

조기유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발

2. 생력형 모형 양망기의 성능 시험

김석종* · 구명성
 제주대학교 해양과학부

Development of fishing gear and fishery operation system for the croaker drift gill net

2. Performance tests of labor saving type model net hauler

Suk-Jong KIM* and Myung-Sung KOO

Faculty of Ocean Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

As the basic study about improvement of yellow croaker drift gill net fishing implement and development of the fishing system, this study drew problem after synthetically analyzing hauling system of yellow croaker drift gill net used in the coast of Chuja Island and tested several characters and analyzed in hauling process with 5 step net hauler model for improving the problem. The analysis results are as follows. When the angle between axes of drum centers was small, it showed the tendency that hauling time was fast. Hauling time was faster when drum was 5 step rather than 3 step. When drum was 5 step, slippery phenomenon was small and hauling was stable. Tension was larger when drum was 5 step rather than 3 step. When drum was 5 step, the range of change of the maximum and minimum value was small and hauling was stable. When drum was 3 step, there was following formula between hauling time (Ht_3) and angle between axes of drum centers (A_g) $Ht_3 = (7.15Hs^{-0.81}) A_g^{0.04}$, when drum was 5 step there was following formula. $Ht_5 = (6.45Hs^{-0.75}) A_g^{0.10}$, here, Hs is hauling speed. When drum was 3 step and hauling speed was 28cm/sec, tension was $T = 0.08A_g^3 - 1.60A_g^2 - 0.49A_g + 369.56$ ($r = 0.99$), when drum was 5 step, tension was, $T = -0.01A_g^3 + 1.96A_g^2 - 34.05A_g + 414.58$ ($r = 0.99$), here, T was tension(g).

Key words : Croaker drift gill net, Net hauler, Performance test

서 론

조기류를 대상으로 하는 유자망은 기다란 띠 모양의 직사각형 그물감의 상변과 하변에 각각 뜸(浮子)과 발돌(沈子)을 부착하며 부력에 의해 어구가 전개된다. 수중에서는 조류에 의해 해저 바닥을 따라 흘러가면서 조우하는 어군을 그물코에 낚히도록

하는데, 참조기를 대상으로 하는 어업도 이와 같은 방법으로 어구를 구성하고 있다.

우리나라에서 조기류를 대상으로 하는 유자망 어선 중 60% 정도가 추자도에 선적을 두고 있는데, 대부분 참조기 어종을 주 어획 대상으로 하고 있다. 추자도 수산업협동조합에 위판되는 참조기 위

*Corresponding author : ksukjong@cheju.ac.kr Tel: 82-64-754-3411 Fax: 82-64-756-3483

판량을 분석해 보면 총 위판량에 대한 참조기 비율은 높지 않지만 어획으로는 80% 정도로서 추자도 어업인들의 주 소득원이 되고 있다. 그러나 척당 승선인원이 12명 정도이고, 1일 500폭(폭당 길이 25m)을 투·양망하고 있는 노동집약형 어업이다. 이에 따라 어업인들은 조업인력을 절감시키기 위해 3단 양망기 또는 트리플렉스형 양망기를 어선에 설치하여 조업하고 있으나 지금까지 어체의 손상을 최소화하고 어구의 슬립현상을 방지할 수 있는 양망시스템이 미비한 실정이다.

지금까지 조기류를 대상으로 하는 유자망 어업의 조업 생력화 시스템 연구는 Jo and Lee(1993)가 저층 유자망 양망기 개발에 관한 연구를 수행한 바 있으며, 타 어업에 대한 기계화 연구는 Jang et al. (2000), Park et al.(2000), Oh et al.(2001), MOMAF (2001, 2002, 2003)가 각각 보고한 바 있다. 국외의 경우 Nashimoto(1965, 1966, 1967, 1968a, 1968b, 1969a, 1969b)가 자망어구에 관하여 체계적이고 구체적으로 연구 보고하였으며, Honda and Fujita (2005)는 자망 최적 침지 시간에 관하여 보고한 바 있다. Kim et al.(2005)은 위에서 추자도 주변 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 참조기 유자망 어업에 대하여 해상 현장 조사를 실시하고 양망방법 별로 시스템을 비교 분석하여 보고한 바 있다.

이 연구에서는 조기 유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발에 관한 기초연구로서 어체 손상 방지 및 어구 슬립현상을 저감시키기 위한 5단 양망기를 제작하고 양망과정의 특성을 실험, 분석한 결과를 보고하고자 한다.

장치 및 방법

장치의 구성

모형실험에 사용한 그물 어구는 Fig. 1과 같이 실험수조의 규모 등을 고려하여 시판되고 있는 참조기 유자망 어구 1폭을 사용하였으며, 그물감과 부속구의 상세는 Table 1과 같다. 시험 제작한 모형 5단 양망기와 구성도는 각각 Fig. 2, 3에 나타났다. 양망기는 3상 교류 전동기(220V, 3 Phase, 1550 RPM)와 전자위상 변환기(N100plus-015SF, Hyundai)를 사용하여 전원을 단상에서 삼상으로 변환시킨 후 주파수(Hz)로 드럼의 정·역 회전이 가능

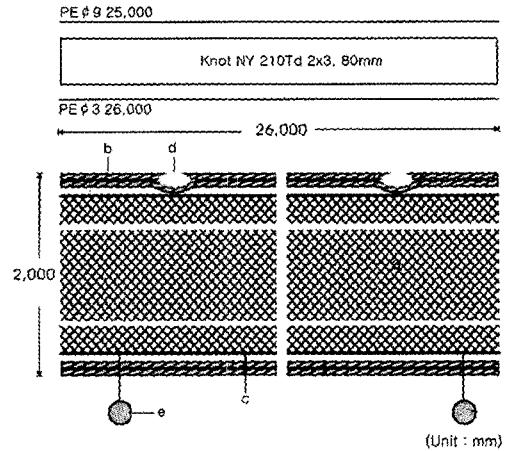


Fig. 1. Schematic of yellow croaker drift gill net not to using quarter rope used to model tests.

a: Main net, b: Float line, c: Sinker line, d: Float, e: Sinker

Table 1. Specifications of yellow croaker drift gill net used to model tests

| Symbol | Part | Material | Dimensions |
|--------|-------------|-----------------------------|---------------|
| a | Main net | Nylon 210 D/2 × 3 80mm | 30 × 750mesh |
| b | Float line | PE rope φ 9 | 25m, 2 strand |
| c | Sinker line | PE rope φ 3 | 26m, 2 strand |
| d | Float | Plastic float(buoyancy 30g) | 29ea |
| e | Sinker | Lead(weight 20g) | 100ea |

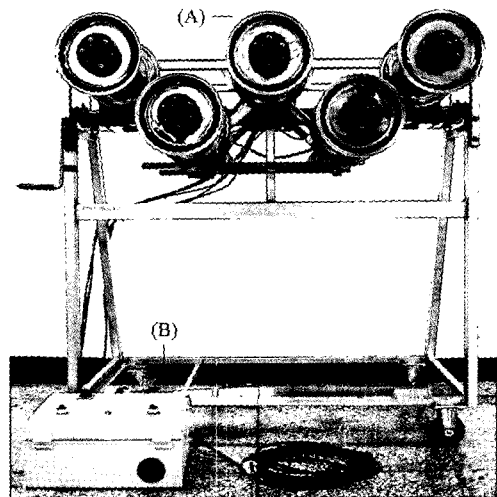


Fig. 2. Five - step drum model net hauler.

A : Drum, B : Control box

하도록 하였고, 방향전환은 마그네트를 사용하여 극수를 바꾸고 전·후진 조절이 가능하도록 했다. 5개의 드럼은 구동롤러 축의 베어링 지지대를 나사축 위에 고정시켜 나사 회전방향에 따라 구동롤러의 위치, 넓이, 높이를 조절하여 드럼의 간격을 등간격으로 $50^{\circ} - 120^{\circ}$ 까지 조절 할 수 있도록 하였다.

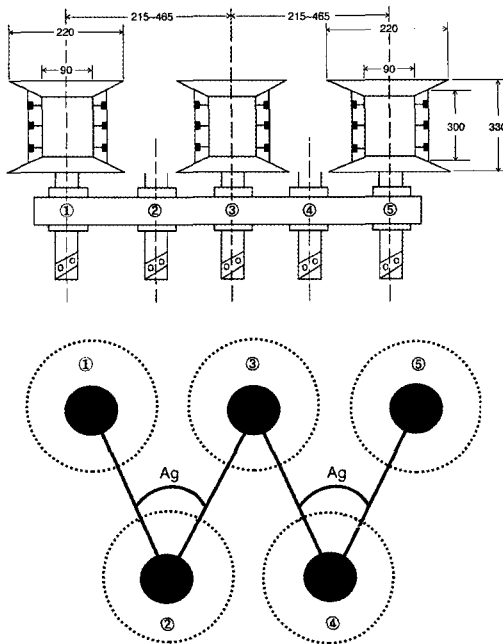


Fig. 3. Construction of the five-step drum model net hauler.

- ① - ⑤ : Number of drum
- A_g : Angle between axes of drum centers($50^{\circ} - 120^{\circ}$)

실험방법

실험은 제주대학교 해양과학대학 실내 실험실간이 수조에서 이루어졌는데, 사용된 수조는 $11,000\text{mm} \times 500\text{mm} \times 500\text{mm}$, 수심은 450mm로 하여 수조의측에 Fig. 4와 같이 양망기를 설치하여 행하였다. 이 수조의 상단부 끝단에 모형 양망기를 설치하고, 수조에 어구를 펼쳐 투망한 후 각각의 실험조건에서 양망을 10회 반복하고 양망개시부터 종료까지의 경과시간을 측정하고 이 값을 평균하여 측정값으로 하였다. 양망시간 등의 분석을 위하여 Video Camera (DCR-VX2100, Sony)를 모형 양망기 측면 50cm 거리에 설치하여 실험의 전 과정을 촬영한 후 이를 분석하여 양망시간을 측정하였다. 모형 양망기의 명칭은 Fig. 3에 나타난 것과 같이 ① - ⑤번까지 부여하였고, 작동은 1단(드럼 ①번 작동), 3단(드럼 ① - ③번 작동), 5단(드럼 ① - ⑤번 까지)의 3단계로 하였으며, 2단과 4단은 예비실험 결과 각각의 경우에서 마지막 드럼인 ②번과 ④번 드럼에 힘이 작용하지 않아서 이 실험에서는 제외하였다. 모형 양망기의 양망 속도는 4, 10, 16, 22, 28cm/sec까지 5단계로 설정했다. 3단 실험에서는 ①번과 ③번 드럼의 중심축의 간격을 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.5cm로, 5단 실험에서는 ①번과 ⑤번 드럼의 중심 축간의 간격을 43, 55, 67, 79, 93cm로 변화시켰는데, Table 2에 나타난 것과 같이 실험번호를 1단은 A1 - A3, 3단은 B1 - F5, 5단은 G1 - K5까지 부여하였다. 양망시작 전에 드

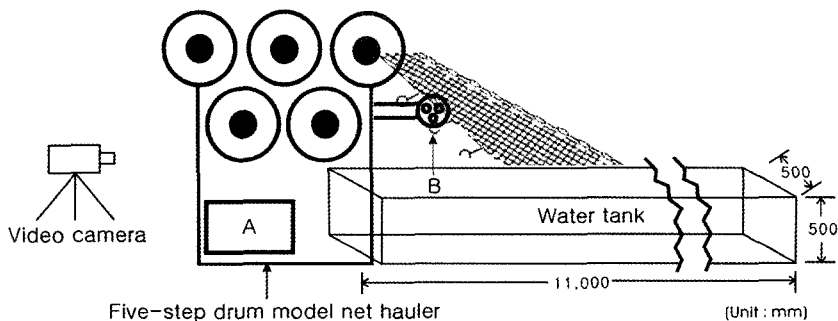


Fig. 4. Schematic diagram of the equipment for the model tests.

A : Control box, B : Tension meter

Table 2. The experimental conditions of the model tests

| Number of experiment | Number of drum | Length of central axis(cm) | Hauling speed (cm/sec) | Angle between axes of drum centers(°) |
|----------------------|----------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| A1 - A3 | 1 | 0 | 10, 16, 22 | 0 |
| B1 - B5 | 3 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 4 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| C1 - C5 | 3 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 10 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| D1 - D5 | 3 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 16 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| E1 - E5 | 3 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 22 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| F1 - F5 | 3 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 28 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| G1 - G5 | 5 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 4 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| H1 - H5 | 5 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 10 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| I1 - I5 | 5 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 16 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| J1 - J5 | 5 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 22 | 50, 65, 80, 100, 120 |
| K1 - K5 | 5 | 21.5, 27.5, 33.5, 39.5, 46.0 | 28 | 50, 65, 80, 100, 120 |

럼에 그물어구를 걸어 놓고 양망을 했는데. 드럼을 1단으로 하여 양망했을 때는 어구의 슬립 현상이 심하여 측정이 불가능하였기 때문에 실험값을 나타낼 수가 없었다. 드럼이 3단일 때는 1단에 비하여 어구의 슬립 현상이 감소하였으나 가끔씩 나타나기도 하였는데, 이 부분은 실험에서 제외하고 측정이 완전한 것만 실험값으로 했다. 이러한 경우를 제외하고는 3단이나 5단 모두에서 감아 들인 그물어구의 하중과 기계적인 힘에 의해 끝까지 양망이 가능하였다. 장력측정은 양망시 그물에 걸리는 장력이 너무 작아서 측정이 불가능하였기 때문에 시험용 유자망 어구 길이와 같은 로프(길이 26m, 직경 4mm, 610g)를 이용하여 측정하였다. 이때 실제 현장 조업과정에서 작용하는 장력의 현상과 어느 정도 근사시키기 위하여 양망이 시작되는 로프의 끝단에 납추(150g) 1개와, 반대편 끝단에 동일한 납추 3개를 매달아 측정하였는데, 1번 드럼 하단 50cm 전방부분에 장력계(ANE 2type, Nakaasa)를 설치하여 계측하고, 후처리하였다.

결과 및 고찰

양망시간

양망기 드럼별 양망특성을 파악하기 위하여 각각의 실험조건에서 모형실험을 실시하였는데, 드럼 중심축간의 각도별 양망시간 측정결과를 Fig. 5에 나타냈다. 3단 구동일 때의 양망시간은 양망속도가 4cm/sec에서 22cm/sec로 가속할 때까지는 빠르게 나타났으나 그 이후에서는 큰 차이가 없었다.

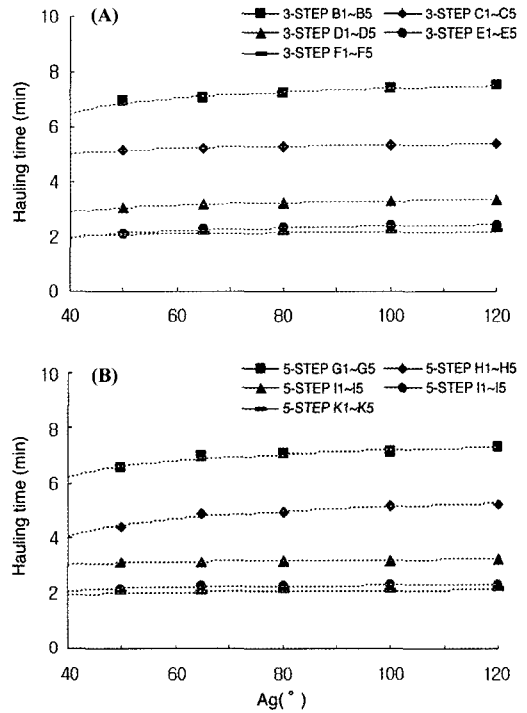


Fig. 5. The hauling time of the model net hauler according to angle between axes of drum centers(A_g).

(A) : 3-step drum, (B) : 5-step drum

또한 양망속도를 동일하게 하고 드럼의 중심 축간의 각도를 조절하여 시험한 결과, 16cm/sec 이하로 구동할 때의 양망시간은 각도가 작을수록 빠르게 나타났으나, 16cm/sec 이상일 때에는 차이가 거의 없었다. 이러한 원인은 구동속도가 느릴 때에는 드

럼과 그물의 마찰력이 증가하여 순조롭게 양망되었기 때문이라고 사료된다. 5단으로 구동할 때의 양망시간은 3단으로 구동할 때와 거의 같은 경향을 보였는데 드럼의 중심 축간의 각도가 작을 수록 양망시간은 다소 빠른 경향을 보였다. 그리고, 드럼이 3단일 때보다 5단일 때가 양망시간은 약 10% 정도 빠르게 나타났으며 어구의 슬림 현상이 적고 양망은 안정적이었다.

Fig. 5(A)에 나타낸 바와 같이 드럼이 3단에서 양망속도가 4cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 7분 55초였는데, 50°는 120°의 88.6%, 65°는 89.3%, 80°는 93.0%, 100°는 97.7% 정도로 최대 11.4% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 10cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 5분 43초였는데, 50°는 120°의 90.7%, 65°는 95.0%, 80°는 96.2%, 100°는 97.1%로 최대 9.3% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 16cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 3분 38초였는데, 50°는 120°의 91.3%, 65°는 94.5%, 80°는 95.4%, 100°는 96.3%로 최대 8.7% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 22cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 2분 44초였는데, 50°는 120°의 90.6%, 65°는 91.5%, 80°는 95.1%, 100°는 97.0%로 최대 9.4% 정도의 차이를 보였다. 그리고 양망속도가 28cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 2분 21초였는데, 50°는 120°의 91.5%, 65°는 93.6%, 80°는 95.0%, 100°는 97.2%로 최대 8.5% 정도의 차이를 보였다.

Fig. 5(B)에 나타낸 바와 같이 드럼이 5단에서 양망속도가 4cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 7분 30초였는데, 50°는 120°의 92.9%, 65°는 94.9%, 80°는 95.8%, 100°는 97.3% 정도로 최대 7.2% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 10cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 5분 23초였는데, 50°는 120°의 87.9%, 65°는 96.3%, 80°는 96.9%, 100°는 97.5%로 최대 12.1% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 16cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요

되는 시간은 3분 24초였는데, 50°는 120°의 94.1%, 65°는 96.1%, 80°는 98.0%, 100°는 98.5%로 최대 3.9% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 22cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 2분 31초였는데, 50°는 120°의 90.1%, 65°는 96.7%, 80°는 98.0%, 100°는 99.3%로 최대 9.9% 정도의 차이를 보였다. 그리고 양망속도가 28cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120° 일 때 양망에 소요되는 시간은 2분 13초였는데, 50°는 120°의 92.5%, 65°는 94.0%, 80°는 97.7%, 100°는 98.5%로 최대 7.5% 정도의 차이를 보였다.

드럼 중심 축간의 각도별 양망시간은 양망속도의 변화에 따라 어느 정도 일정하게 변화하는 경향을 나타내므로 드럼이 3단에서 양망시간(Ht_3)과 양망기 드럼의 중심 축간의 각도(A_g)와의 관계를 (1)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있다.

$$Ht_3 = aA_g^b \quad (1)$$

이 때 상수 a와 b의 값과 상관계수 r을 정리하면 Table 3과 같다. 여기에서 a의 값은 양망속도(H_s)의 변화의 값이 증가할수록 어느 정도 일정하게 감소하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 다음의 (2)식으로 나타내고(상관계수 0.92), b의 값은 양망속도 변화의 경향에 의존하지 않으므로 평균값을 취하여 각각 (1)식에 대입하면 (3)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$a = 7.15H_s^{-0.81} \quad (2)$$

$$Ht_3 = (7.15H_s^{-0.81})A_g^{0.04} \quad (3)$$

드럼이 5단에서 드럼의 중심 축간의 각도별 양망시간은 3단과 같이 양망속도의 변화에 따라 어느 정도 일정하게 변화하는 경향을 나타내므로 양망시간(Ht_5)과 양망기 드럼의 중심 축간의 각도와 관계를 (4)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있다.

Table 3. The constant of a, b and correlation coefficient r

| H_s | a | b | r |
|-------|------|------|------|
| 4 | 6.49 | 0.05 | 0.95 |
| 10 | 5.02 | 0.02 | 0.94 |
| 16 | 2.88 | 0.05 | 0.99 |
| 22 | 1.96 | 0.07 | 0.97 |
| 28 | 2.01 | 0.03 | 0.93 |

Table 4. The constant of c, d and correlation coefficient r

| Hs | c | d | r |
|----|------|------|------|
| 4 | 6.21 | 0.06 | 0.97 |
| 10 | 4.04 | 0.09 | 0.97 |
| 16 | 3.05 | 0.02 | 0.98 |
| 22 | 2.09 | 0.04 | 0.92 |
| 28 | 1.96 | 0.29 | 0.95 |

$$H_{I5} = cA_g^d \quad (4)$$

이 때 상수 c와 d의 값과 상관계수 r을 정리하면 Table 4와 같다. 여기에서 c의 값은 양망속도의 변화의 값이 증가할수록 어느 정도 일정하게 감소하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 다음의 (5)식으로 나타내고(상관계수 0.92), d의 값은 양망속도 변화의 경향에 의존하지 않으므로 평균값을 취하여 각각 (4)식에 대입하면 (6)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$c = 6.45H_s^{-0.75} \quad (5)$$

$$H_{I5} = (6.45H_s^{-0.75})A_g^{0.10} \quad (6)$$

양망장력

양망시 장력 특성을 분석하기 위하여 각각의 실험 조건에서 모형실험을 실시하였는데, 드럼의 중심 축간의 각도별 장력측정 결과를 Fig. 6에 나타냈다. 장력은 드럼의 중심 축간의 각도가 50°일 때 대체적으로 최대값을 나타내다가 각도가 80°일 때 최소값을 나타내며 그 이후 각도가 커지면서 곡선적으로 증가하는 현상을 보였다. 그리고, 드럼이 3단일 때 보다 5단일 때가 장력은 전체적으로 5% 정도 크게 나타났으나, 최대값과 최소값의 변화의 범위는 3단보다 적어서 안정적인 경향을 보였다.

Fig. 6(A)에 나타낸 바와 같이 드럼이 3단에서 양망속도가 4cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 406g이었는데, 50°는 120°의 91.6%, 65°는 80.4%, 80°는 79.2%, 100°는 85.6% 정도로 최대 12.4% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 10cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 376g이었는데, 50°는 120°의 105.1%, 65°는 81.3%, 80°는 94.4%, 100°는 84.5%로 최대 23.8% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 16cm/sec

이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 380g이었는데, 50°는 120°의 103.2% 65°는 89.3%, 80°는 82.9%, 100°는 90.7%로 최대 20.8% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 22cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 332g이었는데, 50°는 120°의 106.5%, 65°는 98.0%, 80°는 91.4%, 100°는 95.8%로 최대 15.1% 정도의 차이를 보였다. 그리고 양망속도가 28cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 298g이었는데, 50°는 120°의 118.9%, 65°는 110.3%, 80°는 106.4%, 100°는 91.5%로 최대 17.4% 정도의 차이를 보였다.

Fig. 6(B)에 나타낸 바와 같이 드럼이 5단에서 양망속도가 4cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 361g이었는데, 50°는 120°의 104.5%, 65°는 94.5%, 80°는 87.2%, 100°는 90.1% 정도로 최대 17.3% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 10cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 372g이었는데, 50°는 120°의 99.2%, 65°는 80.7%, 80°는 77.9%, 100°는 86.2%로 최대 11.8% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 16cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 399g이었는데, 50°는 120°의 96.3% 65°는 89.1%, 80°는 83.9%, 100°는 83.9%로 최대 12.8% 정도의 차이를 보였다. 양망속도가 22cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 383g이었는데, 50°는 120°의 96.5%, 65°는 84.2%, 80°는 76.3%, 100°는 78.9%로 최대 20.2% 정도의 차이를 보였다. 그리고 양망속도가 28cm/sec이고 드럼의 중심 축간의 각도가 120°일 때 장력은 376g이었는데, 50°는 120°의 87.3%, 65°는 75.0%, 80°는 68.9%, 100°는 77.9%로 최대 18.4% 정도의 차이를 보였다.

전체적으로 드럼의 중심 축간의 각도 변화에 따른 장력은 규칙성 있게 변화하여 장력(T)와 드럼의 중심 축간의 각도(A_g)와의 관계를 다음과 같은 다항근사 곡선의 방정식으로 표시 할 수 있으며, 값의 설정범위에서 다음 식이 성립된다.

드럼이 3단에서 양망속도가 4cm/sec일 때 장력 커브선에 대한 실험식은 (7)식과 같이 표시 할 수 있다.

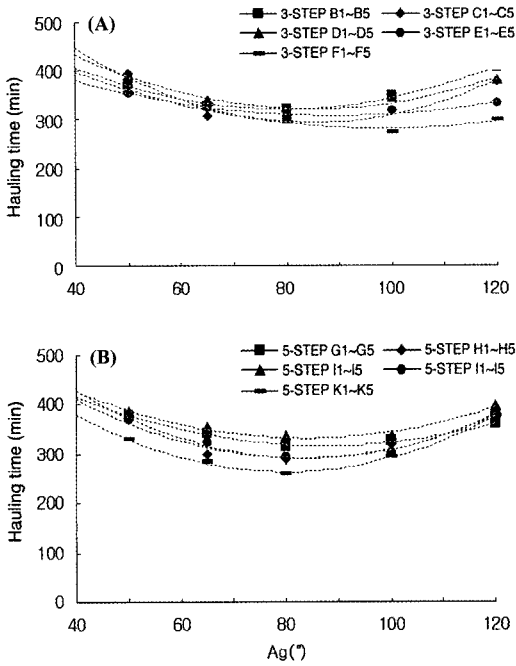


Fig. 6. The tension of the model rope hauler according to the angle between axes drum centers(A_g).

(A) : 3-step drum, (B) : 5-step drum

$$T = -0.05A_g^3 + 2.86A_g^2 - 37.01A_g + 458.43 \quad (r = 0.99) \quad (7)$$

양망속도가 10cm/sec일 때는 (8)식, 16cm/sec일 때는 (9)식, 22cm/sec일 때는 (10)식, 28cm/sec일 때는 (11)식과 같다.

$$T = -0.12A_g^3 + 5.56A_g^2 - 69.05A_g + 553.92 \quad (r = 0.98) \quad (8)$$

$$T = -0.09A_g^3 + 3.99A_g^2 - 49.61A_g + 508.99 \quad (r = 0.98) \quad (9)$$

$$T = -0.044A_g^3 + 1.97A_g^2 - 26.42A_g + 418.27 \quad (r = 0.95) \quad (10)$$

$$T = 0.08A_g^3 - 1.60A_g^2 - 0.49A_g + 369.56 \quad (r = 0.99) \quad (11)$$

드럼이 5단에서 양망속도가 4cm/sec일 때는 (12)식, 10cm/sec일 때는 (13)식, 16cm/sec일 때는 (14)식, 22cm/sec일 때는 (15)식, 28cm/sec일 때는 (16)식과 같다.

$$T = -0.01A_g^3 + 1.25A_g^2 - 24.33A_g + 440.86 \quad (r = 0.98) \quad (12)$$

$$T = -0.12A_g^3 + 5.11A_g^2 - 61.01A_g + 509.71 \quad (r = 0.99) \quad (13)$$

$$T = 0.078A_g^3 - 1.07A_g^2 - 4.56A_g + 405.88 \quad (r = 0.99) \quad (14)$$

$$T = 0.06A_g^3 + 0.09A_g^2 - 20.50A_g + 430.03 \quad (r = 0.99) \quad (15)$$

$$T = -0.01A_g^3 + 1.96A_g^2 - 34.05A_g + 414.58 \quad (r = 0.99) \quad (16)$$

추자도 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 참조기 유자망 어업에서 사용되고 있는 어구는 돌움줄을 사용하는 어구와 돌움줄을 사용하지 않는 어구인 두가지가 있으며, 주로 트리플렉스형 양망기를 사용하는 경우에는 후자를 사용하고 있는데, 그 수는 적으며 실용화는 안되고 있다.

이 연구는 현재의 조업인원을 감축하는 생력화를 목적으로 돌움줄이 없는 어구로의 개량과 어체의 손상과 어구의 슬립 현상을 줄이기 위한 시스템을 개발하는 차원에서 현재 95%정도 사용하고 있는 3단 드럼을 5단으로 구조를 변경하여 제작한 양망기와 돌움줄이 없는 어구를 이용하여 모형실험을 실시하여 양망과 장력 특성을 검토한 결과, 5단이 3단보다 다소 양호한 성능을 나타냈는데, 앞으로 실물을 이용한 현장 응용성 검토 등이 단계적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 해양수산부 2003년도 수산특정연구개발사업에 의해 수행된 내용의 일부입니다. 실험방법과 실험 장치 제작에 많은 도움을 준 해륙기계공업사와 김병엽 대학원생에게 깊은 감사를 드립니다.

결 론

조기 유자망 어구 개량 및 조업시스템 개발에 관한 기초연구로서 추자도에서 현재 사용하고 있는 참조기 유자망 양망시스템에 대하여 종합적으로 분석하여 문제점을 도출하고 이를 보완하기 위한

시험용 모형 양망기를 제작하여 양망과정의 특성을 실험, 분석한 결과는 다음과 같다. 드럼의 중심축간의 각도가 작을수록 양망시간은 다소 빠른 경향을 보였다. 드럼이 3단일 때보다 5단일 때가 양망시간은 다소 빠르게 나타났으며, 어구의 슬립 현상이 적고, 양망은 안정적이었다. 장력은 드럼이 3단일 때보다 5단일 때가 다소 크게 나타났으나, 최대값과 최소값의 변화의 범위는 적어서 안정적이었다. 드럼이 3단에서 양망시간(Ht_3)과 드럼의 중심축간의 각도 (A_g)와의 사이에는 의 관계식이, 드럼이 5단인 경우에는 $Ht_3 = (7.15Hs^{-0.81})A_g^{0.04}$ 의 관계식이 성립하였다. 단, Hs 는 양망속도이다. 드럼이 3단에서 양망속도가 28cm/sec일 때 장력은 $T = 0.08A_g^3 - 1.60A_g^2 - 0.49A_g + 369.56$ ($r=0.99$)의 관계식으로, 드럼이 5단에서는 $T = -0.01A_g^3 + 1.96A_g^2 - 34.05A_g + 414.58$ ($r=0.99$)의 관계식으로 표현할 수 있는데, 단, T 는 장력(g)이다.

참고문헌

- Honda, N., Fujita, K., 2005. Selective fishing of smallmouth bass *Micropterus dolomieu* by soaking time zone of gillnet. Nippon Suisan Gakkaishi, 71(1), 60 - 67.
- Jang, C.S., Y.H. Kim and Y.S. Ahn, 2000. Improving of the fishing gear and development of the automatic operation system in the anchovy boat seine - I. - Underwater geometry of the model net - . J. Kor. Fish. Soc., 36(4), 299 - 308. .
- Jo, T.H. and B.M. Lee, 1993. Study on mechanization of net hauler of bottom drift gillnet for yellow croaker. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 48(1), 187 - 195.
- Kim S.J., B.Y. Kim and M.S. Koo, 2005. Improving of the fishing gear and development of the labor saving type fishery operation system in the croaker drift gillnet. 1. Studies on the comparing and analysis of filed fishery operation system. Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Natl. Univ., 29(1), 1 - 8.
- MOMAF(Ministry of Maritime Affairs & Fisheries), 2000. Development of the mechanized net hauler and the falling fish device from the anchovy drift gill net. Report of MOMAF, pp. 183.
- MOMAF, 2001. Improving of the fishing gear and development of the automatic operation system in the anchovy boat seine. Report of MOMAF, pp. 148.
- MOMAF, 2003. Development of anchovy lift net and its operating system. Report of MOMAF, pp. 183.
- Nashimoto, K., 1965. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 1. Theoretical consideration and experimental analysis of sticking phenomena in mesh. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 15(4), 221 - 233.
- Nashimoto, K., 1966. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 2. The measuring method of the time elapsed after sticking in mesh and the problem of its utilization. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 17(1), 33 - 46.
- Nashimoto, K., 1967. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 3. Theoretical consideration of the most suitable webbing hand in net. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 18(2), 73 - 80.
- Nashimoto, K., 1968. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 4. The tension of neighbouring legs on sticking in mesh. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 19(1), 33 - 39.
- Nashimoto, K., 1968. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 5. The friction force on sticking in mesh. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 19(2), 123 - 131.
- Nashimoto, K., 1969. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 6. The dynamic force of the fish swum in to a mesh. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 19(4), 273 - 278.
- Nashimoto, K., 1969. Fundamental studies on the phenomena of stick in gill net - 7. The holding force of net in sticking of fish - body. Rep. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 19(4), 279 - 287.
- Oh, S.H., Y.J. Seo, B.Y. Kim, C.H. Lee, S.J. Kim, D.O. Seo and D.G. Kim, 2001. The elimination of labor with hairtail, *Trichiurus lepturus* hand line in the coast of Jeju Island. 2. The model experiment of automatic hand line. Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Natl. Univ., 25(1), 11 - 16.
- Park, S.U., B.S. Bae and D.O. Seo, 2000. Development of the automatic fishing system for the anchovy scoop nets. (1) - The hydraulic winder device for the boom control - . J. Kor. Fish. Soc., 36(3), 166 - 174.

2005년 5월 16일 접수

2005년 8월 3일 수리