

은대구 통발 捲揚中の 流体抵抗에 관하여

李 秉 錡*

On the Hydrodynamic Resistance of the Sablefish Pot in Hauling-up

Byoung-gee LEE*

Abstract

The author determined the relationship between the hauling velocity and the hydrodynamic resistance of the sablefish pot shaped conic frustum like, and induced the formulae to determine the diameter of the main line and the net horse power of the pot hauler.

The results are summarized as follows:

1. The maximum hydrodynamic resistance (with its weight in water) of the pot $T(kg)$, when the bottom webbing is covered by a cloth to imitate the catches are scattered on the bottom, is estimated as

$$T = 120v^{1.1} \quad (0.3 \leq v \leq 0.8)$$

where v denotes the hauling velocity of the pot in m/sec .

2. When P. P. 3 strand rope is used as main line, the diameter $d(mm)$ is recommended to satisfy the formula

$$d = 72 \frac{H}{D} v^{1.1}$$

where H denotes the depth of the fishing ground and D the intervals of the pots linked to the main in m respectively.

3. The pot hauler must displace the net horse power $P(ps)$ of

$$P = \frac{120}{75} \frac{H}{D} v^{2.1}$$

緒 言

1975년부터 韓國漁船이 美大陸 太平洋沿邊의 은대구 통발 漁業에 진출하고 있는데, 은대구 (*Anoplopoma fimbria*)는 底棲性魚族이고, 그 適正漁獲水深은 Heyamoto. H., and M. S. Alton(1964)에 의하면 200~400 fathom이라고 하나, 韓國漁船으로서의 沿岸國의 領海 바로 밖에서 조업하더라도 水深이 1,000m에 이르는 곳도 있고, 經濟水域 밖에서 한다면 그 보다 훨씬 깊은 곳에서 조업해야 한다.

여기서는 이와같은 深海에 있어서의 은대구 통발 漁業의 문제점 중, 통발을 引揚할 때의 流体抵抗을 측정

하고, 그로부터 모릿줄의 굵기, 捲揚機의 所要力量 등을 구하는 식을 유도했다.

方 法

實驗에 사용된 통발은 韓國水產開發公社에서 쓰던 것과 같은 것이며, 그 구조는 Fig. 1 및 2와 같다.

流体抵抗의 測定은 釜山水產大學 소속의 자산호(17.7톤)를 水深 15m되는 甘川灣入口에 錨泊하여 실시했으며, 측정 당시 海上은 평온하고, 潮流는 극히 미약 하였다.

測定裝置는 Fig. 3과 같이 데릭부음 끝에 필요에

* 釜山水產大學, National Fisheries University of Busan

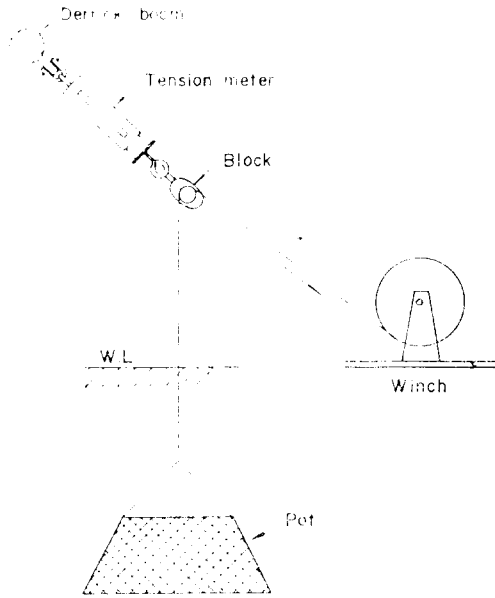


Fig. 3 Experimental set up measuring hydrodynamic resistance of the pot.

따라 容量 50, 100, 150kg되는 뒤계저울을 달고, 그 끝에 쉬이브 직경 34mm되는 블록을 달아서 직경 3mm되는 와이어를 통과시켜, 와이어의 바깥쪽 끝에 통발을 달고, 앞쪽 끝은 手動 윈치로써 되도록 一定速度로 감았다.

통발의 捲揚速度는 와이어에 비리 표시된 10m 간격의 눈금이 통과 하는데 요하는 시간을 스톱워치로 제어서 平均速度를 산출했다.

통발의 流体抵抗 $T(kg)$ 는 뒤계저울의 눈금 $T_0(kg)$, 블록 양쪽에 있어서의 와이어의 展開角 2α , 鉛直線과의 傾角 β 등을 측정하여

$$T = \frac{1}{2} T_0 \sec \alpha \cdot \cos \beta$$

로서 환산했다. 다만, T 에는 통발의 水中重量도 포함된다. 또, 블록과 와이어 사이의 마찰은 무시했다.

實驗의 첫 단계에서는 빈 통발을 밑면이 水平 즉 통발이 直立하도록, 또 밑면이 水平面과 45°로 傾斜하도록 하여 抵抗을 측정했다. 다음 단계에서는 漁獲物이 밑면을 빈 틈 없이 고루 덮었을 때를 模擬하여 밑면에 얹은 나일론 천을 빈 틈 없이 깔아서 역시 直立할 때와 45°로 傾斜하게 했을 때의 抵抗을 측정했다.

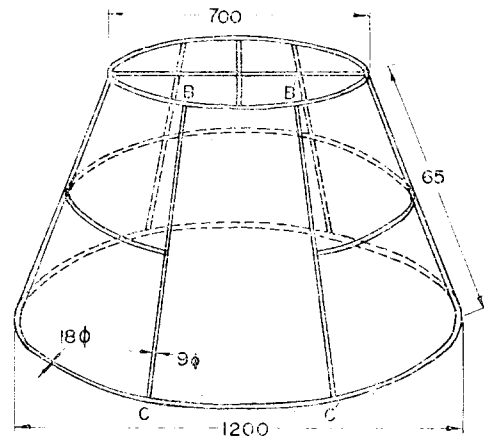


Fig. 1 Schematic drawing of the framework of experimental pot. Bottom ring is made of 18φ and the others are of 9φ iron bar. Total weight in the air is 11kg, length unit is in mm.

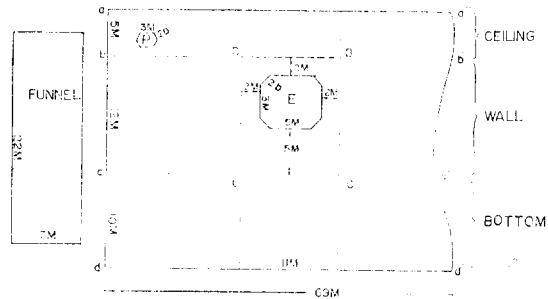


Fig. 2 Developed drawing of the webbing of the pot.

PE 260D/12×3, 350mm mesh webbing is used in all parts. The webbing is rounded to be corresponding with symbols BB' and CC' of the framework and the webbing, side selvage abcd and a'b'c'd' are seamed together, meshes of top selvege aa' and bottom selvege cc' is gathered by a rope looped through the selvage meshes and pursed respectively.

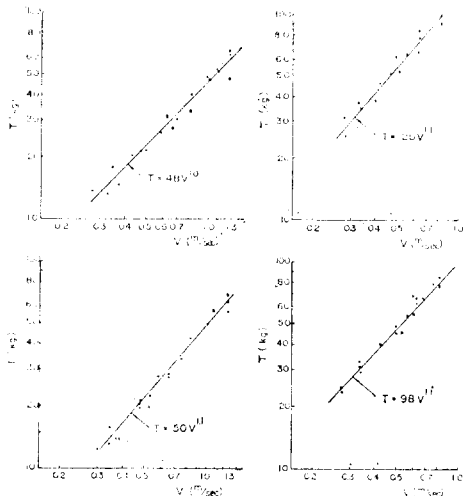
At the funnel, upper and lower selvage is seamed together, one side is attached to the entrance 'E' and the other side is opened roundly by a iron ring (5φ, 150mm of hole diameter), and then the funnel is stretched parallel to the bottom by strings.

The bait bag, made as a simple bag (12 mesh round, 5 mesh long), is hanged from the entrance 'P'.

結 果

빈 통발을 直立 또는 45° 傾斜지게 했을 때, 밑면에 천을 깔 통발을 直立 또는 傾斜지게 했을 때의 流体抵抗을 捲揚速度에 대하여 全對數方眼紙에 표시하면 Fig. 4와 같이 거의 직선상으로 나타내하고, v 와 T 와의 關係式을 구하면 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} \text{빈 통발, 直立인 때 : } T &= 48v^{1.0} \\ \text{빈 통발, 45° 傾斜진 때 : } T &= 50v^{1.1} \\ \text{(단 } 0.3 \leq v \leq 1.3) \\ \text{천을 깔 통발, 直立인 때 : } T &= 120v^{1.1} \\ \text{천을 깔 통발, 45° 傾斜진 때 : } T &= 98v^{1.1} \\ \text{(단 } 0.3 \leq v \leq 0.8) \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$



when the pot is empty when the bottom is covered by a cloth
 Fig. 4 Relation between hauling velocity v (m/sec) and hydrodynamic resistance T (kg) of the pot.

考 察

1. 流体抵抗의 最大値

식(1)로 부터 빈 통발과 밑면에 천을 깔 통발의 抵抗을 비교하면, 천을 깔 통발의 抵抗이 直立의 경우 약 2.4배, 45° 傾斜지게 한 경우 약 2배정도로 크다.

통발의 밑면에 천을 깔 것은 漁獲物의 水中重量은 그다지 크지 않다고 보아 일단 무시하고, 漁獲物이 밑면을 완전히 덮을 만큼 들었을 때를 모의한 것이다. 그런데, 실제에 있어서는 漁獲物은 그다지 크지는 않더라도 水中重量이 있으므로 抵抗이 이 보다 다소 많 수도 있다. 그러나 밑면, 漁獲物은 流動的이기 때문에 밑면에서의 물의 役割을 완전히는 차단하지 못할 것이므로 抵抗은 이 보다 작아질 수 있다. 또 다음에

논의하는 것 처럼 통발을 경사지게 하므로써 直立의 경우에 비하여 抵抗을 20%정도 작게 할 수도 있다. 따라서, 실제의 통발의 抵抗을 정확히는 알기 어려우나 모릿줄의 굵기나 捲揚機의 力量등을 구하는 데 있어서 중요한 것은 抵抗의 最大値인 데, 밑면에 천을 깔 통발을 直立으로 인양할 때의 抵抗은 이런 最大値도 넘는 뜻이 있다고 보아진다.

2. 통발의 傾斜角度와 流体抵抗

먼저, 빈 통발을 直立했을 때와 45°로 傾斜지게 했을 때의 抵抗을 비교하면 식(1)에서는 後者が 조금 크게 나타난다. 그러나, 이들 사이에 有意差는 없으므로 兩者 사이에 차이가 있다고 보아지지 않는다.

그러나, 漁獲物이 든 것을 모의하여 밑면에 천을 깔았을 경우는 傾斜지게 했을 때가 直立으로 했을 때에 비하여 대략 20%정도 抵抗이 작다. 물론 이 실험에서는 밑면에 천을 깔 채 傾斜지게 했으므로 실제와 완전히는 부합하지 않을 것이다. 통발을 傾斜지게 하면 漁獲物이 한 쪽으로 몰리고, 그것의 水面에 대한 射影面積이 작아져서 抵抗이 작아질 것이라 추측되는 것과는 일치한다.

3. 모릿줄 굵기와 통발의 간격

水面에 있어서의 모릿줄에 걸리는 힘은 捲揚의 단계에 따라 다소 다를 것이다. 즉, 捲揚初期에는 모릿줄이 현수곡선은 이루어서 편향될 것이므로, 배에 가까운 쪽의 통발의 對水速度는 捲揚速度와 같을 것이나, 海底 가까운 쪽의 것은 對水速度가 느린 것이다. 그러나, 捲揚末期에 마지막 통발이 海底를 떠날 때는 모릿줄이 연직으로 서서 모든 통발의 對水速度가 捲揚速度와 같을 것이므로, 水面에 있어서의 모릿줄에 걸리는 힘이 이 단계에서 최대가 될 것이다. 따라서, 모릿줄은 이 末期의 全抵抗을 감당할 수 있어야 할 것이다.

지금, 통발의 流体抵抗의 最大値모서는 $T = 120v^{1.1}$, 水深을 $H(m)$, 통발의 연결 간격을 $D(m)$ 라 하면 $0.3 \leq v \leq 0.8$ 의 범위에서는 捲揚末期에 모릿줄에 걸리는 힘의 크기 $W(kg)$ 는

$$W = 120 \frac{H}{D} v^{1.1} \dots\dots(2)$$

으로 표현된다.

모릿줄모서는 보통 P.P. 3號 모우프가 쓰이는 데, 그것의 破斷力 $B(kg)$ 과 徑径 $d(mm)$ 사이의 관계는 李(1976)의 報告로부터 계산하면 대략

$$B = 10 d^2$$

이고, 또 로우프의 使用力은 보편적으로 破斷力의 1/6 정도로 본다. 따라서 (2)식의 값을 로우프의 使用力이라 보면 모릿줄의 직경은 대체로

$$d^2 = 72 \frac{H}{D} v^{1.1} \dots\dots\dots(3)$$

을 만족시켜야 한다.

그런데, Hipkins(1974)에 의하면 미국 漁船은 대체로 $H=200\sim 400$ fathom의 곳에서 $D=50$ fathom으로 해서 10개 내외의 통발을 달아서 쓰고, 모릿줄로써는 P. P. 5/8"(약 16mm)의 것을 쓴다고 한다. 이 경우는 H/D 가 4~8이므로 이 정도의 굵기로써도 충분한 것 같고, 또 설사 모릿줄이 끊어지더라도 漁具의 忘失은 적다. 그러나, 韓國漁船의 경우는 $H=1,000m$ 내외, $D=30m$ 정도여서 $H/D > 30$ 이고, 또 수백개의 漁具를 쓰므로 모릿줄이 끊어지면 많은 漁具를 忘失할 우려가 있다. 실제로 韓國漁船에서는 모릿줄로써 P. P. 24mm를 쓰는 경우가 많은 데, v 를 0.3/sec로 보더라도 26mm는 되어야 한다. 실재는 v 가 이 보다 큰 경우가 많으므로 모릿줄이 끊어지는 事故가 더러 일어나고 있다. 이를 방지하기 위해서는 모릿줄을 굵은 것을 쓰든지, 그렇지 않으면 D 를 크게 해 주어야 할 것이다.

4. 捲揚機의 力量

여러가지 요소들을 앞에서와 같이 생각할 때 捲揚機의 純馬力 $P(ps)$ 는

$$P = \frac{120}{75} \frac{H}{D} v^{2.1}$$

이상 있어야 한다. 이 식의 v 는 船體의 上下運動으로 인하여 통발의 對水速度가 급격히 커지는 것도 고려해서, 계획 단계에서는 다소 크게 잡아야 할 것이다.

또 捲揚機의 捲揚速度와 捲揚力이 이미 정해져 있는 경우, 捲揚力이 流体抵抗보다 작으면 捲揚이 불가능하므로 D 를 크게 해 주어야 한다.

要 約

원뿔체 모양의 은대구 통발을 捲揚할 때의 流体抵抗을 측정하고, 그로부터 모릿줄의 굵기, 捲揚機의 所要 純馬力등을 추산하는 식을 유도했다.

1. 통발의 捲揚速度 $v(m/sec)$ 와 流体抵抗(水中重量 포함) $T(kg)$ 사이에는 대체로 다음과 같은 關係가 성립한다.

(a) 빈 통발을

$$\text{直立으로 捲揚할 때 : } T = 48 v^{1.0}$$

$$45^\circ \text{傾斜지게 捲揚할 때 : } T = 50 v^{1.1}$$

(단 $0.3 \leq v \leq 1.3$)

이고, 이들 사이에 有意差는 없다.

(b) 밑넛에 천을 깔 통발을

$$\text{直立으로 捲揚할 때 : } T = 120 v^{1.1}$$

$$45^\circ \text{傾斜지게 捲揚할 때 : } T = 98 v^{1.1}$$

(단 $0.3 \leq v \leq 0.8$)

2. 통발의 流体抵抗의 最大值를 $T = 120v^{1.1}$ (단, $0.3 \leq v \leq 0.8$)이라 보고, 모릿줄로써 P. P. 3燃 로우프를 쓴다면 $d(mm)$ 는 대략

$$d = 72 \frac{H}{D} v^{1.1}$$

을 만족시켜야 한다.

3. 捲揚機의 純馬力 $P(ps)$ 는

$$P = \frac{120}{75} \frac{H}{D} v^{2.1}$$

이상인 것이 요구된다.

謝 辭

이 연구를 하는 데 여러가지 資料를 제공하여 주신 韓國水産開發公社 吳新태씨에게 깊은 사의를 표합니다.

文 獻

Heyamoto. H., and M. S. Alton(1964) : Sablefish, a major resource of the eastern Pacific? Pac. Fisherman, 62(10), 25-27.

Hipkins. F. W. (1974) : A trapping system for harvesting sablefish. Fishery Facts 7. 4-11.

李秉鎬(1976) : 現代프로울 漁法, 大和出版社, 250