

波浪中における平面網地の挙動 (予報)

山根 猛*, 西ノ首 英之, 中才 啓, 西岡 進*

Behaviour of a Plane Net Exposed to Regular Wave
(Preliminary Report)Takeshi YAMANE, Hideyuki NISHINOKUBI,
Kei NAKASAI and Susumu NISHIOKA

The attention is focused on the feasibility and advantage of using simulation technique in the study of fishing gear motion.

Plane model net whose upper and lower ends were fixed by the ropes was submerged parallel to the wave in the experimental water tank, and washed by the wave whose period was changed in the range of 0.9—1.4sec.

The horizontal displacement of the knots was measured and the results were compared with the values calculated by the finite element method (FEM).

It was obtained that the direction of net motion of upper portion represents the opposite direction in the lower portion of the net, and it is in good agreement with the second mode of the FEM analysis.

It has been found that finite element method is much easier to examine the mesh configuration as the first approximation.

Key words : 波浪 Wave; 刺網 Gill net; 網目変形 Mesh behaviour; 有限要素法 Finite element method

波浪中における漁具の運動特性を知る事は合理的な漁具の設計, 運用に際して重要である。特に水面近くにおいて使用される刺網類の場合, 網地が水面下に垂直に展開して使用されるので浮子網, 沈子網の運動方向, 振幅がその網成りに大きく影響する。さらに波浪による浮子網の上下動のくり返しは網地部分の緊張弛緩運動を生じさせ, 網目形状を大きく変化させているものと考えられる。

実物網による試験結果^{1,2)} は波浪条件により浮子網と沈子網の運動方向が同調しない場合がある事を示した。さらに網地部分が上層から下層になるに従って網目の開閉の程度が大きくなり, 下層部程羅網率が低くなる傾向を示した¹⁾。二重刺網を使用時の水槽実験結果³⁾ も波浪条件により浮子網と沈子網における運動の位相に差が生じ, 浮子網の運動

の山と沈子網の運動の谷とが一致した場合には網丈の上層では波浪による上下運動が大きく, 下層は水平運動が大きくなる事を示した。これらの結果は実験条件が異なるにもかかわらず網地のように比較的柔軟な格子状物体が波浪により運動する場合, 波浪条件により程度は異なるが, 基本的には網地部分は緊張弛緩をくり返し, 下層程網目形状の変化の程度が大きくなることを示唆している。従って刺網の漁具機能(網目に魚を刺させる, 絡ませる)を考えた場合, 網目形状は漁獲性能に密接に関係してくる。網地のような柔軟な物体の波浪の影響下における網目形状の変化についての厳密な取り扱いには非常に困難な問題があり, 過去の研究では主に網目の平均的な伸縮量と波浪との関係について整理されており, 刺網の運動(網目の開閉を中心としたもの)に

については基礎的な資料は得られているがまだ十分には究明されていない。

そこで、本研究では問題を単純化するために網地部分に着目し、格子状物体の面内運動として、枠に取り付けられた平面網地の網目形状変化と波浪との関係について水槽実験により検討する事を目的とした。

材料と方法

実験に使用した網地は2重蛙又のナイロン単繊維で、網糸直径0.7mm, 脚長3.8cm, 幅59cm×網丈49cm(縮結率4割)の平面網地としてロープ(直径4mm)に取り付けたものを模型網とし、Fig.1に示すような方法で鉄枠に取り付けた。

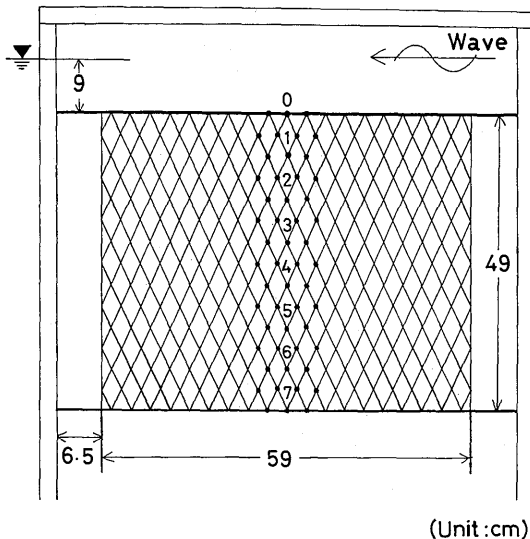


Fig. 1. Model of webbing

実験はフラッター型造波水槽(長さ50m, 幅3.5m, 深さ1.8m)の中央部に波の進行方向に平行に模型網を設置して行った。波浪条件として、波高は16cm-44cm範囲の7種類, 周期は0.9sec-1.4sec範囲の7種類である。模型網の運動と水面の上下動は水槽側面の観測窓(縦1m×横2m)を通してビデオ装置により毎秒30コマで記録した。網地形状変化はFig.1に示す網地中央部の結節52点の移動量として波が定常状態に達した時から2周期分ビデオデジタイザを用いてビデオテープから読み取った。

結果と考察

ここでは網目の形状変化についての基礎資料を得るために、網丈方向の7目に着目し、各結節の位置の変化と波浪との関係について整理した。

結果の代表例を波高/波長(H/L)の関数としてFig.2に示す。結節の水平方向の移動量(最大値)は移動量が最大となる最上段の結節について示した。Fig.2より移動量が大きくなる波浪条件(H/L)では網丈方向における各結節間の位相差が小さい。

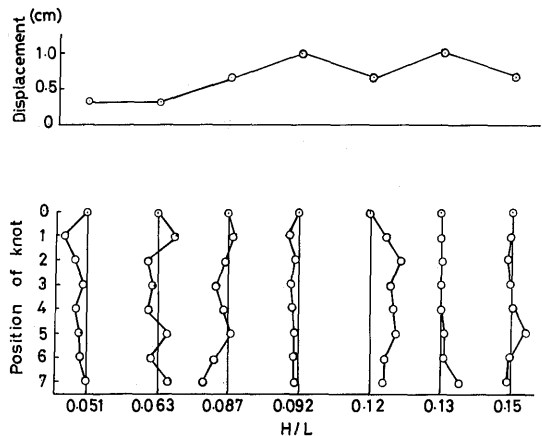


Fig. 2. Displacement of the uppermost knot and phase lag at each steepnees

Fig.1に示したように模型網は枠にロープを介して取り付けられているから、結節は各水深における波動に従って運動しているとして差しつかえないと考えられるので共振している可能性がある。一方、移動量が比較的小さい波浪条件の場合についてみると各結節間の位相差は顕著になっている。ここで、各波浪条件における位相差についてはデータの読み取り時間の原点が異なっているので直接比較はできないが、水粒子軌道の径が網丈方向において指数的に減少してくることから最上段の移動量が小さい場合、相対的に他の結節の水平方向の移動量が微小となり見かけ上位相差が大きくなったと考えられる。実験条件は異なるが流し網の洋上試験結果^{1,2)}は波浪条件により上層と下層では網地の運動方向が異なる事を示している。また、二重刺網を使用した水槽実験結果³⁾も波浪条件により上層では上下運動が大きく下層では水平運動が大きくなる場合がある事を示している。これらの実験では網の移動量が比較的大きいので付加質量効果⁴⁾について検討する必

要があるが、各層における運動方向と移動量の違いは基本的には上層と下層における運動の位相差に起因している事を示している。

各結節の水平方向への移動量について調べた結果の例を Fig. 3 に示す。ここで、各点における移動

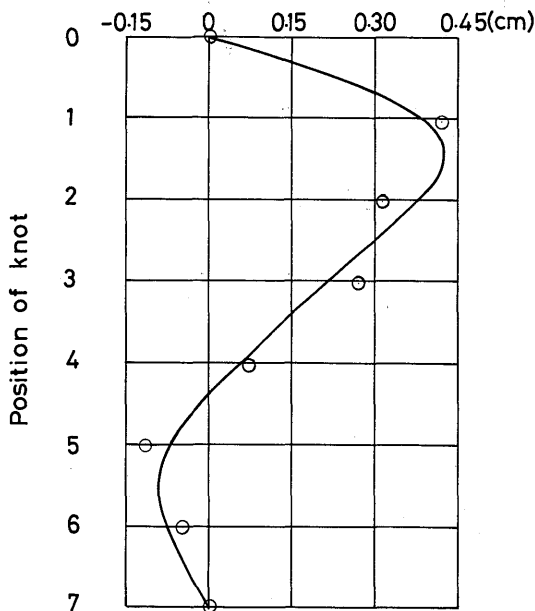


Fig. 3. Representative result of the harmonic analysis

量は最上段の結節位置を座標原点とした。図中の丸印は実験値で、実線は調和分析によって得られた計算値である。Fig. 3 から移動量は小さいが枠に固定した平面網地は 2 次の振動モードを示すようである。今回の実験のように網全体の移動量が比較的小さな場合においても上層と下層との運動の位相差による網目形状変化が生じていることから考えると、漁業の現場において水面近くに展開される流し網のようなものは波浪の条件により網目形状変化が著しくなる場合が予想される。

以上述べてきたように小数例ではあるが枠に取り付けられた平面網地の運動は基本的には 2 次の振動モードを示すことが推察されるが網目形状変化についての詳細な情報は調和分析結果のみからは得られない。そこで、得られた資料を基に網目形状変化を調べるために有限要素法⁵⁾の適用の可能性について検討した。

数値計算結果の例を Fig. 4 に示した。破線は静止状態における網目形状を示し、実線は 2 次の振動モードにおける網目形状を示す。前述したように今

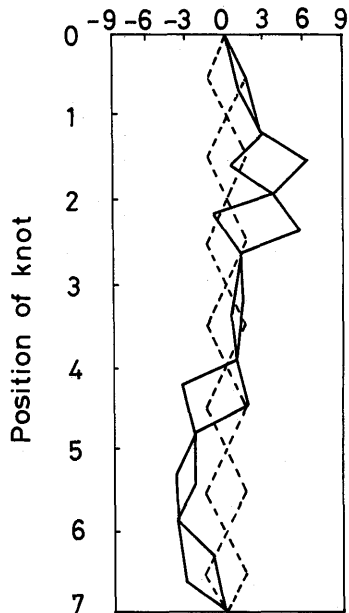


Fig. 4. Result of the finite element method (case of the 2nd mode)

回の実験結果はそのほとんどが 2 次の振動モードを示したことから網地のような格子状物体の波動中における振動モードは 2 次のものが主となっているものと考えられるので数値計算結果の 2 次モードについて考える事にする。

Fig. 4 に示したように網目形状の変化は中層と下層で大きい。Fig. 3 と比較すると各結節の移動量は大きくなっているが、枠に取り付けられた平面網地ではこのような変化量はその取り付け方法からして生じ得ないと考えられる。この点については種々の要因が考えられるが、計算に使用した網糸の弾性定数の値が大きく結果に影響したものと考えられる。ここでは網地の弾性定数を求める事は非常に困難であるのでその近似値として網糸の弾性定数を基本定数として逐次近似を行って計算を進めた事他に網地の付加質量効果を見逃した事などが結果に大きく影響したものと考えられる。

網地の付加質量、弾性定数などについて今後詳しく検討する必要があるが、変化のパターンが実験結果とほぼ同一のパターンを示した事から近似的には有限要素法による数値計算により網目形状の変化を調べられるのではないかと考える。

要 約 文 献

波浪中に置かれた平面網地の運動について解析した結果を取りまとめてみると、

- 1, 枠に固定した平面網の運動は上層部と下層部ではその方向が波浪条件により逆の場合が生じた。
- 2, 中層から下層へ行くに従って結節の移動量(水平方向)は各層における水粒子の移動量よりも大きくなる傾向を示した。
- 3, 有限要素法による数値計算結果は実測値より大きくなったが, 網目形状変化のパターンは近似的に測定結果と同様であった。

謝 辞

実験水槽使用に便宜を与えられた北海道大学水産学部佐藤修教授, 実験に際し種々ご援助いただいた同梨本勝昭助教授, 山本勝太郎助手, 有限要素解析に際しご助言いただいた長崎大学工学部岡林隆敏助教授に深く感謝いたします。

- 1) 葉室親正 (1954): 漁具測定論, 247-312頁, 東京, 槇書店。
- 2) Yamane, T., Nashimoto, K., Yamamoto, K. and Sato, O. (1981): Field experiments to test a method of measuring fishing gear motion. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **32**, 169-175.
- 3) 野村正恒, 森敬四郎, 武富一 (1960): 二重刺網の形状におよぼす波浪の影響, 日水試, **26**, 570-576.
- 4) 宮崎芳夫 (1964): 網地の流体抵抗に関する基礎的研究 - (X), 東水大研報, **50**, 159-166
- 5) 戸川隼人 (1983): 続マイコンによる有限要素解析, 1-113頁, 東京, 培風館。