

선외기 원격제어시스템에 관한 연구

정갑동* · 김현수** · 안병원***

*목포해양대학교 대학원,
, *목포해양대학교 기관시스템공학부

A Study on the Remote Control System for Outboard Engine

Gab-Dong Jung * · Hyun-Soo Kim** · Byong-Won Ahn***

*Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea
, *Division of Maritime Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 현재 근해어업은 기피 산업으로 어민들의 고령화 및 감소로 인력을 구하기 어렵고 어로활동을 하기 위해서는 일반적으로 2명 이상이 1조로 작업이 진행된다. 따라서 숙련되지 못한 사람들이 조를 이루어 작업을 할 경우 의사전달에 시차가 생기고 한사람은 배의 조종에 매달리므로 작업의 능률이 떨어진다. 따라서 레저나 소형어선에서 1인이 선박을 조종하면서 작업이나 레저를 즐길 수 있는 선외기의 원격제어 시스템 연구의 필요성이 대두되었다. 본 연구에서는 작업의 효율을 높이고 인력을 절감 할 수 있는 선외기의 원격제어시스템에 관한 연구를 수행하였다. 선외기는 엔진, 조타기, 정·역전 및 중립 기어박스가 하나의 시스템으로 구성되어 있다. 소형 선외기에 이 세 가지의 제어를 직류전동기를 이용하여 위치제어와 속도제어를 하였고, 마이크로컨트롤러를 이용하여 조타기와 엔진회전수 제어를 프로그래밍 하여 어민들이 작업을 하면서 동시에 원하는 조종을 할 수 있도록 시스템을 설계 제작하였다. 시운전결과 진속에서 좌·우현 조타 성능이 명령대로 잘 움직였다.

핵심용어 : 선외기, 원격제어시스템, 조타기, 위치제어, 속도제어, 마이크로컨트롤러

ABSTRACT : Currently offshore fisheries are one of shrinking industries and fishermen are getting older. Moreover it is difficult to work fisheries for decreasing fishermen as the time goes. Two people per a boat work together at least for proper fisheries. If the unskilled fisherman boards on boat, it will make some troubles to speak each other and diminish the efficiency of working because one person should control the boat. So it need to study the remote control system for leisure and outboard engine that can control and work at the same time. The remote control system is consisted of engine, steering gear and forward·reverse·neutral gear controls. These three controls are made by position and speed control using DC motor, and microcontroller is used to control the engine speed and rudder angle. This system can be controled and worked alone and we tested the system at sea and confirmed that the system works properly.

KEY WORDS : Outboard Engine, Remote Control System, Steering Gear, Position Control, Speed Control, Microcontroller

1. 서 론

선박의 엔진제어와 자동조타에 관한 기초연구 및 기술개발은 주로 네덜란드, 노르웨이, 일본 등 선진국을 중심으로 활발히 연구되고 있고, 최근 중국이 급성장하고 있는 실정이다.

국내에서는 몇몇 연구실차원에서 엔진제어 및 진단시스템의 연구와 자동조타에 대한 연구가 진행되고 있지만 활성화 되지는 못한 실정이다. 따라서 국내에서 사용되고 있는 장비들은 대부분 외국 기술 또는 제품에 의존하고 있으며 그 가격이 고가일 뿐만 아니라 고장이 날 경우 A/S 문제가 크다.

최근 목포를 중심으로 한 서남권은 전라남도가 실시하는 J 프로젝트나 다이아몬드 계획등과 같이 해양레저를 위한 대형국책사업이 구상 중에 있거나 사업의 실행에 옮기려고 하고

있다. 또 전라남도도 전국에서 제일 많은 섬(전국의 80%)이 위치하는 지역이며 해안선 역시 길고, 따라서 해양을 이용한 산업이 발달한 지역이기도 하다.

현재 근해어업은 기피 산업으로 어민들은 고령화, 어민의 감소로 인력을 구하기 어렵고 어로활동을 하기 위해서는 일반적으로 2명 이상이 1조로 작업이 진행된다. 따라서 숙련되지 못한 사람들이 조를 이루어 작업을 할 경우 의사전달에 시차가 생기고 한사람은 배의 조종에 전담하므로 작업의 능률이 떨어진다. 따라서 레저나 소형어선에서 1인이 선박을 조종하면서 작업이나 레저를 즐길 수 있는 선외기의 원격제어 시스템 연구의 필요성이 대두되었다.

본 연구에서는 작업의 효율을 높이고 인력을 절감 할 수 있는 선외기의 원격제어시스템에 관한 연구를 수행하였다. 선외기는 엔진부, 동력전달부, 조타부, 제어부로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 선외기의 엔진, 조타기, 정·역전 및 중립기어를 엔진 본체와 떨어져서도 제어가 가능하도록 하였다. 실험에

*대표저자 : 비회원, ppc6000@hanmail.net 061)242-5070
**정회원, blue@mmu.ac.kr 061)240-7087
***정회원, ds4cibt@mmu.ac.kr 061)240-7102

사용된 선외기는 Tohatsu의 5마력짜리 엔진으로 이 세 가지의 제어를 위해 엔진을 개조하여 각 부분의 위치제어와 속도 제어를 위해 직류전동기를 설치하였으며, 마이크로컨트롤러를 이용하여 어민들이 작업을 하면서 동시에 원하는 조종을 할 수 있도록 시스템을 설계 제작하였다. 또한 제작된 시스템의 원활한 동작의 확인을 위해 해상에서 테스트를 수행하였다.

서 좌현으로 70도의 전타를 30초 이내에 하도록 전타속도를 규정하고 있다(전, 1982, 한국선급, 2003).

따라서 본 연구에서는 조타장치의 능력을 규정에 부합되도록 설계하였다. 타를 수류, 파도에 대하여 조종하고 배에 선 회모멘트 즉, 회두력을 주도록 Fig. 3에 나타난 바와 같이 기 어모터와 체인을 연결하여 제작하였다.

2. 선외기 원격제어 시스템의 설계

2.1 동력전달 제어장치

동력전달장치는 기계적인 완충장치와 위치 인식시스템으로 구성되어 있다. 완충장치는 Fig. 1(a)와 같이 엔진 측에 스프링을 흡에 끼우고 전동기 측에 턱을 만들어 스프링에 맞물려 돌아가도록 설계하였다. 전동기가 회전할 때 에너지를 축적하고 프로펠러와 엔진축이 맞을 때 움직일 수 있도록 설계하였다. Fig. 1(b)의 돌출부가 Fig. 1(a)의 스프링 틈새에 들어가 전동기가 회전할 때 스프링에 에너지를 저장하였다가 전·후진 기어가 맞을 때 방출하도록 되어있다. 또 기어가 어느 위치에 있는지 확인할 수 있도록 포토센서를 설치하여 기어축이 움직인 위치를 파악할 수 있도록 설계하였다. Fig. 1(a)에서 위치인식용 슬롯이 포토센서 사이에 들어가서 로직에 따라 온·오프를 하게 된다.

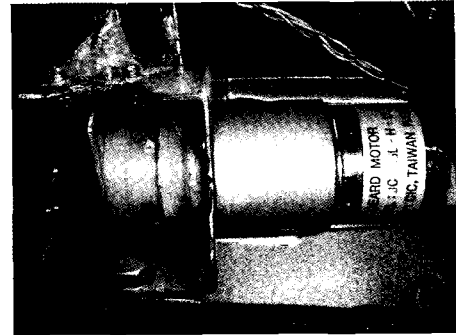


Fig. 2. Photograph of Accelerator Control System.

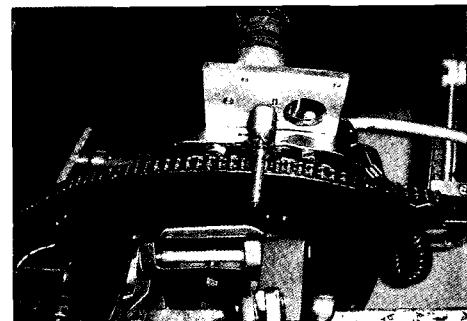
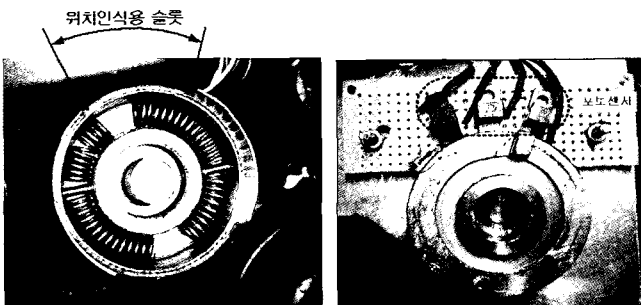


Fig. 3. Photograph of Steering Control System.



(a) shock absorbing device (b) Photo sensor

Fig. 1. Photograph of Transmission Control Included Shock Absorbing Device

2.2 가속장치의 제어시스템

엔진의 회전수를 제어하기 위해서는 스로틀을 제어해야 하는데, 엔진제어기는 현재 전동기의 위치와 지령 값을 비교하고 비교한 값에 따른 제어 값을 Fig. 2의 엔진회전수제어용 전동기에 출력하여 전동기를 정·역전시켜, 지령된 값과 위치 값이 같아지는 곳에서 전동기를 정지하도록 한다.

2.3 조타장치

선급협회 규칙에 의하면 배가 최고 항해속력으로 항해 전진 중 최대 타각을 35도로 하고, 우현에서 좌현으로 또는 우현에

2.4 제어시스템

Fig. 4는 선외기의 원격제어를 위한 제어 시스템으로 직류전동기의 구동회로를 나타낸 것이다. 직류전동기 드라이버는 MOSFET를 이용하여 전동기의 회전방향과 속도를 제어하도록 회로를 구성하였다.

Fig. 4의 A는 전동기 인터락 회로이고, B는 FET 게이트 드라이브를 나타내며, C는 H-브리지 회로이다(안, 2002). H-브리지 회로에서 전동기 드라이버에 사용된 FET의 V_{GS} 는 MAX. $\pm 20V$ 이므로 상부 FET의 게이트 전압을 24V로, 하부는 24V 전압이 인가되지 않도록 제너전압이 12V인 제너다이오드를 사용하였다. 본 연구에서 마이크로컨트롤러(80C196KC)에 의해서 타각 및 엔진회전수가 제어되며 기어의 정·역전은 논리소자로 설계하였다(차, 1998, 윤, 2000, 이, 2002).

1) 기어의 제어

기어의 변환을 위한 전체적인 모습을 Fig. 5에 나타내었으며, S/W Box에서 명령이 내려지면 프로그래머블 논리소자에서 포토센서의 입력신호와 방향지령 값에 의해서 정회전 또는 역회

전 명령을 내리고 전동기 드라이버에 의해 전동기가 동작하게 되어 클러치 캠이 작동하게 된다. 또한 Fig. 6과 같이 전동기의 회전방향에 따라 전진, 중립, 후진이 진행된다.

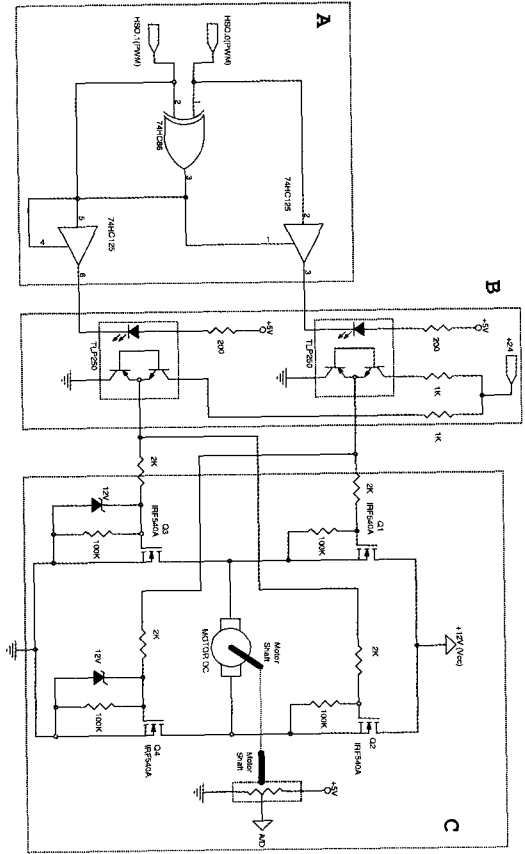


Fig. 4. Steering Gear Controller with Motor Driver Circuit.

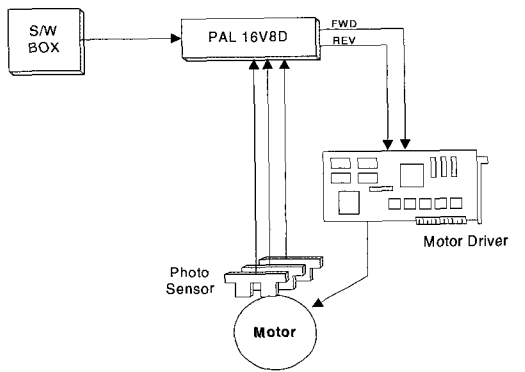


Fig. 5. Schematic Diagram of Gear Controller.

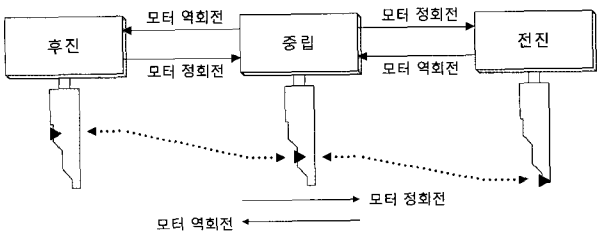


Fig. 6. Forward & Reverse Movement as the Motor Rotates.

2) 조타장치 제어

조타장치의 제어는 Fig. 7과 같이 조타륜(퍼텐쇼미터, potentiometer)과 전동기에 직결되어 있는 퍼텐쇼미터에서의 위치 값을 마이크로컨트롤러로 입력받아 제어하도록 하였다. Fig. 8은 타각제어 프로그램을 나타내고 있다. 타각변경 명령이 없고 타의 위치가 일정범위(Offset)를 벗어났을 때는 다시 원래의 위치로 복귀하도록 하여 타의 추구장치 기능을 부가하였다. 타의 위치가 중앙에서 최대타각 35도를 초과하지 못하도록 리미트 스위치를 설치하였다.

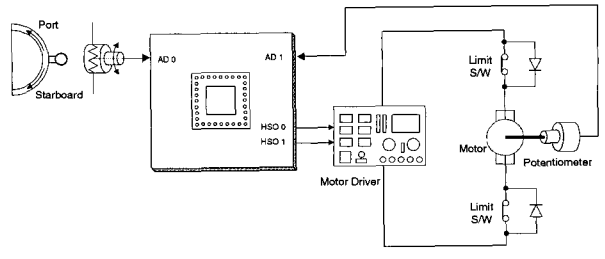


Fig. 7. Schematic Diagram of Steering Controller.

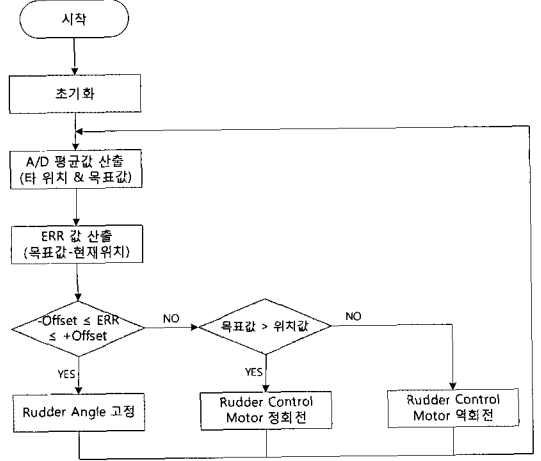


Fig. 8. Flowchart of Rudder Angle Control.

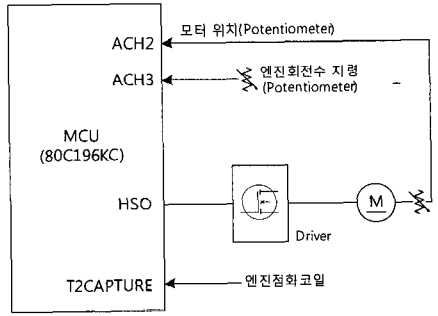


Fig. 9. Schematic Diagram of Engine Speed Controller.

3) 엔진속도 제어

엔진속도 제어는 Fig. 9와 같이 엔진회전수 조정 노브(Knob)와 전동기에 직결되어 있는 퍼텐쇼미터에서의 위치 값을 마이

크로컨트롤러로 입력받아 Fig. 10과 같이 제어하도록 하였다. 엔진회전수의 최저 및 최고 영역을 제한하고, 엔진회전수 지령값에 의해 전동기의 회전방향을 변경하여 엔진회전수를 제어하였다.

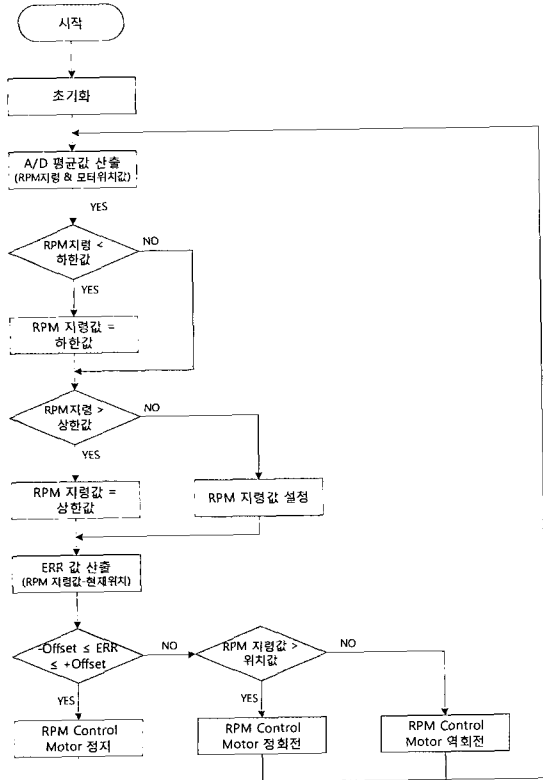


Fig. 10. Flowchart of Engine Speed Control.

3. 실험 및 고찰

Fig. 11은 전체적인 실험장치를 나타낸다. 원격제어를 위해 개조한 선의기와 부가된 장치 제어회로로 구성되어 있다.

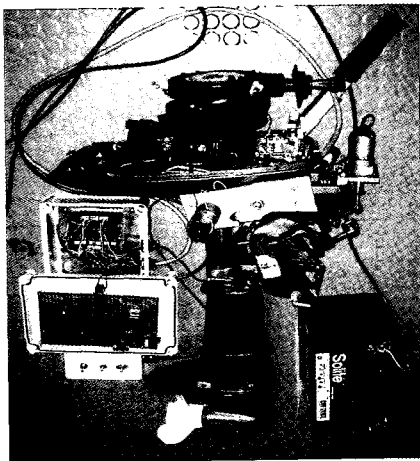


Fig. 11 Experiment Equipment

3.1 타각제어실험

조타각을 제어하기 위해 조타륜(steering wheel)을 조작하면 조타기에 연결된 퍼텐쇼미터에 의해 원하는 타각을 입력받게 된다. 본 논문에서 설계한 타각제어 장치의 추종특성을 실험하기 위해서 함수발생기에서 발생된 구형파, 사인파 및 삼각파를 타각지령으로 입력하고 조타기 제어용 전동기에 설치된 퍼텐쇼미터의 위치 값을 계측하여 분석하였다. 오버슈트를 관측하기 위해서 함수발생기의 출력을 1~4V로 제한하였고, 실험에 사용된 조타기를 구동하는 직류전동기(전격전압 12V, 정격전류 0.5A, 정격회전수 5000rpm, 감속비 1:125)가 감속기를 거쳐서 회전할 때의 시정수는 800ms이다.

Fig. 12와 Fig. 13은 각각 파형의 주기를 2sec와 3sec로 했을 때의 추종 특성을 나타낸 것으로 동작지연 시간은 10ms였고 제어장치가 잘 추종하지 못함을 확인하였다. 주기 3sec 구형파에서는 4V 레벨 끝부분에서 정착시간(setting time)이 없는 오버슈트의 응답특성을 보였다.

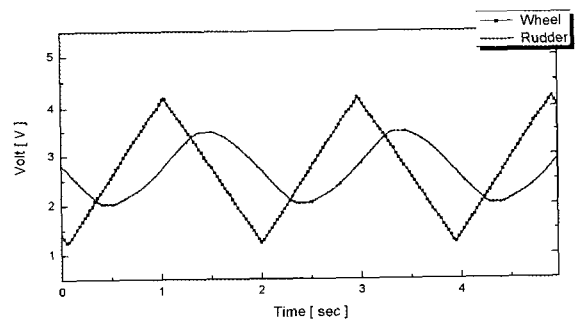
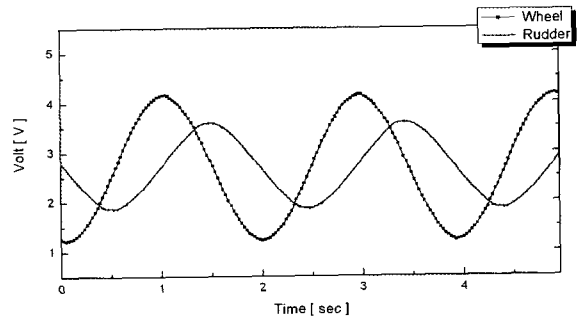
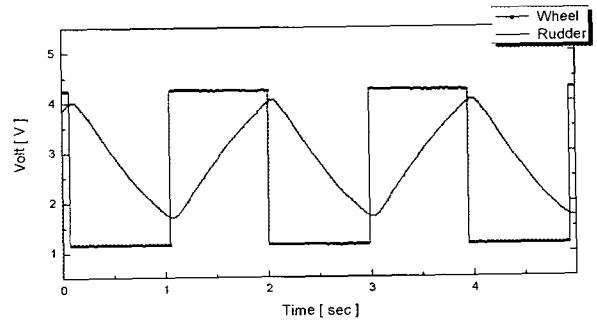


Fig. 12. Control Characteristic of Steering Gear (at T = 2.0sec).

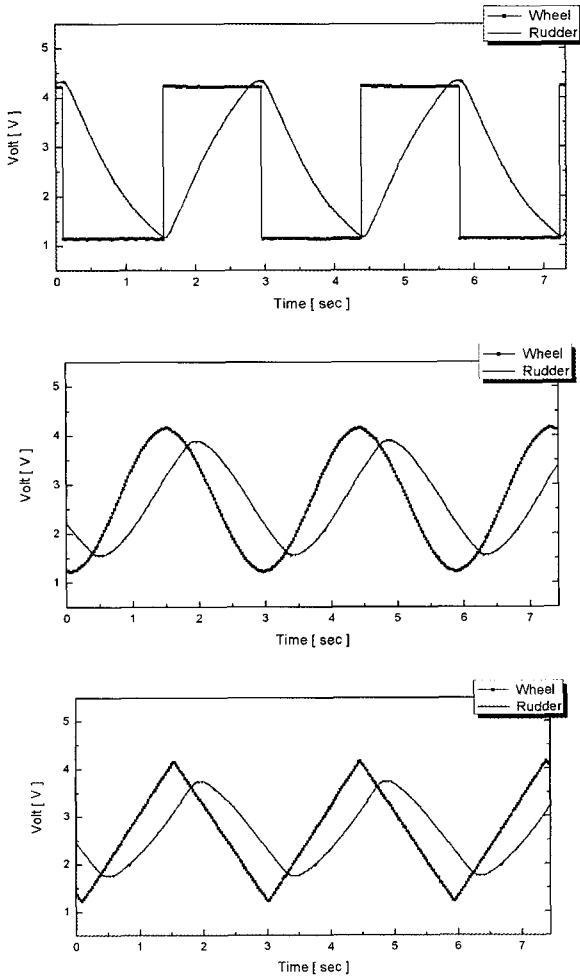


Fig. 13. Control Characteristic of Steering Gear (at $T = 3.0\text{sec}$).

Fig. 14는 주기 4sec에서의 추종 특성을 나타낸 것으로 동작 지연 시간은 10ms였고 구형파의 4V 레벨에서 350ms동안 2.5%의 오버슈트가 발생한 후 정착되었다. 사인파와 삼각파의 추종 지연시간은 500ms정도로 나타났다. Fig. 15는 주기 5sec에서의 추종 특성을 나타낸 것으로 동작지연 시간은 10ms였고, 구형파의 4V 레벨에서 300ms동안 2.0%의 오버슈트가 발생 한 후 정착되었다. 사인파와 삼각파의 추종지연시간은 450ms정도로 나타났다. 또한 상승구간과 하강구간에서의 추종특성이 약간씩 다르게 나타냈는데 이것은 전동기가 감속기의 정·역전 특성이 달라 일어나는 현상으로 사료된다.

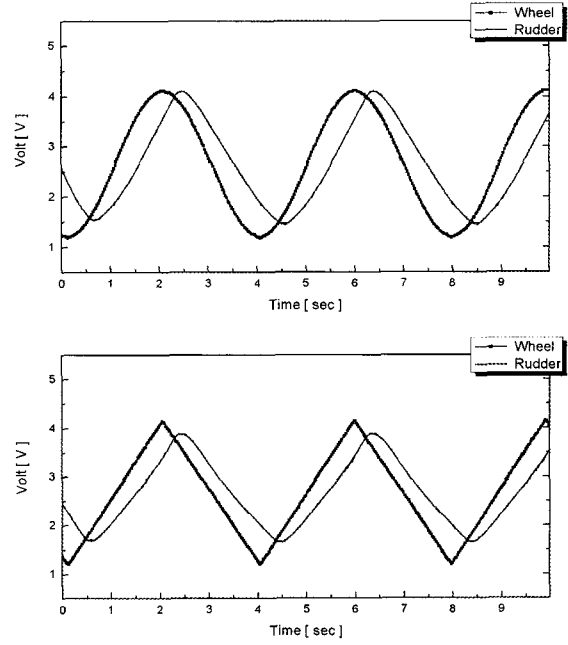
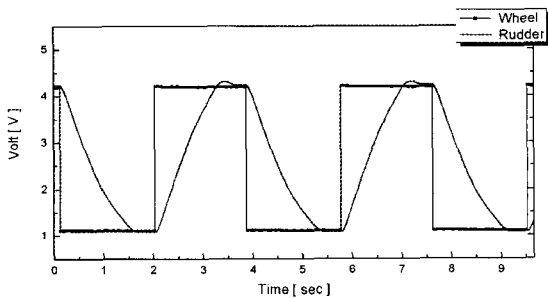


Fig. 14. Control Characteristic of Steering Gear (at $T = 4.0\text{sec}$).

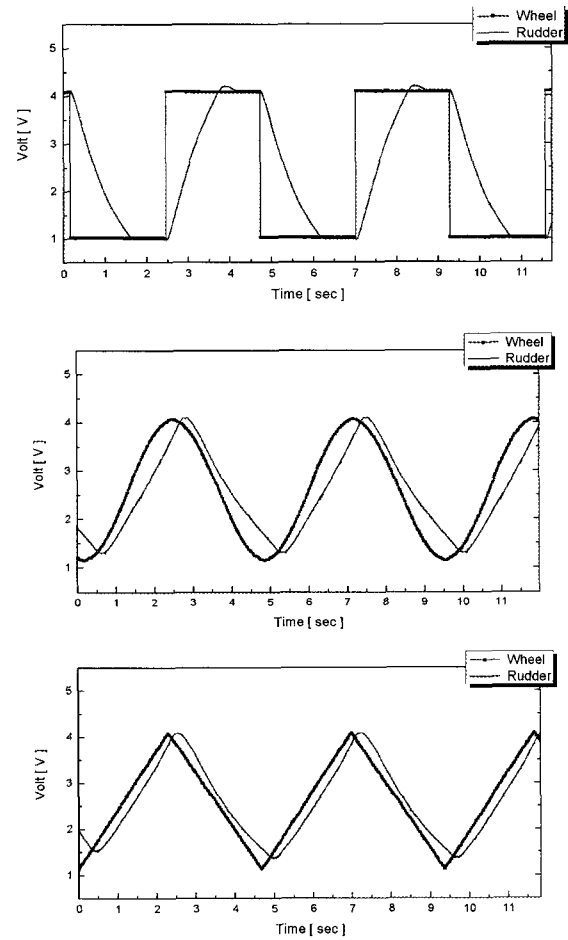


Fig. 15. Control Characteristic of Steering Gear (at $T = 5.0\text{sec}$).

3.2 성능시험

모든 실험을 통해 만들어진 원격제어 시스템 장치를 소형 선외기에 설치하고 레저용 고무보트에 엔진을 장착한 후 성능 실험을 하였다.

Fig. 16은 엔진회전수의 저속과 고속 변속실험, 클러치의 전·후진, 중립 상태 유지실험, 전진(ahead) 및 후진(astern)상태에서 타(rudder)가 좌·우현으로 작동되는지와 좌·우현 리미트 스위치의 작동실험 등을 실행하는 사진이다.

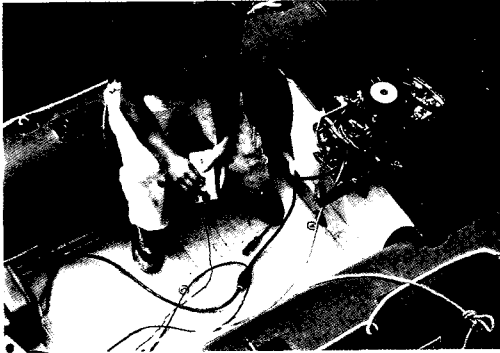


Fig. 16. Experiment Equipment Test.

다다미디어, pp.51~192

[6] 한국선급(2003), 선급 및 강선규칙 제5편 기관장치, pp. 92

원고접수일 : 2007년 07월 16일

원고채택일 : 2007년 09월 05일

4. 결 론

선외기에 제어장치를 부가하여 엔진 회전수 제어와 좌·우현 조타, 전·후진 정지의 명령을 원격으로 조정할 수 있는 장치를 설계 제작하여 소형 선외기(Tohatsu 5마력)에 설치하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 원격으로 선외기가 전·후진 및 정지 좌·우현 조타 엔진의 회전수 제어가 명령대로 동작됨을 확인하였다.
2. 조타기가 추종실험 결과 구형파에서 오버슈트가 2%가 발생하였고, 모든 파형에서 동작 지연 시간은 10ms로 동일했으며, 사인파에서는 450ms 후 조타기가 추종하였다.
3. 소형선외기 선박에서 1인이 저속운항하면서 작업을 동시에 할 수 있어 작업의 효율을 높이고 인력을 절감할 수 있으며, 레저용 보트, 인명구조용 보트, 일정하게 반복되는 작업을 하는 어로작업용 소형선박에 도움이 될 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 안병원(2002), 이론과 실험을 위한 전기기기, pp.253~307
- [2] 윤덕용(2000), 80c196KC 마스터(I), OHM사, pp.77~113
- [3] 이상락 외(2002), C언어로 쉽게 쓰는 80C196KC, 브레인 코리아, pp.211~225
- [4] 전효중(1982), 박용보기, 일중사, pp. 255
- [5] 차영배(1998), 기초부터 응용까지 Microcontroller 80196,