

延縄式垂下養殖筏の係留索に働く張力に関する基礎的研究

防衛大学校 ○松本 光一
 防衛大学校 正会員 藤間 功司
 防衛大学校 正会員 嶋原 良典

1. 背景および目的

津波による陸上被害には、津波に押し流された船舶や養殖筏による二次災害も含まれる。したがって、船舶や養殖筏の係留索が破断しないような指標を設定すれば、被害の軽減につながる。津波漂流物の実験的研究に関する既往の研究では、嶋原ら(2008)が船舶係留索に加わる張力評価式に関する研究を行っているが、養殖筏の事例研究は行われていない。

そこで本研究では、延縄式垂下養殖筏の係留索の破断条件という観点に基づき「養殖筏の挙動と係留索への張力測定」を目的とした。

2. 水理実験の概要

水理模型実験は図-1に示すような全長 19m, 幅 0.4m, 高さ 0.3m の矩形断面水路を用いて実施した。勾配 3/5 の斜面の後、14m の水平区間に接続されている。左端にはフラップ型造波装置と遮断型造波装置を設けられており、これにより、それぞれ規則波と段波を発生させることができる。

本研究では 1/50 スケールを想定した。水深を 0.1m とし、水路の中間部に図-2に示すような延縄式垂下養殖筏の模型（以下、養殖筏）を浮かべ、津波を想定した段波（長周期波）を、また通常の波浪を想定した短周期波の 2 種類を作用させることにより、両者による養殖筏への影響の違いについて比較・検討を行った。

計測項目として、養殖筏に働く張力は係留索の中間部に張力計により計測し、また、作用させる波の水位と流速はそれぞれ容量式波高計と電磁流速計を用いて計測した。張力のサンプリング周波数は衝撃的変動を計測できるように 2,000Hz とした。さらに、衝突前後の養殖筏模型の挙動を測定するためデジタルビデオカメラにより収録した。

実験条件として、波高の異なる段波を 2 種類、周

期 1 秒の短周期波 1 種類に対し、養殖筏の方向（図-2 中の V_1 と V_2 を参照）を変えた、計 6 ケースを実施した。さらに、実験の再現性を確認するため、全ての計測は各 3 回実施した。

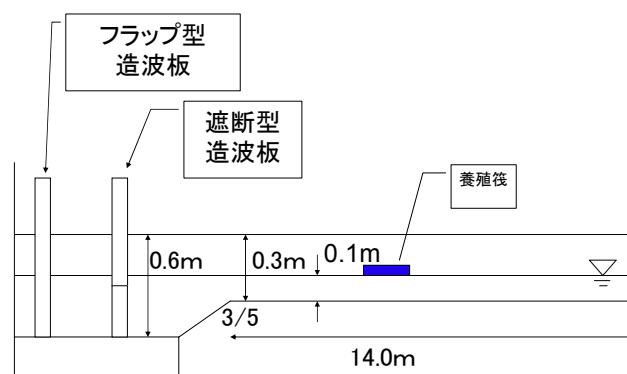


図-1: 実験装置の概要

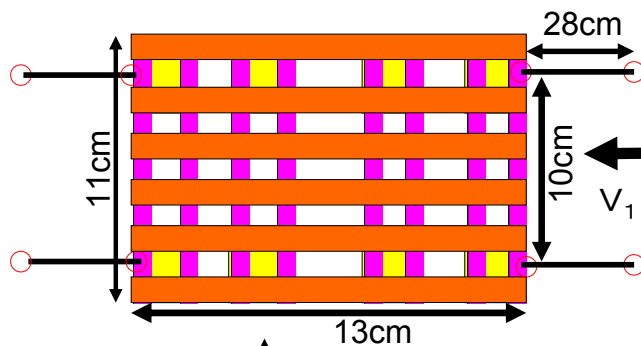


図-2: 養殖筏の模型

3. 実験結果と考察

(1) 段波と短周期波による養殖筏の挙動の違い

デジタルビデオカメラによる解析から、段波と短周期波が養殖筏に作用する状況を示したのが図-3と図-4である。段波の場合、切り立った段波の先端部が養殖筏に衝突し、係留索は急激な引っ張りを受ける（図-3 (a)）。その後、養殖筏は水没した状

キーワード 津波, 養殖筏, 係留索, 張力

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL:046-841-3810 (内線 3524)

態となり、定常流れによって継続した引っ張りを受ける(図-3 (b)). 一方で短周期波(図-4)の場合、養殖筏は水没することなく、水面上に付随して移動するような挙動を示す. 以上により通常の波浪と津波のような長周期波では養殖筏の挙動は大きく異なることを確認した.



(a) 養殖筏に作用する瞬間



(b) 段波先端が通過した2秒後

図-3: 養殖筏の挙動(段波)



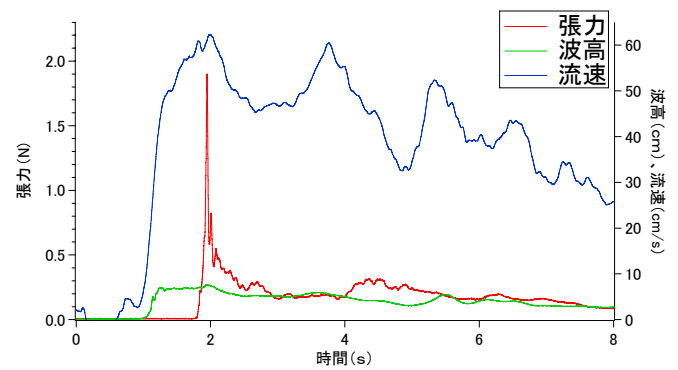
図-4: 養殖筏の挙動(短周期波)

(2) 図-4: 養殖筏の挙動(短周期波)

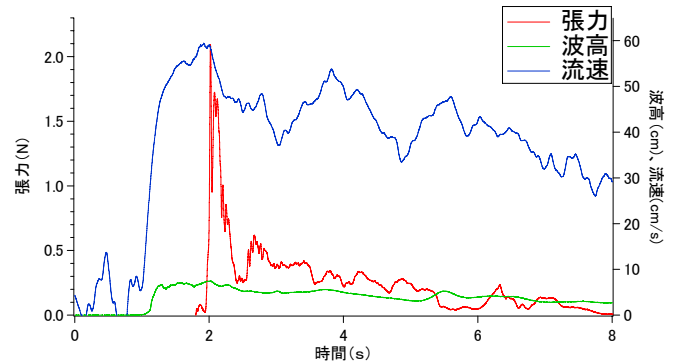
段波と短周期波が養殖筏に作用するときの係留索の張力、波の波高と流速の時間変化を図-5、図-6に示す. 図-5より、段波が衝突した瞬間の最大張力は V_2 の方が約0.4N大きい. その後定常流れによる張力が発生し、次第に収束していく. この間の張力も常に V_2 方向がより大きな値を示している. これは、 V_1 方向の養殖筏の断面積が 6.28cm^2 であるのに対し V_2 方向は 25.12cm^2 であるため、張力の差は養殖筏の形状に大きく依存すると考えられる.

一方、短周期波に対して筏は水没することなく水表面を滑らかに移動するために、ほとんど張力は発生していない. 段波では通過後も継続して養殖筏が引っ張られ続けるために大きな張力が働いたといえる.

なお、本実験の結果を実スケール換算すると、段波の場合、津波波高が2.5m、流速が3.5m/sに相当する. また、段波衝突後の定常状態で係留索に働く張力は V_2 方向で約50kNであるため、比較的中規模な津波であっても係留索には大きな張力が発生する可能性があるといえる.



(a) V_1 方向



(b) V_2 方向

図-5: 張力と流速、波高の時間変化(段波)

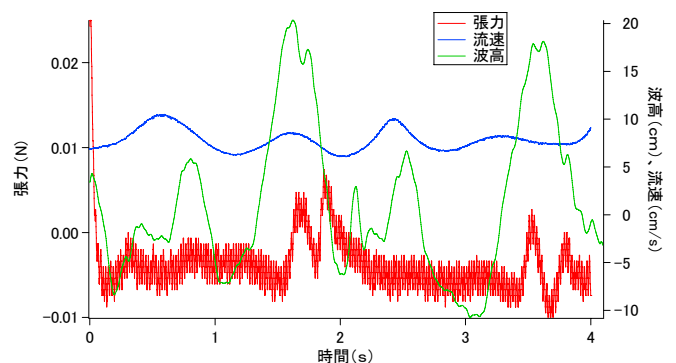


図-6: 張力と流速、波高の時間変化(短周期波)

4. 結論

本研究から得られた知見を以下にまとめる.

- ・ 段波は短周期波よりも大きな張力を生じる.
- ・ 係留索に働く張力は養殖筏の方向により大きく異なる.

参考文献

- 1) 鳴原ら, 津波時の船舶係留索に働く張力について, 地域安全学会論文集, No10, 2008, pp. 387-392.