

장어 통발어업의 自動機械化에 관한 研究

3. 모릿줄과 고달이채기의 自動化

河晶植 · 金龍海 · 鄭容吉 · 廉萬午*

統營水產專門大學, *慶南大學校

(1990년 4월 4일 접수)

Mechanization of Fishing Operation on the Sea Eel Pots 3. Automatic Loop Catcher and Recoiling System of the Main Line

Jeong-Sik HA, Yong-Hae KIM, Yong-Gil JUNG and Man-Oh YUM *

Tong-Yeong Fisheries Junior College and *Kyung-Nam University

(Received April 4, 1990)

The rope winder in addition to the line hauler was used for recoiling of the main line to the rope pond at the stern, however, catching the loops, evenly revoiling and arrangements of the loops were done manually by two men.

The automatic loop catcher under the rope winder was consisted with the rotary lever, semicircle guide plates, transfer belt and swing rope receiver for arrangements of the loops and evenly recoiling. The obtained results are as follows:

1. The minor diameter of a loop and the diameter of the coiling pile in a lead core PP rope (ϕ 10mm) are about 14cm and 60cm while the rope is piled on the bottom.
2. Distribution ratio of the loops within upper or lower 10cm from the transfer belt is 93% with a lead sinker and 98% without sinker using by the smaller loop catcher.
3. The relationship between revolutions of the rotary lever N_1 (rpm) and the hauling pulley N_p (rpm) by gear ratio 3 : 1 in the smaller loop catcher is as follows:

$$N_p = 2.86 N_1 + 23.74$$

and optimum ratio of horizontal speed of the loops by the rotary lever to hauling speed is about 70%.

4. The rope receiver is swung front and rear for the evenly recoiling and its period can be controlled by gear ratio or hydraulic circuit in accordance with the interval of the loops.

緒 論

장어 통발어업에서 모릿줄을 船尾의 줄간에 사러 넣으면서, 모릿줄에 달려있는 고달이를 順次

的으로 웨어서 정리하는 작업은 반복되는 힘든 漁撈作業이며, 최소 2인의 작업인원(河等, 1990 a)을 필요로 한다. 따라서 揚繩作業의 自動機械化에는 모릿줄을 사리는 작업과 고달이를 정리하는 작업이 동시에 이루어지면서 작업인원도 감소

* 이 논문은 1988년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었으며 이에 사의를 표함.

시킬 수 있는 기계장치가 요구된다.

줄을 사리는 기계로는 줄을 관속으로 통과시키면서 회전시켜주는 방법(高, 1974)이 있고, 통발어선 등에서 사용하는 로프와인더(竹內, 1981)가 있다. 로프와인더를 사용할 경우에도 모릿줄이 사라지는 위치를 조절하면서 고달이를 채어 넘겨주는 작업과, 고달이를 정리하는 작업으로 선원의 감소는 이루어지지 않는 실정이다.

본 研究에서는 줄받이의 上, 下 往復運動으로 모릿줄을 줄간의 앞뒤로 고루 사라지도록 하는 장치와, 고달이채기 레버 및 移送벨트를 사용하여 고달이를 順次的으로 정리하는 기계장치를 考案하고, 이에 대한 性能試驗을 행하여 실용가능성을 檢討하였다.

材料 및 方法

모릿줄을 自動으로 처리하는 기계를 設計하기 위한 材料試驗으로써, PP로프는 직경에 따라 7종, PP鉛心로프는 3종, PA로프는 2종, PVA로프는 3종으로 총 15종을 사용하였다. 柔軟度는 Brandt(1964)의 방법에 의하여 길이 50cm의 줄 끝이 수평과 수직방향으로 처지는 정도를 측정하고 상대적인 柔軟도를 비교하였다. 다음은 前篇(河等, 1990b)의 油壓式 揚繩機를 사용하여, 15종 로프의 각 한 코일씩을 揚繩速度 3m/sec 정도에서 內徑 27cm의 揚繩풀리를 통과한 다음 1.5m 아래의 바닥에 사려질 때, 코일 하나의 長經과 短經 및 전체 줄더미의 직경을 측정하고 비교하였다.

통발어선의 船尾에서 모릿줄을 정리할 경우 補助揚繩機에서 나오는 고달이를 기계적으로 잡아 채어 차례로 정리하고, 줄이 골고루 사라지도록 하는 고달이채기 장치의 개략적인 平面圖는 Fig. 1과 같고, 전체적인 斜視圖는 Fig. 2와 같다.

고달이채기는 補助揚繩機의 줄받이 바로 밑에 위치하는 上, 下의 半圓形案內板의 원중심과 고달이채기 레버의 회전 중심이 偏心되게 하였다. 따라서 고달이부분이 레버의 회전에 따라 채어져서 매달린 채로 半圓形案內板의 外經이 점점 증가하므로, 모릿줄이 바깥쪽으로 밀려나 벗겨지면 移送벨트와 案內奉의 사이에 고달이부분이 끼워져 차례로 정리(金·李, 1986)되도록 하였다.

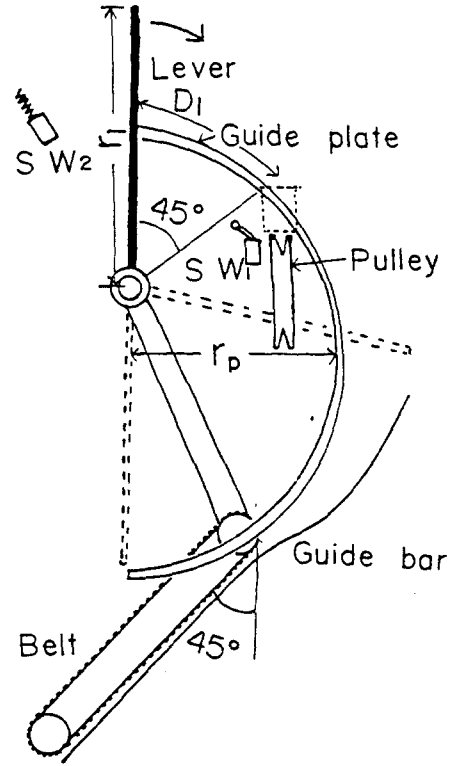


Fig. 1. Schematic dorsal view of the loop catcher.

r_l : radius of the lever
 r_p : radius of the guide plate
 D_1 : distance of circular arc between the lever and the loops

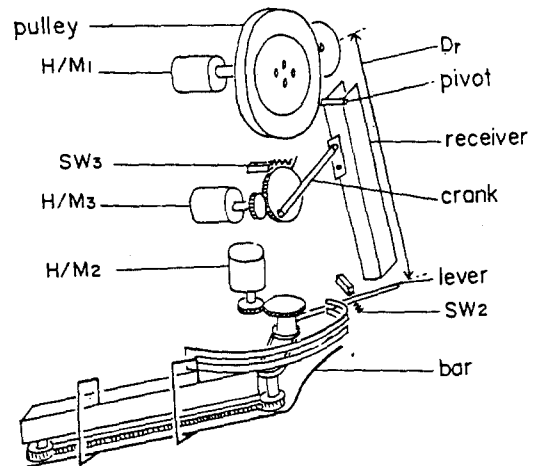


Fig. 2. Sketch of the loop catcher with the rope winder.

D_r : distance between the hauling pulley and the lever

Table 1. Specification of the loop catcher

Item	Size of loop catcher		
	Large	Medium	Small
$r_1^*(cm)$	60	50	40
$r_p^*(cm)$	45	38	30
Dia. of lever(cm)	2.5	2.5	1.2
Speed of belt(cm/sec)	12	18	10
Dia. of pulley(cm)	27	24	27
Gear ratio(H/M ₂ : lever)	5 : 1	5 : 1	3 : 1

* Refer to Fig. 1.

고달이채기는 레버의 回轉半徑과 案內板의 半徑에 따라 대, 중, 소형의 3종으로 製作하였으며, 주요한 諸元은 Table 1과 같다. 揚繩풀리와 고달이채기 레버를 驅動하는 油壓回路는 Fig. 3과 같고, 전자절환밸브(DC24V WE 43-G03-C60)를 作動하는 전기회로는 前篇(河等, 1990b)의 Fig. 6과 같으나 전원만 DC24V로 연결하였다. 억압풀리에 고달이부분이 통과할 때 SW₁(GSL-N1)에 의하여 고달이채기 레버가 회전하다가, SW₂(GSL-S1)에 감지되면 레버는 정지하고 다음 고달이를 채기 위해 待機하게 된다. 고달이채기 레버에서 下方으로 7cm 정도되는 곳에 수평으로 부착한 移送벨트는 폭 15mm, 홈 간격 10mm 정도의 타이밍벨트로써, 移送벨트의 폴리간 중심 거리는 70cm 정도이고, 출반이는 폭 10cm, 높이

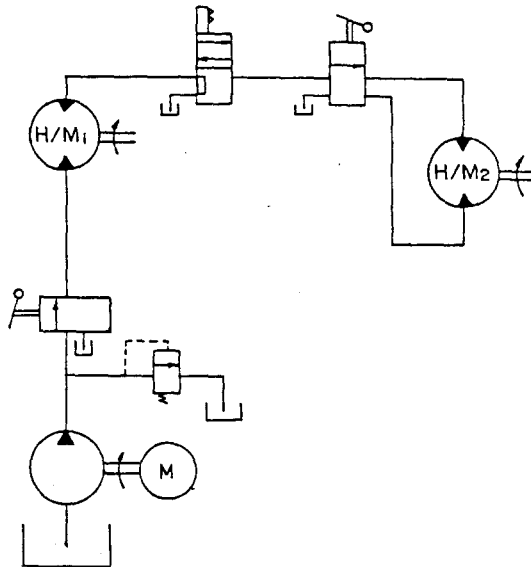


Fig. 3. Hydraulic circuit for the motors with the hauling pulley(H/M₁) and the rotary lever(H/M₂).

7cm, 길이 50cm 정도이며, 案內奉은 직경 5mm의 크롬강이고, 그 이외의 규격은 前篇(河等, 1990b)의 실내실험과 같다.

실험실에서의 예비실험은 대형과 소형의 고달이채기를 가지고 출반이의 각도는 수직방향과 0°, 30°, 60°의 3단계로 변화시켰다. 고달이 간격은 8.5m 정도로 하면서, 고달이부분에 100g 정도의 납이 1개 달린 모릿줄과 달리지 않은 모릿줄의 고달이가 레버에 채어져 移送벨트의 上, 下로 분포되는 경향을 각각의 경우별로 고달이 200개 이상을 조사하였다.

해상실험은 중형의 고달이채기를 製作하여 통발어선 세일 27호의 船尾프레임에 설치된 補助揚繩機의 下部에 고정하고, 출반이 각도는 30°로 하여 前篇의 통발 自動分離에 관한 실험과 아울러 후크가 있는 고달이부분이 自動으로 채어져서 정리되도록 하였다. 補助揚繩機의 揚繩풀리는 外經 33cm, 內徑 24cm, V홈의 외측 폭은 8cm, 내측폭은 6cm이고, 억압풀리의 직경은 14cm, 揚繩풀리의 下端과 줄더미와의 높이는 1.3m 정도였다. 油壓펌프는 CAMEL VCM-SF-30이며, 그 이외에 油壓回路와 器機의 규격은 예비실험과 같다.

해상실험의 結果, 모릿줄이 出반의 앞뒤로 고무 사러지도록 하기 위해서, 소형의 고달이채기로써 揚繩풀리의 下端에 回轉軸을 가지는 出반이가 上, 下로 往復運動을 하도록 크랭크기구를 앞의 Fig. 2와 같이 설치하고 보충실험을 하였다. 이때 出반이를 驅動하는 油壓回路는 Fig. 4와 같고, 전기회로는 Fig. 5와 같다.

여기서는 SW₁에 의하여 고달이채기 레버가 회전하다가, SW₂에 의하여 정지됨과 동시에 油壓모터 H/M₃(H-050)이 作動하여 出반이가 한번 往復하면, 감속기어에서 出출된 鐵棒에 의하여 SW₃(GSL-S1)에 의하여 出반이가 멈추고 待機하게 된다. 따라서 다음 고달이가 내려오기 직전에 出반이가 半圓形 案內板의 가까이에 정지하도록 하기 위하여, 모릿줄의 고달이 간격에 따라 出반이의 往復運動 週期를 다음의 2가지 방법으로 조절하였다. 油壓모터(H/M₃)와 크랭크기어와의 감속비를 5 : 1과 8 : 1로 조절하는 경우 크랭크의 길이는 각각 5cm와 7cm 정도 되도록 하였으며, 油壓回路에서는 2개의 수동조절밸브로

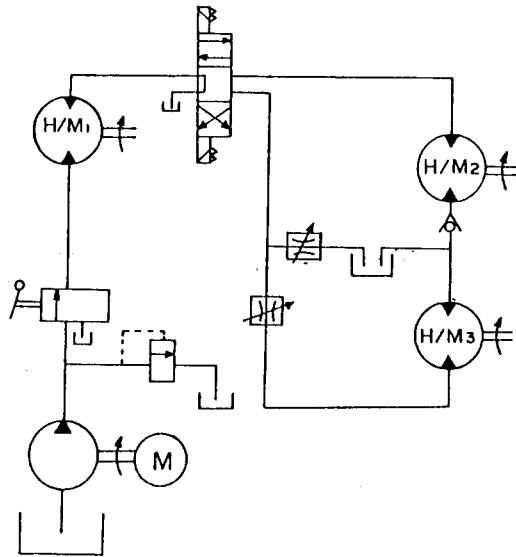


Fig. 4. Hydraulic circuit for the motors with the hauling pulley(H/M₁), the rotary lever(H/M₂) and the rope receiver(H/M₃).

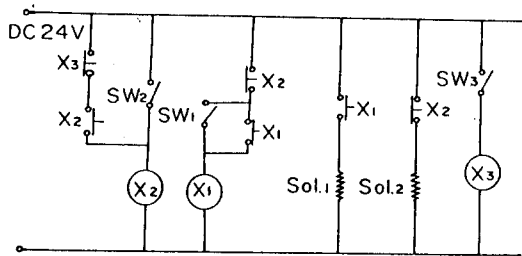


Fig. 5. Electric circuit for hydraulic system in Fig.4

油壓모터의 回轉數를 변화시켜 조정하였다.

출반이의 上, 下 往復角度는 크랭크의 길이가 5 cm일 때는 약 60°, 7cm일 때는 80°정도이며, 半圓形 案内板에 부착된 移送벨트의 폴리에는 직경 8cm, 두께 2mm의 체인기어를 부착하여 모릿줄이 移送벨트에 잘 끼워질 수 있도록 하였다. 移送벨트의 중간 두 군데에는 스프링 장치가 있는 직경 10mm의 로울러를 벨트에 밀착시켰으며, 레버의 下方 14cm 정도되는 위치에 移送벨트를 설치하였다. 보충실험은 고달이 간격이 각각 8.5m와 11m정도이면서 沈子가 달리지 않은 모릿줄을 가지고, 고달이부분이 移送벨트에 밀집되는 정도와 줄이 앞뒤로 바닥에 사러지는 수평길이 등을 실내에서 조사하였다.

結果 및 考察

길이 50cm인 PP로프를 가지고 수평·수직방

향으로 처지는 정도를 조사한 結果는 Fig. 6과 같다. PP로프의 직경이 굵어질수록, 단위 길이당 무게가 가벼울수록 처지는 정도가 적었으며, 사용되었던 鉛心로프는 새 것보다 더 처지는 것으로 측정되었다.

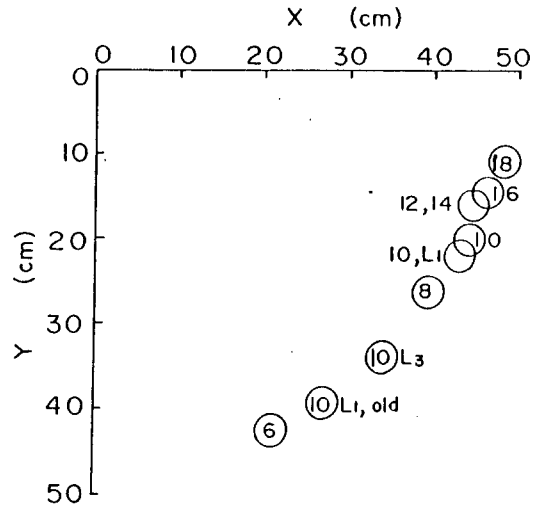


Fig. 6. The horizontal and vertical deflection of the PP ropes.

Number : Diameter of rope
L₁ : a lead core rope
L₃ : three lead core rope

補助揚繩機로 감아올린 로프가 지면에 사러질 때, 각각의 작은 코일의 短經과 長經 및 줄더미의 직경은 Table 2와 같다. 줄이 사러지는 크기는 위의 柔軟度에 따라서 줄의 직경이 클수록, 단위 길이당 무게가 무거울수록 줄더미의 직경이 감소하였다. 장어통발의 모릿줄로 쓰이는 직경 10mm의 PP鉛心로프는 한 코일의 최소직경이 14cm정도까지 굵혀졌으므로 이것에 근거하여 고달이채기 레버의 직경과 移送벨트의 移送距離 등을 設計(眞島, 1988)하게 되었다.

고달이채기 레버가 自動으로 고달이를 移送벨트에 끼워주게 될 때, 移送벨트에서 가장 빠기 쉬운 상태인 上, 下로 10cm이내에 고달이의 매듭이 분포하는 비율은 대형과 소형의 고달이채기의 경우 Table 3과 같다. 남이 1개 달린 고달이의 경우보다는 남이 없는 고달이의 경우에 밀집되는 분포비율이 높았고, 대형의 고달이채기보다는 소형의 경우에 분포비율이 높은 것으로 나타났다.

Table 2. The piled diameter of the ropes while hauling

Materials	Dia. of rope (mm)	Weight (g/m)	Dia. of a loop (cm)		Dia. of pile (cm)
			minor	major	
PP	6	16	17	27	50
	8	34	18	29	80
	10	49	18	31	80
	10L ₁	68	18	30	90
	10L ₁ , old	68	14	24	60
	10L ₃	98	14	25	60
	12	67	24	35	90
	14	90	27	35	100
	16	123	26	40	100
	18	153	27	53	110
PA	8 (brad.)	25	10	15	40
	10	48	10	15	50
PVA	7 (tar)	44	15	20	50
	10	58	10	15	40
	16	151	15	20	50

Table 3. Ratio of the loops within upper or lower 10cm from the transfer belt

Kind of loops	Angle of receiver (°)	Ratio of loops (%)	
		Small catcher	Large catcher
with a sinker	0	92	77
	30	93	76
	60	92	77
without sinker	0	95	91
	30	98	89
	60	98	90

해상실험에서는 후크가 달린 고달이의 경우, 중형 고달이채기의 移送벨트에 밀집되는 비율은 출발이 각도 30°에서 92% 정도였다.

移送벨트의 上, 下로 10cm를 벗어나는 고달이들 중의 절반 정도는 移送벨트에 아예 끼이지 못하거나, 끝부분이 끼워졌다가 이동중에 아래로 빠져버리는 경우가 있었다. 반원형안내판의 上, 下 간격이 2.7cm인 대형과 중형의 경우에는 고달이가 그 사이에 끼워지는 경우도 간혹 있었으나, 간격이 1.4cm인 소형에서는 거의 끼워지지 않았다.

고달이채기 레버에 고달이부분이 정확히 걸리게 되는 요인은 레버의 待機位置 및 모릿줄의 揚繩速度와 레버의 회전에 의해 채어진 고달이부분

의 水平的인 相對移動速度에 의해서 결정되는 것으로 보인다. 이들 관계를 줄의 揚繩速度 S_r , 레버에 채어진 고달이부분의 水平移動 線速度 S_1 , 역압풀리와 揚繩풀리의 接點에서 레버까지의 거리 D_r , 레버의 待機位置에서 줄이 내려오는 곳까지의 水平圓弧를 D_1 이라 할때, 고달이부분에 레버가 정확히 맞춰지기 위해서는 고달이와 레버가 만나는 도달시간이 같아야 한다.

$$\frac{D_r}{S_r} = \frac{D_1}{S_1} \dots\dots\dots (1)$$

그런데 S_r 은 揚繩풀리의 內徑 R_p 와 회전수 W_p (rps)에 따라 결정되고, S_1 은 레버에서 줄이 채어지는 곳의 회전직경 R_r 과 레버의 회전수 W_1 (rps)에 따라 결정되므로

$$\begin{aligned} S_r &= \pi R_p W_p \\ S_1 &= \pi R_r W_1 \end{aligned} \dots\dots\dots (2)$$

가 되고, 직렬 油壓回路에서 레버의 회전수를 油壓모터에서 감속하여 감속비를 i 라 하면

$$W_p = i W_1 \dots\dots\dots (3)$$

과 같이 된다.

식(2)와 (3)을 식(1)에 대입하여 D_1 에 관하여 정리하면 다음과 같다.

$$D_1 = \frac{R_r}{i R_p} D_r \dots\dots\dots (4)$$

고달이채기 레버가 대기하는 위치는 모릿줄이 내려오는 곳으로부터 D_1 만큼 떨어진 곳에서 멈추도록 리미트스위치를 부착(自動, 1985)하였으나, 실제로는 揚繩풀리에서부터 모릿줄이 출발이 폭만큼 흔들리면서 내려오기 때문에 고달이가 채어지는 R_r 과 D_1 의 크기가 변하게 됨에 따라 Table 3에서의 고달이 분포에도 영향을 미치는 것으로 생각된다.

그러나 레버에 걸린 모릿줄이 半圓形 案内板에 접촉될 때부터는 레버의 回轉半徑이 점점 증가되어 줄의 水平移動 線速度도 빨라지다가 결국은 레버에서 벗겨지게 된다. 이때 줄의 水平移動 最大速度 $S_{1,max}$ 는 레버의 회전직경 R_1 에 의하여 다음과 같이 된다.

$$S_{1,max} = \pi R_1 W_1 \dots\dots\dots (5)$$

따라서 고달이가 移送벨트에서 가장 밀집되어

분포할 경우, 모릿줄의 揚繩速度 S_r 에 대한 고달이 부분의 最大 水平移動速度 $S_{1,max}$ 의 速度比 K 를 식(2), (3) 및 식(5)에서부터 정리하면 다음과 같다.

$$K = \frac{R_1}{i R_p} \dots\dots\dots(6)$$

고달이를 채는데 가장 적당한 速度比 K 를 알아보기 위하여, 소형의 고달이채기에서 油壓모터와 레버의 회전수를 3:1로 감속할 경우, 레버의 회전수 N_1 (rpm)과 揚繩폴리의 회전수 N_p (rpm)를 측정된 結果는 Fig.7과 같고, 회귀직선식으로 나타내면 다음과 같다.

$$N_p = 2.86 N_1 + 23.74 \dots\dots\dots(7)$$

이식을 초당회전수인 W_p 와 W_1 로 바꾸면

$$W_p = 2.86 W_1 + 0.40 \dots\dots\dots(8)$$

로 변환되어져 감속비 3과는 비례상수가 약간 차이가 있었다.

따라서 식(3) 대신 실측한 식(8)을 가지고 식(6)에서 줄의 移動速度比 K 를 구해보면, 대형과 중형의 고달이채기에서는 평균 65%정도였으나,

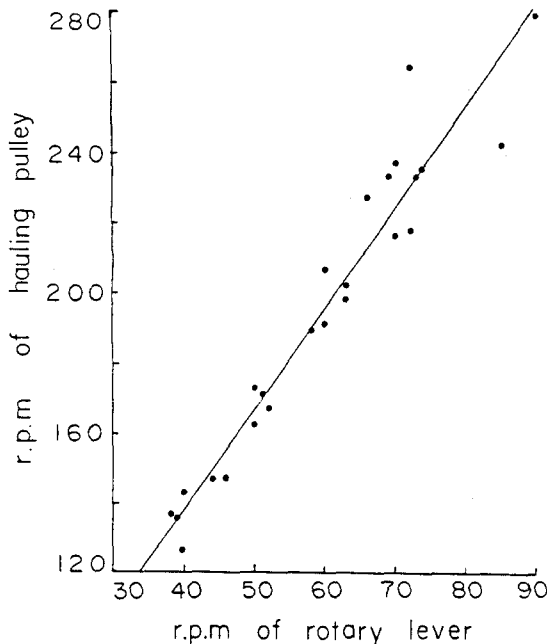


Fig. 7. Relationship between the revolutions of the rotary lever and the hauling pulley.

소형에서는 평균 72%정도일 때 가장 정확하게 고달이가 移送벨트에 밀집되는 것으로 나타났다. K 값이 80%정도 되도록 독립된 油壓回路로 驅動시켜도 보았으나, 레버에 걸린 뒷줄이 미처 레버를 따라오지 못하여 오히려 부정확한 것으로 조사되었다. 고달이채기 레버와 半圓形案內板의 圓弧接線이 이루는 각도가 클수록 모릿줄이 원만하게 레버에서 밀려나면서 벗겨지는데, 최저각도는 半圓形 案內板의 중간쯤에서 70°정도였고, 移送벨트의 폴리 부근에서는 80°정도를 이루었다.

소형 고달이채기의 移送벨트를 레버에서 14cm 정도 떨어지도록 下向 조정하고, 출발이를 上, 下로 往復시키면서 실험실에서 作動한 結果, 총 500개의 고달이 중 99%정도가 移送벨트의 上部 10cm이내에 분포하였고, 移送벨트에 끼이지 않는 비율은 0.5% 정도로 낮아졌다. 油壓모터로 驅動되는 크랭크기구에 의하여, 출발이가 往復運動하는 往復角度와 고달이 간격에 따라 揚繩폴리에서부터 모릿줄이 前方과 後方으로 골로루 사러지는 수평길이는 Table 4와 같다.

Table 4. Horizontal length of the piled main line on the bottom in accordance with the swing angle of the rope receiver

Length of crank(cm)	Swing angle(°)	Interval of loops(m)	Length of line(m)	
			front	rear
5	60	8.5	1.5	1.5
	60	11.0	1.5	2.0
7	80	11.0	1.5	2.5

油壓回路의 自動制御에서 고달이채기와 출발이가 동시에 정지하는 待機時間에 揚繩되는 줄들은 중앙에 쌓이게 되는데, 출발이와 油壓모터의 감속비가 8:1일 때 고달이 간격 11m인 모릿줄의 경우 待機時間은 作動週期の 15% 정도이므로 실용상 문제가 없을 정도이다.

以上の 實驗 結果에서 고달이채기를 실용화 할 때, 移送벨트에 고달이가 10개정도 끼워질 때까지의 여유시간(朴, 1987)에 사려진 줄을 처리하고, 그다음에 고달이들을 벨트에서 빼내어 서로 케어주면 되므로, 현재 2인이 하던 작업을 혼자서도 충분히 할 수 있다. 고달이를 채는 것은 긴 줄을 자르면서 기계적으로 묶는 경우(崔, 1985)와는 달라서 고달이의 위치를 파악한 다음 연속적으로 서로 케어야 하므로, 고도의 視角센서와

觸角센서 등을 사용하여 自動化(Klafter et al, 1989)가 가능할 것으로 보인다.

현재 사용 중인 로프와인더의 油壓시스템을 그대로 이용하면서 고달이채기를 추가로 부착하여도, 하나의 콘트롤밸브로 모든 作動速度가 同期되어 조절될 수 있었다. 다만 전기회로에서 리미트스위치가 屋外에 노출되므로 해수에 대한 腐蝕이 문제되나, 방수 리미트스위치(HY-L804)를 해수에 3개월 정도 침수시킨 후에도 作動되었으므로, 리미트스위치의 한계 동작회수인 100만회 정도를 장어 통발어선에서 사용하게 되는 3개월간은 충분히 사용이 가능할 것이다.

要 約

PP로프의 柔軟도와 모릿줄이 사러지는 현상 등을 기초적으로 조사한 다음, 半圓形 案内板의 회전중심이 偏心되도록 고달이채기 레버를 회전시켜 고달이를 自動으로 채어서 移送벨트에 정리하면서, 모릿줄이 고르게 사러지도록 줄받이의 왕복 회전장치 등을 製作하여 실험실과 통발어선에서 試驗한 結果는 다음과 같다.

1. 직경 10mm의 PP鉛心 모릿줄이 揚繩폴리에서부터 사러질 때 한 코일의 최소직경은 14cm정도, 줄더미의 직경은 60cm정도였다.
2. 소형 고달이채기에서 移送벨트의 上, 下 10cm이내에 분포하는 고달이의 비율은, 남이 1개 있는 모릿줄에서는 93%정도이나 남이 없는 모릿줄에서는 98%이상이었다.
3. 감속비가 3:1인 소형 고달이채기에서 레버의 회전수 N_1 (rpm)과 揚繩폴리의 회전수 N_p (rpm)와의 관계는

$$N_p = 2.86N_1 + 23.74$$

이며, 揚繩速度에 대한 고달이의 水平最大移動速度의 비는 70%정도였다.

4. 補助揚繩機와 고달이채기를 연계시켜 줄받이를 上, 下로 往復시킬 경우 모릿줄은 길이 방향으로 고루 사릴 수 있었으며, 고달이채

기 레버의 회전과 줄받이의 往復運動 週期는 고달이의 간격에 따라 조절할 수 있다.

謝 辭

실험장치의 製作에 적극 協力하여 주신 동명기계 김 중기 사장님께 깊은 감사를 드리며, 통발어선의 사용에 協力하여 주신 장어통발 수협과 선장협회 및 세일물산(주)의 관계자 여러분, 實驗에 始終 참여해 준 학생 諸君에게도 深深한 謝意를 포함합니다.

文 獻

- 河晶植·金龍海·張忠植(1990a): 장어 통발어업의 自動機械化에 관한 研究 1. 통발漁具 및 작업시간의 改善. 漁業技術 26(1), 45-50.
- 高冠瑞(1974): 漁具漁法學. 高麗出版社, 326.
- 竹內正一(1981): かご漁業. 恒星社厚生閣, 22-36.
- Brandt, A. (1964): Test methods for fishing gear materials. M.F.G.-2, Fishing News(Books) Ltd. 9-49.
- 河晶植·金龍海·鄭容吉·廉萬午(1990b): 장어 통발어업의 自動機械化에 관한 研究 2. 모릿줄과 통발의 自動分離. 어업기술 26(2), 111-117.
- 金汶尙·李在坤(1986): 力織機構學. 螢雪出版社, 258.
- 眞島卯太郎(1988): 콘베이어 計算法. 編輯部 譯, 世進社, 110.
- 自動化技術編輯部(1985): 自動位置 決定技術. 성안당, 175.
- 崔圭洪(1985): 最新農業機械學. 世進社, 186-197.
- 朴在興(1987): 作業管理. 螢雪出版社, 203-374.
- Klafter, R.D., T.A. Chmielewski and M. Negin(1989): Robotic Engineering. Prentice-Hall Int'l. Inc. 57-79, 314-509.