

養殖いけす施設の波浪応答解析

鳥取大学 正員 野田 英明
 鳥取大学 正員 松原 雄平
 鳥取大学大学院 学生員 西田 秀紀
 建設技術研究所(株) 正員 小滝 訓一

1. はじめに

我が国の水産資源漁獲高は約1兆円にのぼり、その約5千億円を養殖業が占める。しかし、近年沿岸域の過密利用が進み、そのため沖合域が新たな養殖海域として注目されてきた。本研究では沖合域に設置される養殖いけす施設の設計法を確立するにあたって有用な資料を提供しようとするもので、模型実験および数値シミュレーションによって施設の波浪応答を検討した。

2. 実験装置および実験方法

2次元造波水槽に表-1に示す諸元を有する養殖いけす施設模型を緊張係留(トート係留)、および緩衝係留(スラック係留)によって係留し、実験波の条件を微小振幅波理論の適応範囲内で設定し水深45cmと一定にとり周期を1.0~2.5秒、波高を2.7~3.2 cmまでの範囲で変化させた

3. 養殖いけす施設の波による動的応答計算

いけす係留点(X,Y)における係留索の静的つり合い力はカタナリー理論より

$$X = (H/\omega) \sinh^{-1}(\omega s/H)$$

$$Y = (H/\omega) \{ \cosh(\omega X/H) - 1 \}$$

で表せる。ここに H は静的つり合い水平方向分力、W は係留ワイヤーの単位長さの質量、S は係留索の長さである。

図-1に示す座標系においていけす施設の運動方程式は以下のように導かれる。

$$M\ddot{X} = F_h + H' - H$$

$$M\ddot{Z} = F_v + U - V + V' - Mg$$

$$I\ddot{\theta} = H'a - H'b + F_h*c$$

ここに M: いけすの質量, I: 慣性モーメント, U: 浮力, g: 重力加速度, H, V: カテナリー理論による静的つりあい力, a, b, c はそれぞれ H, H', F_h の作用点からいけすの重心までの鉛直距離を示し, F_h, F_v はいけすに作用する流体力で次のように表せる。

$$F_h = \sum_{i=1}^2 (1/2) * \rho * A * C_D [(U_i - \dot{X}) * |U_i - \dot{X}|]$$

$$F_v = (1/2) * \rho * A * C_D [(W - \dot{Z}) * |W - \dot{Z}|]$$

ここに ρ は流体密度, A は射影面積, C_D は抗力係数, U, W

は水平、鉛直方向流速, X, Z は模型の水平、鉛直方向動揺速度である。また上式 C_D は平面網地の流体力係数から得られたものである。

4. 実験結果の考察ならびに数値シミュレーション結果との比較検討

1) 動揺量に関する検討

表 1 *養殖いけす施設模型本体の諸元

寸 法	20 * 20 * 20 (cm)
網目の目合	2.09 (mm)
網目の部材直径	0.45 (mm)
重 量	231.05 (gf)
網地の C D	20.01 = R * (-.514)

*浮子の諸元

直 径	4.01 (cm)
浮 力	33.5 * 12 = 402 (gf)
重 量	6.04 * 12 = 72.5 (gf)

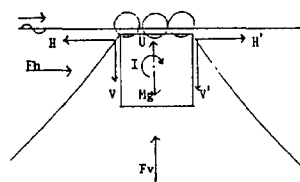
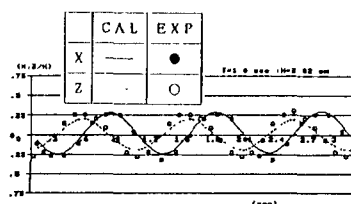


図-1 座標系



動揺量の計算結果と実験値の比較

図-2 (a) (トート係留)

図-2(a)は縦軸に水平方向(X方向)および鉛直方向(Z方向)の動揺量を入射波高Hで除したものの、横軸に時間を取りトート係留した模型の動揺を示したものであり波浪条件は周期1秒、波高2.8cmである。また、●、○は実験結果、—、…は同じ条件下での数値計算結果でありそれぞれX,Z方向変位を表している。図-2(b)は同じ条件下でスラック係留された模型の動揺を示す。これらの図より実験結果と計算結果では位相および最大最小動揺量の現れる位相は一致しているがスラック係留法において、最大動揺量では実験値が約25~30%大きくなった。原因としては実験で使用した係留ワイヤーあるいは浮子の特性がモデルに十分取り入れられて無かったことなどが挙げられる。図-3は縦軸に模型重心まわりの回転角を横軸に時間を取ったもので●は実験結果を、実線は計算結果を示す。ここで、(a)はトート係留、(b)はスラック係留されたものを表している。これらの図より実験結果と数値計算結果はほぼ一致していることがわかる。

2) 係留索張力に関する検討

図-4は実験における最大索張力Sを初期張力 S_0 で除したものを縦軸に横軸に波形勾配を取ったものである。また図-5は縦軸に最大水平方向動揺量Xを入射波高Hで除したものの、横軸に波形勾配を取ったものであり○はトート係留法、●はスラック係留法によるものである。この2つの図の類似より、係留索張力は水平方向の動揺量に強く影響を受けるものと思われる。

5. 結語

養殖いけす施設の動揺量については実験結果と計算結果がほぼ適合した。また係留索張力は水平方向動揺量に影響され、鉛直方向動揺量による影響は少ないものと考えられる。本研究で導いた施設の応答計算では、アンカーロープに作用する流体力、および、金網に作用する慣性力などを無視できたしたが今後さらに計算モデルの改良をくわえる必要がある。

〔参考文献〕

- 1) 中村孝幸、松本博明：海面いけすの波浪動揺の算定法について
第40回土木学会中国、四国支部研究発表会講演概要集
- 2) 松原雄平、新宅建文：養殖いけす施設の波浪応答に関する研究
平成元年度鳥取大学卒業論文

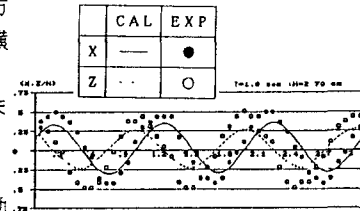


図-2(b) (スラック係留)

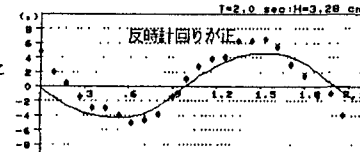


図-3(b) (スラック係留)

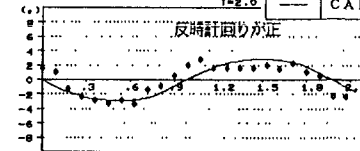


図-3(b) (スラック係留)

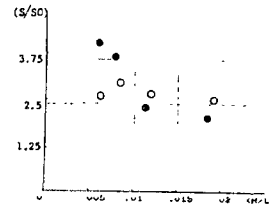


図 4

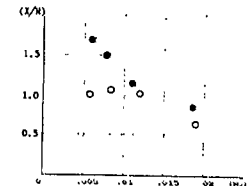


図 5