

소형 연근해 어선의 조업 시스템 개선에 관한 연구— II* —원격 조타 시스템의 설계—

이대재 · 신형일 · 김진건 · 안영화*
부경대학교 · *제주대학교
(2000년 1월 31일 접수)

Improved Design in Fishing Operation System for Small Inshore and Coastal Fishing Vessels— II* —Design of a Remote Steering System—

Dae-Jae LEE, Hyeong-Il SHIN, Jin-Kun KIM and Young-Hwa AHN*
Pukyong National University, *Cheju National University
(Received January 31, 2000)

Abstract

A combination steering system was designed to provide the flexibility in controlling the steering wheel in fishing operations of the inshore and coastal fishing vessels.

The designed steering system basically is consisted of three driving units, such as a electrically driven hydraulic pump unit with a solenoid control valve, a DC motor driven hydraulic pump unit and a manually driven hydraulic pump unit, and two controllers to provide remote steering on the deck, respectively.

The steering torque was measured and analyzed to investigate the dynamic performance of the developed steering system.

The steering system showed excellent linearity between the working pressure of cylinder and the torque of rudder post in case of increasing in rudder angle from 5° to 35° , that is, the steering torque increased from $10.4 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ to $105.3 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ and then the working pressure of cylinder fluctuated from 6.3 kgf/cm^2 to 16.4 kgf/cm^2 .

The steering time of 3.2 sec in remote hydraulic steering by the on/off solenoid valve control was much faster than 13.2 sec in the manual steering by the helmsman and 11.6 sec in the electric steering by a DC motor, and then it was verified that operation of one unit does not affect other units in combination steering system in any way.

Furthermore, the developed steering system can be remotely controlled in multiple stations of the deck during the fishing operation and the automatic pilot steering unit can be used to add hydraulic steering.

※ 이 논문은 1998년 한국학술진흥재단의 학술연구비에 의하여 지원되었음.

緒 論

최근 우리나라 연근해 어업은 소위 3D 업종에 대한 기피 현상이 만연하여 어촌의 인력난이 매우 심각한 수준에 있다. 특히, 최근에는 IMF에 따른 유휴 인력이 대량으로 발생되고 있음에도 불구하고 어업 종사자의 연령층은 해를 거듭할수록 점차 고령화되어 가고 있는 실정이다.

어촌 노동력의 고령화에 따른 어업 활동의 위축은 결국 연안 해역을 대상으로 하는 소규모 어선 어업을 가족 중심의 조업 형태로 변모시켜 이들 어업에 있어서 여성 노동력에 대한 의존도가 해마다 증가하고 있다.

그러나, 현재 우리나라의 소형어선의 조업 시스템을 볼 때, 어구를 취급하는 기계로서는 주기판의 회전력에 의해 구동되는 재래식의 사이드 드럼이 있지만, 이 장치 역시 고령자가 다루기에는 과도한 노동력이 소모된다. 또한, 어선의 운항시에 있어서 타의 조작은 목재 타인 경우, 舵柱에 막대를 연결하여 한쪽 다리로서 조작하거나, 설사 조타기가 있더라도 어로 작업과 동시에 조작하기 위해서는 조타 스탠드가 설치된 선미의 wheel house로 이동해야 하는 불편이 따른다.

연안 어장을 대상으로 조업하는 소형어선에서는 대개가 가족 단위의 조업 형태를 취하면서 모든 작업을 手作業으로 선수 갑판에서 행한다. 이때, 그물이나 줄을 감아들이거나 풀어내는 방향에 따라 선박을 자주 회두시켜야 하기 때문에 조타 스탠드 이외의 갑판 어느 곳에서나 타의 조작이 가능하다면 인력의 절감과 더불어 조업 능력의 향상을 꾀할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 이와 같은 소형어선의 조타 시스템에 대한 문제점을 개선하기 위한 시도로서 연안 소형어선에서 효과적으로 사용이 가능한 수동, 전동 및 유압식 조타 시스템을 조합한 combination steering system을 설계하고, 이들 시스템에 원격 조타 시스템의 기능을 부가시켜 조타시에 대한 각 조타 방식의 선회 특성과 토오크 변동 특성에 대하여 비교, 분석하였다.

재료 및 방법

1. 조타 시스템의 설계

본 연구에서 설계, 제작한 조타 시스템의 구성도는 Fig. 1과 같다. 최근 소형어선에 있어서는 어로 작업을 하면서 동시에 조타가 가능한 원격 조타 시스템에 대한 필요성이 대두되고 있는 데, 본 연구에서는 이 점에 주목하여 연안 소형어선에서 실용적으로 사용할 수 있는 수동과 전동 및 유압식 조타 시스템을 조합한 원격 조합형 combination steering system을 설계, 제작하였다. Fig. 1의 원격 조합형 조타 시스템에서는 유압 실린더(70 kgf/cm², 대동공업)를 수동과 전동 및 유압 구동시에 공통적으로 사용하고 있는 데, 이 장치는 2 개의 유압 실린더(내경 63 mm, 외경 75 mm, 실린더 rod 직경 35 mm, stroke 122 mm)와 1 개의 tiller(작동반경 200 mm) 및 1 개의 유압분배 block으로서 구성된다. 유압분배 block은 1 입력 2 출력의 block을 2 set 내장하고 있는 유압 manifold로서 어느 한쪽으로 고압유가 공급될 때, 다른 한쪽의 block을 통해서는 저압유가 배출되는 기능을 갖는 데, 이를 위해 이들 분배 block의 출구는 각각 서로 다른 실린더의 head 측과 rod 측에 연결된다. 한편, tiller arm에는 2 set의 potentiometer 시스템을 장치하여 타의 선회각에 비례하는 전압을 발생시키고, 이 신호를 steering stand의 아날로그 타각지시장치(DC 24 V)에 전송하여 타각을 지시하도록 하였다.

1) 수동식 시스템

수동식 시스템은 수동 유압 펌프(배제용적 45.8 cm³/rev, 대동공업)의 구동축에 steering wheel을 장치하고, 펌프의 A, B port의 관로에 체크 밸브(check valve)를 각각 1 개씩 장치하여 유압분배 블록의 입력측에 각각 연결하였다. 여기서, 체크 밸브는 전동이나 유압 구동의 경우, 수동 구동 유압 펌프에 유압유가 유입되는 것을 차단하기 위해 설치하였다.

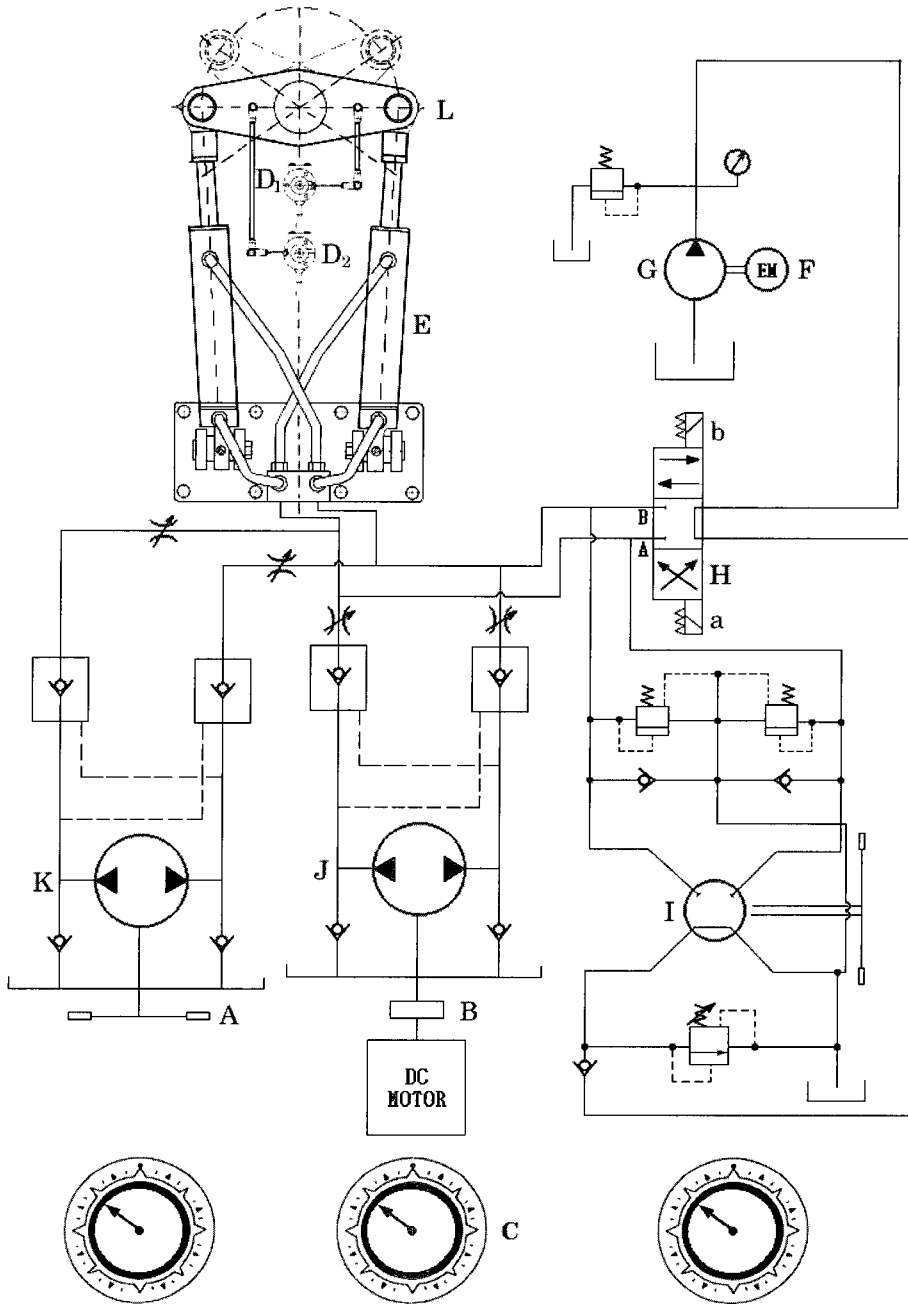


Fig. 1. Schematic diagram of a combination steering system developed in this study.

- | | |
|-------------------------------|--|
| (A) Steering wheel | (B) Reduction gear |
| (C) Rudder indicator | (D ₁), (D ₂) Potentiometer |
| (E) Hydraulic cylinder | (F) Electric motor |
| (G) Hydraulic pump(D17) | (H) Solenoid valve |
| (I) Hydraulic pump(OSPC200ON) | (J, K) Hydraulic pump(HM06P) |
| (L) Tiller arm | |

2) 전동식 시스템

전동식 시스템은 수동식 시스템의 steering wheel 대신에 DC 모터(DC 24 V, 150 W, 1800 rpm, 토오르크 150 kgf·m)와 감속비 30:1의 감속기어(S9K030BL, Sungshin)를 직결시킨 전동기 장치를 수동유압펌프(배제용적 45.8 cm³/rev)의 구동축에 장치하고, 펌프의 A, B port의 관로에 체크 밸브를 각각 1 개씩 장치한 것인 데, 이 시스템은 선상에서 원격 controller를 이용하여 DC 모터를 조작하도록 설계하였고, 또한 steering stand 에도 조작 버턴을 설치하여 어디서나 조타가 가능하도록 하였다.

3) 유압식 시스템

유압식 시스템의 경우에 있어서는 선상에서 어로 작업을 하면서 조타가 가능하도록 한 원격조작방식과 선교에서의 조타를 위한 수동조작방식을 겸용시킨 복합 시스템으로 설계하였다. 이 시스템은 유도전동기에 의해 구동되는 유압펌프에서 토출되는 고압유를 이용하여 유압 실린더를 구동한다.

(1) 수동 유압식 조타 시스템

수동 유압식 조타 시스템에서는 tandem center의 솔레노이드 밸브(solenoid valve)에 대한 인가 전압신호를 차단하여 스푼(spool)의 변위가 중립이 되도록 조정한 후, 유압 펌프에서 송출되는 고압유를 조타장치 전용의 정격유량이 20 l/min 인 유압 펌프 시스템(모델 OSPC200ON, Danfoss사)으로 유도하고 있다. 이 상태에서 유압 펌프의 구동축에 장치된 steering wheel을 좌선회시키거나 우선회시켜 고압유의 방향을 변화시키면 유압 펌프에서 송출되는 기름의 유압분배 block에 공급되는 유로가 바뀌고, 이 유로의 변화에 의해 유압 실린더의 구동이 바뀌어 tiller가 우회전하거나 좌회전하게 된다.

(2) 전동 유압식 조타시스템

전동 유압식 조타 시스템에서는 tandem center의 on/off 솔레노이드 밸브에 대한 코일 a와 b의 어느 한쪽에 전기 신호(DC 24 V)를 인가하는 것에 의해 유압 펌프에서 토출되는 고압유의 방향을 변화시켜 유압분배 block에 공급하고 있다. 따라서, 솔레노이드 밸브의 on/off 조작에 의해 유압 실린더의 구동패턴이 변화하여 tiller가 좌선회하거나

우선회하고, 이로 부터 tiller arm에 회전력이 발생된다. 이 시스템의 조작은 remote controller에 의해 솔레노이드 밸브를 조작하는 것에 의해 조타가 가능하도록 설계하였다. 본 연구에서 사용한 on/off 솔레노이드 밸브는 NG6(model 0810091207, Bosh사)인 데, 이 밸브의 최대작동 압력은 315 kgf/cm²이고, 최대유량은 50 l/min이며, 작동전압은 DC 24 V이다. 유압 동력원은 1760 rpm에서 2.2 kW의 동력을 발생하는 유도전동기(AC 220 V)에 의해 구동되는 기어 펌프(모델 D17, Parker사)인 데, 이 펌프(배제용적 6.62 cm³/rev)는 작동압력 103 kgf/cm²에서 10.73 l/min의 유량을 송출한다.

2. 조타 시스템의 응답특성 측정

본 연구에서는 수동과 전동 및 유압식 조타 시스템에 대한 응답특성을 조사하기 위해 tiller arm을 선회시키면서 그 때의 유압 실린더에 대한 공급 압력을 측정하였다. 또한, 실제 해상에서 연안 소형어선에 대한 타의 타판(대개의 경우, H/B=1.5, a/B=0.25, H : 타의 縱長, B : 타의 橫長, a : 타주의 중심선에서 내측 타판의 끝단까지의 길이)에 작용하는 직압력(直壓力)을 모의하기 위해 타각 35°일 때의 조타 장치의 조타 토오르크 T₃₅(kgf·m)를

$$T_{35} = P_{35} \times X_{35} \tag{1}$$

에 의해 발생시켰다. 여기서, P₃₅는 타각 35°일 때의 타면 직압력(ton)인 데, 소형어선의 경우 타판의 면적을 A(m²), 선속을 V(knot)라고 할 때,

$$P_{35} = 0.013 \times A \times V^2 \tag{2}$$

에 의해 구할 수 있고, X₃₅는 타주의 중앙선에서 타압의 작용점까지의 거리로서, 보통 X₃₅는 X₃₅=0.37B-a에 의해 주어진다. 또한, 우리나라 연안 소형어선에 대한 타판의 면적은 보통 선박의 길이를 L(m), 선박의 흘수를 T(m)라고 할 때,

$$A = 0.032 \times L \times T \tag{3}$$

에 의해 구할 수 있는 데, 현재 대부분의 4~5 톤급 어선의 경우, 일반적인 A 값은 0.25 m² 정도이다.

만약, 선속을 12 노트(*knot*)라 가정하면, 현재 4~5 톤급 소형어선에 보급되고 있는 조타장치의 경우, 타압발생장치에서 발생시켜야 할 타면 직압력은 468 *kgf*이다.

따라서, 본 연구에서는 이 타면 직압력의 발생을 위한 부하 발생장치를 설계, 제작하고, 조타 시스템의 동특성을 정량적으로 분석하였다. 이를 위해 먼저 유압 실린더의 입구측 관로에 설치한 압력 변환기(PMHA0200, Sensor system 기술)에서 검출된 신호를 변형증폭기(SM10, 동화 control 사)를 통해 표시 및 증폭한 후, 그 출력전압신호를 분해능이 8 bit, 200 MHz인 디지털 오실로스코프(model 475, Gould)를 이용하여 수집한 후, GPIB interface를 통해 컴퓨터로 전송하여 분석하였다.

한편, 이 때, 선박의 항주에 따른 타압을 발생시키기 위해 tiller arm의 중앙에 타주를 세우고 타판($B\ 40\text{ cm} \times H\ 60\text{ cm}$, $H/B=1.5$)을 장착하였다. 실험은 타압의 작용점 위치에 훅(hook)을 설치하고 여기에 길이 22.5 cm의 고강력 스프링을 설치한 후, 이 스프링에 최대허용용량 1,000 *kgf*의 loadcell(1000TRD, 봉신 loadcell)을 설치하여 타의 선회에 따른 부하장력을 측정하여 조타 토오크를 산출하였다. 이 때, loadcell에서 출력되는 신호는 변형증폭기(BS4100A, 봉신 loadcell)를 통해 표시 및 증폭한 후, 그 출력전압신호를 실린더의 압력을 측정할 때와 같이 디지털 오실로스코프를 이용하여 수록하고, 실린더의 압력과 조타 토오크를 상호 연관시켜 분석, 고찰하였다.

결과 및 고찰

1. 조타 시스템의 작용압력과 조타 토오크

본 연구에서 설계, 제작한 조타 시스템에 대한 유압 실린더의 작용압력과 타판에 loadcell을 설치하고 타각에 따른 부하장력을 구하여 산출한 조타 토오크를 서로 중첩시켜 나타낸 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2는 수동 조타 시스템의 steering wheel을 5° 간격으로 선회시키면서 정적인 상태에서 측정된 것인데, 종축은 실린더의 작용압력(*kgf/cm²*)과 조타 토오크(*kgf·m*)이고, 횡축은 타

각(deg)이다. 그림에서 타각이 각각 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°로 증가할 때, 실린더의 작용압력은 6.3, 7.9, 9.4, 11.3, 13.0, 14.9, 16.4 *kgf/cm²*로서 증가하였고, 조타 토오크는 10.4, 24.2, 35.6, 54.5, 70.2, 87.7, 105.3 *kgf·m*로 증가하였는데, 이들 실린더의 작용압력과 조타 토오크의 변동패턴은 거의 일치하였다.

2. 수동식 조타 시스템

수동 펌프의 구동축에 장치된 steering wheel을 일정한 속도로 선회시키면서 유압 실린더의 작용압력과 조타 토오크의 시간응답특성을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 조타 토오크는

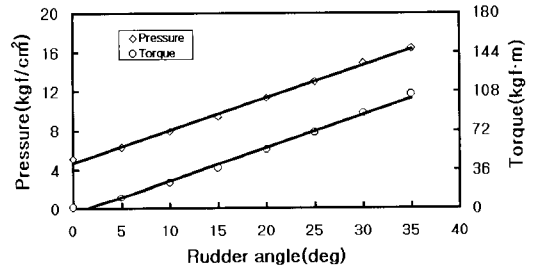


Fig. 2. Variations in the working pressure of cylinder and the steering torque of rudder as a function of rudder angle.

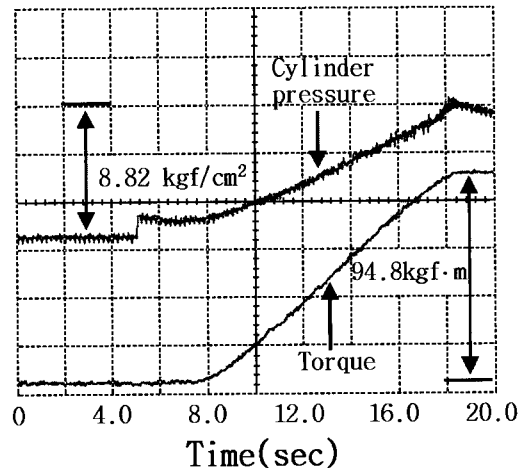


Fig. 3. Time response characteristics of the cylinder pressure and the handle torque for the manually operated steering system under the load condition.

loadcell에 의해 측정 한 부하장력 $F(kgf)$, potentiometer에 의해 측정 한 타의 선회각, 즉 타각 θ 및 타주의 중앙선에서 타압의 작용점까지의 거리 X 를 이용하여 (4)식으로부터 구하였다.

$$T = \frac{F}{\cos\theta} \times X \quad (4)$$

Fig. 3은 타각이 35°에 도달할 때까지 타각에 따른 유압 실린더의 압력변동과 토오크의 변동특성을 상호 중첩시켜 나타낸 결과인데, 종축은 실린더의 압력(kgf/cm²)과 조타 토오크(kgf·m)이고, 횡축은 조타시간(sec)이다. 그림에서 유압 실린더의 압력은 타각 0°의 중립상태에서 수동 펌프를 구동하는 순간 1.2 kgf/cm²의 초기 압력이 걸려 타각 5°정도 선회할 때까지 완만한 변화를 나타내었다. 이 시점 이후부터는 실린더 압력이 상승하면서 타주에 토오크가 걸리기 시작하였고, 조타 토오크는 타각의 증가와 더불어 거의 직선적인 증가 현상을 나타내어 타각이 35°일 때의 유압 실린더 압력은 8.82 kgf/cm²이었고, 그 때의 조타 토오크는 94.8 kgf·m이었다.

이 수동식 시스템에서는 무부하 상태에서 steering wheel(수동 펌프)을 1 회전시킬 때, 타의 회전각은 2.5°/rev이었고, Fig. 1의 부하 상태에서 타각 35°까지 전타하는 데 소요되는 시간은 13.2 sec이었는데, 이 값은 steering wheel을 1 회전시키는 데 약 1 sec의 시간이 소요된 결과가 되어 조타기의 조작 및 추종은 매우 안정된 양상을 나타내었다.

3. 전동식 조타시스템

전동식 시스템의 경우에 있어서는 토오크의 변동이 적고, 전동 모터의 유연한 제어를 위해 모터의 회전속도를 1 sec에 1 회전하도록 감속기어를 제작하여 수동 펌프의 구동축에 장치하였는데, 이 전동 모터를 선회시키면서 유압 실린더의 작용압력과 조타 토오크의 시간응답특성을 측정 한 결과는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4는 타각 35°까지 타각에 따른 유압 실린더의 압력변동과 토오크의 변동특성을 상호 중첩시켜 나타낸 것으로서, 종축은 실린더의 압력

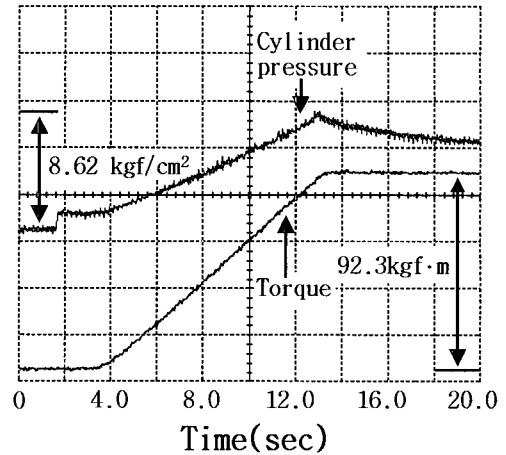


Fig. 4. Time response characteristics of the cylinder pressure and the steering torque for the electrically driven steering system under the load condition.

(kgf/cm²)과 조타 토오크(kgf·m)이고, 횡축은 조타시간(sec)이다. 그림에서 유압 실린더의 압력은 수동 조타 시스템에서와 같이 타각 0°의 중립상태에서 수동 펌프를 구동하는 순간 일정한 초기 압력이 걸려 타각 5°정도 선회할 때까지 완만한 변화를 나타내었고, 이 시점 이후부터는 실린더 압력이 상승함과 더불어 조타 토오크가 거의 직선적으로 증가하는 현상을 나타내었는데, 타각이 35°일 때의 유압 실린더 압력은 8.62 kgf/cm²이었고, 그 때의 조타 토오크는 92.3 kgf·m이었다.

전동식 시스템에 있어서는 전동 모터(수동 펌프)를 1 회전시킬 때, 무부하 상태에 대한 타의 회전각도는 2.5°/rev이었고, Fig. 4에서 부하 상태에서 타각 35°까지 전타하는 데 소요되는 시간은 11.6 sec이었다.

4. 유압식 시스템

유압식 조타장치 및 DC 모터 구동 조타장치는 조타력의 경감을 꾀할 수 있는 장점이 있기 때문에 가족 단위의 조업형태가 일반적인 연안 소형 어선에서 실용적으로 사용할 수 있는 시스템이다.

1) 수동 유압식 조타 시스템

조타성능에 있어 가장 중요한 요구조건의 하나는 부드러우면서 위화감이 없는 조타 감각이다.

이것을 유압식으로 실현하기 위해서는 토오크의 변동이 적고, 유연한 제어방법이 필요하다. 이를 위해 수동 유압식 조타 시스템에서는 조타장치 전용의 고용량 유압 펌프 시스템(OSPC2000N)을 사용하였는데, 이 유압 펌프의 구동축에 장치된 steering wheel이 1 회전할 때, 본 연구에서 설계한 조타 시스템의 타는 약 10° 회전하는 선회추종 특성을 나타내었다. 또한, 정상상태에서 이 유압 펌프 시스템 자체의 선회조작 토오크가 0.3 kgf·m에 불과하기 때문에 조선자가 steering wheel을 조작하는 조타력을 획기적으로 경감시킬 수 있어 우리나라 연안 소형어선에 있어서 노약자에 의한 수동 유압 제어에 매우 적합한 시스템이라 판단된다. 만약, 소형어선의 수동식 조타 시스템에 대한 35° 선회시의 조타 토오크 94.8 kgf·m과 비교해 볼 때, 이 방법은 316 배의 토오크 이득을 얻을 수 있다.

2) 전동 유압식 조타시스템

전동 유압식 조타시스템에서는 솔레노이드 밸브를 이용한 on/off 제어, 즉, full open, full shut를 행하였기 때문에 전기 유압식 서보 제어계에서와 같이 섬세한 제어는 할 수 없었지만, 이 조타 시스템에서 무부하 상태에 대한 솔레노이드 밸브의

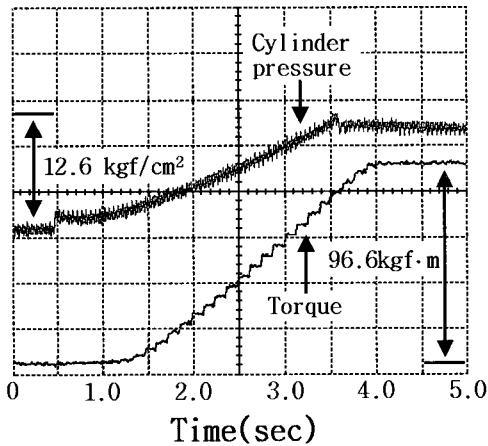


Fig. 5. Time response characteristics of the cylinder pressure and the steering torque for the hydraulic steering system operating by remote controller under the load condition.

on/off 조작에 의한 타의 선회속도는 9.6°/sec이었다. 전동 유압식 조타 시스템에 있어서는 솔레노이드 밸브의 조작에 의해 타를 일정한 속도로 35°까지 연속적으로 선회시키면서 유압 실린더의 작용압력과 조타 토오크의 시간응답특성을 측정하였는데, 그 결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5는 타각에 따른 유압 실린더의 압력변동과 토오크의 변동특성을 상호 중첩시켜 나타낸 것인데, 종축은 실린더의 압력(kgf/cm²)과 조타 토오크(kgf·m)이고, 횡축은 조타시간(sec)이다. 그림에서 유압 실린더의 압력은 수동 및 전동 조타 시스템에서와 같이 솔레노이드 밸브를 구동하는 순간 일정한 초기 압력이 걸린 상태에서 완만한 변화를 나타내다가 2.5 sec 이후부터는 실린더 압력이 상승함과 더불어 조타 토오크가 거의 직선적으로 증가하는 현상을 나타내었는데, 타각이 35°일때의 유압 실린더 작용압력은 12.6 kgf/cm²이었고, 이 때, loadcell에 의해 측정된 조타 토오크는 96.6 kgf·m이었다.

또한, Fig. 5의 부하 상태에서 타각 35°까지 전타하는 데 소요되는 시간은 3.2 sec이었다.

한편, Fig. 6은 부하 상태에서 솔레노이드 밸브에 대한 on/off 조작을 약 0.25 sec 간격으로 반복하면서 실린더의 작용 압력을 측정할 결과이다. Fig. 6에서 종축은 실린더의 작용 압력(kgf/cm²), 횡축은 조타시간(sec)이며, 솔레노이드 밸브의

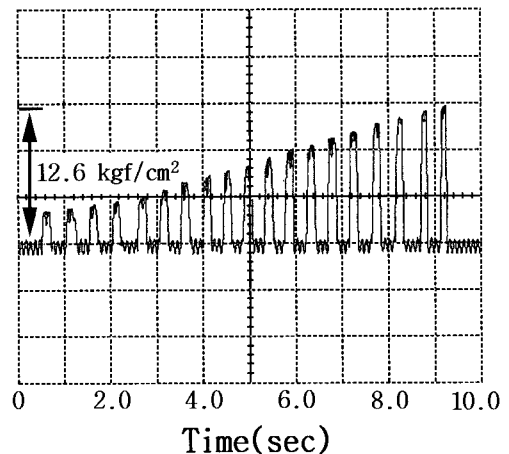


Fig. 6. Variations of the cylinder pressure for switch-on and switch-off operations of the solenoid valve in hydraulic steering system.

on/off 조작에 따른 작용압력은 비교적 안정적으로 상승하고 있음을 알 수 있는데, 이 때, 실린더에의 공급유량을 조정하면 tiller arm의 선회속도를 조정할 수 있다. 즉, Fig. 1의 조타장치에 있어서는 2 개의 실린더를 병렬로 연결하여 tiller arm에 회전 모멘트를 발생시키고 있는데, 이 때, 이들 실린더 피스톤이 작동하여 tiller arm을 밀어내는 추력(推力) F_c 는 실린더 피스톤의 head 측과 rod 측에 동시에 작용하는 압력을 P , 유효 단면적, 즉 수압면적(受壓面積)을 각각 A_h, A_r , 실린더 효율을 η_c 라 할 때, $F_c = (A_h + A_r) \cdot P \cdot \eta_c$ 이 되고, tiller arm의 반경을 L 이라 하면, tiller arm의 회전 모멘트, 즉 타각 35° 인 경우에 대한 타의 조타 토크 T_r 은 $T_r = F_c \times L \times \cos\theta$ 이 된다.

따라서, 그림 6에서 타각 35° 인 경우에 대한 실린더의 작용압력이 12.6 kgf/cm^2 , 실린더 내경이 63 mm , rod의 직경이 35 mm , tiller arm 반경 20 mm 이고, 실린더의 효율을 0.9 라 하면, 유압 실린더의 추력에 기인하는 조타 토크는 $98.0 \text{ kgf} \cdot m$ 이 된다. 이 값은 타판에 직접 loadcell을 장치하고, 부하장력을 측정하여 구한 조타 토크 $96.6 \text{ kgf} \cdot m$ 과 거의 일치한다. 한편, piston rod의 stroke 및 이동시간이 각각 122 mm , 3.2 sec 이기 때문에 피스톤의 이동 속도는 $V = 38.1 \text{ mm/sec}$ 이 되고, 실린더에 유입되는 유량을 $Q(\text{l/min})$ 라 할 때, $V = 1,000Q/[6(A_h + A_r)]$ 에 의해 $Q = 12.1 \text{ l/min}$ 가 되는 데, 전기 유압식 조타시스템에 있어서는 이 유량을 변화시킴에 따라 타의 추종시간을 조종할 수 있다.

요 약

연안 소형어선의 조타 시스템에 대한 조작효율을 향상시키기 위해 수동, 전동 및 유압식 조타 시스템을 서로 조합한 combination steering system을 설계하고, 이들 시스템에 원격 조작 기능을 부가시켜 조타시에 대한 각 조타 방식의 선회 특성과 토크 변동 특성을 비교, 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구에서 설계한 조타 시스템의 타각이 $5^\circ \sim 35^\circ$ 범위에서 변동할 때, 실린더의 작용압력의

변동폭은 $6.3 \sim 16.4 \text{ kgf/cm}^2$ 이었고, 이 때, 조타 토크의 변동폭은 $10.4 \sim 105.3 \text{ kgf} \cdot m$ 이었는데, 이들 작용압력과 조타 토크의 변동특성은 거의 일치하였다.

2. 수동식 조타 시스템의 경우, 타각이 35° 일 때의 유압 실린더 압력은 8.82 kgf/cm^2 이었고, 그 때의 조타 토크는 $94.8 \text{ kgf} \cdot m$ 이었다. 또한, 부하 상태에서 타각을 35° 까지 전타하는 데 소요되는 시간은 13.2 sec 이었고, steering wheel을 1회전시키는 데 약 1 sec 의 시간이 소요되어 조타기의 조작 및 추종성능은 매우 안정된 양상을 나타내었다.

3. 전동식 조타 시스템의 경우, 타각이 35° 일 때의 유압 실린더 압력은 8.62 kgf/cm^2 이었고, 그 때의 조타 토크는 $92.3 \text{ kgf} \cdot m$ 이었다. 또한, 부하 상태에서 타각 35° 까지 전타하는 데 소요되는 시간은 11.6 sec 이었다.

4. 슬레노이드 밸브의 on/off 제어를 이용한 전동 유압식 조타 시스템의 경우, 무부하 상태에 대한 타의 선회속도는 $9.6^\circ/\text{sec}$ 이었고, 타각이 35° 일 때, 유압 실린더 작용압력은 12.6 kgf/cm^2 이었는데, 이 때, loadcell에 의해 측정된 조타 토크는 $96.6 \text{ kgf} \cdot m$ 이었다. 또한, 부하 상태에서 타각 35° 까지 전타하는 데 소요되는 시간은 3.2 sec 이었다.

참고문헌

1. 西谷芳雄(1988) : コンパスと自動操舵, 成山堂書店, 73~118.
2. 수산청(1994) : 표준어선형 연구개발(1), 429~439.
3. Fyson, J.(1985) : Design of small fishing vessels, Fishing News Books Ltd, 269~275.
4. 해양수산부(1997) : 생력화 근해 안강망 어선 개발, 209~212.
5. 농림부(1996) : 근해 안강망 어선 어로장비 개발, 98~114.
6. 이대재(1999) : 어업기계공학, 태화출판사, 61~127.