位相ともに、ほぼ一致することがわかる。また筏のピッチング運動についても同様に比較した結果、解析値が実験値をほぼ再現すること、他の条件についてもほぼ同様の結果を得た。垂下連の動揺は、垂下連の数によって大きく影響を受け、連数の増加とともに垂下連の運動は楕円運動に近づくことがわかった。図-4は、筏部（要素No=1, 2, 3）ならびに垂下連（No.=9-18）の2次元動揺計算結果と実験結果を比較したものである。これより、全般的に動揺が下方部ほど大きくなる傾向は一致しているが、計算値が実験結果を完全に説明するには至っていない。しかし本モデルで垂下連の運動振幅を見積るには、ほぼ適用できることがわかった。図-5は、沖側および岸側の索張力の時間的変化を示し、計算値と測定結果を比較したものである。沖側張力が岸側のそれより卓越して大きく生じること、解析結果の再現性も良いことがわかる。また、長期間のイタヤ貝の強制振動試験から、貝の成長は施設の動揺によって大きく影響されており、貝の成長率、生残率ともに振動周期が短いほど低下することが明らかになった。

6. おわりに

本解析モデルは、若干の改良の余地はあるものの、筏施設の動的応答解析に十分適用可能である。今後、現地での動揺観測を行い、さらに検討を重ねるとともに、

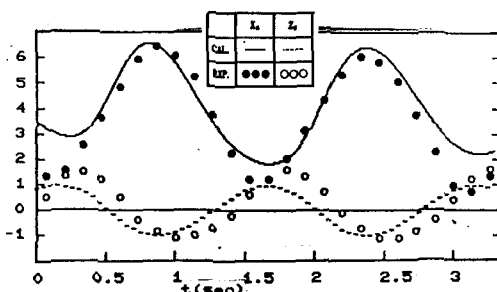


図-3 筏部の2次元動揺量

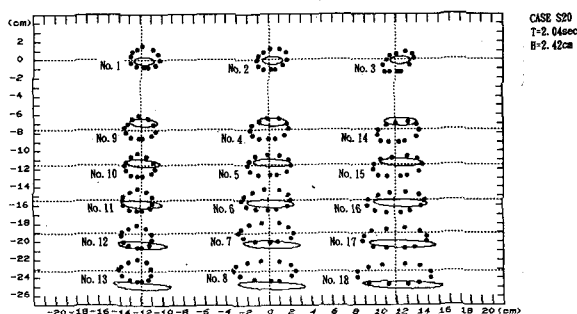


図-4 垂下連の2次元動揺

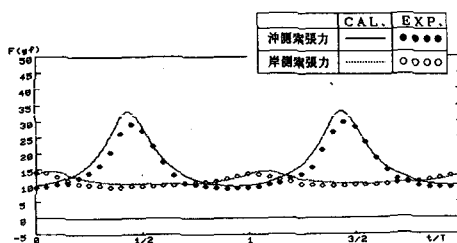


図-5 係留索張力の時間的変化

養殖籠の動揺を低減する係留方法についても考慮する必要がある。

参考文献

- 中村充, 上北征男: 養殖筏の設計外力に関する研究, 第2回海岸工学講演会論文集
- 島田ほか: 係留ラインの張力に対する動的影響について, 西部造船学会60号