

텔레메트리 기법에 의한 정치망 원통의 거동 해석

황보규 · 신현옥[†] · 양용림 · 이주희

부경대학교
(2001년 1월 30일 접수)

Analysis on the Movement of Bag-Net in Set-Net by Telemetry Techniques

Bo Kyu Hwang, Hyeon Ok Shin[†], Yong-Rhim Yang and Ju-Hee Lee

Pukyong National University

(Received January 30, 2001)

Abstract

The authors reconstruct a mooring type underwater positioning system to measure the movement of bag-net in a set-net by long base line mode with four transponders attached on the bag-net in latitudinal and a transponder fixed on the sea bed. To confirm the practical use of the system, the field experiments were carried out at the Jaran Bay, Kosung, Kyungnam Prov., on October 6, 2000 (neap tide) and November 28, 2000 (spring tide). And the vertical oscillation of bag-net was observed with three data loggers attached on the bottom of bag-net in longitudinal on November 28, 2000.

The longitudinal movement range, the latitudinal one and the vertical one of the bag-net were 3.2 m, 3.4 m and 2.1 m, respectively. At the spring tide, these variations were 7.8 m, 7.8 m and 5.0 m, respectively.

The vertical oscillation range about the bottom of the bag-net at near point of the slope net, at the middle part and at far point from the slope net were 3.2 m, 3.7 m and 8.4 m, respectively. The depth of the bottom net was decreased and its vertical oscillation appeared frequently when the current speed was more than 10 cm/s and the current direction was significantly different from the longitudinal axis of the bag-net.

The variation of hydrophone coordinates measured by the transponder fixed on the sea bed presents that hydrophones equipped to the frame line of the set-net could be moved within several meters due to the tidal current. The fact indicates that the compensation of hydrophone coordinates is necessary to reduce the measuring errors.

The position measuring errors of x, y and z axis of the system measured in the cage of aquaculture were 0.6 m, 0.8 m and 1.2 m, respectively. And the errors of the transponders those were close to the base lines or placed in the baselines were smaller than those of others.

[†] Corresponding author : Shinho@pknu.ac.kr

서 론

정치망어업은 정치성 어구를 부설하여, 주로 회유성 어군의 길목을 길그물로 차단·유도하여 헛통으로 들어가도록 한 다음, 헛통에 머물던 어군이 자연스럽게 비탈그물을 통해 원통에 입망되도록 하여 어획하는 어업이다.

원통은 길그물에 의해 유도된 어군이 입망되어 어획되는 곳으로, 대개 원통의 규모가 클수록 어획량도 증가한다. 원통의 규모는 어장면적과 조업 효율 등을 고려하여 설계하겠지만, 바다에 설치된 원통 내의 체적은 거의 조류의 속도에 의해 좌우된다고 할 수 있다.

정치망을 보다 체계적으로 연구하기 위해서는 여러 가지 요소가 있겠지만 현장에 설치된 원통의 체적이 유향유속에 따라 어떻게 변하는지를 구명하는 것은 매우 중요한 요소 중 하나이다.

정치망 원통에 대한 연구로서 **Shin and Lee (1999)**는 원통 내에 초음파 핑거를 부착시킨 부시리를 방류하여 텔레메트리 기법으로 양망과정 중의 부시리의 탈출행동을 관찰한 바 있다. **Kim and Inoue (1996)**는 스캐닝 소나를 이용하여 제 1 원통과 제 2 원통 사이의 어군행동을 조사하여 그 기능을 해석, 검토한 바 있고, **Jung et al. (1997)**은 회류수조를 이용하여 모형망의 형상변화를 관찰한 바 있다.

현장에서 그물의 거동을 관찰하기 위한 수단으로는 수중비디오 카메라, 소너, 초음파 핑거 (pinger), 초음파 트랜스폰더 (transponder) 등이 있다. 수중비디오 카메라의 경우에는 수중시계가 양호한 경우에만 사용할 수 있고, 우리나라의 남해안, 특히 연안에서의 수중 시계는 2~3 m 이내인 경우가 많아 어구거동을 관찰하기에는 어려움이 많다. 소너의 경우에는 비교적 넓은 범위를 관찰할 수는 있지만 영상의 해상도가 낮다는 문제점이 있고, 핑거의 경우에는 4~5 개의 핑거를 동시에 사용하면 핑거를 부착시킨 어구의 심도가 확실히 구분될 정도일 때를 제외하고는 단일 주파수를 사용하였을 때 핑거의 식별에 어려움이 따른다. 트랜스폰더의 경우에는 시간의 차이를 두고 각 트랜스폰더에 대하여 순차적으로 질문신호와 응답

신호를 주고받을 수 있어 각각의 트랜스폰더를 식별하는 것이 핑거보다 용이한 편이다.

따라서, 본 연구에서는 정치망 원통의 체적을 측정할 수 있는 시스템 개발의 일환으로 트랜스폰더를 사용하는 3차원 수중위치측정시스템을 제작하고, 이 시스템의 실용성을 확인하기 위한 현장 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 계류식 3차원 수중위치측정시스템

1) 시스템의 구성

어구의 거동을 측정하기 위해 계류식으로 제작 구성한 3차원 수중위치측정시스템은 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 이 시스템은 트랜스폰더 5개, 무지향성 송수파기 3개, 수밀구조 부이의 3부분으로 구성되어 있다.

부이 속에는 위치측정에 필요한 3채널의 초음파 송수신부 (ROV tracking system의 본체), 위치계산 및 표시, 데이터의 저장 등의 기능을 수행하는 소프트웨어 및 노트북 컴퓨터, DC-AC 인버터(200W) 등이 들어있다. 이들 장치의 제원은 Table 1과 같다.

부이의 뚜껑을 관통하는 송수파기 케이블부분은 2액형 에폭시수지 (Hyundai Epoxy, HE200)와 1액형 실리콘 고무 (Dow Corning, 732-RTV)로 몰딩하였다.

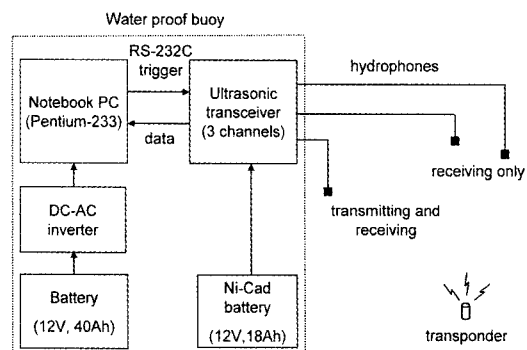


Fig. 1. Composition of the underwater acoustic positioning system to measure a motion of bag-net in set-net.

Table 1. Specifications of the tracking system to measure the movement of bag-net in set-net

Equipments	Specification	
ROV tracking system (Desertstar System, STM - 10)	Tracking mode	Both LBL and SBL available
	Tracking accuracy	Slant range $\pm 0.15 m$ depth $\pm 1.5 m$
	Frequency	34 ~ 42 kHz
	Operating hours per charge	20 hours, including power to no tebook
	Sonar transducers	Up to three cable mounted "over the side" transducer
Transponder (Desertstar System, TLT1/TLT2)	Size	$\phi 70 \times L138 mm$
	Frequency	34 ~ 42 kHz
	Operating hours	40 hours with 6 AAsize alkaline cells
	Depth rating	200 m
	Maximum working range	500 m
Software for tracking (Desertstar System, Divebase Level 2)	Multitarget tracking	Up to 10 targets available
	GPS integration	Yes
	Chart overlays	Yes
Notebook PC (Daewoo, CN530)	Pentium 233 MHz	CPU : 32 MB RAM : 2 GB HDD

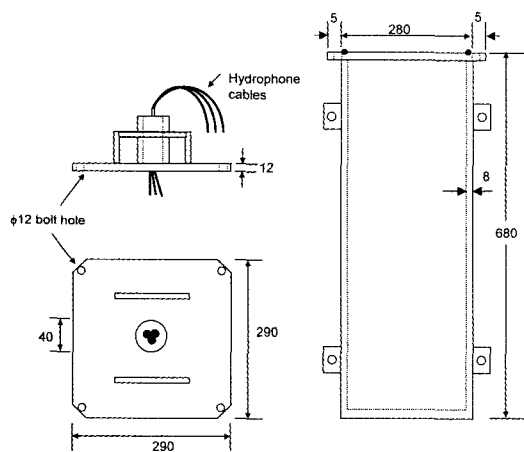


Fig. 2. Schematic diagram of water proof buoy for underwater positioning system.

3차원 수중위치측정시스템은 소형보트 위에서 수중의 다이버 혹은 ROV의 움직임을 단기선 (Short Base Line : SBL)방식으로 모니터링할 목적으로 개발된 제품을 수밀구조의 부이에 수납하여 장기선 (Long Base Line : LBL)방식으로 위치를 계산하도록 계류식으로 개조한 것이다.

수중위치를 측정함에 있어 신호를 수신함에 지장이 없는 한 기선의 길이 (수파기간의 거리)를 길게 하는 것이 오차를 줄이는데 유리하다 (Milne, 1983). 다만, 수파기 케이블의 길이를 길게 하면

S/N비 (Signal to noise ratio)가 나빠지므로, 3개의 수파기 케이블 중 2개의 케이블은 외경이 10 mm 인 고무피복 실드선을 사용하여 15 m에서 40 m로 연장시켰다.

ROV tracking system의 본체와 본체에 내장된 Ni-Cad 배터리도 소형보트에서 사용할 목적으로 splash-proof형 케이스 (L470 × W343 × H195 mm)에 수납되어 있었으나, 이를 부이 내에 수납할 수 있도록 분해한 후 소형으로 재결합시켰다.

이 시스템용 소프트웨어를 기동하는 노트북 컴퓨터는 DC - AC인버터와 무액식 배터리를 사용하여 24시간 이상 사용할 수 있도록 하였다.

이러한 장치가 부이에 수납될 수 있도록 설계하여 제작한 부이의 개략도는 Fig. 2와 같다.

2) 위치계산 알고리즘 및 수파기 좌표의 보정

ROV tracking system용 소프트웨어에서는 트랜스폰더와 수파기 H_0, H_1, H_2 사이의 거리 R_0, R_1, R_2 가 출력된다

트랜스폰더의 위치는 이들 R_0, R_1, R_2 를 이용하여 $\rho - \rho$ 법으로 계산하였는데, 이 위치는 수파기의 좌표가 고정되어 있다는 가정 하에 구한 것으로, 만일 수파기의 좌표가 외력에 의해 변동한다면, 그 변동량을 보정할 필요가 있다 (Shin, 1992).

트랜스폰더의 위치계산과 수파기 좌표의 보정에 사용한 언어는 컴파일언어인 Quick-Basic 4.5이다.

가. 위치계산 알고리즘

트랜스폰더 (T) 와 수파기 (H_0, H_1, H_2)의 좌표는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서 트랜스폰더의 위치 $T(x, y, z)$ 에서 수파기 $H_0(x_0, y_0, z_0), H_1(x_1, y_1, z_1), H_2(x_2, y_2, z_2)$ 까지의 거리를 R_0, R_1, R_2 라 하면, 이들 사이의 관계식은 식 (1)~(3)과 같다.

$$R_0^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 \quad (1)$$

$$R_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 \quad (2)$$

$$R_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 \quad (3)$$

여기서, x, y, z 는 미지수이다. 위 식에서 z 를 소거하여 정리하면

$$(x_0 - x_1)x + (y_0 - y_1)y = c_1 \quad (4)$$

$$(x_1 - x_2)x + (y_1 - y_2)y = c_2 \quad (5)$$

이다. 단,

$$c_1 = (-R_0^2 + R_1^2 + x_0^2 - x_1^2 + y_0^2 - y_1^2)/2$$

$$c_2 = (-R_1^2 + R_2^2 + x_1^2 - x_2^2 + y_1^2 - y_2^2)/2$$

이다. x, y 는 식 (4)와 (5)로부터 Cramer의 공식을 사용하여

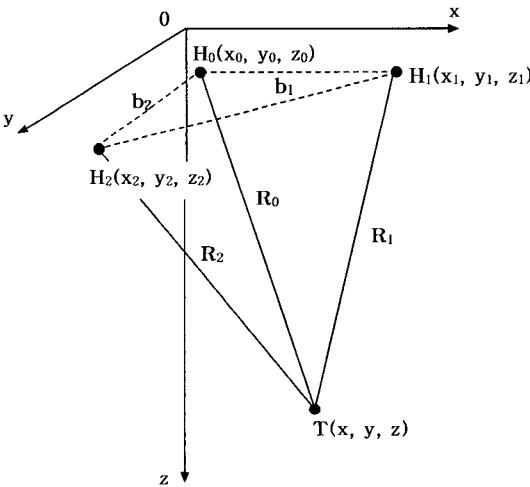


Fig. 3. 3-D coordinates of transponder and hydrophones. b_1 and b_2 are base line. R_0, R_1 and R_2 are range from transponder T to each hydrophone H_0, H_1 and H_2 .

$$x = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & x_0 - y_1 \\ c_2 & y_1 - y_2 \end{vmatrix}}{D} \quad (6)$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} x_1 & x_1 - y_1 \\ x_2 & x_2 - y_2 \end{vmatrix}}{D} \quad (7)$$

와 같이 구할 수 있다. 단, 행렬식 D 는

$$D = \begin{vmatrix} x_0 - x_1 & y_0 - y_1 \\ x_1 - x_2 & y_1 - y_2 \end{vmatrix}$$

이다. 트랜스폰더의 심도 z 는 식 (1)을 z 에 대하여 정리하여

$$z = z_0 + \sqrt{R_0^2 - (x - x_0)^2 - (y - y_0)^2} \quad (8)$$

와 같이 구할 수 있다.

나. 수파기 좌표의 보정

위치계산 알고리즘에 따라, 해저에 고정시킨 트랜스폰더의 최초 좌표를 x_0, y_0, z_0 라하고, 다음에 수신되는 동일 트랜스폰더의 좌표를 x_1, y_1, z_1 이라 하면, 수파기 좌표의 변동으로 인한 해저에 고정시킨 트랜스폰더의 좌표 변동량 dx, dy, dz 는

$$dx = x_1 - x_0$$

$$dy = y_1 - y_0$$

$$dz = z_1 - z_0 \quad (9)$$

로 된다.

이것을 수파기 좌표의 변동량이라 두고, 각 수파기의 변동량은 같다고 가정하면, 수파기 좌표의 변화로 인한 트랜스폰더의 위치오차는 제거할 수 있고, 그 오차를 제거한 트랜스폰더의 좌표는 $x - dx, y - dy, z - dz$ 이다.

원통의 거동을 측정할 결과에서 나타낸 트랜스폰더의 위치는 이와 같은 방법으로 조류에 의한 수파기 좌표의 변동을 보정하였다.

다. 고정점에서의 위치오차 측정

3차원 수중위치측정시스템의 성능과 고정점에서의 위치오차를 측정하기 위한 예비실험은 2000년 6월 17일 경남 고성군 하일면에 소재하는 가두리에서 행하였다. 수파기는 Fig. 4와 같이 삼각형

으로 배치하여 수면하 1 m층에 현수하였으며, 수파기 H_0 와 H_1 , H_0 와 H_2 의 거리는 각각 10 m, 5 m로 하였다. 5개의 트랜스폰더는 가두리의 모서리에 고정하여 트랜스폰더의 위치오차와 식별여부도 확인할 수 있도록 하였다. 측정 당시 바다는 잔잔하였다.

2. 현장실험

1) 실험어장의 환경

원통의 거동을 관찰하는 현장실험은 조금 때인 2000년 10월 6일 (소조기)과 사리 때인 11월 28일 (대조기)에 실시하였다. 소조기와 대조기 모두 오전 4시에서 익일 오전 6시까지 26시간 동안 실험하였는데, 데이터를 기록한 시간은 소조기에는 18시간이었고, 대조기에는 22시간이었다. 실험 당시 바람은 약하였으나 대조기에는 파도가 약간 있었다.

실험어장은 예비실험을 실시한 해역에 있는 소형 정치망어장으로 어구의 구조는 양낙망이고, 주요어종은 멸치와 전어, 병어 등이다. 실험어장의 어구부설상태를 보면, 하나의 길그물에 2개의 통그물이 설치되어 있었고, 길그물은 헛통에서 길그물의 끝쪽을 보았을 때 353° 방향으로 뻗어 있었으며, 원통은 길그물과 수직되게 동서로 향하고 있었다. 실험은 2개의 통그물 중 북쪽 (연안쪽)에 있

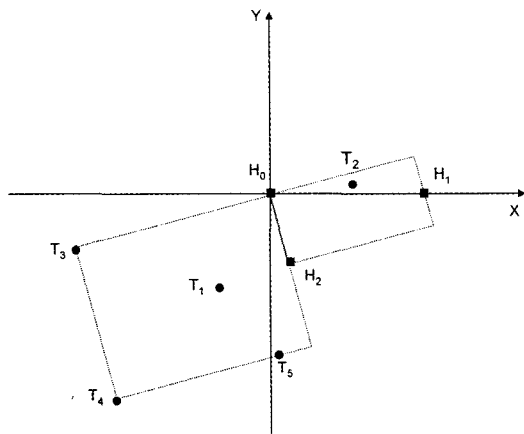


Fig. 4. Array of transponders and hydrophones to measure the fixed position error. $T_1 \sim T_5$ are transponder, $H_0 \sim H_2$, hydrophne.

는 통그물의 원통에서 행하였다.

2) 장치의 배치 및 측정

가. 원통 횡단면의 3차원 거동측정

정치망어구와 실험장치의 배치는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5에서 수파기는 정치망의 사가에 이등변 삼각형 끝로 배치하여 수면하 1 m층에 현수하였다.

소조기의 실험은 Fig. 5의 동쪽 원통에서 수행하였고, 수파기 H_0 와 H_1 을 잇는 기선 (b1)의 길이는 22.6 m로 하였으며, 수파기 H_0 와 H_2 를 잇는 기선 (b2)의 길이는 10 m로 하였다.

대조기의 실험은 Fig. 5의 서쪽 원통에서 수행하였는데, b1과 b2의 길이는 각각 25 m와 10 m로 하였다.

어구에 부착시킨 수파기, 트랜스폰더 및 데이터로거의 위치는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 원통에는 양망용 링이 원통 벽면을 따라 약 1.5 m의 간격으로 부착되어 있었고, 한 벽면에 부착된 링의 수는 7개 정도였다. 5개의 트랜스폰더 중 중성부력으로 만든 4개는 양망용 링의 열 중에서 양망의 마지막 단계에서 들어올리는 열 (원통 끝으로부터 약 4 m 거리에 위치)에 일정한 간격으로 부착하였다. 나머지 1개의 트랜스폰더는

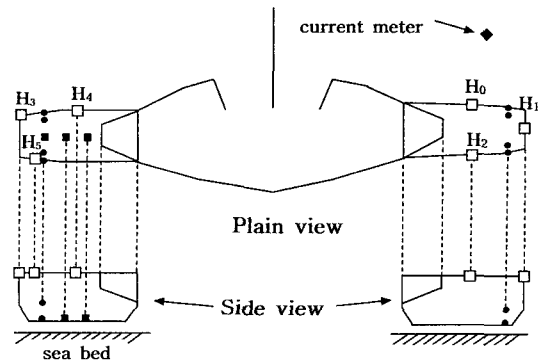


Fig. 5. Layout of the experimented set-net and arrangement of the hydrophones ($H_0 \sim H_5$) and current measurement position. The eastern side bag-net (Part A) was used in experiment conducted on October 6, 2000, the western side one (Part B), November 28, 2000. \square denotes hydrophone, \bullet , transponder, \blacksquare , data logger, \blacklozenge , current measurement position.

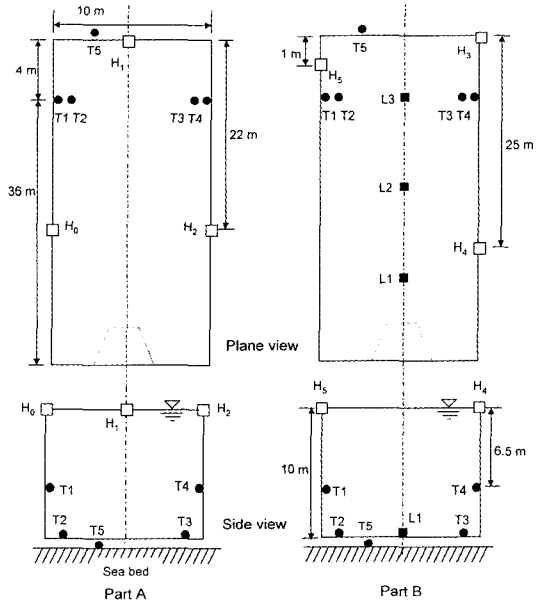


Fig. 6. Detail arrangement of hydrophones ($H_0 \sim H_5$), transponders ($T_1 \sim T_5$) and three data loggers ($L_1 \sim L_3$) shown in Fig. 7. Part A was used in experiment on October 6, 2000, Part B, November 28, 2000.

무거운 추와 함께 해저에 고정시켜 조류에 의한 수파기 좌표의 변동을 보정할 수 있도록 하였다.

수파기를 설치한 후, 컴퓨터 화면에서 5개의 트랜스폰더가 모두 수신되면 수밀부이의 뚜껑을 닫아 머거리쪽에 계류시켜 다음날 양망할 때까지 데이터를 컴퓨터의 하드디스크에 기록하였다.

나. 원통 아래의 상하거동 측정

원통의 종단면(흐름축 방향)에 대한 까래(바닥그물)의 심도변화는 소형 데이터로거(Vemco, Minilog-TD)를 사용하여 측정하였다. 데이터로거의 부착위치는 Fig. 8의 Part B에 나타난 바와 같고, 데이터의 샘플링 간격은 20 sec로 하였다.

다. 조류 측정

실험어장의 조류변화는 자기기록식 유향유속계(Aanderaa, RCM9)를 사용하여 수면하 5 m에서 샘플링 간격을 10분으로 하여 측정하였다. 초음파 펄스와 도플러효과를 이용하는 이 유향유속계는 유속센서로부터 수평방향으로 3 m 이내에 그물이나 로프 등의 장애물이 없는 곳에 설치하였다.

결과 및 고찰

1. 원통의 거동

1) 횡단면

소조기인 2000년 10월 6일 11:00~익일 05:00에 걸쳐 측정된 시간대별 원통의 거동은 Fig. 7과 같다.

Fig. 7에서 원통은 조석주기에 따라 남북방향보다는 주로 동서방향(원통의 길이방향)으로 이동하는 현상을 보였다.

원통의 거동을 조류가 가장 약하였던 14:00를 기준으로 하여 동서, 남북, 상하방향으로 나누어서 보면, 서쪽방향으로의 최대이동거리는 1.6 m로 유향 267°, 유속 6.2 cm/s (11:00)에서 나타났고, 동쪽방향으로의 최대이동거리는 1.6 m로 유향 91°, 유속 12.6 cm/s (18:00)에서 나타났으며, 양방향의 최대 변화폭은 3.2 m이었다.

남북방향의 거동을 보면, 북쪽방향으로의 최대 이동거리는 0.9 m로 유향 90°, 유속 20.4 m/s (19:00)에서 나타났고, 남쪽방향으로의 최대 이동거리는 2.5 m로 유향 91°, 유속 12.6 cm/s (18:00)와 유향 90°, 유속 13.1 cm/s (21:00)에서 나타났으며, 양방향의 최대 변화폭은 3.4 m이었다. 소조기의 고조는 15:16(조위 1.96 m)에 있었고, 저조는 07:27(조위 1.22 m)과 22:20(조위 1.39 m)에 있었으며, 전류방향은 시계방향이었다. 18:00과 21:00에 남북방향으로의 이동거리가 컸던 것은 창조류가 낙조류로 변하는 시간대였기 때문으로 생각된다.

상하방향의 거동을 보면, 상방향(수면쪽)으로 이동한 최대거리는 1.1 m로 유향 267°, 유속 6.2 cm/s (11:00)에서 나타났고, 하방향(해저쪽)으로 이동한 최대거리는 1.0 m로 유향 91°, 유속 12.6 cm/s (18:00)에서 나타났으며, 양방향의 최대 변화폭은 2.1 m이었다.

대조기인 2000년 11월 28일 07:00~익일 05:00에 걸쳐 측정된 시간대별 원통의 거동은 Fig. 8과 같다.

Fig. 8에서 원통은 조석주기에 따라 동서방향으로 2회의 이동을 보였다.

조류가 가장 약하였던 09 : 00를 기준으로 하여 동서방향의 거동을 보면, 서쪽방향으로의 최대 이동거리는 5.4 m로, 유향 99°, 유속 12.8 cm/s (13 : 00)에서 나타났고, 동쪽방향으로의 최대 이동거리는 2.4 m로 유향 304°, 유속 13.3 cm/s (07 : 00)에서 나타났으며, 양방향의 최대 변화폭은 7.8 m이었다.

남북방향의 거동을 보면, 북쪽방향으로의 최대 이동거리는 5.3 m로 유향 343°, 유속 6.5 m/s (18 : 00)에서 나타났고, 남쪽방향으로의 최대 이동거리는 2.5 m로 유향 142°, 유속 6.9 ms/s (14 : 00)에서 나타났으며, 양방향의 최대 변화폭은 7.8 m이었다. 대조기의 고조는 10 : 06 (조위 2.74 m) 과 22 : 00 (조위 2.29 m)에 있었고, 저조는 03 : 25 (조위 0.20 m)과 16 : 07 (조위 0.53 m)에 있었으며, 전류방향은 시계방향이었다. 14 : 00과 18 : 00에 남북방향으로의 이동거리가 컸던 것은

이 때의 유향이 남북방향에 가장 근접하였기 때문으로 생각된다.

상하방향의 거동을 보면, 상방향으로 이동한 최대거리는 2.5 m로 유향 81°, 유속 17.2 cm/s (11 : 00)에서 나타났고, 하방향으로 이동한 최대거리 2.3 m로 유향 147°, 유속 2.5 cm/s (02 : 00)에서 나타났으며, 양방향의 최대 변화폭은 5.0 m이었다.

소조기와 대조기를 비교하면, 대조기의 변화폭은 소조기보다 동서, 남북, 상하방향 모두 2.3배 이상 큰 것으로 나타났다. 그리고, 원통의 날림현상은 유속이 빠를수록 크게 나타났기 때문에, 원통의 체적은 유속이 빠를수록 크게 감소할 것으로 추정된다.

원통의 거동을 해석함에 있어 조류에 대한 원통의 거동은 예상과는 다르게 나타나는 경우도 있었지만, 그것은 원통의 개조 또는 부분 수선 등으로 인한 변형이나 주변잡음 (ambient noise)에 의한

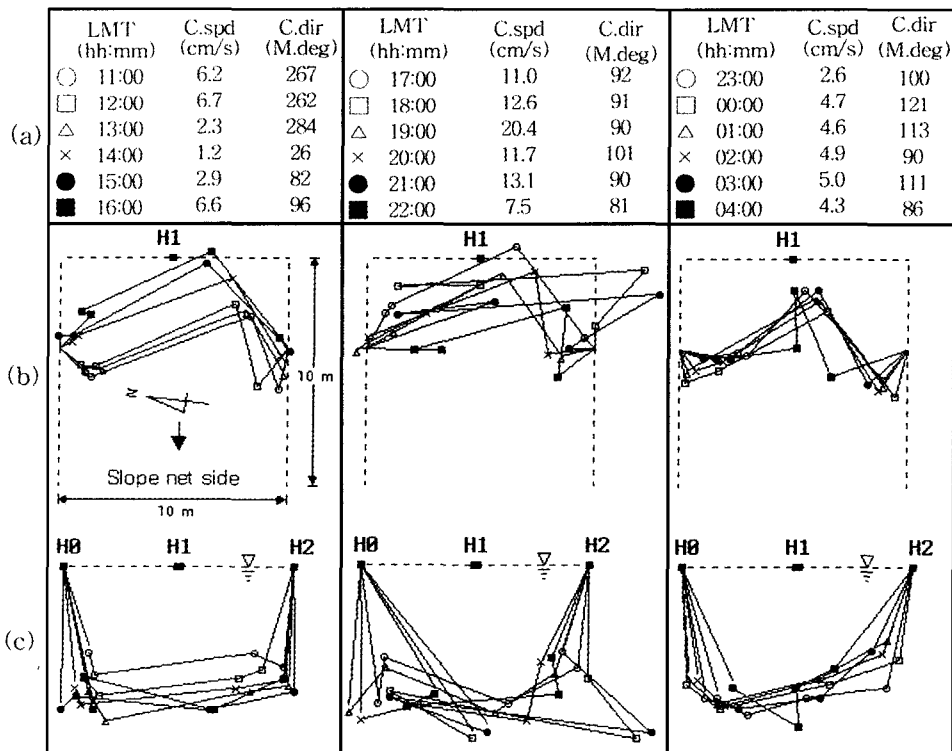


Fig. 7. Measured 3-D movement of bag-net by the time on October 6, 2000. (a) is current speed and direction, (b), plane view, (c), side view

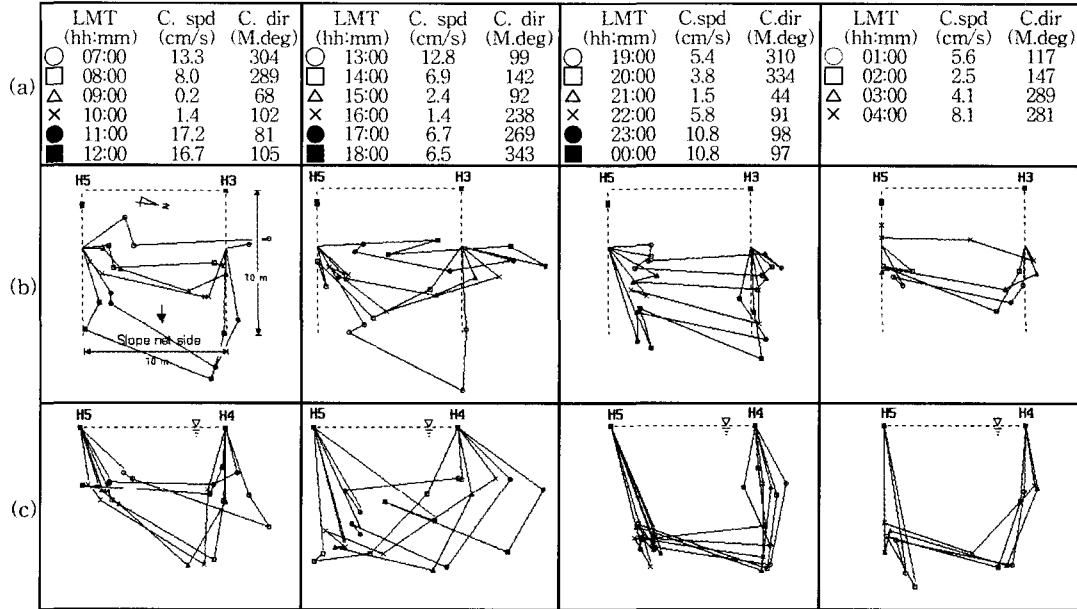


Fig. 8. Measured movement of bag-net by the time on November 28, 2000. (a) current speed and direction (b) Plane view (c) Side view

영향으로 생각되며, 보다 정확하게 어구의 거동을 구명하기 위해서는 앞으로 더욱 심도 있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 측정시스템은 원통의 부분적인 거동의 측정에 사용할 수 있음을 확인할 수 있었다. 실험에서 사용한 5개의 트랜스폰더만으로는 원통의 거동을 해석하여 체적변화를 계산하기에는 다소 부족하지만, 트랜스폰더의 수를 늘리고 적절한 위치에 부착시켜 측정하면, 본 시스템을 사용하여 원통의 체적변화를 계산하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

2) 까래

대조기인 2000년 11월 28일 07:00~익일 05:00에 자기기록식 소형 데이터로거로 측정한 시간대별 원통 까래의 상하거동은 Fig. 9와 같다.

Fig. 9에서 L1은 비탈그물쪽의 까래를, L2는 까래의 중앙부, L3은 머거리쪽(비탈그물로부터 가장 멀리 떨어진 곳)의 까래를 나타내고, 각 데이터는 10분 간격으로 평균한 값이다.

L1, L2 및 L3의 최소심도는 12.5 m, 13.0 m 및 4.3 m이었고, 최대심도는 15.8 m, 16.7 m, 12.7 m

으로 조류에 의한 까래의 상하진동폭은 머거리쪽이 8.4 m로 가장 컸고, 중앙부가 3.7 m, 비탈그물이 3.2 m 순이었다.

대부분의 시간대에서 까래의 심도변화는 크지 않았지만, 유속이 빨랐던 07:00~07:50, 11:00~11:50, 13:00~13:50에서 약 3.6 m 정도 상하로 진동하였는데, 이 때의 유속은 각각 13.3 cm/s, 17.2 cm/s 및 12.8 cm/s이었다. 12:00~12:50에서는 심도의 변화는 작았으나, 다른 시간대에 비해 심도가 상당히 감소했는데, 이 때의 유속은 16.7 cm/s이었다. 14:00~14:50에는 L1과 L2 부분이 약 3.8 m 정도 상하로 진동하였고, 18:00~18:50에는 1.7 m 정도 상하로 진동하였다. 이 때의 유속은 각각 7.0 cm/s, 6.5 cm/s이었다. 그다지 빠른 유속이 아님에도 불구하고 이러한 현상이 나타난 것은 일시적으로 원통의 길이방향(서남서 방향)과 흐름의 방향이 일치하지 않았기 때문으로 생각된다.

전반적으로 머거리쪽이 다른 부분보다 심도의 감소나 심도의 변화가 심하였다. 그리고, 유속이 10.0 cm/s 이상일 때와 원통의 길이방향과 흐름의 방향이 일치하지 않았을 때에는 까래가 부상하고

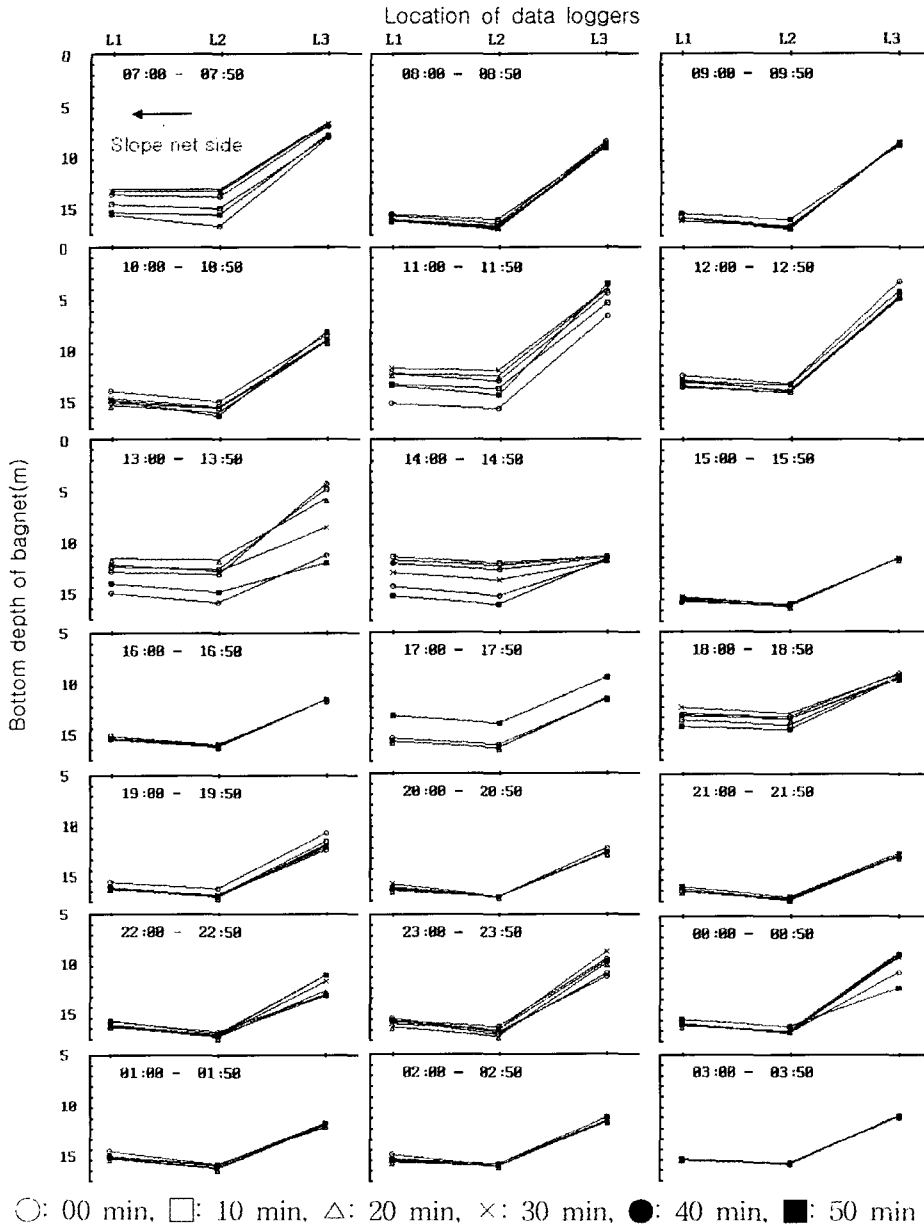


Fig. 9. Depth variation of data loggers(L1~L3) attached to the bottom of the bag-net at the spring tide.

빈번하게 상하진동하는 것으로 나타났다.

2. 수파기 좌표의 보정

소조기에 해저에 고정시킨 트랜스폰더를 사용하여 측정된 조류에 의한 수파기 좌표의 변동은

Fig. 10과 같다.

Fig. 10에서 수파기는 평균좌표변동은 x축 (원통의 길이방향)이 0.6 m, y축 (원통의 횡단면 방향)이 2.5 m, z축 (심도)이 0.6 m로 나타났다. 이 실험결과로부터 정치망의 사개에 부착시킨 수파

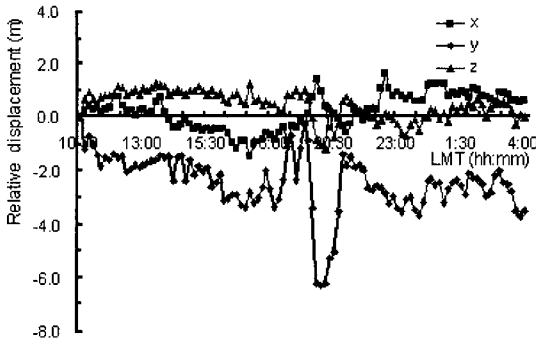


Fig. 10. Relative displacement of the hydrophone coordinates calculated by a transponder fixed on the sea bottom.

Table 2. Measured positioning errors of the underwater positioning system at fixed position

No. of transponder	Coordinates of transponder (m)			Error (m)		
	x	y	z	x	y	z
T1	-4.2	-6.0	3.2	0.9	0.5	1.4
T2	5.9	0.7	2.0	0.4	0.8	0.5
T3	-14.3	-2.0	8.9	0.7	1.3	1.3
T4	-11.9	13.3	9.5	0.5	0.9	1.5
T5	0.0	-10.6	2.8	0.7	0.6	1.3
Mean				0.6	0.8	1.2

기라도 흐름에 의해 그 좌표가 변함을 알 수 있다. 따라서 수파기의 좌표가 외력에 의하여 변할 수 있는 곳에서 트랜스폰더 등을 사용하여 정치망의 거동을 측정할 때에는 수파기 좌표의 변동을 보정하여야 측정오차를 줄일 수 있다고 생각된다.

3. 고정점에서의 위치오차

본 연구에서 수중의 어구거동을 측정하기 위하여 제작한 3차원 수중위치측정시스템을 사용하여 Fig. 4에 나타난 바와 같은 배치로 가두리에 고정시킨 트랜스폰더의 위치를 약 30분간 연속으로 측정하여 오차를 구한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서, x축, y축, z축에 대한 오차는 0.6 m, 0.8 m, 1.2 m로 나타났고, 심도를 나타내는 z축방향의 오차가 가장 크게 나타났다.

위치오차는 트랜스폰더의 위치가 기선의 내부

이거나 기선에 가까울수록 작게 나타났으며, 식별 상태도 양호하였다. 그러나, 본 시스템은 외부전원 등에 의한 잡음에 매우 민감하여, 인버터 등을 사용할 때에는 전원잡음을 제거하는데 주의할 필요가 있었다.

요 약

정치망 원통의 거동을 장기선 방식으로 측정할 수 있는 계류식 수중위치측정시스템을 제작하고, 그 실용성을 확인하기 위하여 소조기 (2000. 10. 6)와 대조기 (2000. 11. 28)에 현장실험을 실시하였다. 현장실험에서 4개의 트랜스폰더는 원통의 남북방향으로 부착시키고, 1개의 트랜스폰더는 해저에 고정시켰다. 그리고, 원통 아래의 상하진동은 3개의 데이터로거를 원통의 동서방향 (원통의 길이방향)으로 부착시켜 대조기에 관측하였다.

소조기에 측정된 원통의 동서방향, 남북방향, 상하방향의 변화폭은 각각 3.2 m, 3.4 m, 2.1 m이었고, 대조기에는 각각 7.8 m, 7.8 m, 5.0 m로 소조기보다 2.3배 이상 컸다.

원통 아래의 상하진동폭은 비탈그물에 가까운 쪽이 3.2 m, 중앙부가 3.7 m, 머거리쪽이 8.4 m이었다. 전반적으로 유속이 10 cm/s 이상일 때와 흐름의 방향이 원통의 길이방향과 일치하지 않을 때에 아래의 심도 감소와 상하진동이 빈번하게 발생하였다.

해저에 고정시킨 트랜스폰더를 사용하여 수파기 좌표의 변동을 측정된 결과, 정치망 사개에 부착한 수파기라도 흐름에 의해 그 좌표가 수 m 정도 변함을 알 수 있었고, 정치망의 거동 측정시 이러한 좌표의 변동을 보정하여야 측정오차를 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 제작한 3차원 수중위치측정시스템의 위치오차는 가두리에서 측정된 결과, x축, y축, z축이 각각 0.6 m, 0.8 m, 1.2 m이었고, 기선의 내부이거나 기선에 가까울수록 작았다.

참고문헌

Shin, H. O. and Lee, J. H.(1999) : Behavior of amber

- fish, *Seriola aureovittata* released in the setnet, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 35(2), 161 ~ 169.(in Korean)
- Shin, H. O.(1992) : Calibration of hydrophone coordinates by the telemetry techniques, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 28(3), 252~261.(in Korean)
- Milne, P. H.(1983) : Underwater acoustic positioning systems, E. & F. N. SPON Ltd., London, 1~92.
- Kim, M. K. and Inoue, Y.(1996) : Studies on the behaviour of fish schools in the main-net of a large scale set-net using a scanning sonar - III, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 32(3), 217 ~ 222.(in Korean)
- Jung, G. C., Kwon, B. K. and Lee, J. H.(1997) : Dynamic Behavior of Model Set Net in the Flow, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 33(4), 275 ~ 284.(in Korean)