

沖合養殖筏施設の波による動的応答について

鳥取大学大学院 学生員 ○田中英利
鳥取大学工学部 正 員 松原雄平
鳥取大学工学部 止 員 野田英明

(はじめに) これまで、内湾域を中心に発達してきた各種の増・養殖事業は、漁場の過密化あるいは汚染等により沖合域への施設設置を余儀なくされつつある。また、現在、わが国の沿岸漁業において、従来の資源消耗型から資源管理型漁業への転換の試みがなされていることから、沖合域が新たな養殖水域となる例も増えると考えられる。本研究では、こうした沖合海域に設置される施設として、養殖筏施設を対象に選び、その波浪応答現象に関して、理論的かつ実験的に検討を加えようとするものである。

(実験的研究) まず、検討の第一段階として養殖筏に波浪が作用する場合の施設の応答を観察するため、2次元水槽において模型実験を行った。実験では、図-1に示すような寸法の異なる3種類の模型筏を作製し、これを直径1mmのヒニールコーティングワイヤーの模型係留索を用いて水槽に係留し、波浪応答特性ならびに係留索張力の測定を行った。また、施設係留方法に関して、中間浮子の有無が波浪応答現象にいかなる影響を及ぼすかについても検討した。図-2は、模型養殖筏に係留されている状況を模式的に示したもので、タイプAが緊張係留形式、タイプBが中間浮子ならびに連結索を併用した係留形式であり、いずれのケースも4点係留である。浮体の変位量ならびに係留索張力の測定には、ビデオ解析システムおよび歪ゲージ式の張力計を用いた。波浪条件は、波の周期および波高をそれぞれ、1.2sec~2.05secならび4cm~8cmの範囲に設定し、水深は50cm一定とした。

(実験結果および考察) 図-3は、周期1.2(sec)、波高4(cm)の波に対して得られたタイプAおよびタイプBの動揺特性を波の各位相毎に示したものである。これより、タイプAは緊張係留のため、タイプBに比較し波浪による動揺が抑制されることがわかる。図-4は、筏施設の重心まわりの回転角の時間的変化を示したものである(タイプA-白丸、タイプB-黒丸)。これより、回転角についてもタイプAの方が、Bよりも小さく現われていることがわかる。

図-5は、それぞれ前述の条件の波から得られた沖および岸側の係留索張力を波の位相と対比させて表わしたものである。ただし波は施設のほぼ中央付近で測定した。これより、タイプAの岸側張力波形は複雑な変動を示しているのに対し、タイプBのそれは比較的規則的な変化を示していること、特にタイプAの場合、係留索張力の時間波形に鋭いピークが現われているものの、タイプBの結果では、その瞬間的な変動が若干ではあるが緩和されていることがわかる。また、沖側の係留索張力と岸側のそれを比べた場

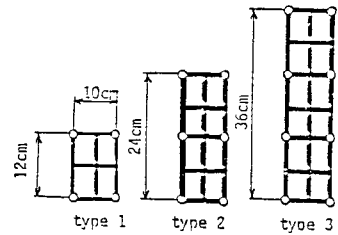


図-1 模型筏

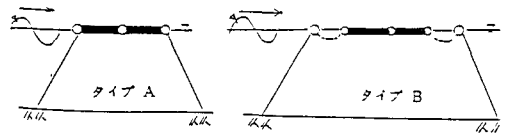


図-2 施設のタイプ

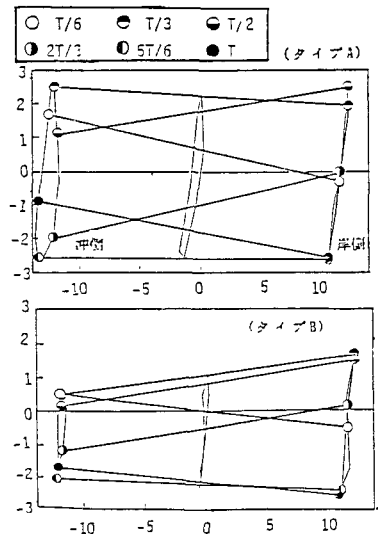


図-3 筏施設の動揺特性

合、両タイプとも常に沖側張力が大きく現われていることがわかる

以上のことから、中間浮子を使用することで係留索張力の衝撃力緩和にある程度の効果があるものの、施設の動揺はむしろ増幅されることがわかった。現行の設計指針では、このような施設の設計では張力の低減化を目的として中間浮子の設置が望ましいとしているが、前述の結果より機能設計の面からは中間浮子の設置については、十分検討する必要があるといえる。

さらに、最大索張力の支配的物理量として筏長、係留ロープ長ならびに波形勾配を選び、これらの関係について検討を加えた。その結果、最大張力は、無次元筏長ならびに係留ロープ長の増大とともに大きくなること、また波形勾配の増大とともに、索張力も直線的に増加することがわかった。また沖および岸側係留索のいずれもほぼ同様の傾向を示すことがわかった。

(算定式の誘導) 以上の実験結果にもとづき、両タイプの施設の運動方程式を導いた。以下では、タイプAの場合について示す。タイプAの運動方程式を導くにあたり以下の仮定を設けた。

- 1) 係留索は伸縮しない。また、たわむことがない。
- 2) 施設は、波向に平行である。
- 3) 浮体の運動は、波の進行方向を含む二次元平面内に限られる。

上述の仮定にもとづいて、筏の運動方程式を立てると、水平・鉛直ならびに重心まわりの各成分は以下になる。

$$m d^2 x / dt^2 = \Sigma F_{H1} - F_1 \cos \alpha - F_2 \cos \beta$$

$$m d^2 y / dt^2 = \Sigma F_{V1} - F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \beta + N$$

$$I d^2 \theta / dt^2 = -F_1 \sin(\alpha - \theta) \cdot L_2 / 2 + F_2 \sin(\beta - \theta) \cdot L_2 / 2 - \Sigma F_{H1} (L_2 / 2 - l_1) \cdot \sin \theta + \Sigma F_{V1} (L_2 / 2 - l_1) \cdot \cos \theta$$

ここに、 (x, y) は重心位置座標、 θ は重心まわりの筏の回転角、 α, β は沖・岸側係留索のX軸となす角、 L_2 は筏長、 I は慣性モーメント、 l_1 は筏部の沖端から球要素の中心までの距離、 N は筏部の浮力を示し、 F_{H1}, F_{V1} はモリソン式を用いて算定される水平ならびに鉛直方向の波力である。また、沖・岸側の係留点の水平・鉛直方向の距離は一定であるという拘束条件式を導入し、これらを連立させて、数値計算を行うと施設の動揺量ならびに係留索張力 F_1, F_2 が求まる。図-7は、計算結果の一例を示したものであって、同図中には模型実験より得られた結果も合わせて示してある。これより、計算結果と実測値とはほぼ一致していることがわかる。他の計算例については講演時に発表する。

(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回海岸工学講演論文集, PP420~424, 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

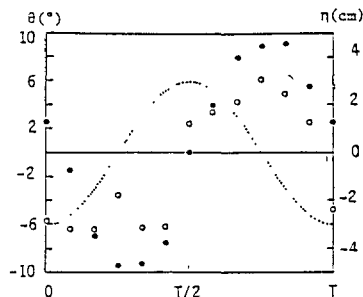


図-4 筏施設の回転角

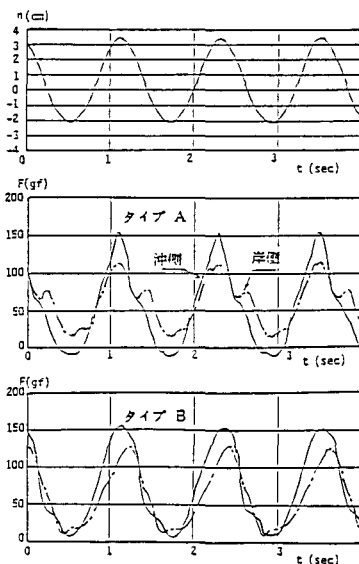


図-5 係留索張力の時間的変化

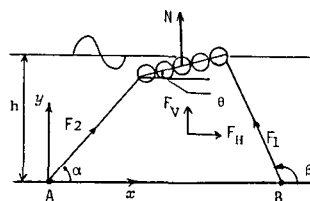


図-6 養殖筏の模式図

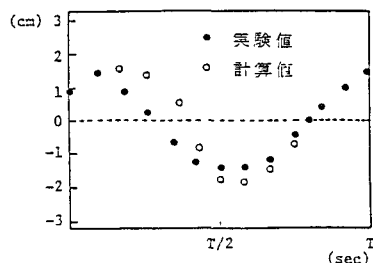


図-7 重心の鉛直方向変位