



Title	鮭鱒刺網揚網時に於ける魚体の脱落等に作用する力への一考察
Author(s)	守村, 慎次; MORIMURA, Shinji
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 16(2), 78-82
Issue Date	1965-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23249
Type	departmental bulletin paper
File Information	16(2)_P78-82.pdf



鮭鱒刺網揚網時に於ける魚体の脱落等に作用する力への一考察

守村 慎次

(北海道大学水産学部漁船工学教室)

Concerning Falling of Fish from Meshes at the Time of Gill-Net Haul

Shinji MORIMURA

Abstract

Some persons have made deduction that fish falling from meshes at hauling gill net is the result of vibration under the influence of net tension produced by the forced rolling of the ship in a rough sea.

This makes it also possible to imagine that it could closely resemble the motion of a membrane, both ends fixed. Because a gill-net is so long that the frictional resistance in water can not be disregarded, and therefore the net is the same as if held between ship and waterplane.

In this experiment, the model net, both ends fixed, is subjected to enforced tension and vibration for the purpose of measuring the vertical acceleration against the meshes.

The model net is too small compared to practical gill-nets to approximate the result without further discussion. But the rapid acceleration shown in consequence of resonance, the characteristic vibration of the model and the compelling power, suggest one of the primary factors of fish falling from the meshes of a gill-net.

ま え が き

北洋での鮭鱒魚獲操業は流し刺網を用いて行われている。この流し網の揚網は、一般に、沈子網を揚網機で巻き、浮子網は人間の手に支えられながら、船内に持ち上げられている。

荒海に於ける操業中、船の動揺や波浪によって、網は、時々可成りの張力で引っ張られたり、或いは、極端に緩んで、適当な網の操作に困難を来たすが、特に前者の方は、揚網速度、浮子網への過重負担、及び魚体の脱落などに関連して、感覚的に好ましくない。そのため、この過大張力への対策としては、今までは主として操船に依存していたが、最近、揚網機の油圧化等による張力の一定化も配慮されるようになった。

流し網は、普通数十 km の長さに及んでいるため、水中に延べられた網の抵抗は非常に大きく、揚網は、船が網に近づくことによって補助されている。従って、何らかの原因で、網に張力が生じた時、揚網機側と海面側とで、網面は、ちょうど両端固定の膜面の運動に近似させ得るかも知れない。そうであれば、波の動揺や揚網機の機械振動、或いは沈子が揚網機のローラーを滑る時の衝撃が、外力として網に働きかける場合を想定でき、その場合、網に刺っている魚体は、ちょうど網の一部に、質量が集中されたような効果を生ずるので、その部分には、ある程度の振動加速度が生じて、実際の

魚体より大きな重量を付加する状態に対応するはずである。即ち、魚が幾分緩く刺っている場合、急激に加速される振動によって、網から脱落することも予想されて大変興味深い。

この実験では、ある仮定した網の状態に、幾つかの振動を起こさせ、集中質量の部分に生ずる付加加速度の大きさを求めた。網は実際のもので無関係に小規模であるため、この実験の結果のみで判断するのは、いささか冒険であるが、揚網機の起振力や魚の脱落に関連して、幾分かの参考になるものと思われる。

実験材料及び装置、測定法

1) 装置

実験は Fig. 1, Fig. 2 で示されるように、広げた網を、張力によって束にならないように棒を取りつけ、その両側を、起振力を起こさせるための振動台と、張力を与えるためのスプリングバランスで支持して行なった。網は、蛙鱗流し網として一般に用いられているナイロン製のもので、網糸のヤ

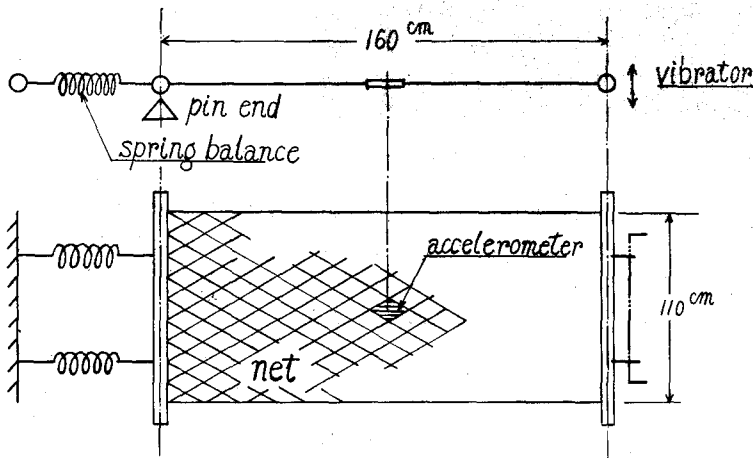


Fig. 1. Outline of the equipment

ング率は 1.5×10^{10} dyn·cm⁻²、仕立上りは 160 cm × 110 cm、網の中央部の一目は、測定に供する重りや加速度計が取付けられるように紙製の薄板が固着させられている。

網の支持棒は、15 mm × 60 mm の木材で、測定に採用した張力では、殆んど曲らない太さであるため、張力は網に対して一様に分布させることができる。棒の振動台側は完全に固定し、スプリングバランス側は、一定の張力を与えたのち、振動台に連結したベースに固定している。二本の棒に支えられた網は、どちらの端でもピン支持で、振動によって網面に変位を与えても、支持端には抵抗が集まらないように支えてある。

2) 実験の方法

測定は振動台を運転して、網の一端に上下変位を与え、それによって生ずる網の中央の加速度を求め、網の変位の振幅は、スケールを立てて目測した。加速度はストレインメーターを利用し電磁オシロに記録させた。実験では、使用した網の規模で、振動の共振点がちょうど中に入るように、強制振動数を、毎分 60 から 250 まで適当な間隔で起振させ、各振動数に対する振幅と加速度をそれぞれ測定した。

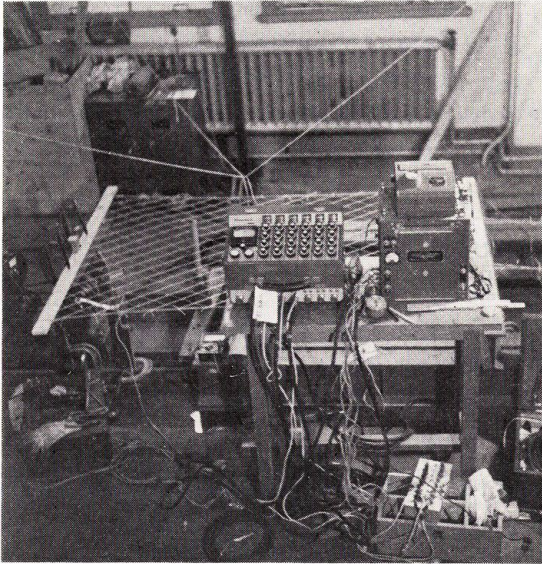


Fig. 2. Appearance of the equipment

尚、強制振動の起振力に用いた振動台の振幅は、20 mm (片振幅) で振動は正弦的に働いている。強制振動の振動数に当っては、実験に供し易い値として、実際に使用されている揚網機の範囲に着目して定めたが、これは偶然、沈子の巻込み速度にも近接して、後の考察を比較的便利にしている。この強制振動の振動数範囲は、大体 60~250 R.P.M. である。

強制振動の変位は振幅 2 cm の正弦振動で与えられたことから、その最大強制加速度は、重力加速度 G を単位として、各振動数 N に対し $0.2 \times 10^{-4} N^2(G)$ と算出している。

予備的考察と実験結果

網は両端を棒で支えてあるため、張力は網の長さ方向に平行に作用している。従って、もし中央の測定部の網目が長さ方向の二つの節で張られていると考えると、この網面の運動は、一次元的に簡略化することができる。

Fig. 3 の如く、長さ $2l$ の網の中央に、重さ m を付加して振動させると、網に垂直な重りの変位 x に対する復元力は、網糸の弾性率を E 、断面積を a として近似的に

$$2 \left(S + aE \frac{\sqrt{l^2 + x^2} - l}{l} \right) \frac{x}{\sqrt{l^2 + x^2}}$$

で与えられる。従って、運動方程式は次のように示される。但し m は重りの質量、 S は糸の張力、

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{2S}{l} x + \left(\frac{aE - S}{l^3} \right) x^3 + \dots = f(t)$$

この実験に於ける x/l は、殆んど $1/20$ 以下であるため、方程式は極めて都合良く x^3 以下の項を消去して、線型化され得る。実際測定の結果に於ては、後に示されるごとく線型性を充分あらわしている。

測定に供した付加重量と網張力は、特別な根拠を持たないが、一般に鮭鱒の重さに対応させるには、網の規模が小さいので、実際にできるだけ近似させ得る希望の大きさとして、次の様に選択した。

$$W_1 = (1.1 + 0.1) \text{ kg} \cdot \text{wt}$$

$$W_2 = (0.5 + 0.1) \text{ kg} \cdot \text{wt}$$

$$W_3 = (0 + 0.1) \text{ kg} \cdot \text{wt}$$

又、張力は、網が平均に張られるために注意しながら、測定のための最大張力を観察し、以下それを基準にして適当な値を求めた。尚、この張力は、あとの計算のために、各網糸の負荷張力がちょうど読み易くなる様に配慮されてある。

$$T_1 = 21 \text{ kg} \cdot \text{wt} \quad T_2 = 14 \text{ kg} \cdot \text{wt}$$

$$T_3 = 7 \text{ kg} \cdot \text{wt}$$

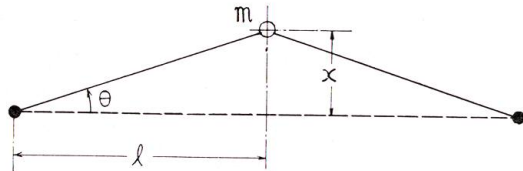


Fig. 3. Schematic figure for the explanation of net vibration

網の振動に於ける強制力は、解析の取扱いを容易にするため、変位によって表わすと、この運動を説明する振動方程式 (1) 式のようになって、解は非常に簡単に (2) のように求められる。

$$d^2x/dt^2 + n^2x = rp^2 \sin pt, \quad \text{但し } n^2 = 2S/ml \dots\dots\dots (1)$$

$$x = C_1 \cos nt + C_2 \sin nt + (rp^2/n^2 - p^2) \sin pt \dots\dots\dots (2)$$

ここで r, p はそれぞれ強制振動の振幅と振動角速度である。

(2) より、網に生ずる変位の振幅は $rp^2/n^2 - p^2$ に所定の値を代入して求められる。

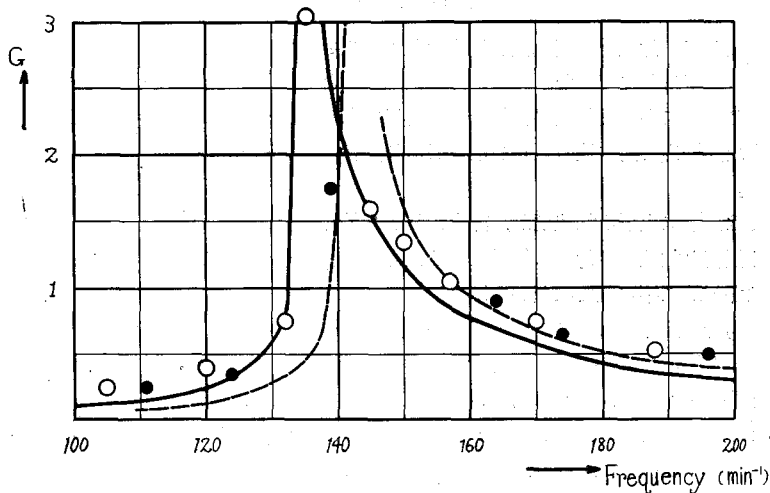


Fig. 4. Added Acceleration at 0.6 kg concentrated weight
 Solid line , Computation at 20N tension (N=Newton)
 ○ , Measurement at 20N tension
 Dotted line, Computation at 10N tension
 ● , Measurement at 10N tension

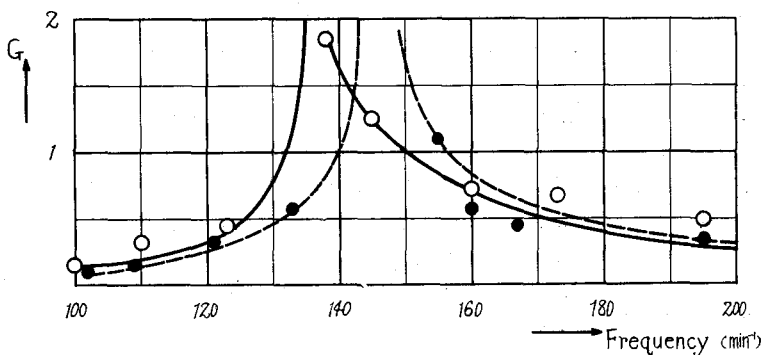


Fig. 5. Added Acceleration at 1.2 kg concentrated weight
 Solid line , Computation at 30N tension
 ○ , Measurement at 30N tension
 Dotted line, Computation at 20N tension
 ● , Measurement at 20N tension

網の振動は、起振力との共振点で、位相が逆転するけれども、最大加速度のみを問題にすると、網の変位の振幅を A とした時、発生する加速度の最大値は AP^2 となる。従って、同様に各数値を代入すると、振動により生ずる加速度の最大値 α は、振幅 A と振動数 N に対し (3) のように求められる。

$$\alpha = 0.11 \times 10^{-4} A \cdot N^2 (G) \dots\dots\dots (3)$$

Fig. 4~Fig. 5 は、計算による α に対し実測値をプロットしたものである。 α に対する測定値の若干のずれは測定精度の粗さが現出したのかも知れない。

結果的考察

計算値に比較して、加速度の測定値が幾分大きくでている部分が示されているが、これは網の構成上、重りの固定が堅ろうにできなかったため、正弦振動として与えられたその頂点付近で、重りが独特の振れを生じ、更に小さな加速が付加された所以であろう。実際、オッシロによる記録では、正弦曲線上に微小な、極めて高周波の振動が載っており、稀ではあるが、時にその振幅が増大している場合も見られた。

この実験では、網に生ずる加速度が、非常にわかり易く説明されているが、その目的は、集中質量の点に於ける振幅と加速度の対比の検討にあるため、これらを、実際に操業に寄与している網に対応させることは弁証的に不可能ではない。即ち、

実際の網の場合、魚体の大きさが一定でないし、又、振動の外力が、網の全面に対し一様でないから、共振点を観察するのは困難であるが、何らかの外力で網が振動した時、その魚体の刺っている部分では、適当な振動数と振幅が与えられ、この実測値に近い付加加速度が生ずることは充分想像できる。

共振点が $n^2/p^2=1$ で与えられることは、それが張力が大きい程少い振動数で起ることを示しているので、実際に生ずる振動が可成り遅いものであることから、網に過大な張力を及ぼすことは、充分避けねばならない。けれども、魚体が及ぼす網への垂直作用力は、当然その重力に比例するが、その集中質量が大きい程、共振は高周波へ移動するので、実際上は、この振動現象に限り、魚の重さに神経質になる必要はないようである。

結 び

以上で、張力で支えられた網が、その内張力や外力作用による起振の結果、網面の集中質量のあるところに、実際の重さ以上の力が働らくことがわかった。これは魚体の脱落のみならず、網糸に予期以上の負担も想像させる。

従って、このような不利益な作用を避けるために、いくつかの配慮が要求される。その中で最も重要なことは張力の防止である。これははじめに述べたような油圧式揚網機の普及が適切であることを示し、更に操船に於ても、バウスラスター等の採用で、船を網から遠ざけないように注意せねばならない。又、もし揚網機のドラムが網の沈子をはねあげて起振すると、ほぼ 80 R. P. M. ていどの振動が生ずるので、沈子の巻き込み中、そのショックを全く無視できるよう扱う必要がある。問題を魚の脱落に限定すると、その原因は、振動以外に、より重大な多くのものを含んでいるが、漁網の操作や漁具に関連する斯様な副作用の存在は興味あることである。

尚、著者は、この実験を偶然の機会で行なったもので、これらの現象の観察を更に深めることはできないと思われる。しかしながら、この分野を開発される方々が、本論により現実的な検討を加えられて、観察を進められる時、幾分でもご参考になれば幸いである。

この実験は、東京大学の船舶設計研究室で行われたが、実験過程に於ていろいろご忠告戴いた東大工学部の高木淳、竹鼻三雄、両先生に心から感謝の意を表している。