

장어 통발어업의 自動機械化에 관한 研究

2. 모릿줄과 통발의 自動分離

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

2. Automatic Separating of the Pots from 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 hydraulic line haulers are now widely used to haul the main line, but the other hauling operations are still done manually in most pot fisheries.

The oval type hooks which are connected between the loops and the pots are tested for basic capability by the universal tension meter in order to develop the automatic separating system. The pots attached to the oval type hooks are separated automatically from the loops while the oval type hooks are running through the trumpet separator with the side roller and the results are as follows:

1. The tension of the large oval hooks ($\phi 3.1mm$) for missing pots and the compressive load at the end of hooks by hand are about 60kg and 6kg, and range of tension for passing through the trumpet is 11~15kg.
2. Automatic separating ratio of the pots with the large oval hooks is about 99% when the trumpet separator is attached to front or rear of the side roller in the laboratory.
3. The separating ratio of the pot with the large oval hooks while hauling operation in the sea is about 97% when the trumpet separator is oriented on the port bulwark departed 2m from the side roller.

緒 論

장어 통발어업에서는 고달이와 통발의 가짓줄을 變形된 참매듭으로 묶어서 投繩하고, 揚繩할 때는 통발이 현측 로울러에 가까이 오면 揚繩機를 정지하여 가짓줄을 잡아당겨 통발을 分離한다. 따라서 연속적인 揚繩作業이 되지 못할뿐만 아니

라, 揚繩機를 정확히 멈추고 통발을 채는데 세심한 주의가 요망되며, 때로는 안전사고의 원인이 되기도 한다.

외국에서는 모릿줄과 통발을 연결하는 주낙용의 후크나 나무조각 등을 고달이에 끼우는 방법(O'Farrell, 1966) 등이 사용되었으며, 주낙어업에서는 모릿줄에 아릿줄을 自動으로 연결하고 分離할 수 있는 플라스틱 클립을 사용한 실험

* 이 논문은 1988년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

(Hopper, 1979)도 있으나, 장어 통발어구에 적용하기는 곤란한 것으로 보인다.

본 연구에서는 모릿줄의 고달이와 통발을 연결하는 부속구조를 타원형후크를 製作하여 그 特性을 조사한 다음, 현측 로울러에 裝着된 나팔관식 自動分離機를 사용하여 타원형후크를 통과시킬 때 통발이 自動으로 分離되는 방법을 실험하였다.

材料 및 方法

통발어구의 모릿줄에서 통발을 自動으로 分離하기 위하여 考案된 타원형후크의 구조는 Fig. 1과 같고, 각부의 규격은 Table 1과 같다.

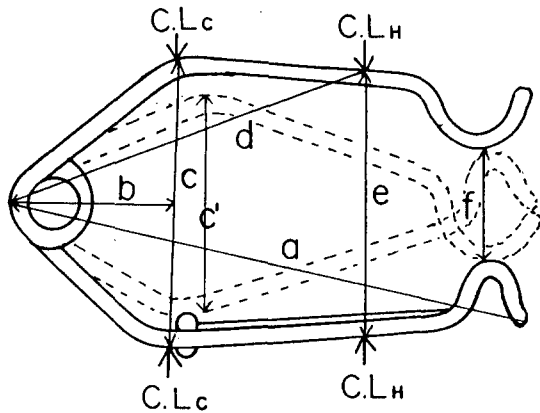


Fig. 1. Sketch of the oval type hooks.
C.L_c : compressive load at the center
C.L_H : compressive load by hand

Table 1. Dimension of the oval type hooks

Item	Size of the hooks		
	Small	Medium	Large
ϕ (mm)	2.0	2.6	3.1
a (mm)	71.9	101.7	107.2
b (mm)	22.3	37.0	36.4
c (mm)	41.8	57.0	57.9
c' (mm)	34.5	48.0	50.0
d (mm)	50.0	70.0	75.0
e (mm)	33.1	45.8	53.2
f (mm)	19.9	16.7	23.6
w (g)	7.0	17.5	27.3

* a-f : refer to Fig. 1
w : weight of a oval hook

스프링강으로 만든 타원형 후크는 재료의 직경과 크기에 따라 대·중·소형의 3가지로 만들었으며, 모릿줄의 고달이는 후크의 고리에 연결하고, 다른쪽 끝은 C.L_H 방향으로 눌러서 양쪽 갈고리가 서로 교차되면서 벌어지면 통발의 가짓줄을 끼워 넣어 연결한다. 타원형후크의 인장력과 압축력 등의 기초적인 재료시험은 만능시험기 (SHIMADZUS-500)를 사용하여 인장속도 12.5 mm/sec에서 측정하였다.

타원형후크의 갈고리에 끼워진 줄이 벗겨지는 이탈장력은 후크의 고리를 만능시험기의 上部 chuck에, 갈고리에 끼워진 줄은 下部 chuck에 각각 고정하여 인장하면서 최대 장력을 조사하였다. 타원형후크의 중앙부분 압축력과 줄을 후크의 갈고리에 끼울 때 손으로 눌러야 하는 누름 압축력은, 만능시험기의 上, 下部 chuck에 각각 고정되어 연장된 鐵棒을 후크의 C.L_c부분과 C.L_H부분에 각각 접하게 하고, 압축력과 변형을 측정하였다.

타원형후크로 연결된 통발이 海底 敷設중에 紛失되는 정도를 파악하기 위한 海上 試驗操業은, 소형후크를 사용한 경우에는 前篇의 漁獲試驗(河等, 1990)과 병행해서 18회에 걸쳐 조사되었고, 대형후크를 사용한 試驗操業은 1회 약 105개의 통발을 사용하여 충무 근해 곤리도와 연대도 등의 수심 30~50m되는 海域에서 올림픽 24호를 사용하여 11회에 걸쳐 행하였다. 통발의 曳引試驗은 충무 근해 수심 10m 정도인 곳에서 올림픽 24호로 통발간격 8.5m인 모릿줄에 10개의 통발을 대형후크로 연결하고, 맨 앞에는 네트레코더용 潛降板을 달아서 통발을 해저 錨에 接地시켜 曳引速度 2.6~3.3m/sec로 5분간 曳引하여 분실되는 정도를 총 22회 試驗하였다.

타원형후크로 연결된 장어통발을 모릿줄에서 自動으로 分離시키는 예비실험장치는 Fig. 2와 같고, 두께 3mm인 철제 나팔관의 규격은 Table 2와 같다.

타원형후크가 나팔관을 통과할 때 걸리는 장력은 나팔관의 입구쪽을 만능시험기의 下部 chuck에, 후크의 고리쪽을 上部 chuck에 각각 고정하여 上, 下로 인장했을 때 통과장력의 변화를 측정하였다. 단, 소형과 중형의 타원형후크에 있어서는 나팔관 대신 內徑이 30mm와 35mm인

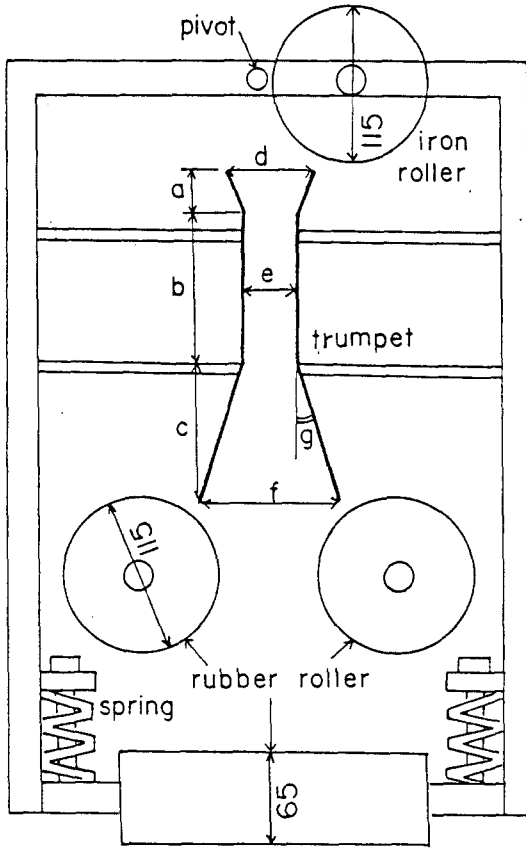


Fig. 2 The trumpet separator for the pots.

Table 2. Dimension of the trumpet

Item*	Testing**	Separating
a(mm)	-	40
b(mm)	100	100
c(mm)	80	60
d(mm)	-	55
e(mm)	38	36
f(mm)	100	100
g(°)	21	28

* refer to Fig. 2

** testing for the tension meter

PVC파이프를 각각 사용하였다.

통발의 自動分離에 관한 실험실에서의 예비실험은, 통발 간격이 8.5m가 되는 직경 10mm의 PP 鉛心 모릿줄의 고달이에 대형후크로 통발을 매달았다. 다음은 모릿줄을 油壓驅動的의 V홈 揚繩폴리로 揚繩하면, 고달이에 달린 타원형후크가 나팔관 입구의 직경이 좁아짐에 따라 후크의 양

쪽이 압축되면서 갈고리가 벌어지고, 끼워져 있던 가짓줄이 통발의 自重에 의해 下方으로 빠져서 分離된다.

揚繩폴리는 內徑 27cm, 外徑 37cm, V홈의 내측 폭은 5mm, 외측 폭은 4cm이고, 홈 내면은 두께 2mm의 고무로 코팅하였으며, 억압로울러는 직경 20cm, 폭 3cm 정도이다. 揚繩機의 油壓回路는 Fig. 3과 같고, 전기모터는 6P×11Kw×220V, 油壓펌프는 GSP-22-AR, 릴리프밸브는 CBR-T06, 콘트롤밸브는 수동식 방향전환밸브 MRV-03, 油壓모터는 H-050이며, 예비실험에서 전자밸브는 작동시키지 않고 揚繩速度 2~4m/sec의 범위에서 한번에 통발 20개씩 50회의 실험을 하였다.

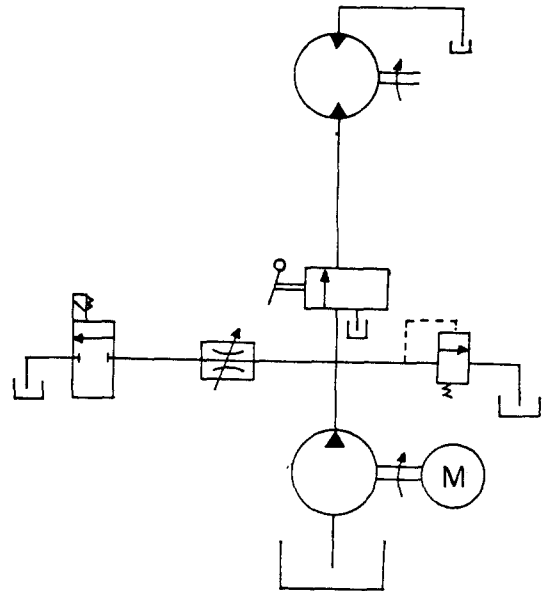


Fig. 3 Hydraulic circuit for the line hauler.

통발의 自動分離에 관한 해상실험은 장어통발어선 세일 27호 (35톤급)를 이용하여, Fig. 4와 같이 직경 6cm의 고무로울러와 스프링 완충장치를 부착한 현측 로울러와 나팔관을 서로 2m 정도 떨어지게 左舷에 설치하고, 모릿줄을 揚繩폴리로 감아올릴 때 후크에 연결된 통발이 나팔관에서 分離되어 배진 안쪽으로 떨어지도록 하였다 (柳, 1989). 海上試驗操業에서 사용된 揚繩폴리는 內徑 40cm, 外徑 60cm, 외측 폭은 4.7cm,

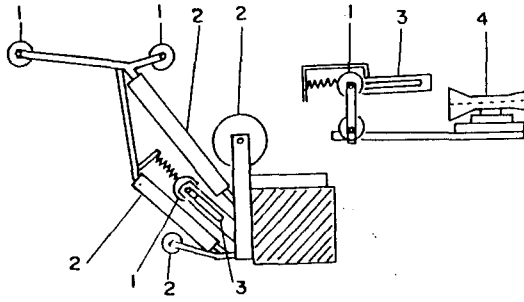


Fig. 4 The side roller and the trumpet separator on the port bulwark.
 1. rubber roller 2. iron roller
 3. slot plate 4. trumpet

油壓펌프는 UCHIDA 125R, 보조기관은 디젤 185HP, 油壓모터는 KAWASAKI 506, 유량제어 밸브는 Dyten 08이다. 試驗操業에서의 통발어구는 예비실험과 같게 하여 총무 근해 미루도 동남 쪽 수심 40~50m 되는 海域에서 한번에 통발 200개씩을 投繩한 다음 약 3m/sec의 속도로 揚繩하면서 통발이 分離되는 정도를 두번 조사하였다.

해상실험의 結果 나타난 문제점을 보완하기 위한 보충실험은 Fig. 5와 같이 나팔관을 현측 로

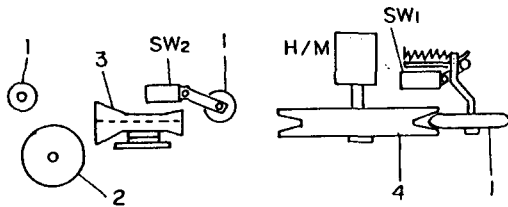


Fig. 5 The trumpet separator with the limit switches.
 1. rubber roller 2. iron roller
 3. trumpet 4. hauling pulley

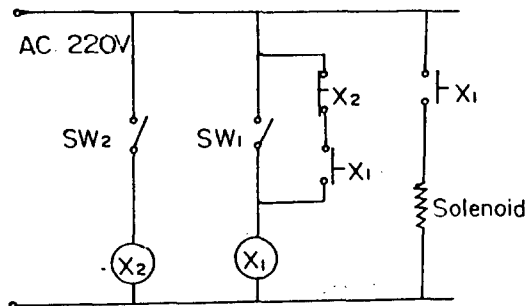


Fig. 6 Electric circuit for hauling speed control in Fig. 5.

올러에 근접시키고, 2개의 리미트스위치에 의한 전기회로는 Fig. 6과 같다.

즉, 모릿줄의 고달이가 억압폴리를 밀어내어 리미트스위치 SW₁(GSL-N1)에 감지되면 전자절환밸브(DG 4S-2A-V)가 열리면서 揚繩폴리의 회전이 감소되고, 나팔관의 後端 上部에 고정된 SW₂(GSL-N2)의 레버에 달린 직경 7cm, 폭 2.5cm 고무로올러를 다음 고달이 부분이 밀어내면 전자절환밸브가 닫히면서 회전이 빨라지도록 하였다. 고달이에 연결된 타원형후크가 나팔관에 이르기 1m쯤 전에 揚繩폴리의 회전이 高速에서 低速으로 전환될 수 있도록 고달이의 간격에 따라 揚繩폴리와 나팔관의 간격을 조정(自動, 1985)하였으며, 高速回轉數에 대한 低速回轉數의 비율은 67% 정도되게 수동밸브로 조절하였다.

통발이 현측 로올러 바로 앞에서 分離되어 떨어져 船內로 이동되도록 Fig. 7과 같이 폭 60cm, 길이 120cm인 컨베이어벨트(眞島, 1988)를 70cm 정도 아래쪽에 수평으로 설치하고, 110V 1.5Kw의 전기모터로 減速 驅動하였으며, 移送速度는 60cm/sec 정도 되도록 하였다. 揚繩速度가 自動으로 변화되면서 分離되어진 통발을 컨베이어벨트로 移送하는 보충실험은 통발 20개씩 25회에 걸쳐 행하였으며, 그 이외의 조건은 예비실험과 같다.

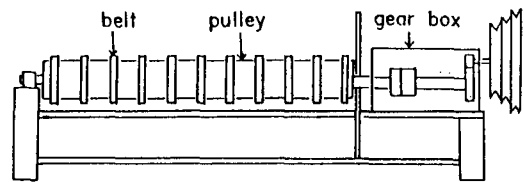


Fig. 7 The conveyor belts for arrangements of the pots.

結果 및 考察

타원형후크를 사용하여 만능시험기로 材料試驗을 한 다음, 실험실과 통발어선에서 통발이 自動으로 分離되는 정도를 실험한 結果는 다음과 같다.

1. 타원형후크의 物理的 特性

타원형후크의 고리와 갈고리쪽을 인장하여 줄이 벗겨질 때 최대 이탈장력은 Table 3과 같다.

Table 3. Tension of the oval type hooks for missing twine

Item	Size of the hooks		
	Small	Medium	Large
No. of hooks	13	11	21
Tension (kg)	mean	28.3	33.4
	S.D	5.2	3.6
		59.3	7.3

타원형후크에 미치는 장력은 통발 1개의 수중 무게와 揚繩速度 4m/sec일 때 流水抵抗(金·河, 1987)을 합한 6kg 정도로 보면, 소형후크와 중형후크의 경우에는 安全係數가 5 정도이나 대형후크는 10 정도로 충분한 것으로 나타났다.

소형과 대형의 타원형후크를 사용하여 통발어구를 投繩했을 때와 曳引했을 때, 통발이 후크에서부터 紛失되는 정도는 Table 4와 같다.

Table 4. Loss of the pots from the oval type hooks in the sea

Item		Small hooks	Large hooks
Fishing	No. of operation	18	11
	No. of pot	949	1142
	No. of loss	27	5
	ratio of loss(%)	2.9	0.4
Towing	No. of towing	-	22
	No. of pot	-	220
	No. of loss	-	2
	ratio of loss(%)	-	0.9

소형후크로 통발을 연결했을 때 통발의 紛失率은 2.9% 정도로 많았으나, 대형후크에서는 0.4% 정도로, 고달이와 통발의 가짓줄을 묶어서 投繩한 경우의 통발 紛失率(河等, 1990)과 거의 비슷하게 나타났다. 타원형후크에 연결된 통발의 曳引實驗은 실용상 적당한 것으로 판단되는 대형후크에 대해서만 실시한 結果 0.9% 정도가 紛失되었으나, 본 曳引方法은 통발이 빨을 뜰 정도로 해저에 接地시키면서 3m/sec 정도로 曳引하여 가장 가혹한 어장 조건하에서 실험한 것이므로, 대형후크의 把持力은 충분한 것으로 보인다.

타원형후크의 최대폭을 가지는 중앙부분(C.L_c)의 압축력과 변형을 만능시험기로 측정하고 彈性係數를 계산한 結果는 Table 5와 같다.

대형후크에서 彈性係數가 크게 나타나는 것은 철사의 직경과 모멘트 거리가 크다는 점 이외에도 pre-tension을 주면서 구부러 만든 점이 다른

것으로 보인다. 후크의 갈고리 사이가 벌어져 줄이 이탈될 때까지의 변형이 각각 15mm 정도이므로, 대형후크에서는 13kg 정도의 외부 압축력에서 통발이 紛失됨을 예상할 수 있다.

Table 5. Compressive load in the middle of the oval type hooks C.L_c in Fig. 1

Item	Size of hooks		
	Small	Medium	Large
No. of data	14	18	16
Coef.* of elasticity (kg/mm)	0.21	0.29	0.85
	S.D	0.02	0.02
	0.13		
Strain for opening (mm)	15	15	15
Compressive load (kg)	3.2	4.4	12.8

* Coefficients

후크의 갈고리에 가짓줄을 끼우기 위해 끝부분(C.L_H)을 손으로 눌러야 하는 압축력과 변형을 측정하고 彈性係數를 계산한 結果는 Table 6과 같다.

Table 6. Compressive load in the end of the oval type hooks C.L_H in Fig. 1

Item	Size of hooks		
	Small	Medium	Large
No. of data	12	16	12
Coef. of elasticity (kg/mm)	0.062	0.077	0.144
	S.D	0.003	0.006
	0.003	0.003	
Strain for opening (mm)	38	40	40
Compressive load (kg)	2.4	3.1	5.8

후크의 끝부분을 눌러서 양쪽 갈고리가 벌어지기 위한 변형은 40mm 정도이므로 대형후크의 손누름 압축력은 5.8kg 정도로 계산된다. 이 정도의 압축력은 보통 성인 남자가 충분히 낼 수 있는 握力이지만, 수천개 이상의 통발을 후크에 연결할 때에는 기계적인 自動連結方法(加藤, 1988)이 도입되어야 할 것이다.

타원형후크가 나팔관을 통과할 때는 나팔관의 最少內徑에 후크가 접촉되면서 장력이 급격히 증가되어, 후크의 중앙부분이 最少內徑에 進入할 때 최대값을 나타냈다가, 다시 감소하여 內徑이 일정한 부분을 통과할 때는 거의 일정한 장력을 나타내었다. 이때 최대장력과 그 후의 지속적인 장력을 측정된 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Tension of the oval type hooks for passing through the trumpet

Item	Size of hooks		
	Small	Medium	Large
No. of hooks	19	17	26
Max. tension (kg)	mean 4.8	7.3	15.0
	S.D 0.7	1.0	0.7
Sustained tension (kg)	mean 1.8	2.5	10.8
	S.D 0.4	0.4	1.1

대형후크의 경우 나팔관 통과시의 장력범위는 11~15kg 정도인데, 이 장력은 揚繩할 때 모릿줄 장력의 5~10% 정도로 推算(金·河, 1987)된다. 그러나 후크가 나팔관을 통과하는 시간은 정상적인 揚繩速度 3m/sec에서 불과 0.1초 정도이므로 油壓시스템에 미치는 영향은 그리 크지 않을 것으로 思料되며, 통발의 직경을 감소(河 等, 1990)시켜 流水抵抗을 감소시킬 수도 있다.

2. 통발의 自動分離

현측 로울러의 前, 下方으로 나팔관을 설치하고, 대형 후크로 통발을 연결하여 油壓式 揚繩機로 모릿줄을 감아 올리면서 후크에서 통발이 分離되도록 하는 예비실험의 結果, 총 1000개의 사용 통발중 99%가 自動으로 分離되었다. 分離되지 않은 10개의 통발의 경우는 가짓줄이 엉키어 후크와 같이 나팔관으로 들어가 끼이거나, 가짓줄이 빠져나오다 갈고리 끝에 가닥의 일부가 끼어서 分離되지 않는 것으로 나타났다. 나팔관의 주위로는 고무로울러와 스프링 완충장치를 부착하였으나 통발이 위쪽이나 옆쪽으로 튀어나가는 경우가 많았고, 그런 경우에는 통발의 自重이 下方으로 작용하지 못하므로 후크가 나팔관을 거의 통과하여 가짓줄이 긴장되어야 分離되었다.

예비실험 結果를 기초로 나팔관을 현측 로울러의 後方으로 2m 정도 떨어지게 통발어선의 左舷 bulwark에 설치하고, 2회의 海上試驗操業 結果 自動分離率은 총 400개의 통발중 97% 정도로 나타났다. 타원형후크가 主揚繩풀리나 補助揚繩풀리를 통과할 경우에도 아무런 문제없이 정상적으로 揚繩되었다. 試驗操業에서 自動으로 分離된 통발의 40% 정도는 후크가 나팔관을 통과할 때, 고무로울러와 스프링의 작용으로 압축되었다가 갈고리가 열리면서 통발이 반작용으로 밀려나가

백전 내로 떨어졌다. 나머지 60% 정도는 모릿줄에 장력이 걸릴 때, 후크가 현측 로울러에 부딪쳐 갈고리가 열리면서 통발이 分離되어 바다로 떨어졌는데, 揚繩速度가 빠를수록 그런 경향이 많은 것으로 관찰되었다.

이러한 문제점에 대해 揚繩速度가 自動으로 전환되면서 밑으로 떨어지는 통발을 船內로 移送할 수 있도록 油壓시스템과 콘베이어벨트를 製作하였으나, 실제 어선에서는 左舷을 改造해야 하기 때문에 부득이 실내에서 보충실험을 하였다. 통발이 分離될 때의 감속된 揚繩速度가 정상 揚繩速度의 67% 정도 되도록 조절한 경우, 총 사용 통발 500개중 99%의 통발이 自動으로 分離되었으며, 아래로 分離된 통발은 콘베이어벨트에 얹혀져서 移送되어 연속적인 揚繩作業(金·趙, 1988)이 가능한 것으로 나타났다.

이상과 같이 타원형후크를 사용하여 모릿줄에서 통발을 自動으로 分離하는 방법은 分離率이 매우 높아 작업인원을 1인 정도 감소 (竹內, 1981, 金, 1984)시킬 수 있으며, 후크 자체의 沈降力이 附加되어 돌이 필요없다는 장점을 가지고 있다. 그러나 통발의 分離를 더욱 확실하게 하기 위해서 후크에 엉키는 PP가짓줄 대신 다른 종류의 재료를 사용하는 것이 바람직하며, 통발이 부딪쳤을 때 충격을 더욱 완화시키거나 통발을 더 강한 재료로 만들 필요가 있고, 타원형 후크를 통발에 연결할 때에 自動으로 締結되도록 하는 방법 등에 관해서는 계속 연구되어야 할 것이다.

要 約

스프링강으로 만든 3가지 크기의 타원형후크에 대하여 可能시험기로 特性試驗을 하고, 나팔관을 사용한 통발 自動分離機로 모릿줄의 고달이에 연결된 타원형후크에서 장어통발이 分離되도록 하는 실험을 육상과 해상에서 각각 시행한 結果는 다음과 같다.

1. 직경 3.1mm인 대형의 타원형후크에서 줄의 이탈장력은 60kg 정도이고, 줄을 끼워넣기 위한 손누름 압축력은 6kg 정도이며, 나팔관 통과장력은 11~15kg 정도였다.
2. 현측 로울러의 앞쪽이나 뒷쪽에 나팔관을 부착한 自動分離機를 사용하여 대형후크에서 통

발이 自動으로 分離되도록 하는 육상실험의 結果 揚繩速度 2~4m/sec에서 分離率은 99% 정도였다.

3. 현측 로울러의 後方 2m 정도되는 곳에 나팔관을 설치하고 대형후크로 海上 試驗操業을 한 結果 揚繩速度 3~4m/sec에서 통발의 分離率은 97% 정도였다.

謝 辭

본 연구의 材料試驗과 논문작성에 많은 指導를 해 주신 釜山水產大學校 高冠瑞 教授님께 깊은 감사를 드리며, 통발어선의 사용에 적극 協助하여 주신 세일물산(주) 서 정록 사장님과 관계자 여러분, 올림픽 24호 乘務員과 학생 여러분에게도 謝意를 표하는 바입니다.

文 獻

- O'Farrell, R. C. (1966): Lobsters, Crabs and Crawfish. Fishing News (Books)Ltd., 21-41.
- Hoppr, A. G. (1979): Mechanization of

longlining: Auto-clip system. Coun. Meet Int. Coun. Explor. Sea, B: 23.

河晶植·金龍海·張忠植 (1990): 장어통발어업의 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.

柳炳烈 (1984): 自動部品供給技術. 성안당, 179.

自動化技術 編輯部 (1985): 自動位置 決定技術. 성안당, 175.

眞島卯太郎 (1988): 콘베이어 計算法. 編輯部 釋, 世進社, 110.

金龍海·河晶植 (1987): 장어통발의 갈매기 彈性과 流體力學의 特性. 漁業技術 23(4), 157-162.

加藤一郎 (1988): 圖解 메카니칼핸드. 自動化機構研究會 釋, 機電研究社, 234.

金炫得·趙慶宇 (1988): 自動化設計便覽. 大光書林, 9-23.

竹內正一 (1981): かご漁業. 恒星社厚生閣, 22-36.

金宇盛 (1984): 近海 통발漁業經營에 관한 調查研究. 統營水大 論文集(社會科學篇) 19, 145-160.